

環境省地球環境研究総合推進費(S-3)「脱温暖化 2050プロジェクト」ワークショップ報告書

Global Environmental Research Fund (GERF/S-3)

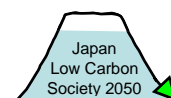
Japan Low-Carbon Society (LCS) Scenarios toward 2050 Project Workshop

低炭素社会に向けて「日本の経験、アジアの挑戦」

Toward Low-Carbon Society : Japan Scenarios and Asian Challenge



2009.2.13(Fri) エポカルつくば つくば国際会議場
(Tsukuba International Congress Center Epochal Tsukuba)



<http://2050.nies.go.jp>

— 目次 —

開会挨拶	只見 康信（環境省）
本ワークショップの趣旨について	西岡 秀三（国立環境研究所）

第一部 日本低炭素社会研究の経験 座長：藤野 純一

1. LCS モデル研究と日本低炭素社会シナリオへの応用	芦名 秀一（国立環境研究所）	1
2. 技術革新と行動変化の組み合わせによる交通部門の二酸化炭素削減	松橋 啓介（国立環境研究所）	18
3. 都市の特性と二酸化炭素の削減ポテンシャル	荒巻 俊也（東洋大学）	28

第二部 アジアにおける低炭素社会に向けた取り組み 座長：甲斐沼 美紀子

1. シンガポールにおける持続可能な交通システムへの取り組み	Lee Der-Horng（シンガポール国立大学）	39
2. アジアにおける低炭素都市への取り組み	Fwa Tien Fang（シンガポール国立大学）	55
3. インドにおけるバイオマス戦略	Sunil Dhingra（エネルギー資源研究所）	68
4. アジア低炭素社会に向けた金融	Mizan R. Khan（バングラディシュ南北大学）	80
5. アジアの多様性	Paljor J. Dorji（ブータン国家環境委員会特別顧問）	91

討論&質疑

第三部 パネルディスカッション 「アジア低炭素社会に向けて」 座長：西岡 秀三

1. イントロダクション	西岡 秀三（国立環境研究所）	113
2. 開発協力・ファイナンスの観点から	河合 正弘（アジア開発銀行研究所）	115
3. ビジネスの観点から	西川 淳也（三井物産株式会社）	128
4. 開発経済学の観点から	大塚 啓二郎（政策研究大学院大学）	138

パネルディスカッション&質疑

閉会挨拶	安岡 善文（国立環境研究所）
------	----------------

巻末資料

1. 講演者略歴
2. 成果物一覧

— Table of Contents —

Opening Remarks	Yasushi Tadami (Ministry of the Environment, Japan)	
Objectives of this workshop	Shuzo Nishioka (Project leader: NIES, Japan)	
Part I Experience of Japan Low-Carbon Society Studies		
		Chair : Junichi Fujino
1 . Comprehensive LCS modeling and its application to Japan	Shuichi Ashina (NIES, Japan)	1
2 . Long-term CO ₂ reduction strategy of transport sector in view of technological innovation and behavioural change	Keisuke Matsushashi (NIES, Japan)	18
3 . Influence of regional characteristics on reduction potential of carbon dioxide in household and business sectors	Toshiya Aramaki (Toyo University, Japan)	28
Part II Activities toward Low-Carbon Societies in Asia		
		Chair : Mikiko Kainuma
1 . Sustainable Transportation Challenge in Singapore	Lee Der-Horng (National University of Singapore, Singapore)	39
2 . Challenge of Low-Carbon City in Asia	Fwa Tien Fang (National University of Singapore, Singapore)	55
3 . Biomass strategy in India	Biomass based Decentralized Energy solutions	
	Sunil Dhingra (The Energy and Resources Institute, India)	68
4 . Financing for Low Carbon Societies in Asia	Mizan R. Khan (North South University, Bangladesh)	80
5 . Asian Consciousness "Gross National Happiness"	Paljor J. Dorji	
	(Special Advisor, National Environment Commission, Bhutan)	91
Q&A, Discussion		
Part III Panel Discussion: Toward Sustainable Low-Carbon Society in Asia		
		Chair : Shuzo Nishioka
1 . Introduction	Shuzo Nishioka (Project leader: NIES, Japan)	113
2 . From the perspective of development cooperation and finance	Masahiro Kawai (Asian Development Bank Institute, Japan)	115
3 . From the perspective of Business	Junya Nishikawa (Mitsui & Co., LTD., Japan)	128
4 . From the perspective of Development Economics	Keiji Otsuka	
	(National Graduate Institute for Policy Studies, Japan)	138
Panel Discussion and Question and Answer		
Closing remarks	Yoshifumi Yasuoka (Executive Director, NIES, Japan)	
Appendix		
Biography of Invited Participants / Outcomes of Japan LCS Scenarios toward 2050 Project		

開会挨拶

只見 康信（環境省地球環境局 総務課 研究調査室長補佐）



おはようございます。環境省研究調査室の室長補佐の只見康信と申します。本日は、低炭素社会づくりに関わる多くの研究者の皆さまにお会いできて大変光栄です。

さて、これまで日本政府は、低炭素社会に向けた目標としまして、2050年までに温室効果ガス60から80%の削減目標を誓っております。また、2008年に日本で開催されましたG8サミット、いわゆる北海道洞爺湖サミットでは、低炭素社会に向けた国際研究ネットワーク（LCS研究ネットワーク）の形成を提案するなどの国際発信もいたしました。このLCS研究ネットワークの形成については、国際合意を得まして、本年の4月に、イタリアで実現する予定となっております。

このような政策立案の科学的基礎を提供するため、本プロジェクトの研究者の方々が積極的に貢献されてきたことを、高く評価しております。

ところで、2009年12月にコペンハーゲンで開催されます国連気候変動枠組条約（COP15）に向けまして、国際的な温暖化対策の議論は一層活発化すると予想されます。さらに、昨今の経済・金融危機のなかで、世界経済に影響を与える低炭素社会の議論の重要性は増していると言えます。そうした状況の下、わが国における、戦後の社会・経済発展の歴史も踏まえると、さらなる科学技術の開発を主導すべきだという主張も増えてきております。そうした研究開発の進展を通じて、国際経済社会の健全な発展を促すことへの期待は高まっていると言えるでしょう。

一方で、日本国内でも、地域の文化・社会的な持続可能性の観点も含め、特に、少子高齢化といった社会背景を踏まえ、将来の温暖化対策の方向については、まだまだ議論の余地があるといった主張もあるのが実情です。

当然のことながら、一歩進めまして、多様な社会背景を持つアジアに視点を広げますと、各国がどのように低炭素社会のビジョンを描いていくか、今後の国際交渉における政策的な課題としても大変重要なことだと考えられます。そうした地球規模の温暖化対策の要請にこたえるため、早期の温暖化対策を実現するための要請にこたえるためにも、低炭素社会研究は国際的に緊急のテーマだと考えられます。

本日は、活発なご議論を通じまして実りある成果が得られることを期待しております。甚だ簡単なおあいさつで恐縮ですが、以上をもってごあいさつとさせていただきます。ありがとうございました。

本ワークショップの趣旨について

西岡 秀三（プロジェクトリーダー、(独) 国立環境研究所）

皆さん、おはようございます。遠路はるばる来ていただきましてどうもありがとうございます。プロジェクトリーダーの西岡です。今日のワークショップの趣旨について少々お話をしたいと思っております。

今日のテーマは、『低炭素社会に向けて「日本の経験、アジアの挑戦」』です。安定した気候を保つためには、温室効果ガスの排出量を地球の吸収量に等しくしなければいけないというのが究極の目的ですが、これまで 200 年の間、自然から乖離して化石燃料に頼ってつくり上げました、言ってみればエネルギー依存の技術社会というあり方自身が今、問われているのではないかと考えております。もちろん、地球上には、貧困、飢餓、平等、紛争等々さまざまな地球規模の問題がございます。しかしながら、気候変動は、人間の生存そのものへの脅威になるかと思えます。それへの対応が、こうしたさまざまな問題解決のいわば尖兵といいたいまいしょうか、先駆けとして、世界が一致協力して取り組むべき緊急課題になっております。

幸いにして、この人類共通の課題に対して、私に言わせると少し遅いかなと思いますが、国際社会は、科学と国際政策を両輪とする取り組みを確実に進め始めております。2008 年 7 月に開催されました G8 北海道洞爺湖サミットでは、2050 年までに世界全体の排出量の少なくとも 50%削減を達成するという目標を、UNFCCC のすべての締約国と共有し、採択することを求めるという前向きのメッセージを合意いたしております。

安定した気候は、世界の言ってみれば公共財の性格を持っておりまして、すべての主体が欠けることなく、フリーライダーなしで力を出し合うことでしか維持できないわけであります。これからは、同じ宇宙船地球号に乗る者として、持続可能な発展への目標を共有し、これまではどちらかというところ競争の下での協力というのがあったのですが、今度は逆に、協力の下での競争といった考え方で取り組んでいくべきものかと思えます。先進国は、既に大幅削減の方向を明確にしておりますが、これまでにつくり上げてきたエネルギー多消費型社会システムのイナーシャ（慣性）からなかなか抜け出すことができず、極めて大きな改革を断行せねばならないと思えます。私たちが日本低炭素シナリオ、このプロジェクトでございますが、その研究データ結果から見ても、相当の社会改革あるいは技術開発努力を要する道のりでございます。次世代のことを考えますと、まことに挑戦しがいのある道のりではないかと考えております。

気候安定化の正否はひとえに、高い経済成長の下での人口増が見込まれております途上国の発展の道筋の設計にかかっていると思っております。今後、途上国も低炭素型発展へ向かわざるを得ない。なにかんずく、アジア諸国は今、世界経済を牽引するダイナモであります。世界全体の発展方向を決める立場にあるわけですから、先進国がこれまでたどってきて、そして今、方向を大きく変えようとしているトラック、軌跡を、わだちをといいまいしょうか、アジアの諸国がそのまま踏襲することなく、合理的なエネルギーの利用あるいは自然との調和を旨とした新しい発展の方向をつくり上げてほしい、というのが世界の期待であります。

本ワークショップでは、推進費研究「脱温暖化 2050 プロジェクト」で行われてきました 5 年間に及ぶ日本の研究の成果を報告いたします。また、この研究では、日本の低炭素社会づくりは、やろうと思えばできるという希望および挑戦の目標といったものを国民に与え、将来の方向付けや政策に多くの有用な知見を提供してきたわけであります。しかし、それは今の日本の歴史的状況下における、日本の次の一步を示したにすぎません。

推進費プログラムでは、この日本研究の経験を踏まえて、アジアでの低炭素型発展の可能性に関する知見を集約し、世界気候安定化への研究面からの貢献をするという目的に向かって、本年 4 月から新たな 5 年間の研究をスタートしようと考えておりまして、われわれもその中核を担いたいと考えております。また、先ほどお話がありましたように、昨年の 20 カ国環境大臣会合で、低炭素社会研究

の世界ネットワークを日本が中心になってつくろうということで、日本の環境省は既にその活動を主導し始めております。

アジアの国々は、それぞれの国の歴史上の位置付け、地域の自然条件、社会体制、固有の文明等においてまことに多様であります。低炭素社会発展の道は、それぞれ当然異なるものになるかと思いません。日本の研究の背景、前提、手法といったものが、アジア諸国に対して果たして適用可能であるかということは、まことに分からないところがあります。そういうことで、次期の研究は、まず手探り、模索から始まることになるかと思いません。今日がその模索の第一歩なのです。そして、この過程でアジアの低炭素発展研究が大きく育っていくのではないかと考えております。とはいいいましても、既にアジア諸国は、先進国の轍を踏むことなく、それよりずっと先を行く社会を目指して、低炭素社会の道に既に力強く一步を踏み出しております。今日はそういう発表があるかと思いません。

本ワークショップでは、こうした取り組みや研究動向についてアジアの研究者からの報告を受けまして、パネルディスカッションを通じて低炭素社会に向けた道筋を一緒になって探り、研究面からの共同の取り組みの可能性について、議論を進めていきたいと考えております。

本日ご参加いただいた皆さまには、日本低炭素社会研究、われわれのプロジェクトをこれまでも見守っていただき、ご批判、ご指導いただいた方々、そしてアジアの開発に多くの知見をお持ちの専門家の方々に来ていただきまして、今後ともご指導をいただきたい、そういう方々をお呼びしております。

このような趣旨でございますので、本日はやや長丁場でございます。最後までゆっくりと議論に参加していただきまして、われわれの研究の模索方向についてご助言いただければまことにありがたいと思っております。よろしくお願いいたします。

第一部

日本低炭素社会研究の経験

Part I "Experience of Japan Low-Carbon Society Studies"



Dr. Shuzo Nishioka



Dr. Shuichi Ashina



Dr. Keisuke Matsuhashi



Prof. Toshiya Aramaki



LCS モデル研究と日本低炭素社会シナリオへの応用

芦名 秀一（(独) 国立環境研究所 地球環境研究センター）

皆さまおはようございます。国立環境研究所の芦名です。本日は、「LCS モデル研究と日本への応用」と題しまして、昨日藤野のほうからは特に S-3 の研究の全体像についてお話をしたのですが、本日は特に定量的な側面、モデルについて深くお話をさせていただこうと思います。本日発表する内容は私が代表で名前を書かせていただいておりますが、内容についてはすべてシナリオチームの研究成果が入っているということで、よろしくお願いいたします。

本日のお話としては、まずそもそも我々のモデルとして何を持っているかについてお話をしまして、それがどのように 2050 年のシナリオ研究というものについて貢献してきたか、それから我々は 5 年間研究をしてきたわけですが、それから何が見えてきたか、この三つについてお話をさせていただこうと思います。

5 年間やってきまして、11 個のモデル、最後のものはデータベースですので正しくは 10 個のモデルとひとつのデータベースを我々は開発しております。モデルの名前がただ並んでいるだけでは何が何やらというところですのでこれらを簡単にまとめてみますと、どのような時間フレームを対象にするかという点で大きく三つに分けることができます。

まずひとつは、ある年だけを見る、つまりある年のバランスであったり、ある年の状況を考えるというもので、「スナップショットモデル」と呼ばれるものを作っています。これも一群のモデルになっておりますが、ある一時点だけの LCS の姿を記述するためのモデルをひとつ持っています。

次に、本研究の場合には 2000 年から 2050 年なのですが、そういった時間をわたるようなものについてチェックするものとして、ひとつは、「トランジションモデル」というところで、ダイナミクスであったり、トレンドといったものをチェックするようなモデル群を持っております。

最後に、時間としては同じく複数年度を対象にはしているのですが、少し話が違って「バックキャスト」ということで、将来の 2050 年から 2000 年、現在まで戻すバックキャストというようなことをやるためのモデルをひとつ別群で持っている、と大きくこの 3 種類のものになっています。

これから先、先ほど示した 11 個のモデルを 1 個 1 個詳細に説明してもいいのですが、朝方で非常に眠いかと思いますし話しているほうとしても面白くはないので、シナリオ研究のアプローチといったものと絡めて、モデルがどのように役割を果たしてきたかというところについてお話をしたいと思います。

S-3 の研究自体は、別にモデルがあるからシナリオをつくったという話ではなくて、こういったシナリオを描きたいからそれを定量化するためにこういったモデルをつくりましたというような話ですので、モデルのほうは従属の関係にあります。主の内容はあくまでもシナリオ研究、シナリオをつくるという話ですので、昨日の藤野の話と若干重複する部分もありますがシナリオ研究の流れも紹介しつつ、かつそこに各種モデルがどのような貢献をしてきたかというところについて、お話をしていきたいと思います。

これらのほかに、実はモデルといっても社会条件といったものは当然モデル群のなかで共通ですので、そういったものをサポートするためにもデータベース化して、環境オプション・データベースというようなものをひとつ持っています。こちらについては本日は詳しくはご紹介しないということになっておりますが、これを参照することによって一連のモデル群が、それぞれ全く同じデータを使いつつ、きちんと整合的な将来像を描くことができるようになっている。こういった全体像になっているということになっています。

スライド 5 が、かなり大ざっぱなシナリオ研究の流れになっております。まずは、ステップ 1 から 4 までといった辺りが 2050 年の姿を描くという話で、初めにビジョンを二つつくって、それからそれに使うサービス需要を同定して、そこに対してどういった技術、どういった対策を入れていくと

70%削減が実現できるかといったものを探す。それで本当にきちんと 70%削減できているかをチェックして、70%削減レポートというようなかたちで成果として出しております。

現在、ステップ 5 のほうに来ておりまして、いつ、どのようなオプション、ステップ 1 から 5 に挙げられたオプションなのですが、そういったものを入れていけばいいか。例えば 2020 年、2030 年にどんなことをしなければいけないのかということについて検討する段階に入っております。こちらのほうは、一部については 12 の方策ということでご紹介しておりますが、全体像としては本年度末、3 月の末をめどに現在作成しているというところになっております。

これらについて、どのようにモデルが貢献してきたかというところで、もちろんすべての段階に対して先ほどお示した 3 種類のモデルが関わっているのですが、特に貢献しているところはどこかといいますと、まずスナップショットモデルについては、ステップ 3 のどのような対策を導入すると CO₂ が削減できますかというところと、ステップ 4 の本当に CO₂ が 70%削減できていますかいうところを特に見ております。当然ですが、バックキャストは 2050 年の話がないと話が進みませんので、初期設定という意味で貢献しています。

トランジションモデルですが、第二段階目の将来のサービス需要がどうなっているかに貢献しています。当然ですが、人口や住宅の数がいきなり大きく変わるわけではございません。例えば、今まで 1000 軒の住宅があった町が、1 年後にいきなり 50 軒になるかということとそんなことはないわけで、ある程度の規則性があったり、整合性のある話で必ず進んでいるというところで、将来のサービス需要を同定するためにこのトランジションモデルというのを使っております。さらに、こういった対策が有効かということについても、かなりの力を発揮しているということになっています。

最後に、バックキャストモデルは、こちらの上の 4 つの段階というよりは、むしろ最後の段階に特に貢献するようなモデルになっております。以降、この流れに沿ってお話をさせていただきたいと思えます。

まず初めに、将来のビジョンを描くという話ですが、モデルという観点からいきますと、いずれのモデルも関係はないというところですが、ただ先ほどお話ししましたが、実際あくまでもモデルというのはこういったシナリオを描きたい、こういったシナリオを検討しなければいけない、こういった点を検討しなければ、70%削減の将来像というのはきちんとロバストなものは描けないというものをサポートするためにやりますので、モデルという観点では実は一番重要なポイントになっています。

スライド 6 が、昨日の藤野の発表でも出ておりましたがビジョン A、ビジョン B ということでいつもこのようなかたちでご紹介しているのですが、裏としてはもう少し細かくいろいろ設定しております。スライド 7 の左がビジョン A、右がビジョン B の詳細なキーワード群になります。例えば人々の考え方ですと、生き方のゴールとして社会的な成功を望むのがビジョン A で、社会に貢献したいというようなマインドが増えていくというのがシナリオ B。土地利用や都市については、ビジョン A ですと都市化、都市にどんどん皆さんが集中するようなかたちになる。ビジョン B の場合には反対に、分散化ということで郊外のほうに皆さん住みたがる。そういったようなキーワードとしてかなり細かく設定をしております。

スライド 8 も続きですが、世帯については例えば働き方はどのようになるかといいますと、皆さんが専門家になるのを目指していくようなものがビジョン A で、ワークシェア、自分一人で専門家として突っ切っていくのではなくて、応分の負担をそれぞれ皆さんが引き受けてやっていこうというのがビジョン B ということになります。経済についても、こちらのほうは先ほどの図でもありましたが、1 人当たりの GDP 成長がビジョン A の場合には 2%であったり、ビジョン B の場合には 1%など、そういったものをかなり細かく想定しております。

これらをまとめますと、どの点を検討しなければいけないのかといったものが先ほどのキーワードから出てくるわけです。先ほどのキーワードを挙げていって、現状がこうなっているから、こういったことについて検討しなければいけないか、こういったことについて定量的に検討しなければいけないかという質問をまとめますと、スライド 9 に示す 22 問まとめたものになります。こちらは細かいので、後でウェブなどで参照していただきたいのですが、かなり大ざっぱにまとめてしましますと、

問うべき問題というものはこの9つの点ということになります。

ひとつは、産業構造がどうなるか。もちろん、低炭素化に向かったときにどのような影響があるかという話もひとつですが、これから先低炭素社会に向かわなくてもきっと産業構造は変わっていくわけですので、そういった方向性はどこにあるのかといったものを考えなければいけない。

次に、住宅です。住宅が将来どのようなようになっていくのか。それから、ライフスタイル。人々の生活という側面もそうなのですが、そもそも人口構造も含めたかたちでこれがどのように将来なっていくのか。あとは、運輸です。人々の移動といった、都市化もこのへんに入ってくるのですが、そういったものがどのように変わっていくのか。それから、エネルギー供給ということで、現在は、電力や石油に依存しているのですが、将来のエネルギー供給がどのようになっているのか。さらに、マテリアルストックとフローということで、鉄であったり、セメントであったり、さまざまな材料がありますが、そういうものの使用量がどのように変わっていくのか。

最後に、エネルギーの整合性です。例えばエネルギー供給だけあって、エネルギー需要がないなどというような状況の社会を描いてもしょうがないわけです。反対に、エネルギー需要はあるのですが、だれもエネルギーを供給してくれないという状況も、これまたおかしい社会になっているわけです。そういったものを避けるために整合性をチェックするというようなこともやらなければいけない。

同じように、経済についてもチェックしなければいけない。だれかがパソコンを欲しがっているのに、だれもパソコンをつくってくれないといった社会は、やはりおかしいわけです。同じように、パソコンをいっぱいつくっているが、だれも実はパソコンを使っていないという社会になっているのも、これまたおかしいわけです。その辺りについてきちんとチェックしようということで、経済の整合性もチェックしなければいけない。これらに対して答えを与えるものが、それぞれのモデルということになっております。

以降、細かくこの流れに沿ってお話をするかたちになりますが、産業構造や住宅について、それぞれ対応するものをひとつずつ我々のシナリオチームとして開発してきたということになります。スライド 11 に赤字で書いておりますものが、初めのほうでご説明したスナップショット、単年度をすばっと切るようなモデルになっておりまして、緑のほうがトランジションモデル、時間をわたっていろいろ考えなければいけないといったものを評価するモデルになっております。これらを支えるものとして、そもそも人がいないと話になりませんので、人口がどのようになっていくのか、世帯はどうなっていくのかといったものをチェックするモデルを別途つくっております。こういった合わせて9つのモデルが、特に70%削減のレポートについては貢献しているということになっております。以降、これらのモデルについて、この流れに沿って簡単にご紹介していききたいと思います。

まず初めに、人口世帯モデルというものです。モデルの説明ですので少し専門的になってしまう嫌いはありますが、このままご説明したいと思います。こちらはコホートタイプのモデルで、例えば人口減少であったり、世帯構造がどのように変化するかといったようなものを検討するモデルになっております。モデルへの入力としては、70%削減のレポートという観点では一国全体を対象にしておりますが、県によって、人口構造であったり、世帯割合といったものはかなり大きく変わってきますので、そこまできちんと細かく見ようということで、そういったものの人口であったり、将来どのような出生率になっているかというのと、土地利用や気候によってかなり変わってきますので、そういった情報を入れる。そうしますと、国だけではなく、県別の将来人口、年齢別、男性、女性といった別に人口や世帯数が変わってくる。こういったものになってくるということになっております。スライド 13 が結果例で、こちらはビジョン A の結果ですが、将来人口としては下がっていきます。世帯のタイプがどのように変わっていくかといいますと、一人世帯が増えていくというようなところが見えてくる。

それから、人口構成です。年齢別に見ていきますと、左が2000年で右が2050年、色が濃いほうがビジョン A で、薄いほうがビジョン B です。現在は大体20代後半または50代前半ぐらいがピークとして持っているのですが、これが将来はぐっと増えていく。一番上が飛び出ているのは、85歳以上をまとめてしまっているのですが、こちらは女性ですが、女性の方は長生きするという想定になっている

ので、飛び出ているというようなことになっております。

都市化についても解析しておりまして、こちらがシナリオ A、こちらがシナリオ B です。非常に分かりにくくて申し訳ないのですが、将来、人口としては減っていくのですが、都市のほうに住んでいる方の割合はそんなに変わらないような状況になっていると。こういったものが出てくるということになっております。

次に、こちらは経済です。この辺りについてご紹介したいのですが、経済については、古典的というわけではないんですが、割と確立された方法を使っております。シーケンシャルの動的な一般均衡モデルというようなものになっておりまして、産業網に対するいろいろな影響。これは経済のモデルですので、リンケージが発生してややこしいことになっているのですが、こういったものを使うことによって、将来の産業がどのように変わるのかといったものを見ています。

青いのが A で赤いのが B、黄色いものを比較していただくと分かるのですが、こちらのほうが第三次産業、いわゆるサービス産業で、この辺りが第二次産業、鉄鋼または機械といったもの。この辺りが農業というところですが、全体としてはサービス産業化のほうに進んでいくだろうと、そういったものが定量的に出てくるということになってございます。

続きまして、住宅がどのように変わっていくのかというところですが、これもコーホート型のものを使っておりまして、さまざまな現在の状況を入れることによって、地域別、建て方別、あるいは建築年数別に出てくると。将来どのような住宅がそこにあるのだろうかといったものが出てくるということになっております。

こちらは一例ですが、上に行けば行くほど断熱の基準がいい、要は断熱性能が高い住宅が普及するということになっています。このままの基準でいきますと、なかなか高断熱住宅は普及してくれない。ただ、基準を少し変えてやることによって、一気に高断熱住宅の普及余地はあります。こういったものを検討しているとことになっています。

さらにもう少し進みまして、世帯生産・ライフスタイルモデルになりますと、現在、家計の消費や時間をどのように使っているか、収入をどのように使っているかを入力することによって、将来エネルギーはどのように使っているだろうかといったものが出てきますし、廃棄物や水の消費といったものが定量的に出てくるモデルになっております。結果の一例として、このようなかたちで、世帯の消費は将来にわたって徐々に増えていく、または生ゴミについては、キッチンの割合が現在もかなり高いのですが、これも将来的に増加をしていく。そういったものがかなり細かいけれども出てくるということになっています。

この後、運輸についてさらに二つ、旅客需要モデルと貨物需要モデルというかたちでつくっておりますが、旅客については、国土交通省のモデルをベースにしてつくっております。免許の保有率というものは、将来の車の台数、特に旅客交通の台数に大きく効いてきますが、そういったものとモーダルシェアということで、車はどのくらい使うか、どのくらいの割合の人が鉄道を使うかという情報を入力することによって、旅客需要はどうなるかといったものが出てくるということになっています。こちらのほうは計算結果の一例でございしますが、将来の旅客需要もぐっと減っていく。これは人口が減るというのがかなり大きく効いております。需要量としては下がっていきませんが、そのなかでの割合としては、鉄道の割合が増える、または地域間交通は 2025 年ぐらいがピークですが、そういったものをピークにして徐々に同じく鉄道の割合が増えていく。そういったものが出てくるということになっております。

同じく貨物のほう、免許というものがかなり効いてくるというお話を先ほどしたのですが、貨物については産業の生産量がかなり大きくなっていく。こちらのほうについてはモデルのリンケージの話ですが、二番目に説明しました産業構造を評価するモデルの出力からこちらのモデルの入力をするというようなかたちになっておりまして、最終的にはどのくらいの量の貨物がどこからどこまで運ばれるかといったものを推測するというものをやっております。

こちらは、陸上輸送、航空輸送の結果を代表例としてお見せしております。将来的にいきますと、これが貨物自動車はこちらが海運ですが、海運の量としてはほぼ変わらずに、2050 年 A の場合には

貨物自動車の輸送量が増える。2050 年 B の場合には海上輸送が少し減って貨物輸送のほう若干増える。そういったものが出てくるということになっております。

エネルギー供給についてですが、需要があってエネルギーの価格があれば、どういう感じのエネルギー構造になるというのを検討するモデルになっております。例えば電力部門だけの結果ですが、このままほっておくと、こちらは CCS を入れた結果ですが、CCS を入れると一気にガスの割合が増えていくというのが見えてくる。あとは、地域別に CO₂ が出てきてほかのモデルに対するインプットができるということになっています。

次に、マテリアルストックという話ですが、単純にいいますと、社会にあるマテリアルのストックとフローを将来的に評価しようというモデルで、現在、鉄がどのくらいあるか。鉄を一回つくったからといって、その鉄が消えるわけではございません。例えば、鉄がこのエポカルのなかにどのくらいあるのか、隣のホテルにどのくらいあるのか。さらにそれが歴年でどんどん変わっていくわけです。これが建てられたときには一気に増える。補修したときには増えたり減ったりする。そういったものを逐次年次にとっていきまして、セクター間でどのようなマテリアルのフローになっているのか、そういったものをチェックするモデルになっています。

想定によって 2000 年以降の結果が大きく変わるので、概念だけでご紹介したいのですが、現在のストックのお話としては、将来、サービス需要が飽和することによってストックといったものは一定になる。ただ、効率といったものが変わっていくと、鉄をより使わなくてもサービスが供給できるようになるなど、さまざまな影響によってフィジカルストックが下がっていく。こちらは概念ですが、こちらのほうをモデルで定量的に評価するといったようなかたちになっています。

これらの 1 番から 7 番までのモデルを使いまして、どんなオプションが効くのか、こういったことをやれば CO₂ はぐっと下がるのかをチェックすることによって、シナリオ A と B の 2050 年の姿をまず描いています。それによって人口が、今現在の 1 億 2000 万人ぐらいのものが、最終的に B の場合には 1 億人、A の場合には 9000 万人でずっと来て、旅客輸送量は現在比で 81% まで減る、例えば貨物輸送については、A の場合には若干増えて、B の場合には 1 割、1 割 5 分ぐらい減る。そういったものを定量的に出している。それぞれこちらに書いておりますが、特に貢献しているモデルとして、こういったものが入力として入っているということになっています。

ここまでの第二段階のステップ 1 と、特に 2 の話ですが、最終的にここにどのようにつながっていくのかといいますと、そこをつなぐモデルとしてつくっておりますのが、エネルギー・スナップショット・ツールになっております。エネルギーバランステーブルというのがありまして、どこでエネルギーを供給して、どこでエネルギーを使っているかを表形式でまとめたものを使います。それは整合的なものになっています。それをきちんとシミュレーションするようなモデルになっておりまして、CO₂ が本当に減っているか、エネルギーの需要と供給が成立しているかを単純にチェックするだけではなく、これはかなりシンプルなツールになっておりまして、ステークホルダー間のコミュニケーションに使ったり、ほかのモデルの出力が本当に CO₂ 排出量に効いているのか、あるいは出てきた結果が、それだけの CO₂ の削減量といったものが本当に保証できるのか、それをやることによってエネルギーの需給バランスが崩れていないかといったものをチェックするために使っております。

入力としてはこういったものを使って、出力としてはエネルギーバランステーブル、どこでエネルギーを供給してどこでエネルギーを使っているかといったものが出てくる、あるいは炭素強度、エネルギー集約度が、それが現状比でどのくらい変わるかといったものが出てくる。

これをまとめた結果が、例えば産業部門では、こういったものでエネルギーの需要が下がっているといったものが出てくるわけです。こちらのほうは昨日の藤野の発表もありましたので簡単に結果のみをお示しするだけにしたいのですが、最終的にエネルギー需要がどのように変わるかというと、40 から 45% ぐらい下がる。この 40 から 45% が本当にそのくらい下がるのかといったものについては、今までご紹介してきたモデルでそれぞれ計算をして、エネルギー・スナップショット・ツールでバランスをきちんととって、やはり 40 から 45% ぐらいは下げられるといったかたちになっております。

さらにもう一段階進んで、エネルギー供給の側でいきますと、今まで石油依存のほうが多いのです

が、将来的には太陽光や風力、あるいはバイオマスの割合が増えると、そういったものが出てくるということになっております。

最終的に今までご説明してきたすべてのモデルの結果を統合して、それぞれの理由は何だろうと分解してあげることによってこの図ができています。最終的に 70%削減というのができていますねということが、まずはアウトプット 1 までの結果ということになっております。

今までご紹介してきたのは、CO₂ 排出量を 2050 年に 70%削減するのは本当ですか、と単に口で言っているだけではなくて、産業構造がどうなっている、運輸がどうなっている、あるいはエネルギー供給がどうなっているといったものを、きちんとバックグラウンドとして入れることによって、2050 年というのができていますというお話だったのですが、次に 2050 年からのバックキャストによって、そこまでどうやって到達したらいいのか、単純にいうと、2020 年、2030 年、2040 年にどんなことをしておけば、ここで描いたような 2050 年の図ができるのかといったことを現在やっているところですが、バックキャストモデルにいきなりこの結果を突っ込めば答えが出るか、ロードマップができるかという、実はそうはいきません。その前に、まずは一回叙述的に検討する必要があります。

というのは、先ほどお示ししたものは、どの技術、どの対策が効くかといったものは確かにあるのですが、その技術を導入するためには、このような政策をしなければいけない、あるいは人々の考え方がこのように変わっていかなければいけないなど、それをサポートするようなものが重要なわけです。そういったものについては残念ながらここに十分取り込めているわけではない。それを一度分解して、これに関係する、例えば CCS というのを取り上げる場合には、CCS を入れるためには、政策としてこのようなことをしなければいけない、あるいは人々はこのようになっていなければいけないというものを、少し叙述的に考えようといったことをやっております。

今、若干お話ししたのですが、将来のロードマップを検討する上で重要なポイントとして、当たり前ですが、将来のターゲットがなければしょうがない。社会・経済的な条件であったり、サービス需要、この辺りについては、トランジションモデルやスナップショットモデルといったものから出てくる話です。あとはオプションのセットということで、どういったものが CO₂ 削減に有効かといったものを入力する必要があるのですが、これに加えて、それぞれの対策や政策をどういった順序でやらなければいけないのか、やるのにどのくらい時間がかかるのか、あるいはそもそもそれはいつからできるのかということを入力しなくてはなりません。

先ほど例に出した CCS の場合ですと、今からできるかという、今からは絶対できないわけです。例えば、現在ドイツでバッテンフェルが CCS の実証プラントを動かしておりますが、そういった段階ですので、あしたからやってくださいといってもできるわけではないということで、そういったものはいつからできるかといったものを検討する必要があります。

この重要性の例としてお示ししたいのが、家庭についてどういったかたちで定性的なロードマップを描くかというお話です。まずひとつは、方策 1、こちらは 12 の方策から引っ張ってきているのですが、低炭素な暮らしを実現するためには、住宅を低炭素化しよう、もうひとつは、使っている機械を低炭素化しよう、この二つがあるわけです。例えば住宅を低炭素化するためには、高断熱・高効率住宅を普及すればいい。こちらについては、高効率機器を普及させればいいといったものが 70%削減のレポートから出てくるわけです。

これをさらにもう一段階戻してきまして、この住宅を普及させるためにはそもそも建設するためのスキルがなければいけない。さらにもう 1 回戻すと、それを設計するだけのスキルがなければいけない。あるいは高効率機器を導入するために、消費者に対して選択をするようなサポートを入れなければいけない。

これは幾つか既にありますが、エコラベリングのようなかたちで入れなければいけない、サービスだけを供給するようなかたちのビジネススタイルを変えなければいけない。さらには、CO₂ 排出量の「見える化」といったものをするによって、最終的に暮らしをサポートするといったようなことをやらなければいけない。あるいは当然ですが、さらにもう一回戻しますと、お金がなければそもそも始まりませんので、そのお金をどうやって消費者や産業に供給する仕組みをつくるかといったもの

で、政策としてさまざまなことが考えられる、こういったかたちでずっと戻してくると。

そうしますと、こういった政策が必要だ、こういった政策が必要だというのも出てきますし、あるいは高効率住宅を入れるためにはこのようなことをしなければいけない、こういった順番でこういったことをやらなければいけないといったものが叙述的に出てくるということになっています。

順序がいかにして重要かというところですが、高断熱住宅の設計ができるからといって、いきなり普及するかといったら、そんなことはないわけです。あるいは、そもそもお金がなければそこから先に絶対進みようがないわけです。お金を全く持っていないのに高断熱住宅をつくってくださいといってもそれも受け入れがたい。幾ら低炭素がこれから先のトレンドになるとしても、やはりそこはなかなか難しいだろうということで、順序というのがかなり重要になってきます。

あとは時間です。これは参考として入れている数字ですので、必ずこうだというわけではなくて、現在この点についてはさまざまなところから文献を収集したり、インタビューしたり、かなり細かく詰めている段階ですが、例えば政府が高断熱住宅をつくるかたに補助金を支出する仕組みをつくるのに5年かかる。さらに設計や建築のスキルを醸成するために5年ぐらいかかる。さらに住宅が普及するのに30年ぐらいかかるとしますと、2020年にはこのへんまで来ていなければ、少なくとも普及の前段階まで来ていなければいけない、といったようなものが見えてくるということになっております。

こういったかたちで12の方策ができておりまして、1から12と。細かいのでこれも飛ばしますが、昨日の藤野の発表でも幾つか触れておりましたが、こういったものが必要になってくる。

バックキャストモデルを使って、いつ、だれが、どのくらい、どんなことをやらなければいけないのかを定量的に検討するようなものになっています。ただ、これは現在開発中ということで、皆さんにきっちりとお示しできる結果がないのですが、バックキャストモデルといったものの目標として、どんなオプションをどのくらい導入すればいいのか、2020年、2030年にだれがどんなことをやっていけばいいのか、どのくらいやっていけばいいのかといったものを定量的に出すモデルになっております。

特徴としては、やはり政策を組み入れることができるようになってきている。モデル研究をされている方は、この辺りについては詳しいかと思いますが、ボトムアップで積み上げていくタイプのモデルですと、技術のほうに力点を置きがちで、政策はなかなか入り込んでこないのですが、このモデルの場合にはむしろ政策をいかに取り込んでいくかを検討するフレームワークを入れております。

こちらについては、先ほどお示したエネルギー・スナップショット・ツールであったり、経済のモデルとリンケージをとることによって、きちんとエネルギーや経済の整合性を壊さないようにやるようなフレームワークにしている。さらに、それぞれの対策の順番といったものを組み入れることができる。単純にこれをやればいい、これをやればいいといったものをぼんと入れてロードマップを描くというものではなくて、これをやる前にこれをやらなければいけない、さらにそれをやる前にこれをやらなければいけないといった情報を入れることによって、逐次2020年までにこのようなことをやっておくと、その後このようなことができますよ、それができていると2040年ぐらいに向けてこのようなことができますよといった情報が出てくるというようなものになっております。

今、開発中ということで完全にお示しできる結果はないのですが、CO₂としてぐっと下がったり、いろいろトライアルをしている状況になっております。昨日の藤野の発表でもありましたが、何をどういう順番でやったらいいのか、それがどのくらい時間がかかるのか、そういった情報が残念ながらまだ十分集め切れておりません。そういった意味で、3月末というデッドラインも引かれております。S-3としてのデッドラインもあります。そういったなかで、この辺りについてこれから先2ヶ月間集中してやらなければいけないというところが現状です。

ロードマップです。これは一例なのできちんとした結果ではないのですが、緑がCO₂に関係ないもの、赤がCO₂削減ですが、CO₂を削減するためには、こういった緑のものを今から入れなければいけないといった結果が出る予定となっております。これもサンプルで、結果としてきちんとしたものではありませんので、その点はご了承ください。

日本の低炭素社会のシナリオ研究ということで、ステップ1からステップ5とステップを追いなが

ら、それぞれのモデルはどういった貢献をしてきたか、あるいはどういったモデルがあるかということについて、ご紹介してきたかたちになっております。基本的には、将来の社会をどのように想定するか、あるいは将来の社会はどこに力点を置くか、どういった社会が重要か。日本の場合には我々がお示したようなものが重要だと考えられるのですが、おそらくアジアについてはまた別途、持続可能な開発の視点であったり、昨日もいろいろとお話が出ておりましたが日本とは少し異なった、発展途上国といった意味での視点というものが出てきますので、そういったものについてやらなければいけないということです。日本については、あくまでも我々の視点、あるいは我々の考え方に基づいて11個のモデルをつくって評価をしてきたということになっております。

以上で発表を終わります。ありがとうございました。

S-3 Workshop – Toward Low-Carbon Society: Japan Scenarios and Asian Challenge
Feb 13, 2009 at Tsukuba International Congress Center (Epochal Tsukuba)

Comprehensive LCS Modeling and its Application to Japan

Shuichi Ashina,
National Institute for Environmental Studies (NIES)

This presentation is composed of results from the
"2050 Low-Carbon Society" Scenario Team.

Agenda: LCS Modeling for Japan LCS Scenarios

- ▶ Modeling activities of the scenario team for Japan LCS Study
- ▶ What kind of the role LCS Models play in the Japan LCS Studies?
- ▶ What we got from past 5 years' experience?

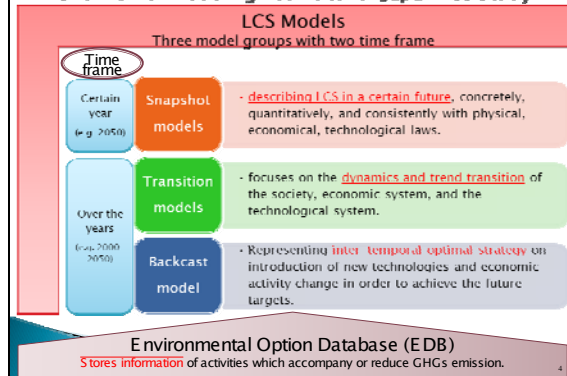
Comprehensive LCS Modeling and its Application to Japan (S.Ashina/NIES) 2009/02/13

We have...

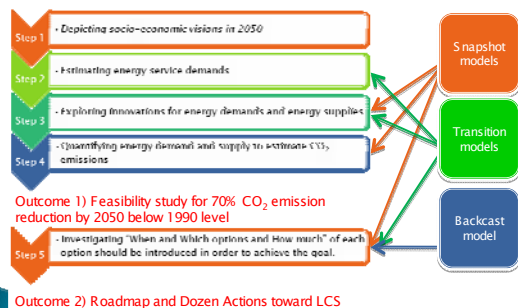
1. Population and Household Model
2. Inter-sector Model and Macro Economic Model
3. Building Dynamics Model
4. Household Production and Lifestyle Model
5. Passenger Transportation Demand Model
6. Freight Transportation Demand Model
7. Energy Supply Model
8. Material Stock and Flow Model
9. Energy Snapshot Tool
10. Backcast Model
11. Environmental Option Database

Comprehensive LCS Modeling and its Application to Japan (S.Ashina/NIES) 2009/02/13

Overview of Modeling Activities for Japan LCS Study



Steps towards Japan LCS Scenarios



Comprehensive LCS Modeling and its Application to Japan (S.Ashina/NIES) 2009/02/13

Two different but likely future societies

Vision A	Vision B
Vivid, Technology-driven	Slow, Natural-oriented
Urban/Personal	Decentralized/Community
Technology breakthrough	Self-sufficient
Centralized production /recycle	Produce locally, consume locally
Comfortable and Convenient	Social and Cultural Values
2%/yr GDP per capita growth	1%/yr GDP per capita growth

Comprehensive LCS Modeling and its Application to Japan (S.Ashina/NIES) 2009/02/13

Key concepts of two societies (1/2)

Keywords	Vision A	Vision B
Mindset of people		
Goal of life	•Social success	•Social contribution
Residence	•Urban orientation	•Rural orientation
Family	•Self-dependent	•Cohabitation
Acceptance of advanced technology	•Positive	•Prudent
Population		
Birth rate	•Downside	•Recover
Immigration of foreign workers	•Positively accepted	•Status quo
Emigration	•Increase	•Status quo
Land-use and cities		
Migration	•Centralization in large cities	•Decentralization
Urban area	•Concentration in city center	•Population decrease
	•Intensive land-use in urban area	•Maintain minimum city function
Country-side	•Significant population decrease	•Gradual population decrease
	•Advent of new businesses for efficient use of land space	•Local town development by local communities & citizens

Comprehensive LCS Modeling and its Application to Japan (S.Ashina/NIES) 2009/02/13

Key concepts of two societies (2/2)

Keywords	Vision A	Vision B
Life and household		
Work	•Increase in "Professionals"	•Work sharing
	•High-income and over-worked	•Working time reduction & equalization
Housework	•Housekeeping robots & Services	•Cooperation with family & neighbors
Free time	•Paid – for activity	•With family
	•Improving career	•Hobby
	•Skill development	•Social activity (i.e. Volunteer activity)
Housing	•Multi-dwellings	•Detached houses
Consumption	•Rapid replacement cycle of commodities	•Long lifetime cycle of commodities (Montana)
Economy		
Growth rate	•Per capita GDP growth rate: 2%	•Per capita GDP growth rate: 1%
Technological development	•High	•Not as high as vision A
Industry		
Market	•Deregulation	•Adequate regulated rules apply
Primary Industry	•Declining GDP share	•Recovery of GDP share
	•Dependent on import products	•Revival of public interest in agriculture and forestry
Secondary Industry	•Increasing add value	•Declining GDP share
	•Shifting production sites to overseas	•High-mix low-volume production with local brand
Tertiary Industry	•Increase in GDP share	•Gradual increase in GDP share
	•Improvement of productivity	•Penetration of social activity

8

Item to be considered...	
Industry	1. Changes in industrial structure and technological development on energy consumption as well as productivity
Domestic and Commercial	2. Changes in building distribution by climatic zone 3. Changes of the share of detached and multi-dwelling houses 4. Diffusion rate of insulated detached and multi-dwelling houses 5. Lifetime changes of the dwellings
Transportation	6. Lifestyle changes on household consumption and allocation of the time 7. Changes in population distribution and local characteristics 8. Changes in social environment and human activities 9. Changes in selectivity of the mode of passenger transportation by area 10. Changes industrial structure 11. Dematerialization 12. Changes in producing consuming area 13. Changes in selectivity of the mode of transportation by distance
Energy supply	14. Function of load management and uncertainties of both energy supply and demand 15. Combination of small consumer and small energy sources + Electricity/Hydrogen 16. Feasibility of local production for local consumption 17. Relationship between economic activities and stock/flow of the materials
Social system	18. Amount of waste derived from the stock 19. Effectiveness of recycling and its impacts 20. Ensuring consistency among the sectors in terms of energy demand 21. Impacts of future technological choices on social energy efficiency
Cross-sectional	22. Ensuring economical consistency of LCSs

Comprehensive LCS Modeling and its Application to Japan (S.Ashina/NIES) 2009/02/13 9

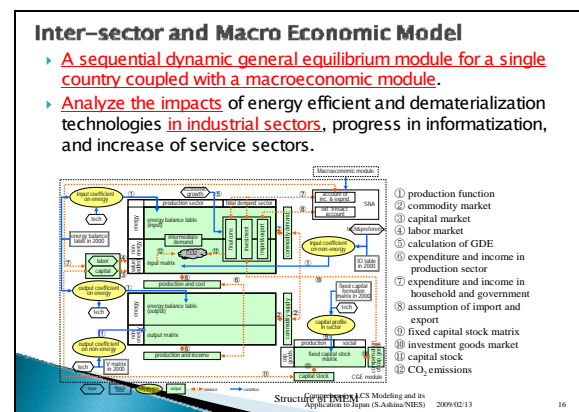
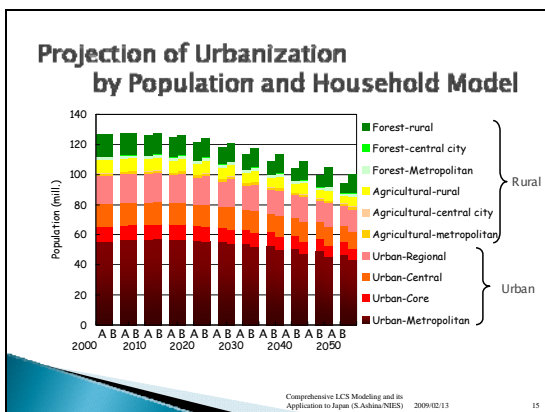
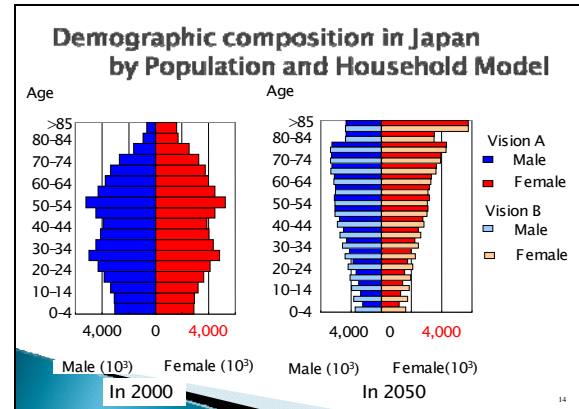
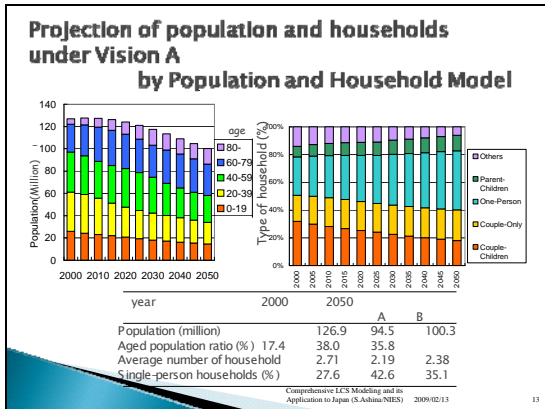
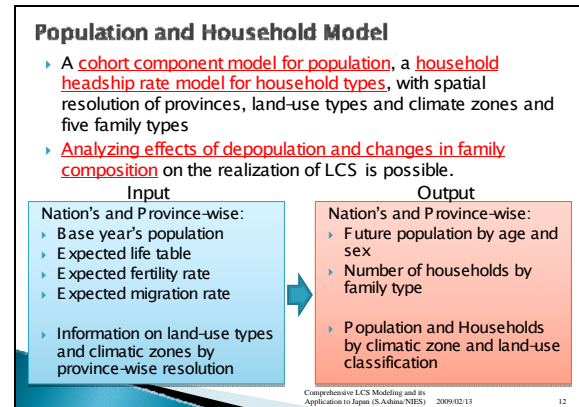
Item to be considered...	
Industry	i) Industrial structure
Domestic and Commercial	ii) Dwellings
	iii) Lifestyle
Transportation	iv) Passenger transportation
	v) Freight transportation
Energy supply	vi) Energy Supply (Electricity/Renewables/Hydrogen etc)
Social system	vii) Material stock/flow
Cross-sectional	viii) Consistency of energy balance ix) Economic consistency

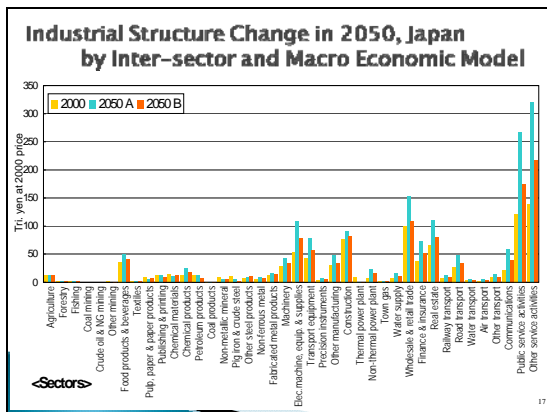
Comprehensive LCS Modeling and its Application to Japan (S.Ashina/NIES) 2009/02/13 10

Developed snapshot and transition models	
Topics to be asked	LCS Models
i) Industrial structure	1. Inter-sector and Macro Economic Model
ii) Dwellings	2. Building Dynamics Model
iii) Lifestyle	3. Household Production and Lifestyle Model
iv) Passenger transportation	4. Passenger Transportation Demand Model
v) Freight transportation	5. Freight Transportation Demand Model
vi) Energy supply	6. Energy Supply Model
vii) Material stock/flow	7. Material Stock and Flow Model
viii) Consistency of energy balance	8. Energy Snapshot Tool
ix) Economic consistency	(1. Inter-sector and macro Economic Model)

Comprehensive LCS Modeling and its Application to Japan (S.Ashina/NIES) 2009/02/13 11

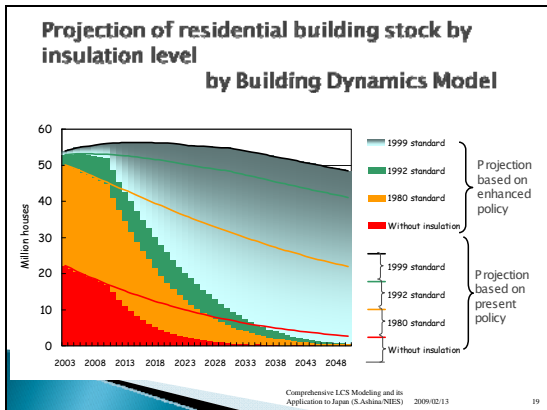
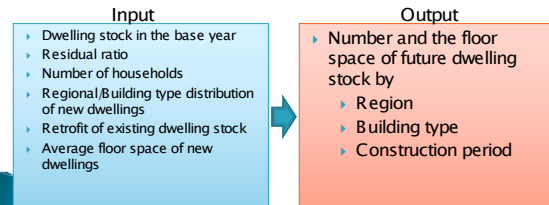
O. Population and Household Model





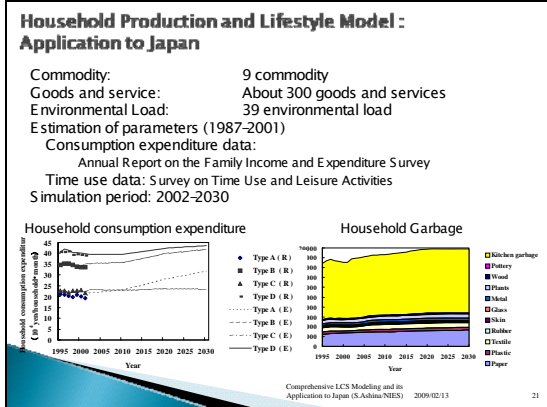
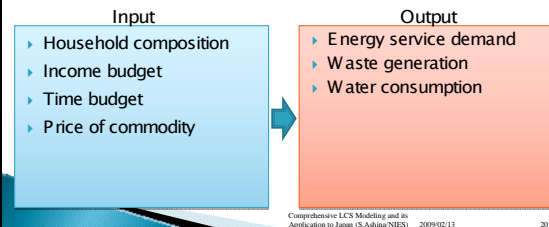
Building Dynamics Model

- ▶ A **cohort model** with a spatial resolution of climate zones, four heat insulation levels, four residential building types, and six commercial building types.



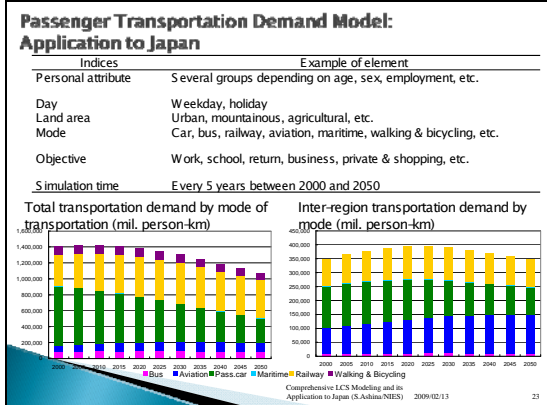
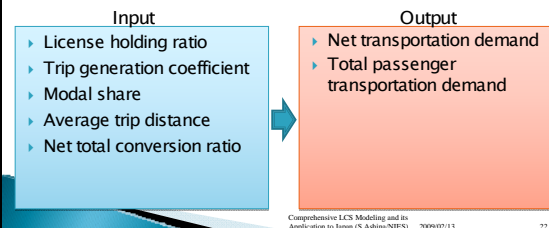
Household Production and Lifestyle Model

- ▶ **Simulate demographic and socioeconomic trends with consistency**, together with Population and Household Dynamic Model, Building Dynamics Model (BDM) and Inter-sector and macroeconomic model.



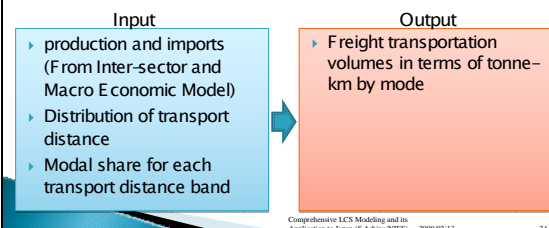
Passenger Transportation Demand Model

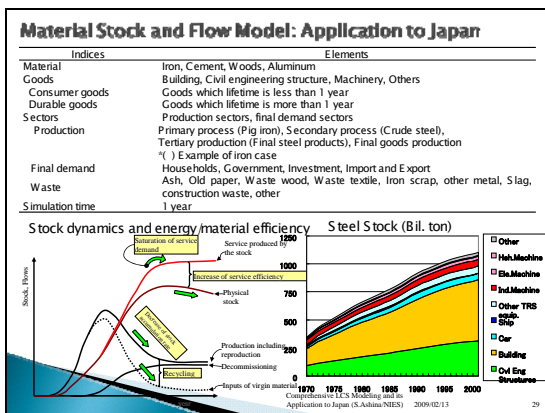
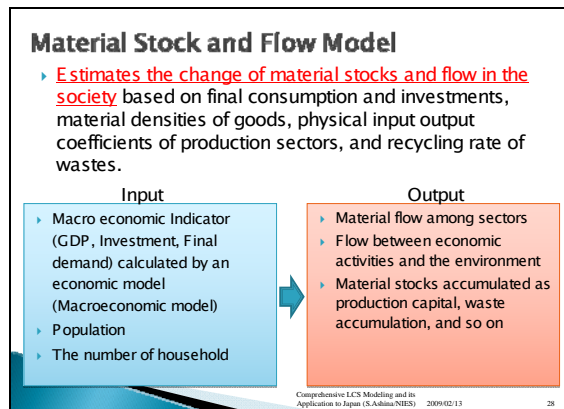
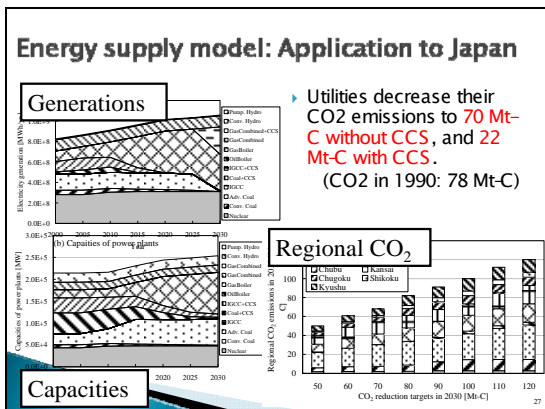
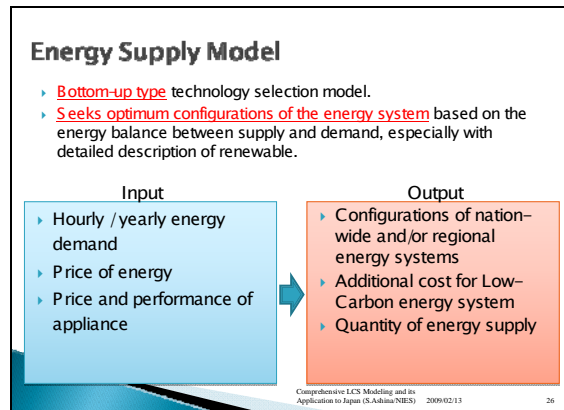
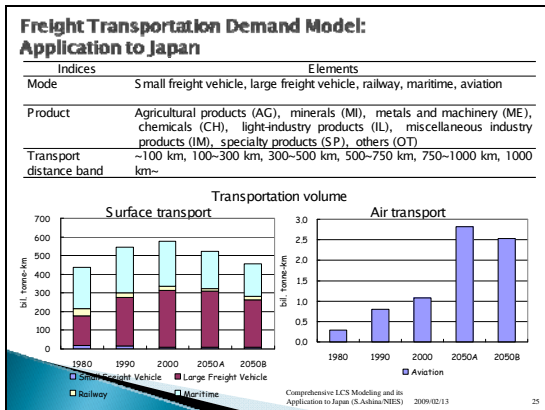
- ▶ **Simulates transportation demand** associated with changes in population distribution, social environment, personal activity patterns, modal share, and average trip distance.
- ▶ **Based on the transportation model developed by** Japan's Ministry of Land Infrastructure and Transport (MLIT).



Freight Transportation Demand Model

- ▶ **Simulating freight transportation volume** associated with changes in industrial structure, material density, transportation distance and modal share.





