

環境研究総合推進費 S-6 一般公開シンポジウム

アジア低炭素社会へのチャレンジ Challenges to Low Carbon Asia

ーアジアはリープフロッグで世界をかえられるか？ー
Can Asia change the world through leapfrogging?



日時 平成 25 年 10 月 17 日(木) 13:00~17:00

会場 国連大学 ウ・タント国際会議場

主催

環境省 環境研究総合推進費 S-6

アジア低炭素社会に向けた中長期的政策オプションの立案・予測・評価手法の開発とその普及に関する総合的研究(アジア低炭素社会研究プロジェクト)

独立行政法人国立環境研究所

共催

国立大学法人東京大学大学院工学系研究科

国立大学法人東京工業大学

国立大学法人名古屋大学大学院環境学研究科

開催趣旨

雇用状況の悪化、中東の政治的不安定さ、貧富の差の拡大、福島第一原子力発電事故以降の我が国のエネルギー情勢の変化など、社会・経済情勢はさまざまな問題を抱えています。一方で、温暖化問題は着実に取り組んでいかなければならない重要な課題です。2010年にカンクーンで開催された COP16 では、産業化以前の水準から世界の平均気温上昇を 2℃以下に抑える観点（2℃目標）から、温室効果ガス排出量の大幅削減が必要であるという目標に合意するとともに、経済成長と同時に持続的発展へとつながる低炭素社会へのパラダイムシフトの重要性が明確化されました。

低炭素社会を実現するにはどういった取り組みが必要でしょうか。平成 21 年度より開始された環境研究総合推進費 S-6 では、成長を続けるアジアに焦点をあてて、どうすれば、エネルギー・資源浪費型発展パスを回避して、発展により生活レベルを向上させながらも、低炭素排出、低資源消費の社会に移行できるかを探ってきました。具体的な低炭素社会の実現方策として、資源生産性を向上させて、資源の消費量そのものを減らすこと、二酸化炭素排出量が少ない交通体系を整備すること、二酸化炭素排出量の少ない持続可能なエネルギーシステムの開発・普及に取り組むことなどを取り上げ、これらがどうすれば実現できるかを検討してきました。また、方策実現のための、技術、資金、ガバナンス等の面からについても検討してきました。

これらの要素を組み合わせ、2℃目標を実現するための 10 の方策とロードマップを、各国の研究者や政策決定者とともに開発し、アジアにおいて低炭素社会が実現可能であることを明らかにしました。本シンポジウムでは、この分野で活躍している海外の専門家からの講演とともに、5 年間の研究成果を紹介し、今後進むべき方向について議論します。

アジア低炭素社会研究プロジェクト (S-6)
<http://2050.nies.go.jp/>

プログラム

13:00 -13:10	開会挨拶 環境省 地球環境局長 関庄一郎 国立環境研究所 理事長 住明正
13:10 -13:25	アジア低炭素社会研究の展開 甲斐沼美紀子（国立環境研究所）
13:25 -13:45	講演 1 アジアにおけるグリーン成長・低炭素成長に向けた進捗 Heinz Schandl（オーストラリア連邦科学産業研究機構（CSIRO））
13:45 -15:00	セッション1 資源・交通からみた低炭素アジア 【座長】 蟹江憲史（東京工業大学） 発表 1 資源生産性からみた低炭素社会への道 森口祐一（東京大学） 発表 2 アジアにおける低炭素交通システム実現のための戦略と手段 林良嗣（名古屋大学） 【コメンテーター】 廣野良吉（成蹊大学） 河合正弘（アジア開発銀行研究所） Werner Rothengatter（カールスルーエ工科大学） Heinz Schandl（CSIRO） 質疑応答
15:00 -15:20	休 憩
15:20 -15:40	講演 2 2℃目標に向けた中国のエネルギー展開 Kejun Jiang（中国発展改革委員会 エネルギー研究所）
15:40 -16:55	セッション2 アジア低炭素社会シナリオ 【座長】 甲斐沼美紀子（国立環境研究所） 発表 1 アジア低炭素社会シナリオの開発 増井利彦（国立環境研究所） 発表 2 アジア低炭素社会実現に向けてのアプローチ 松岡譲（京都大学） 【コメンテーター】 Kejun Jiang（中国発展改革委員会 エネルギー研究所） 亀山康子（国立環境研究所） 李志東（長岡技術科学大学） 西岡秀三（地球環境戦略研究機関） 質疑応答
16:55-17:00	閉会挨拶



環境省地球環境局長

関 荘一郎



国立環境研究所理事長

住 明正

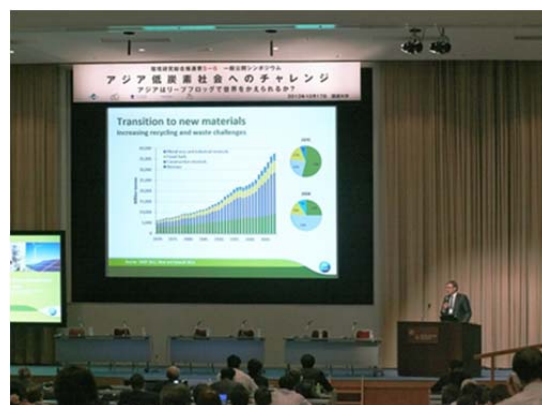




甲斐沼美紀子（国立環境研究所）



Heinz Schandl
（オーストラリア連邦科学産業研究機構）



アジア低炭素社会研究の展開

ーアジアはリープフロッグで世界をかえられるか？ー

独立行政法人国立環境研究所 社会環境システム研究センター フェロー

甲斐沼 美紀子



1975 年京都大学大学院工学研究科修士課程（数理工学専攻）修了。工学博士。

1977 年より国立公害研究所（現（独）国立環境研究所）に勤務。1990 年より温暖化の研究に従事。温暖化対策を評価するアジア太平洋統合評価モデルの開発に取り組む。現在、国立環境研究所フェロー。2003 年より北陸先端科学技術大学院大学 客員教授。

1994 年日経地球環境技術大賞、2010 年科学技術政策研究所より、科学技術への顕著な貢献 2010（ナイスステップな研究者）に選定される。2011 年環境科学会学術賞を受賞。

環境経済・政策学会会員。

IPCC 第 4 次評価報告書および第 5 次評価報告書の主執筆者（第 3 ワーキンググループ：緩和策）

主な編著書：「Climate Policy Assessment」Springer, 2003

2005 年の世界の温室効果ガス排出量のうち、アジアは全体のおよそ 36% を占めている。今後見込まれる急速な経済発展を鑑みると、低炭素社会を目指さないシナリオにおいてはアジア地域からの温室効果ガス排出量は引き続き伸び続けることが予想される。低炭素社会の一つの目標は 2050 年までに世界の温室効果ガスを半減させることである。2005 年のアジア地域の温室効果ガス排出量のうち、二酸化炭素（CO₂）排出量の占める割合は 6 割であり、アジア低炭素社会実現のためには CO₂ 排出量の削減とともに、メタンや亜酸化窒素といった CO₂ 以外の温室効果ガス排出量の削減も重要な課題である。低炭素社会実現に向けた対策を講じることによって、エネルギーアクセスの向上や貧困の撲滅といった課題の解決にもつなげることも大きな目標である。

アジアが低炭素社会に移行するのは容易ではなく、中央・地方政府、民間企業、NGO・NPO、市民、そして国際社会それぞれが長期的な視点から目指す社会の姿をしっかりと見据え、担うべき役割を認識して相互協力しながら取り組みを進める必要がある。アジアといっても、国や地域によって発展レベル、資源賦存量、国土や文化などは異なるため、それぞれ効果的な対策は変わりうる。

本プロジェクトは、アジア諸国を、多面的な側面から総合的に低炭素社会へ誘導する政策オプションと、その実現のためのロードマップを策定・提案し、各国が実施可能かつ有効性の高い低炭素社会実現戦略や政策の作成を支援することを目的とする。

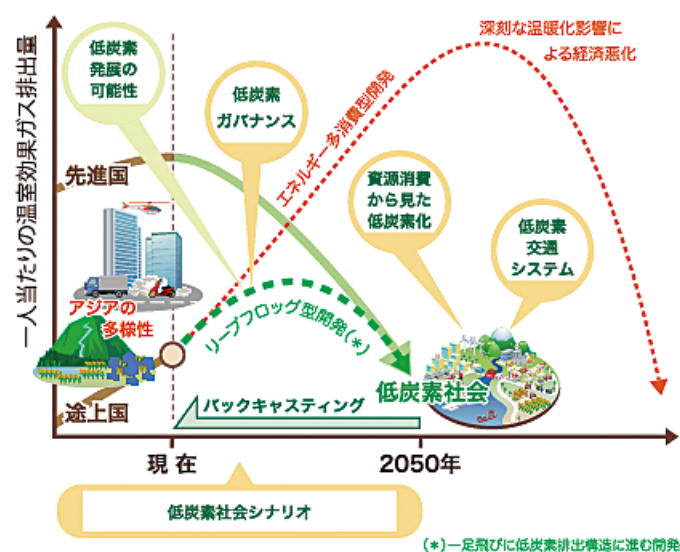
アジア低炭素研究の主な成果

- ・多様なアジアに対して、2050 年世界半減に資するアジア全体の削減策を検討するため、シナリオ構築モデル・ツール群を開発した。
- ・インド、インドネシア、タイなどの国、インドのアーメダバード、中国の広州、韓国の京畿道、京都市などの都市・地域を対象に具体的な低炭素な将来像を描き、開発したシナリオ構築モデル・ツール群を適用して、それぞれの削減可能性を示した。
- ・アジア共通政策オプションとして、都市内交通、都市間交通、資源利用、建築物、バイオマス、エネルギーシステム、農業・畜産、森林・土地利用、技術・賃金、ガバナンスに関する方策を取り上げ、10 の方策としてまとめた。