Allocating possible trend-breaking options on two visions

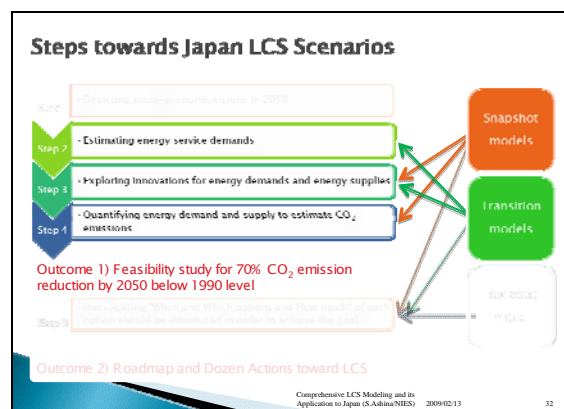
Sector	Vision A	Vision B
Industry	•Energy efficient production technology	•Energy efficient production technology
Residential and Commercial	•Insulation of the building •Diffusion of all-electric home •Diffusion of high efficiency heat pump air conditioner and water heater •Development and diffusion of fuel cells •Optimal energy control by HEMS	•Insulation of the building •Installing PV (especially in detached houses) •Use of biomass fuels for cooling •Diffusion of solar water heating •Education (Eco life navigation system)
Transportation	•Shortening trip distance for commuting by intensive land use •Modal shift from cars to mass transit systems (buses, railways, LRTs) •Diffusion of motor drive cars such as electric vehicles and fuel cell vehicles	•Urban structures becoming more compact •Infrastructure development for foot and bike passengers (sidewalk, bikeway, cycle parking) •Modal shift from cars to railways and to ship for freight transportation
Energy supply	•Expansion of nuclear power generation •Electric load leveling and expansion of electric storage (ex. Store the electricity generated in night time and use it for electric vehicles) •High efficient fossil fuel technologies + CCS •Hydrogen production from fossil fuel + CCS •Infrastructure development for hydrogen production, transportation, storage, application	•Expansion of renewable energy use (wind, photovoltaic, solar thermal, biomass) •Application of information technologies (IT) for load adjustment
Stock and Waste management	•Less material use for production by technology •Advancement of recycling technologies	•Expanding lifetime of the goods •Decrease in final demand due to departure from material wealth yardsticks •Recycled product preference of the consumer

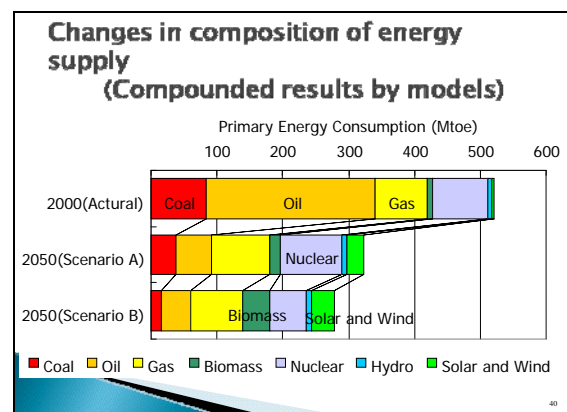
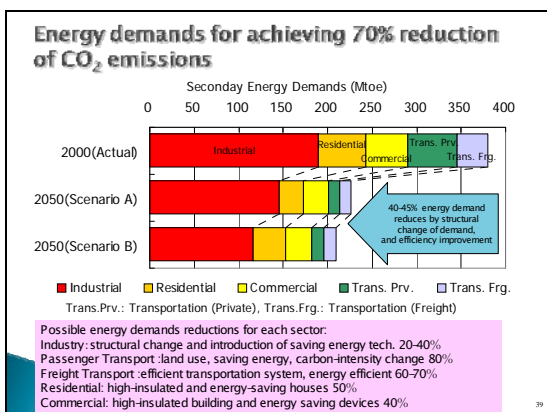
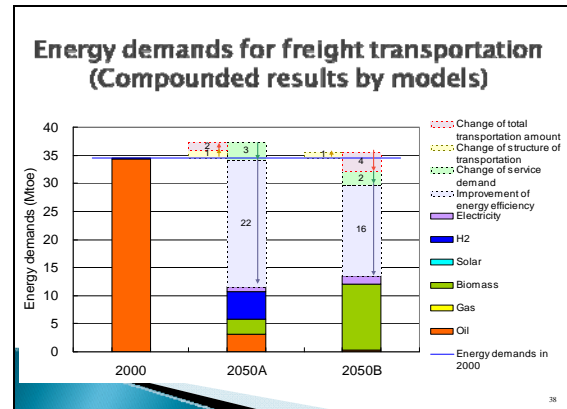
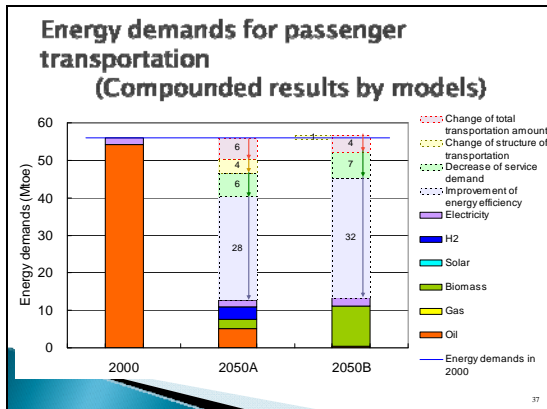
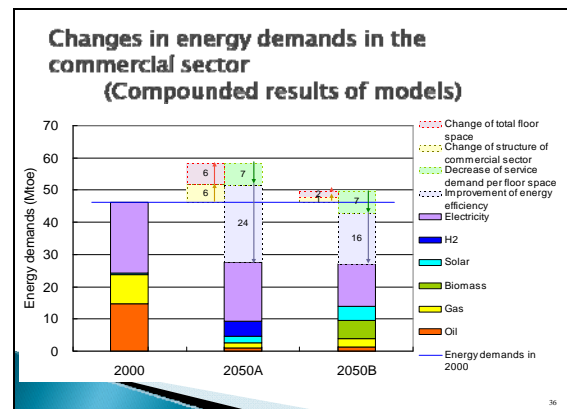
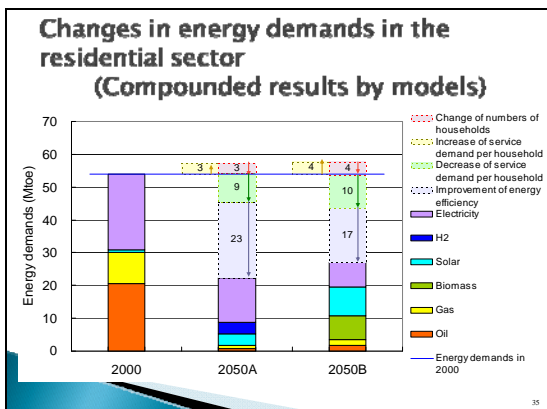
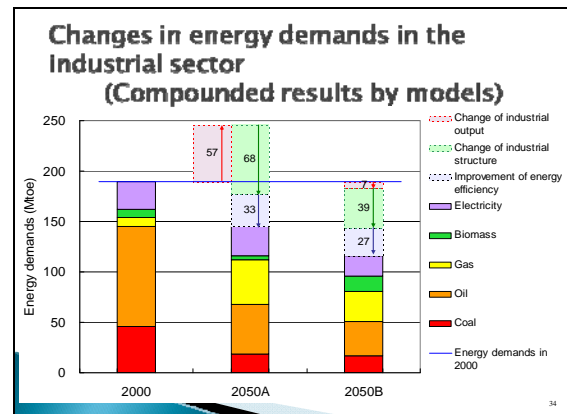
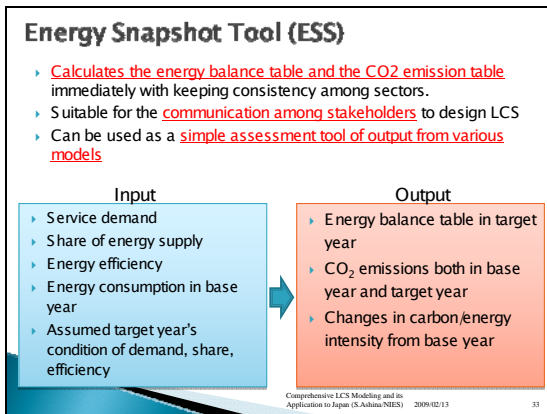
Comprehensive LCS Modeling and its Application to Japan (S.Ashita/NIES) 2009/02/13 30

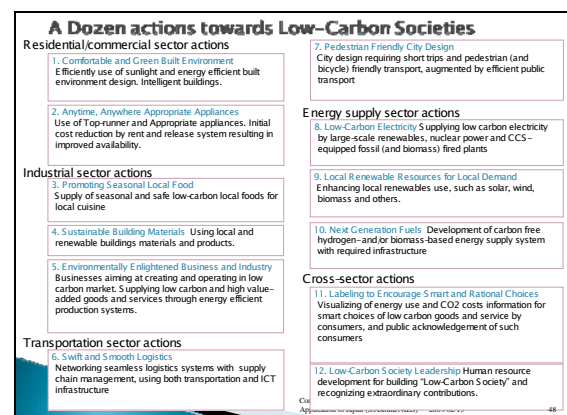
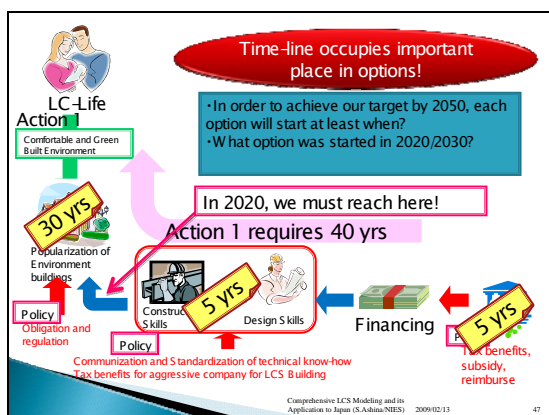
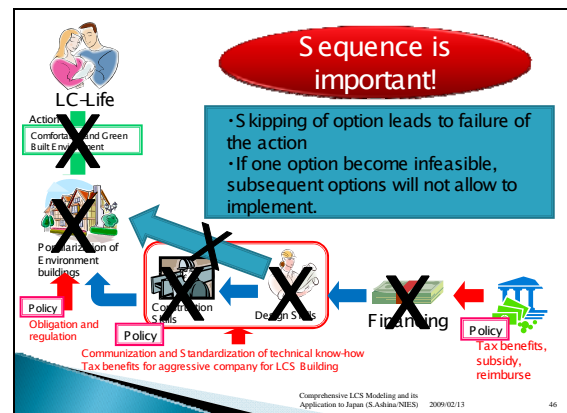
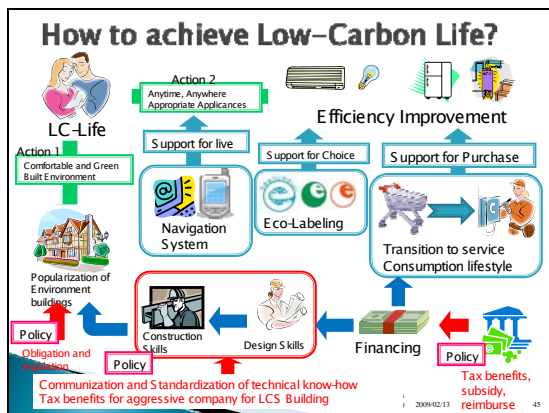
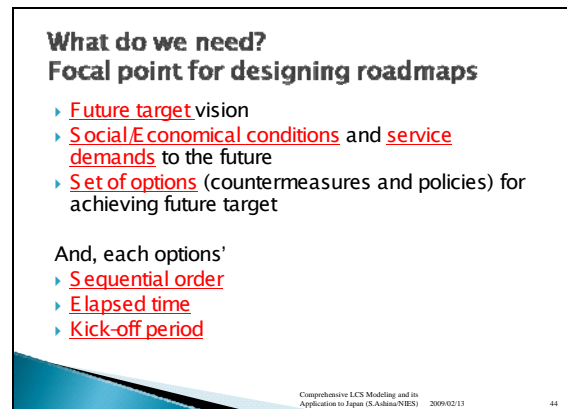
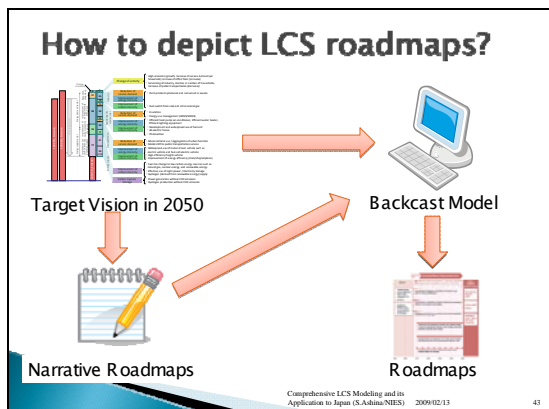
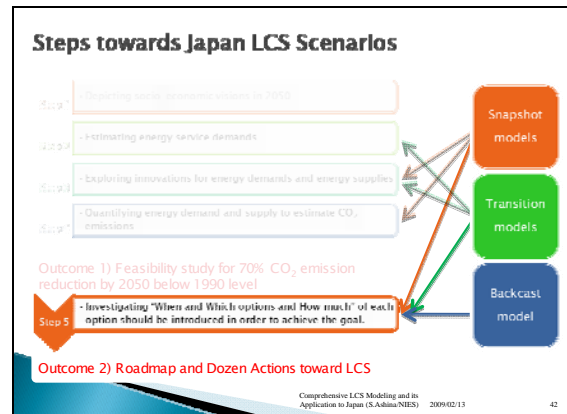
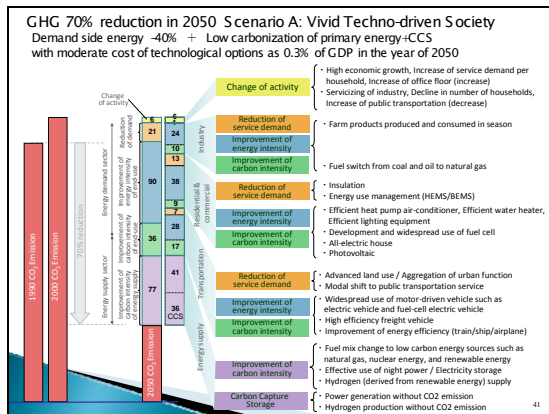
Quantification of Scenario A and B in 2050

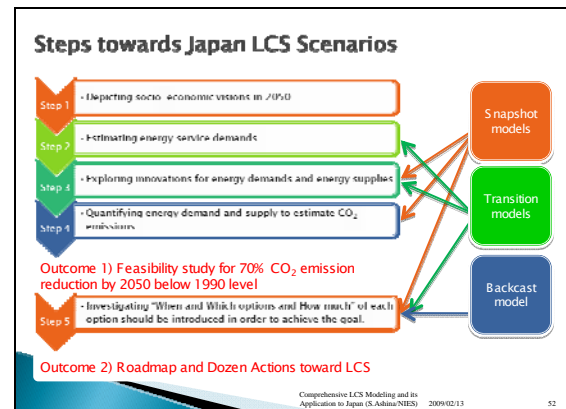
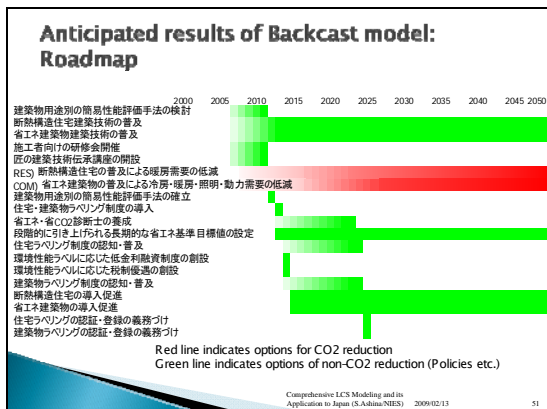
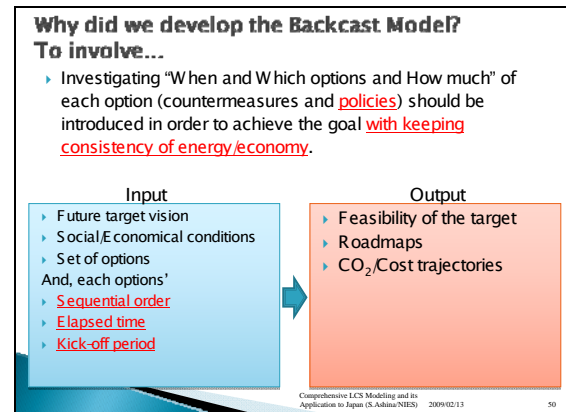
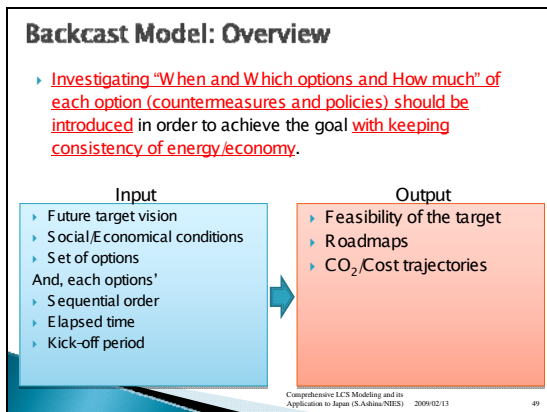
year	unit	2000	A	B	model
Population	mil.	127	94(74%)	100(79%)	Population and Household model
Household	mil.	47	43(92%)	42(90%)	
Average number of person per household		2.7	2.2	2.4	
GDP	Tril.PY	519	1,080(208%)	701(135%)	Inter-sector and Macro Economic Model
Share of production	%				
primary	%	2%	1%	2%	
secondary	%	28%	18%	20%	
tertiary	%	71%	80%	79%	
Office floor space	mil.m ²	1654	1,934(117%)	1,718(104%)	Building dynamics Model & Inter-sector and Macro Economic Model
Travel Passenger volume	bill. p-km	1,297	1045(81%)	963(74%)	Transportation demand model & Inter-sector and Macro Economic Model
Private car	%	53%	32%	51%	
Public transport	%	34%	52%	38%	
Walk/bicycle	%	7%	7%	8%	
Freight transport volume	bill. t-km	570	608(107%)	490(86%)	
Industrial production index		100	126(126%)	90(90%)	Inter-sector and Macro Economic Model
Steel production	mil.t	107	67(63%)	58(54%)	
Etylen production	mil.t	8	5(60%)	3(40%)	
Cement production	mil.t	82	51(62%)	47(57%)	
Paper production	mil.t	32	18(57%)	26(81%)	

Comprehensive LCS Modeling and its Application to Japan (S.Ashita/NIES) 2009/02/13 31









- ### So, we have...
1. Population and Household Model
 2. Inter-sector Model and Macro Economic Model
 3. Building Dynamics Model
 4. Household Production and Lifestyle Model
 5. Passenger Transportation Demand Model
 6. Freight Transportation Demand Model
 7. Energy Supply Model
 8. Material Stock and Flow Model
 9. Energy Snapshot Tool
 10. Backcast Model
 11. Environmental Option Database
- Comprehensive LCS Modeling and its Application to Japan (S.Ashina/NIES) 2009/02/13 53



大塚 啓二郎（政策研究大学院大学）

ありがとうございます。政策研究大学院大学の太塚と申します。私は経済学者ですので、経済学的なところからお聞きしたいのですが、要するに価格です。エネルギーの価格はどこに行っているんだと。これは決定的に大事だと思うのです。どういう住宅を建てるか、どういうライフスタイルを選ぶか、どういう運輸構造、どんな車に乗るか、あるいはどういう産業構造になっていくのか。

もっと強くいえば、ビジョン A を選ぶのか、ビジョン B を選ぶのかというのは、私はエネルギー価格に決定的に依存していると思うのです。それがどのように含まれて、どこでどういう役割を果たしているのかがさっぱり見えない。もし価格が入っていないとすれば、昔のソビエトモデルのようなことで、本当にそんなことが起こるのかさっぱり分からない。

途中の報告のなかで、需要と供給のギャップが出て困りますので、コンシステンシーをチェック

されていると言ったが、それは価格が調整することです。モデルが調整することではないと思うのです。ですから、モデル全体のなかで特にエネルギー価格がどういう役割を果たしているかをお教えいただきたい。

芦名 秀一

価格については明示的に明示していないのですが、我々のほうで価格を想定するというよりは、IEA の発表しております価格といったものを燃料価格として入れています。

大塚 啓二郎

それは全然勘違いではないですか。国内で非常に多くの CO₂ の削減をするとすれば、技術も何事も変わらなければ、エネルギー価格は暴騰します。それは国内で決まることであって、外で決まることでは決していない。

藤野 純一（国立環境研究所）：座長

一般均衡モデルのほうも回しております、そのなかで、エネルギーの資源量も与えながら一応は想定しておりますが、ただ、2050 年というところになったときには、今の段階では外のデータも使いながらやっていますので、必ずしもそこを反映できていないところはあります。ご指摘ありがとうございます。

黒川 洸（計量計画研究所）

計量計画研究所の黒川です。昨日から聞いていて、エネルギーバランスで 2050 年の 70% が荒唐無稽ではないことを示したという意味では、このプロジェクトは大成功だったと思うのですが、もうひとつ、CO₂ の固定の問題から見ると、日本の場合は森林がかなりあって、それが荒廃している。今、日本に 25 万 km² の森林があって、CO₂ の固定能力は ha 当たり 4 t ぐらいしかないのです。維持管理をきちんとすると 15 t ぐらいまでいくみたいですが、平均 5 t 増量できるとすると、1 億 2500 万 t が年間固定できる。アジアの場合を考えたときに、日本の国がやったのは、アジアの南洋材を全部切って日本の住宅、建物に使ったわけです。逆に今度、アジアの場合はバイオマスの能力が高いから、そういうセクターを入れたらもっと違う発想ができるのではないかと思いますので、少しコメントです。

芦名 秀一

ありがとうございます。森林の固定については私どもシナリオのなかでは扱わずに別途、森林チームということで、本日も何人かはいらしておりますが、森林総合研究所の方なんかも入れて検討はさせていただいております。来年度以降、アジアについてはコメントをいただいたとおりに検討を進めていきたいと思っております。ありがとうございます。

藤野 純一

なお、森林チームのほうから、今日ご紹介していなかったのですが、最新のこの研究結果をお知らせしていただいたところ、今の日本の森林はかなり吸収量が一番成長のいい段階になっていまして、今切るか、それとも 20 年後、30 年後に切るかという、単純に 20 年、30 年という話だと、日本の森林の CO₂ のストックという意味だと、面白いことに今切らないほうが良いというようなことにもな

ってしまうのです。もっと長期で見れば、もちろんそのストックや鉄等の代替などそういうのも含めて、どのような森林経営をしていくかにかかわってくるのですが、そのほうについてもまた今後、研究をさらに深めていきたいと思います。どうもありがとうございます。

Jiang Kejun（国家発展と改革委員会エネルギー研究所，中国）

中国の Jiang と申します。非常に面白い興味深いプレゼンテーションでした。私たちも同じようなことをやっているのですが、確かにロードマップがありまして、2050 年までのマップを描きました。ただ、日本の京都議定書の目標値がありますが、このロードマップではどのようにフォローするのでしょうか。

この数年に起こったことを見てみると、なぜ日本が実際に目標を達成できていないのか。例えば必要な政策があると思うのですが、短期的に日本は強力な政策でこの数年間の巻き返しを行っています。この今の政策とロードマップはどのようにマッチングすればいいのでしょうか。

芦名 秀一

そうですね。我々のツール、バックキャストモデルの目的としては、そういった政策をやらないと例えば今、ご指摘があったように京都議定書の目標値のお話ですと、やらなかったからこうなってしまったというところだったり、やったらこうなったというところで、政策をきちんとやってくれることによって、CO₂削減が楽になりますといったものをお示しする、またはチェックする意味でつくっているというところになっております。

モデル現在のものとしては、京都議定書の目標値であったり、例えば中期目標、今 2020 年でいろいろやっておりますが、そういったものとの整合性という点は、まだ何も検討はしていないというところになっています。

西岡 秀三（国立環境研究所 プロジェクトリーダー）

先ほどの大塚先生のところの説明なのですが、我々の大前提が 70%がバックキャストという話がひとつあります。そして、それを達成するためには、どこまで今のエネルギーの値段でちょうど合うところの技術を一番安く積み上げていくというプロセスがあって、そこでひとつエネルギーの値段は、一応は考慮はすると。ですが、おっしゃるとおり 70%に固定するということ自身でソビエト型になっているということは、間違いない話なのです。

ただ、積み上げたコストを下のほうのマクロ経済をモデルに入れてやったときに、それがどのくらいの GDP になっていくか。そして、今度はまたソビエト型ですが、もしそれを達成させるためにどういうエネルギーの価格付けをするか。すなわち税金をかけるか、一言で言って値段を決めるかといったプロセスになっていまして、そういう意味では、確かに我々のやっている作業全体が、おっしゃるようないわゆるバランスものではなくて、そういう具合にバランスに持っていく政策の提案ということになっている。これは基本的にバックキャストの使命でもあり、かつ、ある意味では批判を受けるところではないかというのがあります。

技術革新と行動変化の組み合わせによる 交通部門の二酸化炭素削減

松橋 啓介（(独) 国立環境研究所 社会環境システム研究領域）

皆さまこんにちは。松橋です。交通に関しては、昨日も発表がありました。今日は少し詳細の部分について追加するということにします。同じ資料を使っている部分は、スキップしながら進めたいと思います。三つのパートでお話しします。初めに現状で、次に技術中心で見た 2020 年のシナリオ、それから対策を組み合わせた 2050 年のシナリオという順番です。

世界の運輸部門の CO₂ 排出量です。1 人当たりで見たものが縦軸になっています。横軸はそれぞれの地域の人口になっています。面積がそれぞれの地域の運輸部門からの年間の排出量という絵になっています。日本はこの赤い色でヨーロッパの OECD 諸国と同じぐらいの 1 人当たりの排出量です。これを 7 割減にしていこうということを目指しています。

運輸部門からの排出量は、この赤い線です。GDP の黄色い線と同じようなかたちで伸びてきていたのですが、最近では少し差が出てきています。これを将来にわたっても、GDP は増やすが、運輸部門からの CO₂ は減らしていくと、そういうデカップリングができるようにということを目指して、検討をしました。

これは自家用車からの CO₂ の排出の増減について、その要因を分析したものです。1965 年から 2004 年まで、自動車からの CO₂ 排出量は、前の年から次の年の間にこの黒い線の量だけ増えています。その理由について、例えば青色の棒であれば輸送量が増えたから排出量が増えたのです、ということを説明しています。大体、全期間にわたって輸送量が増えているせいで CO₂ 排出量が増えているという関係にあります。

赤色は輸送効率です。1 台あたりに何人乗っているかというものです。これは比較的、年によって上がったり下がったりしているのですが、90 年代には悪くなっています。それから緑色はエネルギー消費効率で、90 年代には悪くなっています。ただし、オイルショックの後には効率が良くなった時期もありますし、最近ではトッランナー方式を導入して、燃費のいい車両を開発して普及させる効果が表れて、それによって排出が減ってきているということについても分析しました。

もう少し詳しく見ていきます。90 年代に普通車が優遇されるようになりました。物品税が廃止されて、大きな車両がたくさん普及してきました。これは横軸がカタログに載せるために決まった方法で測っている燃費です。縦軸は実際に走っている車の燃費です。黄色い線は、カタログに書いてある数字の 0.7 がけぐらいの燃費でしか実際は走らないといわれています。90 年代にずっとどちらの燃費も悪くなってきました。2000 年に入って少し良くなってきたという状況です。

こちらは軽自動車を除いた燃費です。軽自動車を含んだ燃費は、だんだんと軽自動車の普及が進むにつれて、比較的燃費は良くなりました。ただし、軽自動車を入れた場合というのは、カタログで見た数値のほうは比較的いいのですが、実際に走っている数値でいうと、さほど良くないという傾向があります。最近の研究課題としては、実際に走っている車からの燃費をいかに良くするかということについて、研究を進めようとしています。

これは昨日も出しましたが、横軸がガソリン価格で、縦軸が 1 人当たりのガソリン消費量になっています。ガソリンに対して 1 人当たり年間いくら払っているかというものです。3 万円の線がここになりまして、4 万円がここになります。1975 年から 2000 年ぐらいまで 25 年間、途中オイルショックがあったりもしましたが、大体、支出は 3 万円から 4 万円の間に落ち着いていました。

最近ガソリン価格が少し上がって 200 円近くまで行って、また 120 円ぐらいまで戻ってきている状態かと思います。個人のガソリンに対する支出としては、これまでに比べると急激に 5 万円、6 万円といったようなところまで増えてきている。これが続く一方で、支払い能力が無くて、4 万円ぐらい

までしか払えませんということであれば、あつという間にガソリンの消費量が急激に下がるようなことになりかねないと考えています。

90年代に都市が郊外化した、車が大型化した、または1世帯に1台から1人1台になったというようなことがいわれています。しかし、ガソリン価格のトレンドが変わってきたことで、自動車に依存してきた町の構造といったものが急に変わっていく必要が出てきている。そういう時期ではないかと思います。

次は世帯からの支出です。ガソリンに対する支出だけではなくて、横軸では自動車の購入に対する価格を見ています。90年代といいますのは、ガソリン代に対する支出が非常に増えています。同時に自動車の購入も少し増えています。80年代にはガソリンに対する支出はあまり増えていなくて、車両の購入のほうに対する支出が倍近くに増えています。

90年代はこの辺りにゴチャゴチャといっているのですが、2002～2003年ぐらいからあとになって、ガソリン代に対する支出が増えてきています。それに対応するのか分かりませんが、一方で自動車購入に対する支出というのは、減ってきています。こういった状況で車が売れないというような時期になってきています。この先どうなるのかということについて、見守っていきたいと考えています。ここまですが現況になります。

次に技術に関してです。2020年に向けては、これまでのトレンドのなかで技術を普及させていってどこまで減らせるかということを考えます。2050年に関しては、7割減というところターゲットにしてどんな対策を組み合わせようというのかということを考えます。そうすると、どうしてもこのへんにギャップが残るのですが、とりあえずはこの二つについてご紹介します。その先については、どうやってこのギャップを埋めていくかということとは、まだもっと議論をして進めていかないとはいえないところだと思っています。

いろいろ制度的な縛りがある中で、こういった縛りは外していけるか、どういう仕組みにしたなら、途中経過を経てきちんと7割減に到達できるかということに関しては、まだ議論の余地がある段階と考えています。基本的にはガソリン中心であった自動車技術から、電動の方に向かうというようには考えています。価格の面を考えますと、まずはハイブリッド、あるいはプラグインハイブリッドを経由して進んでいくのではないかとという粗筋です。その上でハイブリッド車を大量普及させるというシナリオを書きました。

昨日も紹介がありましたが、古い交通需要予測でいきますと、放っておいたBAUの場合には、排出量が90年から2020年でこれだけ増えていきます。昨年、交通需要予測の見直しがありました。大体、将来交通量が1割ぐらい少ないのではないかとということでした。それによってBAUの排出量が、このように少なくなりました。そのおかげで、ハイブリッド車の普及でこれだけ減らそうというシナリオを書いていたのですが、このぐらい減らせればいいということになりました。

そういう意味では、時間がたつて中期目標2020年の締め切りの時間は近づいてきたのですが、自動車交通量予測の見直しがあつて、予測交通量が少なくなったおかげで、厳しいハイブリッド車の普及を目指さなくてもよくなった、楽なシナリオになってきました。これが、この研究期間の中でシナリオを見直していきつた変化です。

今の議論では2020年の時点で、新車の全部をハイブリッド車にできるような、そういう体制をつくらうというのがここでの提案です。しかし、新車の半分ぐらいをハイブリッドにできるようにしようというシナリオに関しても、自動車工業会などでは、「それは難しい」と言っているようです。できるだけ早く対応できるように、議論していきたいと考えています。

ここでは交通需要管理も含めて、トータルで90年比マイナス10%というところまで書いています。ここではバイオ燃料に関してどのぐらいになるのかということの検討を十分していません。バイオ燃料を含むことができれば、さらにこれに上積みをした削減ができるだろうと考えています。

それから、ハイブリッド車は値段が高いからどうするんだという話はあると思います。車両の価格差は40万円ぐらいであろうかと思っています。年間1万km走る人が、従来型の車からハイブリッド車に変えたときに、燃料価格にもよるのですが、例えば10年ぐらい走ったらハイブリッド車のほうが

トータルで払うお金が少なくなるだろうと、そういう状況であったと思います。

ガソリン価格の高騰があったり、あるいは半分ぐらいに、20 万円を切るように、ハイブリッド車とそうじゃない車との価格差が縮まってきたというときには、3 年乗ればハイブリッド車のほうが得だという状況は置きうると考えています。値段がどのぐらい下がるか、燃料価格がどのぐらいになるかによって、何年でハイブリッド車が得になるかということが変わってきます。何時こうなるのかということに関しては、確たる情報を持ち合わせていませんが、いずれはそうなる可能性があると考えています。ファッションとして流行っているから、環境配慮になるから買うということではなくて、コスト面で得になるからというになると、急激に普及する可能性があると思っています。

一方で、電気自動車が発売されるのですが、価格差がまだ非常に大きいという状況にあります。普及にはもう少し時間がかかるのではないかなと我々は考えています。電気自動車を使うにあたってもう少し課題があります。これはひと月の間に 1 日何 km ぐらい走っているかを車にメーターを付けて測ったものです。この日は 100 km を超えてしまって、電気自動車でそのまま走ろうとすると無理なので、途中で充電する、あるいはレンタカーを使う、公共交通を使うなどしなければいけません。そういう不便な車でいいだろうかという課題があります。

プラグインハイブリッド車はそういう問題はありません。例えばこの 30 km を走った日について、1 km ごとにどのぐらい CO₂ を出しているかというのを試算しました。青い線はハイブリッド車の場合ですが、家の近くでは比較的ゆっくり走ったり、アイドリングの時間がありますので、1 km 走る間に出てくる CO₂ の量は比較的多くなっています。

プラグインハイブリッド車というのは、走り始めて例えば十数 km までは電気で走行するので、ハイブリッド車よりもさらに節約できて、例えばこの場合だと、3 割ぐらいさらに削減できるという結果です。そういった意味では、次のステップではバッテリー価格が安くなってきたら、プラグインハイブリッド車になるだろうと考えています。

最後に 2050 年のシナリオについてお話をします。ひとつの対策だけで 7 割減らすというのは難しいので、いろいろな対策を組み合わせ、削減を目指すということを基本的に考えています。地図で見ると大都市部で 1 人当たりの排出量が少ないので、地域類型別に集計した絵をつくりました。左側のほうは三大都市圏からの排出量です。横軸が人口で、縦軸が 1 人当たりの自動車からの排出量です。下のオレンジの部分は乗用車、上の白抜きが貨物車になっています。東京都市圏、大阪を中心とする都市圏、それから名古屋を中心とする都市圏、その他地方と分けています。

東京都市部とその他地方の部分を比べると、大体 2 倍ぐらい 1 人当たりの排出量が違います。面積がそれぞれの地域での排出量になるのですが、人口の比率でいうと、大都市圏とその他地方で半々、半分ずつぐらいなのですが、面積で見ますと、その他地方のほうから出てきている CO₂ 排出量のほうが多くなっています。

99 年と 2005 年の比較をしてやりますと、こういう都市部ではさらに 1 人当たりの排出量というのは減る傾向にありました。それから人口に関しましても、三大都市圏のほうで少し増えていて、その他地方のほうではあまり変わらないと。これが最近の傾向になっています。

こういう現況を踏まえて、それぞれの地域で 1 人当たりの排出量を減らして、全体として 7 割減とする方法を検討しました。

そのときに大都市圏だけではなくて、きのう都市チームからも発表にもありましたが、中規模の都市というのが非常に重要だと考えています。アジアには、東京と同じようにメガシティが非常に多くて、そこでは公共交通が整備されているのですが、巨大都市には長距離通勤が必要などといった弊害もあります。

日本の場合は、100 万人を下回る人口規模の都市というのは、12 の方策の一つの「歩いて暮らせる街」のような状況にはなっていません。これは、道路を走る自動車から取る税金というのは、道路整備に使うという制度があって、それが非常に強いポジティブフィードバックとなって、道路が整備されていくという仕組みの影響です。

地下鉄やモノレールは、地上を走らないので車の邪魔にならない、道路混雑を減らすという考えで

整備補助金が出ることになっています。それに対して、路面を走るとなると LRT は道路混雑を悪化させるという計算が日本にはあります。そのため、LRT の整備は反対されていて、あまり大きな補助が出ていないという状況にあると考えています。

少し都市規模が小さい数十万人規模の都市で、こういった路面を使うようなものを含めた LRT を軸とした公共交通ネットワークをつくれるかどうかということが、国全体で見た CO₂ の排出量を大きく左右すると考えています。

富山市の LRT の整備というのは、まちづくりと連動した非常にいい例になっています。低炭素型の交通まちづくりのイメージ図を示します。ここでは数十万人の規模の都市をイメージしています。大都市だと、こういう中心市街地が特にたくさんあるような地域を考えてもらえればいいと思います。地方であれば、こういった農村のコミュニティがたくさんある地域を考えていただければいいと思います。

それぞれの地域に応じて、低炭素の交通手段というのがあるというように考えています。それぞれの地域に応じた低炭素の交通手段を、地域の境界線のところのインターチェンジで乗り換えて組み合わせさせてやる。都市間の乗り物に関しても、できるだけ公共交通で行けるようなプランをつくっていく。そういったことが重要であろうと考えています。

それからゆくゆくは電気の時代だろうと考えているのですが、二次電池というのは非常に重くてかさばります。液体燃料に比べますと、同じエネルギーをためておくのに 100 倍、または数十倍の重さ、あるいは容積が必要になります。重い車を電池で走らせようとする、非常に重い車両になってしまいます。そういう観点では、電池で走らせる乗り物としては、軽い小型の乗り物で近距離に使うというのがより適しています。

車がどのようになるのだろうと、そういう観点で考えれば電気自動車になると思いますが、人の移動という需要をどのように埋めていくか、それに対してどうやってこたえていくかということかというと、シェアカーであったり、こういったパーソナルモビリティもあるだろうと考えています。それから、貨物は車でなければ駄目だということもいわれていましたが、これは電動のアシストの付いたリアカーの自転車です。台車で集配送もありますし、車ではないものを貨物輸送でも使えるようになってきています。

今、中期の 2020 年でマイナス 10%まで書いていますが、バイオマスを入れればもう少し減らせると思います。もし、今から一定率で減らしながら 70%減を目指すのだとすると、2020 年にはマイナス 14%が必要だろうということ考えています。

こうやって書いたシナリオには非常に大きな振れ幅があります。ただ、対策として課税によるインセンティブを活用することが必要だろうということ、道路財源も使って公共整備、交通を整備するといったことが必要だということは共通して指摘されています。

一方で、非常に意見が分かれたものがあります。たとえば、原油価格がどうなるかによってビジョンは大きく変わるだろうと。それから、そもそもどれだけ遠くまで行きたいのか、どれだけ早く移動したいのか、どういうところに住みたいのか、そういった社会のトレンドによって大きく方向性は変わってくるだろうということを認識しています。

こういった対策を示した上で、具体的にそれぞれの分野ではどういったことができるだろうかということについて、検討を重ねてきました。貨物輸送に関しては、貨物鉄道のほうにもう一度振るという方法もあるという意見が出ました。国土の基幹となる東名高速道路に平行するかたちで第二東名というのをつくっているのですが、そこに貨物鉄道のようなレーンをつくるという話もありました。今は翌日到着するように商取引、商売の構造になっているのですが、もう少し時間に余裕が持てるのであれば、効率的な輸送ができるだろうといった話もありました。

それから、家に荷物を届けてくれる宅配便というのがあるのですが、そういったところでもトラックをなくしてしまおうといった考え方で進めている企業もあります。ただ、問題なのは、届けに行ったときに家にいない人が 60 から 70%いて、その部分が無駄になっているという意見がありました。

少し飛ばしますが、技術変化が非常に早いという意見もありました。燃料電池車が開発されればモ

ビリティの問題はないということが考えられていた時期もありましたが、最近は電気自動車の方が可能性があるといった考え方になってきています。

バイオ燃料車に関しましても、非常に使えるのではないかという意見が出ていたときもありましたが、食糧とのバッティングもあって、それほど重視できるかどうか分からないといった意見も出てきています。

結論としましては、昨日と同じです。アジアの国に対してどうかということではありますと、都心の人口密度を高めるための再開発というのが途上国で多く行われているのですが、郊外に住み替えてもらうときには、公共交通を使いやすいような開発をすることが大事です。都心だけではなくて、郊外に関しても公共交通を使いやすくする必要があるのではないかと思います。

それから、日本は車を中心にして産業も都市も発展してきたのですが、アジアがそのまま同じ道を行くのかどうか少し疑問に感じています。電気バイクやタクシー、力車、シクロ、あるいはペロタクシーのような、屋根の付いている人力の自転車に電力の補助があるようなもの、そういったものも可能性があるのではないかと考えています。

以上で私の発表を終わりにします。どうもありがとうございました。

S-3 Workshop "Toward Low-Carbon Society:
Japan Scenarios and Asian Challenge"
(Feb. 13th 2009, Tsukuba)

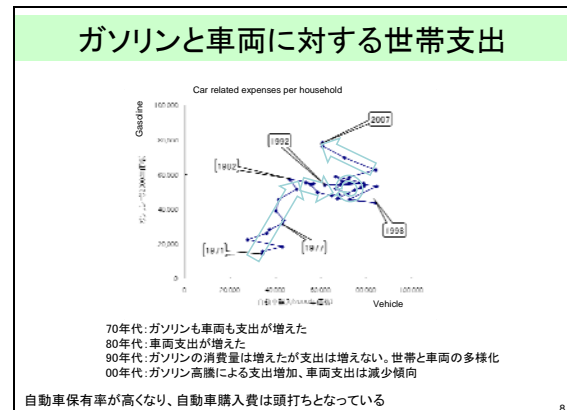
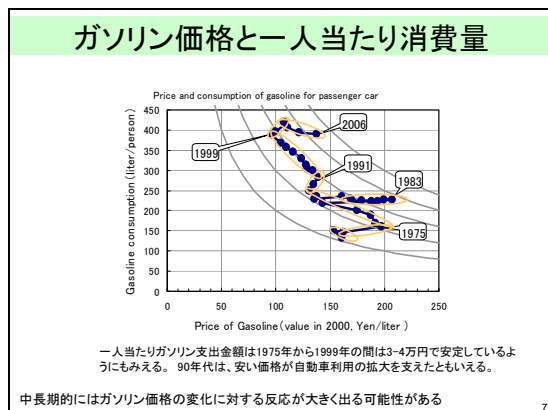
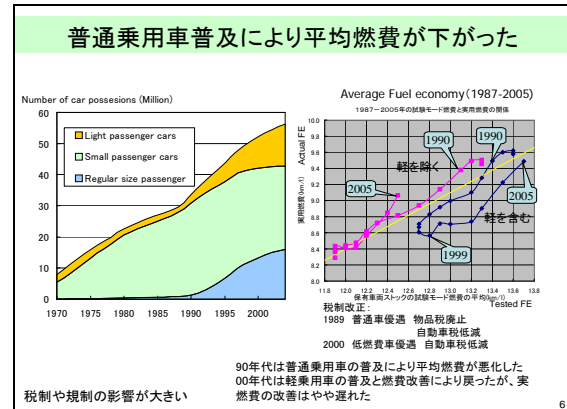
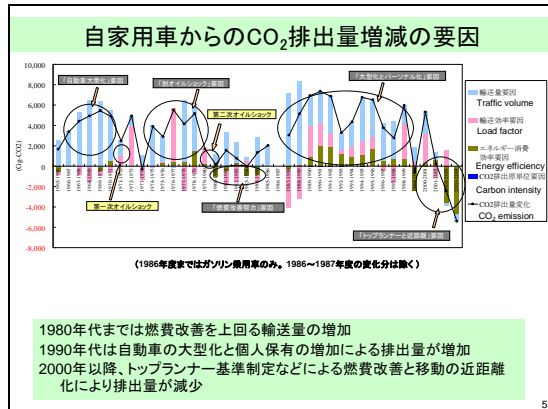
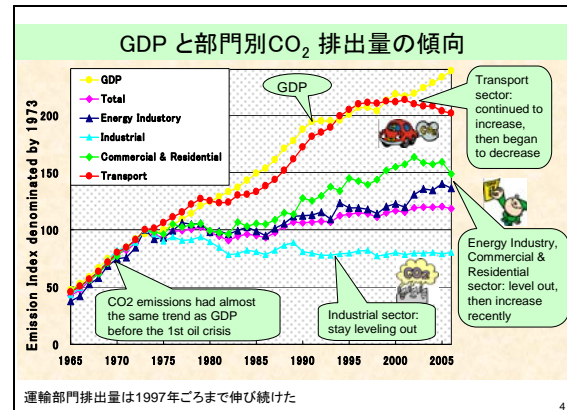
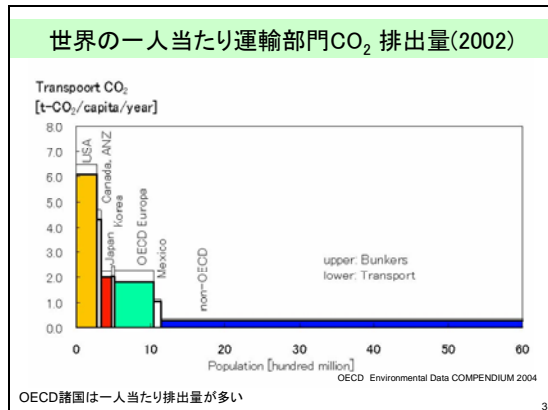
**技術革新と行動変化の組み合わせによる
交通部門の二酸化炭素削減**
Long-term CO₂ reduction strategy of transport sector in view of
technological innovation and behavioural change

松橋啓介
Keisuke Matsuhashi
Transportation and Urban Environment Section, NIES



Contents

1. Facts and trends in Japanese transport
(日本の現状)
2. 2020 Scenario
(技術中心2020シナリオ)
3. 2050 Scenario
(対策組合せ2050シナリオ)



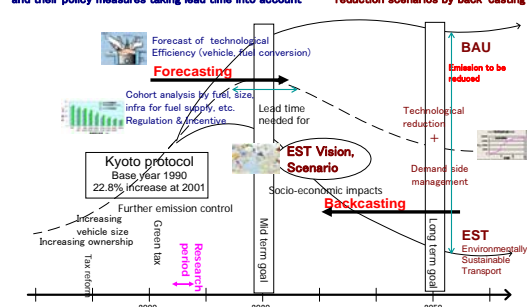
Contents

1. Facts and trends in Japanese transport
(日本の現状)
2. 2020 Scenario
(技術中心2020シナリオ)
3. 2050 Scenario
(対策組合せ2050シナリオ)

9

目標年によってアプローチが異なる

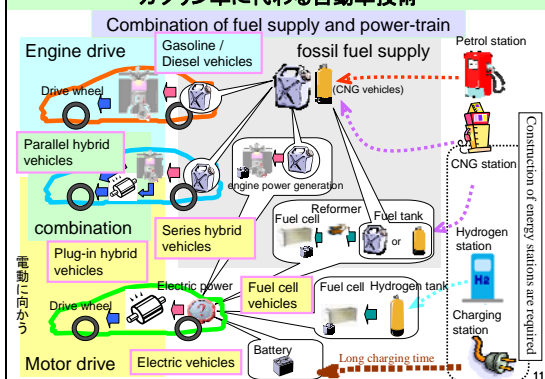
- (1) Assessment of effectiveness of new technologies and their policy measures taking lead time into account
- (2) Proposal of long-term emission reduction scenarios by back-casting



技術を中心とした2020年シナリオと需要変化を組合せた2050年シナリオ

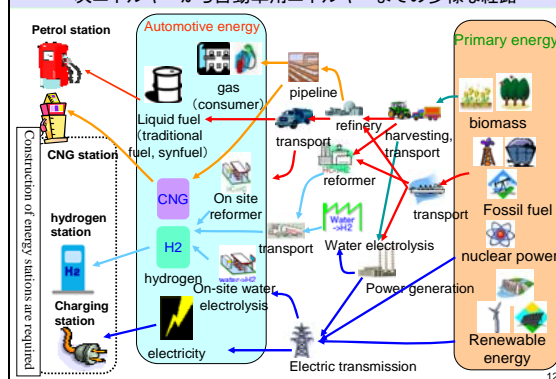
10

ガソリン車に代わる自動車技術



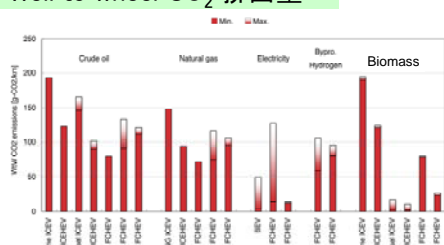
11

一次エネルギーから自動車用エネルギーまでの多様な経路



12

Well to wheel CO₂ 排出量

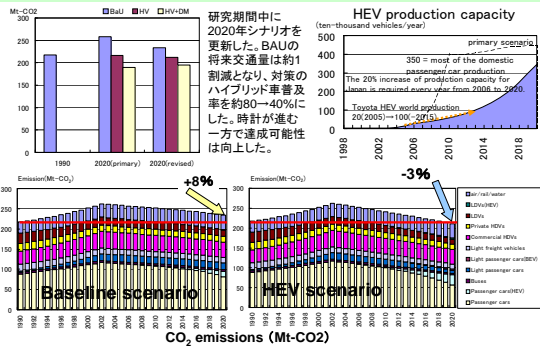


- Although CO₂ emissions from FCEV are less than HV, FCEV has got problems to be solved such as FC durability, FCEV cost and the way to produce and supply hydrogen. Therefore, wide spread of HVs is thought to be one of the feasible and effective measures in 2020.

排出係数が少ない燃料電池車やバイオ燃料車は、費用と量の確保に課題 (JHFC(2007))

13

2020年ハイブリッド車(HEV)普及シナリオ



14

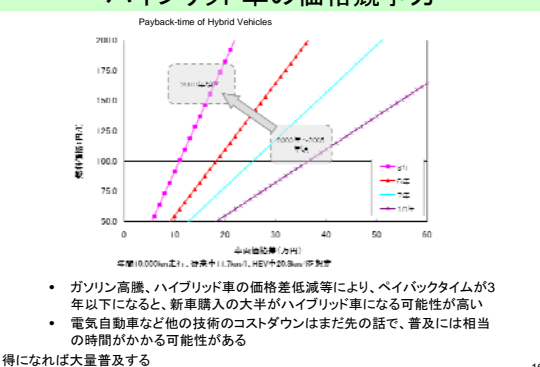
2020年シナリオの概要

Scenario	Baseline	HEV	+Demand Management
Penetration of HEVs and BEVs	Pass. Car (PC) HEVs 20% Low duty vehicle (LDV) HEVs 10%	PC- HEVs 37% LDV-HEVs 20% Light PC-BEVs 37%	
Fuel consumption of HEVs	40% reduction compared with the current fuel consumption of gasoline / diesel vehicles. LDV-HEV reduce 20% of fuel consumption of current LDV's)		
Improvement of fuel consumption (to 2002)	PCs, buses, LDVs reduce 10% of fuel.	PCs 20%, Buses 10%, Mini car 10%, Heavy duty vehicles 5%, LDVs 15%	
Traffic volume (to 2002)	3% decrease of PCs 7% decrease of freight vehicles (FVs)		PCs -13% FVs -16%
Air, rail, marine transport	5% reduction of fuel consumption of air, rail and marine transport. Air transportation increase by 20% compared with current volume.		
CO ₂ emissions (compared to 1990)	+8%	-3%	-10%

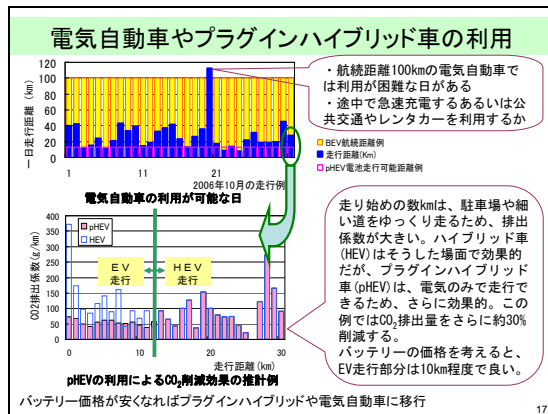
さらに交通需要管理により-10%へ

15

ハイブリッド車の価格競争力

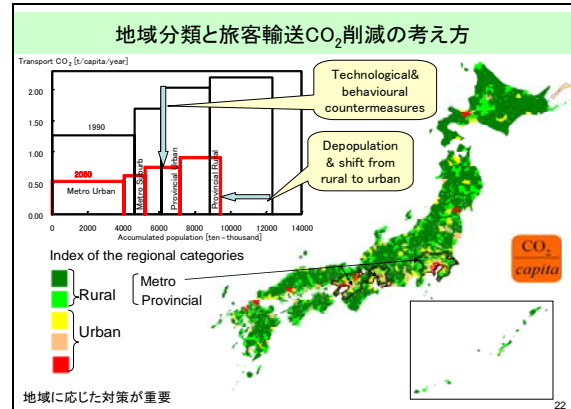
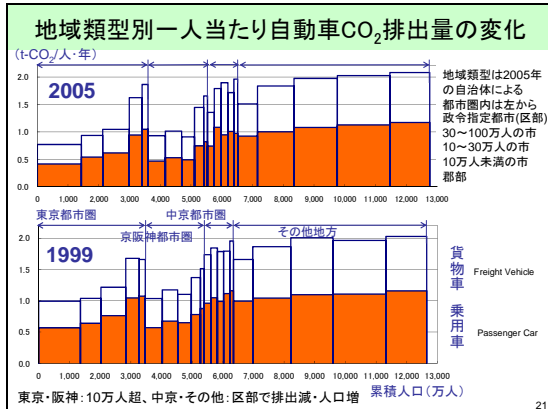
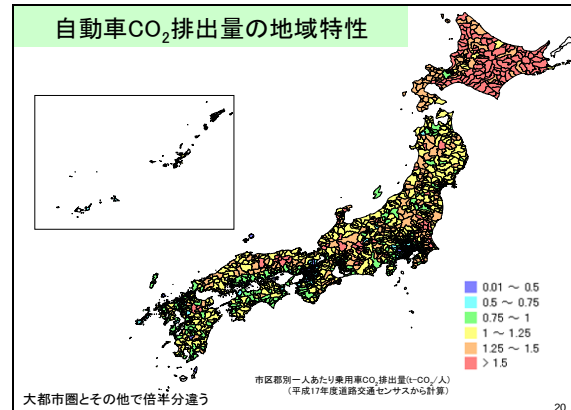
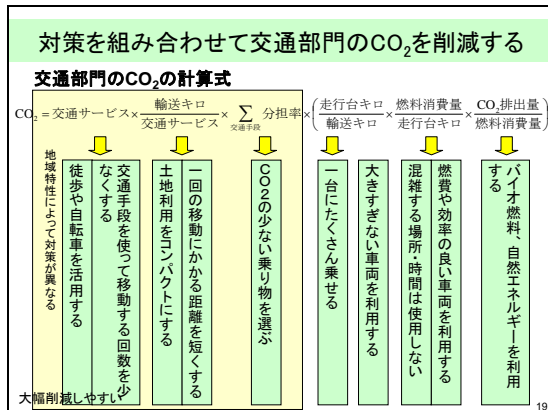


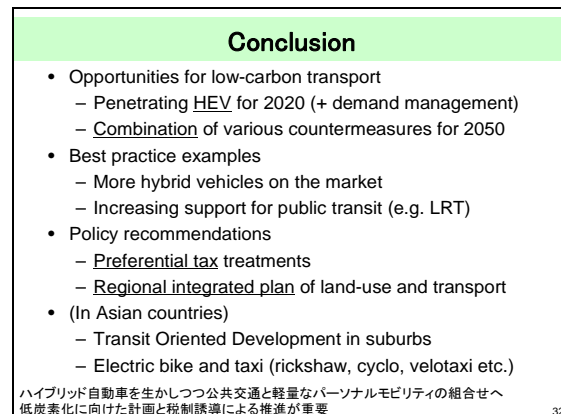
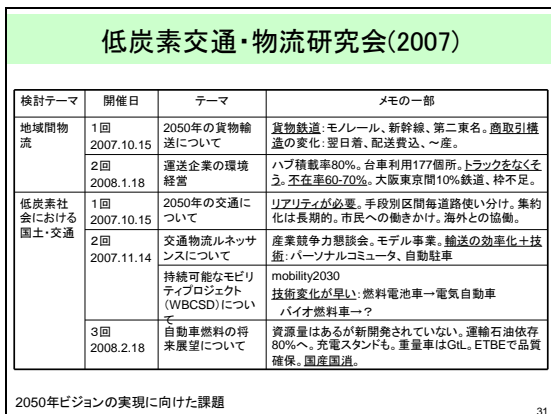
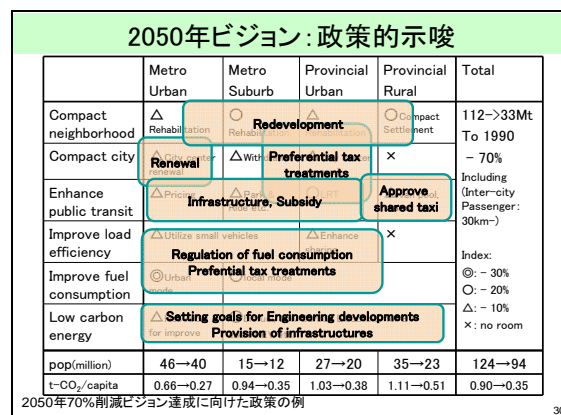
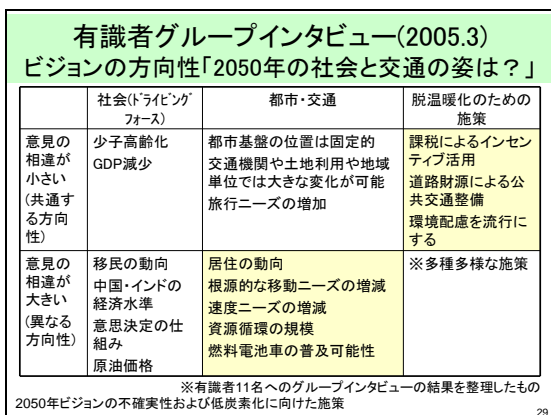
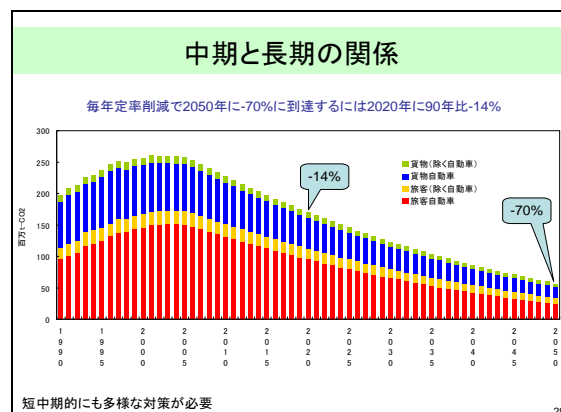
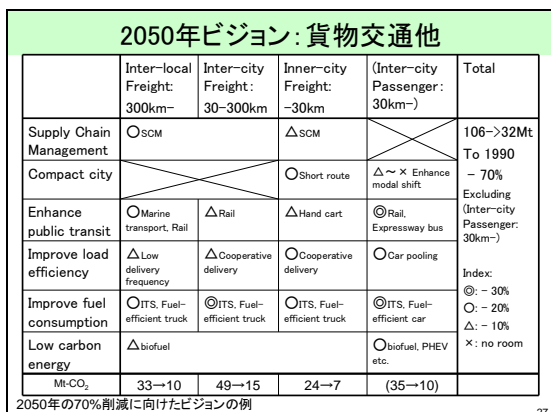
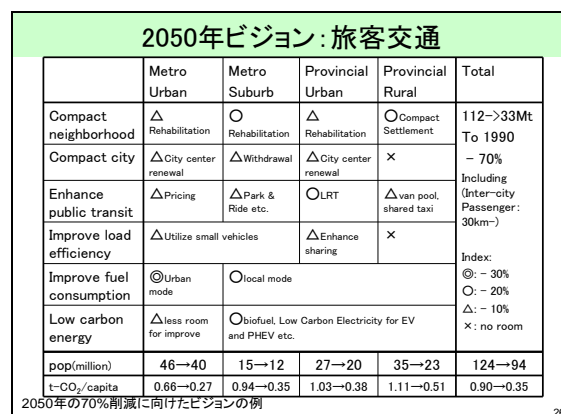
16



Contents

1. Facts and trends in Japanese transport
(日本の現状)
2. 2020 Scenario
(技術中心2020シナリオ)
3. 2050 Scenario
(対策組合せ2050シナリオ)





Mizan R. Khan（南北大学，バングラディシュ）

バングラディシュの Mizan R. Khan と申します。この交通部門については昨日もお聞きしましたが、発表ありがとうございました。インド、中国、タイの発表の中にも交通に関係するところがあったのですが、ここでひとつの政策、テレコミュニティンクということについて提案をしたいと思います。

今般アメリカでは、テレコミュニティンクということがずいぶん進行されて、バーチャルロードというようなかたちで示されています。また、Shukla 先生もおっしゃったと思いますが、時間の機会コストということで考えても、お金、メンタルヘルスの観点から考えても、テレコミュニティンクというののもひとつの取り組みとして考えられるべきではないかと思っています。

それから、ビークルマイル（車の移動距離）やメンタルヘルスのことを考えても、オフィスパークのレンタルにもかなりお金がかかるというようなことを考えても、こういったものも進行されるというのはどうかと思ったのです。ありがとうございます。

松橋 啓介

ありがとうございます。テレコミュニティンクは重要な指摘だと思います。直接、顔を合わせなくても済む用事もあると思います。それからテレコミュニティンクに近い IT の活用としては、インターネットで注文して、宅配便で荷物だけ届けてもらう。そういうほうが CO₂としては少なく済むので、そういうものを活用するのもインパクトがあると考えています。

それから公共交通を使うにあたって、携帯電話で乗り換えの案内が出たり、それから支払いを携帯電話ですぐに済ませるので、そういう機能で公共交通の利便性を上げていくというところに IT を使っていくのも削減に役立つと考えています。ただ、今回そういう面は十分反映できていなかったのもので、今後はさらに考慮していきたいと思っています。

大塚 啓二郎（政策研究大学院大学）

燃料電池型の自動車が支配的になると。特にオバマさんのやっていることを見ていると、たぶんアメリカは EV（電気自動車）でいく。日本は、私の理解では燃料電池で勝負するつもりだと。少なくとも私が聞いている限りでは、燃料電池だと燃料効率が 4 倍ぐらいまで行くのではないかと。電気自動車はせいぜい 3 分の 1 で、しかも近距離だと。

ですから、私はあちらへ行くのではないかと考えたのです。特に前から言っている燃料価格がもっと上がってくれば、そちらへ行くのではないかと。日本の産業にとっても非常に大きな話なので、そこらへんをもう少しお聞きしたいなと思いました。

松橋 啓介

重要なお指摘ありがとうございます。電池か燃料電池かといったときには、燃料電池のほうが優位性のある場面というのは、おっしゃるとおりあると思います。燃料電池の問題は、水素をどうやってつくるかというところが、やはり非常に大きいと考えています。

シナリオチームと交通チームとでも議論をしてきたところなのですが、「交通が燃料電池車になるのなら、水素を作る」とシナリオチームのほうでは言っていて、我々のほうでは、「もし日本が水素社会になるのなら、容易に水素が手に入るのなら燃料電池車が普及するかもしれない」というようなことを言っていて、双方とも、いったいどちらになるのだろうというかたちになっています。

我々としては、交通の方からみて燃料電池でなければいけないかという点と必ずしもそういうことはありません。車両の値段が高くなるのであれば、もうユーザーは自動車を止めて、電動自転車なり公共交通のほうに流れていってしまうという観点でシナリオを書いています。

都市の特性と二酸化炭素の削減ポテンシャル

荒巻 俊也（東洋大学 国際地域学部）

ご紹介ありがとうございます。都市チームにおります荒巻と申します。都市チームからは、昨日の午前中にチームリーダーの花木のほうから、都市チームはどういうことをやってきたのか、その活動を網羅的に紹介しました。私のほうからは、このタイトルにあるように、そのなかで特に都市の特性、都市の特徴といったことに焦点を合わせて、今日の話を進めていきたいと思います。どうぞよろしくお願いします。

これはよく使われる図なのですが、日本の 2005 年の二次エネルギー消費量になります。ここに示しますように、都市におけるエネルギー消費、あるいは都市が絡んだエネルギー消費というのは、先ほども話が出てきた交通部門も絡んでくるのですが、その占める割合はやはり非常に大きいということで、都市における温暖化対策の重要性が指摘されています。

具体的にどういう温暖化対策が都市のなかで行われるのかということを、ざっと示したのがこの図になります。上側がエネルギー供給サイドの対策です。そのなかには、例えばコジェネレーションや、地域冷暖房、未利用エネルギーの利用、あるいは太陽光の利用というものからバイオ燃料の利用というものが入ってきます。

一方で、こちら側が需要サイド、エネルギーを使う側での対策です。そちらは建物の省エネルギー、電化製品の省エネ機器の普及、ライフスタイルの変更、交通需要管理、あるいは業務地区の集中化によってエネルギー供給を効率よくするといったような、さまざまな対策があります。このなかの全部を解析したわけではないのですが、我々のチームのなかでも大体こういった解析をしてきております。こういった対策を行うときに、都市によってこういった対策の入りやすさが違う、あるいは入れた場合の効果が違ってくるという話があるという話が、今日の話の焦点となります。

都市の特性と私は一言で申し上げましたが、都市の特性、あるいは都市の特徴といったものにはさまざまなものがございます。ここに簡単に挙げたのは、例えば上から見ていくと、日照、気温、あるいは風況といった気象条件、あるいは地形、例えば平らなのか丘がちなのかといった、我々がコントロールできないような都市の特性があります。また、その都市のなかでどういう産業が立地しているか、あるいはその都市の周辺部にどういう産業があるか、といった都市における産業構造、都市の施設、これはインフラですが、例えば水道、下水道、交通といったインフラがどうなっているかということ。そして都市の構造あるいは集約度、つまり非常に高い、高密度に開発されている都市なのか、平坦に開発されている都市なのかといったこと、あるいは都市のスケール。このようにさまざまな特性がありますが、こちらは、どちらかというと、長期的に見て我々がコントロールしていくことが、ある程度は可能なものという特性であります。

まずはコントロールが不可能な方の特性について見ていくと、例えば気候による影響で見ていくと、気温というのは冷暖房のエネルギー消費に直接響いてきますので、その気温、その都市の気候の違いによって、冷房における対策、暖房における対策の効果というのが違ってきます。

日照の多い地域であれば太陽光発電、太陽エネルギーの利用というのが出てきますし、やはり風力発電は風況の安定した地域というような気候による影響もございます。地形についても、先ほど交通の話がありましたが、交通対策において地形がどうなのかというのもやはりひとつの視点としてあるだろうと思います。「風の道」と書いたのは、ヒートアイランドの対策になりますが、ヒートアイランドの対策において、いかに地域の風を利用するかということを考えたときに、やはりその地域の地形というのも重要になってきます。

こういった都市の特性は、基本的にコントロールできないことになりますので、我々が温暖化対策を考えていくときに、その特性を考慮しながら、こういったことをやっていけばより効果が上がるのかというのを考えなければいけないわけです。今日は特に気候の違いということについて、我々グル

ープのなかで解析した事例をご紹介しますと思います。

これは日本の4都市を取り上げて、家庭部門のCO₂排出量とその削減量といったものを分析したものです。これは我々のチームの慶應大学伊香賀教授により分析されたものです。取り上げた都市は、北から札幌、宇都宮、広島、そして南の那覇となっております、もちろん気候が違います。札幌であればほとんど冷房の需要が少なく、那覇であれば暖房の需要がないという状況になっております。

一方で、実は都市の大きさも若干違います。いずれも地方の中心都市ではあるのですが、札幌、広島みたいに大きな都市と、宇都宮、那覇みたいな中規模の都市というかたちで選んであるものです。

こういった都市において、具体的にCO₂削減量の分析をしていくのですが、まずは2050年までの家族類型別の世帯数といったものをシナリオとして予測して与えております。この家族類型というのは、例えば単身世帯である、夫婦のみの世帯、あるいは子どもがいる世帯といったような家族類型ということで考えています。

そのなかで、住宅の対策として、例えば冷暖房において断熱の改善、あるいは省エネ機器をもっと普及させる、冷暖房の室温の設定を変える、使用量自体を短縮する、給湯においても同じように機器の効率を上げたり、使用量そのものを減らしていく、あるいは家電製品、太陽熱や太陽光の利用といった住宅の対策といったものを、これを一通りすべての都市に入れてみるというような解析をしています。

そういったなかで、まず前提となる世帯数についてだけひとつ触れておきたいのですが、実はこの解析では規模、気候が違う4都市において、どれぐらいCO₂の排出量、削減量が違うかということを見たいというところにあったのですが、前提条件として考えてみた場合に、世帯構成と世帯数の変化量が違ってきています。

例えば札幌市では、大体2050年において1990年から比べると23%ぐらい世帯数が減る。一方で、例えば宇都宮、那覇みたいなところにおいては世帯数自体が増える。日本の人口自体は減少傾向にあるわけですが、こういった都市では世帯数を考えると増えていくと想定しています。

世帯数の中身も若干違っていて、例えば札幌の場合夫婦と子のみの世帯などが多くなっており、一方で那覇を見ると、その他に属するような世帯が多くなっているといった違いがあります。

こういった違いを念頭に置いて解析した結果を見ていただきます。これから同じ図を4枚示しますが、まず札幌市の状況から見ていくと、こちらが1990年から2050年までの年間CO₂排出量の予測になっています。暖房、そして札幌市の場合は冷房負荷がないので冷房がなく、給湯というあたりが多くなっています。現状の上側の部分が、先ほど述べた対策により削減された量になります。

全体としては、特に温暖化対策を頑張っていなくても、もともと世帯数が減っていくことによって、現状では3割増えていますけど、大体90年レベルから2050年に7割ぐらいまでだんだん減っていくと予想されます。

図に赤紫で示したのが電力対策となっておりまして、住宅で使われている電力、つまり電力会社からの電力について、それを将来において低炭素化を図っていった場合を示しています。

札幌市では、実は電力対策を行うだけでも、家庭におけるCO₂排出量は大体5割ぐらいまで減ります。さらに先ほど述べたような給湯の効率機器の改善など、そういったものを加えていくと、大体30%レベルまで減らすことができるだろうというのが、この解析結果になっています。

ここの右側の棒グラフについては、この住宅対策で減った部分は何の部分が寄与しているかと。大きく寄与しているのは、やはり札幌の場合は暖房、給湯といったところという結果を示しています。

これをほかの都市について見てみますと、実は宇都宮については、先ほど申し上げましたように世帯数がそれほど減らないということです、何もしなければ、実は2050年には18%増える設定になっています。

一方で、実は電力対策を行うと、これは3割削減になります。先ほどの札幌の図に比べると、電力対策の割合が多くなっています。これは、札幌では暖房のエネルギー負荷が大きく、暖房は主に灯油やガスを使っているため、電力対策があまり効いてこないのですが、宇都宮や南のほうの都市になってきますと、相対的に家庭内での電力使用が大きいので、そういう系統電力における対策というのが

重要になってくることになります。

大体、宇都宮においても住宅対策まで入れると4割ぐらいのレベルまで削減されます。その削減されている中身は、やはり暖房、あるいは給湯あたりが大きくなっていくということになっています。

広島についても宇都宮と同じ傾向にあると思っていただいてもいいと思います。

最後に那覇について、一番日本の南の都市なのですが、世帯数が増えるために、何もしないとCO₂排出量が6割ぐらい増えてしまいます。電力対策をすることによって大きく減らすことができるということになっています。那覇はやはり冷房負荷が大きい、あるいは電気の使用量、家庭のなかでのエネルギー使用のうち電力が占める割合が高いので、電力対策というのが非常に高くなっているということを示しています。

それ以外に、やはり特徴としては、那覇の場合は冷房における対策が少しずつ重要になっていくということが結果として出ているというものです。あとは、特徴として太陽光、太陽熱の利用というものも対策のオプションとしては、やはり効果が出てきます。

そういったように、都市ごとにやはり同じような対策を入れても、どういったところに効果が出るかというのはかなり違ってくるといのが、この解析から分かっていることです。

以上が特にコントロールできない都市の特性についての解析だったのですが、次は我々がコントロールしようとすればできる都市の特性が、どのように温暖化対策に影響を与えるかというものについて、お話をしていきたいと思います。

主にその特性は、先ほど述べた産業、立地、構造。これは例えばバイオマス資源があるかどうか、あるいはバイオマス資源を利用して、後に例えば廃熱を利用するというような施設があるかどうかということとも絡んできます。

都市施設の立地による影響。これは先ほど交通の話があったのですが、交通以外にも、例えばその都市において廃棄物を焼却している場合は、焼却の廃熱が使えるかもしれない、あるいは下水道といったものもさまざまな有機物を含んでおりますので、それもエネルギー源として使えるかもしれないなど。そういったものの立地と、その需要との関係がその都市のなかでどうなっているかといったことによって、温暖化対策の効果が違ってくる。あるいは都市の構造そのもの。例えば集約型の大規模な建物がたくさん立地しているような都市であれば、地域冷暖房が入りやすくなりますし、一戸建て、独立住宅が多い都市であれば、例えば太陽光の発電のパネルを設置しやすいというようなメリットも出てくるといこともあります。

都市規模による違い。小さい都市と大きい都市ではやはりできることによる効果が違ってくるといことです。そういったさまざまな都市の構造の違いによって温暖化対策への影響は違うのですが、こういった場合、やはり現在の状況を見てどういった対策や効果があるかというのを考えていくのは大事です。それと同時に、将来この都市をどのように変えていくことによって、より効果を高めていくのかというような考え方も必要になってくるわけです。

今日は残った時間で、そういった解析のひとつの例を簡単に紹介したいと思います。これは昨日花木のほうから少し話があったのですが、宇都宮市を対象として、宇都宮市の都市構造が将来変わっていったら、温暖化対策の効果がどう変わるのかといったものを簡単に解析した事例になります。

ここでは宇都宮市の民生エネルギー供給部門対象としており、残念ながら交通部門の解析まで行えておりません。民生によるエネルギー供給、家庭と業務のビル、そういった部門を対象としています。まず、宇都宮市の2050年における人口世帯数を推定します。後で説明しますが、その人口と世帯数に基づいて集約型の都市、あるいは平坦に広がっていく都市と典型的な三つのパターンを想定して、2050年の人口や世帯数といったものを街区ごとに割り付けます。それと同時に、業務用の施設といったものも人口分布に応じて割り付けるといことをしています。

そうしたなかで、その三つのパターンによって、例えば太陽光発電を積極的に導入したときや、地域暖房を積極的に導入したときといったときのポテンシャルがどれぐらい違ってくるのか解析した事例になります。

この図は宇都宮市の将来人口と将来世帯数で、解析のベースとなるデータとなっています。ここで

使っているのは宇都宮市、東京から 100 km ぐらいのところにある都市なのですが、この解析のなかでは、2050 年にかけてやはり人口は減っていくだろうと予想されています。今 44~45 万人のところから大体 34~35 万人まで減ることになります。世帯数もやはり若干減るというような設定になっています。

そういった都市において、ここに示す三つの都市構造というのを提案しています。ひとつはこの一番左にある均等減少、これはまさに現在の宇都宮市の都市構造です。ここに示しているのは人口分布になっていまして、高いところが人口密度が高く、低いところが人口密度が低い地域となっています。宇都宮市の場合、中心部がやや高め、それと同時にこういう道路の沿線といったところに高いところがあるということになっています。これは 2050 年の人口がだんだん減ってくるということを想定しておりまして、そうしたなかで、だんだんそれぞれの地域から均等に人口が減っていくとした場合のものです。

一方で、人口が減っていくなかでも、より中心部に密集させようとしたシナリオが、この二番目の中央密集シナリオになっています。これは職住近接を図った構造にもなっていますが、地域冷暖房など地域供給システムの効果というのを期待しているものです。

一方で、減っていくのだから、戸建て住宅等を使ってどんどん平坦にしていこうといったものが、最後のシナリオになります。これは、太陽光発電が導入しやすくなるのではないかといいことを期待しているシナリオになります。

特に太陽光発電のシステム導入による削減効果の推定方法については、同じチームのなかの信州大学の高橋が行った結果というのを使わせていただいています。ここに簡単に設定を示していますが、建物の種類ごとに設置率や設置面積といった仮定をおいて解析するというを行っています。

この図が結果になるのですが、それぞれの太陽光発電の導入による CO₂ 削減量ということになっていて、こちらから中央密集、平坦型、均等減少というものになっていて、想定していたとおり、平坦型にすることによって太陽光発電の導入機会が増えているという結果になっています。

地域熱供給システムの導入についての解析については、同じチームのなかの東京理科大の森が解析した事例を参考に、結果を出しています。

森の解析のなかでは、地域熱供給システムを導入できるエリアというのを熱負荷密度というものから選んでおりまして、その熱負荷密度の基準により選ばれたなかで、どれぐらい業務系の建物や住宅系がミックスしているか、その度合いによって CO₂ 削減効果が変わってくるといったことを考えております。当然、地域熱供給のほうは、平坦型シナリオでは、熱負荷密度が低いので入りません。一方で、中央密集にしていくと、どんどん入っていくという結果になっています。

これを合わせて、1 人当たりの CO₂ 排出量に換算した結果、民生系の CO₂ 排出量は大体 2 t 弱というオーダーになっています。数字自体はそれほど大きな意味はないと言ってしまうとそのとおりなのですが、その傾向だけを見ていただくと、やはり中央密集で地域熱供給の効果がたくさん出て、ほかのシナリオよりは低い CO₂ 排出量になっています。

一方で、均等シナリオ、要するに現状のままの都市構造でやっていくよりは、それぞれ逆に平坦にしまったほうが太陽光の発電が入りやすいという効果があり、CO₂ の排出量が若干ながら減るという結果が出ております。

この解析の事例は残念ながら交通の部門は対象としていないので、その結果がここに上積みされると、また結果が変わってくるということになるかと思います。

先ほど TOD（トランジット・オリエンテッド・ディベロップメント）の話がありましたが、そういったことを想定したシナリオで都市の構造を書き直すと、また違った結果が出てくるだろうと思っていますが、ひとまずその将来の都市構造をこう変えていくと、このような、それぞれの対策の効果が変わってきて、結果が変わってくるといったことを示す事例として、ここで今回紹介させていただきました。

最後に今日の話のまとめをさせていただきますと、結局、多くの温暖化対策は、特に需要側の対策はそうなのですが、やはり地域レベル、都市レベルで行われていくことになります。そういった意味

では、地方自治体といったものの役割が非常に重要になってきます。

その地方自治体の方たちが温暖化対策を考える上では、やはりさまざまな対策の効果というのが、自分の都市に対して、あるいは自分の地域に対してどういった効果が出てくるのかというのをきちんと見たいという欲求があります。そういった意味では、やはり都市の特性というものを考えた上で、このように CO₂ 削減のポテンシャルを考えていくということが重要になってくるわけです。

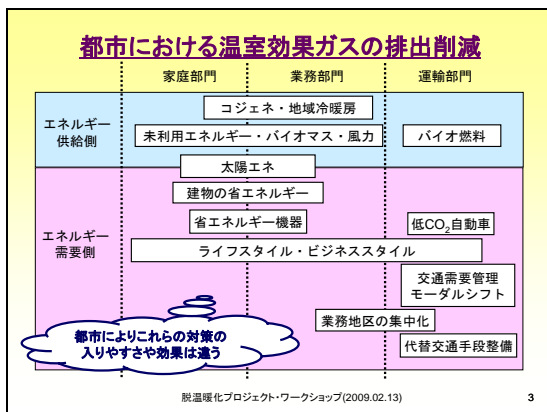
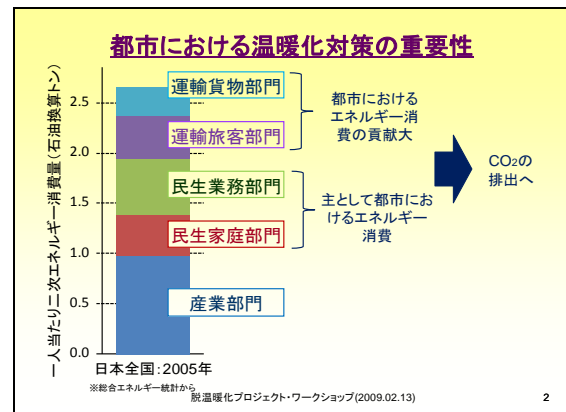
そのなかで、コントロールできない特性、気候や地形といったものについては、特性に応じた効率のよい温暖化対策を実施していくとともに、将来的に都市構造のなかのコントロールできる特性を配慮した場合は、現状でどれぐらい削減できるかだけではなくて、将来どう変化させるのか。それに対応して温暖化対策というのはどう考えていくのかということを、戦略的に考えていく必要があるだろうと思っております。

特に日本の場合は、都市の構造の変化というのはそんなに大きくは見込めないのですが、アジアの多くの地域では、どんどん都市が発展していつている過程にあります。その都市が発展していつている段階で、都市の構造をどう変化させることによって、エネルギー効率がよくなるのか、CO₂ 排出が少なくなるのかということを考えながら、温暖化対策を実施していくことが必要なのかなと考えています。以上で発表を終わらせていただきます。

都市の特性と 二酸化炭素の削減ポテンシャル

脱温暖化2050プロジェクト・都市チーム
荒巻俊也
東洋大学 国際地域学部国際地域学科

1



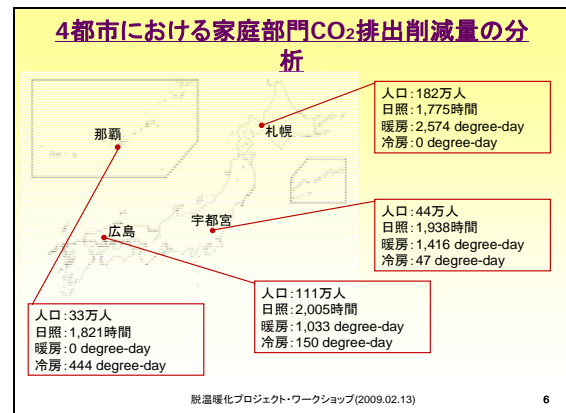
都市の特性とCO₂削減策

都市の特性	影響を受ける削減策	コントロール可能
気象条件	太陽光、風力発電、冷暖房における省エネ対策、建物対策	コントロール不可能
地形など	交通対策(自転車)、ヒートアイランド対策(風の道)	コントロール不可能
産業の立地、バイオマス利用(供給源)、未利用エネルギー	廃棄物・下水系エネルギー利用、交通対策(公共交通機関)	長期的に見ればコントロール可能
都市施設	交通対策、コジェネ・地域冷暖房、分散エネルギー	コントロール可能
都市構造・集約度	交通対策(ネットワーク)など	コントロール可能

脱温暖化プロジェクト・ワークショップ(2009.02.13)

4

- ### 気候や地形による温暖化対策への影響
- 気候による影響
 - 冷房用エネルギー消費の削減 → 温暖な地域
 - 暖房用エネルギー消費の削減 → 寒冷な地域
 - 太陽光発電・太陽熱給湯 → 日照の多い地域
 - 風力発電 → 安定した風況の地域
 - 地形
 - 自転車の利用 → 平坦な土地
 - 風の道 → 盆地、海岸沿い
- 都市の特性をコントロールすることはできないので、都市の特性に合わせてどのような対策を重点的に行っていくかを検討する必要
- 脱温暖化プロジェクト・ワークショップ(2009.02.13)
- 5



家庭部門CO₂排出削減量の分析方法

- 各都市の2050年までの家族類型別世帯数を人口問題研究所の推計を外挿して設定
- 住宅断熱強化、省エネ家電、省エネライフスタイルへの転換などのシナリオを設定(右を参照)
- 電力CO₂原単位変化シナリオを設定

対策内容

冷暖房: 断熱改善、省エネ機器、室温設定、冷暖房時間短縮、電化

給湯: ヒートポンプ給湯、電化、給湯量削減

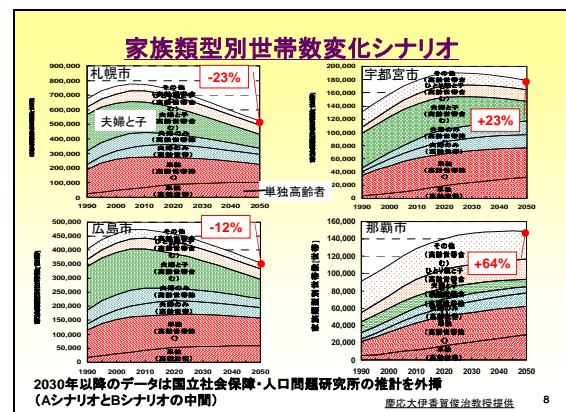
家電製品: 省エネ家電、洗濯の工夫、蛍光灯

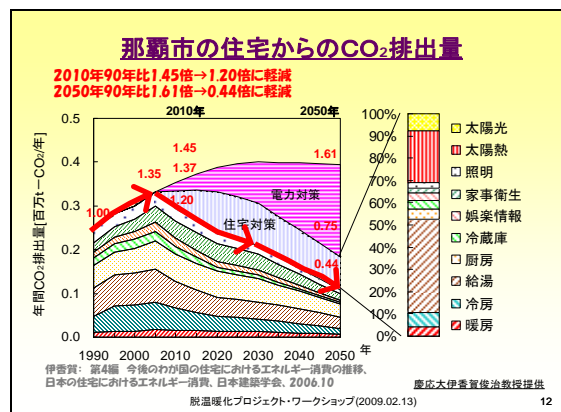
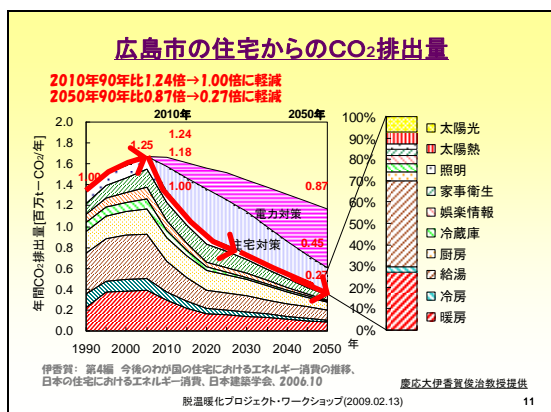
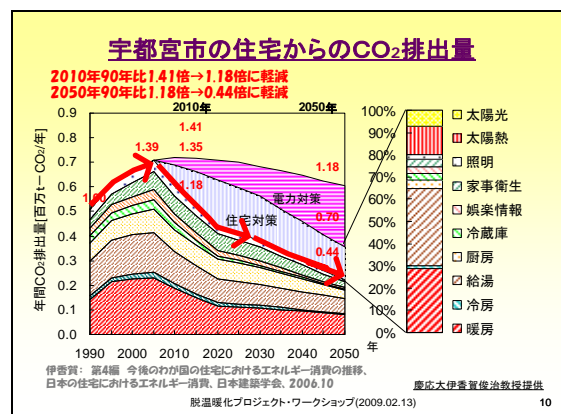
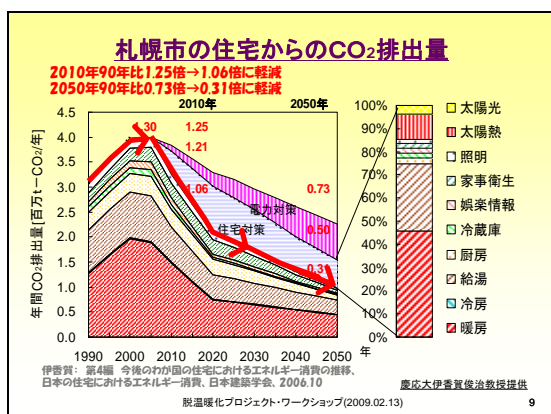
太陽熱光: 太陽熱給湯普及、太陽電池普及

電力CO₂原単位は、自然体ケース、徹底対策ケース共に2010年が1990年比20%減(電事連自主目標)、2050年が1990年比60%減と仮定した場合の推計結果

脱温暖化プロジェクト・ワークショップ(2009.02.13)

7





都市や産業構造による温暖化対策への影響

- 産業の立地や構造による影響
 - バイオマス資源や未利用廃棄物の利用
 - 資源化物や排熱などの需要
- 都市施設の立地による影響
 - ゴミ焼却炉や下水などの排熱発生施設の立地と熱需要の関係
 - 低CO₂自動車への切り替えと公共交通網の整備状況
- 都市構造の違いによる影響
 - 集約型(大規模)建築物の立地とコジェネや地域冷暖房
 - 建ぺい率と太陽光発電・太陽熱給湯
- 都市規模による対策の違い

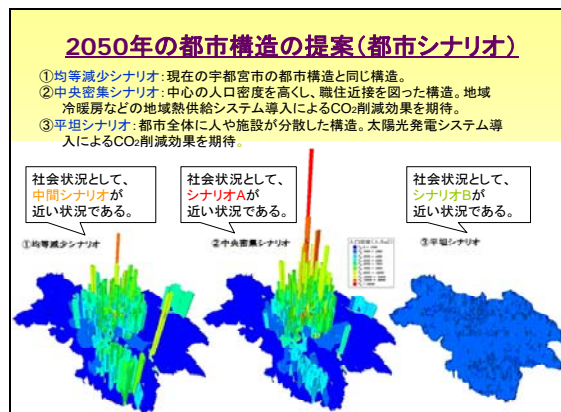
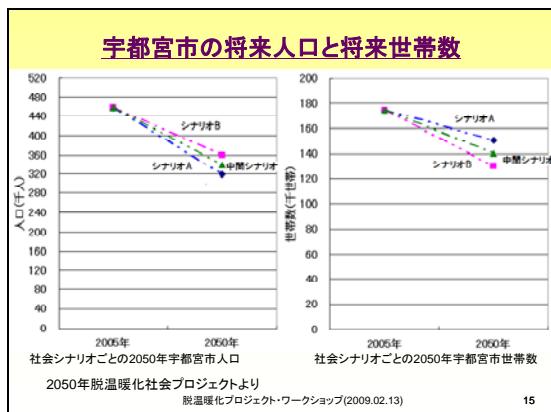
長期的には都市の特性をコントロールすることが可能。現在の状況でどのような対策が効果的なのかを考えることと将来どのように都市の特性を変えていくのかを同時に考える必要

脱温暖化プロジェクト・ワークショップ(2009.02.13)

都市構造の変化により民生部門のCO₂削減ポテンシャルがどの程度変わるのか

- 宇都宮市の民生用エネルギー供給部門を対象
- 解析の手順
 - 2050年における人口と世帯数を推定
 - 人口と世帯数に基づいて、典型的な3パターンで人口や世帯数の分布を街区単位で推定
 - 現状の一人当たり延べ床面積などから用途別の建物分布を推定し、民生用エネルギー、熱需要を推定
 - 太陽光発電や地域冷暖房の導入ポテンシャルをそれぞれのケースで評価

脱温暖化プロジェクト・ワークショップ(2009.02.13)



太陽光発電システム導入による削減効果の解析

<推定手法>=信州大高橋の手法を参考に。

1. 各町丁目の各用途施設に設置率・設置面積の仮定に従って導入。
2. 年間発電量原単位・電力の排出量原単位を用いて各町丁目の各用途単位で算出。

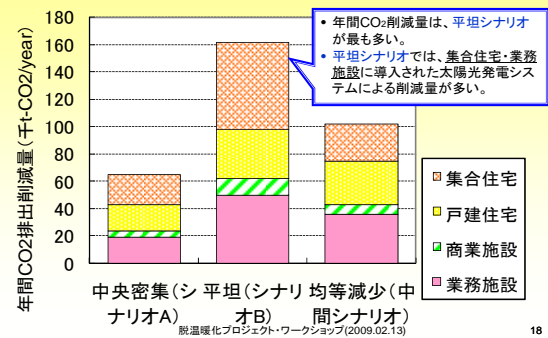
太陽光発電システムの設置率と設置面積の仮定

	設置率(%)	設置面積(建築面積に対する占有率(%))
戸建住宅	100	20
集合住宅	100	50
住宅以外	70	50

脱温暖化プロジェクト・ワークショップ(2009.02.13)

17

太陽光発電導入によるCO₂削減効果の比較



脱温暖化プロジェクト・ワークショップ(2009.02.13)

18

地域熱供給システム導入による削減効果の解析

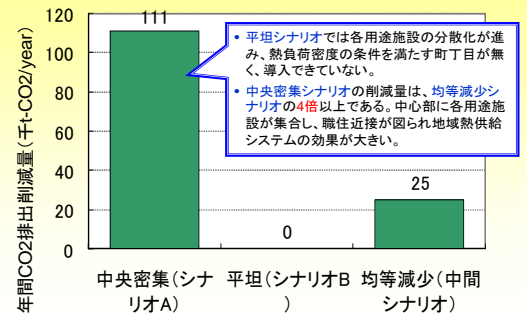
<推定方法>

1. 地域熱供給システムの導入例から熱負荷密度0.95GJ/year/m²を条件に町丁目ごとに導入の可否の判断。
2. 業務用床面積比率とCO₂削減率の相関性(東京理科大森教授の解析例)から当該町丁目の業務床面積比率を用いて削減率を算出。
 - ・ なお、森の解析では、地域冷暖房、コジェネレーションシステム、CO₂ヒートポンプ給湯と貯湯槽といったシステムを想定している。
3. 得られた削減率からCO₂削減量を算出

脱温暖化プロジェクト・ワークショップ(2009.02.13)

19

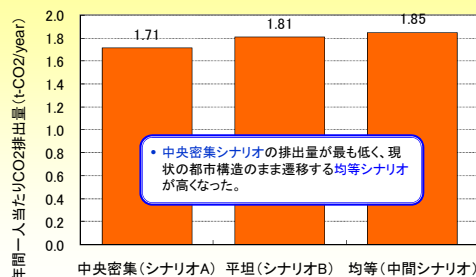
地域熱供給システム導入によるCO₂削減効果の比較



脱温暖化プロジェクト・ワークショップ(2009.02.13)

20

両対策技術を導入した際の一人当たり民生用エネルギー供給由来CO₂排出量の比較



脱温暖化プロジェクト・ワークショップ(2009.02.13)

21

まとめ

- ・ 都市の特性によりさまざまな温暖化対策のCO₂削減ポテンシャルは変わる。
- ・ 気候や地形などのコントロールできない特性
 - － 特性に応じた効率のよい温暖化対策の実施
- ・ 都市構造などのコントロールできる(将来変わらうる)特性
 - － 現状での削減ポテンシャルだけでなく、将来変化した場合の状況も想定して、温暖化対策と都市の構造などの変化を戦略的に実施していく必要性
 - － アジア地域の多くの都市では急激に都市構造が変化している。→温暖化対策の観点からどのように変化させていくのかという戦略的な視点が必要。

脱温暖化プロジェクト・ワークショップ(2009.02.13)

22

藤野 純一 (国立環境研究所) : 座長

では、私のほうから。最後のほう中央密集シナリオ、平坦シナリオ、均等シナリオのスライドで、中央密集シナリオがいいという結果を出されていますが、比較的平坦も均等もそういう意味だと似ているシナリオになっていて、それに合わせた対策をすれば結構減るのかなと思ったのですが、もともとどれぐらい出ている、それがいろいろ対策を打つことによって、それぞれの地域でどれぐらい減ったかというような結果を聞き逃したのかもしれないのですが、その辺りはどれぐらいなのでしょう。

荒巻 俊也

もともと、この解析では、地域熱供給と太陽光発電以外の対策というのを全く考慮に入れていないということがありますので、相対的に見て削減量そのものは小さいということになります。ただ、削減量そのものは小さいのですが、それぞれの施策に対してはそれなりに差が出ているというものです。

今おっしゃったように、要するにその都市の特性に応じて適した温暖化対策を行っていけば、それぞれそれなりの削減量が見込めるというのは、まさにおっしゃるとおりだと思います。

昨日戸建て住宅が日本は多いという議論があったと思います。人口密度の問題がありますが戸建て住宅だと戸建て住宅なりの施策が当然あるということですので、もちろんそういうかたちで温暖化対策を入れていくことによって、それぞれ削減効果が見込めるということになるだろうと思っています。

ただ、この解析の問題は、やはり交通が入っていないことでして、交通がこういった都市構造の変化に非常に大きく効いてくるので、交通を含めた解析が必要かなと思っています。

丸山 康樹（電力中央研究所）

電中研の丸山です。大変面白かったのですが、ひとつ非常に根本的な問題のところでの疑問があります。

都市というのは消費者が住んでいると同時に、いろいろなものをつくっている。特に工場製品。こういった産業がやはり都市のなかにあるわけで、そうすると、先ほど都市のCO₂が減っていくというときに、世帯数が減っていくというのが一番有効であるとのことでした。私もそう思います。同時に、産業が海外に移転すればCO₂の削減は大変有効に減っていくはずなのです。

ですから、産業が海外に移転する。これは今まではCO₂を削減する、あるいは義務を負っている国、例えばそこから産業が途上国のほうに移転するという場合には、炭素リーケージと呼ばれていたわけですが、世界全体でCO₂を削減する、つまり途上国もそれなりにCO₂を削減しなければいけないということになりますと、日本の製品、あるいは工場を、いずれはどこかでその工場を立て直ししなければいけないということになります。そういうときに日本の産業が途上国のほうに行って、そしてそちらで最新の産業あるいはその工場を建てると。これは全体的にはCO₂削減、世界で見たときには炭素リーケージではなくて、むしろCO₂が減る方向に行くと。その結果、日本から産業がなくなって、我々労働者のほうの収入が減って、さらに経済活動が停滞して、その結果として車も使わなくなって、そしてCO₂が減っていく。こういう方向はどうなってしまうのでしょうか。都市の中で、CO₂を考えていくときに産業という問題をどう考えていけばいいのでしょうか。この辺について私は素朴な疑問を持っているのですが、この点に対しての見解はいかがでしょうか。

荒巻 俊也

ご質問ありがとうございます。我々都市チームの中でもよく議論になっているところでございます。実は昨日の花木の説明の中で、東京はCO₂排出1人当たり4.9で、北九州を見ると、10を越える数字を示していて、そこはまさに東京と北九州の産業、製造業の違いというものが出ています。今例えば自治体ごとにCO₂排出量の削減を考えていくときには、例えば北九州だとその10幾つかからはじめる、東京だと4.9からはじめるというようなことになってしまっています。我々の中では、やはりそうでなくて、将来的にはその直接的な排出量だけではなくて、そういう例えば都市が使っている製品に伴うCO₂排出量というものはある程度考えて対策を行わなければならないというような形を議論しているのですが、今そういうふうな形でその都市の外で排出されたものがカウントされているのは電力だけになっていて、それ以外の製品やものというのに伴う製造や廃棄に伴うCO₂排出量というのはカウントされていないです。

将来的にはその都市におけるCO₂排出量というような考え方がたぶん二つ、これはあくまでも私の考えなのですが、2種類の見せ方をしていかなければいけないだろうと思っています。直接的な排出量とそういう都市が使ったもの、全部含めた排出量というような形で両方を見ながらきちんと温暖化対策を行っていくことがたぶん大事なのであろうというふうに思っています。

将来的にその都市がどんどん温暖化対策をしていくと、そういう産業が衰退していくのではないかとこのことに関しては、そこについて私も結論に至っていないところではあるのですが、やはり産業

の問題は、その産業が CO₂ を減らすという考え方だけではなくて、産業から出てきた製品を利用者が使っているの、利用者の視点から産業だけで減らしてくださいというのではない考え方をしていかなければならないのではないかと思います。

西岡 秀三（国立環境研究所 プロジェクトリーダー）

まずプロジェクト自身では一番最初にこの海外との関係と考えるかという論議は必要にしましたが、今回は今の、もちろん産業構造いずれにしてもは変わるわけですから、いずれにしても重化学産業からサービス産業へ変わるといった産業構造自身の変化はまず見込んであります。その中で、どうそのサービス事業を満足していくかというフレームでやっています。ですから、まずその産業構造が変わっていくときに外とのつながりはどうするかについては、まだ十分に全体のモデルをまわして検討していないという状況ですが、今のところは再度申し上げますけれども、当然起こりうるような産業構造の変化は一応想定して、やっていると云えます。そしてその中に海外という点も多分入っていると思います。その中での論議を都市にしても交通にしてもやってというのを考えています。

藤野 純一

来年度から日本の低炭素社会の経験蓄積をアジアのほうに展開していこうというようなことを狙っているのですが、アジアのほうの産業もどういうふうになるかということも含めて、今まで日本の低炭素社会を考えていましたが、今後アジア全体だったり、世界全体かもしれませんが、分野を広げていってかなり野心的にはなりうるのですが、そちらのほうも何とか検討したいと思いますので、ぜひ今後もお付き合いいただければと思います。

Shobhakar Dhakal（国立環境研究所）

ありがとうございます。荒巻先生、素晴らしい発表をいただきました。ありがとうございました。幾つかの質問ということになるかもしれませんが、コンパクトシティに関して、その有効性についてです。建築デザイン分野の友人が言っていたのは、コンパクトシティというのは非常に密集しているということで、この建物が密集しているということでより再生可能な天然光とか自然光、あるいは自然の風力などを利用するということになりますと、それはコンパクトということによってかなり損になってしまうことになるのです。コンパクトを実現すると交通分野では役に立つかもしれませんが、建物ということに関してはこのような再生可能なものをうまく使いこなせないということになってしまいます。ということは、冷暖房における有効性というのも損なわれるということなのですが。

荒巻 俊也

質問ありがとうございました。都市の高密度化というのを示しましたが、その中で、今回は地域熱供給ということだけを評価しておりまして、今話が出てきたような、建物に関する対策といったものの評価まではできておりません。実は、その部分は多分大きいだろうとは思っていますが、実際にどれぐらいかということまでは言える段階にはないというのが状況です。

今回その都市のコンパクト化という中央密集シナリオというように見せたのですが、そこでもうひとつ重要だったのは、その単純に人が集まるだけではなく、きちんと業務施設等まで集まってくることです。いろいろなものが混在してくると、そこでは住宅だけではなくて、業務、さまざまに施設が集まってくることになるのですが、交通だけではなくて、熱を利用する地域熱供給においてかなりのメリットが出てくることがございますので、実はそのコンパクトと言ったときに、単に人が集まってくるだけではなくて、そういうミックスを考えるということが多分重要だろうと思っています。

第二部

アジアにおける 低炭素社会に向けた取り組み

Part II "Activities toward Low-Carbon Societies in Asia"



Prof. Lee Der-Horng



Prof. Fwa Tien Fang



Mr. Sunil Dhingra



Prof. Mizan R. Khan



Dasho Paljor J. Dorji

シンガポールにおける持続可能な交通システムへの取り組み - Sustainable Transportation Challenge in Singapore -

Lee Der-Horng (National University of Singapore, Singapore)

Good afternoon, ladies and gentlemen. My name is Der-Horng Lee and I am from Singapore, the National University of Singapore. It is my honor to be here to give you the updates about the sustainable challenges that we are facing, or that we have been facing in Singapore.

Actually, before I start my presentation, I always feel it is very difficult to give the first presentation right after your lunch break because it is a very good time for you to take a nap, right? But if somehow unfortunately you fall into a sleep, please do not snore because you may disturb your neighbors who they maybe sleeping as well, but which is good on the other hand because if I say something wrong, you may not even notice that.

That is some images from the early 1970s taken from Singapore and that was not too long after the independence. I believe many of you, perhaps, have the experiences either doing business or to travel into Singapore and you may be impressed by Singapore in terms of the city development; a modern city with some very clean and very orderly transportation, very efficient transportation system and so on and so forth. That is what we have to date. Actually when I show these two slides in my lectures back in the university, my student said, "Prof., we feel that something is wrong." Then I further ask them, "Is there anything wrong with the picture?" They say, "Well, you see in the early 1970s, it is so obvious that people are actually taking the bus. They are actually waiting at the bus stop. However, on the other hand, this one, basically no one is waiting at the bus stop."

So that is the issue number one. I think we are facing the challenge about how to encourage people in Singapore to use our public transportation system and when people talk about the transportation about Singapore and then very often golden question will pop out. Singapore was the first one, the first country in the world who implemented the electronic road pricing system. I think London was number two, and Singapore has been very famous either from the good side or the bad side. If you want to drive in Singapore, before you do that, you will have to pay and before you like to own a vehicle in Singapore, then you will have to pay. And it is not just a little, it could be some very handsome amount of the money.

A very quick update about Singapore. Based on the statistics at the end of 2008, the population in Singapore was about 4.8 million. Compared with any other country in the world, this figure may not be that significant. However – because I do not have the time to go through the historical statistics that we have in Singapore – but in Singapore at the end of 2006 or 2007 and from there to the end of 2008, the population actually increased 350,000. That is a very significant amount of people that we are talking about and it is the government – I mean the Singapore government's policy to have population to be increased.

The first target is 5.5 million. Then further on, if possible, if we are still able to accommodate more people to live and to work in Singapore, then ultimately, eventually we would like to have maybe roughly 6.3 million or 6.5 million people.

The population can be increased but not our land size. Our land size is now roughly about 700 square kilometers. The population density is like this: 6788 persons per square kilometer. This is our gross national income per capita, and it is roughly about US\$32,000 compared with Japan

that is US\$37,000 based on the World Bank statistics.

When we come to our land transport, the vehicle population at the moment is nearly 900,000. Again, this is not a very significant figure. However, unfortunately – I use the term unfortunately – in the past maybe about 10 years, our vehicle population actually increased 40%. Out of this almost 900,000, we have about 480,000 passenger cars and those 480,000 passenger cars, they are the number one target that the government in Singapore is trying to regulate and to manage. So in average, compared with the 4.8 million persons, averagely speaking, every 10 persons in Singapore, they have a car. We have about slightly more than 24,000 taxis and almost 15,000 buses including the public buses and the private buses. Our expressway is 153 kilometers. So directional speaking, in terms of the total mileage, it is about 300 kilometers. We have the MRT or, if you like you can call it the subway, and that is the mileage that we have and now we have 66 stations and according to our ministers announcements in the parliament yesterday, we will be getting another five more stations by this coming May. Other than the MRT, we also have the LRT. So the idea was you live in the very condensed, collective style of the housing – locally we call it as the HDB – and hopefully you have the LRT station nearby. The LRT station will bring you to the MRT station then the MRT – from there you take the MRT that will bring you into the downtown in which you can work and you can shop.

So ultimately we are trying to achieve, the so-called seamless transportation environment. So that is some very quick update about the transportation situation in Singapore. The vehicle populations, as I mentioned in the past 10 years, the total vehicle populations including our passenger cars increased more than 40%. This kind of increase compared with other countries may not be a big deal. However, later on, if you understand the way we manage our vehicle populations, and under this kind of policy measurements, and yet we are still getting more than 40% of increase, then this is actually triggering a very dangerous or very critical message to the government, to the regulator, or even to the general public. Perhaps something is going wrong.

With the increased traffic – and this bar chart is actually from our land transport authorities so it is the government statistics – according to the government statistics, our traffic conditions at the expressways and at the local street arterial roads, in terms of the average speed during the peak hours, actually they did not change too much in the past years. In terms of the travel demand, the travel demand, because of the increased population, so obviously no doubt, the travel demand would be increasing. That is very obvious. However, very important things that we look into this travel demand, how many of them are actually taking our public transportation? Because in Singapore, what we emphasize is not low-density development. Just now I had a chit-chat with Dr. Nishioka, and in Singapore what we emphasize is high density. High density, but we want to make Singapore as a livable city.

So that is something very different, which means the agenda, the games that we are facing in Singapore is a different game than the other parts of the world. In Singapore, the public transportation in terms of the mode share is less than 60%. Actually it is only slightly more than 55% compared with Hong Kong. Hong Kong, the population is 7 million plus, and in terms of the mode share of the public transportation, it is more than 90%. So based on our experiences or the lessons that we have learned, in Singapore we control the vehicle ownership as well as the vehicle usage and the environmental concern is definitely one of the things.

Then the vehicle ownership control. To own a vehicle in Singapore, you have to pay money, not just the money you pay to the car dealership to get a car but other than that, you need to pay all kinds of the levies and the taxes such as the import duty, at the moment it is 100% of the OMV

and additional registration fee which is – sorry, the import duty is now 40% of the OMV and the additional registration fee is 100% of the OMV. So these two add up together is easily 140%, another 140% of your car price, and we use the annual road tax and we use the COE. The COE is a fairly – how should I put this? – innovative policy which means even if you are able to fork out the money from your pocket to buy the car but you have to get – you have to pay additional money for the government before you can operate this vehicle in Singapore.

And the COE is only valid for 10 years and it is compulsory. It is possible you can have a Rolls Royce in your living room but if that car does not have the COE then you cannot drive this car. So the number of the COE is being fixed by the government and from where it came from another system called the Vehicle Quota System (VQS). At the end of the 10 years, you can choose to renew your COE which means you can choose to renew the COE in order you can drive the car and the COE is basically an open bidding system. It was closed bidding and now has changed to the open bidding system and it basically depends on the type of the vehicle, so that you can bid for the COE. During the highest before the – in 1996 I think – the highest the COE price in Singapore was 110,000 Singapore dollars; translated into Japanese yen according to the current exchange rate is ¥6.6 million for that one single paper. Now, because the economic downturns and the recession, and in the past few months the COE price in Singapore has been kept at a very, very low level. There was on time not too long ago – less than two months ago, it was two dollars and then followed by another 200 dollars and then now it is only about few hundred or few thousand dollars, it depends on the type of the vehicle that you are talking about.

The annual vehicle population gross rate has been fixed at the 3%, but last year, because we noticed that the car population in Singapore is actually still increasing, so the government made the decision to cut the vehicle gross rates from 3% to 1.5%. Just yesterday, the minister also announced that the COE quarter, which means the number of the vehicles that we can allow to register so that they can appear on the road will be cut for another 24%. So that is some updates. I will just skip that.

The COE and our Vehicle Quota System, the problem is the expectation – I try not to say speculation – because in terms of the effectiveness, it can be limited because of the concerns here. On one hand, to own the vehicle we control; on the other hand, even after you buy the vehicle, it does not mean you can just operate the vehicle. You will still have to pay, and how? Road pricing, the parking fee, the fuel tax and inspection fees and the other expenses that you will need to come from your pockets for you maintain and to operate this vehicle.

In terms of the vehicle usage control, the main column, the main weapon is the road pricing, which Singapore has been very famous for. The road pricing was a manual system since 1975, the so-called area licensing scheme. It was a manual system and basically in our CBD, central business district. But in 1998, the manual system has been converted into an automatic system, which is the ERP that we have today, electronic road pricing, and electronic road pricings – so the vehicle will need to install the in-vehicle unit and they will put in the cash card, so that once they pass the gantries, you pay so that you can use the road.

In terms of the number of the gantries, we started from 33 gantries and in October 2005, we have 48 and now at this moment, we have more.

In terms of the number of the gantries at this moment but only 73 are being operated and the government is also putting in a lot of new gantries but they have not turned it down. The infrastructure is there and they are watching the traffic, so if the traffic is getting worse, they will just turn on the button and that start in the toll or get the users to pay.

The ERP in terms of the charges, the government will set up the ERP rate and based on the

operating speed or based on the average speed on expressway or at the local street, the government will determine when to increase and when to decrease. To take one example, if there is an ERP gantry, but during the ERP operation, if the average speed is higher than 65 kilometers per hour then next time, it is possible for the government to decrease the ERP charges but it was only until 2007. Starting from 2008 and nowadays, we are still having the ERP but the road gross has been slowed down, but the vehicle population is still increasing, actually not gradually, 40% is a very significant figure. Many drivers are not really satisfied, they are not satisfied by the traffic conditions even though we have the ERP. So the ERP must change. So the propose to change is basically to make the ERP to be more expensive but cannot be too expensive. If ERP is so expensive, say, instead of asking you to pay three Singapore dollars, I asked you to pay 30 Singapore dollars, then you may feel it is too much for me to afford and the people will complain and it can risk the political price.

So we find the way that we measure the traffic speed. I think I will just skip this because it is a bit more technical and in terms of the environmental concern, do we have the concern on the environment? Yes, so that is why many years ago in the 1970s, even in the 1980s, Singapore was the pioneer who encouraged their commuters to use the car pools but nowadays, the government basically is not encouraging but they are also not discouraging people to do the car pool but there is no incentive for them.

Park-and-ride systems, even for the small country, we still have the park-and-ride but based on our survey, the utilization rate is very low because they do not see the marginal benefit. Other alternatives; one of my good friends is Prof.Knoflachner and he has a slide and he showed that people has the desire to own a vehicle and it is not just a start. Everyone has a built-in microchip which is the car deep in your brain, so in order to satisfy the general public's desire to own the vehicle, in Singapore we have the so-called weekend car and off-peak car, which means you pay a comparatively cheaper price so that you can own the vehicle, but in terms of the usage, you can only use the car during the off-peak hours or during the weekend or during the public holidays. So that is the weekend car or off-peak car.

We also have the car sharing and Honda Motors, they have the car sharing scheme, but at the end of the 2007, they terminated this. Few other car sharing companies in Singapore, they have also closed down.

So what I am trying to say is in Singapore the challenges that we are facing; number one, is COE actually working? Because we seem to be more relaxed to allow the general public to own the vehicle. But if this kind of shifting, which means the increase of the car population and they are only relying on the vehicle usage or maybe not only in relying or mostly relying on the vehicle usage, which means asking them to pay for the road pricing, is this an effective way? And in the public sector, public transportation, we still need the further improvement. The COE seems not really working according to our expectations because from 2005 to 2008, and because of many more complicated reasons, the vehicle increase does not really follow the 3%. Actually, that is almost even 9% and the reason is we recycle some of the unused COE.

And the road pricing also some certain limitations; basically, they are all centered around the so-called uncertainty. How much should you charge to the drivers? Number two, how will people react? If you charge too low and it will be conducive. If you charge it too high but after a while maybe they will adjust themselves so again it become not so effective. So there is a huge challenge in front of Singapore if we tend to rely on the so-called usage-based vehicle control policy.

In terms of the global trend, the efforts to increase the so-called sustainability in the area of transportation is to promote the public transportation and in Singapore, it is a especially

important. But based on the most recent survey that we did together with local newspaper, the general public's concerns for our bus service, they say the waiting time is too long. For our MRT service or the subway, they say it is too crowded. The transfer between the different public transportation system, say, to transfer from LRT to MRT, MRT to bus or bus back to MRT and then bus back to the LRT, it is not that so-called seamless; the connectivity basically is kind of missing in terms of the infrastructure, in terms of the arrangement. Our transport minister, he also admitted this particular point last year in the parliament debate.

Even though we have achieved some notable success in our land transport management by applying some very unique policy measurements but the challenges are still facing us, are still in front of us. So with this, I conclude my presentation and I hope to interact with you more later in our panel discussion. Thank you very much.

みなさま、こんにちは。私は、シンガポール国立大学の Der-Horng Lee と申します。今回このように、シンガポールが現在おこなっている、あるいはこれまでおこなってきた持続可能な取り組みの最新状況について報告する機会を与えていただき、光栄に存じます。

さて、講演を始める前にひと言申し上げたいのですが、午後のセッションの先陣を切るとするのは非常にやりにくいことだと常々感じておりまして、と申しますのも、昼食をいただいた後は誰も心地よい眠気に誘われるものだからです。そこでお願いです。不運にも眠りに落ちてしまわれた場合は、周りの方々へのご迷惑ともなりますので、いびきにだけはお気をつけください。周りの方々も眠ってしまわれているかもしれませんが、それはそれで私にとっては幸運なことです。万一、間違ったことを言ってしまうても気づかれずに済むかもしれませんから。

これは、70 年代初頭、独立から間もない頃のシンガポールの写真です。みなさまの多くが、これまでもお仕事や旅行でシンガポールを訪れた経験をお持ちだと思いますが、都市開発という観点から、つまり、清潔かつ規則正しく運行されている各交通機関や効率性の高い交通システムなどが整備された近代都市としてのシンガポールに、驚きを覚えられたのではないのでしょうか。シンガポールはこうした交通システムをすでに達成しているのです。実際、この 2 枚のスライドを大学の講義で学生たちに見せたところ、彼らの反応は、「先生、なにかおかしい感じがします」というものでした。そこで、どこがおかしいのか尋ねてみました。すると、70 年代初めには人々は明らかにバスを利用して、実際に停留所でバスを待っている人たちがいるけれども、もう 1 枚の写真では停留所に人がまったくいない、という答えが返ってきました。

最大の問題はここにあります。シンガポールで我々が直面している課題は、人々にいかに公共交通機関を使ってもらうようにするかということなのです。シンガポールの交通に関する議論でほとんど必ずと言っていいほど登場する話があります。シンガポールは、道路料金自動徴収システムを世界で初めて導入した国であるということです。ロンドンは二番目だったと思います。シンガポールはいい面でも悪い面でもよく話題にのびります。この国で車を運転しようとするとき、運転をする前にお金の支払いが発生します。車を保有するにもお金がかかります。しかも少額ではありません。相当の金額がかかる場合もあります。

シンガポールの最新状況について手短にご説明申し上げます。2008 年末現在の統計によりますと、シンガポールの人口は約 480 万人です。世界のほかの国々と比較すると、この数字はそれほどびっくりするものではないかもしれません。しかし、過去の統計を詳しく説明している時間はないので省略しますが、2006 年末から、あるいは 2007 年末かもしれませんが、2008 年末までの間に、人口は 35 万人も増えているのです。これは非常に大きな数字です。しかも、政府が率先して政策によって人口を増やそうとしているのです。

当面の目標は 550 万人です。そして、これから先、もしシンガポールに住んで働く人をさらに受け入れる余裕がまだ残っていれば、最終的には 630 万～650 万人を目指しています。

しかし、人口は増やせても国土を広げることはできません。現在、シンガポールの面積は約 700 平

方キロメートルです。そして、こちらに示す通り、人口密度は1平方キロメートル当たり6788人です。こちらにあるのは1人当たりの国民総所得ですが、世界銀行の統計では日本は3万7000米ドルですが、シンガポールは3万2000米ドルです。

さて、陸上輸送に話を移しますと、現在、車両台数は90万台近くあります。これも特に驚くような数字ではありません。しかし「残念ながら」という言葉を使わなければならないのがまさに残念なのですが、ここ約10年の増加率は40%という高い数値を示しています。このうち約48万台は乗用車で、シンガポール政府が規制・管理の対象にしようとして一番力を入れているのがこれらの乗用車です。人口は480万人ですから、平均すると、シンガポールでの自動車の保有率は10人に1台という割合になります。さらに、タクシーが2万4000台強、バスは公営・民営を合わせて約1万5,000台あります。高速道路は全長153キロメートルです。これは片道の距離ですから、往復で約300キロメートルとなります。また、MRT (Mass Rapid Transit : 大量輸送システム)、これは地下鉄と同義とみなしてもらってかまいませんが、MRTの全長はこちらになります。駅の数66で、昨日の議会での大臣の発表によりますと、今年の5月までに新たに5つの駅が完成する予定だそうです。シンガポールにはMRTのほかにもLRT (Light Rail Transit : 新交通システム)があります。考え方はこうです。HDBと呼ばれる非常に密集した集合住宅に暮らし、近くにLRTの駅があれば、LRTに乗ってMRTの駅まで行き、そこからMRTに乗り換えれば、オフィスやお店のある市街地に行けます。

つまり、シンガポールは、いわゆるシームレスな輸送環境を実現させようとしているのです。以上、シンガポールの最新の交通状況について簡単に説明させていただきました。

先にも述べましたが、ここ10年で、乗用車を含む車両台数は40%以上増加しました。ほかの国に比べればたいした数字ではないかもしれませんが、これからお話ししますが、シンガポールでは車両台数を厳しく管理しています。それにもかかわらず40%以上増加しているということは、政府にとっても当局にとっても、そして国民にとっても、非常に危険な、危機的な状況です。なにかが狂い始めているのかもしれませんが。

この棒グラフは陸上運輸当局が作成したものですので、事実上政府の統計になるわけですが、この政府の統計を見ますと、交通量が増えているにもかかわらず、高速道路や幹線道路の交通状況は、ピーク時間帯の平均時速で考えた場合、実はそんなに変化していません。交通需要は、人口増加を考えれば当然の話ですが、増加の傾向にあります。しかし、この交通需要を詳しく見ていくと、非常に重大な問題にぶつかります。はたして、このうちのどのぐらいの割合の人間が実際に公共交通機関を利用しているのでしょうか。シンガポールが重要視しているのは低密度開発ではありません。つい先ほど西岡先生 (Dr. Nishioka) とお話ししていたのですが、我々が重要視しているのは高密度開発です。高密度とはいえ、目指しているのは居住に適した国づくりです。

つまり、シンガポールが直面している問題はほかの国々とはまったく違う質のものなのです。シンガポールでは交通分担における公共交通機関の割合は60%にも達しません。さらに具体的に申し上げれば、55%をちょっと上回る程度です。一方、700万人強の人口を抱える香港では、この割合は90%を超えています。我々の経験やこれまでに学んだ教訓に基づいて、シンガポールでは車両保有や車両利用を規制の対象としており、環境問題もその一環として強く認識されています。

次に車両保有規制についてお話しします。シンガポールでは、車両を保有する際、ディーラーへの購入代金以外に、輸入税などのあらゆる税金を支払わなければならない、現在、その率は公開市場価格 (OMV) の100%に相当します。それに追加登録料もかかります。そして、輸入税がOMVの40%で、追加登録料はOMVの100%です。したがって、このふたつを合わせると軽く140%になります。つまり、自動車の購入代金以外にさらにその140%の支出があるのです。ほかにも毎年道路税が課税され、COEと呼ばれる車両購入権の制度もあります。COEはなかなか、なんと申しますか、革新的な政策で、車を購入するお金をどうにか捻出できたとしても、その車をシンガポールで実際に運転するには、その前に政府に対する追加の支払いをしなければならないのです。

そしてCOEの有効期限はたったの10年で、しかも強制です。ロールス・ロイスを自宅の居間に飾ることはできても、COEがなければ運転することはできません。また、COEの発行部数は政府によ

って決められていて、車両割当制度（VQS）という別の制度も実施されています。10年経過した時点で、自動車保有者は、運転を続けるために COE を更新するかどうかを選択できます。COE は基本的には公開入札制度です。以前は非公開入札でしたが、今は公開入札で、誰でも COE に入札できるように、基本的には車種毎におこなわれます。最高値は、確か 1996 年だったと思いますが、シンガポールでの COE は 11 万シンガポールドルという値段をつけたことがあります。これを現在のレートで日本円に換算しますと、たった 1 枚の紙に 660 万円という値段がついたということになります。しかし今は、景気後退という状況もあり、COE 価格はここ数ヶ月極めて低いレベルで推移しています。実際、ちょっと前、ここ 2 ヶ月の話ですが、一度だけ 2 ドルまで下落したことがあります。その直後の入札で 200 ドルまで戻し、今は、車種によって異なりますが、数百ドルから数千ドルの範囲となっています。

現在、年間車両増加率は 3%で落ち着いていますが、昨年、シンガポールでの自動車台数が実際は依然として増加傾向にあることがわかり、政府は車両増加率を 3%から 1.5%に抑える決定をおこないました。そして昨日、担当大臣が、COE 割当、すなわち登録して運転できる車両の台数をさらに 24%削減することを発表しました。これが最新の状況です。ここでは詳しい説明は省略させていただきます。

COE と VQS に関して申し上げれば、問題は「期待感」です。あえて「憶測」という言葉は使いません。さて、「問題」と申しますのは、有効性という点では、このようにさまざまな不安材料があるため、限定的になる可能性があるからです。まず、車両保有の規制があります。そしてさらに、車両を購入したからといってすぐに運転できるわけではないという事実があります。道路通行料金（ロードプライシング）、駐車料金、燃料税、検査料金、車両を維持運行するためのその他費用の支払いがあり、そのお金を自分の財布から捻出しなければならないのです。

車両利用規制における主な柱、主な武器はロードプライシング制度です。シンガポールのこの制度はみなさんもよくご存知だと思います。これは 1975 年に導入された制度で、主に中心業務地区を対象とした、いわゆる区域通行許可制度です。そして 1998 年に、有人式から自動システムに切り替わりました。現在の道路料金自動徴収システム（ERP）です。自動徴収システムですので、車両には車両搭載装置を設置してキャッシュカードをセットしなければなりません。道路利用時に、ガントリーを通過する度に料金が引き落とされる仕組みになっています。

ガントリーはまず 33 ヶ所に設置され、2005 年 10 月時点で 48 ヶ所を数え、そして現在、設置個所はさらに増えています。

設置数についてはこのような数字となっていますが、実際に稼働しているのはたったの 73 ヶ所です。政府は新たなガントリーの設置を続けていますが、稼働はさせていません。つまり、インフラは整っているわけです。交通状況を監視し、状況が悪化すればこれらを稼働させて、利用者から料金を徴収するのです。

ERP 料金に話を移しますと、政府が ERP 料金を設定して、車の速度や、高速道路や一般道路での平均速度に基づいて料金の調整をおこなっています。たとえば、ひとつの ERP ガントリーで、ERP 運用中に平均時速が 65 キロメートルを超えた場合、政府は ERP 料金を引き下げることができます。しかし、これも 2007 年までの話で、2008 年以降、ERP は今も運用中ですが、道路収入は停滞してきています。一方で車両台数は増えているのです。徐々にではありません。40%というとても大きな数字です。多くのドライバーが現状にあまり満足していません。ERP という制度があるにもかかわらず、交通状況が改善されていないことに不満を覚えているのです。つまり、ERP は変革の時期を迎えているのです。基本的には料金引き上げという話になりますが、引き上げ幅をあまり大きくもできません。料金が高すぎると、たとえば 3 シンガポールドルではなく 30 シンガポールドルとしてみますと、道路利用者は負担に感じてしまい、人々から不満の声があがるでしょう。これは政治家たちにとっては政治生命の危機となりかねません。

いずれにしても、走行速度を計測する方法は確立されています。しかし、やや技術的な内容になるため、ここでは省略させていただきます。環境問題についてですが、環境への懸念があるかという点、

はい、ありますね。今を遡ること数十年前、シンガポールでは 1970 年代にはすでに、1980 年代においても、世界に先駆けて通勤者たちにカープールを利用するように奨励していました。しかし現在では、政府は基本的にはそのような奨励はおこなっていません。かといって、カープールに消極的になっているわけでもありません。ただ、そのためのインセンティブがないのです。

パーク・アンド・ライドシステムについてですが、シンガポールのように小さな国でもパーク・アンド・ライドを導入しています。しかし、我々の調査によりますと、利用率は非常に低いです。その理由として、限界便益が見出せないことが挙げられます。代替案としましては、私の親友のひとりである Prof. Knoflacher が 1 枚のスライドを見せてくれたのですが、そこには、人は誰も車を所有したいという願望があるということが示されておりまして、これは単なる出発点ではありませんでした。人の脳には、まるで内蔵型マイクロチップのように、潜在意識としての「車」が存在しているのです。そこで、シンガポールでは国民のこのような願望を満たすため、いわゆる週末車およびオフピーク車を導入しています。つまり、人々は比較的安い料金で車を保有でき、その利用はオフピーク時または週末や祝祭日に限定するというシステムです。それが、週末車、そしてオフピーク車です。

また、カーシェアリングというシステムも導入しておりまして、ホンダ・モーターズがその事業をおこなっていましたが、2007 年末に撤退しました。ほかにも数社事業をおこなっている会社がありましたが、いずれも撤退しています。

そこで、私がなにを申し上げたいのかと申しますと、シンガポールで我々が直面している問題の第一に、「COE は実際のところ効果があるのか」ということがあります。国民に自由に車両を保有させたほうが楽なのではないかということです。しかし、実際にこれをおこなってしまうと自動車台数が増え、人々は車にのみ頼ることになります。もしかしたら「のみ」ということではなく、「ほぼ」ということになるかもしれませんが、いずれにしても、彼らに対して道路通行料金を払えというのが、はたして効果的な方法と言えるのでしょうか。公共部門においては、公共交通機関はさらなる改善が必要です。我々の「期待感」から申し上げますと、COE はあまり効果的ではないと思われます。2005 年から 2008 年までの間に、ほかにもいろいろな理由が複雑に絡み合ってはおりますが、台数増加は 3%のラインにとどまらず、むしろ約 9%という数字になっています。これは、眠っていた COE の一部が再利用されているためです。

そして、ロードプライシングにもある程度の限界があります。その根幹に、基本的に、「不確実性」があるからです。ドライバーに課す料金はいくらぐらいが妥当なのか。そして、提示される金額で人々は納得するのか。非常に低いレベルに設定すれば、国民は喜ぶでしょう。料金を非常に高く設定すれば、いずれ自然と調整がおこなわれて、その効果を消失します。つまり、いわゆる「利用頻度」に応じた車両規制方針に依存しがちになると、我々の前には大きな問題が立ちはだかるのです。

世界的な傾向を見ますと、交通という分野においていわゆる持続可能性を向上させるために、公共交通機関の利用促進がおこなわれています。シンガポールにとってもこの点は特に重要です。しかし、地元新聞社の協力を得ておこなった最新の調査によりますと、国民の公共バスサービスに対する不満は、待ち時間が長すぎるというものでした。また、MRT や地下鉄については混雑の問題が指摘されました。さらに、LRT から MRT、MRT からバス、バスから MRT あるいは LRT といった、異なる交通機関への乗り換えについても、それほど「シームレス」ではないとの意見でした。インフラや調整などの観点から考えますと、「接続性」が基本的に欠如しています。この点については、運輸大臣も昨年の議会での議論でその問題性を認めています。

シンガポールは、非常にユニークな政策を実施することで陸上運輸管理という分野でいくつかの大きな成功をおさめてきましたが、まだまだ課題は残されています。ここで私の講演を終了させていただきます。のちほど、パネルディスカッションでさらにみなさんと議論を深められたらと思います。ご静聴ありがとうございました。

Sustainable Transportation Challenge in Singapore

Der-Horng Lee
National University of Singapore

1

Early 70s'...

2

Now...

3

Singapore

In 2008:

- Population: 4.8million
- Area: 707.1 km²
- Population Density: 6,788 person/km²
- Gross National Income per capita: US\$ 32,470 (Japan US\$ 37,670; World Bank 2007)

4

Land Transport

In 2008

- Vehicle Population: 894,682
 - Private Cars: 476,634
 - Other Cars: 73,821
 - Taxi: 24,300
 - Buses: 14,976
 - Goods & Other Vehicles: 142,966
 - Motorcycles: 145,288
- Expressways: 153km
- Mass Rapid Transit (MRT): 109.4km, 66 stations
- Light Rapid Transit (LRT): 28.8km, 33 stations

Land Transport Authority

5

Land Transport

Vehicle Population

Year	Private cars (thousand)	All motor vehicles (thousand)
2000	350	650
2001	380	680
2002	400	700
2003	420	720
2004	440	740
2005	460	760
2006	480	780
2007	452	851
2008	476	894

6

Land Transport

Traffic Flow

Year	Expressways (km/h)	Arterial Roads (km/h)
03/04	64.2	24.4
04/05	62.7	26.1
05/06	63.0	27.2
06/07	61.6	27.1
07/08	62.4	26.9

Traffic flow: Average speed during peak hours (0630-0900-0930-1200)

7

Land Transport

Travel Demand Growth

Average annual kilometers travelled per private car

Private sector

Public sector

8.9 mil (2007) → 14.3 mil (2020)

No. of Daily journeys

8

Singapore's experiences

- Strictly control on both **vehicle ownership** and **vehicle usage**.
- Environmental concern in land transport.

9

Vehicle ownership control

- Combination of Fiscal and Market-based Measures;
- To own a vehicle in Singapore...

Cost=OMV+ID+GST+RF+ARF+COE+ART

OMV: Open Market Value; **ID:** Import Duty;
GST: Good and Service Tax; **RF:** Registration Fee;
ARF: Additional Registration Fee; **COE:** Certificate Of Entitlement;
ART: Annual Road Tax.



10

COE and VQS

Certificate of Entitlement (COE):

- COE is compulsory and valid for 10 years;
- COEs are divided into several (7, 1990-1999; 5, 1999-now) categories;
- The number of COEs is fixed by government; while the price is determined by the market. (i.e., Vehicle Quota System (VQS));**
- De-registering before the 10 year period, the car owner can get a COE rebate based on the length of unused time;
- On expiration, owner may bid for another COE (10 years or 5 years).

11

COE and VQS (cont'd)

- COE categories:

- 1) Small cars up to 1000cc; later became category A
- 2) Medium cars from 1001cc to 1600cc; later became category A
- 3) Big cars from 1601cc to 2000cc; later became category B
- 4) Luxury cars above 2000cc; later became category B
- 5) Goods vehicles and buses; later became category C
- 6) Motorcycle; later became category D
- 7) Open category (for use in any category); later became category E

12

COE and VQS (cont'd)

- In determining the number of cars allowed for registration, the government takes into account the prevailing traffic conditions and the number of vehicles taken off the roads permanently;
- Annual vehicle population growth rate: 3%.

13

COE and VQS (cont'd)

- From 2007, as road network expansion will reduce from 1% to 0.5% per annum over the next 15 years, vehicle population growth rate (current **3%**) will be lower to **1.5%** in quota year 2009, 2010, and 2011;
- Further adjustment will be made in the review after quota year 2011.

14

COE and VQS (cont'd)

Certificate of entitlement (COE) bidding on 20 November 2002

Category	Quota	Quota premium	Total bids received	No. of successful bids	Unused quota carried forward
Category A (Cars 1600cc and below and taxis)	1,334	\$29,008	1,942	1,328	6
Category B (Cars 1601cc and above)	663	\$28,001	879	597	66
Category D (Motorcycles)	835	\$1	676	676	159
Category C (Goods vehicles and buses)	576	\$13,789	736	567	9
Category E (Open)	1,095	\$28,005	1,445	1,094	1

15

COE and VQS (cont'd)

- One of the major problems: **Speculation**
- Limited measurements:
 - All bidders for COEs are allowed only one sealed bid each and they are also required to deposit half their bids;
 - COEs became nontransferable to prevent car dealers from hoarding COEs by getting proxies;
 - "double transfer" is limited (disallow the transfer of passenger cars within the first three months of registration) ;
 - In July 2001, Closed Bidding was replaced by Open Bidding.

16

Vehicle Usage Control

- Vehicle Ownership \neq Vehicle Usage;
- Traffic Congestion, Air Pollution, and Traffic Noise are highly correlated to Vehicle Usage.
- Singapore's vehicle usage control policy:
Road Pricing + Parking Fee + Fuel Tax + Inspection Fee + \$+\$+\$...

17

Road Pricing

- There were 2 manual road pricing schemes: Area Licensing Scheme (ALS, 1975-1998) and Road Pricing Scheme (RPS, 1995-1998);
- ALS-: Restricted Zone (RZ); RPS-: expressways;
- In 1998, these 2 schemes were transformed to an electronic scheme called Electronic Road Pricing (ERP).

18

Road Pricing in Singapore (1975-1998)



19

ALS



Restricted Zone



20

Road Pricing in Singapore (1998-2007)



21

ERP

- Components of ERP:
 - In-vehicle Unit (IU) and CashCard
 - Equipment on ERP gantry
 - Central Computer System
- ERP gantries distribution
- ERP charges and its adjustment

22

Components of ERP

- IU: Different types for different categories of vehicles - allow different road pricing charges for different categories.

Vehicle Type	Passenger Car Unit
Cars	1.0
Motorcycles	0.5
Lorries/Buses	1.5
Big Lorries/Buses	2.0

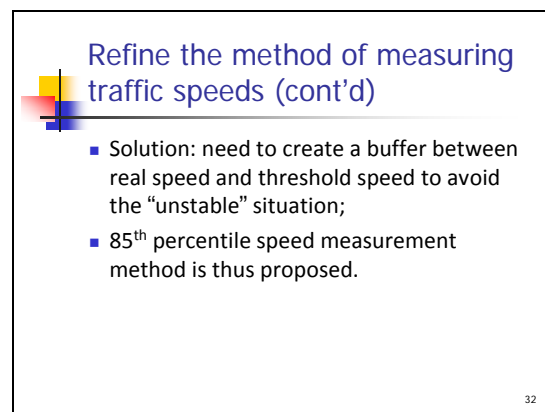
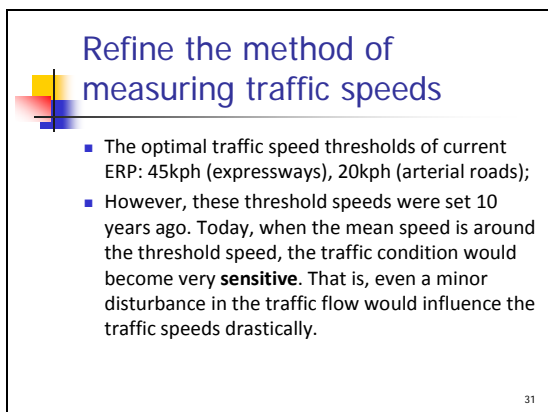
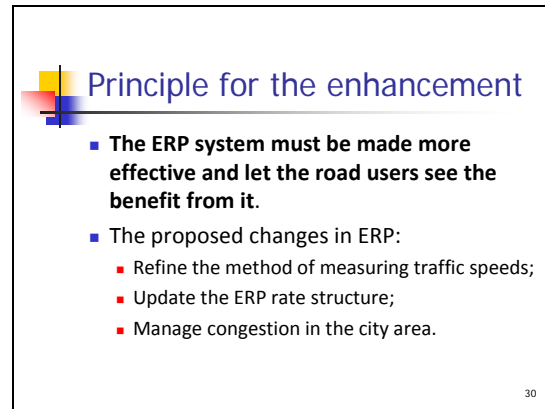
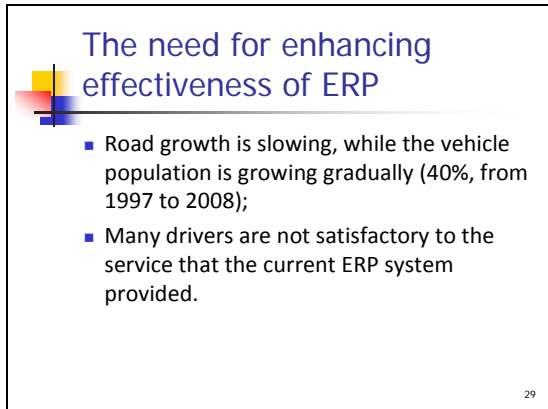
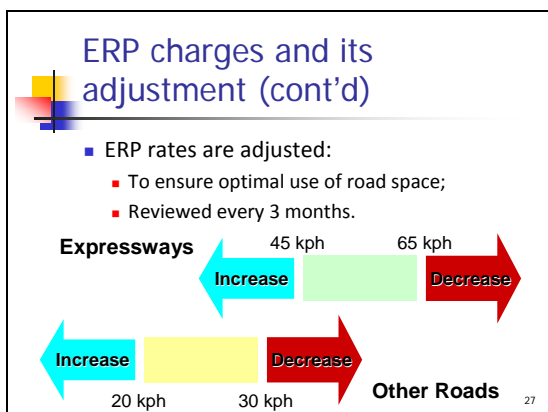
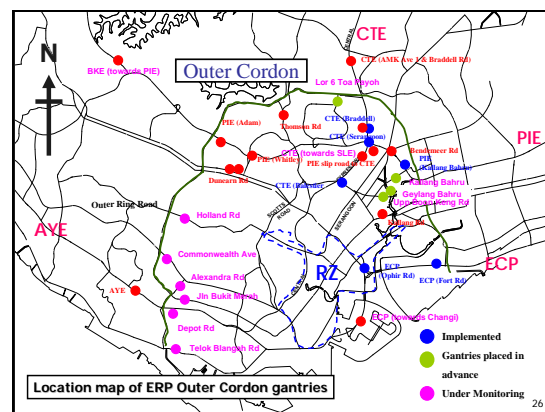
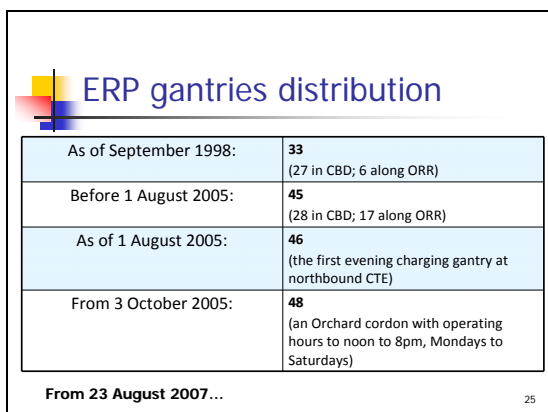
23

Components of ERP (cont'd)

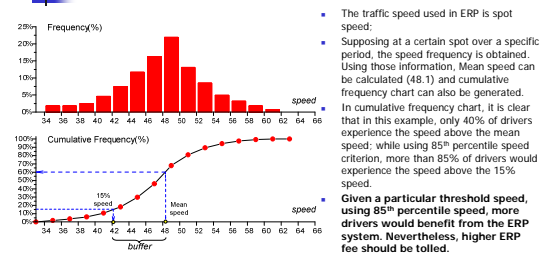
- CashCard:
 - A smart card marketed by consortium of local banks for multiple uses;
 - Top-up at Automated Teller Machines, petrol stations and other outlets;



24



Refine the method of measuring traffic speeds (cont'd)



33

Environmental concern in vehicle usage

Policies stimulate travelers to **optimize the usage of cars**, change to **public transit mode**, and **environmentally friendly power**, therefore **protect the environment in return**.