- ・交通の重要な施策として、貨物高速鉄道により産業コリドーを形成するような、地域間スケールでの産業の鉄道指向型開発を提案した。
- ・資源利用に関しては、資源の価値を最大限に引き出すモノ使いの重要性を提案し、資源の利用を画期的に減らすモノづくり、寿命を長くするモノづかい、資源を繰り返し使用するシステムづくりの観点から施策を提案した。
- ・建築物については、自然エネルギーを最大限に利用した空間の創設を提案した。
- ・エネルギーシステムに関しては、バイオマスをはじめとする再生可能エネルギーを中心とした持続可能な地域エネルギーシステムの確立を提案した。
- ・農業・畜産に関しては、水田の水管理技術の普及、適切な施肥と残滓の管理、家畜排せつ物からのメタン回収・利用を対象にそれらを促進する施策のロードマップを作成した。
- ・森林・土地利用に関しては、持続可能な森林管理についての分析を行った。
- ・これら個別の方策を実現するには、低炭素社会に資する既存技術の普及や市場化、並びに革新的技術の開発が不可欠である。このため、技術移転や普及を促進する制度を取り上げ、障害となっている制度的、経済・資金的、技術的障害を分析し、これらの障害を克服するための、国、産業界、市民、国際社会の役割を明らかにした。
- ・アジア諸国では、既に、いくつかの国で、低炭素社会に向けた行動計画等を提示している。これらの行動計画や、本プロジェクトで提案した方策を実施するには、法制度やガバナンスが有効に機能し、物理的・経済的・人的資源を有効に活用する必要があるため、低炭素アジアを支えるガバナンスについても提案した。

今後の課題

本研究がスタートした5年前に比較して低炭素社会に対する認識は向上し、低炭素社会へのロードマップもいくつかの国、地域、都市において策定された。しかし、これらのロードマップが予定どおり実行され成果をあげていくためには、個別具体的な低炭素システム作りの方法論の共有や、資金の確保など、まだまだ課題が残されている。低炭素技術の導入を促す制度が確立されたとしても、各国の産業や市民、政府といった各主体がその意義と理由を十分理解していなければ、十分な効果が期待できない。省エネルギーに対する理解や、温暖化など低炭素社会に関わる問題に対する知識や理解の深める教育制度の確立なども課題として残っている。また、ロードマップが策定されていない地域については、今後、低炭素社会への舵とりを、既に進んでいる国や、国際社会が支援していく必要がある。



プロジェクトの構成：本プロジェクトは、国立環境研究所（低炭素社会シナリオ担当）、東京工業大学（低炭素ガバナンス担当）、東京大学（資源消費から見た低炭素化担当）、名古屋大学（低炭素交通システム担当）の4つのチームから構成されている。

アジア低炭素社会研究の展開

甲斐沼美紀子（国立環境研究所）

- ・なぜこれから低炭素社会へのパスを描かなければならないのかという点をまずご説明したい。9月27日にIPCCの第1作業部会第5次評価報告書（AR5 WG1）が公表された。そこでは、将来、温暖化の影響により地球が危険な状態であることが示され、温暖化には人為的要因が関係していることが示された。AIMでも、IPCCのAR5で使われている代表的なシナリオの1つを提供している。大気中のGHG排出量を増やし続けても、いつかは安定化のためにゼロにする必要がある。対策を遅らせるほど、GHG濃度が濃くなれば濃くなるほど、削減量は大きくなる。2℃目標に対応するのはRCP2.6シナリオであるが、これよりも多く排出し続けた場合はどんどん気温は上昇していく。更に、気温上昇を安定化させるためには、濃度はゼロにしなければならない。そのため、多く排出した分、多く削減をしなければならない。一方、GHG排出を多く削減しても排出し続けている間の気温は下がる。気温を下げるには、排出量をマイナスにしなければならない。マイナス分は、バイオCCSなどが検討されているが、実現可能性と生態系への影響が懸念されている。気温が下げられるといえど、一度上げたものを下げるには非常に長い時間がかかり、また一度排出が増えた分を削減していくのは非常に難しい。そのため、リープフロッグとして最初から低い濃度へ移行させる方法をいまから検討することが最善策であると考え、このプロジェクトの検討を行った。
- ・気候影響には不可逆的な要素がある。大気中で一度上昇した濃度を下げることも研究されているが、下げるには非常に長い時間が必要になる。放射強制力を 4.5w/m^2 まで下げるには、2℃の目標に従うよりも急カーブで下げなければならず、排出量をマイナスにさせなければならない期間も長くなる。放射強制力が 6.0w/m^2 まで上昇したものを 4.5w/m^2 まで下げるには、200、300年と必要になることが分かっている。IPCC AR5において、21世紀末の地表の気温は、RCP2.6の場合は、 $0.3^\circ\text{C}\sim 1.7^\circ\text{C}$ 、RCP8.5では $2.6\sim 4.8^\circ\text{C}$ の幅で上昇すると言われている。これは2100年までの話であるが、RCP8.5の場合、2100年以降は更に上昇が倍になると予測されており、排出量を安定化させても、 8°C まで気温が上昇してしまうという予測結果になっている。ここでの我々の問題提起は、RCP2.6に相当する、2050年にGHG排出量の世界半減を実現する対策をどのようにしたらよいかということである。
- ・我々のプロジェクトは前期3年間、後期2年間の5年間のプロジェクトである。前期では5つのテーマ、後期は4つのテーマで検討を行っていた。5つのテーマとは、全体をまとめるシナリオ、低炭素発展の可能性、資源消費から見た低炭素化、低炭素都市・交通システム、低炭素ガバナンスである。後期は、低炭素発展の可能性についてシナリオチームのなかで検討を行ったため、4つのテーマとなっている。

- ・温室効果ガス排出量の世界半減を実現するために我々が検討したことは、なりゆき社会では温室効果ガス排出量がどこまで増え、そのうちアジアの排出量割合はどのくらいかということと、世界半減を実現するためにはアジアの排出量をどこまで減らす必要があるのか、世界半減を実現するためのキーとなる対策は何かということの2点である。
- ・今日のセッション 1 では、森口先生から資源生産性から見てどのような対策が有効かについてご発表いただく。また、林先生から低炭素交通システムを実現できるのかについてご発表いただく。個別の対策とあわせた横断的な課題として、長期的低炭素化のために有効な制度設計・ガバナンスも非常に重要であり、これを検討している蟹江先生にセッション 1 の座長を行っていただく。セッション 2 では、増井先生にアジア低炭素社会シナリオから見た有効な対策について、松岡先生にアジアの国々と研究協力をどう進めていけばよいのかについてご発表いただく。私からは、シナリオの実装に向け、他のプロジェクトや研究ネットワークとどのように協働しているのか、今後どのような協働がありうるかを発表させていただきたい。
- ・アジアの低炭素化をどのように進めるのかということを 10 の方策で示した。また、10 の方策を実施した際のアジアの排出量の変化についてモデルを使い検討を行った。その結果、なりゆき社会の場合、2005 年比で 2050 年の世界の CO₂ 排出量は約 1.8 倍、アジアの排出量は約 2 倍に増えると予想された。これに対し、10 の方策を用いることにより CO₂ 排出量は 69%削減できるという結果を得た。69%とは、世界で半減を目指す場合に、アジアで削減を行う必要がある分である。
- ・また、本日は S-6-3 で検討を行っているガバナンスから観点からの発表はないが、10 の方策のなかで、方策 9 として低炭素社会を実現する技術と資金、方策 10 として透明で公正な低炭素アジアを支えるガバナンスとして、こういった方策が有効かを提示した。
- ・我々は日本でモデル開発を行っているが、これはアジアに焦点を当てたプロジェクトでありアジアの国々と共同研究を行っている。今日のシンポジウムでは、8 か国 12 地域で開発しているシナリオについて、松岡先生よりご紹介いただく。その他の活動としては、中国、インド、インドネシア等、アジア各国の研究機関と研究協力をしている。低炭素化は非常に大きな問題で、我々のプロジェクトだけでは実現できるものではない。いろいろなネットワークを有効に活用し、いろいろな方と協働しながら行っている。マレーシアで、SATREPS という研究プロジェクトが進められており、マレーシア工科大学とイスカンダル開発庁と共同研究を行っており、実際にイスカンダルで低炭素な地区を造るというものである。また、国レベルの NAMA 策定支援や JICA によるタイの TGO をカウンターパートとした東南アジア気候変動緩和・適応能力強化プロジェクトにおいても、プロジェクトの研究成果を活用いただきたいと思っている。また、東アジア低炭素成長ナレッジプラットフォームや低炭素アジア研究ネットワークを通じて協働研究を進めている。

- 本プロジェクトでわかったこと、提案できたこと、これからの展開は、セッション1、セッション2を通じてこれから皆様とご議論させていただきたい。
- 概要は次の通りである。なりゆき社会では、2005年に世界のGHG排出量が42Gtであったものが、2050年には1.8倍増え、アジアのシェアも38%から43%に増加する。これに対し、アジアでは69%削減しなければならないが、どのようにすれば削減できるかの方策を、10の方策でご提案した。10の方策は、これを実行することで削減できるというフィージビリティを示したわけだが、これで本当に削減できるかは実装という段階に入っていかなければならない。温暖化だけでなく、エネルギーアクセスの向上や、大気汚染の改善の問題、貧困の問題の解決ともリンクする非常に重要な問題と考えている。今後ともその他プロジェクトや研究ネットワークを通じ研究を進めていきたいと考えている。

環境研究総合推進費 S-4 一般公開シンポジウム

アジア低炭素社会へのチャレンジ

アジアはリープフロッグで世界をかえられるか？

アジア低炭素社会研究の展開

国立環境研究所 甲斐沼 美紀子

(於)国連大学 ウ・タント国際会議場
2013 年10月17日

主催



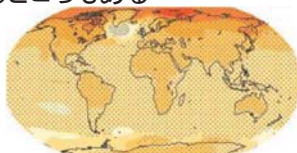
共催

東京大学大学院
工学系研究科

温暖化対策を講じなければ、年平均気温が
10度以上上昇するところもある

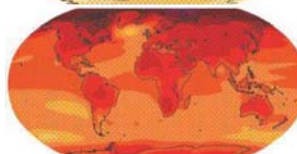
RCP2.6

地球表面の平均気温が
2100年で0.3℃から
1.7℃上昇するシナリオ



RCP8.5

地球表面の平均気温
が2100年で約2.6℃か
ら4.8℃、2300年で約
8℃上昇するシナリオ



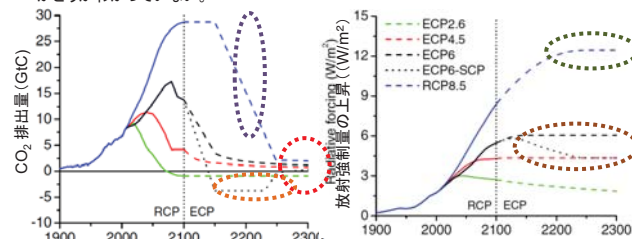
平均表面温度変化(2081~2100年の平均

(1986~2005を基準)

出展: IPCC AR5 政策決定者向け要約 Fig. SPM.7

なぜ温暖化対策を今から始める必要があるのか？

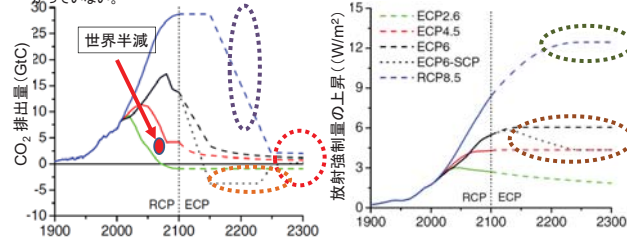
- ・大気中の温室効果ガス排出量を増やし続けても、いつかは気候安定化のためにゼロにする必要がある。対策を遅らすほどたくさん削減をしなければいけない。削減量が大きくても排出を続けている間は気温は下がらない。
- ・気温を下げるには排出量をマイナスにする必要がある。また、非常に長い時間がかかる。
- ・一度増加した排出量を削減するのは難しい(社会が高炭素インフラになっているなどのため)。
- ・不可逆な気候影響があるので、大気中の濃度レベルを下げてでも、同じ状況に回復できるかどうかかわかっていない。



IPCCの第5次評価報告書に使われている4つの代表的濃度シナリオ(RCPs)の
CO₂排出量(左)と対応する放射強制力の上昇(右)

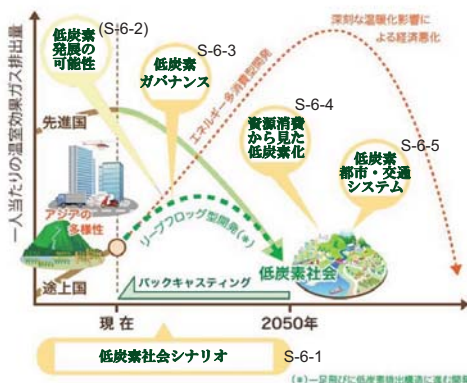
本プロジェクトでは2050年温室効果ガス排出量 世界半減を実現する低炭素社会への道を探った

- ・大気中の温室効果ガス排出量を増やし続けても、いつかは気候安定化のためにゼロにする必要がある。対策を遅らすほどたくさん削減をしなければいけない。削減量が大きくても排出を続けている間は気温は下がらない。
- ・気温を下げるには排出量をマイナスにする必要がある。また、非常に長い時間がかかる。
- ・一度増加した排出量を削減するのは難しい(社会が高炭素インフラになっているなどのため)。
- ・不可逆な気候影響があるので、大気中の濃度レベルを下げてでも、同じ状況に回復できるかどうかかわかっていない。



IPCCの第5次評価報告書に使われている4つの代表的濃度シナリオ(RCPs)の
CO₂排出量(左)と対応する放射強制力の上昇(右)

アジア低炭素社会研究プロジェクト (S-6) の構成



温室効果ガス排出量世界半減を 実現するために検討したこと(1/2)

- 1) なりゆき社会では温室効果ガス排出量はどこまで増えるか？そのうちアジアの排出量の割合は？
- 2) 世界半減を実現するためにはアジアの排出量をどこまで減らす必要があるのか？

世界半減を実現するためのキーとなる対策は？

ー資源生産性から見てどのような対策が有効か？
(セッション1: S-6-4: 森田祐一)

ー低炭素交通システムを実現できるか？
(セッション1: S-6-5: 林良嗣)

ーアジア低炭素社会シナリオから見て有効な対策は？
(セッション2: S-6-1: 増井利彦)

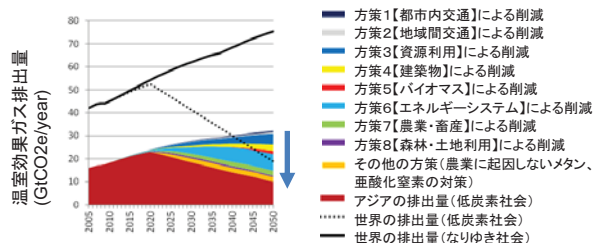
温室効果ガス排出量世界半減を 実現するために検討したこと(2/2)

- 3) 長期的低炭素化のために有効な制度設計・ガバナンスとは？ (S-6-3: 蟹江憲史)
- 4) アジアの国々との研究協力をどうやって進めていけばよいか？ (セッション2: S-6-1: 松岡譲)
- 5) シナリオの実装に向けて、他のプロジェクトや研究ネットワークとの協働

10の方策を実施した時の アジア地域における排出量の変化

S-6-1: 増井利彦

- ・ なりゆき社会では世界の排出量は2005年から約1.8倍に、アジアの排出量は約2倍に増える。
- ・ 提案した10の方策とその他の方策を実施することにより、アジアの排出量を2050年のなりゆき社会から69%削減できる。この削減量は世界の排出量を半減するためにアジアで必要とされる削減量に相当する。



アジアにおける低炭素社会を実現するための 10の方策を提案



長期的低炭素化のために有効な制度設計・ ガバナンスからの提案

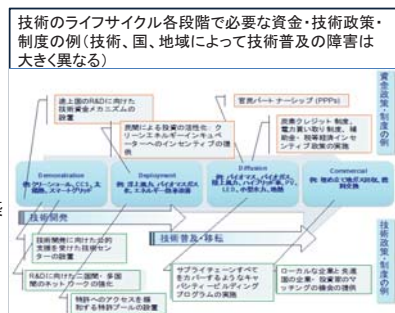
S-6-3: 蟹江憲史

方策9: 低炭素社会を実現する技術と資金

- ・ 民間企業が安心して技術開発するための環境整備
- ・ 技術開発や普及促進を支援するための基金設立
- ・ 低炭素製品を購入する意識の高い消費者の選好

方策10: 透明で公正な低炭素アジアを支えるガバナンス

- ・ 行政マネジメント枠組構築
- ・ 公正な市場原理に基づいた企業活動
- ・ 環境政策・技術リテラシーの向上



アジアの国々との研究協力 S-6-1: 松岡譲

現在までに、アジア各国の調査研究機関と共同し低炭素社会シナリオ開発作業を実施してきた。それらは8ヶ国(国全域計画)、12地域(地域計画)に及ぶ。



シナリオの実装に向けての活動

- ・ 中国、インド、インドネシア、タイなどとの研究協力の強化
- ・ 他プロジェクトとの協力
 - － マレーシアにおけるSATREPS研究: マレーシア工科大学およびイスカンダール地区開発庁との共同研究
 - － 国レベルNAMA策定支援
 - － TGO/JICA タイ トレーニングセンター(東南アジア地域気候変動緩和・適応能力強化プロジェクト)
 - － 東アジア低炭素成長ナレッジ・プラットフォーム
 - － 低炭素アジア研究ネットワークLoCARNetを通じた横の連携強化



第2回 LoCARNet年次会合、横浜、2013年7月24-25日

本プロジェクトでわかったこと、 提案できたこと、これからの展開(1/2)

- 1) なりゆき社会では世界の温室効果ガスは、2005年の42GtCO₂eから2050年には約1.8倍増え75GtCO₂eになると予想される。アジアの温室効果ガス排出量は2005年の16GtCO₂eから約2倍増え、32GtCO₂eになると予想される。アジアの排出量が世界の排出量に占める割合は、2005年の38%から43%に増加する。
 - 2) 世界半減を実現するためにはアジアから排出される温室効果ガスを10GtCO₂以下に抑える必要がある。これは、2005年の排出量の62%であり、なりゆき社会の2050年の排出量から69%の削減に相当する。
 - 3) 温室効果ガス世界半減に対応する69%削減を実現する、アジア低炭素社会のための10の方策を提案した。
- 10の方策では、都市内交通、地域間交通、資源利用、建築物、バイオマス、エネルギーシステム、農業・畜産、森林・土地利用をとりあげ、方策による貢献度を推計した。また、方策を実現するために不可欠である資金移転や供給制度、ガバナンスについても具体的な方策を検討した。