- Car pools: when ALS was initially implemented, **an passenger car carrying 3 or more passengers (excluding the driver) was exempted from the scheme**. In order to evade the charge, drivers who intended to enter RZ were encouraged to carry more people even strangers.

34

Environmental concern in vehicle usage (cont'd)

- Parking-and-Ride System: Because of the **favor of the special parking fee at the fringe car parks**, some travelers were inclined to choose the inconvenient but cheaper mode.
- Levy higher fuel tax on conventional fuel.

35

Other Alternatives

- Weekend Car and Off-Peak Car
- Car Sharing

36

Weekend Car and Off-Peak Car

Weekend Car:

- Weekend car was introduced to enable more people to own private cars for use outside congested periods;
- No quota requirement imposed on Weekend car (i.e., No COE requirement);
- To own a Weekend car, car owner only pay the prevailing quota premiums for a COE and would receive a registration rebate.

37

Weekend Car and Off-Peak Car (cont'd)

Off-Peak Car:

- Off-Peak Car was introduced in 1994 to replace Weekend Car;
- Under the conditions as Weekend Car;
- COE requirement;
- Can receive a fixed tax rebate;
- Normal cars can be converted into Off-Peak Cars.

38

Car Sharing


- Date back to 1948 in Zurich, Switzerland;
- People can directly access to the car at anytime in the carports and return the car to any port;
- Each car is charged by the time and travel distance;
- Singapore: NTUC Income (36 carports, 2007)
Honda Diracc (20 carports, 2007)

39

Challenges ahead...

- Private sector:
 - Is COE system working on plan?
 - Singapore seems to loose vehicle ownership control and shift their focus to usage-based control. Is this kind of shift appropriate?
- Public sector:
 - As an alternative mode to private cars, public transport still needs further improvements.


40



Challenges (private sector)

- Is COE system working on plan?
The annual vehicle population growth rate for COE currently is set to 3%. **However**, from 2005 to 2008, **real** annual growth rates for passenger cars ranged from 5 to 8.9 percent.
- Reason:
To determine the number of COE released each year, the authorities has to predict how many vehicles are likely to be scrapped. If the prediction is not accurate enough, COE system may not work on plan.


41



Challenges (private sector)

- Singapore seems to loose vehicle ownership control and shift their focus to usage-based control.
To own a car in Singapore has become much easier than before (the cost to own a car is cheaper). Can Singapore still maintain the smooth traffic condition merely depending on usage-based control?

42



Challenges (private sector)

- Road pricing possesses several limitations to restrain people to use their own cars:
 - Uncertainty about the right level of levies.
 - Uncertainty about the reaction lags.
- There would be a huge challenge in transport if Singapore depends too much upon usage-based control policy.


43



Challenges (public sector)

- As a worldwide trend, efforts to increase the sustainability of development patterns are being made mainly on the promotion of public transport.
- Especially for Singapore, due to its radical and steep policy to control the ownership and usage of private cars, provision of high quality public transport service is imperative.
- **However...**


44



Challenges (public sector)

- According to the latest survey by *Lianhe Zaobao* (a widely circulated newspaper in Singapore), most of the commuters are suffered by the long waiting time for the bus service and over-crowded condition for the MRT/LRT service.

45




Challenges (public sector)

And,

- “The transfers between different modes today in Singapore are not as seamless and easy as they should be.”

Speech by **MR. Raymond LIM**
MINISTER FOR TRANSPORT
18 Jan 2008

46



Challenges ahead

- Although Singapore has achieved notable success in land transport by applying several efficient and effective measures, challenges are still ahead toward a sustainable transport environment.

47

Thank you!

dhl@nus.edu.sg

48

Jiang Kejun (Energy Research Institute, China)

Thanks. I think this is the first time I hear from Singapore the traffic control. Later I will have more questions but now I just want to confirm just one. You mentioned that in the future, Singapore maybe – will think about some the new ways because you lose the control for ownership of the car. So what is the driving force for increasing of the number of cars in Singapore?

ありがとうございます。初めてシンガポールの状況を聞きました。一点確認があります。今後シンガポールは車の所有についてコントロールができなくなっているのです、新しい方法を考えると仰いましたが、シンガポールにおいて、車が増加する要因についてお聞かせ下さい。

Lee Der-Horng

Well, I think at the moment, perhaps what Singapore is kind of losing the control on the vehicle numbers, but this can be changed very easily again by policy. It is now the open bidding system. If we again change back to the closed bidding, then it is possible the COE, the license plate, in terms of the bidding price will not be this low.

What is the incentive for Singapore to have more cars? Well I will say that from the government's point of view, there is no incentive, but not to forget the car drivers are not driven by the government. The car drivers, they are driven by their desire, so it is also a very interesting phenomena. Even though the current economic situation is not that good, but in terms of the car populations, we are not seeing them decreasing. Through our most recent survey, we ask the car drivers: under the current situation, would you consider giving up driving and then use the public transportations? More than 85% of them, the answer is definitely no. Another 10%, they say may not.

So this is a very important message to this. So once someone has been used to use the private transportation or the driving, it is almost not possible for us to get him or to get her back to the public transportation.

So that is why we keep telling the government we have to take even more aggressive measurements to give the priority to our public transportation, to provide more incentive, either to the users or even to the operators because in Singapore the public transportation operators, they are the listed companies which means the government will never give them any single cent in terms of the subsidy.

So this makes the situation a little bit uneasy for the public transportation operators because they always have the reasons to increase the fare because they will just tell the government that we have to take good care our shareholders' benefit. So that is a very complicated and a bigger issue behind this.

シンガポールは現在、ある意味、車両台数をコントロールできなくなっているのではないかと思います。しかし、これも政策によって非常に簡単に変えることができます。今は公開入札制度となっておりますが、これを非公開入札に戻せば、入札価格という点では、COE、すなわちナンバープレートの金額はここまで低くはならないでしょう。

シンガポールが自動車の数を増やす上でのインセンティブは何かというご質問ですが、政府の立場からお答えしますと、インセンティブはございません。しかし、忘れてはならないのは、ドライバーたちは政府に操られているわけではないということです。彼らは、自らの願望に従って動いているのです。これは非常に興味深い現象です。現時点で経済状況は必ずしもよくはありませんが、車両台数

に関して申し上げますと、減少はしていません。我々の最新の調査で、ドライバーたちに、現在のこのような状況で自家用車をあきらめて公共交通機関を利用するかという質問をしましたところ、85%を超える人がその考えは一切ないと答えました。また、10%が、利用しないかもしれないという回答でした。

これはひとつの重要なメッセージを示しています。つまり、自家用車を利用したり、それを運転したりすることに慣れてしまった人間に、ふたたび公共交通機関を利用してもらうようにすることはほとんど不可能に近いということです。

そのために、我々は政府に対して、今よりもさらに積極的な対策をとるように訴えているのです。ひとつは、公共交通機関を優先的に利用してもらうようにするための対策です。そしてもうひとつは、利用者、あるいは運営会社にもさらなるインセンティブを与えることです。運営会社にも、と申しましたのは、シンガポールでは公共交通機関は上場企業によって運営されておりまして、これらの企業に対して政府からの助成金は一切支払われていないからです。

こうしたことから、公共交通機関を運営する会社にとって状況はあまり好ましくなく、運賃を引き上げる動機は常に存在するのです。株主の利益を守るためだと政府に訴えればいいわけです。つまり、背景には非常に複雑で大きな問題があるのです。

アジアにおける低炭素都市への取り組み - Challenge of Low-Carbon City in Asia -

Fwa Tien Fang (National University of Singapore, Singapore)

Good afternoon, ladies and gentlemen. It is my pleasure here to present my views on challenge of low-carbon city in Asia. This topic – or the title rather should be interpreted to mean challenges to Asian cities on their way to becoming a low-carbon city. So I will be trying to identify the challenges in that regard.

Well if you look at this chart, you will see that among the top 10 CO₂ emission nations in the world, there are four from Asia and then you look further down – actually I did a little sum to add up the total contribution from the 10 smaller Asian countries and we find that they are not far behind. So Asian countries have a big role to play in this CO₂ reduction effort and it is in the interest of Asian nations to do so because we are already experiencing the consequences of climate change. It is appropriate for us to look at this type of challenges facing us today.

Well, I would like to say that many Asian cities today are already experiencing this backlash from climate change. I have listed a few here: number one, the coastal land loss and probably some coastal cities will be affected as well. Well, just look around, Singapore is one of them. We have Bangkok, Guangzhou, Shanghai and Dhaka, Mumbai, Kolkata. You look at the list it will be frightening. These are all major cities in this part of the world.

So we need to be concerned about this.

Because of climate change, there is also increased frequency of flooding in major cities. Ironically, we may have flooding but we are also having problem with our water resources. It is a common problem throughout the world including major Asian cities. We have seen with our own eyes the fear inflicted on all of us by SARS and bird flu. They are very close to us. It is related to climate change. Finally, I think we are all aware at this particular moment, Australia is facing this problem of heat stress, forest fire; a big part of China in the north is facing severe drought that they have not seen for many years.

On this background, the issue is Asian city will have to grow, continue to grow. I think all of us know that we have to sustain the economic growth and development because population is increasing. Asian cities will grow in size so our economy has to grow as well. That means there will be accompanying increased demand for energy, food, mobility and trading. These pose a very big challenge to all countries and cities.

In the face of the threats, we must also look at the other end of the coin, that is there are opportunities as well. We have to look at both while tackling the threats, we should take opportunity of the potential gain that we can get from this effort. Number one, capacity building. If we look carefully now it is all back to starting line because all nations will be looking at new technologies. We are looking at new ways of tackling new problems so developing country probably should look at this way that we suddenly find ourselves at the same starting point as developed countries, or at least not far behind. It is time for us to get ready as well.

One way is through international collaboration for combating common problems. The problems are common and we are facing the need for using similar technologies. So let us collaborate and move on together.

Well of course developing country should also learn how to exert their influence at the

international forum. We should position ourselves in carbon trading, a new game that everyone is looking at.

Of course facing us will be a new array of energy options, renewable resources that are no longer the crude oil that only found in certain countries. Now, the new spectrum of energy options will be available all over the world including many developing countries. Even Singapore such a small nation, we find that we are able to identify certain options that we can take advantage of. So each nation should be looking at ways to improve their own energy security and along with all this, there are plentiful of opportunities for business and economic initiatives.

Finally, this is a golden opportunity for us to start early to restructure the social economic relationship and the industrial manufacturing sector to align with low-carbon economy and improve our living environment. These, I think, are the opportunities that we should not overlook.

Now, while we are looking at ways to reduce CO₂, it is also equally important for us to look at how to tackle impacts of climate change that has already taken place. Whether you like it or not, whether you start to reduce your CO₂ today or not, the impact of climate change has already taken place and we must be ready to get ourselves prepared for the backlash of climate change. And we will have to try while thinking of ways to reduce CO₂, we must also get ready ourselves to prepare for impacts due to climate change that I have listed here in the blue box.

I would like to classify the challenges facing the Asian cities today in two broad categories. Number one, how to deal with climate change impact that is already taking place? Adaptation strategy is a measure that all cities must get ready. Depending on your location, depending on the current state of your economic structure, the changes in physical and environment will have different impacts and you have to get ready. There will also be changes in the socio-economic and political arena.

And the next category will be what we have been talking about yesterday and today, that is to mitigate the impact on the environment, to reduce CO₂. For most of us, demand management is the first thing we need to do, increase energy efficiency, use less carbon-intensive fuels, of course finally R&D, and capability and capacity of building to accomplish and implement those measures to reduce CO₂ emissions.

I would like to use Singapore as a case study to illustrate the means and measures that we can tackle these two aspects of climate change. I think the objectives laid out by Singapore should be applicable to all cities alike. Number one, environmental sustainability that is right on top of the agenda but in the meantime, economic development must continue. We must also maintain economic competitiveness while we are looking at ways to reduce CO₂. I believe this is also the bottom line of the spirit of the Japanese CO₂ emission reduction plan up to 2050. Economic competitiveness must be maintained. Finally, it is an opportunity for us to re-look at the energy security to have our own energy secured.

Let us look at the broad category one: adaptation strategies and measures. I will be looking at these five aspects in the case of Singapore. For flood control and coastal property protection, Singapore is very well aware of the possible impact, let us say, on the rise of sea level. Singapore has the busiest port in the world. Any rise in sea level will have a major impact on the Singapore economy and not to say about loss of coastal areas. Now, since 1991, Singapore government has already implemented this requirement that any new land reclamation project or any new construction project must observe this tide level and we maintain this 125 cm above the highest recorded type level historically. We believe this will be able to address the IPCC AR4's worse scenario projection of 59 cm sea level rise.

Singapore has spent great effort in improving our drainage infrastructure to reduce flood-prone areas and in this regard, I would like to highlight our Marina Barrage project which we are quite proud of, which costs 226 million Singapore dollars. Now what is this project? This project is essentially a dam at one part of coastal area as shown here. It in fact has two functions. Number one, it provides a tidal barrier to keep out the tide and that will effectively relieve the flooding problem in low-lying areas of Singapore, even in the event of a sea level rise. More importantly in fact, another big benefit of this Marina Barrage is the water supply issue. We are able to, through water treatment process, transform this big body of water into our fresh water reservoir. Now, in the meantime as you can see from this, it is already completed last year and is open and is functional. Because this big body of water is near just next to our central business district. So you can see the value of adding this big recreational environment to the city center. In fact, it is very quickly becoming a point of attraction for recreation and it is something that we are quite proud of that will bring a change to the environment of our city center.

That is for flooding next comes water supply. Now, we looked closer to water supply which has been a central issue in Singapore and we believe we are providing a very good solution for many cities that, although we do not have any natural fresh water lakes and we cannot use any ground water as water supply, we have come out with a Four-Tap Strategy. Well we continue to import from Malaysia fresh drinking water but in the meantime, we are working on ways to be self sufficient. Number one, we take good care of our water catchment reservoirs and we have developed new technology in recycling water, a very successful case study here that the Singapore brand of so-called new water from recycled water. We also have the desalination plant that provides water for industrial use. At the moment, desalination plant provides water to our industrial sector. If we include the latest Marina Barrage, which is currently which is Singapore's 15th reservoir, our rainfall catchment area will cover 2/3 of total Singapore land area.

Now on heat stress, Singapore is facing this issue as well because we are only one degree north of the equator so we are very familiar with the effect of heat stress. We have been working on this vision of Garden City for many years. We are still continuing to improve it so that in this Streetscape Greenery Masterplan to make use of the entire road network to be lined with trees, and to provide also coastal treatment and forest treatment. Then there is also an ongoing national scale effort on building treatment, energy saving installation of buildings. We encourage roof top gardens, even greenery walls. If you visit Changi Airport, we have a very good example of greenery walls. In major new buildings, we pay much attention to thermally-friendly building materials. We even have one case that its cut down the building wall temperature in a hot-day time by 10 degrees so that really works. Architecturally we design for ventilation to create what we have known as mini wind tunnel effect.

Well, coming back to SARS and bird flu that I mentioned earlier – pandemics. I believe nowadays especially in East Asia, many cities are getting themselves ready for pandemics and Singapore has learned a lot so far Singapore, I will say, although we were badly hit by SARS but because of that experience, Singapore has already put in place a very efficient health monitoring and response system, just in case any pandemics strike again.

So, much for the adaptation measures. The last item on adaptation will be to prepare for the social economic and political changes. This will be done through education and awareness creation, to promote a low-carbon culture and then through training. We like to raise our competency level in this aspect. The education awareness creation emphasis is in the school, the young people. Raise awareness in public through exhibition and also encourage good behaviors, and practices. For companies in the private sector, we introduced green technologies to make

them aware that what those green technologies can do for them in saving cost and energy.

Low-carbon culture through exhibition and then promoting low-carbon lifestyle and concepts, most importantly government agencies are taking the lead, that is important. We are also emphasizing the social responsibility of individual. Individuals must contribute towards low-carbon society. Singapore spent good effort and incentives to encourage training to gain knowledge in this regard and gain expertise in executing measures and strategies for low carbon measures. The last one, you can see that we have set up Energy Research Institute which is a national institute for energy policy research that is to enhance our position in terms of energy security.

I would like next to move on to mitigation measures. Well to be very frank that is not much Singapore as a country that we can do. We are very small so the strategy is basically focusing on energy saving, energy efficient technology, rather than generating in big scale the energy generation measures. As you can see from this summary table it is very familiar for most cities. For most cities, I believe this will be something very common that industry will chalk up the main share of the CO₂ emission, and transport sector and building sector come next. So these are the three areas that we need to focus on.

For the industry sector we focus on the efficiency of energy use, in encouraging the companies to look at cogeneration and trigeneration schemes. As far as the government is concerned, they have implemented energy saving scheme and they subsidized the companies to do energy audit. In fact it is a very welcome move because companies like to find out for themselves how they can save energy and save cost for them.

Transport sector, I will not deliberate much because my colleague Prof. Lee has just gone through on the various issues involved in the transportation sector in Singapore, Asian wide, I would like to say that public transportation and traffic congestion are the two big aspects that all cities have to address.

In fact these are very serious issues that we have to face but there are also opportunities because new technology, new form of vehicles will come on stream and we can take a re-look and probably take advantage of the leapfrogging development.

Buildings. I mentioned earlier so this is something very similar that we promote green buildings and government has set these greenmark standards and providing financial incentives for the building owners and developers to go for energy efficient buildings. Of course government is taking the lead in new government buildings, very intelligent building that can go on energy saving through all kind of IT techniques.

Now, as far as household is concerned, we are encouraging energy efficient appliances and then there is also a scheme to help the household to monitor their energy consumption, and then help them to reduce the electricity bill. As a nation, we encourage the use of less carbon intensive fuels. Singapore has switched to natural gas instead of fuel oil so that actually cut down quite a bit in terms of the CO₂ emission.

Now in terms of R&D, we are focusing actually on solar energy which is abundant in Singapore. We are looking at how we can make use of that and of course we also seeing how we can take advantage of biomass and so on.

Capacity building, again training and R&D, something that I have mentioned early on.

Now in conclusion, I would like to say that Singapore presents a case study that our government is taking a very active role. I personally feel that in this entire effort of CO₂ emission, the government really is playing a crucial role and I think the Singapore government is setting a very good example in that regard. Of course in my presentation, I have not mentioned about this –

the plan towards long-term plans on measures, strategies to cut down the CO₂ emission but Singapore government is seriously looking into that through our Energy Research Institute.

So, I hope that this case study of Singapore has demonstrated the issues involved and also the forms of strategy and action that could be implemented by the cities in the Asia. Thank you very much.

皆さんこんにちは。本日このようにアジアにおける低炭素社会、低炭素都市の課題についてお話しさせていただくことを非常にうれしく思っております。この題目からして、アジアの都市に突き付けられている挑戦、すなわち低炭素社会に向けてどのような課題があるかということです。まずどのような課題あるいは我々の挑戦していく先があるのかというお話をしていきたいと思えます。

こちらにお示ししたのは、CO₂ 排出量の多い上位 10 カ国です。アジアから中国、インド、日本、韓国と 4 カ国あります。下には、アジアの小さい国々 10 カ国を合計したものを示してありますが、それほど大きな差はないことがわかります。ここから、アジアが CO₂ の削減努力に果たす役割は大きいということになります。そして、ASEAN 諸国も既に気候変動のいろいろな結果を受けていますので、我々としても今、どういった課題に当面しているかという観点から見ていきたいと思っております。

アジアの多くの都市は、既に気候変動の影響を受けています。スライド 3 には、そのうちの一部を挙げております。まず最初に、沿岸域の浸食ということで、沿岸の都市によっては土地がなくなる。シンガポールもその 1 カ国です。バンコク、それからバンドン、上海、ダッカ、ムンバイ、コルカタ（カルカッタ）、などが沿岸域の浸食に脅かされていると思います。この世界でも大都市圏といわれるようなところ、こういったところが非常に今、危機に瀕しているわけですので、関心を払う必要があります。

気候変動によって、大都市での洪水の頻度が高まっています。皮肉なことに洪水ではありますが、同時に我々の水資源の問題でもあります。これは世界中共通の問題になってきており、アジアの大都市もその例に漏れません。また、我々としても SARS や鳥インフルエンザの脅威は非常に身近にありました。これも気候変動と関係のあるところ。それから、特にオーストラリアが今直面しているヒートストレスあるいは森林火災といった問題、それから中国北部の多くの土地でも、今までになかったような干ばつに遭っております。

このような背景のもとで、アジア都市は今後も成長を遂げなくてははいけません。皆さん承知のことと思いますが人口が増大していきますので、持続的な経済成長と発展を遂げていかなくてははいけません。アジアの都市は規模的にも大きくなっており、経済も同様に成長しています。これはつまり、エネルギー、食料、モビリティ、貿易といったものの需要増加も起こっているということなのです。これがすべての都市あるいは国々にとって、大きな課題を突き付けているのです。

脅威に直面するにあたってはもう一歩、コインの裏側を見なくてはいけない、両面を見なくてはいけない。すなわち脅威もあるが好機もあるということです。いろいろなこういった新しい、動向、問題に対応するということは、努力の先に好機があるということです。ひとつはキャパシティ・ビルディング（能力向上）に関するものです。現状を注意深く見ると、すべての国は今新しい技術に目を転じていて、皆がスタートラインにいるようなものです。どのように新しい問題に対処していくかの新たなやり方を考えているところであり、発展途上国もおそらく同様に突如として先進国と同じスタートラインにいる、少なくともそれほど遅れをとっていないということが見えてくるのです。ですので、そういったことに対する準備をすべき時期なのです。

共通の問題に対処する一つの方法は、国際的な協調を組むことです。これは問題は共通しているのですから、同様の技術を利用する必要性に直面しているので、一緒に動いていくために協調しようということです。

発展途上国は国際的なフォーラムでどのように影響力を行使していくかを学ばなければならない。我々は、みんなが注目している新たなゲームである炭素の排出権取引に参画していくべきである。

また、特定の国々でだけ発見されている原油とは違った、再生可能エネルギーのような新しいエネ

ルギーのオプションというのが出てきた。新しいエネルギーオプションの領域が、途上国も含めた世界全体で利用できるようになってきている。シンガポールは小さな国ですが、我々は有効な選択肢を明らかにすることができています。それぞれの国、国民がエネルギー安全保障をどのように改善できるかということを考えられれば、その途上でさまざまなビジネス上の機会や経済的なイニシアティブを見つけることができるのです。

最後に、これは我々にとって、低炭素経済に沿うように社会、経済関係や個々の製造部門の再構築と、生活環境の改善を早期に開始するにはまたとない機会です。この機会は、見逃すべきではないと思っています。

私どもとしても、さまざまな角度から CO₂ の削減方策を考えているわけですが、同時に我々にとって重要なのは、既に起こっている気候変動の影響にどのように対処するかということです。好むと好まざるとに関わらず、あるいは今日 CO₂ 削減するかしないかに関わらず、気候変動の影響は既に現れていますので、気候変動の影響に対して準備をする必要があります。そのなかで CO₂ 削減の方法を模索すると同時に、スライド 5 にて示しているような気候変動によって生じるさまざまな気候変動の影響についても準備して行かなくてはならない。

では、アジアの都市が直面する課題にはどのようなものがあるかということで、二つに大きく分けてお示しします。一つ目は、既に生じている気候変動の影響にどう対処するかです。適応策は、すべての都市が準備すべき手段です。地域や現在の経済構造によって異なりますが、影響は物理的なあるいは環境の違いによって異なってきますが、それに対しても準備しなくてはならない。これは、もちろん社会経済条件や政治的条件によっても異なってきます。

二つ目は、昨日、今日と議論してきておりますが、CO₂ を削減して環境への影響を緩和するものです。CO₂ 削減を成功させる、あるいは CO₂ 削減のための対策を実施するためには、まず需要管理をやらなくてはなりません。また、エネルギー効率向上、炭素強度の低い燃料の利用、もちろん R&D や建築物の性能や容積といったものも重要です。

気候変動のこの二つの側面に対してどのような手段や方法で対処できるかを、シンガポールをひとつのケーススタディとしてお示ししたいと思います。私は、シンガポールでのやり方は他のすべての似たような都市でも適用可能ではないかと思っています。一つは、環境の持続可能性を最重要項目としてあげつつ、経済発展も実現させるということです。つまり、経済的な競争力を維持しつつも CO₂ を削減できる方法を考えなくてはならないのです。これは、2050 年に向けた日本の CO₂ の排出量削減計画の根底に流れる精神と同じものだと思います。経済の競争力は維持する必要がある。最後に、これは、エネルギーの安全性を確保するためにエネルギーセキュリティを見直すよい機会であるということです。

一つ目のカテゴリーを見てみましょう。一つ目は、適応戦略と施策です。シンガポールの場合、5 つ挙げております。まず、洪水の管理(治水)や沿岸域の保護です。シンガポールは、いろいろな影響、例えば海面上昇による影響があることをわかっています。シンガポール港は、世界で最も活動的な港です。そのため海面上昇はシンガポールの経済に大きな影響を及ぼしますし、沿岸域の浸食にもつながります。1991 年以来、シンガポール政府といたしましても、新しい土地の埋め立て計画、新しい建設・建造計画に対しては厳しい規制を課して、125 cm よりも高くすることを求めています。これは IPCC の AR4 で最も悪いケースとして示されている海面上昇量 59 cm にも対応できると考えています。

シンガポールは、氾濫域の縮小に向けた排水のインフラ整備に大きく努力してきました。それから、我々が大変誇りに思っている Marina Barrage プロジェクトをご紹介します。シンガポールドルで 2 億 2600 万ドルの予算を投じたプロジェクトですが、このプロジェクトというのは、ここに示す沿岸域の一部にダムを造るといったものですが、実際には二つの機能があります。ひとつは高潮が入ってこないような備えであり、低地の氾濫や洪水の問題に効果的に対応することを目指しています。こちらの方がより重要なのですが、Marina Barrage プロジェクトのもう一つの大きな利益は、水供給問題です。浄水施設でこれだけの水量を我々の水供給に利用することができます。昨年このよ

うに竣工いたしました。現在操業中でございます。大量の水が都心のビジネス地区のそばにありますので、都心のレクリエーション環境となっていて、価値も上がっております。実際、すぐにレクリエーションの場所として人気になり、都心の環境をこのように急速に変化させることができたことは誇るべきことだと思っております。

洪水の次に水供給についてお話ししたいと思います。シンガポールにおける中心的な問題の一つである水の問題を詳しく見てみますと、シンガポールでは淡水湖はなく、地下水も利用できませんので、この問題に対して **Four-Tap strategy** を準備しました。これは、多くの都市に対しての解決策ともなりうると考えています。今後もマレーシアから飲料水を輸入しつつ、同時に自給するための取り組みを進めています。一つ目は新たに開発した水の再利用技術を利用するために、貯水池を確保することです。これは、ニューウォーターといわれるシンガポールブランドのリサイクルした水として、非常に優れたケーススタディとなっています。それから淡水化施設というのがありまして、これを工業用水として使っております。最新の **Marina Barrage** プロジェクトでは、15 番目の貯水池が建設されていて、シンガポール全土に降った雨水のうち、3 分の 2 まで回収できるようになっております。

次にヒートストレスの問題です。シンガポールは赤道から 1 度北にあるだけですので、ヒートストレスの問題は避けて通れず、ヒートストレスの影響は詳しく把握しております。これに対しては、**Garden City** ビジョンを作成し、それに基づいてここ数年対策を講じてきております。さらに、それを改良した街区緑化マスタープランを作成して、道路ネットワーク全体を樹木で覆い、沿岸の保護と森林の保護を目指して活動を進めています。それから、国全体で現在も実施中の取り組みですが、ビルに対する対策としてビルへの省エネルギー設備の導入を進めていて、屋上庭園や壁面緑化が実施されています。チャンギ空港には、壁面緑化の代表例ともいえる設備が導入されています。大きな新築ビルでも、熱環境配慮型建材の導入を進めています。この建材は、非常に暑い日中でも壁面温度を 10 度も下げられるという代物です。建築技術に関しても、換気に関する設計をよく知られているミニ風洞効果を利用したものにしています。

さて、少々前に述べた **SARS**、鳥インフルエンザなどの感染症ですが、特に東アジアの多くの都市でこの問題に対する対処が進んでいます。シンガポールは、シンガポールの経験から学んでいます。シンガポールは、悪いことに **SARS** の感染が起ってしまったことが、その経験をもとに今では非常に効率的な健康モニタリング・対応システムを作り上げ、再び感染症の流行が起らないようにしています。

さて、最後に適応施策についてです。適応の最後の手段は、社会、経済、そして政策の変化です。これは、低炭素な文化の促進やトレーニングなどの実施による教育や意識改革などによって実現できるものです。これに対しては、能力水準の向上を実施しています。学校における教育や意識の改善は若い世代の意識を高めます。また、展覧会や優れた行動や取り組みに対する報奨制度によって、一般の人たちの意識も高められます。民間企業では、グリーン技術を導入して意識向上を図るとともに、グリーン技術によってコスト低減や省エネルギーがはかれることを意識させることが必要です。

展覧会を通じた低炭素文化の発信や低炭素ライフスタイルやコンセプトの促進に対しては、行政機関が先頭を切って行動しその重要性を示すことが必要です。個人の社会的責任についても述べておきたいと思います。シンガポールは、これまでに努力を積み重ねて知識習得のためのトレーニングに対するインセンティブを設けて低炭素化に向けた対策の実行とそのための戦略に関する技能を磨いてきました。最後は、エネルギー研究所を創設して国の機関がエネルギー政策研究を担えるようにして、エネルギーセキュリティの拡大を目指しています。

次に緩和戦略についてです。シンガポールは小さい国ですので、できることは小さいのですが、我々の戦略は省エネルギーと高効率技術に重きを置いていて、大規模な発電所やエネルギー生産対策といったことはあまり主には置いていません。こちらの表にまとめていますが、ほとんどの都市でこのような対策を取っているのではないのでしょうか。都市の多くでは、産業部門が **CO₂** 排出量のもっとも大きな部分を占めていて、運輸と建築物がそれに続くのではないかと思います。そこで、この 3 つの部

門に着目して話を進めたいと思います。

産業部門に対しては、エネルギー利用の効率性に目を向け、企業がコジェネやトリジェネレーションシステムを導入するインセンティブとなるようなスキームを検討する必要があります。政府がこの問題に関心を持ち続ける限り、省エネルギースキームやエネルギー監査を行う企業への補助金は実施されるでしょう。現実にはこれは喜ぶべき動きで、企業がどのくらいエネルギーを削減できるか、コストを削減できるかを見直すきっかけとなるのです。

運輸部門については、Lee 先生が先ほどシンガポールにおけるさまざまな課題を紹介してくださったので、ここでは詳しく述べませんが、アジア全体で見ると、公共輸送と交通渋滞の二つがどのような都市でも対処すべき共通の問題となっています。

非常に深刻な問題があり、解決が求められているところではありますが、しかしこれは好機でもあります。新しい技術や新しい車両形態はこれからの主流になり得ますし、これらに再び目を向けることによってリープフロッグ型開発にうまく生かすことができるかもしれません。

建物については、前に申し上げたものと似ていますが、グリーンビルを促進することと政府がグリーンマーク基準を導入すること、財政的インセンティブを与えて建築物所有者や開発業者に高効率型建築物建設への意欲を与えることです。もちろん政府は先頭に立って新たな公共建築物をグリーンビルにできますし、IT 技術を使うことによって省エネ型のインテリジェントビルとすることができるかもしれません。

世帯については、高効率機器の導入のほか、エネルギー消費量のモニタリングシステムの導入が有効で、これはまた電力料金の抑制にも役立つことになります。国全体では、より炭素集約度の低い燃料への転換を進める必要があります。シンガポールでは、燃料油から天然ガスへ転換して CO₂ 排出量の大幅削減につなげています。

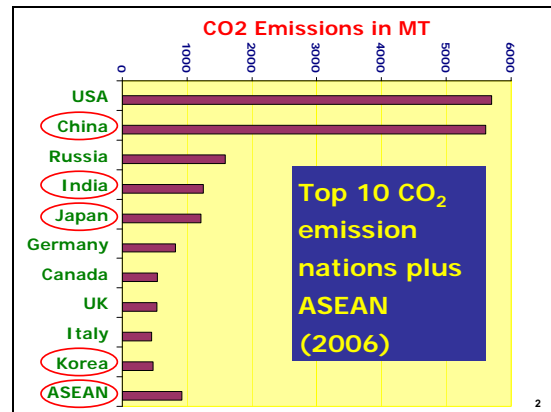
研究開発という観点では、シンガポールでも豊富にある太陽エネルギーに注目しています。どのように利用していくかを検討しているのですが、もちろんバイオマスなどについてもどう生かしていくかを見ています。キャパシティビルディング、訓練や研究開発などは、先だって申し上げたことと同じとなります。

最後になりましたが、シンガポールは政府が積極的な役割を果たして目標を達成するひとつのモデルケースとなっています。私は個人的に CO₂ 排出削減の努力においては、政府がなくてはならない役割を果たしていて、シンガポール政府は非常にいい模範になっていると思います。私の発表のなかでは、長期的な計画や施策について CO₂ 排出量削減のための戦略については詳しくお話ししませんが、シンガポール政府はこれらについてエネルギー研究所とともに注意深く検討を重ねています。シンガポールのケーススタディがさまざまな問題に対してどう対処するのか、それに対してどんな戦略や行動が必要なのかについてのアジアの都市に対するよい模範となれるならば幸いです。ありがとうございます。

Challenge of Low-Carbon City in Asia

T. F. Fwa
 Professor, Dept of Civil Engineering
 Director, Center for Transportation Research
 National University of Singapore

1



2

Threats to Asian cities :

- Coastal land loss (and cities?)
- Increased flooding
- Reducing water resources
- Resurgence of diseases
- Heat stress

Yet, Asian cities will continue to grow in size and economy, with increased demand for energy, food, mobility, & trading.

3

Opportunities for Asian cities :

- Capacity building -- Similar start lines in adaptation of new technologies
- International collaboration for combating common problems
- Carbon trading
- Improve energy security
- Economic and business opportunities
- Re-structuring to align with low-carbon economy, and improve living environment

4

Need for Climate Change Action

- ❖ Further climatic changes expected due to past greenhouse gas emissions.
- ❖ Reduce worldwide impacts on :

- ◆ Coasts
- ◆ Water supply
- ◆ Ecosystems
- ◆ Food supply
- ◆ health

5

Challenges toward Low-Carbon City

Adaptation strategies & measures:

- Physical environmental impacts
- Social, economic and political changes

Mitigation strategies & measures:

- Increase energy efficiency
- Use less carbon-intensive fuels
- Capacity building

6

Challenges towards transforming into Low-Carbon City :

Case Study of Singapore City

7

Challenges towards Low-Carbon City

Objectives :

- Environmental sustainability
- Economic competitiveness
- Energy security

8

Challenges toward Low-Carbon City

Adaptation strategies & measures:

• Physical environmental impacts

- Flood control
- Coastal property protection
- Water supply
- Accommodating extreme weather
- Pandemics

9

Adaptation strategies & measures:

Flood Control & Coastal Property Protection

- Since 1991, new reclamation projects must be built 125 cm above highest recorded tide level. This addresses IPCC AR4's worst scenario project of 59 cm sea level rise.
- Improve drainage infrastructure to reduce flood-prone areas.
- Marina Barrage (S\$ 226 million)

10

Marina Barrage (Completed Nov 2008)



Location of Marina Barrage

- Tidal barrier to keep out the tide to alleviate flooding in the low-lying parts of the city.
- The water body impounded behind the barrage is tapped for water supply purpose.

11

Marina Barrage



12

Adaptation strategies & measures:

Water Supply

- ◆ Singapore has no natural freshwater lakes. Its primary source of water supply is rainfall.
- ◆ Four-Tap Strategy:
 - ◆ Imported from Malaysia
 - ◆ Water catchment reservoirs
 - ◆ NeWater (recycled water)
 - ◆ Desalination
- ◆ Including Marina Barrage (Singapore's 15th reservoir), rainfall catchment covers two-thirds of Singapore surface area.

13

Adaptation strategies & measures:

Extreme Weather (Heat wave, snowstorm, sandstorm,)

Heat Stress

- Comprehensive tree planting & greenery program – Vision of Garden City.
- Streetscape Greenery Master Plan for entire road network, including Coastal Treatment and Forest Treatment.
- Building Treatments – rooftop gardens, greenery walls, thermally friendly building materials, layout that improves ventilation and wind tunnel effect.

14

Adaptation strategies & measures:

Pandemics

(SARS, Bird Flu,)

- ◆ Prevention and control strategy
- ◆ Medical and epidemiological management
- ◆ Outbreak monitoring and assessment capability
- ◆ Public communications system and outreach mechanism

15

Challenges of Low-Carbon City

Adaptation strategies & measures:

• Social, economic and political changes

- Education & awareness creation
- Promoting low-carbon culture
- Training & competency building

16

Adaptation strategies & measures:

- Social, economic and political changes

Education & awareness creation

- ◆ Implications of global warming – school projects, seminars and exhibitions.
- ◆ Raising awareness of the public & businesses to stimulate energy efficient behavior and practices.
- ◆ Organized programs to inform companies and public of technologies or actions for energy savings.

17

Adaptation strategies & measures:

- Social, economic and political changes

Promoting low-carbon culture

- ◆ Public exhibitions/programs on climate-change impacts and energy-efficient approaches.
- ◆ Promotion of low-carbon lifestyle and concepts
- ◆ Government agencies to take leading role in adopting low-carbon approaches to solve social and environmental problems.
- ◆ Enhancing social responsibility of individual contributions toward low-carbon society.

18

Adaptation strategies & measures:

Training & competency building

- ◆ Seminars/workshops to share knowledge, expertise and best practices for stakeholders.
- ◆ Certified Energy Manager Training Grant.
- ◆ Developed training curriculum and certification program for energy engineers/managers.
- ◆ Plan to require energy manager for large manufacturing and building facilities.
- ◆ Set up Energy Research Institute for energy policy research.

19

Mitigation strategies & measures:

Breakdown of CO₂ contribution in 2005 (Singapore)

	Power	Industry	Transport	Buildings	House-holds
Direct (Fossil Fuel)	48%	33%	17%	1%	1%
Indirect (Power)		21%	2%	15%	8%
Overall		54%	19%	16%	9%

20

Mitigation strategies & measures:

Increase energy efficiency -- Industry

- ◆ Cogeneration (CHP – combined heat & power) and Trigeneration (CCHP - combined cooling, heating and power).
- ◆ Energy Audit Scheme – Fund major industrial consumers of energy to conduct energy audit and formulate plans to improve efficiency. (87 companies have participated, expected to achieve annual cost savings of S\$23.4 million, energy savings of 300,000 MWh, and 150 kt of CO₂ savings.)

21

Mitigation strategies & measures:

Increase energy efficiency -- Transport

- ◆ Managing vehicle usage and traffic congestion
- ◆ Improving and promoting use of public transport
- ◆ Improving fuel economy
- ◆ Promoting green vehicles
- ◆ Using energy efficient road construction and maintenance techniques
- ◆ Promoting recycling technologies

22

Mitigation strategies & measures:

Need for improvement – Public transport & traffic congestion management



23

Mitigation strategies & measures:

Increase energy efficiency -- Buildings

- ◆ Promote green buildings. Life-cycle energy savings of 20 to 30% are possible.
- ◆ Green Mark Standards – from April 2008, new or retrofitted buildings must meet requirements on environmental sustainability.
- ◆ Financial incentives for energy efficient design & energy efficiency upgrading of existing buildings.
- ◆ Government taking the lead for public buildings

24

Mitigation strategies & measures:

Increase energy efficiency -- Households

- ◆ Mandatory energy labeling of appliances.
- ◆ Minimum energy performance standards for appliances.
- ◆ Electricity consumption tracking device

25

Mitigation strategies & measures:

Using Less Carbon-Intensive Fuels

- ◆ Use of natural gas instead of fuel oil to meet increasing energy demand before cost-competitive renewable energy is available.
- ◆ Support efforts in developing renewable energy from **biomass** and **solar energy**.
- ◆ Government driven R&D investment in developing **clean energy technology**.

26

Mitigation strategies & measures:

Capacity Building

- ◆ Research into clean and renewable energy, and energy-efficient technologies.
- ◆ Clean Energy Office to grow Clean Energy industry with emphasis on solar energy.
- ◆ Energy Technology R&D Program to coordinate and integrate clean energy efforts, especially on fuel cells, alternate fuels (biofuels and hydrogen), and solar PV technologies.
- ◆ Innovation for Environmental Sustainability Fund and Singapore Initiative on New Energy Technology for test-bedding clean technologies.

27

Conclusions

- ❖ Transforming into a low-carbon society is necessary to combat climate change caused by GHG emissions.
- ❖ Asian cities, cities in developing nations in particular, must prepare themselves in adopting appropriate adaptation and mitigation strategies/measures.
- ❖ The case study of Singapore City has demonstrated the issues involved and the forms of strategies/actions that might be necessary.

28

Wei Ye (University of Waikato, New Zealand)

Thank you, Prof. Fang. My name is Wei Ye. I am from the University of Waikato of New Zealand. It is a very interesting presentation about Singapore's experience. Correct me if I am wrong, the bottom line of all these measures you mentioned is based on the very strong control of the government. So, currently all the Asian countries developing, there are two roads for them to go: one is the open – I mean the free trade market like the United States or in New Zealand; another one is like the system in Singapore.

In your opinion, which way is more efficient or achievable for them to follow? I will give you example, I mean in New Zealand, the government tried to control the traffic congestion in Auckland City and that they discussed a long time and tried to control a part of the road to have a toll charge, but it got strong against from the communities and finally they had to give it up. I mean that is such a small thing, almost unthinkable in Singapore, because as Prof. Lee mentioned, they can just open a toll free station as they wish. That is very efficient in terms to control the carbons or whatever, but it means dramatic institutional changes for cities or whatever. So I am just wondering in your opinion, how achievable and what is the way the other Asia cities should be following? Thank you.

Fwa 先生、ありがとうございます。ニュージーランドのワイカト大学のウェイ・ウィーと申します。大変興味深くシンガポールの経験について伺いました。もし間違っていたら訂正いただきたいのですが、いろいろな施策を講じてらっしゃいますが、これらは非常に強力な政府のコントロールによって支えられているかと思います。アジアの国々が今後発展する上で、二つの道があるのではないかと思います。ひとつは米国やニュージーランドのような自由市場、もうひとつはシンガポールのよう

なシステムです。

先生のご意見として、どちらの道がより効率的で実現可能な道筋となると思われますか。例えば、ニュージーランドでは政府はオークランドシティで交通混雑の制御に挑んでいます。長い間の議論を経て、道路の一部を有料化するという事になったのですが、地域社会から非常な反発を受けて結局撤回しています。これは取るに足らないことかもしれませんが、シンガポールでは考えられないことなのでしょうか。Lee 先生がおっしゃっていたように、これを実施するためには単に必要な箇所に通行料金徴収ゲートを建設するだけで、非常に効率的に炭素などの制御が可能となるのです。しかしこれは都市などに対する大きな制度変化をもたらすことは確かですが。ですので、アジアの都市にとってどの道筋が実現可能であるかのご意見を伺えればと思います。ありがとうございます。

Fwa Tien Fang

Yes, thank you for your question. I do not know whether you notice the subtle difference in my tone of presentation compared with Prof. Lee. Now, you will notice when you come to the transportation policy, he is right, it is government top down. But you will notice in my presentation, I have been emphasizing on government taking the leading role, not government imposing control. So there is a big difference. I believe in this CO₂ emission, it is no longer the issue of controlling traffic that government imposed on certain requirement. I believe it is the government making the policy, taking the leading role in setting example and trying to encourage the industry and individuals to cooperate.

You will notice that I am emphasizing on incentives. Singapore government is providing the incentive and makes it attractive to the industry, household, and the individuals to contribute. So I think that there is a basic difference in controlling traffic, and going on this low-carbon culture and lifestyle. It is a collaborative effort that we have to adopt, not controlling.

I hope you can note the subtle change of tone in my presentation on the Singapore government's approach.

質問ありがとうございます。おっしゃることに対して、Lee 先生と私の発表内容との違いを説明するのはなかなか難しいのですが、おっしゃるように運輸政策として見るならば、Lee 先生の方が正しく、政府のトップダウンで決まることでしょう。しかし、私の発表内容に即するならば、政府は先頭に立って対策を実施するものであって、政府がコントロールを与えるものではないのです。これが大きな違いです。私が思うには、CO₂排出量というものは、単に政府がある種の制約を義務づけて交通を管理するという問題ではなく、政府が政策を立案し、先導して模範を示して、産業界あるいは国民に協力を促すということではないでしょうか。

ですから、私としてはインセンティブを強調しているのです。シンガポール政府がインセンティブを提供して、政策などが産業界、家庭や個人に魅力的なものになるならば、問題解決に貢献してくれるようになります。ですので、交通制御の問題と低炭素の文化やライフスタイルを醸成することとは基本的には違いがあると思っています。これは、協調して努力していくようにするもので、コントロールするものではないと思っています。

ですから、この微妙な私の発表におけるシンガポール政府のアプローチに関するトーンの違いをおわかりいただければと思います。

インドにおけるバイオマス戦略

- Biomass Strategy for decentralized energy generation in India -

Sunil Dhingra (The Energy and Resources Insutitute (TERI), India)

Good afternoon. I will present not from the problem side of the climate change but on the solution side. In my presentation, I would like to cover the micro-level initiative which we have taken up in India and which is very relevant for other countries in Asia.

We have biomass as a big resource, and all the scenarios which we discussed yesterday, are projecting towards higher share of biomass, on a more sustainable basis and, because this is the major resource for many of the countries, due to large scale agricultural activities. So, I will try to present to you our experience in this front.

Now, my presentation is to put before you give the energy scenario in India and the challenges that we are facing considering high growth scenario (projected 7-8%, growth rate for the next 45 years), biomass resource and some of TERI's initiatives and conclusions and way forward.

As you see in this slide, this is the mix of energy supply. The major chunk of that is coal, which is 38% of total energy mix and share of coal in electricity production is around 70%. On biomass front, we consume about 29% and most of the biomass is actually going for the rural household applications – for cooking and small and rural based enterprises in the rural areas. Oil and natural gas is largely being used as transport fuel and for cooking applications in urban areas.

Now, if you see this next slide which has been discussed yesterday also, again, if you compare, we are the fifth largest consumer of energy. But on a per capita basis, we are the lowest among most of the countries, developed as well as in developing countries. And as for our projection, if we progress at 8% economy growth rate, still we are the lowest in comparison of per capita among all the developing countries, whether you take China or any other country.

The increased energy supply for sustained economic growth is the most common challenge for the country. In India 125,000 villagers still do not have access to power, access to modern electricity source, which means that we have to add the supply side of energy into the system. We have to address this mandate by using the available energy efficiently, sustainably, and increased use of renewable sources at the fullest.

Now, coming to biomass energy, if you see the current scenario globally, this is the primary fuel for about 2.4 billion people on this globe and as per the current estimate, 11% contribution of global energy comes from biomass. If you see each region, they are largely dependent upon biomass and going to be dependent upon biomass are Latin America with 18% share – much higher than that average and Asia at 25%. Most of the countries in Asia have large dependency upon biomass. Africa as you know, are 50% depending on biomass. So, biomass in a global context is a very important resource if you have to combat climate change.

So here, in this slide, I just want to share with you the coal base and biomass potential in our country. So you see that coal production, is about 400 million tons as per the 2005-2006 numbers and our biomass production is about 840 million tons, which is much higher than coal we consume in our country. Biomass essentially comes from two sources. One is the firewood, which is from the forest residue, which is about 220 million tons. And, major biomass is coming from growth residues and plantation based resources, which is about 620 million tons. This is the fuel that we have to mainstream in our economy and our common life. Currently, most of the biomass is being

used in rural areas essentially with very low efficiency. I can project some number that a lot of studies have put on that front. The current efficiency at which we consume this resource is about 10% to 12%, because we used very old traditional system not the modern technology. So, there is a huge potential to mainstream biomass resource in our economy.

I will just cover some of these slides. Now, this, we can do it with modern biomass technology, like thermochemical processes, like gasification or improved combustion based system, biomethylation technologies. All of this has potential to increase the efficiency of biomass use in our economy. We have demonstrated that biomass can replace fossil fuel at much lower cost to our economy.

Increasing the end-use efficiency, is the most important thing because, as I told you, that we are operating at 10% to 12%. We can easily go to by factor of 3 to 4 by adopting efficient processes. All needs of the society can be met through biomass resource alone through different technologies. One, we are looking at domestic level, for rural household application, and the other is at community level. We are talking about electricity for water pumping requirements and many other needs. Small and rural enterprises which need energy both in the form of heat and power can be met through this kind of resource.

Regarding rural electrification, we still have 45% of rural household do not have access to electricity. In terms of villages, it is about 25%. So, we have a long way to go on a development process.

Here, we are looking at 86% of the rural households in the rural areas depend upon firewood or biomass as a resource for the cooking needs. And here, the access of modern energy is very critical for improving the income and for poverty reduction, because once you mainstream biomass, which is a localized fuel, the benefits directly go to the rural areas. So, one can tackle the poverty issues through mainstreaming biomass resource. Indirect benefits are there in terms of health, education and other social benefits into the society.

The Government of India is trying to promote this initiative for various applications, which are largely on a subsidy driven basis for both heat and power applications. There are various programmes within the government of India which try to provide incentives to the society to mainstream some of these important programmes within the ministry listed here.

There is a very ambitious programme that is why I kept this slide here because we are talking about Low-Carbon Society. This is a programme where the Government of India and we at TERI have some understanding about making our villages, carbon-neutral villages and are not consuming any fossil fuel or carbon to meet their energy requirement. So, here, we are trying to do it through biomass, through modern biomass technologies.

Now, talking about technologies, like briquetting, which can work as loose biomass into solid biomass, can be used as a cooking fuel more efficiently in thermal stoves and many other devices. We are looking at biogas particularly from the green part of the biomass. The one which is green in nature can be easily digested through bio-nutrition rule to produce biogas and then biogas can be used for cooking application in the rural homes.

We are mainstreaming this technology and then we also have a huge amount of cattle population in rural areas, where the dung is available as a resource that can be easily converted into energy.

Looking at biomass gasification, a question arises, “why biomass gasification?” Because this is an indigenous technology developed in India and we are the world leader in the small scale biomass gasification, and we are exporting these technologies to other countries, viz. in south-eastern countries and also to some of the developed countries in Africa and Europe.

I will share with you what we are doing in TERI, The Energy and Resources Institute. For the last two decades, we are dealing with energy environment and sustainable development aspect, and what we have developed over the years – we are now in position to capitalize in terms of mainstreaming this technology. We are essentially developing different technologies based on biomass. We have already developed 10 kilowatt to 40 kilowatt capacity biomass gasifier power plants. It is a skid mounting power plant, which can supply power to rural areas essentially from 500 to 1000 populations in various locations.

As you know the Indian grid has a huge amount of wattage in the system because we have a huge demand and supply gap. Industry has to depend upon their captive source of power and they largely do it from diesel source. So, here the biomass based power plants are being commercialized and the scale is about 50 kilowatt to 250 kilowatt which is the most common demand in our society.

As you know that in India there is a huge amount of small, micro small and medium industries which consume heat energy for process requirements and most of these process requirement has been met through fossil fuel like furnace oil or diesel or LPG which we are now converting into biomass-based systems and I will share our experience on that in my subsequent slide.

Now, we are working at liquid technology, biomass to liquid technology, particularly from lingo-cellulose material. So, these are the technologies which we feel that going forward, this can be mainstreamed. So, these are still under research and R&D phase.

The biomass gasifier system that we have developed is a gasifier where biomass is fed from the top and the gas which is produced is being cooled and cleaned and then fed to the engine. Gas engines, produce power in the range of 10 kilowatt to something around 250 kilowatt to megawatt ranges.

We have also deployed gasifiers for various heat applications in our country. Some of them we have listed out. The cardamom drying is a big activity in the farm sector. Cardamom needs to be dried which is now done by the gasifiers.

Coming to silk reeling, the yarn, once you produce yarn, you need heat to boil those cocoons to the sericin, which is the gum part of that is dissolved in the hot water. So, here we have a requirement for hot water. India is second largest producer of silk yarn in the world, which consumes heat energy for cooking of cocoons. At TERI we have developed biomass gasifier for this application.

Textile dyeing, coloring or bleaching of yarn/fabric needs hot water. Rubber drying unit which dry latex produced from the rubber tree, needs drying to make tyres for our automobile sector. So, all these things require heat to convert the basic raw material into the final product. All these, over the years have converted into biomass based systems.

Typically a gasifier of 100 kg per hour, which replaces 30 liter of diesel per hour with an investment of about 1 million rupees on the capital cost of biomass gasifier. The system save about 4,000 rupees per day and reduces 80% in the energy bill. In most of these applications the gasifier payback is very attractive around 250 days.

These are some of the demonstrations that we have shown here.

This is a yarn dyeing, the fabric dyeing oven where gasifier has been integrated. This is rubber drying unit where the gasifier is applying the heat to the unit tunnel dryer. We have a large number of small scale food processing units, which is a livelihood for many of the people in our country which process, potato chips. They make sweets and namkeen or for snack food applications. Earlier they were using LPG or diesel as a source. Now, they all have been converting to small-scale gasifier systems. So, it is a big industry that is growing in one part of the

country.

Another technology that we have already developed is the biogas system. This is a biphasic reactor which converts the green part of biomass, the leaves as well as the kitchen waste or the food waste are converted into gas and the gas is being fed to the kitchens for cooking. On the gasifier principle, we have developed cook stove, which is the most efficient one, with the efficiency of about 50% and with a much reduced indoor pollution. We are trying to promote this kind of devices for rural household applications.

As you may be aware, India also has a program on biofuels production on wasteland based on *jatropha* and other non-edible oil plant species which grows on wasteland and their seeds contain about 30-40 % oil content which can be used directly in engine applications.

As I showed you earlier, we have deployed the power gasifier in various community-based projects and we have in various geographically divergent locations (around 30 to 120 households are provided electricity from biomass gasifier system) in India, these systems are working for the last four or five years now. Here a gasifier system power plant has been operated by community directly, with just basic training, and electricity being distributed to the local households through local distribution network.

For the cooking energy, we have the biphasic biomethanation reactors based on wet biomass and cattle dung. They produce biogas and this gas has been fed for meeting cooking energy needs of the village.

Now, just to conclude, there is a high potential for biomass-based, decentralized applications to meet the climate change challenge both in Asia as well as in Africa by utilizing such systems and addressing the different energy needs. We are seeing that increased use of biomass energy is global and national priorities for many of the countries. Here the example of Sweden and other are important to mention where they have made big investment on setting up biomass infrastructure. We see here two major applications for biomass in our developing world. One is the decentralized small scale biomass gasifier based power plant for meeting the rural energy requirement on a more sustainable basis, and the other is a biomass gasifier for heat applications in micro, small and medium industries where this can be mainstreamed very easily with very minimum investment.

The key challenge is to mainstream, there is a need for further technology development and fine tuning because there are still issues that are needed to be addressed in terms of automation, scale, biomass flexibility, bringing the costs down. There are certain challenges which we have to work on the technology side.

None of these projects have not availed benefits which are currently available on the CDM mechanism. So, the challenge is how we can mainstream these instruments, because these are small CDM projects. So, we need to bundle them in large scale or develop a programmatic CDM for such initiatives so as to mainstream easily.

The other key challenge of importance under this initiative and the partnership is the South-South Cooperation. We have already partnered with Thailand, Myanmar, Sri Lanka and parts of Africa, particularly of Uganda and Ethiopia in this regard. We are trying to develop a knowledge-sharing network among South-South partners, where we are looking for multi-donor multi-lateral programmes like United Nations Development Programme (UNDP) and UNDP South-South Cooperation etc. Through these mechanisms, we are trying to mainstream these initiatives on a big scale that can combat climate change on a large scale with bare minimum investments.

Thank you very much.

皆さんこんにちは。私は気候変動の問題側からの視点ではなく、解決側の視点でお話したいと思います。本日発表では、インドで取り上げられており、アジアの他の国とも非常に関連性の高い局所的な戦略についてご紹介したいと思います。

大きな資源として私たちにはバイオマスがあります。多くの国にとっては、大規模な農業を行っていることにより、主要な資源であるため、昨日私たちが議論したすべてのシナリオにおいて、バイオマスのシェアがより持続可能であるという理由により高くなると想定されております。ですので、本日は、この点に関して私たちの活動してきたことをお話ししたいと思います。

私の発表ではインドにおけるエネルギーシナリオと高成長シナリオ（次の45年間で7~8%の成長率と計画）の下での私たちが直面している課題、それからバイオマス資源について、そしてTERIとしての戦略や成果、これから進む道についてお話ししたいと思います。

このスライドにありますのは、エネルギー供給の構成内訳になります。最も多いのは石炭で、エネルギー全体の38%を占めており、発電に占める石炭利用の割合は約70%にもなります。バイオマスに関しては、約29%利用しており、バイオマスのほとんどは実際には農村地域の家庭において調理のために用いられたり、農村に拠点のある小さな企業で用いられたりしております。石油や天然ガスは、大部分が輸送用燃料や、都市部における調理用として用いられております。

次のスライドを見てみましょう。これは昨日も議論したのですが、インドは世界第5位のエネルギー消費国であります。しかし、1人当たりで見ますと、先進国はもちろん発展途上国の国々の中でも非常に消費量が少なくなっております。そして、私たちの予測では、もし8%の経済成長率で進んだ場合であっても、まだインドの1人当たりのエネルギー消費量は、中国や他の発展途上国の中で最も低くなっております。

経済成長を持続させるために増加するエネルギー供給は、国の最大の課題となっております。インドでは、農村に住む12万5000人もの方がまだ電気を利用できない状況にあります。これは、エネルギーの供給側をシステムに組み込んでいかなければならないことを意味しております。私たちは、利用可能なエネルギーを効果的に、そして持続的に使い、また、再生可能エネルギーの利用を最大限増加させることによって、この課題に取り組んでいかなければなりません。

バイオマスエネルギーについて見てみましょう。現在の世界の状況を見ますと、世界全体で約24億人がバイオマスを主要燃料として利用しており、現在の見積もりでは、世界のエネルギー消費の11%はバイオマスによるものとなっております。それぞれの地域で見ますと、大部分をバイオマスに依存している地域は、バイオマスが18%を占めているラテンアメリカ、これは平均よりも高い値となっております。そして、アジアは25%がバイオマスになります。アジアの多くの国々では、バイオマスに大きく依存しています。またアフリカでは、ご承知の通り、50%をバイオマスに依存しております。世界的に考えますと、気候変動に立ち向かわなければならないならば、バイオマスは非常に重要なエネルギー資源であると言えます。

それでは、このスライドを見てみましょう。インドにおける石炭生産や、バイオマスのポテンシャルについてお話ししたいと思います。石炭の生産は2005年から2006年にかけての数字で約4億t、バイオマスの生産は約8億4000万tで、インドでは石炭よりもバイオマスを多く生産しております。バイオマスは基本的に二つの燃料源を用いております。ひとつは薪です。これは森林残渣からのもので、約2億2000万t利用しております。もうひとつ主要なバイオマスは、農業残渣やプランテーションから発生する燃料源で、約6億2000万tにのびります。バイオマスはインドの経済や私たち一般の生活の中で主流とならなければいけない燃料であります。現在、多くのバイオマスは、基本的に農村部では非常に低い効率で利用されております。この点に関して、たくさんの研究開発が進んでおりますが、私たちは近代技術ではなく、とても古い伝統的なシステムを利用しておりますので、バイオマスを利用する際の現在の効率は現状では約10%から12%となっております。ということは逆に言うと、インドの経済においてバイオマス資源を主流化する巨大なポテンシャルを持っているということでもあります。

次に、これら何枚かのスライドについてお話ししたいと思います。まず、私たちがバイオマス資源を

主流化するためには、近代的なバイオマス技術が必要になります。それは、例えば、熱化学プロセス、ガス化、改良された燃焼システム、バイオメチレーション技術などになります。これらのすべてが、私たちの経済の中でバイオマス利用効率を増加させる可能性を秘めております。また、バイオマスがインド経済において非常に低コストで化石燃料と置き換えることが可能であることを既に実証しております。

利用側の効率を増加させることは、すでに話したように現在は 10%から 12%でありますので、非常に重要であります。効率的なプロセスを導入することで簡単に 3、4 倍は増加させることができます。社会のすべてのニーズは、バイオマス資源だけで様々な異なる技術を使って対応できてしまうからです。一つは、農村部の家庭の設備として見るができますし、別のものは、コミュニティレベルで見ることができます。水をくみ上げるのに電力を必要としますし、多くの他のニーズもあります。小さい農村地域の企業は、熱と電気の両方の形でエネルギーを必要としますので、バイオマスエネルギーを利用することができます。

さて、農村地域の電化についてですが、現在まだ 45%の農村地域の家庭で電気を使用できない状況になっております。村落だけについて言いますと約 25%になります。私たちは発展プロセスの長い道のりを進んでいる最中ということであります。

このスライドを見ると、農村地域の 86%の家庭が、調理用のエネルギーとして薪とバイオマスに頼っております。また、こちらでは、近代的なエネルギーにアクセスできるかどうか、収入の改善や、貧困の削減には決定的な意味を持っております。それは、一旦、局在型の燃料であるバイオマスを主流に組み込めば、農村部に直接恩恵があるからであります。ですので、バイオマス資源の新しい技術を広く普及させることによって貧困問題にも取り組めるということになります。また、間接的な恩恵として、健康、教育、その他の社会的便益ももたらされます。

インド政府は、様々な機器の導入戦略を強く推し進めようとしております。これら機器の大部分は熱源機器や発電設備の両方に対しての補助金の上に成り立つものであります。インド政府内にはこのリストに挙げたように様々な計画をしており、これらいくつかの重要な計画を推進するために、社会に対してインセンティブを与えようとしております。

非常に大きな期待をしている計画がありまして、本日私たちは低炭素社会についてお話しておりますので、ここでこのスライドをお見せしているわけです。これはインド政府と私たち TERI の間で行われている、必要なエネルギー需要に対してどんな化石燃料や炭素も全く消費しないという、カーボンニュートラルな村を作ろうということ計画であります。そこで、私たちは、近代的なバイオマス技術を利用しようと考えているわけであります。

今、バイオマスの固形化のような技術を取り上げますと、調理用燃料として熱ストーブや多くの他の装置でより効率的に用いられることが可能となります。このスライドは、バイオガス、特にバイオマスの緑の部分からのバイオガスについて見ております。自然界の緑のものは、微量栄養素の働きによって簡単に消化されバイオガスを生産し、得られたバイオガスは農村地帯の家庭において調理機器などに利用できます。

私たちはこれらの技術を普及させようとしておりますが、また、農村地帯には大量の牛の群がおり、簡単にエネルギーに転換できる資源として排泄物が利用可能となっております。

バイオマスガス化について見ると、疑問がひとつ湧き起こります。なぜバイオマスをそのまま利用せずガス化しなければならないのか？ということです。理由はインドで開発された特有の技術によるものであります。我々はこの小規模バイオマスガス化の技術で世界のトップを走っており、私たちはこれらの技術を東南アジア諸国や、アフリカ、ヨーロッパの一部の先進国にも輸出しております。

それでは、ここで TERI、インドエネルギー資源研究所での活動内容についてご紹介したいと思います。最近の 20 年の間では、私たちはエネルギー環境と持続可能な開発という観点を取り扱っております。また、私たちが何年もかけて開発したのがこのガス化技術で、今この技術の普及に適切な投資を行っております。私たちはバイオマスに関する様々な技術を開発しております。私たちはすでに 10 kW から 40 kW の容量のバイオマスガス化発電プラントを開発しておりますが、これは可動式の

発電所で、基本的には農村地域など 500 から 1000 人の人口の様々な地域で電力を供給できるものであります。

ご承知のとおり、インドの電力網は需要の供給の間のギャップが非常に大きいことから、非常に大きな発電容量を必要としています。産業はその限られた電力資源に頼らざるをえませんし、大部分はディーゼルエンジンによって発電されたものであります。そこで現在、バイオマス利用の発電プラントが商業化している段階で、規模は約 50 kW から 250 kW と、インド社会の最も一般的な需要規模となっております。

またご存じのように、インドには莫大な数の中小産業が存在し、これらは必要とするプロセスで熱エネルギーを大量に消費しております。そして、これらの必要なプロセスのほとんどでは燃料油やディーゼル燃料、LPG のような化石燃料が利用されております。私たちはこれらのシステムをバイオマス利用システムに転換しているところであり、次からのスライドで私たちのやってきたことをご紹介します。

今、私たちは、バイオマスを液化する技術についても取り組んでおり、特に、リグノセルロースからの液化技術に取り組んでおります。これらは今後に期待されている技術で、主流になりうる技術であり、現在はまだ、調査、研究、開発段階にあります。

私たちが開発した、バイオマスガス化システムは、バイオマスが上部からガス化装置に送り込まれ、生産されるガスは冷却、不純物除去され、エンジンに送り込まれる。発電するガスエンジンは、10 kW から物によっては 250 kW や MW 級のものまであります。

また、私たちはインドにおいて様々な熱源機器として利用できるバイオマスガス化装置を開発しております。それらのいくつかをリストとして示しております。スパイスの一つであるカルダモンの乾燥は農家の人たちにとっては大変な作業となっております。カルダモンは乾燥させる必要がありますが、今はバイオマスガス化装置によって行われております。

製糸業でも使われております。糸を作るときに、まず繭を煮てセリシンにします。セリシンとは温水で溶けた粘性物質の部分です。この過程で温水を利用します。インドは絹糸の生産量が世界第 2 位で、繭を煮る際に大量の熱エネルギーを消費するわけです。TERI では、私たちはここに導入できるバイオマスガス化装置も開発しております。

繊維業でも用いられております。糸や布地の染色や漂白などに温水を必要とします。また、ゴムの木から生産したゴムの乾燥装置も、産業として重要な自動車部門においてタイヤを作るため用いられており、乾燥に熱が必要になります。これらのすべては基本的には原材料を最終製品に変えるための過程で熱が必要となります。これらを、長い年月をかけてバイオマスを用いたシステムに変えていております。

典型的なガス化装置は毎時 100 kg の生産能力で、これが毎時 30 l のディーゼル燃料の代替となります。このバイオマスガス化装置の投資コストは約 100 万ルピーで、システムの運転によって 1 日当たり 4000 ルピーの節約となり、エネルギーにかかるコストの 80% を削減できますので、ガス化装置の投資回収期間は 250 日程度と非常に魅力的な短さとなっております。

ここにいくつかの実証事例がありますのでお見せしたいと思います。これは、糸や布地の染色用のオープンで、バイオマスガス化装置が統合されております。これはゴムの乾燥装置で、ガス化装置がトンネル型乾燥機に送り込まれる熱の製造に利用されております。インドの多くの人の生活においてかせない、例えばポテトチップスを加工したりする、非常にたくさんの小規模食品加工装置があります。それらは甘いものやナムキンというインドの菓子など、スナック食品を作るための装置であります。以前はこれらの装置には LPG やディーゼル燃料が使われておりました。今はすべてに小規模バイオマスガス化装置が適用されております。このようにバイオマスガス化装置は、国の一部分で成長し続けている非常に大きな産業なのであります。

また、これは私たちが開発したもうひとつの技術であるバイオガスシステムであります。これは、バイオマスの緑の部分、葉っぱや厨芥、生ゴミなどが、バイオガスに変換される装置で、ガスは台所の調理器具に送り込まれるようになっております。ガス化装置の原理では、調理用コンロ、これが最

も効果的なのですが、約 50%の効率になっており、さらに室内の汚染を大幅に減らすことができます。私たちはこの種の装置を農村家庭の装置として普及促進しております。

ご存知かと思いますが、インドにはまた、荒地を利用してヤトロファや他の非食品油脂植物種の栽培によるバイオ燃料の生産計画があります。栽培する植物は荒地でも成長するもので、種に 30%の油分を含んでおり、直接エンジン機器で利用できるものであります。

すでにお見せしたように、私たちは様々なコミュニティベースのプロジェクトで発電用のガス化装置を開発し、インドでは地理的に分散して配置しており、これらのシステムは、ここ 4、5 年で利用されてきております。(約 30 から 120 の家庭はバイオマスガス化装置から電力の供給を受けております。)これは、バイオマスガス化装置による発電プラントです。地域社会によって直接運営されており、もちろん基本的な研修を受けた人によってですが、そして電力は地域の分散型ネットワークを介して、地域の家庭に供給されております。

調理用として湿潤バイオマスや牛糞を利用する二層式のバイオメタン化反応層を開発しており、生成されたバイオガスは村落で必要とする調理用エネルギーとして利用されております。

以上をまとめますが、バイオマスに基づいた分散型の装置は、アジアだけではなくアフリカにおいても、これらのシステムを利用して異なるエネルギーニーズに応えていくことができますので、気候変動の課題に対応する高いポテンシャルを有していると言えます。バイオマスの利用を増加させることが、世界的になり、多くの国において国家的優先課題になっている現状を私たちは見ております。ここにスウェーデンや他の国の例がありますが、これらはバイオマスのインフラ整備に巨額の投資をしているものであります。

ここに私たち発展途上世界における二つの主要なバイオマス利用装置があります。ひとつは分散型の小規模バイオマスガス化装置で、より持続的な基盤で農村地域のエネルギー需要に対応するための発電を行うもの、もうひとつは、中小産業で利用される熱発生装置としてのバイオマスガス化装置で、非常に少ない投資で簡単に普及させることができるものであります。

普及させるためのカギとなる課題ですが、さらなる技術開発、微調整の必要があります。それはまだ、自動化やサイズ、様々なバイオマスに対応できる柔軟性、コストダウンなどに向けた努力の必要性が残っているからであります。私たち技術サイドで解決しなければならない課題ということです。

これらのプロジェクトでは、CDM メカニズムで得られる給付金がありません。課題はこれらの装置をいかに普及していくかですが、これが小さな CDM プロジェクトだからであります。大規模な CDM プロジェクトにし、計画的な CDM プロジェクトを開発する必要があり、それによって、普及を進めるといった戦略は容易に可能となるでしょう。

このような協力体制の下でのもう一つの重要な課題としては、南南協力であります。私たちは既にタイやミャンマー、スリランカやアフリカの一部、特に、ウガンダやエチオピアと、この件で既に協力関係にあります。私たちは南南のパートナー間で、知識を共有するネットワークを構築しようとしております。そして、マルチドナー、マルチラテラルな国連開発計画 (UNDP) のような計画や、UNDP 南南協力などをやっていきたいと思っております。これらの仕組みを通して、私たちはこれらの戦略を大規模に広めていこうとしており、これらによって、最低限の投資で大規模に気候変動に対抗できると思っております。

どうもありがとうございました。

Biomass based Decentralized Energy solutions

Sunil Dhingra
Biomass Energy Technology Applications, TERI
13 February 2009



1

Outline

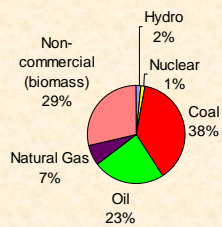
- Energy scenario
- Major energy challenges
- Biomass Resource
- Some TERI initiatives
- Sum up



2

Energy Scenario in India: Energy Supply

- Coal:
 - Major fuel (38%)
 - 70% of electricity generation is coal based
 - Industrial fuel
- Biomass:
 - Primary fuel for cooking in rural hhs
- Oil and natural gas:
 - Mainly used as transport fuel
 - Other uses: industry, irrigation pump-sets, cooking fuel (LPG & kerosene)
 - 75% imports
- Others
 - Wind: > 10000 MW of installed capacity
 - Nuclear: Around 3000 MW



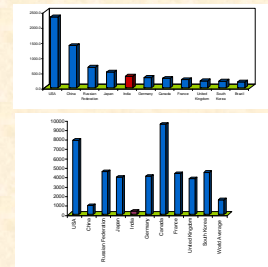
Source: Planning Commission, 2005



3

Energy Scenario in India: Low per capita energy consumption

- Present per capita energy consumption very low
- Even with 8 % economic growth, per capita energy consumption would only be 1122 kgoe in 2030.