13

本プロジェクトでわかったこと、 提案できたこと、これからの展開(2/2)

- 4) アジアの国々の研究者と協働して、アジアのシナリオを開発した。
- 5) アジアでは、現在の先進国が歩んできた高炭素型の成長の道をたどるのではなく、リープフロッグによる低炭素社会を実現することが、温暖化の問題の解決に加えて、エネルギーアクセスの向上、大気汚染の改善や貧困の問題の解決のためにも重要である。
- 6) 低炭素社会への実装に向けて、他のプロジェクトや研究ネットワークとの協働を実施している。

14

ご清聴ありがとうございました

<http://2050.nies.go.jp/s6>



本プロジェクトは環境研究総合推進費S-6により実施しています。

15

アジアにおけるグリーン成長・低炭素成長に向けた進捗

オーストラリア連邦科学産業研究機構

Heinz Schandl



Prof Heinz Schandl holds a PhD in sociology and is an expert for environmental reporting, natural resource management, resource efficiency and sustainable consumption and production. His research links social theory, social metabolism and public policy. He leads CSIRO's research capability in SCP and the Green Economy, is lead-author of a report on Resource Efficiency: Economics and Outlook in Asia and the Pacific commissioned by the UNEP Office in Bangkok and has been a consultant for the OECD, the World Bank and the Asian Development Bank for sustainable natural resource use and green economy. He is an adjunct Professor at the Australian National University School of Sociology and a permanent visiting Prof at the Institute of Environmental Studies at Nagoya University. He is a member of UNEP's International Resource Panel, a council member of the International Society of Industrial Ecology (ISIE), chair of the Socio-Economic Metabolism section of the ISIE, editor of the Journal of Industrial Ecology and editorial board member for the Journal of Material Cycles and waste Management. He has extensive experience in science and project leadership and in providing research that informs public policy in the domain of sustainable natural resource use and sustainable development.

At the start of the 21st century, Asian economies are facing a changing economic context of rising and more volatile natural resource prices. Pressure points of climate change, food and water security and supply security for key natural resources including fossil fuels and metals are converging in an unprecedented matter. The future prosperity and competitiveness of the Asia-Pacific region will depend on well designed policies that guide a transition to sustainable consumption and production (SCP) to allow for resource efficient, low carbon and inclusive growth in the region.

SCP and the green economy are policy domains characterised by complexity, contestation, and uncertainty and will rely, in order to be effective and efficient, on the best available scientific evidence about the quantity of natural resource and emissions that are fuelling economic growth and human development in Asia and the Pacific. Such information will be required to inform the public and policy debate, to help set targets for resource efficiency and emissions intensity and to measure progress towards achieving inclusive green growth.

Over the last decade, the international research community jointly with the United Nations Environment Program (UNEP) and the Organisation of Economic Cooperation and Development (OECD) have developed a comprehensive knowledge base about the amount of natural resources that were used globally and in the Asia-Pacific region and the amount of waste and emissions that have been the backbone of economic and human development. Based on a comprehensive and robust historical record about the relationship of economic growth, resource use and emissions scenarios of future natural resource demands can be established.

In this talk the recent history of economic development, natural resource use and emissions will be reviewed and scenarios about future demands will be presented. We will compare global trends with

trends in the Asia-Pacific region and will discuss trends of important countries including Japan, China and Australia.

During the last four decades, most of the growth in global resource use and emissions has come from the Asia-Pacific region which has now become the largest user of natural resources globally. The resource base has shifted from mainly biomass in the 1970's to a mineral resource base of fossil fuels, metals and construction materials. The main driver of growing resource use and emissions has been consumption with population growth becoming less important. The region has increasingly become a net importer of natural resources which exposes regional growth to the volatility of global natural resource prices. Most importantly, the efficiency at which natural resource have been used in the Asia-Pacific region have been declining since the turn of the century caused by a shift in production from more efficient economies (such as Japan and South Korea) to less efficient ones (such as China and India).

Taking a footprint perspective on natural resource use allows us to attribute material use to final consumption in countries and provides us with an additional perspective about the relationship of economic development and resource use. From a material footprint perspective the landing point for natural resource use based on current modes of consumption and production lies between 25tonnes per capita (such as in Japan) and 35tonnes per-capita (such as in Australia). Multiplied by 9 billion people who will live on the planet this would amount to 270 billion tonnes of natural resources globally or 4 times the level of today leading to unprecedented environmental impacts such as accelerating climate change, depletion of some natural resources, increased degradation of soils and water bodies and fast growing air pollution.

Scenarios will be presented that show the impact of a global carbon price of between 25\$-50\$ per tonne and large investment into resource efficient technologies can assist a transition to a green economy in Asia and the Pacific and globally without damaging economic growth or employment. The empirical data presented shows that shifting investment from brown to green sectors and activities and supported by appropriate macroeconomic settings (such as a green budget and tax reform and carbon pricing) will be instrumental for the resilience of economic and human development of Asia and the Pacific in the 21st century.

講演 1

Measuring Progress towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia

Heinz Schandl, the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australia

- ・本日は大きく 3 つのことをお話したい。環境と経済というときに、将来の繁栄と競争のためには両方が必要である。進歩のためには優れた環境が必要である。一方で、天然資源は入手が難しくなっており、価格も上昇している。環境の吸収能力も低下し排出量を管理することが難しくなりつつある。では、公共政策により、グリーンな成長や低炭素社会はどのようにすれば実践できるのか。この実現は偶発的には達成しえず、意識的な政策があって実現できることである。そのため、ベストな政策とはどうしたらよいのかを科学に基づいて議論していきたい。グリーン成長・低炭素社会の達成には、その進捗を適切に測ることが重要であり、本日はその点についてお話していきたい。
- ・グリーン成長・低炭素社会を達成するに、変化や適切な決定をどのようにするとよいのかを考えるためには、進捗状況を測定することが必要である。また、この 40 年間、資源はどのように利用されてきたのか、また、アジアの歴史を振り返ることも重要である。そのため、モデルを使ってどのような将来像が描けるのかを検討したい。
- ・グリーンな社会を将来達成するための意思決定には、幅広い視点が重要である。現在は、GDP や雇用やインフレ、金利、株価ばかり見ている。しかし、天然資源のストックとフローの流れや物質の流れ、廃棄物の流れ、エネルギー、排出、土地、水を見ることが必要である。今のような枠組みを全て見て、進捗を点検することが必要である。
- ・たとえば、国連の提示している Drivers、Pressure、State、Impact、Response という枠組みがあるが、Pressure の影響が大きく起こる前に適切に早く対応することが必要である。そのため、都市レベルでどれぐらいの排出があるかを測り、迅速な事前対応を行うことが必要となる。
- ・また、我々はストックを測ることが重要である。資源と吸収源というところでは、資本の量、製品のストックを測ることが重要である。また、物質とエネルギーのフローの関係も必要である。エネルギー、水、物質などからどのように資本が形成され、どのように排出物、廃棄物となるのかを見る必要がある。これらに対し、国を通じて方法論を確立し、それに則することで国際比較が可能になる。
- ・環境会計ではまずシステムを見る必要がある。インプットとなる物質、水、土地、エネルギーという生産要素を見ることが重要で、アウトプットには財、サービス、排出、廃棄物を見る必要がある。その際、どれだけ物が蓄積されたのか、天然資源の利用が源から吸収までどのように動いているのかをライフサイクルで点検する必要がある。そして Pressure の指標としてこういうものがあると示すことと、それらがどのように Impact に反映されるのかを示すことが重要である。

- ・企業も研究者も目指すところは、デカップリングである。経済成長と人間の福利向上は両立させることができる。これは資源をただただ増大させてインプットしなくても問題ないということである。UNEP の研究結果では、資源の投入と経済成長のデカップリングは可能であると示された。
- ・ここまでのまとめとなるが、グリーン成長・低炭素成長の進捗を測る方法はあるということ、国民会計制度にもこの観点を反映させ、グリーン成長・低炭素成長の実現に向けた必要性があるということを確認したい。
- ・UNEP と CSIRO で出版した報告書「Economic growth and natural resource use in Asia」を紹介したい。この報告書は、日本の IGES も関わった国際協力プロジェクトの成果である。
- ・この 40 年間の世界的な資源の流れを見ると、アジア太平洋地域は 2005 年にそのほかの地域を追い越し、世界の中で最大の資源消費地域となった。また、1970 年代以降、ベースとなる物質が大きく変わった。経済は、バイオマス・農業中心から鉱物資源中心となり、2000 年を越えると資源の半分はバイオマス・木材の天然資源であったものが、鉱物・建材が中心となった。また、370 億ドルの資源が消費されているが、消費と生産のシステムを見ると、これよりも多くの生産がなされている。しかし、もうこれ以上の資源を域内で確保することは難しい。アジア太平洋地域は天然資源の NET 純輸入国となっているのである。
- ・アジアが天然資源の輸入国となることは非常に困ったことである。20 世紀、一次産品の価格は下がっていたが、2000 年を契機に価格が上昇している。これは、アジア太平洋地域の資源の消費はグローバルな市場に影響を与え、輸入価格を上げていることが要因である。アジアは現在、経済が成長し人間の幸福を上げるためにより価格の変動が大きい市況に依存せざるをえなくなっている。
- ・資源効率とデカップリングについて。世界的に資源効率は 70 年代から上がっている。しかし、アジア太平洋地域はこの 20 年で低下している。これには 2 つの要素がある。1 つは、伝統的なバイオマスベースの技術から、近代的な鉱物ベースの技術に移行しており、それにより資源が大量に必要なということ。また、もう 1 つは、日本や韓国のような資源効率の高い国から、資源効率が比較的悪いインドや中国に生産が移行しているということ。生産に必要な資源量は、国により異なるのである。
- ・各国内の物質フローとアジア・太平洋地域内の物質フローから各国内に必要な物質量を示したい。オーストラリアの国内物質消費量は 50 トン／人、域内消費量は 36 トン／人であるため、最終的にオーストラリアが必要な分は 36 トン／人である。日本は最も世界で資源効率の高い国であるが、国内生産量は 10 トン／人であるにもかかわらず域内消費量は 25 トン／人であり、数多くのものを輸入している。中国は、世界の工場であるが、域内と国内の差異が小さくなっている。これは、中国経済の規模が大きいことと、国内のやり取りが大きいためである。こうしてみると、消費にかんする着地点が見えてくる。日本とオーストラリアに関して言えば、25～30 トン／人であり、これを基に世界

で人口が 90 億人だとして計算を行うと、世界では 2050 年まで 2700 億トンが毎年必要になるということになる。現在の消費量は年間 700 億トンであるため、これは非常に大きな問題である。

- ・次に、チャンスと課題を見ていきたい。2030 年までにアジアで 30 億人の中間所得消費者が増えることは、エネルギーや食糧、水などの価格を上げることになる。石油の採掘費用や鉱物価格も上昇する。供給の保障と気候変動の Pressure の点がどこかで 1 つになることが発生するはずである。まず、1 年で 2700 億トンが必要となる天然資源を確保していくためには大規模な投資が必要になる。同時に、住宅、輸送、エネルギー、食品で 75% の削減をすることができるため、ここはチャンスである。ビジネスイノベーションを活用するのはこの分野になる。マッキンゼーの試算によれば、資源効率を高めることにより 3 兆ドルの削減のポテンシャルが得られるという。更に、炭素税を加えると 3.7 兆ドルが削減可能になるという。
- ・もう 1 つ申し上げたいことは、我々の国は、いかにして資源消費者となり、いかにして資源輸入に対して脆弱になり、資源価格によりどのように影響を受けるのかということである。そうすると、いかにデカップリングをしていくのかという課題において、いかにしてグローバルマーケットと切り離して成長していくのが重要となる。
- ・ここで、今後の 2050 年がどうなるのかを想像するためにモデルを用いた。技術ベースの物質フローモデルに加え、世界経済モデル、投入－排出モデルの 3 つモデルを用い、3 つのシナリオを分析した。3 つのシナリオとは、ベースケース、炭素価格が 25 ドルになり大規模に投資が必要な場合のステップチェンジケース、ステップチェンジ＋炭素価格が 30 ドルの場合のステップチェンジ＋資源効率化ケースの 3 つである。
- ・アジア全体で見ると、エネルギーフットプリントは、3 つのシナリオのどれでも右肩上がりとなっていく。カーボンフットプリントを見ると、ベースケースでは上がるが、エネルギー利用からの CO₂ の削減は技術の変更などで減らすことができ、脱炭素化は可能である。また、マテリアルフットプリントでも、炭素価格を 25 ドルにするだけで下げることができる。更に炭素税を 50 ドルにすると 400~500 億トンに抑えることができる。つまり、脱物質化・脱炭素化はアジアにおいて可能だということである。同じことは日本や中国にも言える。こうした方策による GDP への影響は、ほとんどない。成長の鈍化はどれでも少なく無視できる程度である。カーボンフットプリントは、炭素価格を 50 ドルにし大規模な投資をすると、半分にすることができる。マテリアルフットプリントは、なりゆき社会で、25 トン／人を、15 トン／人以下に減らすことができる。GDP に対する影響も非常に小さい。2050 年に向けてのインフラについて考えると、現在、インフラの 15% はできているが、85% はこれから建造する、というものかと思う。インフラ作りは、非常に長いレガシー効果を持つためよいチャンスになり得る。
- ・変化をもたらす政策は、環境税や炭素取引、排出量取引などがあり、また様々なものに価格を付けるという形もあり得る。生産性が上がると所得が増え余暇も増えリバウンド

効果を防ぐことができる。資源に対する助成金も非常に重要である。資源のリサイクルやカスケード利用も考えるべきである。

- 社会というものは、因果関係がわかれば対応するし、対策があると分かり社会のコンセンサスがあれば自然に対応するものである。技術もあり因果関係が分かれば投資ができる。社会の関与を確保することが今後の問題と考える。



Measuring Progress towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia

Keynote presentation at the 'Challenges to Low Carbon Asia Symposium' organised by the Ministry of the Environment of Japan (MOEJ) and the National Institute for Environmental Studies (NIES)
17 October 2013, Tokyo, Japan

Heinz Schandl | Senior Science Leader


ECOSYSTEM SCIENCES DIVISION/CLIMATE ADAPTATION FLAGSHIP
www.csiro.au



Main messages

- Sustainable resource use and low carbon development **will be instrumental for Asia** to ensure socio-economic development in a world in which resources are more constrained and the absorptive capacity of ecosystems is decreasing rapidly
- **Challenge for public policy** to achieve a transition to a Green Economy enabled by resource efficiency and systems innovation
- Change will not occur spontaneously but will require **well designed policies**
- Measuring progress more inclusively will provide an **evidence base** to the policy and business community **to steer a transition** to a resource efficient and green Asia
- The **change required is achievable** if we make the right decisions now.


Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



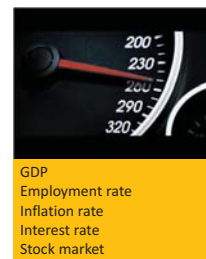
What is the future going to be like?




Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



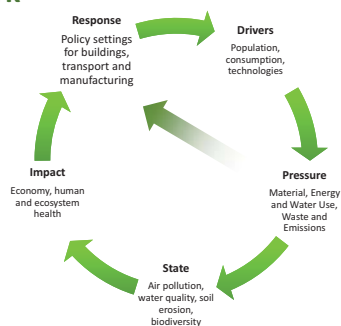
Broadening the Compass for Decision Making




Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



Drivers Pressure State Impact Response Framework

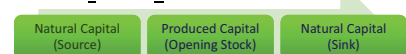


Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

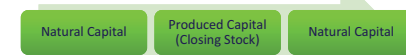


SEEA and MEFA


System of Environmental Economic Accounts



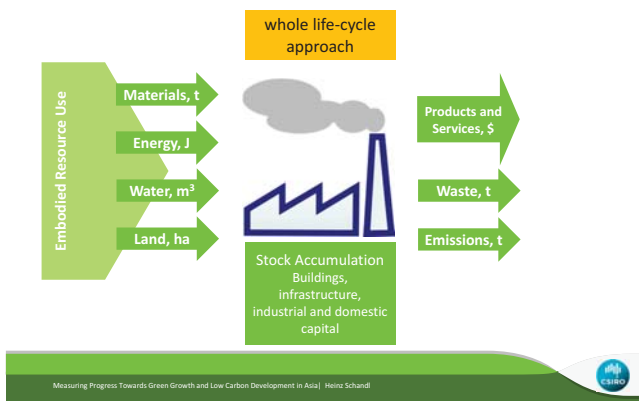
Material and Energy Flow Accounts



Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



Natural Resources are Used and Waste and Emissions are Generated at all Steps in the Production – Consumption Process



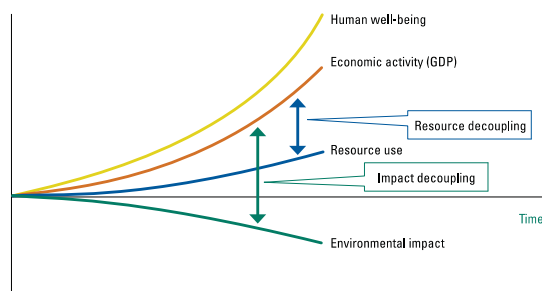
Environmental Impacts of Economic Activities

Problem	Mechanism	Pressures
Climate Change	CO ₂ , N ₂ O and CH ₄	Energy consumption, land use, material flows
Acidification	SO ₂ , NH ₄ and NO _x	Energy consumption, land use
Eutrophication	Bio-accessible phosphorus and nitrogen	Land use
Biodiversity loss	Intensive agriculture and forestry	Land use, material flows, global trade
Soil erosion	Agricultural and forestry practices	Land use
Water protection	Industrial effluents and municipal waste water	Land use, energy consumption
Waste problems	Manufacturing and households	Material flows
Depletion of natural resources	Non-renewable and renewable	Material flows, energy use and land use
Health risks	Toxic substances	Biological activity

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

Decoupling and Dematerialization

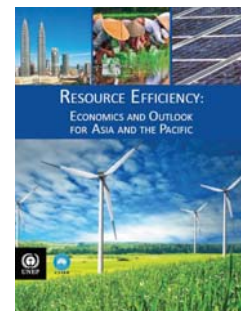
Figure 1. Two aspects of 'decoupling'



Source: UNEP 2011.