Source: Planning Commission, 2005



4

Energy Challenges

- Increasing energy supply for sustained economic growth
- Energizing rural India
- Energy security
- Using energy efficiently
- Ensuring long-term sustainability of energy use



5

Biomass Energy : Current scenario

- Primary source of energy for 2.4 billion people
- 11% contribution in the global final energy consumption (2001)
 - Latin America – 18%
 - Asia – 25%
 - Africa – 49%



6

Bio resource base in India

- Coal Production – 407 million tons (2005-06)
- Biomass production – 840 million tons (Firewood 220 million tons) (Agro residues 620 million tons)
- Biomass at par with coal, but used inefficiently



7

Modern biomass

- To reduce fossil fuel consumption
- To increase end-use efficiency
- To reduce greenhouse gas emissions (Asian Brown Haze?)

Applications

- At domestic level
- At community level
- For small & rural enterprises
- For other applications



8

Energizing rural India

- 44.2 % of the households i.e. 84 million households do not have access to electricity (2000)
- 86% of the rural households depend on biomass (firewood, chips, dungcakes) for cooking energy
- Access to modern energy is critical for:
 - Income poverty reduction
 - Improvements in health, education, etc

teri

9

The Drivers

- Subsidy structure (Thermal & electrical)
- Incentives under:
 - VESP (Village Energy Security Program)
 - RVE (Remote Village Electrification)
 - RGGVY (Rajiv Gandhi Grameen Vidyutikaran Yojana)

teri

10

Village Energy Security through Biomass

- Aims at meeting the total energy requirements of a village through modern biomass technologies such as biogas, biomass and biofuels based on locally available resources.
- Plantations of fast growing fuel wood and oil bearing trees
- Goes beyond rural electrification per se
- Opportunities for employment and income generation.
- Environment-friendly and sustainable.

teri

11

Biomass Conversion Technologies

- Modern biomass technologies can convert biomass to solid, liquid or gaseous fuels at improved efficiencies for thermal, mechanical or electrical energy production such as
 - Charcoal, briquettes
 - Liquid fuels such as vegetable oils / bio-diesel from oilseeds, ethanol from crop residues
 - Biogas from anaerobic digestion of animal and other organic wastes / residues
 - Producer gas through biomass conversion in small gasifiers

teri

12

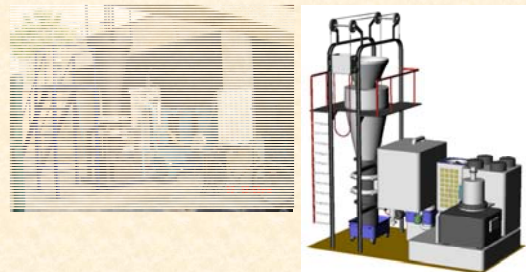
Overview of Biomass Technology Research at TERI

- Power Gasifier
 - Rural electrification (10-40 kWe)
 - Captive generation (50-250 kWe)
- Thermal Gasifier / Stove
 - About 12 biomass gasifier based packages developed
 - Oil replacement market
 - Energy Efficiency improvement
- Bio-fuels
 - Technology development for ethanol production from ligno-cellulose material
 - Production of fuel oil from Biomass through Pyrolysis

teri

13

Biomass gasifier based power plant



teri

14

Highlights – Thermal Gasifier

Application	No. of gasifiers installed
Cardamom drying	185
Silk reeling	38
Textile Dyeing	27
CO ₂ production	3
Rubber drying	15
Magnesium Chloride	2
Food Processing	40
Remelting furnaces	5
Institutional applications (Crematoria, cooking etc.)	25
Others	15
Total	355

Fossil Fuel displaced ~ 43,000 TOE
Emission reduction 159,000 tonnes CO₂

teri

15

Gasifier applications in small industries



teri

16

Biogas Production

- Biogas (gobar gas) has traditionally been produced from cow dung.
- Technologies being developed for using tree based organic substrates such as leaf litter, seed starch / cakes, vegetable waste, kitchen waste, etc.
- Single/biphasic processes give higher methane yield with lower retention period
- Biogas can be used for cooking, or to produce electricity in dual fuel or in 100% gas engine mode. Rich organic manure provides value addition



ten

17

Gasifier Stove

Smokeless and complete combustion.

- Higher efficiency
- Easy to operate
- Consumes very low power
- Family stove 2 to 4 Watt
- Community 20 Watt
- Economically viable
- Can be manufactured locally
- Ease in service and maintenance
- Comfortable ash removal system
- Provided with PV / power pack
- Controlling the power to the required level



ten

18

Bio-fuel Production

- Biofuels comprise non-edible vegetable oils in their natural form called straight vegetable oils (SVO), methyl or ethyl esters known as treated vegetable oils, and esterified vegetable oils referred to as bio-diesel
- In remote areas esterification may have logistic limitations. Use of SVO in stationary diesel engines appears feasible subject to modified maintenance schedule and by heating the oil using engine exhaust heat



ten

19

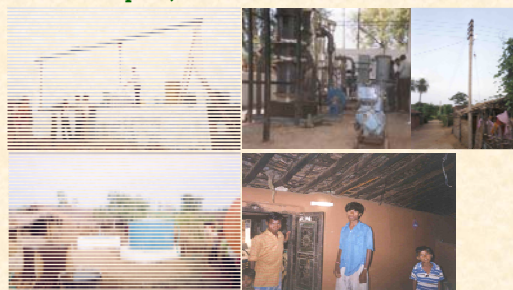
Highlights – Power Gasifier

Project	Project commissioning	Total Cumulative hours logged	Number of families connected	Average Load kW
Village Kaneput Orissa	May 2004	3000	32	5-6
Village Deodhara, Orissa	December 2004	1900	65	6-8
Village Jemara, Chattisgarh	February 2005	2500	92	8-9
Village Bhaogarh Rajasthan,	April 2006	1500	97	9-10
Village Jambopani Madhya Pradesh	August 2007	500	97	9-10
Village Dawania Madhya Pradesh	October 2007	250	122	9-10

ten

20

Village Energy Security Project – Vill. Jambupani, MP



ten

21

Gasifier system for rubber drying units

- Block rubber units use electricity or diesel for drying the rubber
- Gasifier system of 100 kg/h capacity intervention has been able to save conventional fuel (diesel) of the order of 30 l/h.
- Economic benefit: with an initial investment of Rs 10 lakhs, the industry has been able to save Rs 4000 per day which translate into payback of just only 250 days.



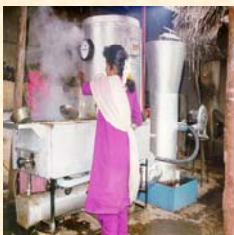
ten

22

Gasifier system for silk reeling oven

Benefits of gasifier system

- 57.3% wood saving
- 3.6% renditta improvement
- Rs. 20/kg premium for better quality
- Annual monetary benefits Rs.2,25,000
- Payback 3 months
- IRR 330%



ten

23

Conclusions

- High potential for biomass based decentralized applications to meet global Climate change challenge
- Increased use of biomass energy are global & national priorities
- Growing experience of modern biomass technologies such as biomass gasification has potential to penetrate in two segments:
 - Decentralized small scale biomass gasifier based power plant for rural areas
 - Biomass gasifier based thermal applications in SMEs (Small and Micro Enterprises)

ten

24

Conclusions (contd.)

- Need for technology development and standardization
- Climate change instruments for small capacity projects (bundling/ programmatic)
- South-South cooperation and partnership
- Knowledge sharing network



25

Thank you for your attention

Contact me at:
dhingras@teri.res.in



26

アジア低炭素社会に向けた金融

- Financing for Low-Carbon Societies in Asia -

Mizan. R. Khan (North South University, Bangladesh)

Distinguished participants, it is a privilege for me to be here today to share some thoughts on financing. I prepared this presentation on a short notice. I thank the colleagues at NIES for inviting me.

[slide2] Here is the presentation outline. First I would like to lay a conceptual framework for a global public good, like a stable climate and then I will discuss about financing for a low-carbon society. Then I will be discussing the opportunities in Asia, role of Japan and finally some suggestions.

[slide3] You all agree that use of atmospheric sink as a Global Commons is non-excludable but rival. Nobody can be excluded, everybody has the right to use it, but it is rival in the sense that your use of the sink reduces space for me, or for others. So climate change is regarded as a global public bad and therefore carbon reduction aimed at halting climate change is a global public good. Now, this carbon reduction as a public good suffers from undersupply and non participation because countries are guided by short term cost-benefit analysis and in case of carbon reduction, some countries view costs to be higher than the benefits. The mainstream economic paradigm, a kind of environmental economics strategy which dominates our thinking as of today, does not promote the commitment of resources for some global public good, the benefits of which are to be derived in some distant future because you know the economic model is based on the net present value which does not encourage investment for longer time-horizon, say beyond 10-15 years. But arresting climate change is a long-time project.

[slide4] On the other hand, powerful conventional power market lobby is not a supporter of clean technology for carbon reduction because its demand will go down. In 1997 when Kyoto Protocol was being signed and adopted, I was in America then as a student and the American Petroleum Institute invested \$13 million putting Ad in the Washington Post about climate change as a fad, not real, so you can imagine how the anti- climate change lobby is strong.

There is also the free-rider problem in the Global Commons. Contribution to the problem is unequal, but the more affected countries do not have the resources to provide such a public good. But we have a mechanism already in the form of a principle in the Climate Convention which is called the common but differentiated responsibility based on respective capability. However, this is still far from application.

I was in Poznan at COP-14 and the Swedish Environmental Institute and the Danish Church Aid distributed a book called Greenhouse Development Right. There they have worked out some indicators based on this responsibility and capability mechanism.

The corollary of the CBDR is the Polluter Pays Principle (PPP) for internalization of negative externality like carbon emission. Now, this PPP is applied within the OECD, across their respective country boundaries. The Rio Declaration or the Stockholm Declaration have got provisions for payment or compensation for extra territorial damage by a country beyond its border, but they are not being applied globally yet.

So my point in this whole framework is, if the industrial market economies, my focus is on the word 'market' economies, accept this basic *market* instrument for global application, then the

problem of financing for a low-carbon society is greatly solved.

[slide5] Here are some numbers I have mentioned, how much a global low-carbon society would cost. These are the figures around which discussion takes place nowadays. It is time to review our estimation that inaction will cost 5% to 20% of global GDP, but action now will cost only 1% of it, as Stern Review argues. Estimation in Japan also puts a similar figure about 1% of the GDP for putting Japan on a low-carbon path which in Yen terms comes to about seven to ten trillion Yen per year under A or B scenarios.

Put in different terms, for example, this equals a global average cost of about \$0.02 per kilowatt hour or \$0.25 per gallon of gasoline, which does not sound very big. UNFCCC estimates about \$200 billion as the need to return GHG emissions to current levels in 2030. This is just less than half of 1% global GDP or less than 2% of the global investment. According to these estimates, cost per ton of all the CO₂ emissions can be kept at an average of \$25 to \$30 per ton of reduction and as Stern Review determined, the doubling of public funds for energy research and development to reach about \$20 billion per year.

[slide6] I have tried to present some of the avenues for financing a low-carbon society. Here are three ways we can do it: 1) through pricing up carbon, 2) mobilization of funding for clean energy technology, and then 3) international cooperation. Pricing for carbon can be done in three ways: through taxing of CO₂ emissions. It can be done in revenue-neutral way so that citizens are not affected, but it is a very politically sensitive issue especially in America. Some countries in Europe have introduced the CO₂ emission or heavy energy tax. Then cap-and-trade of carbon in the Annex I countries. We in the developing world have in the form of CDM. European Union emissions trading scheme expects the business to be close to \$100 billion in the next few years.

Here the point is - international carbon pricing is needed for incentivizing long-term investment in R&D for clean technology. Tighter emission reduction target will lead to scarcity of allowances, driving the carbon price up. But there is uncertainty yet after 2012 because we do not know what would be the agreed outcome in Copenhagen. In Poznan where I attended as delegation member of my government, the European Union pushed for a 20% reduction by 2020. If that is accepted, then I think carbon market will have kind of a boost and G-77 and China largely support that position.

CDM, which is happening in the developing countries, cannot do alone. Volume is not still big, about a thousand projects and China overwhelmingly dominates in the CDM projects in Asia, followed by India, so there is an inequitable distribution. Because CDM is as good as foreign direct investment (FDI), so not all countries, particularly the LDCs, will benefit from CDM.

Then mobilization of funding through levies on some activities as a function of greenhouse gas emissions, like aviation levy or bunker fuel levy. There are discussions about this in climate negotiations.

Then funding for technologies, such as nuclear energy, or reducing emission from deforestation and degradation (REDD), or Carbon Capture and Storage (CCS), but the latter two still are in the stages of debate, no final decision has been taken in Poznan; maybe in Copenhagen something will come out regarding REDD and CCS. European Union has already allocated emissions trading allowances worth Euro300 million as a carrot for early-movers in CCS demonstration plants. This is still not a proven technology, only under study yet. And then international cooperation for energy efficiency, renewable energy and low-carbon technology, which forms the core of LCS, but this cooperation has to be based on the CBDR and PPP.

[slide7] We know some countries are going unilateral to impose energy tax and incentives within their countries, especially some European and Scandinavian countries are applying these

instruments like carbon dioxide and sulfur tax or nitrogen oxide. Also investment in energy saving and renewable energy, which can be made tax-deductible to promote investment; then renewable energy subsidies in the form of tax credits or operating cost subsidies, import duty exceptions. There are dedicated funding agencies to provide loans for renewable energy at below-market interest rates. Germany for example has got a huge program on this.

The basic point is that taxing of polluting fuels directly promotes renewable energy and energy efficiency and this we need to reinforce, [slide8] and there are multilateral funding opportunities. In the next session there will be an Asian Development Bank (ADB) presentation, so I think that presentation will take some of the discussions from here. World Bank has got several windows already as you know I have mentioned here, such as Investment Framework for Clean Energy and Development, Carbon Market Continuity Fund for purchasing post-2012 credits, and Carbon Facility for Low carbon Growth. IFC, the International Finance Corporation, has got also a renewable energy efficiency fund with a start up capital of about \$200 million. ADB also is coming up with \$1 billion for annual lending for this purpose and ADB's climate change fund has got already an initial capital of \$40 million. There is again the Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate. This is mainly for clean coal technology, promotion of nuclear energy and other renewable sources.

[slide9] UNEP's Sustainable Energy Finance Initiative and the US-based Solar Development Corporation, a standalone commercial company as a joint initiative of the IFC, the World Bank and some US foundations. Then within the commonwealth countries, there is the Commonwealth Development Corporation, which promotes this renewable energy. Barack Obama promised of US\$150 billion in clean technology over the next decade. US-backed push for clean technology will boost investors' confidence in financing up clean energy technology around the world. I am not sure before the expiry of the Kyoto Protocol if America will join, but I think things in America will change a bit as far as climate negotiations are concerned.

Funding support for energy efficiency and renewable energy now is close to about US\$200 billion, but this needs to be up scaled to a larger extent.

[slide10] Then I have raised, or brought in some points about opportunities in Asia for LCS. Population without electricity as Mr. Shukla of India also has shown some numbers, globally is 1.6 billion but in Asia is 224 million. So there is huge demand for basic energy services and has great scope because it is least expensive to develop clean energy infrastructure in the initial stage of development. So I think these countries have opportunities, without going the polluting path of earlier western development, they can start clean, and this requires sufficient funding.

The microfinance can fund small scale renewable energy systems in large numbers in remote off-grid areas, about which Prof. Shukla had also mentioned. In Bangladesh or in India, these are being done in a small scale projects. For example, in Bangladesh over half a million rural poor already have solar home systems where about \$300 to \$400 of little investments are needed for a 50-watt power system. Not only solar home systems but rural markets, for example, or schools are being electrified through solar power; so there is a great scope in solar energy.

[slide11] Developing Asia except Japan will account for over 40% of the global increase in energy demand by 2030 and the share of new emissions until 2030 will account for almost about half of it. Global energy investment between now and 2030 is estimated to be about \$20 trillion, and about one third of it in developing Asia. Of that, China will account for more than half and India more than \$1 billion. Introduction of a clean energy target of 20% for Asian nations by 2020 would lead to almost \$1 trillion in clean energy investment in Asia by 2030, of which almost \$50 billion per year would be required until 2020.

However, there are high savings rate in Asia, as Prof. Shukla's presentation has showed, about more than 35% savings rate in India and in other countries, so financing from the private sector would be available for clean energy investment.

[slide12] The distribution of World Bank carbon financing shows that East Asia and the Pacific and South Asia dominate in projects of Prototype Carbon Fund, Community Development Carbon Fund and BioCarbon Fund. These three funds the World Bank has initiated to promote carbon trade.

[slide13] Now, I wanted to share a few thoughts on Japan's role for LCS in Asia. Japan is the most energy efficient country in the OECD, has great potential to lead this LCS process in Asia and beyond. Japan, with its large energy assistance of about \$6 to \$7 billion per year is well placed to provide leadership in mainstreaming energy efficiency and renewable energy projects in Asia. A recent proposal by Japan, United States and European Union to create a new body to promote energy conservation within the International Energy Agency is a good step. Japan's Cool Earth initiative calls for development and dissemination of specific innovative technologies by 2030 and a goal of improving energy efficiency by 30% by 2020 can contribute to establishing LCS in Asia. Recently, two government affiliated banks in Japan have initiated the GHG Reduction Fund and Carbon Finance Ltd. in partnership with some private companies to activate the promotion of carbon market in Asia and this is likely to be the first carbon market in Asia. And Japan's announcement to invest about \$30 billion over next five years in R&D in energy and environment sectors are likely to contribute to promoting the LCS process.

[slide14] Finally some suggestions I will try to put: CDM is levied only, so it is biased against and therefore we always support a 2% levy or even more on joint implementation on emissions trading projects, the other two flexible mechanisms of the Convention and the money can be put to a clean energy fund.

US participation in the Kyoto Protocol or in the carbon market will boost demand for CDM and the price will go up certainly. Subsidies from fossil fuels can be diverted to boost funding for LCS.

And more stringent penalty provisions for noncompliance should be initiated in the second commitment period. The first commitment period under the Kyoto Protocol mechanism is not having that much teeth: in the case of failure to reduce one ton, the country has to reduce 1.3 ton but lack of effective enforcement in international regimes stand in the way. We collectively need to think how to enforce compliance more effectively.

Then current ODA for infrastructure for a low-carbon society is not enough, so leveraging and partnership with private sector and public funds are needed to pump prime, to promote, to encourage research and development and deployment of clean energy technology.

My last point is: can all these regulatory and market-based instruments without real changes in lifestyles and value systems achieve a low-carbon society? I believe absolutely not. From yesterday we have been discussing of many, many ways – we are becoming kind of cornucopian techno-centrists, with an unbridled faith in technology. Will technology alone do? Look into the case of Japan, where carbon intensity has gone down, but total emission has gone up because of increased consumption, so unless we tackle the consumption issue which brings us to look into the production sector, because there are lots of production of junk goods in the industrial countries, which do not add to quality of life. So unless we question the unsustainable production and consumption sectors, as economist J.K. Galbraith did half a century ago, achieving LCS will not materialize. I hope Mr. Dorji of Bhutan will discuss about the ideas of a life based on voluntary simplicity, based on high thinking and low consumption as the Indian civilization taught us, but India already has lost to this race for consumerism. If we all ride this bandwagon of evergrowing

consumption of material goods, I don't believe we can reach to a LCS. I only hope that our Asian values of frugality with dawn on the world community to put a brake on the never-ending race to consumerism.

来席の皆さま、本日、この場で金融についてお話しできることを非常に光栄に思います。あまり準備に掛けられる時間はありませんでしたが、今回ご招待いただきまして本当にありがとうございます。

【スライド 2】 それでは、まず今回のプレゼンテーションのアウトラインを確認しておきたいと思います。最初に、気候の安定化のような、世界の公共財に資する概念的な枠組みを提示し、低炭素社会のための金融について議論したいと思います。また、アジアにおけるチャンスに関して、日本の役割について議論し、また最終的に幾つかの提案をしたいと思います。

【スライド 3】 皆さんにもご賛同いただけたと思いますが、大気（二酸化炭素の）吸収源（シンク）というのは世界の公共財であり、それをめぐって競争関係になりうるものです。誰もそこに制限をかけられることなく、誰もがそれを使う権利を持っているといえます。しかし、誰かがこのシンクを使うことによって、他の人がそのシンクを使えなくなるという競争関係にあります。気候変動は公共の悪として目されることもありますので、気候変動抑止のための炭素削減は、世界の公益に資することになります。現在、このような公益としての炭素削減は、供給不足や不参加という問題に悩まされることになっています。これは、諸国が炭素削減に関して短期間での費用・便益分析の結果に誘導され、いくつかの国では炭素削減のコストのほうが利益より高くなることもあるからです。経済の主要パラダイムとして、今日環境経済の戦略を考える時に主流となっているのは、世界の公益に資するための資源に関するコミットメント（公約）ではなく、近い将来に得られる利益です。それは、経済モデルが現在の価値で捉えられるものを基礎としており、10～15 年を越えるような長期的な視野で投資を促進するものではないからです。しかし、気候変動の阻止は長期的なプロジェクトです。

【スライド 4】 その一方で、非常に強力な従来の電力市場のロビー活動が行われており、これは炭素の削減のためのクリーンテクノロジーの支援にはなっていません。それは、（電力）需要を低下させることになるからです。1997 年に京都議定書が署名されて採用された当時、私は学生でアメリカにいました。その時、アメリカン・ペトロリウム研究所が、1300 万ドルを気候変動の基金として導入するという、気まぐれでしかも架空の広告をワシントンポスト紙に掲載しました。これで、如何に気候変動への対応に反対するロビー活動が強力か想像がつくと思います。

また、世界の公共財へのただ乗り問題も存在しています。この問題に対する寄与度というのは不公平で、公平ではありません。十分な資源を持っていない国、最も（気候変動の）悪影響を受ける国は、そのような公共財を提供することはできません。しかし、すでに気候協定における原則をかたちづくるメカニズムを採用しています。それは、それぞれの責任能力に応じた「共通だが差異のある責任の原則」（The Common but Differentiated Responsibility : CBDR）と呼ばれます。しかし、まだ十分にこれが活用されているわけではありません。

私が COP-14 でポズナンに滞在していた時、スウェーデン環境研究所とデンマーク・チャーチ・エイド（NGO 団体の名称）が Greenhouse Development Right（グリーンハウス開発権）という冊子を配布していました。そこでは、彼らはこのような責任能力メカニズムを基礎とした指標を公表しています。

CBDR 原則の帰結は、炭素排出などのようなマイナスの外部性の内部化（外部不経済の内部化）を図る汚染者負担の原則（Polluter Pays Principle: PPP）であるともいえます。現在、この PPP 原則は、OECD 諸国内において各国の境界を越えて適用されています。リオ宣言もしくはストックホルム宣言では、国境を越えた領域外でのダメージに対して代償を支払うという考えが打ち出されましたが、これは地球規模で適用されているわけではありません。

産業界の市場経済、つまり「市場」経済というところを強調したいのですが、このような基本的な市場の手段を使ってグローバルに応用していけば、低炭素社会に向けた金融（資金調達）の問題はうまく解決されるのではないかという考え方があります。

【スライド 5】では、ここでどれぐらい世界の低炭素社会のコストがかかるのか、いくつか例をご紹介します。このスライドにあるとおり、いろいろな議論が今行われております。スターン報告書では、おそらくこのまま手を打たなければ世界の GDP の 5~20% のコストが必要となるが、すぐに行動をとればそのコストは 1% だけで済むとしています。日本でも同じような考え方があり、日本の GDP の約 1% で低炭素の道筋を築けるとしています。円に換算すれば A・B シナリオの下で 7~10 兆円ぐらい、年間にかかるとしているのでしょうか。別の単位に換算すれば、世界の平均コストは、1 KWh 時当たり 0.02 ドル、ガソリン 1 ガロン当たり 0.25 ドルということになります。それほど大きな費用ではないという感じがするのではないのでしょうか。

気候変動枠組条約（UNFCCC）の分析では、2030 年に温室効果ガスの排出を現在のレベルに引き戻すには約 2000 億ドルかかるとしています。これは世界の GDP の 0.5% に満たず、世界の投資金額の 2% 未満であるとされています。また、これらの分析によれば、1 t 当たりの CO₂ 排出回避コストは平均 25~30 ドルとしています。スターン報告書によりますと、エネルギー開発や調査に向ける公共投資コストの増加が、年間 200 億ドルに達するという試算もあります。

【スライド 6】では、低炭素社会のための資金調達方法についていくつかご紹介しようと思います。ここでは三つの方法が可能かと思います。1) 炭素価格の値上げ 2) クリーンエネルギー技術の資金調達の動員、また、3) 国際協力などがあります。この 3 つの方法では、CO₂ の排出に課税をすることによって炭素への価格付けが行われるでしょう。これは、収支がゼロになるように、つまり市民が影響を受けないようにするというとても政治的に敏感な考え方が、特にアメリカにおいてあります。ヨーロッパの国々でも CO₂ 排出課税や重いエネルギー税を導入しました。そして、Annex I（附属書 I）の諸国では、炭素のキャップ&トレード（排出権取引）があります。これは発展途上国における CDM の枠組みの中で適用しています。EU の排出権取引スキームでは、取引額がここ数年で 1000 億ドル近くに上るだろうと予想されます。

このポイントは、国際的なカーボンプライシング（炭素の価格付け）が必要なのは、長期的な投資がクリーンテクノロジーの研究開発に向けて行われるようにするインセンティブを与えるためです。厳しい排出削減目標は、排出許容量の不足をもたらし、炭素価格を上昇させます。2012 年以降ではやはりまだ不透明性が残りますが、これはコペンハーゲンでの成果に同意が得られるかどうかかわからないからです。ポズナンでは、私も政府の代表として参加しておりましたが、EU は 2020 年までに 20% 削減を強く推していました。それが受け入れられれば、炭素市場は拡大すると思いますし、G-77（77 カ国グループ：発展途上国で組織される）と中国もこれを大いに支援しています。

CDM は途上国で受け入れられていますが、これは単独ではできません。量はまだそれほど大きくなくて 1000 件程度しか認められていません。アジアの CDM プロジェクトでは中国が圧倒的優位を占め、次にインドと続きます。このように、プロジェクトは公平に分配されていません。これは、CDM が外国の直接投資（Foreign Direct Investment: FDI）を中心としているために、すべての国、特に後発開発途上国（Least Developed Countries: LDCs）の全ての国が CDM のベネフィットを受けられるわけではありません。

原子力エネルギーなどへの技術に対する資金の供与、あるいは森林伐採や劣化による排出の削減（Reducing Emission from Deforestation and Degradation: REDD）や炭素隔離貯留（Carbon Capture and Storage: CCS）への資金供与といったものもありますが、後の二つについてはまだ議論中の段階で、ポズナンでも最終的な結論が導かれていません。REDD や CCS の取り扱いについては、コペンハーゲンでは何らかの結論が出てくるかもしれません。

EU では、既に 3 億ユーロ相当の排出量取引の枠を用意しておりますが、これは CCS デモプラントの先駆者への「ニンジン（褒美）」として用意されたものです。これはまだ十分に確立された技術ではなく、まだ研究中の段階です。現在は、エネルギー効率、再生可能エネルギー、低炭素技術などについての国際的な協力が低炭素社会の中核として形づくられていますが、このような協力関係も、共通だが差異のある責任の原則（CBDR 原則）や汚染者負担の原則（PPP 原則）に基づかなくてはなりません。

【スライド 7】 一方的に国内でエネルギー税を課したりインセンティブを導入する国もあります。特にヨーロッパやスカンジナビア地域の国々では、炭素税、硫黄税、そのほか窒素酸化物税のような制度を導入しています。また、省エネルギーや再生可能エネルギーに対する投資には、それを促進するために税控除がおこなわれます。それは、再生可能エネルギーへの税控除や、運転費用への補助金であったり、あるいは輸入税の免税であったりします。これには専任の資金提供機関がありまして、再生可能エネルギーに対して低利の融資を提供しています。例えばドイツにもこのような巨大なプログラムがあります。

【スライド 8】 汚染源の燃料への直接課税の基本的なポイントは、再生可能エネルギーやエネルギー効率化を促進することであり、それを強化していく必要があります。また、多国間の資金供給のチャンスを提供することにもなります。この後にアジア開発銀行（ADB）のプレゼンテーションもあるので、そこでもこの点について議論されることがあるかと思います。世界銀行では、これまで取り上げてきたようなさまざまな窓口が既にあります。例えばクリーンエネルギーや開発のための投資フレームワークですとか、2012 年以後の排出権購入のための炭素市場継続ファンドですとか、低炭素成長のための炭素基金などがあります。国際金融公社（International Finance Corporation: IFC）のほうでも、再生可能エネルギー効率化ファンドを約 2 億ドルで立ち上げています。また、ADB では、年間 10 億ドルをこの分野に貸し付けていますし、ADB の気候変動ファンドの初期資本は既に 4000 万ドルに達しています。また、クリーン開発と気候に関するアジア太平洋パートナーシップというものもあります。これは、主にクリーンコールテクノロジーや原子力、その他再生可能エネルギーの促進を目的とするものです。

【スライド 9】 国連環境計画（UNEP）の持続可能なエネルギー投資イニシアティブや、アメリカのソーラーディベロップメントコーポレーションというところが、これは独立系の商業企業なわけですが、国際金融公社（IFC）や世界銀行、アメリカの基金との協力で立ち上がっております。州内にも連邦開発公社というものがあり、再生可能エネルギーを推進しています。また、バラク・オバマ大統領はこれからの 10 年間の間に、クリーンテクノロジーに 1500 億ドルを投資すると約束しています。このようなアメリカのクリーンエネルギー推進により、クリーンエネルギーテクノロジーに対する資金調達、あるいは投資を行うということへの自信、確信が世界中で生まれていくと思います。そして京都議定書の約束期間終了前にアメリカがこれに参加するかどうかはわかりませんが、アメリカの気候変動に関する交渉の面で状況が少し変わってくるのではないかと思います。

現在、エネルギー効率化や再生可能エネルギーに関連する金融的支援は、既に 2000 億ドルほどに達していますが、さらにこれを大きく拡大していく必要があるでしょう。

【スライド 10】 それでは、アジア低炭素社会におけるチャンスということについていくつかの点についてお話しします。インドの Shukla 先生が示されたように、世界的にはまだ電力の通じるところに住んでいない人口が 16 億人、そして東アジアで 2 億 2400 万人いるとされています。ということは、基本的なエネルギーサービスに対する需要が非常に大きいということです。また、このようなクリーンエネルギーインフラをつくるということも、長期的に見れば、開発段階の初期においてそれほど高額の出資が必要なわけではないということになります。よって、これらの国々は、これまで欧米がやったような汚染発生の過程を踏まずに、クリーンな技術からスタートできるチャンスなのです。これには十分な資金提供が必要です。

また、小規模金融（マイクロファイナンス）は、遠隔の系統非接続地域における、たくさんの小規模再生可能エネルギーシステムに資金を提供することができます。これについては先般 Shukla 先生も言及されています。バングラディッシュもしくはインドでは、このような小規模プロジェクトが行われています。例えばバングラディッシュでは、ソーラーシステムを家庭に設置している農村部貧困層が既に 50 万世帯あり、300~400 ドルの小規模な投資で 50 W の能力を持つシステムが設置されています。地方の家庭ソーラーシステム市場だけではなく、例えば学校の電化にソーラーシステムを適用するなどの例もあります。従って、広い範囲にソーラーエネルギーが普及するようになります。

【スライド 11】 日本を除いたアジアの途上国は、2030 年までに世界のエネルギー需要増加の 40%以

上を占めるようになるといわれます。そして、2030年までに発生する新たな排出へのシェアは、ほぼ約半分を占めるようになることとされています。現在から2030年までの世界的なエネルギー投資は約2兆ドルになると見積もられており、その約3分の1がアジアの途上国に供給されると推定されています。中国がそのうちの半分以上を占め、インドが10億ドル以上を占めると予想されます。2020年までのアジア諸国へのクリーンエネルギー導入目標を20%とすると、2030年までにアジアでのクリーンエネルギーへの投資が約1兆ドル発生することになるわけです。2020年までに年間500億ドルが必要になるということでもあります。

しかし、アジアでは貯蓄率が高く、これは Shukla 先生も紹介されたとおりですが、インドでは35%以上の貯蓄率を誇り、他国も同様です。従って、このような民間セクターからのクリーンエネルギー投資への資金調達は可能であろうと思われます。

【スライド 12】 さて、世界銀行のカーボンファイナンスの分配（割合）ですが、東アジアと大洋アジア、南アジアではこのような位置を占めています。分類はプロトタイプ（試行的な）カーボンファンド（Prototype Carbon Fund: PCF）と、コミュニティディベロップメント（地域社会開発）カーボンファンド（Community Development Carbon Fund: CDCF）、バイオカーボンファンド（Bio Carbon Fund: BCF）のプロジェクトとなっています。世界銀行では、この3つのファンドを炭素取引促進のために開始しています。

【スライド 13】 さて、ここでアジア低炭素社会における日本の役割について少し触れてみたいと思います。日本は OECD 諸国のなかでも最も省エネが進んでいる国であり、アジア、そしてそれ以外の地域でも低炭素社会化をリードする大きなポテンシャルを秘めています。また日本は、年間60～70億ドル相当のエネルギー支援を行ってきており、アジアにおいて主流となるエネルギー効率化、再生可能エネルギープロジェクトの中で、リーダーシップをとることができると思います。最近では、日本、アメリカ、EUの提案により、国際エネルギー機関（International Energy Agency: IEA）のなかに、新しくエネルギー保管理を促進するための組織が発足したということです。日本の Cool Earth イニシアティブでは、2030年までに特定の革新技术の開発と普及を行い、また、2020年までにはエネルギー効率を30%まで向上させることを目指すとしており、アジアにおける低炭素社会構築に大きく貢献できると思います。また、最近、日本の政府関連の銀行二行が、温室効果ガス削減基金を創設しましたし、有限責任中間法人・カーボンファイナンスという組織を、数社の民間企業との協力で立ち上げており、アジアにおけるカーボン市場（炭素市場）推進の活性化を図るとしています。これはおそらくアジア初の炭素市場になるであろうということでもあります。そして、日本政府の声明では、これからの5年間に約300億ドル相当の投資を、エネルギー・環境セクターの研究開発に対して行っていくとしており、これもやはり低炭素社会化の促進に貢献するだろうと思われます。

【スライド 14】 最後に、私のほうからのいくつか提案をしてみたいと思います。CDM というのは、これは単にバイアスの掛かった税徴収ということが出来ます。それで、排出量取引プロジェクトや共同実施（Joint Implementation: JI）、協定中のほかの二つの柔軟性措置（Flexible Mechanisms）の中で、2%かそれ以上の徴収を行えば、その分のお金をクリーンエネルギーのファンドに回すことが出来ます。

アメリカが京都議定書へ参加すれば、炭素市場において CDM の需要やその価格も上がっていくでしょう。そして、化石燃料の助成金を低炭素社会のための投資促進への助成金に転換するということも考えるべきであると思います。

また、第二約束期間の約束不履行の場合に対する罰則規定を厳しくするべきです。京都議定書の第一約束期間のメカニズムは、あまり効力を持っていません。1t削減すると言ってそれを達成しなかった場合に、その国は1.3tを削減しなければならないとしています。国際的な制度執行における効果的な（法的な）拘束力を欠いています。私たちは共同して、どのようにしてより効果的に順守を促進するかを考えていかねばなりません。

現在、低炭素社会インフラへの ODA（政府開発援助）は不十分です。従って、資本投下と民間セクターとの協力体制が必要です。また、公的なファンドを使ってクリーンエネルギーテクノロジー分

野に資金を注入し、その研究開発や展開の奨励・促進に努めていく必要があります。

では、最後の点です。実際のライフスタイルを変えずに、このような規制や市場ベースの手段、価値システムをすべて実施すれば、低炭素社会は達成できるのでしょうか。私は絶対にないと思います。

(ライフスタイルを変えねば低炭素社会は達成できません。) 昨日から、本当に多くの方法について議論されてきましたが、我々はテクノロジー（技術）に関して盲目的な信仰をいだく技術楽観主義者になりつつあると思います。(あまりにもテクノロジーに対する信仰が厚すぎる、強すぎるということがあると思います)。技術さえあればよいのでしょうか？日本のケースを見てみれば、炭素原単位は減少していますが、トータルの排出は増大しています。なぜかという、消費が増大しているからです。従って、消費の問題に対処しない限り、つまり製造部門を見直さない限り駄目なわけです。

先進工業国では、QOLを下げる（生活の質を向上させない）くだらない商品の製造が大量に行われていると思います。半世紀前に経済学者 J. K. Galbraith が行ったように、持続不可能な生産部門や消費部門に疑問を抱かない（異議を唱えない）限り、低炭素社会の達成は実現しないと思います。私は、ブータンの Dorji さんが非常にシンプルな考え方に基づいた生活について議論して下さることを望みます。また、インドの文明社会が教えているように、高潔な思想と低い消費（質素）に基づく生活の考え方にについて議論していただきたいと思います。しかし、インドは既に（大量消費を促進する意味での）コンシューマリズムとの競争に負けています。皆がこのような有形財の消費を増大させ続ける楽隊車に乗っている限り（モノの消費増大に依存している限り）、我々は低炭素社会へたどり着くことはできないと強く思います。私は、我々のアジア的な質素さの価値が、国際社会におけるコンシューマリズムとの終わりのなきレースにブレーキを掛ける兆しとなってほしいと、切に願っています。

Financing for Low Carbon Societies in Asia

Mizan R. Khan, Ph.D
Professor & Chair
Dept of Env Science & Management
North South University, Dhaka
mizanrk@northsouth.edu

Workshop on LCS in Asia, Sukuba, Japan
13 February 2009

Presentation Outline

- 1. Conceptual Framework for a Global Public Good (GPG) like a Stable Climate
- 2. Avenues of Financing for a LCS
 - Country-based Taxes & Incentives
 - Bilateral & Multilateral Funding
- 3. Opportunities in Asia
- 4. Role of Japan
- 5. Some Suggestions

Conceptual Framework for A GPG

- 1. Use of atmospheric sink as a Global Commons is non-excludable, but rival
- 2. CC is a Global Public Bad; so carbon reduction (CR), aimed at halting CC, is a GPG
- 3. But CR as a GPG suffers from under supply & non-participation, because :
 - Countries are guided by short-term cost-benefit analysis --- in case of CR, costs are viewed by some to be higher
 - Mainstream economic paradigm does not promote the commitment of resources for some GPG, benefits of which are to be derived in some distant future

Framework of CR as a GPG (contd)

- 1. Powerful conventional power market lobby is not a supporter of cleaner technology for CR
- 2. There is the free-rider problem in this Global Commons
- 3. Contribution to the problem is unequal & the more affected countries lack the resources to provide such a GPG
- 4. Principle of CBDR establishes a responsibility & capability-based mechanism of funding
- 5. The corollary of CBDR is the Polluter Pays Principle (PPP) for internalization of a negative externality like carbon emission
- 6. If the industrial market economies accept this basic market instrument for global application, the problem of financing for a LCS is greatly solved

How much a Global LCS would cost ?

- 1. Stern Review (2007) estimates that inaction will cost 5-20% of global GDP, but action now will cost only 1% of it
- 2. Estimates in Japan also put a similar figure - about 1% of its GDP for putting Japan on a Low Carbon path
- 3. Put in different terms, this equals a global av cost of about 2 cents/kwh or 25 cents/gallon of gasoline
- 4. UNFCCC estimates about \$200 bn is needed to return GHG emissions to current levels in 2030; this is just 0.3-0.5% of global GDP & 1.1-1.7% of global investment
- 5. Cost/ton of avoided CO₂ emissions can be kept at an average of \$25-30/t
- 6. Stern recommended doubling of public funds for energy R & D to reach about \$20 bn/yr

Avenues for A Low Carbon Society

- 1. Pricing of carbon - in 3 ways:
 - Taxing of CO₂ emissions (possible in revenue-neutral way)
 - Cap & trade of carbon in the Annex-1 Parties (EU ETS), close to \$100 bn
 - Int'l carbon pricing is needed for incentivising long-term investment in R.D of CT; a tighter emissions cap may lead to scarcity of allowances, driving the price, but uncertainty yet after 2012
 - Out of 1035 CDM projects (as of May 2008); about 60% in Asia - 68% of CDM are EE or RE projects
 - Mobilization of funding through levies on activities, such as aviation
- 2. Adoption of techs, such as Nuclear energy, REDD & CCS (Use of 300 mn EU ETS allowances as a 'carrot' for early movers in CCS demo plants)
- 3. Int'l cooperation for EE, RE & LCT, which are the core of a LCS
- 4. This cooperation is to be based on the principles of CBDR & PPP

Unilateral, Country-based Energy Tax & Incentives

- 1. A wide array of taxes & incentives are already in operation in both developed & developing countries:
 - Carbon tax on fossil fuels, Sulfur tax, Charge on nitrogen oxides, Producer tax on electricity etc.
 - Investment in energy saving & renewable energy as income tax deductibles
 - Renewable energy investment subsidies/tax credits, operating cost subsidies, import duty exemptions
 - Dedicated funding agency to provide loans for renewable energy at below market interest rates
- 2. Taxation of polluting fuels directly promotes RE & EE

Multilateral Funding for EE, RE & CT

- 1. World Bank's Investment Framework for Clean Energy & Dev, Carbon Market Continuity Fund for purchasing post-2012 credits, and Carbon Facility for Low Carbon Growth
- 2. IFC's Renewable & Energy Efficiency Fund - ~\$200mn, to leverage private sector partnership
- 3. ADB is developing a carbon market to boost CE projects, and will allocate \$1 bn of annual lending for EE through a proposed Asia-Pacific Fund for EE
- 4. ADB's CC Fund with initial allocation of \$40 mn
- 5. Asia-Pacific Partnership on Clean Dev & Climate

Multilateral Funding for EE, RE & CT

- ⑦ UNEP's Sustainable Energy Finance Initiative
- ⑦ Solar Dev Corporation – a stand-alone, commercial company as a joint initiative of the IFC, WB & some US Foundations
- ⑦ Commonwealth Development Corporation
- ⑦ Barak Obama's promise of \$150 bn in CT over the next decade: a US-backed push for CT will boost investors' confidence in financing of CT
- ⑦ Funding & other support for EE & RE is already close to \$200 bn

Opportunities in Asia for LCS

- ⑦ Population without Electricity
 - Global – 1.6 bn, East Asia – 224 mn, South Asia – 706 mn
- ⑦ So huge demand for basic energy services
- ⑦ Least expensive to develop CE infrastructure at the initial stage of development
- ⑦ Microfinance can fund small-scale RE systems in large numbers in remote, off-grid areas
- ⑦ In Bangladesh, over half a million rural poor have SHS (\$300-400 investment per SHS through microcredit; India is also doing this

Investment in Clean Energy in Asia

- ⑦ Developing Asia will account for 40% of the global increase in energy demand by 2030
- ⑦ Global energy investment between now & 2030 is estimated at \$20 trn, out of which \$6.3 trn in developing Asia
- ⑦ Introduction of a CE target of 20% for Asian nations by 2020 would lead to almost \$1 trn in CE investment in Asia by 2030, of which almost \$50 bn/year would be required until 2020
- ⑦ High savings rate in Asia will allow private capital to go into CE investment

Distribution of World Bank Carbon Financing (%)

Regions	PCF	CDCF	BCF
East Asia & the Pacific	68	6	9
South Asia	4	35	4
Africa	3	38	34
Latin Am & Caribbean	15	14	39
Europe & Central As	14	7	14

Role of Japan for LCS in Asia

- ⑦ Japan as the most energy-efficient country in the OECD has great potential to lead the LCS process in Asia & beyond
- ⑦ Japan with its large energy assistance of about \$6-7 bn/yr for past 7 yrs is well-placed to provide leadership in mainstreaming EE & RE projects in Asia
- ⑦ A recent proposal by Japan, USA & EU to create a new body to promote energy conservation within the IEA
- ⑦ Japan's "Cool Earth Promotion" initiative calls for dev & dissemination of specific innovative techs by 2030 & a goal of improving EE by 30% by 2020 can contribute to a LCS in Asia
- ⑦ Japan's GHG Reduction Fund & Carbon Finance Ltd can actively promote a carbon market in Asia
- ⑦ Japan's announcement to invest \$30 bn over next 5 yrs in R & D in the energy & environment sectors

Some Suggestions

- ⑦ A levy (at least 2%) on JI & ET projects, & the money can be put to a CE fund
- ⑦ US participation in the KP will boost demand for CDM & price
- ⑦ Removal of subsidies from fossil fuel & put them into CE dev
- ⑦ Stringent penalty provisions for non-compliance in the 2nd commitment period
- ⑦ Current ODA for Infrastructure for a LCS is not enough, so leveraging & partnership with private sector, but public funds to pump prime R & D & deployment of CET
- ⑦ Can all these regulatory & market-based instruments, without real changes in life-styles & value systems can achieve a LCS?

Thank You

アジアの多様性 -Asian Consciousness -

Paljor J. Dorji

(Special Advisor to the National Environment Commission, Government of Bhutan)

Gross national happiness. Well, I stand here before you but I am not a happiness guru. Some years ago when I was in Delhi, a young lady came up to me and said, "Oh, you are from Bhutan. I hear you have such wonderful powers up there. Can you find me somebody who will take me to the Buddha?" and I said, "Hold it! Stop right there. Turn around, see that mirror there? Go to the mirror, look at the reflection, give a big smile and say, Hello, Buddha! ". Happiness is something like that.

Three years ago, I was here in Tokyo and at that time, I talked about a young king who was going to abdicate, give up his throne, turn his kingdom into a constitutional monarchy and have democratic elections. A lot of skeptics must have thought, "Oh, we have heard that one before, we will see when it happens." Well, ladies and gentlemen, that fairy tale has happened in Bhutan. The king abdicated, handed over the throne to his young son, made him into a constitutional monarch, had democratic elections in 2008 and today, we are one-year old as a democracy. So, I stand before you, for the first time in Japan, speaking from a democratic country.

This is same king who coined the phrase "gross national happiness". He was very young at the time and you might even say, how much younger can one get, as he was only 15 years old when he took the reigns of the country and, 17 when he was crowned.

When he addressed his people for the first time, he wanted to bring something more than development to his kingdom. We had just barely been a member of the United Nations, one of the least developed nations and located between two giant countries like China and India. So, how do we stay alive?

He emphasized on our national identity, our culture, our religion and all that which was much more meaningful than all the wealth in the world. He said that for all the wealth and for all the development we could bring, if we lost our country, there would be no point? So he said, "let us learn to teach our people to appreciate our national heritage, our religion, our culture" and with that, he coined the term "gross national happiness" which was so much more important than GDP.

Many years have passed since he first coined that term. Much water has flowed under that bridge but some years ago, this phrase resurfaced again with our current prime minister who was then the home minister of a monarchy government and he said, "Let us take this as our new paradigm for economic development, the gross national happiness."

And so what does it mean? A lot of people come to me and say, "Happiness, that is difficult. How do you do it?" Well, yes, it is only a nice phrase. We look at it in a very different context. We look at gross national happiness as one which has indicators including good governance, socioeconomic development and cultural preservation, environmental conservation and promotion. These four sacred pillars are the ones which will guide us in our, how do you say, the search for the grail of happiness and these very pillars are the pathways to take us there.

The measuring and quantifying happiness is something not easily acceptable. How can you quantify happiness? A lot of people try to quantify it but i say you cannot quantify happiness. We have to look at these indicators which will point to national happiness. The nine key domain areas

considered essential for achieving our conditions, our psychological well-being, health, time-use, education, cultural diversity and resilience and good governance, community, vitality and ecological diversity. So those are the factors, as far as I am concerned, which lead us to happiness.

But let us not talk about everything in Bhutan being ideal. We also have our share of problems and we are also adversely affected by factors such as climate change and climate change activities which is not of our making but we are under threat just like any other country. Earlier, you saw some pictures of the glacier lakes in Bhutan. Those lakes, as the IPCC says, are going to finish by the year 2035. Today, those lakes supply the water which brings much of Bhutan's income as hydro power which we sell to India. If by 2035, those waters are finished, then we are back to our begging bowl and, where is our happiness going to take us?

And at the same time, we will also like to be participants in a low-carbon society.

Wherever I have been giving talks about climate change, I have always said that I have seen and led delegations to many international meetings and there is not enough political will from governments to solve this issue. If we are going to solve the issue of climate change and global warming, then we must look to civil societies. It is civil societies which will have to take up that banner to fight and combat climate change, to aid governments. Like you have today, I am here in Tsukuba and we are doing a very wonderful study on low-carbon society. I have heard all the speakers that you have brought from many other parts of the country, and they all speak so well, but the thing is, will your government listen and take seriously these findings? Will there be enough political will to support the suggestions and take us forward from here?

So one of the things I can suggest, (which I talked to one of your colleagues earlier on), is you must make all your projects sexy. We elder belong to the cool generation. The next generation, I am told, by one young friend of mine in Delhi, is the sexy generation. So any programs and projects that you make to be acceptable to the sexy generation, must be sexy, so I will end here saying, have a sexy time.

国民総幸福量。今、私はあなたがたの前に立っていますが、私は幸福の伝道師ではありません。数年前、私がデリーに行った時、若い女性が私の方に近づいて来られて言われました。「ああ、ブータンから来られたのですね。ブータンでは素晴らしい力がみなぎっていると聞きました。私をブータンに連れて行って下さる方をどなたかご存じありませんか。」私は、言いました。「ちょっと待って下さい。そこで止まって、振り返って下さい。そこにある鏡が見えますか。鏡のそばに行き、姿をみて下さい。ニコニコ笑って、『仏様こんにちは』と言ってみて下さい。」幸福というのはそういうものだと思います。

3 年前、東京に来ました。その時、退位しようとしている若い国王の話をしました。国王は退位して、王国を立憲君主国とし、民主的な選挙を行いました。多くの懐疑的意見がありました。「以前にもこういったことを聞いたことがあります。とにかく何が起こるか見てみましょう。」といったものです。でも皆様、このおとぎ話がブータンでおきたのです。国王は退位して、息子に王座を譲って、彼を立憲君主王とし、2008 年に民主的な選挙を行いました。そして、今日、民主主義国家として 1 年になりました。私は、民主主義国家となったブータン出身者として、日本で初めて、皆様の前で話をする機会を持っています。

この国王が、「国民総幸福量」という言葉を考え出されました。この言葉を発表された時の国王はまだ若く、実際、皆様が想像されているよりも若いと言えるかと思いますが、国王は、15 歳のときに国をまかされ、17 歳のときに戴冠されました。

国王が最初に国民に話かけられた時、王国に開発以上の素晴らしい何かをもたせたいと思われました。我々はやっと国連に加盟しました。最も開発の遅れた国の一つとして、また、中国とインドという二つの巨大な国に挟まれた国として。その中で、どうやって生存を続けていけばいいのか。を考

えられました。

国王は、国家の独自性、文化、宗教、そして、世界のすべての富よりもはるかに価値のあるすべてのものを強調されました。国王は、全ての富や我々ができるすべての開発も、もし、国をなくせば、全く意味のないものになってしまうと言われました。そこで国王は、「我が国民に、我々の国家の遺産、宗教、文化に感謝することを教えましょう。」と言われました。そして、国民総生産（GDP）よりもはるかに重要な概念として、国民総幸福量（GNH）を示されました。

国王が国民総幸福量といわれてから何年もたちました。橋の下には、多くの水が流れました。しかし、何年か前、この GNH という言葉が再浮上しました。現在の首相、当時は君主国の国務大臣でしたが、「国民総幸福量を、経済発展の新しいパラダイムとしよう」と提唱されました。

どういう意味を持つかということですか。多くの人が私のところに来て言いました。「幸福ということは難しい。どうするのですか。」そうですね、確かにすてきな言葉にすぎないかもしれませんが。我々は、別の観点からみています。国民総幸福量を良い統治、社会経済的発展、文化の保存、環境保護と推進を示す指標の一つとしてみています。この4つの神聖な柱は、なんといったらよいのか、我々を幸福の聖杯を探すことに導いてくれ、まさにこの柱が、我々をそこに導いてくれるのです。

幸福を測ったり、定量化することは、簡単に受け入れられるものではありません。どのように幸福を定量化できるのでしょうか。多くの人が定量化を試みましたが、幸福を定量化できないと私は言うことができます。国民の幸福を示すこれらの指標を見てみる必要があります。我々の条件を達成するために考えなければいけない9つの領域としては次のものが挙げられます。即ち、精神的な幸福、健康、時間の使い方、教育、文化的多様性、強靱性と良い統治、共同社会、活力、そして、生態的多様性です。

ブータンのすべてが理想的であると言っているわけではありません。我々のところにも問題があり、また、気候変動や気候変動の活動などの要素から悪い影響を受けています。気候変動の原因は我々ではありませんが、他の国と同様に脅威に直面しています。写真でお示した氷河湖は、IPCC の報告書にもありますが、2035 年までにはなくなってしまうと言われています。今日、これらの氷河湖が供給する水はブータンの所得の多くをもたらしています。ブータンは水力で作った電力をインドに売っています。2035 年までに、これらの水がなくなるとすれば、我々は元にもどり、我々の幸福は我々をどこに連れて行ってくれるのでしょうか。

そして、同時に、我々は低炭素社会の一員になりたいと思っています。

気候変動について講演するときにはいつもいうことですが、代表団を国際会議に連れていくこともありますが、これらの問題を解決しようとする政府の十分な政治的意図がみうけられません。我々が気候変動や地球温暖化の問題を解決しようとするなら、市民社会に目を向けなくてははいけません。市民社会が、政府を助けて、気候変動に戦いをいどむべく立ち上がらなければいけません。今日のあなたがたのように、私は今日つくばにいて、低炭素社会という非常にすばらしい研究を聞いています。いろいろな国からの発表を聞きました。そして、非常にすばらしい発表でした。しかし、問題は、あなたがたの政府が、ちゃんと耳を傾け、研究成果に対して真剣に取り組んでくれるかということです。これを支援し、先に進むよう助けてくれる十分な政策的意図があるかということです。

そこで、一つ提案したいことは（先ほど皆様がたの同僚の一人にもお話したことです）、プロジェクトをセクシーなものにしなければいけないということです。我々年配はクール世代に属しています。次の世代は、私はデリーで若い友達の一人に言われたのですが、次の世代はセクシー世代です。セクシー世代に受け入れられるプロジェクトはすべてセクシーでなければいけません。ここで私の話を終わりとします。セクシーな時を過ごしましょう。

〔提出原稿：Submitted Paper〕

GNH

The growing interest abroad in GNH, fueled by GNH publications and seminars, is an honour

for the concept that the 4th King of Bhutan launched almost 25 years ago. His Majesty the 4th King said that a GNH society means the creation of enlightened society in which the happiness of people is the ultimate purpose of governance. He raised GNH as a public good and therefore the key concern of public policy. His speeches imply that corporations, ministries, and other institutions must create favorable macro-conditions in which individuals striving for happiness can succeed. Otherwise the chance for the attainment of their happiness is low. The 5th King of Bhutan, His Majesty Jigmi Khesar Namgyel Wangchuck has proclaimed fulfillment of the vision of GNH as one of the four priority responsibilities of his reign.

Among his many pronouncements on the GNH, the 4th King said, as early as 1986, that GNH is more important than GDP. That he said GDP is valuable to the extent it enhances GNH was revolutionary. A quarter century has passed. Now this lone voice from the Himalayas is beginning to resonate around the world, as the poor desire happiness from the those of poverty and the rich desire happiness in spite of wealth, and both rich and poor desire happiness and peace in the midst of conflicts. It is a common aspiration that unites all human beings. In fact happiness is also an aspiration for all beings who have capacity to feel emotions, as Buddhism pointed out 2,500 years ago. International opinion is gradually converging on happiness as a unifying collective goal.

First, let us remind ourselves that for the last 50 years or so, countries have been using GDP to measure their national performance and progress, when in fact it should have been a sub-ordinate or secondary measure, considering the fact that GDP has some inherent omissions and weaknesses. Although there are many, I limit myself to two of these omissions which jars with Buddhist perspectives.

Firstly, GDP is biased towards proliferation of wants, new needs, and new desires. GDP measures what is produced and consumed through market transactions. But does only what is produced and consumed have value? Does not conservation and what is deliberately conserved have no value worth appreciating?

In an age increasingly aware of resources running out and environmental collapse, our measure of progress should give value to conservation that is foregone consumption and production. And does not Buddhism tell us that detachment from wants and desires is also a source of happiness? GDP measures produced capital and human resource well. From a holistic point of GNH we should equally measure environmental, cultural and social capitals, for they are crucial to happiness and sustainability.

Secondly, GDP is biased towards paid works as it records paid works. But it is biased against free time and unpaid works which it does not value and count. Buddhist perspective tells us that to lead a preoccupied existence of work just for a living is a life without freedom. Leisure and free time are obviously liberating departures in a work and commuting - dominated life. However, leisure is not valued in GDP. How cruel a statistical account it is! For example, if child care and parent care by members of a household working on an unpaid basis came to a tragic end today, our happiness and welfare would plunge to new depths, but GDP would not budge an inch. However, the next day, if all of these services became sold-products, GDP would rise. But there is a world of difference to child care and parent care carried out by family members and the market, paralleling the difference between innate affection and sanitized services between the family and the market respectively.

These and other weaknesses of GDP as a measure of wellbeing are further supported by repeated findings of a lack of correlation between income (GDP) growth and satisfaction levels in many countries, like the US, UK and Japan. In these high income countries, over the last 30 years,

GDP curve has soared like the flight of a majestic eagle but satisfaction has stuck flat like a humble earthworm making puzzled social scientists look for plausible explanations. This dismaying lack of correlation is relieved by cross section findings that rise in income does lead to rise in life satisfaction for the poorest members (lowest quintile) of society. Nevertheless, the bigger question about a lack of correlation in general between income and satisfaction begs for answers.

Social scientists have advanced three hypothesis or conjectures to explain the gap between income and satisfaction. The first conjecture is that people's satisfaction is felt relative to others with whom they compare for status and material identity. If such attitude of comparison compromises happiness, both equanimity and equality needs to be cultivated to deliver us from relative to absolute experiences. If a frame of reference affects subjective wellbeing, inequity will continue to exert a powerful negative effect on happiness so long as inequitable distribution remains. And equanimity needs cultivation to generously regard other's true good fortunes as they are.

The second conjecture is that a new experience or possession will produce a peak satisfaction first but it will decline there after, ultimately to a set level. To offset this, much will depend on overcoming sensory saturation through heightened attentive virtuosity so that we can invoke and evoke the initial moment of surprise, wonder and awe, as when we first saw a flower.