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

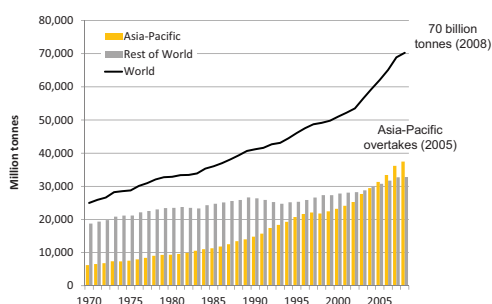
Economic growth and natural resource use in Asia



Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

38 billion tonnes of natural resources use in 2008

Domestic Material Consumption (DMC) → waste equivalent

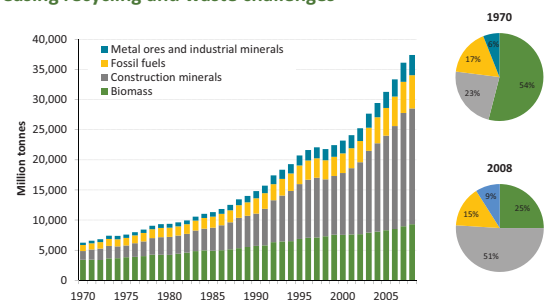


Source: UNEP 2011, West and Schandl 2013.

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

Transition to new materials

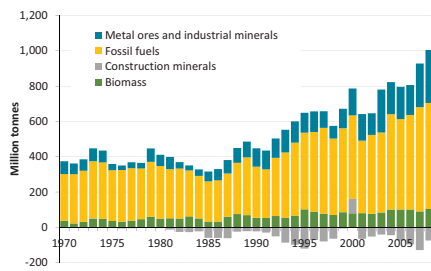
Increasing recycling and waste challenges



Source: UNEP 2011, West and Schandl 2013.

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

Growing trade dependency



Source: UNEP 2011, West and Schandl 2013.

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

A changing economic context

Global commodity prices since 1900



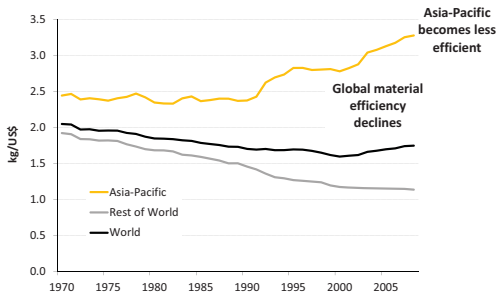
*MGI Commodity Index (1999-2001 = 100)

Source: McKinsey & Company

Source: McKinsey and Company 2011.

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

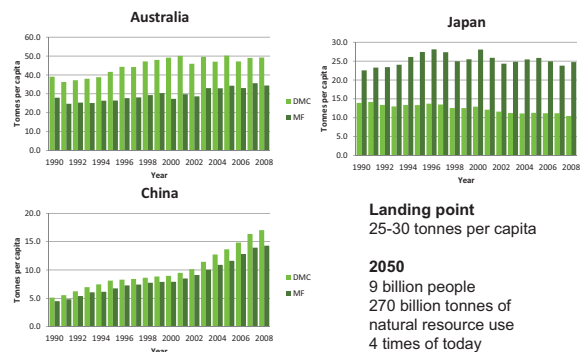
Reducing material efficiency



Source: UNEP 2011, West and Schandl 2013.

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

Differences between DMC and Material Footprint



Source: Wiedmann et al. 2013

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

Challenges and opportunities

- 3 billion additional middle class consumers by 2030
- 80% rise in steel and cement demand by 2030
- Price rises in food, energy, materials and water
- Cost of extraction of oil and metals doubling
- Recycling potential for many metals underutilised
- Converging pressure points of supply security and climate change
- Large investment in resource systems needed to satisfy demand
- Housing, transport, energy and food may deliver 75% of savings
- \$2.9 trillion of savings in 2030 through capturing the resource efficiency potential (3.7 trillion if carbon is priced at 30\$ a tonne)

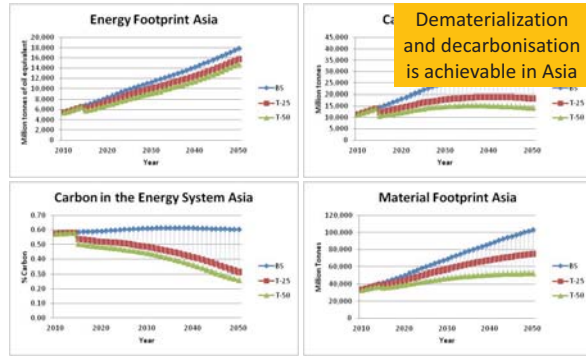
Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

Economics and Outlook: Scenarios for growth, employment and resource use in Asia

Three main scenarios	Scenario settings	Three models (coupled)
Base Case	No carbon price No investment in resource efficiency above business as usual	Technology based physical stocks and flows model (MEFISTO) <i>CSIRO Ecosystem Sciences</i>
Step Change in resource efficiency	25\$ global carbon price Investment in resource efficiency to achieve technical potential in major sectors	Integrated Global Economy – Climate Model (GIAM) <i>CSIRO Climate and Atmospheric sciences</i>
Step Change in resource efficiency plus change in consumer behaviour	30\$ carbon price Investment in resource efficiency and sustainable consumption Systems Innovation	Global, multi-regional input-output model (EORA) <i>University of Sydney</i>

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

Decoupling in Asia

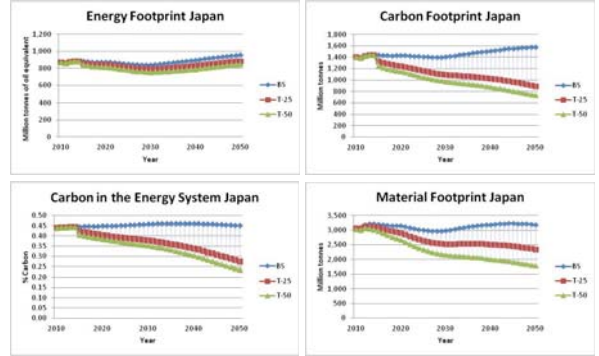


Source: CSIRO Integrated Economy – Environment Model and Sydney University EORA model 2013

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



Decoupling in Japan

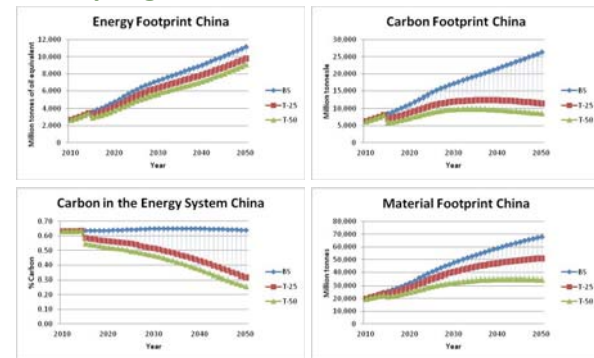


Source: CSIRO Integrated Economy – Environment Model and Sydney University EORA model 2013

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



Decoupling in China

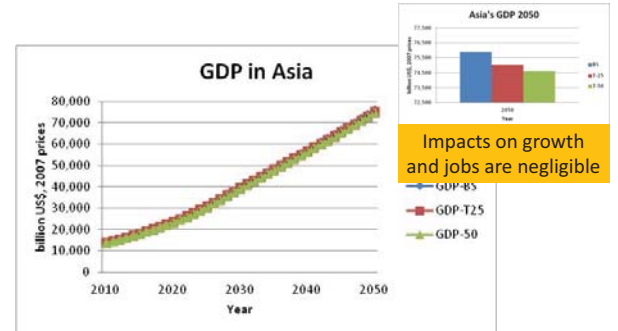


Source: CSIRO Integrated Economy – Environment Model and Sydney University EORA model 2013

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



GDP in Asia

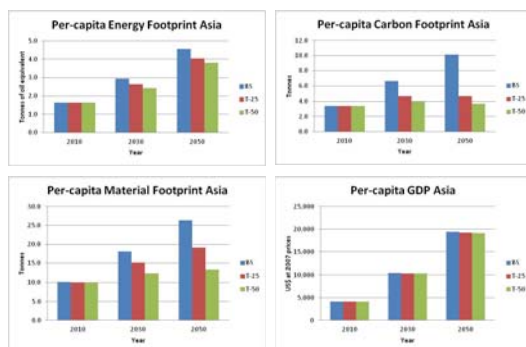


Source: CSIRO Integrated Economy – Environment Model and Sydney University EORA model 2013

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



Per-capita resource use and economic growth in Asia

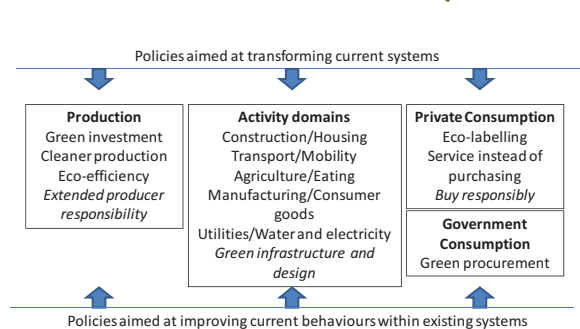


Source: CSIRO Integrated Economy – Environment Model and Sydney University EORA model 2013

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



Incremental and transformative policies



Source: CSIRO Integrated Economy – Environment Model and Sydney University EORA model 2013

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



Transformative policies

- Green budget and tax reform – revenue neutrality
- Pricing and capping the use of natural resources and carbon emissions at source
- Paying productivity gains in increased recreation time and not just by rising incomes – to reduce rebound effect
- Replacing subsidies on resources
- Investing in product service systems, eco industrial parks and eco-cities, resource recycling and cascading

Institutions ‘naturally’ respond to sustainability issues when the causes and consequences are understood, when there is something that can be done and when there is a social commitment to do something.



Technologies are not the bottleneck – social choices are

- Economics to cover scale, allocation and distribution of natural resources
- Monetary and physical accounting
- Based on the notion of socio-economic metabolism
- Social science to understand the social nature of production and consumption
- Agency of social actors is constrained and enabled by natural and social conditions that have to be addressed in both material and symbolic terms



Thank you



Ecosystem Sciences Division
Social and Economic Sciences Program
Heinz Schandl
Senior Science Leader
t +61 2 6246 4345
e heinz.schandl@csiro.au
w <http://www.csiro.au>

Adjunct Professor at the ANU School of Sociology
Visiting Professor at the Graduate School of Environmental
Studies, Nagoya University
Member of the UNEP International Resource Panel

ADD BUSINESS UNIT/FLAGSHIP NAME
www.csiro.au



セッション1

資源・交通からみた 低炭素アジア



資源生産性からみた低炭素社会への道

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 教授
(S-6-4 チームリーダー) 森口 祐一



東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻・教授。

同 新領域創成科学研究科環境システム学専攻・兼任。

京都大学工学部衛生工学科卒業、博士（工学）。

1982 年 国立公害研究所入所、環境庁企画調整局併任、OECD 環境局研修員、国立環境研究所資源管理研究室長、同研究所循環型社会・廃棄物研究センター長などを経て、2011 年 4 月より現職。専門は環境システム工学、特に物質フロー分析。

UNEP 国際資源パネルメンバー、中央環境審議会臨時委員、国立環境研究所客員研究員。

低炭素社会 2050 プロジェクト (2004-2008 年度) 交通チームリーダー。

主な編著書：Material Flow Data Book -World Resource Flows around Japan- Third Edition, NIES/CGER.

1. はじめに～デカップリングと資源生産性～

現代社会は自然資源の大量消費に支えられている。大量生産・大量消費・大量廃棄型の経済社会から循環型社会への転換は、日本では主に廃棄物問題の緩和、資源の有効利用の観点から提唱されてきたが、エネルギー消費や温室効果ガス排出の削減の面からも大きな意義がある。低炭素社会の直接の目標は、気候変動の防止のための炭素排出量の低減であるが、炭素排出の主因である化石燃料は典型的な非再生可能資源であり、この問題は自然資源の持続可能な利用という面からもとらえることができる。2011 年に国際資源パネルは「デカップリング」に関する報告書を公表し¹⁾、経済の成長と資源消費・環境負荷の増大とを切り離すべきこと、それが可能であることを提唱した。デカップリングと密接に関連するキーワードが「資源生産性」であり、より少ない量の物的資源からより多くの価値を生み出すことを目指す概念である。本講演では、この資源生産性という観点からみた低炭素社会への方向性について論じる。

2. アジア低炭素社会プロジェクトにおける資源チームの役割

2050 年の世界の温室効果ガス排出量の半減を目標に、アジアにおける低炭素社会を実現する方策の検討を進める研究プロジェクト S-6 の一環として、演者がチームリーダーを務める S-6-4 班では、資源消費からみた低炭素化を研究対象としてきた。

化石燃料の燃焼やセメント原料としての石灰石の消費は、炭素排出に直結する資源消費である。また、工業化・都市化された社会を支える原材料は、その生産段階でのエネルギー消費によって多くの炭素排出を伴う。鉄鋼はその典型例であり、経済の急成長段階ではとりわけこうした炭素集約度の高い原材料が多く生産・消費される。建物や土木構造物は、鉄やセメントを多用するため、建設段階で炭素排出と深く結びついているが、こうした耐久財の蓄積は、その利用段階でのエネルギー消費と密接に関連し、さらに将来の二次資源の供給源という性格ももつ。経済発展と歩調を合わせて消費量が増大する紙などの消費財も含め、物質のストック・フロー、資源の循

環的・効率的利用、これらに伴うエネルギーの消費と温室効果ガスの排出とを関係づけ、体系的に解析することをこの研究チームの研究アプローチの柱としてきた。

他方、低炭素化のための太陽光発電やハイブリッド車などの技術に使われる稀少資源は、少量で大きな価値を生み出すが、対策の大量導入による需要増に対して、資源供給サイドでの課題を整理し、その対応策を明らかにすることも資源チームに求められる役割である。

S-6 プロジェクトがとりまとめた「低炭素アジアに向けた 10 の方策」では、資源チームは、方策 3「資源の価値を最大限に引き出すモノ使い」を提案した。これは、資源生産性の考え方を表現したものであり、(1) 資源の利用を画期的に減らすモノづくり、(2) 寿命を長くするモノづかい、(3) 資源を繰り返し使用するシステムづくり、の 3 つの小方策から構成される。

3. 資本の蓄積に着目した資源消費と炭素排出の分析

資源の消費、物質の生産・蓄積と低炭素化は多様な関わりをもつ。経済成長著しいアジアにおける資源需要の高まりは、高い関心を集める問題であり、とりわけ、中国における基礎素材の生産量・需要量の増加は特筆に値する。中国は 1980 年代から世界第一のセメント生産国であるが、2012 年のセメント生産量は世界合計の 60% 近くを占める。鉄鋼生産量においても、2000 年以降の生産量の伸びは著しく、2012 年の生産量は世界合計の約 46% を占める。

本プロジェクトでは、中国における建物、道路、鉄道の建設を対象に、必要な建設資材量に基づく積み上げ計算によって、CO₂ 排出量や長寿命化による削減可能性の推計を行った。こうしたボトムアップ型の推計と、生産量、用途別出荷量についてのトップダウン型の推計との不一致を改善するためには、両者を組み合わせた推計が有用である。新たに構築したモデルでは、物的な生活の豊かさの指標として、一人あたりの住宅床面積や、一人あたり乗用車保有台数といった変数をとらえ、経済の急成長とともにこれらのストックが増加することが、鉄鋼やセメントなどの素材の生産量の駆動力となることを表現している。先進国の経験では、これらの物的ストック指標はある水準で飽和する。飽和がどの水準となるのかが、ストックの増大の段階での炭素排出量に大きく影響するが、我々の設定したストックの飽和を考慮した需要のシナリオでは、昨今見られた鉄鋼やセメントの生産量の急増は近いうちに安定ないし減少に向かう結果となっている。

素材の生産に伴う炭素排出は、製鉄やセメント生産などの技術面での効率化、スクラップのリサイクル、建物の長寿命化などによって、緩和することが可能である。建築物や自動車など、蓄積された財の一部は、その使用段階で、初期の資材生産段階よりもさらに大きな炭素排出と結びつくため、増大するストックの管理に着目することが、資源生産性の高い社会の実現の鍵となる。但し、使用段階でのエネルギー消費が大きい、非効率な耐久財の長期使用はライフサイクル全体としてみれば低炭素化には逆行する恐れがあることには注意が必要である。ストックの量的な管理だけでなく、質的な改善が重要であり、一度蓄積されたストックを再構築しなおす大胆な発想も含め、より長期的な視野でみた最適な低炭素化の戦略の提案に向けた精査が必要である。

¹⁾ UNEP/IRP(2011): Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth
<http://www.unep.org/resourcepanel/Publications/Decoupling/tabid/56048/Default.aspx>

本テーマは、東京大学、立命館大学、みずほ情報総研株式会社、国立環境研究所、名古屋大学の 5 つのチームから構成される。

発表 1

資源生産性から見た低炭素社会への道

森口祐一（東京大学）

- ・この発表は、S-6-4 「循環資源・資源生産性の向上による低炭素社会構築に関する研究」の成果である。
- ・現在、我々は工業化された社会で、大量の資源を地球から取出し様々なものを作り、CO₂や廃棄物を出している。
- ・地球は、GHG が大気中に蓄積していることや、資源の供給源という観点から見ても有限である。また、閉鎖系のシステムの中に太陽のエネルギーが外から降り注いでいるが、これは温暖化にも温暖化対策にも重要である。そして、土地の有限性も資源管理の観点からは重要である。
- ・鉄の生産量や消費量は国家繁栄のバロメーターである。日本では1970年以降、年産1億トンを維持してきた。中国やインドは、1990年半ば過ぎから日本の生産量を追い抜き、現在では中国が世界生産の半分以上を占め年産7億トンである。
- ・デカップリングとは、UNEP が2011年に示したキャッチフレーズによると、「人間はより少ない物でより多くの豊かさを得ることができるし、またそうしなければならない」ということである。デカップリングとは、資源の消費や環境負荷が経済成長と比例するのではなく、それらを切り離すということである。資源の消費と経済成長を切り離し、環境負荷を小さくすることで、豊かさを高めながら資源の消費量や環境への悪影響を小さくできる。
- ・2007年にUNEPにより国際資源パネルが設立された。私もSchandl先生も当初からのメンバーである。国際資源パネルの目的は、自然資源の持続可能な利用にかんし、ライフサイクルすべてに渡る環境影響に焦点を当てながら、独立し首尾一貫した科学的アセスメントを提供し、経済成長を環境の劣化からいかにディカップルするのかの理解の改善に貢献し、政策決定者に提供することである。
- ・資源生産性という言葉もデカップリングとともによく利用される。資源生産性の向上とは、化石燃料、金属、鉱物、バイオマス、土地、水などの資源の使用量を抑えながら、生産物から人の生活の豊かさのためにより多くの効用を得るという考え方である。
- ・環境への影響はIPATという式でよく示される。環境への影響は、人口と人口当たりの豊かさと技術によりいかに資源の消費量やGDPあたりの環境負荷を下げるのかで決まってくる。資源消費量と経済水準の関係は、一人あたりのGDPが増えたと、一人あたりも資源消費量も増えるというところであるが、貿易の関係によりその関係は必ずしもうまく示せていないという課題もある。
- ・次に、アジア低炭素社会プロジェクトにおける資源チームの役割についてご説明したい。