The third conjecture is that after a certain level of affluence, as enjoyed in high income countries, people want not material but post-materials goods, which may be associated with affection, trust, security, freedom, creativity, meaning of life and so forth. These intangible goods provide perhaps a more promising route of explanation, which I will elaborate drawing closely on Buddhist perspectives and ideas on the nature of happiness.

From a Buddhist point of view, let me distinguish two means to happiness, contrasting them with conventional understanding. Firstly, the conventional way of perceiving happiness largely as a consequence of sensory pleasures dependent solely on external stimuli is only partly true. Emphasizing external-stimuli-led happiness will naturally lead to further demands for material consumption. But Buddhist understanding shows that happiness can be achieved through internal means by training on contemplative methods (meditation). Interesting neuroscience researches are beginning to reveal that meditation elevates contentment by perhaps changing neural pathways.

Secondly, the conventional way of perceiving happiness is quite individualistic, in the sense that happiness is defined as what an individual conceives of it and fulfills it in terms of that conception. It can be an egocentric happiness that fails to see that happiness accrue from liberating relationships of benefiting and being benefited, contributing and being contributed between people to people and between people and other forms of life. The uniquely Buddhist discourses on dependant origination, lack of fixed nature of anything, and hence mutual relevance of all things inform GNH that unhappiness and suffering results from breakdown of enriching relationships, and ignorance is the denial of our relational existence. In a sense, happiness can not be defined apart from quality and direction of relationship. "These are only relationships which are going happily and unhappily". So, it would imply that indecisionmaking for socio-economic development, we must examine all issues of the public sphere (tax, trade, technology, health, education, institutional development technology, urbanization, environment etc.) by asking one question. Does it promote liberating relationships because that is integral to happiness?

Now, let me step out into the reality of Bhutan. Self reported happiness level is quite high: 6.93 out of 10 per capita inspite of income level of \$ 1500 or so per year. In a survey in 2007, 97% reported satisfied family relation; 79% reported satisfaction over financial security or livelihood; 61% reported that there is someone to show love and affection most or all of the time. Yet, 19.5% also reported they felt stressful, mainly from financial pressure, illness in the family and work-life. About 7% expressed they felt more unhappy than usual and 10% lost sleep more than usual. Asked what six or seven most important things that made them happy are in rough order of importance, the answers were: financial security, family relationship, health, farm production, education, spiritual pursuits, good governance and ethics. All of these leading sources of happiness are domains associated with public good that either flourishes or withers depending on the direction of relationship that is influenced by social, economic, political, spiritual, and technological changes.

How did His Majesty create the conditions of happiness in Bhutan? In the main, by continuing to fulfill the triad of goals of economic self-reliance, cultural conservation and environmental conservation since the beginning of development planning in 1961, by striking an ever-difficult balance between the three. The core question that was kept addressing while making public policy decision was, and should have been, always. “Does it increase or diminish the relational capacity of all involved toward happiness? How can development take us to a higher, more intense and better level of relationship that can result from meaningful diverse capacities of those related, considering that we must have different capacities to make a difference? Development is improvement of relational capacity leading to better relationships and better contributory capacity.

Let me conclude by describing some practical measures taken by Bhutan under the enlightened governance of His Majesty the King in support of those factors which Bhutanese rated as most important for happiness, at the stage of our history. As far as financial security is concerned, the environmentally clean, hydro-power and energy intensive products has been the key to income generation. For the integrity of family relationship which exists within the web of community relationship and traditional neighbourhood, some stark examples are, by law, allocation of 80 free trees to each house construction that results in the necessary accommodation of multigenerational extended family. Houses are owned in rural Bhutan, with no mortgages. Health and education has been and will continue to be free.

Yet, we must continue to ponder drawing on Buddhist social science perspective on the deeper meaning of health and education and of development itself as constituted by a variety of sector programme in technology, communications, urbanization trade and industrialization. From a Buddhist perspective, we cannot and should not draw deep conceptual binary distinctions between the individual and society, mental and the physical, the individual and environment and so forth. We should focus on their quality and direction of their relationships, since all things arise in a dynamic pattern of interdependencies.

I submit a point that illustrates the implication of this perspective. Happiness is not relative but relational. Development is improvement of relational capacities that lead to diversity, the basis of empowering ourselves to make meaningful difference in relationships.

Mizan. R. Khan (North South University, Bangladesh)

Yes, based on my long stay in western societies, I have come to dislike consumption as the religion of life. This is one side of the problem. The other side is the gross national happiness of

Bhutan. My question is how can Bhutan be hermitized, how can you keep yourself isolated from the infection of consumerism in the western society? Everybody, every individual, every country is affected by this heavy infection of consumerism because we always look at ourselves in reference to our neighbors. So I feel am poorer than my neighbor, Bangladesh is poorer than India or Thailand. So how can we reformulate this? Because GDP is the currency of mobilization of foreign fund for example and GDP is based on all kinds of junk production including disservices and what not. It does not include many of the good indicators that society lives with. So how can we change and how can Bhutan remain isolated with your gross national happiness? Thank you very much.

ご発表に賛成します。西欧に長く暮らしたものとして、宗教的な生活として、消費が好きでなくなりました。これは問題の一面です。もう一面はブータンの国民総幸福量です。私の質問は、ブータンをどのようにして孤立させておくことができるのか、即ち、西欧社会の大量消費という影響をどのようにして受けないようにしておけるのかということです。すべての人、すべての個人、すべての国はこの重大な大量消費に影響されているということを、私はまわりの人を見て思います。私はまわりの人より貧しいです。バングラディシュはインドやタイより貧しいです。どうやって再定義することができるのでしょうか。例えば、GDPは海外資金の流動通貨で、GDPは生産に基づいています。社会が住むのに必要な良い指標が入っていません。そこで、どのようにして我々は変わることができるのか、どのようにしてブータンがあなた方の国民総幸福量を掲げて、ほかの影響を受けずにいられるのでしょうか？ということをお聞きしたいです。よろしくお願い致します。

Paljor J. Dorji

Thank you Prof. Good point, it is very difficult to stay out of the mainstream. There is no way to do that. When we started to educate ourselves, and only very recently when we started the country, it is like teaching to fly. When they fly, you have to let them fly. There is no point keeping them in a cage. This is one of the things which my king believes in: gross national happiness, that it is part of the thing to give freedom. Freedom for that bird to fly and to explore new possibilities, take the best of everything in the world.

So, as everything has to change, the meaning too of gross national happiness will change. Bhutan today will not be the same Bhutan of tomorrow. Everybody has the same aspirations. Market economies will invade. We cannot tell every Bhutanese I have got a car but you can not have a car. Everybody wants to have a car. Everybody wants to have a television. So you are quite right. It is going to be – and I do not think one should stop that either. I think you should flow with the tide but take the best. And most important, (which I wanted to mention little earlier) is that recently I was in Washington taking part in the Smithsonian Folklife Festival and I was sitting down talking and joking with the people and there are some American people who continually came around to enjoy the humor, the laughter and to enjoy making connections. And I thought maybe it is because he does not have it at home that he seeks it with me.

So what is gross national? It is all about being a human, having a human life around you, not being robotic, not sitting in your apartment, not being stuck there and not having anybody around you which then prompts you to go to a bar, where you meet people, live a false life, you tell lies about what job you do, you tell lies about how much money you earn and then you go back to your apartment, go back to your life and back to your job. So, it is not about being a robot. It is about having some humanness in your life.

どうもありがとうございます。良いご指摘です。主流から外れているというのは非常に難しいことです。そうする方法はありません。我々が我々自身に教育し、そして最近では、国民への教育を始めましたが、飛び方を教えているようです。彼らが飛ぶ時、彼らに飛ぶように仕向けなければいけません。彼らを鳥かごに入れておくことはできません。これは、国王が信じていたことの一つです。国民総幸福量というのは、自由を与えることの一つであると信じていました。鳥が飛び、新しい可能性を探す自由は世界のすべてにまざるものです。

そこで、すべてを変える必要があります。国民総幸福量の意味もまた変わるでしょう。今日のブータンは、明日のブータンと同じではありません。誰も同じ望みを持っています。市場経済は侵略します。ブータンの人民のすべてのひとに、「私は車を持っているけど、君は車を持ては駄目だ」などと言うことはできません。誰でも車を持ちたいのです。誰でもテレビを持ちたいのです。おっしゃるとおりです。そうになっていくし、誰も止めることはできないと思います。私は、潮流に乗って進む必要がありますが、一番良い方法を取る必要があります。そして、最も重要なこととして次のようなことを考えました（私はもっと早く指摘しておきたかったのですが）。最近私は、ワシントンにおり、スミソニアン民族祭に参加して何人かの米国人と話をし、軽口を言いあいました。彼らはひっきりなしに私の側に来て、冗談をいったり、笑ったり、友達になるのを楽しんでいました。私は、彼らは家ではできないので、私のところにそれを求めてくるのではないかと思いました。

国民総幸福量とは何なのでしょう。それは、人間的になること、あなたのまわりで人間的な生活をするようにすること。ロボットになるのではなくて、アパートにひきこもるのではなくて、そこにじっといるのではなく。まわりに誰もいない時にはバーに行き、人に会い、虚像の生活をし、どんな仕事をしているかウソを言い、どれだけ収入があるかについてうそを言い、そしてアパートに帰る。生活に戻り、仕事に戻る。だから、幸福とはロボットにならないこと。生活に人間性を持つことです。

討論&質疑

Maricor Muzones (IGES)

Good afternoon. I am Maricor Muzones from the Institute for Global Environmental Strategies in Kanagawa, Japan IGES. This has been the most interesting session from policies to individual level and now to gross national happiness. But I would like to go back to the earlier presentations by Prof. Lee and Prof. Fang and actually it is combination of a comment as well as a question.

Your presentations actually gave us a good time to reflect on calling our attention that there is a need to look back on those policies where governments act as a key catalyst to providing all these policies, to influence this paradigm shift, as well as the need for societies and individuals to have this behavioral change. Policies at the same time however, have their limitations because at the individual level that “desire” thing comes in.

In the case of the transport sector, Prof. Lee mentioned, that although there are so many policies in place in Singapore still you see the vehicles significantly rising in terms of numbers : 40% – from what timeframe, I just missed that out . – But has Singapore, or at least the transport sector – and I think the question goes to all of the presenters viewed it as a problem of a lack of policy? Or of having too many policies ? Or is it a problem of finding the right policy mix which we sometimes fail to put in context of the country’s situation as well as our capacity? Or what is it really about the policy? We all know policy is crucial into pushing this technological switching into encouraging people to have this behavioral change. What is your impression about your country's policy mix? Thank you.

ムズネス・マリコールです。神奈川県 IGES からまいりました。非常に興味深いセッションです。政策から個人レベル、また GNH にまで話が及びました。私は Lee 先生と Fwa 先生のご発表について質問とコメントがあります。

お二人のプレゼンをお聞きしまして、政策についてよく考えなければいけないということを思い出しました。確かに政府は、ご指摘のあったようなすべての政策を推進する触媒としての働きをして、パラダイムシフトを興させるとともに、社会や個人が行動の変化を推進する必要があります。しかし、同時に、お二人ともおっしゃったこととは思いますが、個々人のレベルでの希望は多岐にわたりますので、政策には限界があります。

今や、交通部門に関しまして、Lee 先生からご説明頂いたように、いろいろな政策は既にシンガポールで実施されていますが、それでも台数が 40%、こういった時間フレームか聞き逃したのですが、も増えています。少なくともシンガポールの交通部門においては需要が伸びています。私の質問は、すべての講演者の国にかかわるものですが、これは政策が欠如しているからの問題なののでしょうか。あるいは、例えばフィリピンのように、政策が多すぎるせいでしょうか。あるいはきちんとしたポリシーミックスができていないからなのかでしょうか、というものです。国の事情によって、あるいは、能力によって、適切なポリシーミックスが打ち出せない場合があります。本当に政策の問題なのかという場合もあります。技術変革を行い、行動の変革を人々に促すためには、政策が必要であることはみんなわかっています。貴国の政策ミックスについてのご意見をお聞かせ下さい。

Lee Der-Horng (National University of Singapore)

Thank you for your questions. I can only speak from my own personal view because I do not

represent the government in any capacity. My own observations under land transport policy in Singapore is, I think on one hand, yes maybe there is a change in the policy but on the other hand, take Singapore as an example, I think it is more like the change in the government's attitude. In my interaction with our prime minister's office, if I can say that, it reflects the change in the decision maker's attitude.

In one of the meetings, one of the key decision makers in Singapore, he says that that is because his attitude in addressing the transportation problems is probably different than his predecessor which is his father. In old days, maybe they were tightened up right from the beginning. Yes, we know that the general public has the desire to own the vehicle, but perhaps the policy at that time will try to make the vehicle to be very expensive, so at the end, the public may not have the choice so they will have to say that always anything other than private transportation which means the public transportation.

However, the current government, the way I observe is in terms of the policies maybe they try to be more flexible, which means to allow the vehicle ownership and the car price has been dropping. This can be observed and can be seen from the sequence of policies to push these kinds of things to happen. However on the other hand, they are fully aware of other than controlling the ownership, on the other hand they will have to control or to mediate the usage, which means – so that is why the road pricings is in place. But now the question comes, is the road pricing or is the vehicle or is the usage management or the usage control an effective management? I think that is still a question mark or is still an open issue. In my interaction with them, we actually recommend perhaps you should take a more aggressive way if you truly believe the usage should be the way out.

However, in our interaction with the decision makers, we actually recommended that. Taking Singapore as an example and also taking the overall economy situation or the economic development, perhaps is also the time for us to think in addition to public transportations, perhaps we should find other policies to accommodate this kind of vehicle usage as well as the vehicle ownership but I think that is still an area or involving a lot of topics remain unsolved. So it is an evolving process.

ご質問ありがとうございます。私が話せるのは個人的な意見にとどまります。というのは、政府を代表する者ではないからです。シンガポールの交通部門の政策に関してですが、ひとつは確かに政策の変更というのも見られると思います。一方で、シンガポールを例にとりますと、政府の意識の変化だと思います。首相官邸とのやりとりの経験で、私が言えることは、政策決定者の意識が変わってきたことが反映されているということです。

ある会合で、シンガポールの重要な政策決定者の一人が、交通問題に関わる彼の考え方が、前任者（彼の父親）と異なるためであろうと言っています。以前の政策では、始めから厳しい政策をしていたのではないのでしょうか。確かに、一般の人は自動車を持ちたいという望みがあります。しかし、当時の政策では、自動車の値段を非常に高く設定してあったため、一般の人が自動車を買えなくて、結局、自家輸送という手段以外、即ち、公共交通を使うしか選択肢がなかったということがあります。

しかし、今の政府は、私が政策の観点から見ますに、より柔軟な対応をしようとしているのではないかと思います。つまり車を所有しても構わないと。そして車の値段もかなり下がりました。そういった状況が見られますし、それが実現できるような政策を行ってきたと思います。しかし、一方では、政府は、自動車の保有以外にも別の政策があることを十分知っています。使用をコントロールする、あるいは、抑制するという方法です。このため、道路利用料金制が実施されました。しかし、現在の問題は、道路利用料金制、自動車、使用形態の管理、使用の制限が有効な方法かどうかということです。私は、まだ答えがでていない問題であり、今後議論していく必要がある問題だと思っています。

政策決定者との議論を通じて、私は次のことを推奨したいと思っています。たぶん、もしあなたが利用の方法が解決の糸口と考えられているなら、もっと挑戦的な方法を取ることを進められるかと思いますが。シンガポールの例をとると、また、経済全体の状況や経済発展を考えると、たぶん、我々は、公共交通だけでなく、自動車の利用方法や自動車の所有も考慮した政策を考える時期にあると思います。しかし、まだまだ解決されていない問題がたくさんありますので、今後とも引き続き検討が必要です。

Fwa Tien Fang (National University of Singapore)

I would like to add to what Mr. Lee has just said. Looking back, I believe all these changes, that Mr. Lee has described that we have witnessed in Singapore, the loosening up of the original idea of traffic control, my view all boils down to a policy-centered approach. In fact, our government under the last prime minister, has promoted what is called the “people-centered” approach. That actually marked some shift of the transport policy, especially in the form of car ownership control, and the control on the Certificate of Entitlement that allows you to purchase a car.

Now when it came to our government under the current prime minister, it has gone a step further. The latest development is that our Land Transport Authority, has released a master plan. The central idea of this master plan is people-centered. We call it people-centered master plan for our land transport, that means a transport system to serve the people.

But at the same time there is also a concern to try to match the citizens’ desire to own cars. I agree with Prof. Lee that from a transportation researcher professional point of view, loosening up of the original very tight concept is certainly going to bring a problem to our transportation sector. But then, coming back to a people-centered kind of approach, I personally feel that if you look at the transportation problem, it is actually more than the energy problem. Transportation is more than the low-carbon society problem. In fact, you can have very high degree of congestion, but it probably has little impact on energy, if you use the right source of energy.

So from a transportation researcher point of view, I see the transportation problem being more complex than the low-carbon society problem, because it involves people. In our years of policy change, I believe the government has this gross national happiness in mind.

As a transport researcher, I like to be more idealistic. I hope we can look far enough and one day there will be a technological breakthrough that will solve the traffic congestion problem. The way that we are trying to solve today, we are being constrained by the current technology. We are not able to tackle the problem with the current technology. We should look forward. There are technologies in concept that can solve the congestion problem. They should be able to solve the problem not solvable by current technology.

The question to ask, for example, why should we be road-bound in our mobility? We should we be road-bound? The whole trouble of road-bound is that it takes up valuable space from our land, and the fact that we are using the current technology of automobiles greatly constrains our ability to solve human mobility problem.

Let us not talk about moving in vehicles. Let us cast our sight on mobility problem. Our mobility problem might not be able to be solved in that little car that we have to put ourselves in, it is like a jail that we are putting ourselves in. We need not follow the same mode of thinking of the current day. Who knows? In 2040, not even 2050, we might have a different mode of transport altogether. That is my belief that although we are facing worldwide problems in traffic congestion, but this in itself will not stop us from moving towards low-carbon society. To solve the traffic

congestion problem, it requires another full set of ideas, approach and technology altogether. I hope that is what we can bring to the world and I hope that one day we will be able to find the right technology to achieve our desire for mobility and happiness.

Lee 先生のおっしゃったことに補足したいと思います。振り返ってみますと、Lee 先生がおっしゃった、シンガポールについて我々がみてきたこと、即ち、交通を制御しようとした当初の発想を緩和したことは、政策を中心としたアプローチだと思います。実際、建国時の首相が、彼の言うところの「国民中心」のアプローチを推進しました。そのなかで、交通政策については、いくつかの重要な政策転換がありました。特に、車両の保有の統制については、保有証明書を使った管理ということが行われてきました。

現在は第3代の首相ですが、彼は、さらなる政策をとりました。最近の進展では、陸上交通局でマスタープランを作りました。このマスタープランの中心は、国民中心です。我々は、これを、陸上交通について、国民中心の政策と呼んでいます。即ち、国民に資する政策ということです。

しかし、同時に、国民の車を所有したいという気持ちとどのように整合させるかという問題があります。私は、交通研究の専門家として、Lee 先生の意見に賛成です。即ち、建国当初の非常に厳しい概念を緩めることは、交通部門の問題を引き起こすことになります。実際、それは発生しています。

しかし、国民中心のアプローチについて考えてみますと、個人的には、交通問題を見てみますと、交通問題はただ単にエネルギーの問題というわけではありません。また、低炭素社会という問題だけでもないわけです。実際、渋滞問題がありますが、もし、適切なエネルギー源を使えば、エネルギーへの影響はほとんどありません。

交通の研究者として申し上げますと、この交通の問題というのは、低炭素社会の問題よりもより複雑であるということが出来ます。なぜかという、人が絡んでくるからです。政策が変わってきたなかで、政府はこの国民総幸福量ということを考えてと思っています。

交通研究者として、私はもう少し理想的なことを申し上げたい。十分先がわかるとして、いつの日か技術的な大きな革新があって、渋滞の問題が解決できると申し上げたい。我々が、現在、解決しようとしている手段は、現在の技術の制約の中でしかありません。既存の技術では対応し切れないということです。先を見る必要があります。技術の構想はあります。それを使えば、既存の技術の問題を解決してくれるかもしれません。

例えば、移動ということで、何故、道路に縛られなければならないのかという質問があります。なぜ道路に縛られなくてはならないのか。道路に縛られているという問題として、我々の貴重な土地を道路に割いているということがあげられます。また、我々の移動の問題を解決する手段として現在の自動車の技術の制約が大きいという事実があります。

車で移動するということを話すのをやめて、移動の問題を考えましょう。移動の問題は、我々が、牢獄の中にいるように、体を収めなければならない小さな車の問題として解決できないかも知れません。現在と同じような考え方に従わなければならないということではありません。誰が知っているでしょう。2040年に、2050年かも知れませんが、全く違った移動の方法をとっているかもしれません。世界どこでも交通渋滞の問題に直面していますが、それが低炭素社会に進むことを止めるものではないと信じています。交通渋滞の問題を解決するには、もっと別の考え方、アプローチ、技術を必要とします。これが我々が進めることができることだと思っています。また、いつの日か、我々の移動性と幸福を達成する適切な技術ができることを期待しています。

平石 尹彦 (Taka Hiraishi, IGES)

I am Taka Hiraishi from IGES. I think – I can't now remember, maybe Prof. Khan talked about I think – about US\$50 billion per year for mitigation, and we have many many figures going around. Recently UNFCCC document talks about the tens of billions of dollars per year for

mitigation. Similarly for adaptation, or maybe ten times more for adaptation.

When we hear such big figures, we often just forget about reality, the financial possibility. Remember we have only US\$100 billion currently available through Official Development Aid (ODA). And we are talking about, if I take the biggest figure, talking about a similar level of international funding for adaptation. It is a little bit beyond my feeling of reality. Fortunately, these figures are not only talking about ODA, it is international flow, or even including national funding, I think. We really have too many figures without clearly defining them.

Yesterday I talked about the mainstreaming of climate actions with national development, and when you talk about these figures I think we should be also clear about that. I do not think we are talking about the US\$100 billion of funding for adaptation independently from already available ODA. I think they are related.

Mitigation of course, there are lots of links between the ODA and climate mitigation actions, but these are of course – probably everybody knows – but suddenly often we forget about the reality of the availability of funds. Nobody can print the bills, notes, including governments. Some people are talking about – in the Japanese government they may think of printing government's notes now, but nonetheless, but normally we do not do that, so we have to think of reality.

One question, when we agree that these big figure of funding for mitigation or adaptation must be subsidized, not only from the ODA, that means other funding. Where can the other funding sources come from? Maybe Prof. Khan is the best person because he started this 50 billion stuff, to answer this question.

IGES の平石尹彦と申します。きちんと覚えておりませんが、おそらく Khan 先生だったのではないかと思います。年間 500 億ドル相当の緩和策が講じられているというようなお話でした。いろいろな数字が出回っております。UNFCCC の最近のドキュメントを見ますと、数百億ドルが年間緩和策として必要な数字として使われているということです。同様の金額が適応にも使われています。あるいは、適応にはその 10 倍が使われているかと思います。

我々が、このような大きな金額を聞きますと、現実のこと、財政的な可能性を忘れてしまうことがあります。政府開発援助（ODA）を通じて利用できるお金は、1000 億ドル相当しかありません。最大の値をとったとして、同じ位の国際適用基金を議論しています。これはすこし現実ばなれしています。幸いにも、これらの数字は ODA だけでなく、国際的なお金の流れ、あるいは、国内の資金供与も考えた上でのことかと思います。我々は、はっきり定義をせずに、あまりにも多くの異なる数字を使っています。

昨日、私は、気候対策を国家の発展対策に主流化する必要があるという話をしました。貴殿がこれらの数字を挙げられる時、それを明確にする必要があると思っています。私は既に利用可能な ODA とは別に、1000 億ドルの適応基金が利用できると思っています。これらは関係があると思っています。

勿論、緩和についても、ODA と気候緩和策との間には多くのリンクがあります。しかし、勿論、たぶんどなたでもご存じかと思いますが、よく突然おこなうことですが、我々は、本当に資金があるかという現実を忘れてしまうことがあります。だれも、政府を含めて、紙幣を印刷することはできません。最近日本の政府が政府発行の紙幣を刷ればよいというような話も出ていますが、我々は、正常なものとして、そのようなことはできません。だから、現実を考えないといけません。

質問ですが、緩和あるいは適応にこのような膨大なお金が支給されることを合意したとすれば、ODA だけでなく、ほかの基金も必要ということでしょうか。その他の基金というのはどこからくるのでしょうか。Khan 先生が一番回答者としてふさわしいかと思います。というのも、500 億ドルの話がされたので。

Mizan. R. Khan (North South University, Bangladesh)

Thank you colleague from IGES. In fact there are lots of those numbers, you know US\$50 billion I have mentioned from a Japanese source, as I got it from Poznan, per year for clean technology. Those figures are starting from US\$50 billion to US\$200 billion for mitigation and adaptation but, our Convention provision prescribes for new and additional funding. This is separate from the ODA that has been agreed upon. Industrial and all the developing countries have signed the Convention and have accepted this common but differentiated responsibility.

Now the reality I agree absolutely with you. The reality is different, although US\$100 billion is cited as the requirement for adaptation, but so far there are only US\$300 million available; one third of 1 billion. So 300 times less as you can imagine.

But our point is: once we accept climate change as a public bad, the creators of this public bad need to be taxed. CDM, for example, 2% levy is some kind of auto-generation of funds. So from a developing country's perspective, we always argue in the negotiation that there has to be some auto-generation of funding irrespective of the volume of it, because funding from available ODA sources are countries' budget sources, which is subject to political expediency and political control by the policymakers. So whatever amount of it, some kind of international taxation, or – like CDM levy, for example, some global taxation on fossil fuel or energy tax, some kind of auto-generation elements should be devised. I am not telling about hundreds of billions, but whatever amount generated based on some mechanism, it will auto-generate, and that will help.

Otherwise, if this funding is dependent on the country's voluntary wish, then we can go nowhere. We have to accept that the creators of this public bad have to pay in those amount. This point has been accepted – Article 3.1 has been accepted by the industrial countries, and simply we the developing country representatives, want only its implementation – whatever form that has to be decided by next Copenhagen and beyond. Thank you.

ありがとうございます。IGES の方から今ご質問いただきましたが、実際、いろいろな数字があります。500 億ドルについては、日本のデータです。ポズナンで入手しましたが、年間のクリーンテクノロジーに対する数字です。これらの数字は、緩和と適応に、500 億ドルと 2000 億ドルから出発するとありましたが、条約の規定によりますと、新しい追加的基金ということです。これは ODA とは別の資金ということになります。産業国とすべての途上国は、条約にサインし、共通ではあるが差異のある責任を受け入れました。

さて、現実ですが、私は全く貴殿の意見に賛成です。現実は違っています。適応の要件に 1,000 億ドルが書かれていますが、実際に利用できる基金は 3 億ドルです。10 億ドルの 3 分の 1 です、300 分の 1 以下という金額です。

要点はこうです。我々が気候変動を公共の悪として受け入れた場合には、この公共悪の創造者には課税しなければいけないということです。CDM では、2%課税が規定されていますので、自動的に基金ができるわけです。途上国の視点からは、金額の大きさには関係なく、自動的に基金ができる仕組みが必要であると、我々は常に交渉の場で主張してきました。というのも、現在利用できる ODA からの基金は、ODA は各国の予算で決まるので、政治の都合や政策決定者の政策的な管理下におかれているからです。ということで、金額には関係なく、ある種の国際的課税、あるいは、CDM 課税のような、例えば、国際的な化石燃料に対する統合課税や、エネルギー課税といった、自動的に基金が生成される仕組みが必要であると思っています。私は、数千億ドルのことを言っているのではありません。どのような金額でもよいから、自動的に基金が生成できる仕組みが必要であり、助けになると言っているのです。

そうではなく、もしこの基金に国が任意で参加するということであれば、行き先は明るくありませ

ん。この温暖化という公共の悪を創造した者はそれなりの金額を支払わなければいけないということを受け入れる必要があります。この点は受け入れられてきました。3.1 条というのは既に先進国によって受け入れられています。また、我々途上国の代表は、それがどのような形になるにしろ、次のコペンハーゲン、あるいはそれ以降の会合で決められることを願っています。どうもありがとうございました。

大塚 啓二郎 (Keijiro Otsuka, Foundation for Advanced Studies on International Development)

Thank you very much. My question is almost similar to the one already raised. I am very impressed with the presentation by Prof. Khan, and actually I am supportive of the idea of taxing CO₂ emission, carbon pricing, trade of emission rights, investment in clean energy and so on and so forth. Also it is obvious that developed countries should take major responsibility but nonetheless developed countries alone cannot solve that problem and as Prof. Fang correctly pointed out, we need international collaboration for combating climate problem and climate change. So in your view, what kind of responsibilities should developing countries assume in terms of the reduction in carbon emissions?

ありがとうございます。似たような質問になりますが、Khan 先生のプレゼンには大変感銘を受けました。私は、CO₂の排出量に課税する、炭素に価格を付ける、排出権取引、クリーン技術に投資するなどなどのアイデアに賛成です。また、先進国が主な責任を担うということもおっしゃっておりますが、それだけでは問題解決はできません。Fang 先生がご指摘されたように、気候問題と気候変動に対応するには、国際的協力が不可欠だと思っています。貴殿は、炭素の排出量を削減するという意味において、途上国はどんな責任を負うことができるとお考えですか。

Mizan. R. Khan (North South University, Bangladesh)

This I think, representatives from China or India will be in a better position, because those two countries lead the Group of 77 at the negotiations as I see in the last few years for obvious reasons, but the whole point from the Group of 77 and China's side is that the emissions largely in those countries are survival emissions. And industrial country emissions are regarded as luxury emissions. So, the survival emissions need to be tolerated to some extent, until there is some kind of convergence or freeing of ecological space by the industrial countries through increasing equality in development.

Growth has got a meaning of physical expansion, and development is improvement in quality, so if industrial countries set a target of quality development – not expanding the physical size of your economies – because industrial country economies have got so much junk production, which can be diverted to cleaner production processes, which creates more jobs, so this is kind of a re-direction of the growth process.

From developing countries I think there is still a commitment – responsibility is global, there is no doubt, but finding commitment is still I feel too early, because, as Mr. Sunil Dhingra has mentioned in his presentation, India, for example, is a vast economy, China is a vast economy. In Poland, for example, some Japanese, in one of the civil society meeting, has stood up and took a promise that he will take no more than 15 minutes' shower. Then a Chinese person stood up and said: half of the Chinese do not have the luxury of having a shower, so this is the difference.

That is why we have to think in terms of enlightenment and national interest in enlightened manners. If we look at that way, then problems will be solved, otherwise if we always look like zero sum game, the free-rider problem that if I pay then he avoids responsibility. That kind of attitude we need to rise above. I think in future negotiations, enlightenment will prevail. Thank you.

中国やインドの方々のほうがおそらく答えるには適任ではないかと思います。といいますのは G77 のリーダーであるからです。その理由も明らかです。G77 と中国に関しては、生き残るために温室効果ガスを排出しています。それに対して先進国からの排出は、贅沢な排出であるとみなされています。ですから、生き残るための排出はある程度許される必要があるということです。少なくとも、ある意味で排出量が収束していくか、先進国が開発に関する不平等性を解消することにより生態的空間を開放できるようになるまでは。

成長というのは物理的な規模の拡大で、開発は質が上がることです。ですから、先進国が質を上げようという目標を持つことが重要です。ただ単に経済の規模を拡大するということではなく。先進国の経済の規模は大きいので、クリーンな生産ができ、雇用を確保できます。このような方向性の変化が必要です。

途上国としては、コミットは必要です。責任は世界的なものであるということは疑いのないことです。しかし、コミットできることをを見つけることは時期尚早であると思います。Sunil Dhingra 氏が彼の発表で言われたことですが、例えば、インドは非常に大きな経済国です。中国は非常に大きな経済国です。例えば、ポーランドのポズナンで、日本の方が、ある会合で、シャワーは 15 分以内ですますよう約束すると言われました。それに対して中国の方が立ち上がって、「中国人の半分はシャワーなんて浴びられないんだ。それくらい貧しいんだ」と言われました。これが違いです。

ですから、我々は啓蒙を考えなければいけませんが、啓蒙にあたっては、国の違いを考える必要があります。もし、そのように考えるなら、問題は解決します。そうでなければ、常にゼロサムゲームを考えるなら、ただのりの問題が起こります。私が支払って、彼は支払わないと。このような態度はやはり乗り越えていかなくてははいけないと思います。将来の交渉において、啓蒙が普及すると思います。どうもありがとうございました。

Jiang Kejun (Energy Research Institute, China)

This is an interesting session. I have several questions to different speakers. But first, I want to come back again to the talks of Dr. Lee, Singapore because in Beijing after the Olympic Game we have a really serious time to decide our future for transport. We keep a very close eye on Singapore and Hong Kong, but finally we found our conclusion is that we cannot learn from Singapore and Hong Kong because these two are very small and with a very specific boundary.

So my first question is, in the case of Beijing, our recommendation is that it is fine for people to have a car, because we can use a car normally for the weekend to go somewhere, but I am not sure how about in Singapore, for example, if people want to go outside of Singapore, what kind of way they will go? Do they drive their own cars or do they hire a car or use public transport? This is the first question.

The second question is, again, I want to come back, what is the policy direction in Singapore? It is very crucial for us to follow this. Another question is for Dr. Fang. You mentioned Singapore, but I just checked the CO₂ emission in Singapore per capita, that means that Singapore is not a low-carbon city. Actually it is a high-carbon city, even higher than some European countries. This is surprising I think because some months ago we also went to Taiwan. Taiwan is also a special case, recently it increased a lot, maybe the second CO₂ emission per capita in the world, just after

the US. I am not sure how about our Asian countries, because sometimes I think that Singapore and Japan and Taiwan could be the future of China, from lifestyle and everything because they are very similar. How to go such kind of way to do the low-carbon city there?

The last question is about biomass for Dr. Sunil Dhingra. We know a lot of biomass technologies there. My question is based on the Chinese experience. The Chinese government has a very big government project to promote the biomass project but so far it seems not very good. The key issue is that when people get rich, they do not want to use biomass, even though it is clean, but they have to collect from, maybe, two kilometers away and carry back, and in the meantime they have to reprocess their waste from biomass. I do not know what the situation in India is. Do you already have very good experience from the government support to use the very perfect technology for biomass technology? Thank you.

大変面白いセッションでした。幾つか質問があります。最初に Lee 先生のシンガポールの話に戻ります。というのも、北京では、オリンピックがすんだ後、将来の交通をどうするか真剣に議論しているところだからです。シンガポール、香港などのことも調べましたが、われわれはシンガポールや香港からは学べないという結論になりました。というのは、この二つの国は非常に小さな国ですし、国境が特異なので。

私の最初の質問は次のことです。北京の場合は、我々が推奨したのは、車を所有しても問題がないということです。というのは、通常、車を使うのは、週末にどこかに行く時だからです。シンガポールではどうなのでしょう。人々がシンガポールの外に行きたいと思った時、どのようにして行きますか。自家用車で行きますか、それとも、ハイヤーにしますか、あるいは、公共交通を使いますか。これが最初の質問です。

二つ目の質問は、既に話題になったことですが、シンガポールの政策の方向についてお答え頂ければと思います。シンガポールに続くことは我々にとってとても重要です。この質問の回答は Fang 先生をお願いします。先生からはシンガポールについて話をさせて頂きました。私は、シンガポールの一人当たり CO₂ 排出量をチェックしましたが、シンガポールは低炭素都市ではありません。実際、高炭素都市です。いくつかのヨーロッパの国より一人当たり排出量が高いです。これは驚くべきことです。というのも、私は数か月前に台湾に行きました。台湾も特別なケースです。近年一人当たり排出量は大幅に伸びており、たぶん、アメリカに次いで、一人当たり排出量が世界で 2 番目に高い国です。アジアの国はどうかということを考えますと、シンガポール、日本、台湾は中国の将来の姿ではないかと思います。ライフスタイルを始めすべてのことについて。というのもよく似ているからです。これまでの方法でどうやって低炭素都市に行けるのでしょうか。

最後は Sunil Dhingra 博士へのバイオマスについての質問です。バイオマスのテクノロジーはいろいろあるというお話でした。中国の経験からいいますと、中国では政府のバイオマスを推進する大規模なプロジェクトがありますが、今までのところ、あまり成功していないようです。重要な点は、裕福になると、たとえクリーンであっても、バイオマスを使いたがらないということです。2 km も離れたところから運んでこなければいけないことがありますし、バイオマスの燃えカスを処理しなければいけないことを考えると。インドの状況についてはよく知りません。十分な政府の支援があり、非常に良いバイオマス技術を使うことができるのでしょうか。

Lee Der-Horng (National University of Singapore)

I hope I still remember some of the questions. Number one, to answer your question regarding the future of the transportation in Beijing, can Beijing learn from Singapore or Hong Kong. I remember yesterday after your presentation someone gave you some information about Seoul. At

that time I was trying to say something. The point I am trying to make is that every city is different. Yes the figures or the numbers can be compared, but after all, the people who stay there, who live there, their lifestyle, and the nature of the people and their mentality, they are totally different.

Say for example, the vehicle control, even the vehicle usage policies, if they can be applied in Singapore it doesn't necessarily mean they can be applied and therefore receive the success in China or, more particularly, in Beijing. The Certificate of Entitlement, COE system, that we have in Singapore has been kind of adopted and in practice implement in Shanghai. Based on what I know, people over there they can find all kind of bypass to play with these policies. If you got the policy, then the public will have the strategies to deal with your policy. I think in Singapore, to a certain extent, maybe we have – after all it is a city state, so some of the problems one hand can be more complicated, but on the other hand, if the decisions are really there, many of the issues can be or maybe comparatively and easily resolved. That is my observation.

I also remember you mentioned about – say for example, can people use their car during the weekends? Actually, in my presentation, in Singapore we have the so-called off-peak license plate. The color is in red. Just yesterday our transport minister in the parliament debate on the transportation budget, he also again emphasized and encouraged the general public to consider the red plate. Red plate means you can only use the car during off-peak and also during the weekend and therefore public holiday. But as a matter of fact, many Singaporeans, or the drivers in Singapore, they have the what we call the red plate, or the off-peak car, so that during the holiday, and in the off-peak, they can drive their car and even go to our neighbor to cross the bridge to Malaysia because over there they can freely use their car whenever they like. The options are really there.

Another I would like to talk about is in the past few days I think the different kind of proportion technology, like hybrid vehicle has been kind of mentioned, and it seems to me, based on my observations, that it is one of the highly promising solutions to help us to move forward the low-carbon society.

Actually in Singapore I drive a hybrid vehicle and I am definitely in the minority. Many of my colleagues, my friends, my relatives, they say, “Are you nuts? Are you out of your mind? You actually drive a hybrid vehicle.” Why? Because in Singapore, basically there is no incentive at all. I use a very strong term. Nothing at all. The government simply does not encourage hybrid vehicles.

Even though on one hand, they will give you some tax incentive, but I think we all know, at the first hand, the selling price of the hybrid vehicle has been higher than the ordinary vehicle, so the government will give you incentive to bring down the selling price, but it is still more expensive. For you to have an easy comparison I am driving the Toyota hybrid. The ESTIMA hybrid is more expensive than the ordinary ESTIMA. But on the other hand, when it comes to the day to day operations, I am paying 45% more of the road tax, just to drive my hybrid ESTIMA. It sounds ridiculous, right? I am driving an environmental friendly vehicle but I am paying a higher tax.

I feedback to the government and they said, “Well, Prof. Lee, too bad. Yes on one hand we are proud, yes you drive the hybrid vehicle, but on the other hand, when it comes to the calculation of the road tax, the policy is based on the engine capacity, your engine capability. The hybrid vehicle, you have an engine and you got the electrical motors, so it is more powerful. That is why you will have to pay more expensive road tax.” I said, “This is totally unacceptable. Can you be more flexible?” They said, “We will be reviewing.” But it has been more than one year and so far there is nothing at all.

The point I am trying to make is, if you have a very strong government, yes it can be very good, but on the other hand, if this drift, or the government – or in terms of the policy implementation, it is a little bit off, then it can be very dangerous as well. Thanks. I hope I covered most of your questions that you raised.

ご質問をすべて覚えておればよいのですが。最初の質問は、北京の将来の交通ですが、北京はシンガポールや香港から学ぶべきものがあるかということですが、昨日のあなたの発表の後で、どなたかが、あなたにソウルの情報をお知らせしました。その時、私はなにか言おうと思いました。私が申し上げたいのは、都市によって違うということです。たしかに、数字は比較することができます。しかし、結局、そこに居る者、住む者、彼らのライフスタイル、人々の資質、考え方は全く違います。

例えば、車の規制を考えてみます。車の使い方の政策をとってみても、シンガポールに適用できたからと言って、中国、あるいは、もっと端的言えば、北京に適用できるとか、成功するというものではありません。シンガポールで実施された、車の所有資格証明書、COE システムに似たものが、上海で施行されました。私が知る限り、上海の人たちは、これらの政策とやりあう、いろいろな抜け道を知っています。政府が政策を講じると、政策に対抗する手段を一般の人は見つけるものです。シンガポールでは、ある程度、我々は対抗手段を持っていると思います。シンガポールは都市国家です。一方で、問題は非常に複雑になるかも知れませんが、もう一方では、政策が実際にそこにあれば、多くのことは、比較的簡単に解決できるのだと思います。

別のご質問ですが、例えば、人々が週末に車を使うかどうかですか。実際、私の発表にもありましたように、シンガポールでは、混雑していない時間帯用のナンバープレートがあります。オフピークプレートと呼んでいる赤いプレートです。丁度昨日、交通大臣が議会で、交通の予算について議論しました。大臣は、再度、一般国民が赤いプレートを使うよう力説し、奨励しました。赤いプレートは、オフピークの時と、週末と国民の休日によりのみ使用できます。実際、多くのシンガポール人や、シンガポールで車を運転する人は、いわゆる赤いプレート、あるいは、オフピーク車を持っており、休日や混んでいないときに車を運転します。時には、橋を渡って、隣国のマレーシアに行くこともあります。マレーシアではいつでも車が運転できるものですから。選択肢は実は提供されています。

もうひとつお話をしたいのは、ここ 2、3 日考えていたことですが、ハイブリッド車のような、いろいろな調和型技術が紹介されましたが、低炭素社会に向かうにはかなり有望な解決策になるのではと思っています。

実際、シンガポールで、私はハイブリッド車に乗っていますが、私はあきらかに少数派です。多くの同僚、友人、親戚は、「あほじゃないの。気が違ったんじゃないの。ハイブリッド車に乗っているの?」と言われてます。「なぜ」って。シンガポールでは、基本的にはインセンティブが全くありません。私は、「全く」という強い言葉を使います。政府はハイブリッド車を全く振興していないわけです。

税の優遇措置によるインセンティブがあったとしても、まず、ハイブリッド車の販売価格は通常の車より高いので、政府が販売価格を下げるようなインセンティブを与えたとしても、まだ高いということです。簡単な比較ができるよう、私が運転しているトヨタのエスティマ・ハイブリッド車の話をしましょう。エスティマ・ハイブリッド車は普通のエスティマより高いです。しかし、また、日常の運転ということになりますと、私は、エスティマ・ハイブリッド車を運転するのに、45%も高い道路税を払っています。ばかげていると思いませんか。私は環境にやさしい車を運転していますが、より高い税金を払っているのです。

私が政府のこのことを伝えると、かれらは、「そうですね、Lee 教授、非常によくないです。確かに、我々は誇りに思っています。あなたがハイブリッド車を運転しておられることを。しかし、税金の計算ということになりますと、エンジンの排気量に基づいて計算されています。あなたの車のエンジンの排気量です。ハイブリッド車には、エンジンと電気モーターがあり、そのため強力なのです。だから、あなたは、通常より高い道路税を払わなければいけないのです。」と言います。私は、「これはま

まったく受け入れがたい。もっと柔軟に対応できないのですか。」と言いました。彼らは、「見直している。」といいます。もう1年以上たちますが、全く回答は得られていません。

私が言いたいことは、非常に強力な政府を持つということは良いことです。しかし、もし、趣旨が違ってきて、政策を実行する場合に、すこしのが外れると、非常に危険なことにもなるわけです。ほとんどのご質問にお答えしたかと思います。

Sunil Dhingra (The Energy and Resources Institute, India)

Regarding the biomass, as you have seen in the presentation, there are two main applications we are focusing through biomass gasification. One is for heat applications, to displace use of fossil fuels. The main driver in this is basically the energy cost reduction, and as you see that most of the cases that the energy cost reduction is about 80% in comparison with the baseline. It is all private business case.

The challenge there – I agree that because if you have to go for oil, there is a distribution network, which is available. I can purchase oil wherever I want, that means from depots, petrol stations, and all these things, but that kind of infrastructure is required for biomass for example. There, the challenge is if you have to mainstream on a large scale, then the collection, processing, and the storage, and the distribution side of biomass need to be invested in. There, the government has to play a big role, going forward.

Taking example, again from Sweden, and in Austria, where they have built up a huge infrastructure in setting up biomass supply infrastructure. This is the case for us to invest, if you are convinced about biomass, standardize the fuel, and then the technology is available to move from oil to biomass. That is one set of application.

The second application is electricity generation with focus on rural electrification, There I do not see the investment coming from the community directly. So it is a government role, whether cost effective or low-carbon solutions, they have to provide. Essentially there we have a program, which is providing support for the capital cost, and almost 90% capital support is provided to set up these kinds of decentralized solutions in rural communities. Then operation and maintenance is being maintained with the revenue collection, which is feasible. That is how we are seeing strategy to penetrate biomass-based solution into the society for these applications.

バイオマスに関してですが、プレゼンでもお話ししましたように、二つのレベルの取り組みがあります。一つは、産業用の熱源としての取り組みです。現在、非常に多くの化石燃料が使われています。バイオマスに転換する理由は基本的にはコストの削減です。ほとんどの場合、エネルギーコストの削減率は約80%です。これは民間のビジネスの場合です。バイオマスに移るのに、政府からのインセンティブや補助金はありません。

確かに、おっしゃるとおり、石油の場合ですと既に販路が確立しているということでどこでも入手できます。ガソリンスタンドがさまざまなところにあります。バイオマスについてもこのようなインフラストラクチャが必要です。バイオマスを大規模に主流として使うためには、収集、処理、貯蔵、販売するということに投資をする必要があります。バイオマスを推進するためには、そこに政府の大きな役割があります。

例えば、スウェーデンやオーストラリアを見てみますと、こういったことに、非常に大規模なインフラを構築しています。これが、我々が投資しようとしているケースです。もし、バイオマスが有望と確信するのであれば、燃料を標準化することです。そうすると、石油からバイオマスへの技術を利用できます。これが一つの適用例です。

もう一つは、電化です。これはより、社会的・政治的な意味も持っています。ライフラインである

電力をみんなに供給できるかということです。この場合には、一般社会から直接投資が起こると思えません。ですから、これは、政府の役割ということになります。費用効率が良いからなのか、低炭素の解決法なのかは別として、提供する必要があります。基本的には、我々には計画があります。農村地帯で、このような分散型電源を確保する場合には、資本コストに対して、ほぼ 90%の助成金があります。操業と維持管理費用は電気代を充てますので、実行可能です。バイオマスの適用を社会に浸透させるためにこのような戦略を描いています。

甲斐沼 美紀子 (Mikiko Kainuma, 国立環境研究所 NIES)

Thank you very much for your interesting discussion and also the presentations. We have a common problem – we also have a common solution, but also we have different solution and each country has a different viewpoint, and the solution may be different country by country. Singapore has a high density country, and India has bioenergy, and Bhutan is sandwiched by big countries like India and China so you need some identity to survive. From this discussion I learned a lot from your presentations and I hope that those who participated in today's discussion find this session interesting.

Thank you very much for your participation and finally I would like to thank all the presenters and commentators. Thank you very much.

ありがとうございました。非常に興味深いディスカッションでした。また、素晴らしいご講演をありがとうございました。共通の問題があります。共通の解決策もあり、また、それぞれ異なる解決策もあると思います。国によって観点が違いますので、解決策というものもそれぞれ違ってきます。シンガポールは非常に人口密度の高い国でありますし、インドはバイオエネルギーに注力しています。ブータンに関しては、二つの大国、つまりインドと中国に挟まれているので、生活をするため、そして生き残るためのアイデンティティーが必要であるというお話をいただきました。今回、皆さまのご講演、そしてご討議からたくさんのことを学ばせていただきました。また、本日ご参加の皆さまにおかれましても、興味深いセッションであったことを願っております。

ご参加いただきましてありがとうございました。また、ご講演者、そしてコメンテーターの皆さま、どうもありがとうございました。

第三部

パネルディスカッション 「アジア低炭素社会に向けて」

Part III Panel Discussion: Toward Sustainable Low-Carbon Society in Asia



Dr. Masahiro Kawai



Mr. Junya Nishikawa



Prof. Keiji Otsuka



第三部 パネルディスカッション

西岡 秀三（座長）（国立環境研究所）

それでは、最後のセッションを始めたいと思います。最後のセッションは、パネルディスカッション「アジア低炭素社会に向けて」ということです。このセッションはおしまいが5時半までです。十分時間があると思います。

本日は、このセッションのために3人のパネリストの方をお迎えしております。こちらのほうから、アジア開発銀行研究所長の河合正弘さん。それから三井物産株式会社の西川淳也さん。そして政策研究大学院大学の太塚啓二郎さん。このお三方をパネリストに迎えております。私、司会をさせていただきます、国立環境研究所の特別客員研究員の西岡と申します。

簡単にパネル討論のイントロをさせていただきたいと思います。

我々は、今これから、アジアの低炭素発展の研究をいたします。このセッションで何か結論を出そうということではありません。我々がそういう低炭素アジアといいたいでしょうか、私は低炭素開発のほうがいいと思っていますが、そういうものを検討するときに、どういったキーエレメント、要因をこれから我々の研究で考えていかなければいけないのだろうか。

研究のベースとしてアジアでは実際こういうことがいろいろ問題になっているのではないかと、あるいはきょうのこれまでのお話をお伺いしますと、例えばアジアの価値の話や日本がいかに先端を行っているような顔して、実はもっと先へ行っている例がたくさん見られたなどございまして、こういうことから開発のなかに低炭素の要因を入れていくにはどうすればいいかということが、議論の基本になってくるかと思っています。

「気候安定化のためには、今後の途上国の低炭素発展がキーである」ということはもう皆さんよくお分かりです。なにかずく新規投資の進むアジアを早めに低炭素型に方向付ける必要がある。これが遅くなればなるほど世界全体としての気候変動が進むということもありますが、ちょうどインフラなどの投資を今きちんとやっておかないと、これが50年、100年エネルギー体質のインフラにロックインしてしまうというようなことになる。

ですから、持続可能な発展へのダイナミズムのなかにどう低炭素社会を融合させるかということが課題です。それにアジアの力とは何だろうかと考えてみますと、非常に多くの、そしてよく教育された人的資源を持つ国がたくさんありますから、内発的に低炭素型発展の道筋を歩む力を持っている、それらを用いてどう一緒に低炭素の世界をつくっていくかということです。

しかしながら、歴史的、地理的、民族的には非常に多様なアジアでございますので、それがひとつの方程式で解けるような問題ではないと思いますので、その可能性の分析をやりたい。研究者の立場からいいますと、きょうたくさんの方々に来ていただいております。これまでアジアで培ってきたネットワークを駆使しながら、協力体制をどうやってつくっていくかということも考えていきたい。また、研究成果をそれぞれの国のなかから各国政策に発信をするにはどうすればいいかということもあります。

全体としてこのセッション、あるいは我々の研究のなかでもひとつのキーメッセージが出ればという話があり、「ほとんどのアジアの国は低炭素社会実現へのいい位置にあるのではないか」ということを考えてみました。位置といってもいろいろ位置がありますが、歴史的開発の面、全体の協力の面、伝統の面、人的資源の面、あるいはチャレンジする心の面からなど、いろいろなことがあるかと思います。そのようなことについて皆さんのお話をお伺いできればという具合に思っております。

低炭素経済への移行を促進するものは何かといろいろ考えてみます。ここに挙げましたように、い

ろいろな開発、経済の流れ、あるいは環境経済学の流れ、そして政治経済学の流れといったようなものがありまして、みんなそれぞれにいろいろな意味でのエレメントをそこで考えております。それがどういう関係で、発展と低炭素社会のほうに組み合わさっていくのかということのをこれから分析する必要があります。

いずれにしても、環境クズネッツ曲線で書かれているように、いずれは二酸化炭素でいいますとピークを迎えて、そして減らしていくという道を迎えるわけですが、それをひとつ加速することができるとしたら、そのときに考えなければいけない要因はどういうものがあるのだろうかということであるかと思います。

ここで結論を出すわけではありません。ひとつの仮説ではありますが、アジアは非常に急速な成長過程にあり、また、人的資源にとっても有利なところもあり、そして国あるいは世界全体でこれを協力しながらやっていこうというフレームができつつあるのではないかと、といったことがあるかと思えます。

このような点について、きょうはお三方からまず 10 分から 15 分ぐらいで発表いただきまして、それを軸にいたしましてぜひ会場の皆さんと一緒に考えていきたい。そして、我々が考えなければいけない重要な要因について、皆さんのほうから知恵をいただければという具合に思っております。

それでは、私のイントロダクションはこれで終わります、一番最初に河合さんのほうから、よろしくお願いします。

パネル討論: アジア低炭素社会に向けて
大塚啓二郎氏・河合正弘氏・西川淳也氏 西岡秀三

- ・ 気候安定化のためには今後の途上国の低炭素発展がキー
- ・ なかみずく新規投資のすむアジアを早期に低炭素型へ方向づける
- ・ 持続可能な発展へのダイナミズムの中に低炭素化を融合させる
- ・ 人的資源を持つ各国が内発的に低炭素型発展の道筋を歩む力をつける
- ・ 歴史的、地理的、民族的に多様なアジア地域の発展の道筋に低炭素化を
入れ込む可能性の分析と示唆
- ・ 日本研究者がこれまでアジアで培ってきたネットワークを駆使、環境研究面
での協力体制の構築とアジア地域環境政策への発信を進める
- ・ キーメッセージ: ほとんどのアジアは低炭素社会実現へのよい位置にある
のではないだろうか

1

低炭素経済への移行を促進するものは何か？

開発経済学	政治経済学	環境経済学
新古典派モデル ・収束減速(資本・労働)	後発の利益 ・後発の利益	集合行為問題 ・成長の限界・共有地悲劇
新成長モデル ・収束減速(技術革新)	開発主義国家 ・国家-社会関係(「組み込まれた自律性(Embedded autonomy)」)	環境クズネッツ曲線
地理的要因 ・「資源の呪縛」 ・産業集積効果		
文化的要因 ・アジアの価値観 ・人的資源		
制度的要因 ・所有権 ・法による統治		

1. アジアの低炭素開発への転換には、どのような政治経済制度が必要か？
2. 低炭素開発への転換に必要な制度は、域内外でどのように異なるか？
3. 将来国際枠組みは、低炭素開発への転換をどのように強化できるか？

2

キーメッセージ:
アジアの多くの国は低炭素へシフトするいい位置にいるのではないかと？

- ・ アジアは急速な成長過程にある。(いまのインフラ投資が後50-100年をきめる)
- ・ 人的資本/技術/社会制度面での優位性あり、低炭素化は強化のチャンス？
- ・ 海外要因: エネルギー・気候危機/文化的価値の収斂(globalization)
- ・ アジアには技術移転、科学協力、組織的協力の機会がある
- ・ すべての国がそう行くとはいえないものの、多くの国がその可能性を持つ

3

Toward Sustainable Low-Carbon Society in Asia: The Role of Development Cooperation & Finance

Masahiro Kawai (Asian Development Bank Institute)

The rapid growth of carbon emissions in Asia is a grave concern as it contributes significantly to climate change and global warming. With the current pattern and pace of economic growth, developing Asia's carbon emissions will reach an alarming level. If developing Asia is to achieve sustainable economic growth and development from domestic perspectives, its policy makers need to address environmental degradation and ensure energy security. These domestic considerations require developing Asia to adopt specific measures to ensure growth sustainability and reduce carbon intensity. For this purpose developing Asia needs to shift its development model towards a new paradigm that delinks increases in carbon emissions from economic growth. Although specific policy priorities to be adopted by each national government may differ with economic and social conditions of the country, concerted international efforts are needed—for financial support, technology transfer and capacity building—to facilitate developing Asia's transition towards a low-carbon society.

Carbon Trends in Developing Asia

Developing Asia's share in global carbon emissions, derived mainly from energy consumption, is expected to rise from the current 30% in 2005 to more than 40% by 2030. China is now the largest carbon emitter in Asia and India is catching up with Japan. These giant economies and new players like Indonesia have been contributing to rising regional trends. On the other hand, per capita emissions in most developing countries in the region—China, India, Indonesia, and Pakistan—remain very low in comparison to those of industrialized countries. The fact that per capita electricity consumption, which has been increasing over time, is closely correlated with the human development index suggests that an increase in human development requires a rise in per capita electricity consumption. Thus greater consumption of per capita electricity is a socio-economic imperative for the region.

The carbon intensity—CO₂ emission per GDP—in developing Asia is relatively high when compared with per capita income. This trend is compounded by the fact that CO₂ emissions from key sectors are rising in most Asian economies. For example, motorization—which has been associated with a rise in per capita income—has accelerated CO₂ emissions. The pace of motorization in countries like China and India is fast but has so far been limited, but it will accelerate as the middle class continues to expand in these countries. As vehicle ownership in China, India and other developing Asian countries is expected to explode from the current low level in the next decades, carbon emissions in these countries will also explode.

The size of Asia in the world GDP map is small compared to North America and Western Europe, though Japan and Korea represent the third largest area in the world. In terms of population, however, the size of Asia in the world map is oversized because of the large populations in China and India. This suggests that Asia will witness a rapid increase in energy

consumption and thus CO₂ or greenhouse gas emissions over the next decades. The current fuel mix in Asia is dominated by fossil fuel such as coal and oil and, hence, is a key factor behind the high level of CO₂ emissions in developing Asia. In Europe, on the other hand, energy sources are quite diverse, like coal, natural gas, atomic, and hydro. Asia faces the challenge of utilizing the available resources more efficiently and effectively and diversifying sources of energy towards less carbon-based ones.

A New Development Paradigm for a Low-Carbon Society

The Asian development model has been very successful so far in terms of achieving high economic growth and rapid poverty reduction, but it has been accompanied by high energy and carbon intensity. This model is no longer sustainable. Increasingly there is a need for developing Asia to shift to a less energy-intensive, low-carbon development paradigm. Improving energy efficiency and reducing carbon intensity should be considered as a means to achieving the goals of “sustainable” economic growth and poverty reduction.

Developing countries in Asia do have several incentives to shift their development model to a new paradigm that requires less energy and less carbon. First, ensuring energy security is vital because of the rising energy demand. Improvement of energy efficiency is in their interest because they have to continue to pursue economic development and poverty reduction and strive to provide “electricity for all”, by reaching the poor segment of population which has not had access to modern energy services. For the same amount of energy, improved energy efficiency allows the government to achieve its development objectives. Second, environmental degradation is an increasingly urgent social issue to be addressed at the national level. In particular, enhancing the quality of air, soil and water, which can affect the health of citizens, is a key challenge, and the policy actions taken on this front can contribute, as a byproduct, to the reduction of CO₂ emissions. A “co-benefit approach” that attempts to protect the citizens from domestic environmental degradation can achieve the dual goals of economic growth and carbon emission reductions. Third, addressing climate change directly is also necessary if a large fraction of population is put at risk due to sea level rise, coastal erosion and water scarcity. Here, climate change adaptation is an immediate policy issue for such countries as it is the poor and socially remarkable who are most affected by these changes. At present, climate change may not be a high agenda for many developing countries, but it is a public good in nature, and has intergenerational implications. The international community—both developed and developing countries—must work together by taking into account the intergenerational distribution of benefits and costs due to CO₂ emissions and mitigation policies to reduce them.

The concept of a low-carbon society is to be based on “decoupling” principles. Decoupling is the situation in which the rate of carbon emissions increases less than the rate of economic growth. This involves changes in production patterns at an early stage, and then a change in consumption patterns at a later stage. Decoupling should be one of the main planks of a low-carbon society. In order to achieve this “decoupling”, resource-use efficiency has to be increased and renewable energy resources has to be deployed at a large scale. A country’s overall shift of economic activity away from industry—particularly carbon-intensive manufacturing industries—to services facilitates low-carbon economic development.

The decoupling of carbon emissions from economic growth is quite possible. Such an example can be found in Japan where real GDP growth and increases in SO_x and CO₂ emissions showed divergent patterns. In Japan, from the 1970s, GDP continued to rise and CO₂ emissions also grew but at a much lesser pace. As a result, CO₂ emissions per GDP continued to decline. As the level of SO_x emissions declined in absolute terms, per GDP emissions declined even more steeply. The high price of oil in the 1970s played a significant role in facilitating this process as energy-saving innovations were stimulated at industry level. Japan achieved a high level of decoupling in the 1980s as a result of deployment of advanced energy saving technologies.

Now potential for significant CO₂ reductions exists in many developing countries in Asia. Several studies indicate that emission reductions in the order of 25-30% are feasible by the year 2030. In the US and China, CO₂ emissions can be contained at a larger scale. Energy efficiency potential also exists in selected industrial sectors. Improved efficiency in passenger transport is another feasible area by shifting away from car transport toward a light rail transport system.

The overall policies that can support this transition to a low-carbon society should be formulated in an integrated manner. The most important component of such policies is each national government's policy. A national sustainable development strategy of any developing country—one that is of its own and not externally imposed—is essential to achieving *both* economic growth and poverty reduction *and* a shift to a low-carbon society. The core of this strategy is to focus on “decoupling” and “co-benefits”. First, use of market forces rather than counterproductive regulations is a critical component. Market based instruments such as liberalization of fuel prices, removal of perverse, universal fuel subsidies, carbon taxes, and the “cap and trade” system will allow firms and households to adjust to the high prices of carbon-based energy and economize on its use. Thus removal of fossil fuel subsidies can lower CO₂ emissions substantially while freeing up fiscal resources for various productive purposes. Second, a rise in energy prices can have adverse impact on the poor and socially vulnerable as energy is an important component of household spending. The government is encouraged to protect these people, by using freed fiscal resources, through the “targeted, direct cash transfer program”. Such a program is useful not only against energy price increases but also food price hikes and other economic and non-economic shocks. Third, introduction of specific policy measures to improve energy efficiency in high impact sectors such as industry, transport, agriculture and power generation is effective if done on a priority basis. This type of intervention also requires public funding for research on low-carbon technologies.

Strategies for International Development Cooperation

Improving an international framework for development cooperation is crucial to support national actions for a low-carbon society in developing Asia. Such a framework can be developed at the global and regional levels.

At the global level, an international agreement on the new role of developing countries must be reached. The international community must share common views on the advanced countries' historical roles in emitting CO₂ since the time of the industrial revolution, developing countries' needs for development and poverty reduction, their “common but differentiated responsibilities”, and the need for international assistance for them. At the regional level, concerted efforts to

pursue an “Asian Green Initiative” are highly desirable. This initiative may include development, deployment and diffusion of low-carbon technologies, investments in low-carbon sectors, and the creation of efficient carbon markets at the regional level. But there are many barriers to these efforts, including insufficient private sector incentives, inadequate financial support, technological constraints, and capacity limitations on the part of developing countries.

My view on developing countries’ “common but differentiated responsibilities” is as follows: For many developing countries in Asia where CO₂ emissions on a per capita basis are low, their per capita emissions may be allowed to rise from their low base to a certain level over the next decade or so, while at the same time their per GDP emissions should decline through measures of improving energy efficiency and developing renewable energy. But once the country reaches a sufficiently high income level—such as \$10,000 per capita—the country should make an international commitment to contain the country’s overall emissions of CO₂ and greenhouse gases. The international community should assist such efforts made by developing countries.

Various types of assistance from the international community are necessary to support a transition to a low-carbon Asia. The international community needs to assist developing Asia in financing, technology transfer and capacity building. Sources of financial flows for low-carbon investment will be partly public—like through the World Bank and the Asian Development Bank—but the largest share will have to come from the private sector. In this context, it is critical to send a clear long-term price signal that gives confidence to the private sector so that large investment is made. Essentially energy prices have to rise to allow their domestic energy prices to move in line with the international price. At the same time such price liberalization should take into account its impact on the poor and socially vulnerable. An effective and credible social sector protection program, that targets those poor and socially vulnerable people affected by the higher energy price, should accompany price liberalization policies.

In conclusion, I believe that developing Asia is well positioned to shift its development paradigm in order to realize a low-carbon society. This is the only way to ensure long-term sustained economic growth in Asia. But this shift in the development paradigm requires a set of market-oriented policies accompanied by adequate social sector protection programs as well as various types of support from the international community.

アジアで低炭素型社会の実現を一開発・金融協力の観点から

河合 正弘（アジア開発銀行研究所長）

西岡先生をはじめ国立環境研究所の皆さまにご招聘いただきましたことに対して感謝を申し上げます。非常に興味深いワークショップだと理解しております。

私のプレゼンテーションでは、まずアジアの炭素排出トレンドについてご紹介し、次にアジアの途上諸国・新興諸国経済がその経済開発モデルを新しいパラダイムに転換する必要があることを申し上げ、最後にそのようなパラダイム転換を促すために各国ベースでそして国際的にどのような基本戦略が必要かを論じたいと思います。

38枚のスライドを用意しましたが、時間の関係上かなり省略しながら説明することになるかと思い

ます。

アジアにおける炭素排出の上昇トレンド

最初にご紹介したいことは、現状の事態が続いていくなれば、アジアにおける炭素排出量が今後とも爆発的な勢いで伸びていくおそれがあるということです。まず、アジアだけでなく世界的にみて、炭素排出量という点で注意すべき重要な部門は、産業、建築、発電、輸送です。アジアの途上・新興国の炭素排出量は、2005 年の時点で世界全体の 30%を占めていましたが、2030 年には世界全体の 43%を占めるに至るでしょう。アジアの炭素排出国としては、中国が抜きん出ており、新しいプレーヤーであるインドが日本に追いつきつつあり、ほかの国も伸びています。

ただ、1 人当たりの炭素排出量を見ると、中国、インド、インドネシア、パキスタンなどでは先進国と比べて、まだ低い水準にしかありません。1 人当たりの電力消費量は、国連の人材開発指標（HDI：ヒューマン・ディベロップメント・インデックス）の上昇とともに上がる傾向にあります。この因果関係は逆も成り立つ可能性があります、いずれにしても相互の関係が強く、HDI と電力消費の両者が共に上がっています。このことは、HDI のさらなる上昇のためには、電力供給——したがって炭素排出量——の増加が必要になることを示唆しています。

1 人当たりの CO₂ 排出量について再びみると、アジアの場合には、台湾が一番高く、シンガポール、日本、韓国と続いています。1 人当たり所得が高いほど 1 人当たり炭素排出量も大きくなる傾向にあります。その理由の一つとして、輸送分野でのモータリゼーションが挙げられます。1 人当たり所得が増大すると、自動車の 1 人当たり保有台数が増え、その結果エネルギー消費が増え、炭素排出量が増える関係にあるからです。

この点、まだ 1 人当たり所得が低い中国、インドのような国においては、自動車の 1 人当たり保有率はまだ非常に低いレベルにあります。ということは、これらを含むアジアの途上・新興諸国の成長・発展に伴い、今後自動車の保有台数が急速に伸び、1 人当たりのエネルギー消費と炭素排出量も急速に増大するであろうことが容易に想像できます。現状が続く限り、アジアの人口規模は大きいので、エネルギー総消費量、炭素総排出量が爆発的に伸びることでしょう。

世界地図を GDP 規模で示すと、北米、西ヨーロッパ、日本・韓国が GDP の大きな国・地域となりますが、人口規模で示すと中国、インドが大きくなります。つまり将来的には、人口の多い中国やインドのエネルギー消費が増え、CO₂ 排出量が増えるということです。

低炭素型社会に向けた新たな経済開発パラダイム

次に強調したい点は、これまでの経済開発モデルは非常に大きな成功を収め、多くの発展途上国に経済成長・発展、貧困削減という果実をもたらしてきましたが、そのベースとなっていたのはエネルギー集約度、炭素集約度の高い経済開発モデルで、それはもはや持続可能でないということです。アジアの途上・新興諸国は、省エネ型、低炭素型の開発モデルに転換する必要があります。パラダイム転換が必要なのです。

幾つかの途上・新興圏では、内在的な要因から開発モデルの転換が必要になっています。第一は、エネルギー安全保障の問題で、今後の経済発展を支えるためには膨大なエネルギーが必要となることから、その確保が喫緊の課題だということです。エネルギー効率を上げることができれば、経済発展と貧困削減を達成するために必要なエネルギー総量を減らせることになり、その点が途上・新興国の関心事となっているのです。エネルギー効率化によって、「すべての人に電力を」という目的の達成が視野に入ってくるのです。

第二は、環境に配慮した経済成長・発展が、それぞれの途上・新興国で重要な課題になりつつあります。とくに、大気・河川・土壌汚染などが市民に深刻な影響を与えつつあり、公害対策、環境保全が社会的に要請されています。とりわけ貧困層や低所得層がこうした問題の影響を大きく受けているわけですが、中所得・高所得層の間で公害・環境問題に対する意識が高まっているといえましょう。各国で公害・環境問題に対処することが、結果的に炭素排出量の増大抑制につながるようになるもの

といえます。

第三は、気候変動は、水面の上昇による土地面積の減少など地球規模で深刻な問題を引き起こす可能性があります。そうした影響を受けるのが貧困層や社会的弱者です。そのため、直接的な影響を受ける恐れがある途上国では、気候変動に対する適応策を考える必要に迫られています。

まだ大半の途上・新興国はこうした影響を受けているとは考えておらず、これらの国々にとって気候変動問題は直接的な関心事ではないかもしれません。しかし気候変動問題は、グローバルな公共財の供給にかかわる問題であるだけでなく、現在世代と将来世代の間の世代間問題でもあることから、国際的な協調と次世代を見越した対応を必要としています。途上国で1人当たり所得が増え成長してくれば、多くの市民の関心意識がおのずと高まり、低炭素型社会への移行が必要だと考えられようになるでしょう。しかし、「まず経済発展を成し遂げて、その次に環境問題を考える」というこれまでのやり方には限界があり、まさに経済開発パラダイムの転換が必要になっているのです。

では、低炭素型社会への移行というパラダイム転換は、どのようにして達成できるのでしょうか。低炭素型社会を実現させるためには、「デカップリング原則」の考え方が有用です。これは、経済成長と炭素排出を切り離そうという考え方です。経済発展に伴い炭素排出量が増大するのは必然だと考えるのではなく、逆に炭素排出量を引き下げるための努力を行うことです。生産パターンを変革し、消費パターンを変えていくことにより、経済発展と炭素排出を切り離すことが可能になります。このデカップリング（切り離し）を実現するために、資源利用の効率性を高め、再生可能エネルギーの開発を促す必要があります。

ここで申し上げた生産パターンの変化とは、省エネ・低炭素型の生産設備を使用するという意味合いですが、それよりも広く、産業構造そのものを変える、つまり製造業からサービス業への転換を促すという点も視野に入っています。こうした広い意味での産業構造の転換は排出量削減に大いに役立つと考えられます。また、消費パターンの変化とは、省エネ・低炭素型の消費活動を行う、たとえば乗用車の利用から低炭素型の公共運輸機関にシフトしていくことなどを意味します。

ところで、経済成長と炭素排出のデカップリング（切り離し）が可能であるという点は、日本の過去の事例が示しています。1970年代以降、日本のGDPは成長してきました。その間、CO₂の排出量も増えてはいるのですが、その増え方ははるかに緩やかでした。その結果、GDP単位当たりのCO₂排出量は低下を続けてきました。SO_xの排出量は1970年代以降、絶対量としても減ってきたため、GDP単位当たりのSO_x排出量は急速に下がってきています。もちろんこの背景には、石油ショックが1970年代初めに発生して、石油価格が急激に上昇したという事情があります。その結果、日本の産業界は積極的な対策をとって省エネ努力を始め、いわゆる重厚長大型産業から軽薄短小型産業への転換が促されました。また、すでに始まっていた公害・環境問題に政府がより積極的に取り組み、マスメディアもこの問題を重視して取り上げたということも、低公害・低炭素社会への移行に寄与したといえるでしょう。

低炭素型社会への移行のためには、技術的な問題を解決する必要があります。アジアの燃料ミックスを見ると、石炭と石油が主要な部分を占めていますが、ヨーロッパでは、石炭、天然ガス、原子力、水力のように多様なエネルギー・ミックスが存在しています。アジアではより効率的、効果的に石炭、石油を使っていくこと、炭素を排出しない再生可能エネルギーを開発し、エネルギー・ミックスの多様化を図ることが課題です。この点、多くの途上・新興国の間に、大きなCO₂削減ポテンシャルがあります。2005年、2015年、2030年のベースラインのシナリオを見ると、ヨーロッパや日本でCO₂排出量が大きく伸びないにも拘わらず、アメリカや中国のCO₂排出量が大幅に伸びていくことがわかります。これを逆にいえば、アメリカや中国ではこのベースライン・シナリオを大きく変える余地が大きいということです。エネルギー効率のポテンシャルを高める余地は、他の途上・新興国にもあるのです。たとえば、旅客交通からの排出量の伸びを抑えるために、乗用車からライトレール（電気バスや軽鉄道輸送）への切り替えが考えられます。都市における低炭素型の交通網の整備などが有効でしょう。

以上まとめると、アジアにおいて低炭素型社会への転換を進めるための政策は以下のようなものに

なるでしょう。まず、各途上国や新興国の政府が主体的に、責任を持って（つまり外部からの圧力ではなく）、経済発展・貧困削減と低炭素型社会への移行の両者を実現するための「デカップリング」開発戦略を作り実行するということです。これは大きなチャレンジではありますが、実現可能だと考えています。その開発戦略の中心は、①環境に配慮した経済発展と②エネルギー安全保障をめざす省エネ努力を通じて、結果的に低炭素型社会につなげるという「コベネフィット」の考え方を取り入れることです。それによって、経済発展・貧困削減と低炭素排出とを両立させることができるのです。

このような開発戦略を支えるためには、各種の政策を動員することが必要です。第一は、市場機能の活用です。つまり一般的な燃料補助金の撤廃、燃料価格の自由化、さらには炭素税等の導入によって、炭素の排出に価格をつけて、企業や個人による炭素エネルギーの節約を促すことです。これは言うのは簡単ですが、政治的には困難が伴います。しかし、きわめてシンプルな解決法であり、これによって、エネルギーの生産パターンと消費パターンに影響を与えることが可能になります。

第二は、エネルギー価格を引き上げると、貧困層や社会的弱者に大きな負担が課せられることになるので、それを相殺するための社会政策上の対応が必要になります。たとえば、一般的な補助金の廃止によって得た財政資金の一部を用いて、これらの人々にターゲットを当てた「直接的な現金移転プログラム」を構築して、貧困層、社会的弱者を救済することが挙げられます。こうしたプログラムは、エネルギー価格の上昇に対してだけでなく、食品価格の高騰時にも活用することができ、きわめて有効なシステムだと考えられます。

第三に、ある特定の、炭素エネルギー消費の大きい分野（産業、発電、輸送、建設等）に焦点を当てた政策を導入し、エネルギー消費を抑えることが有効です。あるいは、一般的補助金の廃止によって得た財源を、低炭素研究開発のために振り向け、低炭素型技術の開発を促すことです。低炭素型社会を実現させるための投資を行う必要があるからです。

国際的な開発・金融協力を

このように、低炭素型社会への移行を図るためには、途上・新興国が各国ベースで開発戦略の転換を行うことが必要ですが、それを支援するための国際的な開発協力も欠かせません。このような国際協力は、資金援助、技術移転、能力強化といった側面で行い、グローバル・レベル、地域レベルの次元で必要でしょう。

グローバルなレベルにおいては、低炭素化に向けた、途上国経済の新たな役割について政治的な合意を形成する必要があるでしょう。先進国の歴史的な位置付け、途上国の現状・開発ニーズに対する理解、「共通だが差異のある責任」の意味の重要性、国際社会からの支援などについて認識を深める必要があります。これまで温室効果ガスを作り出してきた責任の多くは先進諸国による産業革命以来の経済活動にあること、途上国にとっては経済発展・貧困削減が喫緊の課題であり途上国の責任はこのコンテキストで理解されるべきこと、途上国・新興国が低炭素化へ向けた努力を促すためには国際的な支援が欠かせないことがその認識の中核です。

地域レベルでの協力としては、たとえば、アジア域内で低炭素化に向けた「グリーン・イニシアティブ」を進めることが考えられます。環境改善・省エネを中心にした経済発展を支援し、環境・省エネ技術の域内移転を促進し、効率的な炭素市場を地域レベルで創出することなどが挙げられるでしょう。

「共通だが差異のある責任」について、一言私見を述べておきたいと思います。それは、「多くの途上国にとっては経済発展と貧困削減が重要な政策課題だということを理解して、1人当たり所得の上昇とともに1人当たり炭素排出量が増大することをしばらくは容認しつつも、各途上国はGDP単位当たり排出量の引き下げにコミットし、かつその1人当たり所得が十分に高い水準に到達したら、その時点で国全体のCO₂排出量に総量規制をかけることにコミットする責任」としておきたい。つまり、当面の間は1人当たり炭素排出量も一国全体の炭素総排出量も上昇しうるが、GDP単位当たりの排出量については大幅に改善させる必要がある。また、1人当たり所得がたとえば、2008年価格で1万ドルの水準に達した時点で一国の総量にキャップを設けることに今の時点でコミットしておくという

ものです。

そして、このような努力を国際社会が支援することが必要です。途上国・新興国にとっては、低炭素化に向けて多くの障害があるため、そうした障害を取り除くための支援が必要なのです。環境・省エネ技術の移転、低炭素技術やクリーン・エネルギー開発・導入のための資金支援、政府の能力増強支援などがそれです。

資金提供のスキームとしては、これまでのところ世銀や ADB などが進めてきたクリーン開発メカニズム、ADB の気候変動基金や炭素市場イニシアティブなどがあります。これらは、国際機関の知識・資金をバックにして民間資本をうまく呼び込み、魅力的なプロジェクトを作ろうとするものです。

以上、私のプレゼンテーションを簡単にまとめて、結びにしたいと思います。アジアが低炭素型社会に移行するためには三つの要素が必要です。第一は、アジアの途上国・新興国自身が主体的に、経済発展・貧困削減と炭素排出量の抑制とを両立させる「デカップリング」開発戦略をつくり、市場メカニズムを利用しつつ低炭素型社会への転換を加速させることです。第二は、その際、国内のエネルギー価格が国際価格と連動して上昇することを容認するので、貧しい人々や社会的弱者を保護する対策が必要になるということです。ここに開発課題があります。第三は、こうした途上国・新興国を支援するための国際協力が必要になるということです。資金的な支援、技術支援、政府に対する能力醸成支援が重要です。

私も、西岡先生が冒頭でおっしゃったことに全く同感します。アジアの途上国・新興経済は非常にいい位置におり、これまでの開発モデルを転換し、低炭素型社会に移行する用意を整えることができるものと考えます。それと同時に経済成長を持続させることも可能だと考えます。そのためには、市場主導型の政策と、それを補助するための強力な社会部門保護のプログラムが必要になります。さらに国際社会からの多くの支援が必要です。ご静聴大変ありがとうございました。

Towards a Low-Carbon Asia: The Role of Development Cooperation & Finance

Masahiro KAWAI

Dean, Asian Development Bank Institute

"Toward Low-Carbon Society:
Japan Scenarios and Asian Challenges"
Ministry of the Environment & NIES
Tsukuba, 13 February 2009

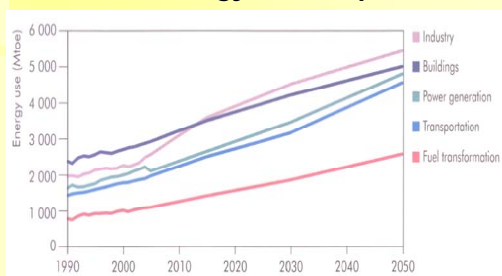


Outline

- Carbon Trends in Developing/
Emerging Asia
- A New Development Model for
a Low-Carbon Asia
- Strategies for Development
Cooperation and Financing
- Conclusion



Global energy consumption



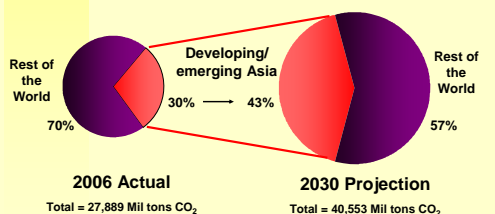
Source: OECD, 2008



Carbon Trends in Developing/Emerging Asia



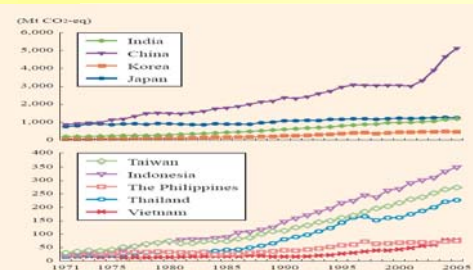
Developing/emerging Asia's share in global carbon emissions from energy consumption



Source: IEA World Energy Outlook 2008



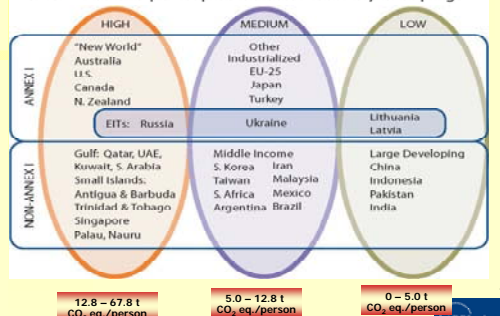
Carbon emission from developing/ emerging Asia is growing



Source: Compiled by the Ministry of the Environment from the data of IEA, CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2007

6

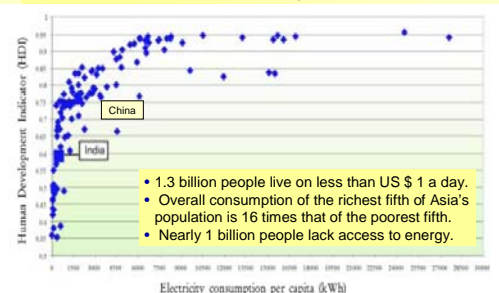
GHG Emissions per Capita: Selected Country Groupings



Source: WRI, 2005.



Human development index (HDI) & per capita electricity consumption



Source: UNDP, 2006



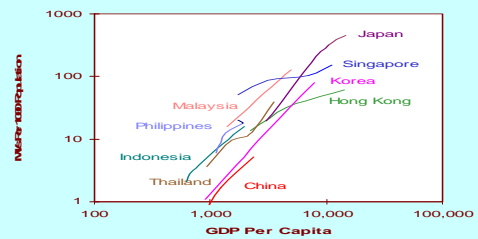
Per capita emissions remain low in most developing/emerging Asia

Table 2.2. Energy-related CO₂ emissions by selected Asian countries in 2005

Country	Total CO ₂ Emissions (million tonnes)	CO ₂ /Pop. (tCO ₂ /capita)	CO ₂ /GDP (kg CO ₂ /2005\$)	CO ₂ /GDP (PPP) (kg CO ₂ /2005\$ PPP)
Cambodia	4	0.27	0.66	0.11
China, People's Republic of	5,090	3.88	2.69	0.65
China, Taiwan Republic of	261	11.41	0.73	0.46
China, Hong Kong	41	5.87	0.20	0.19
India	1,147	1.05	1.78	0.34
Indonesia	341	1.55	1.64	0.45
Japan	1,214	9.50	0.24	0.35
Korea, The Republic of	449	9.30	0.70	0.47
Korea, DPR of	73	3.26	6.97	1.98
Malaysia	138	5.45	1.23	0.56
Mongolia	10	3.44	7.75	2.01
Myanmar	11	0.22	0.73	0.15
Nepal	3	0.11	0.48	0.08
Pakistan	118	0.76	1.28	0.36
The Philippines	76	0.92	0.82	0.20
Singapore	43	9.93	0.38	0.38
Sri Lanka	12	0.63	0.62	0.15
Thailand	214	3.34	1.36	0.43
Vietnam	60	0.67	1.80	0.35

Source: IEA (2007). Note: PPP=purchasing power parity; kg=kilogram.

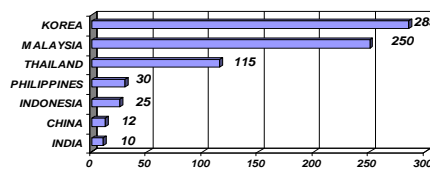
Income and motorization



Source: Robin Carnuthers, World Bank, 2003

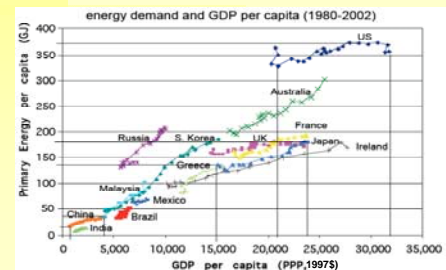
Vehicle ownership in developing/emerging Asian countries

NUMBER OF VEHICLES PER 1000 PERSONS IN ASIAN COUNTRIES



Source: Alok Rawat, "Fuel Efficiency Improvement and Automotive CO₂ Reduction Policies – an Indian Perspective" UNEP Workshop, Shanghai, October 2004

GDP and primary energy consumption, on per capita base, are still low but growing in emerging economies of Asia

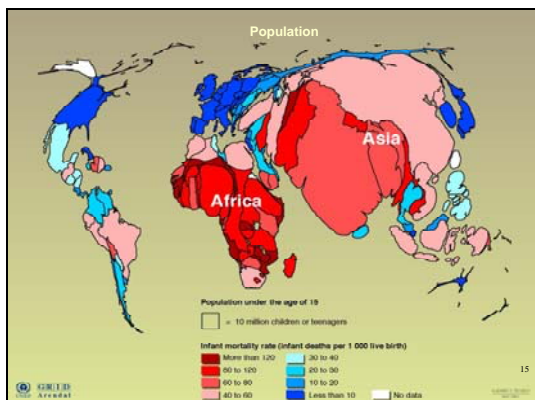
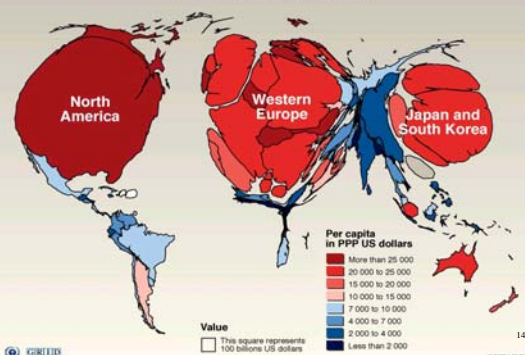


Source: Li Zheng, Tsinghua Univ.

Developing/emerging Asia's primary energy mix

Fuel Mix	2006	2030	EU (Present)
Coal	49%	51%	30%
Oil	23%	24%	7%
Gas	7%	9%	21%
Nuclear	1%	2%	17%
Hydro	2%	2%	15%
Biomass	17%	10%	1%
Geo, solar	1%	1%	9%

Gross Domestic Product



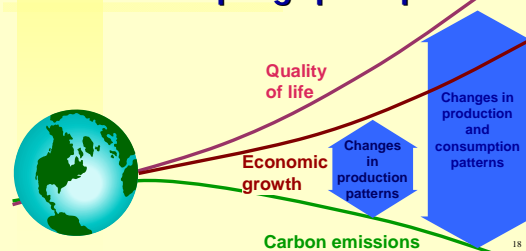
A New Development Model for a Low-Carbon Asia

Asia needs to shift to a low-carbon development model

- The current model, which is highly energy & carbon intensive, is not sustainable
- Energy security (rising energy demand) to achieve economic development and poverty reduction (electricity for all)
- National and local environmental concerns (eg. air quality)
- Climate change (adverse impacts on global GHG emissions, next generations, and poor who are most vulnerable)

17
ADBInsight

A low-carbon economy is based on "decoupling" principles



18
ADBInsight

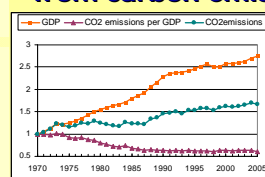
To achieve a low-carbon economy, a paradigm shift is necessary:

- De-couple economic growth from carbon emissions
- Increase resource use efficiency and renewable energy development
- Change production (industrial composition) & consumption patterns
- Consider inter-generational equity



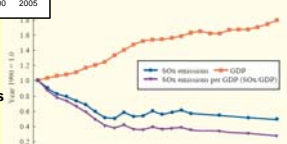
19

"Decoupling" of economic growth from carbon emissions is possible

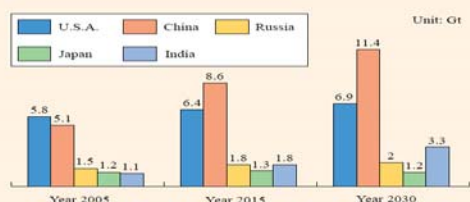


In Japan, CO2 emissions grew at a much slower pace than GDP growth, from the 1970s

In Japan, SOx emissions grew at a much slower pace than GDP growth, from the 1980s



Significant CO2 reduction potential exists for Asian emerging economies



Source: Compiled by the Ministry of the Environment from the data of IEA, World Energy Outlook 2007

21

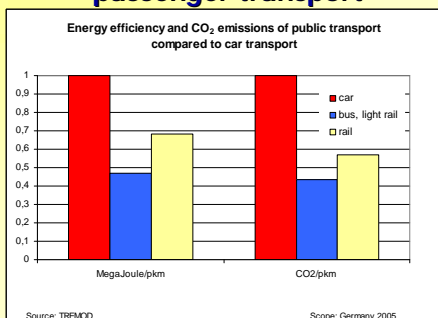
Energy efficiency potential in selected industrial sectors

Industrial sector category	Energy efficiency improvement potential	
	Mtoe/year	MtCO ₂ /year
Chemicals/petrochemicals	120-155	370-470
Iron and steel	55-108	220-360
Cement	60-72	480-520
Pulp and paper	31-36	52-105
Aluminium	7-10	20-30

If the best of low-carbon energy technology available is spread, developing/emerging Asia can reduce carbon emissions by 20-30% (IPCC 4th Assessment Report)

22
ADBInsight

Potential for improved efficiency in passenger transport



Source: TREMOD

Scope: Germany 2005

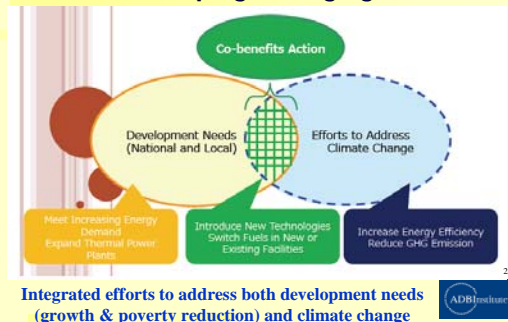
23
ADBInsight

Policies that can support transition to a low-carbon Asia

- A national strategy to achieve both economic growth (& poverty reduction) and a low-carbon economy by focusing on "co-benefits"
- Use of market forces through liberalization of fuel prices (e.g. removal of fuel subsidies) and adoption of enabling economic measures (e.g. a cap & trade system and carbon tax)
- Introduction of specific policy measures to improve energy efficiency in targeted sectors (such as industry, power generation, transport)
- Increased public funding for research on low carbon technologies

24
ADBInsight

“Co-benefits” approach indispensable for developing/emerging Asia



Removing fuel subsidies in developing/emerging economies can create tangible benefits

Country	Average rate of subsidy (% of market price)	Annual economic gain (% of GDP)	Reduction in energy consumption (%)	Reduction in CO ₂ emissions
China	10.9	0.4	9.4	13.4
India	14.2	0.3	7.2	14.1
Indonesia	27.5	0.2	7.1	11.0
Iran	80.4	2.2	47.5	49.4
Kazakhstan	18.2	1.0	19.2	22.8
Russia	32.5	1.5	18.0	17.1

Source: UNEP, 2006

Strategies for Development Cooperation and Financing

Building blocks of a low-carbon Asia

Global Level

- Political agreement on the role of developing/emerging economies by recognizing their historical positions, development needs, differentiated responsibilities, and external assistance

Regional Level

- Creation of efficient carbon markets that attach significant price on carbon at the regional level to reduce CO₂ emissions

National Level

- National ownership over development strategies with the “co-benefits” approach
- Balancing markets, regulations, and innovative financing to drive investment into clean technology

Differentiated responsibilities

- Per capita emissions in developing/emerging Asia may be allowed to rise, from a low base, to a certain point over the next years
- But its per GDP emissions should decline, from a high base, in a substantial way
- Once a developing/emerging economy reaches a sufficiently high income level, the economy should make a commitment to overall reductions of CO₂ and GHG emissions
- The international community should assist developing/emerging Asia to achieve this

Barriers to a low-carbon economy

Barriers are principally related to

- governmental interventions
- private sector capacity, and
- financial support systems

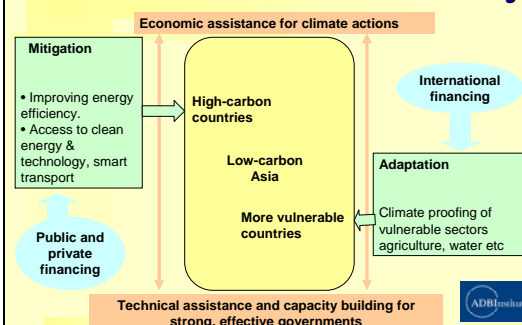
Specifically:

- Presence of perverse policies and absence of policy incentives due to social concerns
- Limited access to energy efficient technologies
- Shortage of ready availability of finance
- Lack of implementation capacity for policymakers

Strategies in development cooperation for a low-carbon Asia

- Helping developing/emerging Asia in harnessing market mechanisms to accelerate a shift to a low-carbon economy, supported by adequate social sector protection to mitigate the negative impact of higher energy prices on the poor and socially vulnerable
- Technical and economic cooperation in clean energy development & energy efficiency improvement
- Capacity building for strong and effective governments

International support is needed for Asia's shift to a low-carbon economy



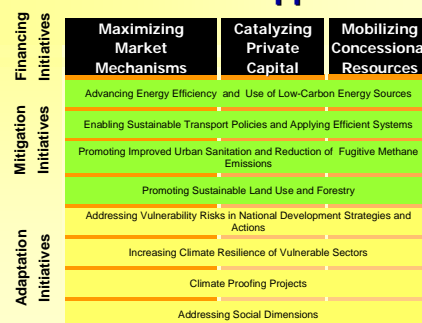
Financing strategies for climate actions

Public-private partnerships (PPPs) for affordable and competitive climate actions through:

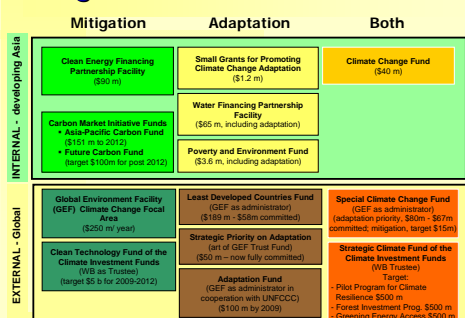
- Maximizing the use of market-based mechanisms (e.g. carbon markets)
- Catalyzing private capital
- Mobilizing concessional resources



ADB's core approach



Climate change funds: global and ADB initiatives



35

CMI attempts to maximize market potentials in ADB projects



CMI is available to projects where ADB provides financing support such as loans, technical assistance, equities, and guarantees

36

Conclusion

- Developing/emerging Asia should and can shift its development model to sustain economic growth and exploit "co-benefits"
- A new development model calls for a set of market-oriented policies to encourage energy efficiency and a wider mix of energy supply, to be complemented by stronger social protection programs
- This requires support from the international community in technical assistance, capacity building (to strengthen institutions) and financing



Thank You

Dr. Masahiro Kawai
Dean & CEO
Asian Development
Bank Institute

mkawai@adbi.org
+81 3 3593 5527
www.adbi.org



Low-Carbon Society in Asia: From the Perspective of Business

Junya Nishikawa (Mitsui & Co., LTD)

Well, thank you for your introduction Dr. Nishioka, and I would like to say here thank you to the National Institute for Environmental Studies and also the Ministry of the Environment for giving me such a very honorable opportunity. And I would like to say thank you to the relevant staff supporting this workshop.

I believe that I am the only one person from the private sector today, so I would like to introduce the perspective from business and also private sector. As Dr. Nishioka mentioned, actually our study will help the design of the policy, and policy will work as a catalyst, and business will be contributing by the realization of the projects. So I would like to introduce our experience in, especially CDM developing, and also I would like to point out what is the advantage of CDM and what is the problem in the CDM schemes.

Let me start introducing our activities as the kind of introduction of business in CDMs. And then I would like to emphasize on analysis of CDM from the perspective of supporting realization too for low carbon society. And finally I would like to make some commercialization of our possible contribution to realize a low carbon society. And finally I would like to make some brainstorming for panel discussion.

I work for Mitsui and Company Limited, it is a kind of conglomerate in Japan, trading and investment company. We have our overseas offices, more than 150. Actually, we have a lot of business, including energy and infrastructure as well, every kind of business, we have made. In case of emission reduction business, we locate the division in charge under the energy business unit. Our energy business unit has a division for fossil fuels as well and also our division has a department for fuel cell businesses and also biomass energy businesses as well. So we think emission reduction is a kind of energy issue, so that is why we locate our division department in the energy business unit.

Actually, not only Mitsui but also other trading houses in Japan play a very large role in developing the CDM, because we know very well about the needs of buyers, especially Japanese utilities and also steel mills. And also we have a very good connection with project candidate owners. So in order to contribute to solving the concern of both parties of buyers and project owners, we will make some lending services to them.

Actually buyers have several needs. I would like to introduce three points. First one is stable procurement of CERs at a reasonable price. Second need is an improvement in the use of CERs. And third request is diversification in the procurement portfolio of CERs. We will render solutions to realization of various types of CDM projects at various host countries by performing our realization function.

On the other hand, project owners have a lot of concerns. Especially they have four concerns. At first, they need technology in some case. And also they need the financial support to cover capital expenditure for the project. And third point is the procedure of supporting CDM process. As you may know, CDM process becomes much more complicated now days. So someone has to support the project owner to correspond with such requirements. And fourth, project owners sometimes have no know-how for monitoring the GHG reductions. Because especially in the case of

developing countries, CDM kind of activities is very new for the project owners. That is the reason why they have no information or no experience of monitoring of the gasses itself. So sometimes we have to render the monitoring service as well.

So we understand both parties concerns, and then we will realize the projects. So, usually, we purchase CERs, these are emission reductions from the CDM projects, from the project owner directly, but not only just purchasing emission reductions, but also rendering some function, like finance or technology or procedural support. And in some case, in order to cover the needs of capital expenditure for the project, we will make a direct investment into the project itself. Through this kind of action, we have already realized more than 20 projects, in an aggregate amount of emission reductions around 60 million tons. And most of the CDM projects we developed are located in Asian countries. So, let me move to the analysis of CDM as a tool for supporting the realization of LCS.

First character is that CDM is the cash-flow creation model of carbon finance. Of course, sales and lending of CERs is an additional cash flow for the project, but it will not cover the capital expenditure of the project at the beginning, because in most cases, the project owner can get sale and lending of CERs only after issuing and transferring CERs. In some cases, existence of long-term sales contracts of CERs indirectly contribute to raising funds for a project owner. For example, the project owner shows the contract itself to the bank for borrowing money. But nowadays, in very special economy situation, just showing contract will not contribute the funding. Next point is, it is very difficult to include long-term sales and lending of CERs in project feasibility studies. Because the international agreement itself will cover only for a middle-term coverage. So CDM will not directly lead to long-term projects. For example, transportation, infrastructure, such kind of long-term recovering projects.

And finally I would like to mention that the amount of sales and lending of CERs will be easily affected by volatility of CER price. So far, volatility of CER price is relatively high. Actually, within the last two days, CER price has decreased 20%. So the CER price has been affected by policy, economy recession, fossil fuel price, but anyway, the volatility of CER price is relatively high.

Next character is, CDM finance model is only applicable to mitigation activities. CDM finance will not cover following areas like – not mitigation, but necessary for mitigation activity. For example, in case of introducing large amount of electricity from renewable energy sources, green itself has to be stabilized. But such kind of green stabilization cannot be the CDM projects. So green stabilization cannot use the benefit of CDM. And of course, adaptation activities cannot use the CDM. And other type of key basic infrastructure – formulating emissions of GHG – is not covered by CDM.

As a result of the efficiency of the investment, CDM finance has been concentrated to countries project category which have large reduction potential. So CDM in LDC countries are relatively few. And also CDM in energy efficiency improvement is relatively few.

I would like to mention the epoch-making aspects of CDM, on the other hand. CDM mechanism helped to produce a kind of international currency for added value in reduction of GHG emission. Which caused money flow from Japan/EU to developing countries. This is a very epoch-making aspect. But at the same time, we have discovered problems through our experience. First one is uneven distribution of CDMs in country, project category as well. And some problems could be solved by improvement of CDM scheme itself. But, other some problems could not be solved by CDM itself. So it is very clear that some areas, projects in the realization of a low carbon society, could use the benefit of CDM. But CDM is not almighty. In some area, other scheme, political

support shall be necessary as a drive. But I would like to emphasize that it does not mean that some project could not be realized through business. CDM is just one form of possible business opportunities led by international framework. But if there is other type of support from the government or other public institution, business could realize the project.

So let me introduce the business contribution to realize a low carbon society. At first, we would like to realize an adequate energy portfolio in Japan in Asia. We have various channels with private-public players all over the world. We should create discussion among such players regarding energy security, energy procurement from mid- to long-terms. We will not stake any specific energy asset which we have now. We could make investment into any energy assets including hydrogen, including biomass and biofuels. Other Japanese companies – we have already realized an alliance with Japanese partners in the realization of low carbon societies in Japan. With motor vehicle industry, with consumer electronics industry, with technology holders – we have realized a lot of projects inside Japan. Also, we could realize the same action in Asia and in other countries all over the world.

One of the trading companies' function is to integrate finance and actual business. We had one comment from the floor in the last session that the reality of the plan is very important. The aggregated budget for realizing a low carbon society is very huge. It is impossible to realize a low carbon society by using just only taxes, ODA, or public fund. We have to utilize surplus money which has no intention at this moment, by realizing new financial alliance scheme, which gives such money feasible and valuable opportunities to realize business, taking into account low carbon society movement. For example, we at Mitsui made a large investment into a fund operating company, Climate Change Capital. This is the world's largest fund operating company in this low carbon society activities. So through this kind of combination we will realize the financial support from such surplus money.

So as a conclusion – not conclusion, but I would like to make some brainstorming for panel discussion, from the reality perspective.

First one, how to motivate action toward low carbon society in Asia, this is my question. There are four ideas, just an indicative idea of myself, so I would like to discuss in the panel. First one, in procurement of Kyoto credits by Japanese companies or Japanese Government, to set preference on CERs from specific sector CDMs or if some Asian country will be an Annex I country in the next scheme, in JI. I would like to introduce the actual wording in rules and regulations for EUETS Phase Three. "High-quality CDM credit from third countries should only be accepted in community scheme once those countries have ratified international agreements from 2013." But at this moment, there is clear definition of high quality. But EU would like to set some definition of high quality and limit the type of CDM project in order to motivate such project's sector. Maybe in Japan we have the same type of discussion.

Second point is collaboration of ODA or other public finance support and CDM mechanism. I would like to introduce one example. I am in charge of proceeding with this CDM-utilization project in China. This project has adapted ODA Green Aid Plan. This is a kind of Japanese ODA program. It contributes to the installment of facilities for this project. But this will not realize the commercial project. So with the sale and lending of CERs, we can realize the projects. So in this project, ODA and CDM scheme are in combination.

So, point three, to set and achieve more area-wide commitment under UNFCCC. For example, EU made a commitment as a bubble. So EU can consider the best combination inside the EU area. But we, Asia, have not made this kind of commitment so far. But if we can realize this kind of area-wide commitment under UNFCCC, we could more seriously consider the collaboration and

mitigation.

Fourth, to introduce other financial scheme to motivate project which could not enjoy benefit of CDM scheme. Maybe other panelists will mention that ODA or other type of finance could cover the area which cannot enjoy the CDM benefit. I would like to discuss how to motivate action toward a low carbon society in Asia in the Panel. Thank you for listening.

ビジネスの視点から

西川 淳也（三井物産株式会社）

環境省および国立環境研究所の皆さま、ありがとうございます。本日は、このような機会を頂戴し非常に光栄です。また、今回のワークショップをご支援いただいているスタッフの皆さまにも御礼申し上げます。民間からの参加は私が一人ということですので、ビジネスの視点から、また、民間の視点からお話をしたいと思います。

西岡先生がおっしゃいましたように、研究が政策立案者に政策検討の材料を与え、政策が、気候変動対応分野に於ける事業実現を促進する媒介となり、結果的に気候変動対応が進むというサイクルが重要だと考えます。

気候変動対応の実現例として、本日は、私どもの経験、特に CDM に関連した経験を紹介したいと思います。CDM の利点とは何か。そしてどういったスキームに関する課題があるかを紹介したいと思います。

最初に、導入といたしまして当社における CDM 取組を紹介致します。次に、低炭素社会実現策としてとらえたときの CDM の評価を紹介致します。そして、最後にパネルディスカッションのためのブレーンストーミングとして、いくつか提言させていただきます。

私は三井物産で仕事をしておりますが、日本のコングロマリット企業のようなもので、海外には 150 以上のオフィスを持っており、エネルギー、インフラ、その他さまざまな事業を行っております。

排出削減に関連する部署としては、エネルギーの事業部門の下に環境事業部を抱えておりまして、GHG 排出削減事業や排出権取引のほか、燃料電池事業やバイオマスエネルギー事業も行っております。排出削減というのはエネルギーに関連する課題であるとの問題意識から、エネルギー事業部門に専門組織を置いた次第です。

さて、当社だけでなく、様々な商社が、CDM 事業において大きな役割を果たして参りました。事業者としては、様々なニーズに応じていくことが必要です。買い手のニーズ、特に電力会社、鉄鋼会社のニーズそして、売り手側であるプロジェクト実施者が持っている懸念にこたえるためにサービスを提供しています。

買い手には幾つかのニーズがあります。三つご紹介したいと思います。一つがリーズナブルな価格での排出権の安定調達。二つ目がプロジェクトの確度向上。そして三つ目が排出権調達のリスク分散です。プロジェクト発掘力・実現力を発揮し、さまざまな CDM プロジェクトを、さまざまな地域で実現することにより、これらのニーズに応えています。

次に、プロジェクト実施者のニーズを四つ挙げさせていただきます。それは、技術、ファイナンス支援、CDM 手続支援、そして、モニタリング支援です。最初の二つについては御案内の通りですが、残り二つについて補足致しますと、CDM の為には複雑な手続が必要ですので、プロジェクト実施者を支援し、この手続を潤滑に進めさせる役割を果たす存在が必要になります。また、モニタリングについてですが、プロジェクト実施者が、GHG 削減に関してモニタリングノウハウを持っていない場合があります。CDM というのは比較的プロジェクト実施者にとっては新しい活動であり、十分なモニタリング経験、あるいはモニタリング実施の為に必要な知識を持たないということがありますので、

モニタリング支援、場合によってはモニタリング機器自体の設置についても、当社が提供することもございます。

さて、両者の懸念を理解した上でプロジェクトの実現に臨みます。通常 CER（排出権）をプロジェクトオーナーから直接購入するわけですが、それと同時に何らかの機能を提供します。ファイナシング、技術支援、手続支援などを行います。場合によっては、直接プロジェクトに対して当社が投資をするということもあります。

このような形で、世界各地でプロジェクトに取り組んでおり、20 以上のプロジェクトを既に実施致しております。これはトータルで 6000 万 t に相当する排出権を創出する見込みです。

それでは、次に CDM を低炭素社会実現策として評価してみたいと思います。

まず、第一の特徴として挙げられる点は、CDM というのはキャッシュフロー創出モデル型のカーボンファイナンスであるということです。CER を売ることによって追加収入源を得られますが、事業立ち上げ時の資金源にはなりません。なぜかといいますと、ほとんどの場合、プロジェクト実施者は CER の販売による利益というものを、CER 創出後になってから手にし、事前に十分な前払いを受けることは出来ないからです。プロジェクト実施者は、CER 販売契約書を銀行に見せ、資金調達を試みる場合もありますが、現在の経済状況においては、契約書を見せるだけでは資金調達が上手くいかない例が殆どです。

それから、キャッシュフローとして考えたとしても、長期の排出権販売収入を事業設計に折り込むことが困難です。国際枠組の対象期間が短・中期的であるため、長期事業採算に織り込むに足る長期キャッシュフローを確保することはできません。従い、CDM が、長期事業、例えばインフラ事業や交通整備事業の実現を直接的に導いた例はありません。

そして、キャッシュフロー創出型モデルとして考える際に重要な点として、最後に申し上げたいのは、将来の収入額が排出権の価格のボラティリティに左右されやすいということです。これまでのところ、排出権価格のボラティリティは高いといえます。このワークショップ直近の 2 週間にも、排出権価格、CER の価格は 20% 下落しています。排出権価格は、政策、景気、そして化石燃料の価格などによって左右されますので、ボラティリティは比較的高い状況です。

次に、もう一つの特徴を説明させていただきます。CDM は、Mitigation（緩和）分野のみで使えるスキームであるということです。この特徴は、以下のような問題を生じさせています。

まず、Mitigation そのものではないが、Mitigation に連動して必要となるほかの分野には適応できません。たとえば、新エネルギー由来の電力を大量導入する際の、電力系統安定対策等です。こういった分野は、Mitigation ではない為、CDM プロジェクトにはなり得ず、CDM ファイナンスの benefit を受けることが出来ません。

また、Adaptation（適応）の分野も CDM を利用することはできません。Adaptation は低炭素社会実現の為に欠かせない一要素ですが、CDM というメカニズムでは促進することが出来ないことに注意が必要です。

また、アジア諸国にとって今後必要となる排出量モニタリング体制、インベントリ等の整備も CDM ファイナンスによってはカバーされません。

Mitigation 分野の中でも、これまでは、投資効率の観点から、削減ポテンシャルの大きい案件ばかりが CDM として開発されてきました。その結果、LDC 諸国でのプロジェクトや省エネプロジェクトの数が少ないという結果を招いております。

勿論、CDM には画期的な側面もありました。CDM の仕組は、「GHG 排出削減」に対して、国際共通通貨的な要素を持つ排出権という付加価値を与えました。これによって日本、EU から途上国に対して資金が流れます。これは非常に画期的です。

しかし、画期的な一面のみに着目するのではなく、これまで説明させていただいたような問題が発見されていることに注目が必要です。たとえば、CDM を通じて実現されやすい事業、あるいは分野の偏在傾向が明らかであるということなどです。これらの問題について言えることは、CDM という仕組を改善すれば対応できる問題と、改善したとしても CDM という仕組では解決できない問題が併

存しているということです。低炭素社会を実現するときに CDM を活用することはできますが、それですべてを解決することはできません。分野によっては、他の支援策や政策誘導が必要になってきます。

しかし CDM の限界は、気候変動対応事業をビジネスを通じて実現することに限界があるということではありません。CDM は、事業化の一つの方法に過ぎず、政府や他の公的機関からのインセンティブ付与があれば事業化は可能です、

それでは次に、当社の低炭素社会実現への貢献について述べたいと思います。

まず、当社は、世界中の官民のプレーヤーとの接点があり、中・長期的に様々な観点から議論できるポジションにいます。エネルギー問題についていうならば、既存のエネルギーアセットのみならず、水素、バイオマス、そしてバイオ燃料などを含む、新たなエネルギー構造に合わせた取り組みが可能です。

次に、当社は既に日本のパートナーとの協力により、日本の低炭素社会化対応事業に取り組んでいます。自動車業界、家電業界、そして技術を保有している企業と協力をして、既に日本国内でさまざまなプロジェクトを実行しています。また、同じような行動をアジア、そして世界各地、その他の国でも実行することが可能です。

さらに、商社の機能の一つといたしまして、ファイナンスと実際のビジネスを統合できるという機能があります。前回のセッションでフロアからコメントがありましたが、やはり GHG 削減計画の資金面から見た実現性が重要であると思います。低炭素社会実現の為の予算は巨額なものになります。従って、低炭素社会を実現するにあたっては、ODA、税金、公的な資金のみならず、民間資金をうまく活用していくことが重要ではないかと思います。

例えば、当社が出資をしているクライメートチェンジキャピタルという、世界最大の環境ファンド運営会社がありますが、同社は低炭素社会化対応事業に関連するファンドを運営しています。これらの取組との協働によって、民間資金を引き込んでいくことができるのではないかと考えております。

さて、まとめというわけではありませんが、最後にパネル討議のためのブレイクストーミングとして、数点提言させていただきます。アジアでどのように低炭素社会化のモチベーションを上げていくかという点に関し、私から示唆できるアイデアが四つございます。

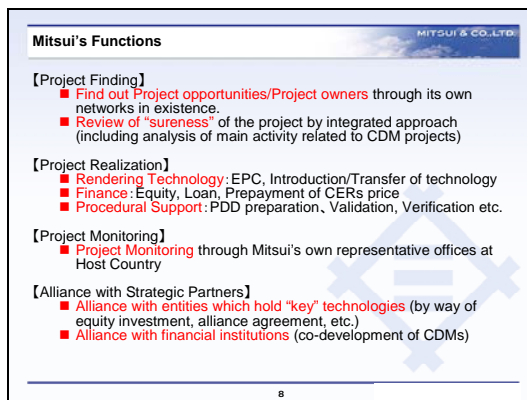
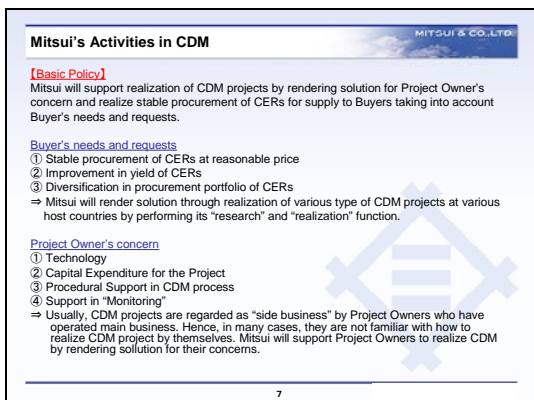
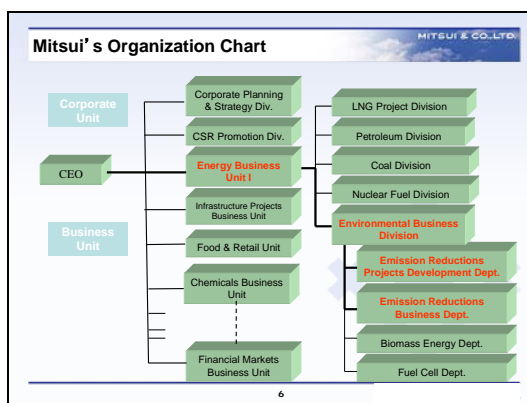
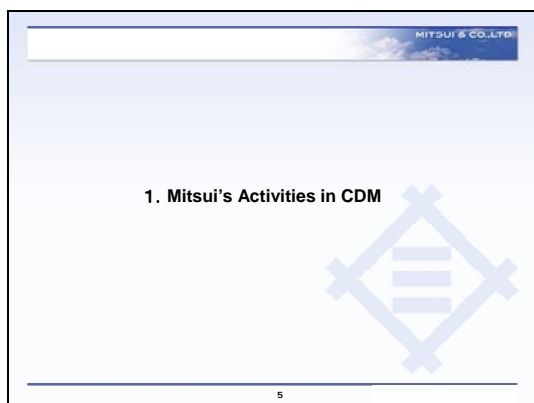
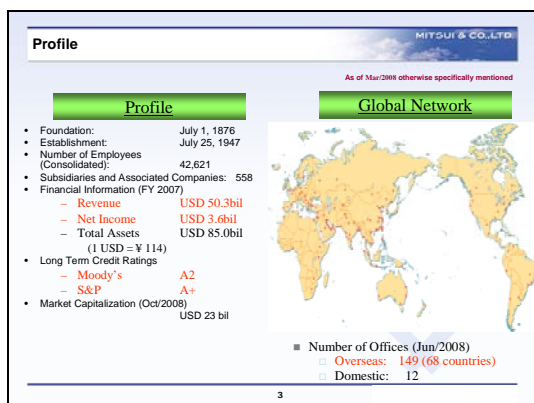
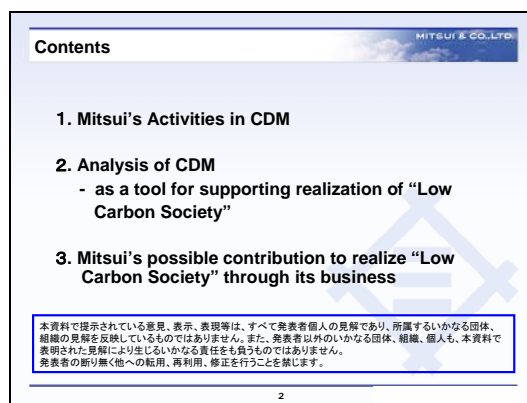
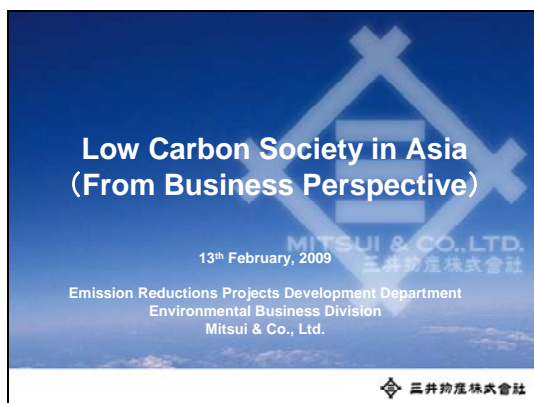
まず一つ目としては、今後、もし排出量取引等が導入されていくなれば、その中で使用できる京都クレジットについて、例えばアジア域内で実施された CDM（或いは今後は JI もあるでしょうか）に基づくもののみを認めるといった、**preference** を打ち出すというやり方です。EU ETS Phase 3 においては、“**high quality**” なクレジットの使用を認めるという含みが残されていますが、EU 委員会はまさにこれから、“**high quality**” の定義の具体化を進めていきます。ある分野のプロジェクト、或いはある地域で実施されるプロジェクトのモチベーションを上げていくためには、そういった **preference** を打ち出すことが有効です。日本では、このような議論はこれまでは行われておりませんが、アジア地域の低炭素社会化を支援するとすれば、一考の価値があると考えます。

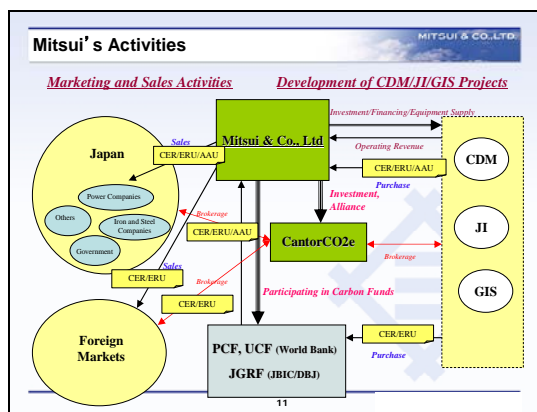
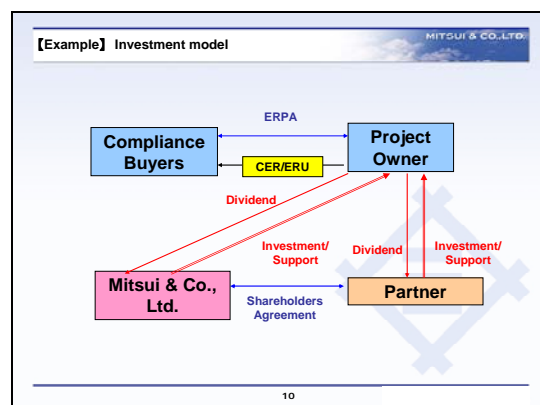
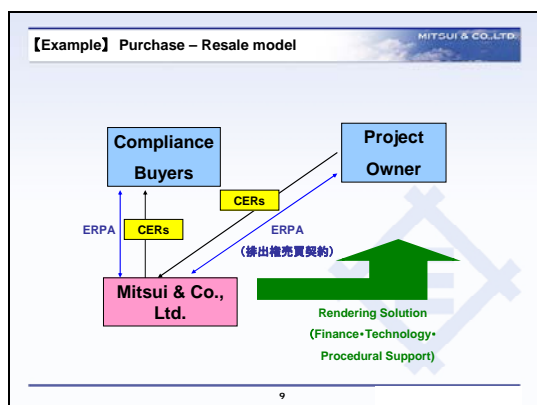
二つ目ですが、ODA、その他の公的資金と CDM の間の協力です。私は炭鉱メタンガス回収利用プロジェクトを中国で担当していますが、このプロジェクトでは、かつてグリーンエイドプランという日本の公的資金援助により設備の一部が導入されました。それは、炭鉱メタンガス回収・利用実験目的だったわけですが、炭鉱メタンガス販売だけでは商業的な採算を得るに至らなかったところ、CER を販売することができれば、商業的に実現が出来る。こういった状況となっており、最終的に CDM として登録されました。これは、ODA と CDM のスキームがひとつになってプロジェクトを実現している例です。

三つ目です。UNFCCC のコミットメントの下、アジア地域全体での達成を目指していくという仕組の導入です。例えば EU では、EU 全体で目標を達成することが認められておりますが、アジアの場合にはまだこのようなアジア地域全体コミットメントということは考えられておりません。地域全体で考えることにより削減手段をより多様化するためにも、また、もっと真剣に **Mitigation** に関する協力（コラボレーション）を考えていくためにも、一考の価値があると思います。

最後になりましたが、CDM の問題点を踏まえ、CDM の benefit を受けられない或いは CDM では前に進まない事業については、他の政策誘導や資金支援策を考えるということが必要です。他のパネリストの方もおっしゃっていたと思いますが、ODA あるいはその他のファイナンスを使って CDM の恩恵を享受できないところをカバーしていくということです。

上記のようなアイデアによって、アジアの低炭素社会化を具体的に導いていく策を議論できればと思います。ご清聴頂きありがとうございました。





CDM project development examples

Country	Project Type	CER Volume	Participation by Mitsui
Chile	Landfill Gas	1.5 mil tons-CO ₂ e	Project Development, Investment & Marketing
China	Coalmine Methane	3.0 mil tons-CO ₂ e	Project Development, Finance & Off-take
China	Coalmine Methane	5.0 mil tons-CO ₂ e	Project Development & Off-take
Armenia	Landfill Gas	1.4 mil tons-CO ₂ e	Project Development & Investment
Indonesia	Swine Methane	1.2 mil tons-CO ₂ e	Project Development, Investment & Marketing
China	HFC23 Incineration	11.5 mil tons-CO ₂ e	Off-take
China	N ₂ O	1.4 mil tons-CO ₂ e	Project Development & Off-take
China	Wind farm Project	1.6 mil tons-CO ₂ e	Project Development & Off-take
India	N ₂ O	2.3 mil tons-CO ₂ e	Project Development & Off-take

NOTE: Projects listed above are only for press release due to confidential obligation.

Up to date
Total 60 million tons contracted.
Total 100 million tons targeted by 2012.

12

2. Analysis of CDM
as a tool for supporting realization of "Low Carbon Society"

13

Character of CDM as a finance tool

【Character ①】 Cash flow creation model

- Sales revenue of CERs is an additional cash flow for the project, but, it will not cover Capital Expenditure of the Project at the beginning.
(In some case, existence of long-term sales contract of CERs indirectly contributes in raising fund for Project Owner.)
- It is difficult to include long term (more than five years) sales revenue of CERs in project feasibility study.
(Due to short/middle term of international/domestic framework)
⇒ CDMs will not directly lead long-term projects (Transportation/Infrastructure etc.)
- Amount of sales revenue of CERs will be easily affected by volatility of CER price. (So far, volatility of CER price is relatively high. CER price have been affected by policy / economic recession / fossil fuel price etc.)

14

Character of CDM as a finance tool

【Character ②】 Only applicable to Mitigation activities

- CDM finance will not cover following area:
 - Not Mitigation, but necessary for Mitigation Activity
(example: grid stabilization in case of introducing large amount of electricity from renewable energy sources)
 - Adaptation activities
 - Basic infrastructure for monitoring emission of GHG (Inventories, Verification organizations etc.)
- CDM finance have been concentrated to Countries/Project category which have large reduction potential.
⇒ CDMs in LDC countries are relatively few.
CDMs in energy efficiency improvement are relatively few.

15

Analysis of CDM as a tool for supporting realization of "Low Carbon Society"

【Epoch-making Aspect】

- CDM mechanism have produced "International Currency" for added value in reduction of GHS emission, which cause money flow from Japan/EU to Developing countries.

【Discovered "Problem" through experience】

- Uneven distribution of CDMs in country/project category
- Some problems could be solved by improvement of CDM scheme. But, some problems could not be solved by CDM itself.

⇒ It is clear that some area/projects in realization of low carbon society could use the benefit of CDM, but CDM is not almighty. In some area, other scheme / political support shall be necessary as a drive.
(⇒ It does not mean some project could not be realized through "business". CDM is just one of possible business opportunities led by international framework.)

16

3. Mitsui's possible contribution to realize "Low Carbon Society" through its business

17

As an Energy Provider

① To realize an adequate energy portfolio in Japan/Asia

- We have various channels with private/public players all over the world. We should lead discussion among such players regarding energy security/procurement from middle/long term perspective taking into account "low carbon society" and sustainable development of "industries".
- We will not stick any specific energy asset which we have now. We could make investment into any new energy assets.
- We could gather fresh information through our network all over the world.

18

As a Japanese Conglomerate

② Alliance with Japanese Partners in realization of low carbon society in Japan

- With Motor Vehicles industry (Infrastructure of "hydrogen supply", New transportation/city system planning),
- With Consumer Electronics Industry (introduction of energy efficiency improvement into households/buildings)
- With Technology Holders (Solar Panel / Replacement Industry Gas)
- We have a lot of opportunities and responsibilities to co-develop business opportunities which contribute to realize Low Carbon Society.
⇒ In order to realize as a "business", we should produce "system" in line with policy for motivating action for realization of Low Carbon Society.

19

As an intermediate role between Finance / Actual Business

③ Integration of Finance / Actual Business

- It is impossible to realize Low Carbon Society by using only "Taxes" "ODA" "Public fund".
- We should utilize "surplus money" which have no "intention" at this moment, by realizing new financial alliance / scheme which give such money feasible and valuable opportunities to realize business, taking into account Low Carbon Society movement.

20

As an International Player

④ Realize global action/business

- Climate Change is not a domestic issue, not an issue only for developed countries. It really requires global action.
- In Mitigation activities, we could have opportunities of expanding CDMs development / realizing alternative fuel supply at developing countries and introduction of Japanese technologies.
- In Adaptation activities, we could co-work with Governmental program by way of executing EPC / Infrastructure construction / water supply business etc.

21

Brainstorming for Panel Discussion

How to motivate action towards Low Carbon Society in Asia?

- ① In procurement of Kyoto Credits, to set preference on "CERs from specific sector CDMs (or JIs) in Asia":
⇒ "high quality" CDM credits from third countries should only be accepted in Community scheme once those country have ratified international agreement from 2013." (EU ETS Phase 3)
- ② Corroboration of
(i) ODA or other public financial support and
(ii) CDM mechanism. (for ex. Tiefsa CMM utilization CDM project in Liaoning province, China)
- ③ To set and achieve more "area-wide" commitment under UNFCCC.
- ④ To introduce other financial scheme to motivate projects which couldn't enjoy benefit of CDM scheme.

22

THANK YOU FOR YOUR LISTENING !

Junya Nishikawa
J.Nishikawa@mitsui.com
tel : +81-3-3285-2895 (office)
+81-80-3081-2844 (mobile)

Manager
Emission Reductions Projects Development Dept.
Environmental Business Division
Energy Business Unit I

23

Toward Sustainable Low-Carbon Society in Asia: From the Perspective of Development Economics

Keijiro Otsuka (National Graduate Institute for Policy Studies)

Thank you very much, Dr. Nishioka. It is also a great pleasure for me to be invited to this very important workshop. This morning, I enjoyed three presentations about the scenarios to reduce greenhouse gas emissions by 70% by 2050. The story was very, very encouraging; it is technically possible to achieve 70% reduction. That is fine; but at the same time, I do not find discussion about strategy to realize 70% reduction. In other words, we need an incentive system that enables us to really achieve such a great reduction in the use of energy.

So I would like to talk about incentive issues. Viewed from the point of view of economists, I think there are two fundamental issues. One is free-riding behavior, as pointed out by Prof. Khan earlier. But this is really an essential problem. This means that each country has the temptation to let others build a low-carbon society, and then enjoy the benefits arising from the reduced emissions of greenhouse gases by others. According to my own observations about the behavior of many countries like China, India, the United States, even Japan, those countries really want to be free riders. That is the fundamental issue. Then, Dr. Nishioka mentioned that we should reduce or eliminate the free-riding behaviors. I agree; but how to do it? How to induce cooperative behaviors is a major issue about the climate change.

A second issue is technological solutions, plus maybe investment solutions. In order to avoid the catastrophic results, we need technology and investment solutions. If we have to reduce the consumption of, say, oil by 70% to reduce the greenhouse gas emissions by 70%, our lives will become very miserable. So we need some kind of technology solutions. But the question again is how to create conditions conducive to the use of carbon-saving, fossil-fuel-saving, energy-saving cars, appliances, housing, machines, and also the development of carbon saving technologies? These are issues I would like to touch upon in my presentation.

For the first issue, I would like to introduce hypothetical situations. I assume that in this world, there are only two countries, called Japan and a country called OAC. Do not read OAC as other Asian country; I do not mean that. It is a country called OAC. Let us assume that they are of equal size, and if these two countries do not make any conscious effort to reduce carbon emissions, the temperature will rise by 4°C by maybe 2050. This is the worst case scenario. If the two countries both reduce carbon emission by 50%, the temperature will rise by 2°C by 2050. Let us assume that this is the best case scenario. If only Japan reduces the emissions by 50%, let us assume that temperature will rise by 3°C. It is very important to emphasize that under this scenario OAC is better off than the best case scenario, because OAC does not make any effort to reduce carbon emissions.

This is the source of the problem.

To illustrate this, I use the famous prisoner's dilemma game in the effort to reduce the greenhouse gas emission by Japan and OAC. If there is no conscious effort to reduce emissions, the welfare will reduce by 10 for Japan and then 10 for OAC, because of the rise of the temperature, and also maybe other extreme weather events. But if both countries reduce emissions by 50%, the temperature rise will be only 2°C. Then the welfare loss will be smaller; five and five. Let us assume that we are initially in the best-case scenario. Then this country OAC

has the temptation to free-ride; that is, let Japan continue to reduce emissions by 50%, whereas this country makes no effort. Then by moving from here to here, OAC is better off. Similarly, starting from the same situation, Japan has the temptation to free-ride; that is, make no effort to reduce emissions and let OAC reduce emissions by 50%. But if Japan wants to move this way and if OAC wants to move this way, we will end up with this worst situation. That is actually what we are facing according to my observations.

So there are a couple of solutions. One possible solution is a commitment of 50% reduction by Japan. So Japan will commit 50% reduction. Then technology transfer from Japan to OAC or Official Development Assistance (ODA) or something will be made, only if OAC commits to a 50% reduction. Of course, Japan will be worse off by allocating a certain amount of funds to OAC; therefore I put minus five. So the total welfare reduction for Japan will be minus nine. That is better than the worst-case scenario here. Then OAC receives some support from Japan. Therefore, the welfare loss will become only minus one. So OAC is willing to take this strategy. So this is one strategy to induce OAC to accept the commitment to reducing greenhouse gas emissions.

There may be another possible solution which is reasonable considering the fact that Japan and other developed countries have been responsible for emitting a lot of greenhouse gases. So in this scenario I put 70% reduction, following Dr. Nishioka. In my original slide I put 80%, but the people here discussed about 70% reductions. I put 70%, for Japan and then I put 30% for OAC. In this scenario, Japan is a little bit worse off compared with the earlier scenario, because Japan has to reduce the emissions by 70%. OAC will be better off, because Japan reduces a lot of emissions. So this is the comfortable position for OAC. The question is: of course, if OAC also reduces emissions by 30%, then Japan will be better off. But the question is if OAC has the incentive to move from here to here. I think the welfare loss here will be greater, because OAC must reduce emissions by 30%, for the sake of improving the global environment. So this dilemma again occurs. I think still we need external support from Japan to OAC to induce OAC to accept this position or commitment to reduce greenhouse gas emissions.

That is the first issue. So I strongly argue that Japan and other developed countries must support developing countries to commit to the reduction in greenhouse gas emissions. Second point is about technology solutions. "Technology solutions" includes investment in energy-saving devices, appliances, cars and so on and so forth. Technology is not exogenously given, but developed based on the consideration of profitability. That is a very important point. The saying goes that necessity is the mother of invention, but what does that mean? That means in terms of economics, the rising price of a good, for example oil, induces the development of technology capable of reducing its use. That is the interpretation of the proverb saying necessity is the mother of invention in terms of economics. When prices go up, we feel that we need to reduce its use, and also we need to develop technology that can reduce the use of that expensive goods or services.

I want to show you the results of one of my most favorite papers by Moomaw and Unruh, published in *Environment and Development Economics* in 1997. This one shows the CO₂ emissions per capita. Here we can see per capita income. Then we plot the CO₂ emission per capita in 1950, in 1973 and 1992 for many developed countries. The interesting observation here is the peak is always around 1973. Why is that the case? This is the case because the oil shock took place in 1972 and 1973. That really affected the use of energy and emissions of CO₂ in subsequent years. That is why the peak is here. Another important and interesting figure comes from Japan, showing the relationship between CO₂ emissions and oil prices in Japan. This curve is the CO₂ emissions over time. It increased rapidly from 1965 to the early 1970s, and it became

almost stagnant, and then it began increasing again later. That is affected by oil prices. This is the price rise of oil. It is due to the first oil shock. This is the second oil shock. When oil prices increased, the Japanese made every effort to reduce the use of energy. Then when the oil price began declining, we began using more energy. So at least there are two implications we should learn from this simple table. One is that oil price or energy price has a significant impact on the use of energy. That is one. The second, as Dr. Kawai also said, the CO₂ emissions increase with income. I do not think the so-called Environmental Kuznets Curve (EKC) to hold in the case of CO₂ emissions. Do not expect EKC; do not wait for that. According to the Environmental Kuznets Curve hypothesis, as income goes up the emissions go up, but after a certain threshold point the emissions tend to decline. I have never seen that. I found, according to my literature review, the U-shaped Environmental Kuznets Curve holds in the case of local environmental deteriorations like emissions of sulfur dioxide. People feel bad if there is a lot of emission of sulfur, and then the local government and national government responded and reduced the emissions of sulfur. Also river contamination, air pollution and so on; as the income went up it became worse, but after a certain point there has been an improvement. But in the case of CO₂, there is an agreement in the literature that the relationship between income and CO₂ emission is positive, because there is no positive local cost arising from the CO₂ emissions. I have a long paper published in the journal, and also there are many papers which reported that there is a positive relationship between CO₂ emissions and the income.

So I have just two conclusions. If we really want to build a low-carbon society in Asia, if we are really serious, we have to do two things. We should use Japan's ODA judiciously, so as to achieve consensus among Asian countries to reduce greenhouse gas emissions substantially in the short run. Of course, as Mr. Nishikawa mentioned, clean development mechanism (CDM) is very important. I, in my comments, of course support the idea of CDM also. Carbon markets which were mentioned by Prof. Kawai; of course I support the idea of carbon markets. But in order to let carbon markets work, we need participation of developing countries in that effort. So we really have to convince the developing countries to participate in international efforts to reduce greenhouse emissions. In order to do so, ODA should be part of the tools developed countries should use. So for this purpose, we really organize the efforts of many ministries: Ministry of Foreign Affairs, Ministry of Finance, Ministry of the Environment, Ministry of Economy, Trade and Industry. So far, that kind of effort has been weak in Japan.

This effort to reduce greenhouse gas emissions or a reduction in the use of energy leads to forced reductions in the use of fossil energy. If we are forced to reduce the use of fossil energy, then it is obvious that the price of fossil energy, like oil price, would increase enormously. But that is what we really need to provide the incentive to adopt carbon-saving technologies and devices. Also, I think more importantly, if we expect that fossil energy prices would increase, that will stimulate private sectors to develop oil-saving and other energy-saving technologies. I think these are two necessary conditions to realize a low-carbon society in Asia. Thank you very much for your attention.

開発経済学の視点から

大塚 啓二郎（政策研究大学院大学）

私もこのようなご招待を受けまして、大変重要なワークショップでお話できますことを、うれしく思っております。

今朝は、3本のプレゼンテーションを興味深く拝聴いたしました。2050年までに70%のCO₂排出量を削減するというシナリオがありましたが、この70%削減は技術的に可能であるということが特に興味深い点でした。

しかし70%の削減を目指すための戦略、すなわちそれを実現するためのインセンティブ（誘因）システムの問題は議論されませんでした。CO₂削減のインセンティブを与えることによって、エネルギーをある程度使いながらCO₂を削減していくという側面についても話が及ぶべきで、私はこのインセンティブの話をしたいと思います。

経済学的には二つの根本的な問題があると見ています。第一は「ただ乗り」という行動の問題で、これはKhan先生も先ほどご指摘になりました。これがまさに根本的な問題ではないかと思えます。すなわちそれは、ほかの国にこのLCSを構築してもらって、そして温室効果ガスの削減をしてもらうが、自国は何もせずにそれにただ乗りするという行動です。

中国、インド、あるいは日本にもそういった姿勢は見られます。世界にはただ乗りをしたいという誘因にかられている国が沢山あること、これが根本的な問題であると思えます。西岡先生が「このようなただ乗りの行動は抑えることができる」とおっしゃったのは、そのとおりだと思いますが、ただ乗りをしたがっている国々に協調・協力的な行動を取るよう誘導するにはどうしたらいいのかは、議論されなければなりません。

二つ目は、技術的な解決策プラス投資的な解決策によって破局を防ぐにはどうしたらいいかという問題です。技術的な解決策なしに、温室効果ガスの排出を例えば70%削減するには、石油等の化石燃料の消費量を70%下げなければなりません。そうすると我々の生活は惨憺たるものになります。技術的解決策で生活水準の低下を防ぐようにしなければなりません。例えば化石燃料を節約し、車や家電や住宅や機械を利用しつつ炭素の排出を節約するような技術開発を促す社会的環境とはどういうものでしょうか。それを考えていくのは、我々の重要なテーマです。

ここで仮想的な状況を考えましょう。世界には日本という国と、OACという国の2カ国しかないと仮定しましょう。（OACというのは、ほかのアジアの国だと思わないでください。これはただOACと読んでいただけです。）また簡単化のために、両国は同じサイズであると仮定しましょう。

両国が特に意識的にCO₂の排出を削減しようとしないとすれば、2050年にはおよそ4℃ぐらい気温が上昇することになり、これが最悪のシナリオです。他方、2カ国が両方ともCO₂の排出を50%削減するということになると、2050年に2℃の気温上昇ですむことになり、これがベストケースのシナリオということになります。日本あるいはOACの1カ国のみが50%削減することになると、3℃の気温上昇になるということになります。慎重に考えなければならない重要な問題は、このシナリオの中でどれを各国が選好するだろうかという問題です。

実は日本もOACも、排出削減の努力をしなかったということが、問題の根幹になっております。これは、有名な「囚人のジレンマ」そのものです。以下では各国にとって、望ましい排出量削減努力についてより詳しく考えたいと思います。

全く努力をしない場合、高い気温上昇と非常に極端な気象状況が起きるために、日本も10、そしてOACも10という被害を受けると仮定します。しかし両国が50%ずつ削減することになると、2℃の気温上昇ですみ、両国とも被害は5だとします。

問題は日本がどういう行動をとろうと、OACはただ乗りしたくなるという点です。とにかく日本は50%の削減努力を行なうと仮定し、OACが50%の削減努力をする場合としない場合の損得を考えま

しょう。努力しないと、気温の上昇は2℃から3℃に増加してOACにとって損失が発生しますが、排出削減努力をしなくてすむことから、OACはネットで得をする可能性が高いというわけです。しかしそうなりますと、今度は日本がただ乗りしたい気になってしまっていて、全く削減努力をする気がなくなります。日本が削減努力を放棄した場合には、OACもそれに追随することでネットの利益が発生します。こういうことをしていると、結局、4℃の気温上昇という最悪の状況に陥るということになるわけです。

これが、少なくとも原理的には、実際に我々が当面している現実ではないかというのが私の見方です。幾つかの解決策がありますが、その第一歩は、日本が50%削減すると約束（コミット）することです。次に、OACが50%の削減の約束を実行するという条件のもとで、日本がODAの資金を活用して技術移転をOACに行います。所得の一部をOACに回さなくてはならないということで、日本の所得は減ります。ここではマイナス4という所得の減少になると仮定しましょう。すると日本にとってのトータルの損失は、2℃の気温上昇から生じる5と、技術移転のための費用4の総計、9になります。これは最悪のシナリオの場合の被害額10よりはましです。

OACは日本から支援を受けますので、50%削減にともなう福祉の損失は1（＝5－4）ですみます。これはOACにとって有利な話ですから、OACは積極的にこの戦略を取ろうとしますでしょう。すなわち日本は、ODAを使ってOACに50%削減の約束をさせ、世界全体の温室効果ガスの排出の削減に貢献することができるのです。しかも日本自身も、最悪のシナリオよりはましな状態に到達できます。つまり日本のODA戦略は、各国が利益を受けるような状況を作り出しているのです。

先進国と途上国のあいだで「差異のある責任」をとることも重要です。日本のような先進国が、もともとこの温室効果ガスの排出に責任があるということから、排出削減努力を50%ではなく70%にするのが合理的でしょう。西岡さんの発表を聞きまして70%にしました。私はもともとは80%を仮定していたのですが、この会議ではいろいろな方が70%とおっしゃっていますので、80%はやめました。日本の削減努力を70%としますと、世界全体の排出削減量を50%にするためには、OACには30%の削減努力が要求されます。

日本は70%も削減するので、前のシナリオよりは損をします。当然OACは前より得をします。そこで出てくる疑問は、日本が70%の削減をし、OACが30%を削減するという状況は安定的な状況であろうかということです。つまり、OACにとって削減努力を放棄するインセンティブがないかということです。OACが30%の削減努力を放棄すると、世界全体では損失を被ることになります。世界全体の環境と福祉を向上させようとする行動が、個別の国にとっては損になってしまうかもしれない。これがジレンマなのです。

ということは、日本からOACにやはりODAで支援をして、OACが温室効果ガスの削減努力をするように誘導することが重要であろうということになります。もちろん、50%削減の時よりは30%削減のほうがOACにとって有利ですから、ODAの額も以前よりは少額ですみます。いずれにせよ、日本やその他の先進国は途上国に対して、まず温室効果ガス削減の努力を約束させるように、ODAを使って誘導するということが重要です。それがなければ、囚人のジレンマの問題は解決できないでしょう。

技術的解決策の話に移りましょう。このなかには省エネ型の車、家電、住宅などの開発とそれへの投資が含まれます。こうした技術の開発と普及は、天から与えられるものではなく、企業や消費者が利益を追求した結果として実現されます。この単純な事実を認識することはきわめて重要です。実はこれは、「必要は発明の母」という諺の原理を理解するということでもあります。

経済学が明らかにしたことは、物の価格が上がると、その利用を節約する技術の開発が誘発される傾向があるということです。たとえば石油価格が高騰すれば、その使用を削減するような技術の開発が刺激されるでしょう。これが「必要は発明の母」という諺につながっているのです。すなわち価格が高騰すると、それを節約することが「必要」であるという感触が生まれます。そうすると、価格があがってしまった物を使うことを減らすような技術（発明）が待望されるようになります。そうした技術が開発されれば、高価な物をさほど使わなくて済むようになるわけで、これが「必要は発明の母」

の経済学的解釈です。

私が気に入っている論文（『環境と開発経済学』誌に 1997 年に発表された論文）の分析結果をここで示したいと思います。この図には、1 人当たりの CO₂ の排出量と所得が示されています。多くの先進国について、1950 年、1973 年、1992 年に関して、1 人当たりの二酸化炭素の排出量が示されていますが、面白い観察事実、1 人当たりの排出量が大体 1973 年で最大になっているということです。

それはどういうことなのでしょう。オイルショックが 1972-73 年に起こりました。これがエネルギーの利用に重大な影響を与え、次の年、あるいはその後の時期の CO₂ の排出量を減少させたということです。オイルショックのあとで省エネ技術の開発や省エネ投資が起こったからこそ、排出量のピークは 1973 年ごろになっているのです。

もうひとつの図には、日本における CO₂ の排出量と原油価格との関係が示されています。CO₂ の排出量は、傾向的に 1965 年から 1970 年代初頭まで急速に伸びておりまして、その後は横ばい、そしてそのあとはまた増えているという状況です。これはオイルの価格の変化を色濃く反映しています。原油価格が上がったのは、まず第一次オイルショック、そして第二次オイルショックの時期です。この時期に日本は多大な努力をして、エネルギーの消費量を削減しようと試みましたが、しかしその後は原油の価格が下がるとともに、エネルギーを浪費するようになってしまったということです。

少なくとも二つの重大な事実を、この二つの単純な図から読み取ることができると思います。まず一つ目は、原油価格あるいはエネルギー価格の変化がエネルギーの利用に大きな影響を及ぼすということです。二つ目ですが、これは河合先生も先ほどお示しになりましたが、CO₂ の排出量というのは所得の上昇に従って増えていくということです。

いわゆる環境クズネッツ曲線（EKC）というのは、CO₂ の排出にはまらないと思います。EKC と呼ばれる仮説に従えば、1 人当たり所得水準が低い時には環境に対する意識が低いために、所得が上がると CO₂ の排出量は上昇しますが、ある水準を超えると、環境に対する意識が高まり、その後は排出量が下がることになっています。しかしそんなことは絶対にあり得ません。EKC がうまく機能することを待っていても、期待は裏切られるでしょう。私は CO₂ について EKC を信じたことは一度もありません。

私は文献をレビューした結果、この EKC というのは、ローカルな環境破壊、例えば SO₂（二酸化硫黄）の排出にはあてはまることが分かりました。所得が低い段階で工業化がおこると、所得も上昇しますが環境汚染も増加します。こうした汚染物質の排出がさらに増えると、やがて住民は被害に耐えられなくなります。すると彼らの不満を和らげるために、中央政府や地方政府は、汚染物質の排出量を抑えて河川や大気の大気汚染に対応するようになります。その結果、環境汚染が改善されて EKC が成立する傾向が生まれるのです。

CO₂ の排出に関する文献では、自分自身の研究も含めて、話は全く異なります。現在の合意は、所得と CO₂ の排出量の間には正の関係があるということです。CO₂ の排出には、ローカルな被害はありませんので、住民が文句を言うことも無く、それを抑制しようとする要因がありません。所得が増えるとともに、CO₂ の排出量が増え続けてしまうのです。

私の報告には二つ結論があります。本当に低炭素社会をアジアで構築したいと真剣に考えているのであれば、二つやることがあります。まず、それを誘導するように日本の ODA を戦略的に用いるべきであるということです。国際的な取り決めには注意しながら、アジア諸国のなかでのコンセンサスを醸成し、温室効果ガスを短い期間で大幅に削減する経済的環境を作り上げることが肝要です。

西川先生がおっしゃいましたように、CDM は重要です。私も CDM の考え方は支持をしています。あるいは、炭素排出権取引に関しては河合先生もおっしゃいましたように、カーボンマーケットの創設といった考え方には賛同します。しかしそれらの仕組みが有効に機能するためには、やはり途上国が温室効果ガスの国際的な排出削減の取組に参加するということが不可欠です。

ということは、途上国の参加をとにかく説得しなくてはならないということです。そのためには ODA を手段として使わなければなりません。そういった目的のためにいろいろな省庁、例えば外務

省、財務省、環境省、そして経産省などの協調により、ODA の戦略を練り直さなければなりません。日本では、ここが決定的に欠けています。

温室効果ガス削減に向けての努力、エネルギー消費の削減に向けての努力、また化石燃料の使用を抑えるという努力を促すためには、インセンティブが必要です。その鍵は、原油価格等のエネルギーの価格が上昇することです。化石燃料の価格が大幅に上昇すれば、企業は脱石油あるいはその他省エネ技術の開発に必死になるでしょう。消費者も、省エネ型の製品を好んで購入するようになるでしょう。つまりエネルギー価格が上がるのが、アジアにおける低炭素社会の実現の二つ目の前提条件なるでしょう。

ご静聴ありがとうございました。

Toward Sustainable Low-Carbon Society in Asia: From the Perspective of Development Economics

Keijiro Otsuka

*Foundation for Advanced Studies on
International Development*

1

Two Fundamental Issues

1. Free Riding
 - Each country wants to let others build “low-carbon society” and enjoy the benefits arising from the reduced emission of greenhouse gases.
 - **How to induce cooperative behaviors?**
2. Technology Solutions
 - In order to avoid catastrophic results, we need technology solutions.
 - **How to create conditions conducive to the use of “carbon-saving” (or fossil energy-saving) cars, appliances, housing, and machines, and the development of “carbon-saving” technologies?**

2

Assumptions that lead to free riding

- For simplicity, assume that there are two countries of equal size, Japan and Country OAC.
- If these two countries do not make any conscious efforts to reduce carbon emission, temperature will rise by 4°C. This is the worst-case scenario.
- If the two countries both reduce carbon emission by 50%, temperature will rise by 2°C. This is the best-case scenario.
- If only Japan reduces emission by 50%, temperature will rise by 3°C. *OAC is better-off than the best-scenario case, as it does not make any effort.*

3

Prisoners' Dilemma in Efforts to Reduce Greenhouse Gas Emission by Japan and OAC

		Japan	
		No reduction	50% reduction
OAC	No reduction	-10	-12
	50% reduction	-4	-5

4

Solution I: Commitment of 50% reduction by Japan and payment or technology transfer from Japan to OAC, if it also commits to 50% reduction

		Japan	
		No reduction	50% reduction
OAC	No reduction		-12
	50% reduction		-4

5

Solution II: Larger Commitment of Japan and Smaller Requested Commitment of OAC

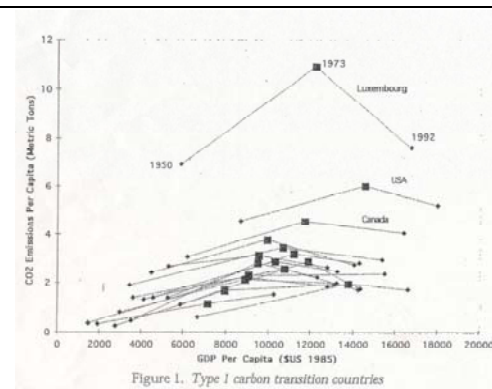
		Japan	
		No reduction	70% reduction
OAC	No reduction		-15
	30% reduction		-2

6

Technology Solution

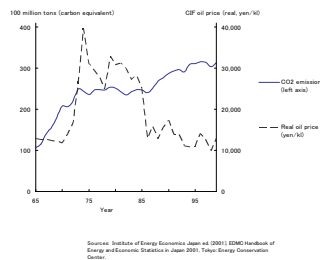
- Technology is not exogenously given but developed based on the consideration of profitability.
- What does “necessity is the mother of invention” mean?
- It means that “rising price of a good (e.g., oil) induces the development of technology capable of reducing its use.”

7



8

Relationship between CO₂ emission (left-hand axis) and oil price (right-hand axis) in Japan, 1965-99



9

Don't Expect EKC to hold!

- U-shaped environmental Kuznets curve holds in the case of local environmental deterioration, e.g., emission of SO₂ and river contamination.
- The literature in the environmental economics has established that the relationship between income and CO₂ emission is positive, because there is no perceived local costs arising from CO₂ emission.

10

Conclusions

- If we REALLY want to build “low-carbon society in Asia,”
 - (1) we should use Japan's ODA judiciously so as to achieve consensus among Asian countries to reduce greenhouse gas emission substantially in the short run;
 - (2) this leads to the forced reduction in the use of fossil energy and, hence, sharp increases in fossil energy prices, which will stimulate the adoption of carbon-saving or fossil energy-saving devices and the development and diffusion of fossil energy-saving technologies.

11

パネルディスカッション&質疑

西岡 秀三：それではここから 30 分の時間がありますので、パネルディスカッションおよび会場の方々と交えて話し合いをしたいと思います。

経済学者は経済を重視しますが、今朝のセッションでもありましたように、経済以外の要素についても話が進んでおります。私自身はこのディスカッションの方向付けは特にしませんので、どうぞ皆さんご自由に、どんな質問でも、コメントでも進めてください。どうぞ。

Rizaldi Boer (ボゴール大学)：昨日、ODA に加えて途上国を支援するうえで、排出量取引の提案をしました。再建スワップを使おうと。そしてそのようなシステムを途上国に導入すれば、例えばプログラマティック CDM も可能ではないかと思います。政府の政策とかかわる部分ですが、これまでの CDM プロセスを使うということであれば難しいと思うのです。途上国は CDM をしようと思ってもできません。

そのときはプログラムベースの CDM を申請することができます。そしてベースラインもともに提起していく。その成果をモニタリングして、ドナーがモニタリングをすることによって債権を返済していく。附属書 I の国がこのようなアプローチを考えて、そしてこの排出削減の強化をするということは可能だと思います。これについて何かご意見ありますでしょうか。どなたでも結構です。どうぞ。

河合 正弘：西川先生がお話されると思いますが、私のほうからは多国間開発機関、つまり世銀や ADB の役割について触れさせていただきます。二国間 ODA の場合には、当該二国間の話し合いで、ODA の受け手側の政策変更の話をするのは簡単なことではありません。世銀や ADB など多国間機関の方がやりやすいわけです。

CDM の場合には民間部門の参加が必要ですが、公共部門の参加も必須です。ADB のような公共部門は、資金提供という点で重要なだけでなく、途上国政府とコミュニケーションをとって、必要な政策変更を行ってもらい、新しい政策の方向性について考えてもらい、新しい法律の導入等々を行ってもらうよう努力しています。これは重要な側面だと思います。こうした点から、関係者間の強力なコラボレーションが極めて重要です。

西川 淳也：プログラムタイプの CDM についてもお発言がありました。私たちも PoACDM を中国などで開発しようとしているのですが、おっしゃったとおり、従来の CDM はなかなか実現が難しいのです。ですから、CDM 以外のメカニズムによる実現検討が重要だと考え、プレゼンテーションでは一つの提案をさせていただきました。すなわち、アジアでアジアエリア全体の GHG 削減コミットメントをしよう。このような地域全体の共同コミットメントをすることによって、CDM として登録して CER という収入を得る方法の他に、アジア全体からの支援、或いはアジア地域内で有効な排出枠を得ることが出来る可能性があります。PoA タイプの活動を実現することができれば、そのときにももちろん地方政府或いは現地中央政府に対してその政策導入の金銭的な支援をすることで、プログラム実現支援ができます。

その場合、当該 PoA の結果は削減として、排出インベントリの記録に反映されることになります、非常に簡単なアプローチで、PoACDM よりも進めやすい点もあるのではないかと思います。

もうひとつ触れたい側面がありますたとえば世銀は現在、新しい基金、CPF というファンドをつくらうとしています。このようなプログラムタイプの活動について、規模を大きくし、地方政府・現地政府との協力で実現して行くというもので、別の形での PoA 型事業実現の原動力となっていくのでは

ないかと思います。

どのようなアプローチが適切なのか、このような PoA の活動を実現するうえで何がいいのか分かりません。みんなが実現したいと思っています。もっと相互にどのようなコラボレーションが適切なのか話し合うべきでしょう

Mizan R.Khan（南北大学）：3 人のパネリストに感謝申し上げたいと思います。素晴らしいプレゼンテーションでした。重要な問題を指摘されました。環境保護主義者として市場経済の支援者として、市場手段が重要だとお話になりましたが、市場の手段は、やはり不公平なかたちではなく、公正に、国でも国際的にも提供できなければひずみが起こります。

もうひとつは、化石燃料価格が上がることによって、炭素価格も上がるということですが、環境保護主義者として所得レヴェニューニュートラルな方法が望ましいと思います。所得税を減らし、燃料価格を助成するなど。

民主主義のシステムですが、インドやバングラディシュでは、例えば東南アジアの民主国家と比べますと大きな問題があります。エネルギー価格が非常に政治的に敏感な問題になっています。

バングラディシュでは、2 年間民主政治ではありませんでした、そして、エネルギー価格をあえて上げました。しかし、民主政治ではあえて上げようとしませんでした。アメリカでは 1990 年代、私は学生でアメリカにいたのですが、クリントン元大統領もガロン当たり 4 セント上げました。それでも一番アメリカでは低いレベルだったわけです。

民主主義のなかで化石燃料をどう調整するかが問題です。シンガポールの方と話をしていたのですが、シンガポールでは例えば運転するのにコストがかかる。民主主義ではそれが可能ですが、例えばそれがバングラディシュでは、あるいはインドでは、新しい車を輸入しようとしても関税がほとんどゼロで可能なのです。政府はそういった利害にかかわっているからです。では私たちの社会でこのような外部性をどう内部化していったらいいのでしょうか。

河合 正弘：市場システムを擁護することは、当然国際的に公平なかたちで、偏りのないかたちでしなければならないというのはそのとおりだと思います。エネルギー価格、炭素価格も今後かなり変動することは間違いないと思うのですが、炭素市場では、市場のファンダメンタルズはそれほど変わっていないのに、投機によって、あるいは資金の注出入によって、炭素価格が大幅に変動する可能性があります。その場合、なんらかのかたちで価格の安定化を図る方策が有用でしょう。

しかし、多くの途上国の問題は、ファンダメンタルズを反映するエネルギー価格が高くなっていても、多くの政府がそれを抑えようとする、あまりに低いレベルに人工的に押さえ込もうとすることで、これが問題になっています。もちろんこれは非常に政治的にセンシティブな問題で、難しい問題だと思うのですが、多くの途上国が真剣に対応しなければならない問題だと思います。

というのは、一般的な補助金は、すべての人々に低価格という恩恵をもたらすわけですが、富裕層にはとくにプラスになります。つまり富裕層は大量のエネルギー消費を行うので、貧困層よりもはるかに利するわけです。政府はそういった場合、富裕層を利する補助金を出すべきではありません。またエネルギーの低価格がその消費を高めて、炭素の排出を押し上げます。したがって、そうした一般的な補助金をやめて、価格を上げるべきです。ただ、価格を上げるのであれば、弱者や貧困層をきちんと守るための社会保護プログラムを整備することが重要になるわけであります。

価格の自由化を行うのであれば、それと同時に社会保護プログラムを作って実行できる程度に政府のキャパシティ（能力）を引き上げなくてははいけない。つまりきちんとターゲットを定めた支援を、貧困層に対して行えなくてはならないと思います。しかし、そういった能力が現在欠如しているがために、多くの政府が、ターゲットをきちんと決めない一般的な補助金を出しているということだと思います。

これは、途上国においてはありがちな問題だと思いますし、短期的に解決できる問題ではありません。時間がかかります。だからこそ低炭素社会への移行というものは、多くの途上国においては非常に道のりが長いと言えると思います。そして能力という意味では、社会的な保護ということだけではなく、ほかの分野でもまだ問題があるでしょう。だからこそ国際的な支援というものが必要になってくるわけです。

大塚 啓二郎：ありがとうございます。その点に関しては全くおっしゃるとおりで、カーボンマーケットはあらゆるところでつくらなくてはいけない。そうしなければ世界全体での効率性は上がりません。また気候変動の問題を解決するためにはエネルギーの価格が上がらなくてはいけないのですが、例えば EU が提案したように 20% の削減を 2020 年までに達成するということになり、日本も同じ目標を受け入れ、アメリカも受け入れるということになりますと、こういった国々でのエネルギーの価格はものすごく上がります。それによって新しいテクノロジーの開発が促されます。

もちろん差異のある責任ということで、途上国に対して配慮をしなければいけないということは分かりますが、それはこれらの国々が国際的排出削減の取組みに参加しなくてもいいということの意味するものではありません。新しいテクノロジー開発ができれば、そのテクノロジーを途上国に広げることのできるのです。また、途上国の苦しみを緩和するために、ファンドが提供されるべきであると思います。

西川 淳也：ご質問、ありがとうございました。

ここでひとつの考え方、アイデアをご紹介したいと思います。

EU では EUETS というシステムが既にキャップ&トレードということで容認されていますが、今後は、排出枠を入札で割り当てることが主流になっていきます。電力代金について言うと、こういった入札に掛かった費用が追加コストとして転嫁されますので、人々の電力代金支払額が上がってしまいます。生活費が上がるということになりますと、富裕層というよりは貧困層を直撃することになります。

EU では、既にこの入札収入の再分配先の一つとして、こういった価格転嫁の影響が大きい貧困層支援を検討していますこのようなアイデアを使えば、エネルギーのコスト上昇に伴う貧困層の逼迫という、政治的に非常にセンシティブな問題も解決できるだろうと思います。

Eric Zusman (IGES)：ありがとうございます。非常に興味深いご講演ありがとうございました。河合先生のなかで環境便益の話がありまして、非常に感銘を受けました。それから西川さんに関しましてはアジア全体のシステムというお話が非常に興味深いと感じました。そして大塚先生のホリスティックな観点というのも非常に役立ちました。

この三つの分野に関連して質問したいのですが、まず河合先生、確かにおっしゃるとおり環境便益のアプローチというのは非常に重要です。しかし、途上国でよく見られることは、最も環境便益が高いアクションを取ろうということで、中国のエネルギー効率向上の目的があったりするわけです。それからキャパシティやコーディネーションという意味で、さまざまな制約があたりするわけですが、2012 年以降ということで考えますと、こういったアクションをどのように支援していけるのか。2012 年以降ということになりますと、特に CDM を使わないということになりますと、追加でさまざまな懸案事項が発生すると思います。ということで、改訂をすべきなのか、あるいはこの追加の定義、そして 2012 年以降に関して環境便益をどう考えるのかということをお伺いしたいと思います。

それから西川さんに対しては、アジア全域というのは、これは EU の ETS と同じようなことをおっしゃっているのでしょうか。途上国をどのように含めて考えられるのでしょうか。もう少し詳しく

ご説明いただければ、ありがたいと思います。

それから大塚先生に関しましては、ジレンマについてお話がありまして非常に面白いと思いましたが、「囚人のジレンマ」ということで幾つかの制度が現在あるわけで、UNFCCC や京都議定書などいろいろな制度がある。共通の利益に関してどのように情報を共有できるか、あるいはコミットメントを強くするための、お互いのだまし合わないための仕組みをどうしたらいいかということです。現在の交渉がどうなっているのか。特にそれぞれの国にとって適切なメティゲーションということに関してどうなっているのか。バリアクションプランにこういった用語が含まれるのか。そしてこのメティゲーションのアクションに関してですが、ジレンマから脱却するには、どのような進展が今後期待できるでしょうか。そして参加者がお互いにだまし合わないよう、そしてきちんとコミュニケーションが取れるようにするためにはどうすべきなのでしょう。

河合 正弘：コメントを賜りまして、ありがとうございます。コベネフィットのアプローチというのは、途上国の多くが現時点においては、特に気候変動に対して大きな注意を払っていないということから来ております。途上国は、基本的には先進国がこれまで大量の炭素を排出してきたから途上国が苦しんでいると見ています。

しかし、途上国の観点から、自分たちの開発の課題ということで、特に環境に関して考えていくなれば、やはり自身としても気候変動問題が関係してきますので、それを間接的に考えていくことが重要になってきます。つまり、自身の環境問題を解決することで、間接的に気候変動問題に対処することになるのです。

国際協力については、資金調達の問題自体も非常に重要ですが、それだけでなく、技術移転、途上国側のキャパシティ・ビルディング（能力の拡充）ということも重要です。環境の分野で、比較的単純かもしれないが、途上国に役立つテクノロジーを普及させるといったような仕組みの導入が必要だと思います。

そして様々な政策を組み合わせるのです。価格の自由化を行って、消費者や農業従事者に新しい価格を受け入れさせることが重要です。CDM のようなメカニズムを使うというような、さまざまな手だてを使ってやっていくということが有用だと思われます。ということで、ご提案いただいた内容をしっかり拝聴いたしました。

西川 淳也：アジア全域のアイデアに関するコメントをいただきまして、ありがとうございます。

EU のコミュニティとアジア、あるいは ASEAN のコミュニティの違いということで考えますと、EU というのは、ひとつのユニオンです。求心力のある制度ができあがっており、また地政学的にもひとつの地域として陸がつながっているため、電力網が繋がっているなどの状況もあり、アジアとは、かなり状況が違うと思います。

これは単なる私の意見ですが、GHG の削減を最大化するために、スケーラブルなトランザクションをアジアの域内で行うことができればと思います。そういった観点からは CDM がもちろん可能性のひとつとしてあるわけですが、確かにおっしゃったように、アデショナリティの問題ですし他にもさまざまな複雑な問題があって、CDM の発展が遅れています。そして LCS のスピードも遅くなっていると思います。時間を無駄にしないために、共通のコミットメントを持つということが非常に効果的だろうと思います。

もちろん、この発達あるいはその度合いというのが違うと思います。同じ地域でも、例えばよりコミットメントを強くしている国、あるいは成熟度が十分ではなくて、コミットする状況にはない国もあると思います。ですから、われわれとしては、やはり参加の度合いというのは変えてもいいが、やはり協同でスピーディに LCS を実現するという点に関しては、コミットするようなことができればいいのではないかと考えています。

大塚 啓二郎：私の考えでは、気候変動という問題の本質は、いわば「囚人のジレンマ」の古典的な問題と本当に変わらない、これが世界的な規模であるということなのですが、どうもこの問題にかかわる人の認識が浅いと思います。「囚人のジレンマ」の克服に関しては二つのポイントがあって、まずリーダーのコミットメントがなくてははいけません。多大な努力を払うということにコミットする、これは EU に敬意を払う理由でもあります。日本が EU に加担して、この GHG の大幅削減にコミットするということであれば、アメリカも参加するでしょうし、これがリーダー達の強いコミットメントを示すことになると思います。

そしてこれは「飴と鞭」の話なのですが、この問題には子育てと似たところがあります。お行儀、しつけを子供に身に付けさせるためには、きちんとできたらごほうびをあげる。きちんとできなければ、おしおきをする。あまり道徳的なしつけの仕方ではないかもしれませんが、これは外交的な場にもあてはまります。ある意味「飴と鞭」の話というのはあると思います。

追加性の制約というのがあって、先進国は既存の ODA を気候変動の解決のために転用してはいけないことになっています。しかしこれが議論されていた時には、悪化した環境に対する「適応」(Adaptation)という問題は意識されていませんでした。しかし今や環境の悪化は現実となり、途上国は ODA を「適応」のために使って欲しいという要求をするようになりました。先進国はこれを機に、温室効果ガスの排出削減 (Mitigation) のための ODA と適応のための ODA をどのように組み合わせるべきか、問い直すべきです。適応という問題が出現したために、先進国の戦略の幅は拡大したと思います。

Sunil Dhingra (エネルギー資源研究所)：すべてのプレゼンテーション、大変感銘を受けました。銀行、それから企業、政策と三つの観点からお話があったと思いますが、河合先生に質問です。

パートナーシップの役割、すなわち途上国間のパートナーシップの役割、技術の開発、その普及という面ではどうでしょうか。技術の開発のプロセスを考えますと、いろいろ状況は似たり寄ったりであるということで、われわれはただ技術移転に頼っているだけではありません。こういったシナリオをというのは、それぞれ状況が共通しているわれわれであるから、より広い範囲で技術の開発でも普及でも、パートナーシップを組めないかということを考えているわけですが、河合先生から見て、この問題に対しての戦略、どのように考えられるでしょうか。

西岡 秀三：もうひとつ、コメントを求めてからでもよろしいでしょうか。

田村堅太郎 (IGES)：素晴らしい発表をありがとうございます。IGES の田村堅太郎と申します。

地球環境戦略機関です。パネリストの皆さんには感謝申し上げます。河合先生のお話をお聞きしましたが、カーボンマーケットを地域レベルで創設しようというお話がありました。もう少しお話ししていただけないですか。CDM、オフセットのメカニズム、排出権取引、あるいはアジアバブルという考え方はお聞きしておりましたが、そのなかでこういった役割を ADB (アジア開発銀行) は果たせるのでしょうか。例えばキャパシティ・ビルディング (能力醸成) など、クレジットが買えて、地域内でやりとりができるようなメカニズムや環境をつくるということです。

次の質問は西川さんに対してなのですが、質の高いクレジットを CDM で創設するということなのですが、CDM はこれまでほとんど持続可能な開発を途上国に対してもたらしてこなかったと思います。また、環境便益のアプローチとも関係する話だと思いますが、このような取り組み、例えば CDM のコールドスタンダードなど CR の評価の方法もありますが、民間の企業の観点から見て、このようなツール、すなわち CR の質を評価する尺度として、これまで培われたものをどのようにとらえてい

らっしゃいますか。

最後に大塚先生にですが、大塚先生のおっしゃった戦略的な ODA の利用によって、LCS をアジアで構築する、支援とするというのは大賛成です。国際的な気候変動関係の交渉の場で、途上国は今の状況だけではなく、0.7%の GNI のコミットメント、ODA に対して交渉をしています、日本の ODA の現実を考えると、だんだん縮減している。ということは、0.7%のコミットメントのチャンスはほとんどないと思っています。このようなことを背景に、どのように十分な資金を調達し、低炭素社会をアジアで構築する、また ODA をその手段として使うということがあり得るのでしょうか。

西岡 秀三：時間の限りもありますので、あと、一件、Shrestha 教授のご質問で最後にしたいと思います。

Ram M. Shrestha (アジア工科大学院)：議長、ありがとうございます。パネリストの皆さまにも、大変洞察にあふれた発表を感謝したいと思います。ひとつ、ふたつ私のほうから意見を述べたいと思います。大塚先生がおっしゃったのだと記憶しておりますが、ODA を手段、ツールとして使う、ほかのパネリストもおっしゃったかもしれません。ODA が果たして効果的な手段となり得るのか、それによって LCS 関係の開発が有効にできるのかどうか。また、それを実現するにあたって、途上国が緊急に必要としている援助と競合しないのかということです。

どうしても財務的な、あるいは財政的な障壁によりまして、このプロジェクトが阻まれるということがありますが、ODA では今条件が特に付与されておりまして、追加されています。特にこの気候変動関係のプロジェクトに関しては条件が追加されておりまして。全体的なプロジェクトコストの高騰にも、それが寄与してしまっています。

本格的な開発プロジェクトということになりますと、ほとんどの途上国には手が届きません。ですから、とても低炭素社会の実現というところにまで行き届かないというところがあると思います。

多国籍の、例えば世銀やアジア開発銀行、資金の供出機関が本当の意味で真摯な理念を持って貸し付けを行う、融資を行うといったプロジェクトに対しても、気候に優しいプロジェクトに資金を付けるということであれば、例えば道路の建造プロジェクト、あるいはより効率的な鉄道などへの転換のプロジェクトなどを見ますと、やはり基本的な道路に対する融資のほうが効率的な、鉄道輸送よりもプライオリティが高いように思います。

例えば開発当局、あるいは世銀、国際的な金融機関など途上国で資金を付けるには、さまざまな条件のハードルを高くしているというところが、そういう意味では見られると思います。それも問題だと思っていますし、CDM に関しては、低開発国は手が及ばないと考えられています。官僚的な手続きがかかってきますし、プロジェクトに対する承認がなかなか降りないということもあります。

投資をする側からすれば、リスクが高くなってしまいます。CDM プロジェクトを低開発国に対して実施するのはリスクが高くなってしまいます。このメカニズムで何かプレミアムの価格を付けて、例えば CR あるいはカーボンの価格などの価格差を付けるということによって何か対応できないかということですが、そうしますとひずみが生まれてしまうということで、かかってくるリスクを何らかのかたちで相殺できるように、例えば低開発国のリスクが高いところにはカーボン、あるいは排出権などの価格を高く設定するようなことできないかどうか。そうしますと、低開発国もこの排出権取引の市場から便宜を得ることができるかもしれません。

西岡 秀三：ありがとうございます。それではパネリストにまとめとして3分ずつ差し上げます。

河合 正弘：どうもありがとうございます。まず南と南の間、途上国間の協力は有効だと思います。

というのは、おっしゃったとおり技術レベルが相対的に似ているということができます。一方で多くの国がそれぞれ異なる経験のもとで環境問題、気候変動問題に取り組んでいます。ですから、お互いに学ぶこともできる。良い慣行（グッドプラクティス）を交換することができますので、もしそういったことを実際に行っているのであれば、ぜひそれを続けていただきたいと思いますし、また ADB のマニラの同僚にもぜひそのような南々政策対話を推進するように伝えたいと思います。我々 ADBI もそうしたことに取り組んでいます。

地域の炭素市場についてですが、もうひとつ ADB の役割についてもご質問がありました。ADB はカーボン・マーケット・イニシアティブを持っております。このイニシアティブでは、ADB が融資あるいは技術支援を行うときに、炭素市場の価格形成にかかわります。市場規模が大きいほうが、資金の流動性も高くなり、価格の変動も小さくなるはずですが、そうした観点から、カーボン・マーケットを国レベルから地域レベルに広げることが望ましいと思うわけです。

開発機関の役割についてですが、私たち ADB あるいは世銀など開発機関が担うべき責任の一つに、各途上国に対して現行のエネルギー多消費型、環境破壊型の開発戦略を続けることは持続可能ではないという働きかけをし、パラダイムの転換を図ってもらうことです。でもこれは実は難しいことです。しかし、今後も続けていきたいと思っています。

西川 淳也：コメントありがとうございます。クレジットの質、またクレジットのプレミアムについての質問は非常に難しい質問ですね。かつてコベネフィット CDM 由来の排出権にプレミアム価格を付けられないかと個人的に定量化を試みたことがありました。コベネフィット、つまり CDM の副次的便益の定量化を行ったわけですが、バイヤーからポジティブな答えをいただくことは、日本でも世界でも難しい状況です。そのような排出削減を定量的に評価・支援する仕組が無いからです。

キャップ&トレードのシステムの背景にある政策意図が重要になります。もし政治家あるいは法規制をつくる側が、キャップ&トレードによる GHG 削減コストの低下を一番の政策目的とするのであれば、こういった副次的便益のある外部クレジットの利用を促すために、他のクレジットの利用に制限を加えるような政策は取りません。もし、政策意図が、ある特定のプロジェクト領域での CDM、あるいはある特定のホスト国における CDM を支援するというものであれば、排出権取引システムにおいて、アフターマティブアクションを導入することができるかもしれません。

このようなアフターマティブアクションがなければ、是正措置がなければ、質の高い CDM、プレミアム CDM を選択しようとするシグナルがないことになります。優先順位を付けようという提案をしました。CDM の購入においては、このようなアフターマティブアクションをキャップ&トレードに組み込むことも一つの方法ではないでしょうか。

大塚 啓二郎：私は開発経済学者です。ですからこの気候変動に興味を持っているのは、貧困削減と密接に関係しているからです。すでに世界中に貧困がはびこっている。それに加えて 4℃気温が上がれば病気がまん延し、農業の生産性が下がり、そして飢餓が発生します。しかし多くの方が、気候変動がどんなひどい結果をもたらすのか、分かっていないように思います。ですから、知識を広めるためのキャンペーンが必要です。

IPCC は気候変動の予測を出しましたが、その影響の予想、つまり社会や経済に与える影響については予測していません。その情報を人々に伝えなければいけません。エネルギー消費を下げようと努力するだけでは駄目なのです。なりゆきシナリオを続ければ、多くの人がマイナス影響を受けることを認識することが重要なのです。

この情報を政府また政治家、一般の人とも共有しなくてはなりません。もちろん予測が正確であるほうが望ましいわけで、できるだけ正確な推定を行い、その情報をいかに普及させるか、各国で努力を続けなければなりません。

西岡 秀三：どうもありがとうございます。危急な問題、また継続的な問題について話が進みました。コラボレーションの世界は美しい世界です。しかし、多くの障害があり、考え方の食い違いもあります。低炭素社会においては、この開発の問題になんとか統合することが必要になってきます。それには智慧が要ります。

今回パネリストの皆さんに素晴らしいアイデアで、低炭素開発への統合についての示唆をいただきました。また積極的な聴衆の皆さんからご意見、ご質問をいただき、実りのある結果を迎えることができました。次の段階の研究を考えることができます。ありがとうございます。

このセッションを終了したいと思います。御参集、どうもありがとうございました。

閉会挨拶

安岡 善文（（独）国立環境研究所 理事）



ご来館の皆さんこんにちは。NIES を代表しまして、皆さんにこのワークショップにご参加いただきましたことを感謝したいと思います。

低炭素社会に向けて、日本シナリオ、アジアの課題ということで話を進めてきました。ワークショップにおきましては、環境省から多大なる支援をいただいております。ご存知のように、世界中に、また、日本でも低炭素社会という言葉がホットなキーワードになっております。そして、これを実現することは、持続可能な世界をつくる上で避けて通ることのできないステップです。これは気候変動という観点からもそうですし、エネルギー、資源の不足に対応する上でも同じことで非常に重要なコンセプトです。

しかしながら、率直にいきますと、低炭素社会の道筋は簡単なものではありません。本日のプレゼンテーションの話し合いを聞いておりますと、当然この先、困難があるということがよく分かります。ですから、私たちは共にこのアジアの地域で手に手を取って進む必要があります。ここまで私たちはアジアの各国で共通の文化、雰囲気、歴史を共有してきましたが、アイデア、知識、手法、これを共有して低炭素社会を共に築かなくてはなりません。

もちろん各国において導入されるアプローチは、あるいは地域においても違うかもしれませんが、アイデア、知識、手法を共有することが大きな役に立ちます。そういった意味で、このワークショップは非常にタイムリーに行われ、主催団体のひとつとしてワークショップが大きなアジアの低炭素社会のきっかけになることを望んでおります。午後のワークショップにおいても、大きな感銘を受けました。プレゼンテーションが行われ、非常に積極的な話し合いが行われたことをうれしく思います。

最後になりましたが、皆さんのワークショップに対するご参加、貢献、ご尽力に感謝申し上げます。日本は寒い、つくばも寒い冬ですが、インド、中国、バングラディシュ、ブータン...アジアの温かいふるさとへご無事にお帰りください。どうもありがとうございました。



西岡 秀三 (にしおか しゅうぞう)

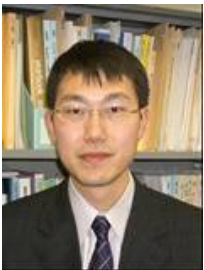
(独) 国立環境研究所特別客員研究員、(財) 地球環境戦略研究機関 研究顧問
文部科学省技術参与、中央環境審議会臨時委員

Dr. Shuzo Nishioka

Project Leader of “Japan Low Carbon Society Scenarios toward 2050”,
Senior Visiting Researcher, National Institute for Environmental Studies (NIES),
Senior Research Advisor, Institute for Global Environmental Strategies(IGES), Japan

1939 年東京生まれ。東京大学機械工学科卒、同博士課程修了、工学博士。旭化成工業を経て国立環境研究所勤務、東京工業大学教授、慶應義塾大学教授、国立環境研究所理事・参与、地球環境戦略研究機関気候政策プロジェクトリーダーを経て現職。専門は環境システム学、環境政策学、地球環境学。1988 年より IPCC など、気候変化影響や対策シナリオ研究に従事。2004 年から 2008 年にかけては、環境省地球環境研究計画「2050 年温室効果ガス削減シナリオ研究」のリーダー、および文部科学省気候予測モデル「革新プログラム」共同研究総括を務める。

編著書:「日本低炭素社会のシナリオ—二酸化炭素 70%削減の道筋」 日刊工業新聞社。「地球温暖化と日本—自然・人への影響予測」古今書院。「新しい地球環境学」古今書院など。



藤野 純一 (ふじの じゅんいち)

(独) 国立環境研究所 地球環境研究センター 温暖化対策評価研究室 主任研究員

Dr. Junichi Fujino

Senior Researcher, Climate Policy Assessment Section, Center for Global
Environmental Research (CGER), National Institute for Environmental Studies
(NIES), Japan

2000 年東京大学卒 工学博士。北陸先端科学技術大学院大学 客員准教授、東京理科大学 非常勤講師を併任。

専門分野: エネルギー環境システム工学、エネルギー環境経済モデル分析。

主な編著書: 「バイオエネルギー」ミオシン出版。

2000 年 4 月より AIM の活動に参加。主にアジアや世界を対象とした多地域モデル構築に携わり、長期を見据えた温室効果ガス排出削減効果や地域間貿易の環境影響などを分析している。「脱温暖化 2050」ではシナリオチームの一員として 2050 年シナリオ構築を行いながら、プロジェクトリーダーを補佐しプロジェクト全体の調整機能を担っている。



芦名 秀一 (あしな しゅういち)

(独) 国立環境研究所 地球環境センター 温暖化対策評価研究室

NIES ポスドクフェロー

Dr. Shuichi Ashina

NIES Postdoctoral Fellow, Climate Policy Assessment Section, Center for Global
Environmental Research (CGER), National Institute for Environmental Studies
(NIES), Japan

2006 年に東北大学工学研究科技術社会システム専攻修了、博士(工学)。専門は機械・システム工学。同年 4 月より国立環境研究所地球環境研究センターにて勤務。環境省の地球環境研究総合推進費の脱温暖化 2050 プロジェクトシナリオチームの一員として特に LCS モデル開発とシナリオの定量評価研究に従事。



松橋 啓介 (まつはし けいすけ)

(独) 国立環境研究所 社会環境システム研究領域 主任研究員

Dr. Keisuke Matsushashi

Senior Researcher, Transport and Urban Environment Section, Social and Environmental Systems Division, National Institute for Environmental Studies (NIES), Japan

東京大学大学院工学系研究科修士課程（都市工学専攻）修了。1996 年環境庁国立環境研究所地域環境研究グループ研究員。2001 年博士（工学）取得。PM2.5・DEP 研究プロジェクトを経て 2006 年から現職。2003 年マードック大学（西オーストラリア）客員研究員。2008 年より筑波大学大学院システム情報工学研究科准教授（連携大学院）兼務。



荒巻 俊也 (あらまき としや)

東洋大学 国際地域学部教授

Prof. Toshiya Aramaki

Professor, Department of Regional Development Studies, Toyo University, Japan

1996 年東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻博士課程修了。同大学院工学系研究科助手、先端科学技術研究センター講師、大学院工学系研究科准教授を経て、2008 年 4 月より東洋大学国際地域学部教授。専門分野は都市環境工学で、都市や流域における水管理、廃棄物管理、温暖化対策などの研究を実施している。2004 年から 2 年間はアジア工科大学院（タイ）に客員准教授として赴任し、途上国における水管理、廃棄物管理に関する研究も実施している。



甲斐沼 美紀子 (かいぬま みきこ)

脱温暖化社会に向けた対策の統合評価プロジェクトリーダー

(独) 国立環境研究所 地球環境研究センター 温暖化対策評価研究室 室長

Dr. Mikiko Kainuma

Project Leader, Climate Policy Project, Center for Global Environmental Research (CGER), National Institute for Environmental Studies (NIES), Japan

京都大学工学部卒業。工学博士。1990 年より温暖化政策評価のための統合評価モデル (AIM) の開発に従事。アジア地域の研究機関と共同して AIM モデルを用いたアジアの温室効果ガス排出削減シナリオの構築や環境保全と経済発展温暖化対策としての緩和策と適応策の両面を考慮に入れた政策の評価などを実施。IPCC 第 4 次評価報告書、UNEP・GEO4 の主執筆者。



Prof. Lee Der-Horng

Associate Professor, Department of Civil Engineering, National University of Singapore, Singapore

Professor Lee Der-Horng (李德紘) was graduated with his PhD degree from the University of Illinois in 1996. His expertise includes intelligent transportation systems (ITS), container port operations, aviation management, traffic simulation, sustainable infrastructure planning and development, urban and regional transportation planning, etc. Professor Lee was an Honoree of 2002 TR100 Award (now known as TR35) by MIT's Technology Review. He is an editor of three international referred journals including IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. Professor Lee is active in the international community of transportation research and is frequently consulted by various organizations in the different areas, such as media, industry, finance, think tanks, NGOs, and government, for policy matters and technical projects in the areas of transportation, logistics, urban planning and development, etc.



Prof. Fwa Tien Fang

Professor, the Department of Civil Engineering, National University of Singapore, Singapore

He received his BEng from the National University of Singapore, MASc from the University of Waterloo, Canada, and PhD from Purdue University, USA. He is currently the Director of the Centre for Transportation Research, National University of Singapore. Professor Fwa is active academically and professionally in transportation engineering and transportation infrastructure management. He is presently a Vice President of the International Society for Maintenance and Rehabilitation of Transport Infrastructure, and a Board Member of the East Asia Society of Transportation Studies. He was also the founding President of the Intelligent Transportation Society (Singapore).



Mr. Sunil Dhingra

The Energy and Resources Insutitute (TERI), New Delhi, India

After receiving master's degree of Engineering from Delhi College of Engineering in field of Mechanical engineering, Mr. Dhingra has over 18 years of expertise in the areas of biomass utilization, waste-to-energy systems, His main work experience consisted of design, development and dissemination of biomass gasifier for various end use applications and power generation packages (10-500 kWe) for both capative and decentralized applications including rural electrification. He also successfully developed and commercialized biomass gasifier for a variety of applications through technology transfer such as sericulture, textile dyeing, institutional cooking, cardamom curing, rubber drying etc. and for decentralized power generation for remote areas. In addition Mr. Dhingra successfully implemented 6 rural electrification projects through biomass gasifier technology in India. Nearly 400 TERI gasifier systems for a variety of end-uses have been installed throughout and outside the country both under demonstration-cum action research projects supported by Government departments and bilateral agencies and commercially through manufacturers to whom the technology is transferred.



Prof. Mizan R. Khan

Professor, the Chair of the Department of Environmental Science and Management, North South University, Bangladesh

Prof. Mizan R. Khan has a Ph.D in Environmental Policy & Management from the University of Maryland School of Public Policy, USA. He is currently the Chair of the Department of Environmental Science and Management at North South University in Dhaka, Bangladesh. Since the early 1980s he served the Bangladesh Institute of International & Strategic Studies (BISS), Dhaka, which he left in 2001 as a Research Director. Before joining the current position, he served for over four years as UNDP Environmental Policy Specialist with the Govt. of Bangladesh. In the early 1990s, he worked for some years as a Senior Researcher at the Centre for International Development and Conflict Management (CIDCM) at the UMCP, MD, USA. He was Vice Chair of the LDC Expert Group under the UNFCCC during 2002-2004. Dr. Khan regularly attends climate negotiations as a member of the Bangladesh delegation. Prof. Khan is a widely traveled academic. He has a wide range of publications on environment and security, climate change, Insurance and adaptation, conservation of biodiversity etc. His recent research includes Microinsurance and Adaptation, Community-based Adaptation and Equity in Climate Change Regime.



Dasho Paljor J. Dorji

Special Advisor to the National Environment Commission, Government of Bhutan

Graduated from St. Joseph's College, Darjeeling and then joined Royal Military Academy Sandhurst, UK (Commissioned 1966), Mr. Dorji has been served the government of Bhutan since 1966. He was appointed Chief Justice of Bhutan in 1985 to 1987 and then Deputy Minister of Ministry of Social Survives. In 1991 he was sent to Geneva and Ambassador to the United Nations in Geneva also was accredited to Austria, Finland, Sweden, Norway, Denmark, Netherlands, EU (Brussels) IFAD (Rome) and FAO (Rome). Mr. Dorji had served National Environment Commission as a deputy minister from 1994 to 1998 and currently he is a special advisor to the National Environment Commission.



河合 正弘 (かわい まさひろ)

アジア開発銀行研究所 所長

Dr. Masahiro Kawai

Dean & CEO, Asian Development Bank Institute (ADBI), Japan

ブルッキングズ研究所リサーチフェローとしてキャリアをスタートさせ、その後、ジョンズ・ホプキンス大学経済学部助教授・准教授、東京大学社会科学研究所助教授・教授を歴任。その間ワシントン DC の連邦準備制度理事会及び国際通貨基金でコンサルタントを務めたほか、大蔵省財政金融研究所特別研究顧問、日本銀行金融研究所及び経済企画庁経済研究所の客員研究員として活躍。

1998 年から 2001 年まで世界銀行東アジア・大洋州地域局チーフエコノミストとして活躍した後、2001 年から 2003 年まで財務省副財務官として国際問題を担当。その後、2005 年からアジア開発銀行 総裁特別顧問兼地域経済統合室長として地域経済協力及び統合を担当した後、2007 年 1 月、アジア開発銀行研究所所長に就任。著書及び論文には、経済のグローバリゼーション、アジア危機の教訓など東アジアの地域的金融統合と協力、国際通貨制度に関するものが多数。

東京大学経済学部卒業 (1971 年)。東京大学大学院経済学研究科修士課程修了 (1973 年)。スタンフォード大学統計学修士号 (1976 年) 及び経済学博士号取得 (1978 年)。



西川 淳也 (にしかわ じゅんや)

三井物産株式会社 エネルギー第一本部 環境事業部 排出権プロジェクト室
マネージャー

Mr. Junya Nishikawa

Manager, Emission Reductions Projects Development Dept. Industrial Energy
Division, Mitsui & Co., Ltd., Japan

1977 年 12 月生まれ。2001 年に東京大学法学部を卒業後、三井物産に入社 (文書部法務第四室：アジア全域担当)。2003 年に文書部法務第三室へ異動 (欧州・中東・CIS・アフリカ・豪州担当)、2005 年に鉄鋼原料・非鉄金属本部/ 事業開発部へ異動 (排出権事業担当)、2007 年のエネルギー第一本部/ 産業エネルギー部へ組織改組 (排出権事業担当)、2008 年のエネルギー第一本部/ 環境事業部へ組織改組 (排出権事業担当) を経て、現職。著書に、共著「排出権取引に関する法的考察(1)～(3)」NBL 808～811 (2005 年)、共著「詳解 排出権信託 制度設計と活用事例」(中央経済社) がある。



大塚 啓二郎 (おおつか けいじろう)

財団法人国際開発高等教育機構プロフェッソリアルフェロー、政策研究大学院大学経済学教授

Prof. Keijiro Otsuka

Professorial fellow at the Foundation for Advanced Studies on International
Development (FASID) in Tokyo, The professor of economics at the National Graduate
Institute for Policy Studies, Japan

1979 年：シカゴ大学経済学博士号取得。2004-2007 年：IRRI (国際稲研究所、フィリピン) 理事長、現在は特別顧問。

現在、国際農業経済学会次期会長、Economic Development and Cultural Change と Environment and Development Economics 編集委員を務める。11 冊の著書出版と 85 本に及ぶ論文を国際学術誌に掲載。専門は、アジア・アフリカにおける集積型産業発展、緑の革命、地主小作制度、所有権と自然資源の管理、貧困の動学的変化。

脱温暖化 2050 プロジェクト成果物一覧

1. 研究成果

- 1.1 2050 日本低炭素社会シナリオ：温室効果ガス 70%削減可能性検討
- 1.2 低炭素社会に向けた 12 の方策
- 1.3 Japan Scenarios and Actions towards Low-Carbon Societies (LCSs) (1.1 と 1.2 の合本：英文)
- 1.4 低炭素都市の実現へ向けての解析
- 1.5 地球環境 Vol.12 No.2 / 2007 低炭素社会のビジョンと実現シナリオ (社) 国際環境研究協会
- 1.6 Climate Policy -modeling long-term scenarios for low-carbon societies- Vol.8 Supplement 2008 論文掲載 (英文)

2. 出版

- 2.1 「2050 脱温暖化社会のライフスタイル –IT 社会のエコデザイナー–」
東京大学 RCAST 脱温暖化 IT 社会チーム・電通消費者研究センター編纂
- 2.2 「日本低炭素社会のシナリオ 二酸化炭素 70%削減の道筋」 西岡秀三編著 日刊工業新聞社
- 2.3 Proceedings of the First Workshop of Japan-UK Joint Research Project “Developing Visions for a Low-Carbon Society through Sustainable Development” CGER-Report, CGER-I071-2007 (英文)
- 2.4 Aligning Climate Change and Sustainability - Scenarios, modeling and policy analysis - (AIM, 2007) CGER-Report, CGER-I072-2007 (英文)
- 2.5 我が国における再生可能／分散型エネルギー導入戦略への提言 CGER-Report, CGER-I082-2008
- 2.6 ～低炭素社会づくりに向けて、私たちがすべきこと～低炭素社会に向けた 12 の方策 (2008.8.1～31, 環境省チーム－6%主催 日本科学未来館企画展示「みんなの地球展 2008」解説パンフレット) (冊子媒体のみ)

3. 日英共同研究プロジェクト「低炭素社会の実現に向けた脱温暖化 2050 プロジェクト」(英文のみ)

- 3.1 第 1 回ワークショップ・シンポジウム「持続可能な発展につながる低炭素社会ビジョンの構築」(2006 年 6 月)
Workshop Summary／Executive Summary
- 3.2 第 2 回ワークショップ・シンポジウム「持続可能な低炭素社会の達成に向けて」(2007 年 6 月)
Workshop Report／Executive Summary
- 3.3 第 3 回ワークショップ・シンポジウム「低炭素社会への道筋」(2008 年 2 月)
Full Report／Call for Action & Executive Summary of the Third Workshop／
Roadmap to Low-Carbon World -Countermeasures and Scenarios for each Country / region-

4. LCS リサーチブックレットシリーズ

- 4.1 脱温暖化社会に向け—2050 年からのバックキャスティング (和文／英文)
- 4.2 Country-Specific Long-Term Emissions (英文)
- 4.3 Development of Japan Low Carbon Society Scenarios (英文)

5. 研究成果報告書

- 5.1 平成 16 年度研究成果報告書 (ディスカッションペーパー) (和文／英文)
- 5.2 平成 17 年度研究成果報告書 (ディスカッションペーパー) (和文／英文)
- 5.3 平成 18 年度研究成果報告書 (ディスカッションペーパー) (和文／英文)
- 5.4 平成 19 年度研究成果報告書 (ディスカッションペーパー) (和文／英文)

Outcomes of Japan Low-Carbon Society Scenarios toward 2050 Project

1. Research Results

- 1.1 Japan Scenarios and Actions towards Low-Carbon Societies (LCSs)
- 1.2 Climate Policy - modeling long-term scenarios for low-carbon societies - Vol.8 Supplement 2008

2. Publication

- 2.1 Proceedings of the First Workshop of Japan-UK Joint Research Project
“Developing Visions for a Low-Carbon Society through Sustainable Development”
CGER-Report, CGER-I071-2007
- 2.2 Aligning Climate Change and Sustainability - Scenarios, modeling and policy analysis -
(AIM, 2007) CGER-Report, CGER-I072-2007

3. The Japan-UK Joint Research Project on Achieving a Sustainable Low-Carbon Society

- 3.1 The 1st Open Symposium and Expert Workshop
“Developing Visions for a Low Carbon Society through Sustainable Development”(June, 2006)
Workshop Summary／Executive Summary
- 3.2 The 2nd Open Symposium and Expert Workshop *“UK-Japan Achieving a Low Carbon Society”*(June, 2007)
Workshop Report／Executive Summary
- 3.3 The 3rd Open Symposium and Expert Workshop *“Roadmap to a Low Carbon World”*
(February, 2008)
Full Report／Call for Action & Executive Summary of the Third Workshop／
Roadmap to Low-Carbon World -Countermeasures and Scenarios for each Country / region-

4. LCS Research Booklet Series

- 4.1 Backcasting from 2050 (LCS Research Booklet No.1)
- 4.2 Country-Specific Long-Term Emissions (LCS Research Booklet No.2)
- 4.3 Development of Japan Low Carbon Society Scenarios (LCS Research Booklet No.3)

5. Interim Reports of “Japan Low-Carbon Society Scenarios toward 2050” Project

- 5.1 Interim Report 2004
- 5.2 Interim Report 2005
- 5.3 Interim Report 2006
- 5.4 Interim Report 2007

環境省地球環境研究総合推進費（S-3）「脱温暖化 2050 プロジェクト」ワークショップ報告書
低炭素社会に向けて「日本の経験、アジアの挑戦」

編者：甲斐沼美紀子、西岡秀三、藤野純一
編集協力者：芦名秀一、池上貴志、岩渕裕子

発行年：2009 年

発行：国立環境研究所 地球環境研究センター温暖化対策評価研究室

本報告書は、ワークショップの発表から印刷物を作成しました。本人の発表そのままでない部分については、主催者（報告書編者）の責任において編集しています。

当日の発表資料とレポートはホームページ（<http://2050.nies.go.jp>）からダウンロードできます。

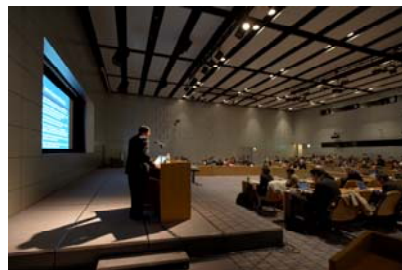
Toward Low-Carbon Society : Japan Scenarios and Asian Challenge

Editors : Mikiko KAINUMA, Shuzo NISHIOKA, Junichi FUJINO
Contributors : Shuichi ASHINA, Takashi IKEGAMI, Yuko IWABUCHI

Published : Climate Policy Assessment Section, Center for Global Environmental Research
National Institute for Environmental Studies

This report is based on the lectures at the Workshop “Toward Low-Carbon Society : Japan Scenarios and Asian Challenge”. All errors in dictation are responsibility for editors.

Presentation materials and this report can be downloaded from the following web address
<http://2050.nies.go.jp>.



「2050 日本低炭素社会」プロジェクトの概要

(1) プロジェクト名

「脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・立案手法の確立に関する総合研究プロジェクト」(脱温暖化 2050 プロジェクト)

(2) 研究期間

前期:2004~2006 年度、 後期:2007~2008 年度

(3) 研究プロジェクトリーダー

(独)国立環境研究所 特別客員研究員 西岡秀三

(4) 研究参加機関

(5) (独)国立環境研究所、(独)産業技術総合研究所、(独)森林総合研究所、(財)地球環境戦略研究機関、(社)日本エネルギー学会、京都大学、慶応義塾大学、神戸大学、国際大学、滋賀大学、信州大学、成蹊大学、筑波大学、東京大学、東京海洋大学、東京工業大学、東京理科大学、東洋大学、名古屋大学、日本工業大学、文教大学、立命館大学、早稲田大学、(株)ジェイ・ケイ・エル、(株)日建設計総合研究所、日本電気(株)、日本電信電話(株)、富士通(株)、みずほ情報総研(株)、(株)三菱総合研究所から約 60 名の研究者が参画

(6) 研究の概要

脱温暖化 2050 研究プロジェクトは、地球環境研究総合推進費(S-3)により、国立環境研究所が中心となって 2004 年度から実施しており、日本における中長期脱温暖化対策シナリオを構築するために、技術・社会イノベーション統合研究を行い、2050 年までを見越した日本の温室効果ガス削減のシナリオとそれに至る環境政策の方向性を提示するものである。(http://2050.nies.go.jp/index.html)

【問い合わせ先】(独)国立環境研究所 地球環境研究センター 主任研究員 藤野純一(fuji@nies.go.jp)