IPAT の式の後半部分を書き直すと、GDP 当たりの CO2 排出量は、GDP 当たりの資源消費と資源量当たりのエネルギー消費量、エネルギー消費量当たりの CO2 排出量と表すことができる。低炭素ということであれば、エネルギー消費当たりの CO2 排出量に焦点が当たりがちであるし効率を高めることも重要でもあるが、いかに豊かさを増やしながら資源量を減らすかというところが課題である。

- ・資源はインフラ建設にも重要であるし、豊かになると耐久消費財への利用や使い捨ての消費への利用が増えてくる。この山をいかに減らしながら豊かさを実現していくのかについてこのチームでは取り組んできた。ものを生産するために、どのようなものが必要になるのかという観点が必要であるが、一方でその消費を削減するためには循環的な有効利用の考慮が必要になる。また、先進国と途上国の間には、供給、生産と消費という複雑な関係がある。ものの生産場所だけでなく消費場所についても分析する必要がある。このような様々な結び付きについて、物質フローとストックの分析を行ったのが我々のテーマである。
- ・物質資源と低炭素社会に関する主要話題は様々ある。我々は、炭素集約度の高い原材料の需要予測と国際貿易のなかに内包された温室効果ガスの分析に取り組んだ。この点は国際的な削減スキームへどう取り込むのかも密接にかかわってくる。一方、低炭素技術の普及のために必要となる希少金属の供給制約や、炭素排出の抑制のための二次資源・副産物の賢明な利用についてもテーマとした。
- ・低炭素社会構築に必須なクリティカルメタルとは、太陽電池に必要なレアメタルや電動化にともなう必須な金属である銅がある。銅は、代替不可能な物質であり、最もクリティカルな物質である。
- ・国際貿易の観点は、日本で消費される財のために海外、特にアジアでどれぐらいエネルギーが消費されたのかの分析を行った。その結果、アジアでも特に中国で、エネルギー消費がされており、これは当然、中国の CO2 排出量の増加の要因になっている。
- ・また、10 の方策のうち方策 3 をこのチームでは担当した。「資源の価値を最大限に引き出すもの使い」というモノの賢明な使い方が重要だという思いを込めたタイトルにした。そこでは、寿命を長くするものづくり、資源の利用を画期的に減らすものづくり、資源を繰り返し使用するシステムづくりが非常に重要であると提案をした。そして、このコンセプトを具体的にどのような政策に落とし込むとよいのかを先進国の経験に基づき提案を行った。ただし、アジア途上国への適応可能性について、フィージビリティを高める必要性がある。
- ・最終年度は、資本の蓄積に着目した資源消費と炭素排出についての研究を行っている。
- ・我々の研究成果として、産業エコロジー国際学会の *Journal of Industrial Ecology* の特集 *Greening Growing Giants* に 3 つの論文が掲載された。
- ・そのうち、2 本目の論文では、中国における資源消費量の推移の分析や紙・板紙の消費と

それに伴う CO2 の排出量の推移、2050 年への展望について触れている。なかでも特に、建物と交通インフラに着目し、寿命が変化した場合の建築物原材料の需要の変化と CO2 排出量の変化の分析を行った。

- 資源の投入量と廃棄物からの排出量は、寿命が長くしリサイクル率を上げたほうが、資源の消費量、CO2 の観点から効果があることが分かった。そして、資源の消費量も CO2 排出量も 2050 年より前にピークが来ると予測されていた。ただし、この研究を行っていた時に 1 つの大きな問題を抱えていた。それは、試算上は、2010 年時点の CO2 排出量は 15 億トン弱であるが、実績値はその 2 倍近い数字になっているのではないかということである。研究ではボトムアップで過去のデータから推計したが、これが過小評価になっているのではないかということである。この問題を解決するために、トップダウンで計算し、床面積当たりのコンクリート量等を基に過去のインフラの蓄積量と人口、GDP との実績値との間で回帰モデルを作成し、データを作成した。そこに、S-6-1 から将来の人口や GDP の推計値を受け取り、モデルに入れ、将来の住宅床面積や自動車保有台数の増加量とストック量を、寿命関数を用いて予測をした。なお、その際に、加工段階で出されるスクラップや使用段階で出されたスクラップなどについても考慮した。建築物については、住宅と非住宅、インフラ、輸送機械としては乗用車、貨物、それ以外、生産設備などの区分を設定し、その区分ごとに鉄・セメントの需要を予測し、それぞれについて、あるレベルで飽和するというモデルの設定にした。具体的には、人口当たりの床面積ストック量は一人当たり GDP に対して飽和するという形とした。これを一人当たり GDP に入力し、将来がどうなるのかの予測を行った。このような分析結果に基づき、住宅用のビル、非住宅のビル、インフラ、輸送機器などのそれぞれで、将来の鉄鋼需要を試算した。更に各年の需要を積み上げ、将来の一人あたりのストック量を試算した。
- 日本の鉄需要は、現在一人当たり 12 トン程度であるが、中国では 2040 年、2050 年頃に日本と同じレベルになると推計している。ただし、CO2 はこのまま伸びるわけではなく、既にピークまで来ている。今後、需要は増えストックとして増えるが、年々の需要量としては、年間の生産をまかなうだけの生産設備は既に中国には備わっていると考えられるためである。また、現在は鉄鉱石から製錬を行っているが、スクラップが出てくると電炉由来の鉄も増え、電炉由来の CO2 排出量も増加すると予測している。ここまでがベースラインだが、対策ケースとして、寿命を長くし生産効率を上げることで、CO2 をかなり下げることができると考えている。ベースラインと比較し、削減の余地は大きくあることを示している。
- 資源消費に伴い、環境への負荷量の増加と経済成長と切り離すデカップリングの考え方が重要であり、資源生産性の向上は世界的な課題となっている。この考え方と低炭素社会構築の考え方は WIN-WIN の関係になると考えられる。その一端について、今日は紹介させていただいた。

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム Symposium
 アジア低炭素社会へのチャレンジ アジアはリープフロッグで世界をかえられるか？
 Challenges to Low Carbon Asia - Can Asia change the world through leapfrogging ?
 国連大学ウ・タント国際会議場 U Thant International Conference Hall, United Nations University

平成25年10月17日(木) 13:00 - 17:00, Thursday, October 17, 2013

資源生産性からみた低炭素社会への道 Resource productivity toward Low Carbon Society

森口祐一 Yuichi Moriguchi

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻
 Department of Urban Engineering, The University of Tokyo

S-6-4 チームリーダー Team Leader of S-6-4 project

S-6-4研究参画機関 (Members of S-6-4 project)

東京大学 (The University of Tokyo)
 (独)国立環境研究所 (National Institute for Environmental Studies)
 みずほ情報総研 (Mizuho Information & Research Institute)
 名古屋大学 (Nagoya University)
 立命館大学 (Ritsumeikan University)

内容

1. はじめに～デカップリングと資源生産性～
2. アジア低炭素社会プロジェクトにおける資源チームの役割
3. 資本の蓄積に着目した資源消費と炭素排出の分析

Contents

1. Introduction – Decoupling and resource productivity
2. The role of resources management subproject in the LCS Asia project
3. Analysis of resource consumption and carbon emission associated with capital stock

地球上の大量の物質フロー

消費財

社会基盤施設
 (インフラ)

資源

資源の供給源
 としての環境

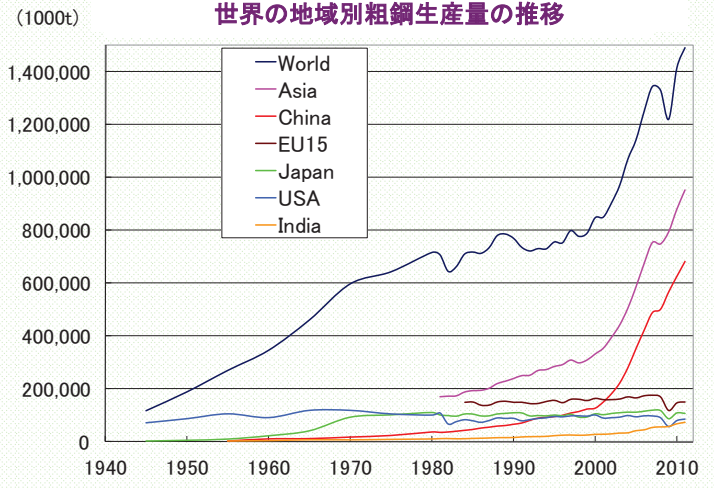
有限な地球

CO₂, 廃棄物など

排出物の吸収源
 としての環境

面積・土地の有限性

世界の地域別粗鋼生産量の推移



UNEP国際資源パネルによる「デカップリング」報告書 “Decoupling” report by UNEP International Resource Panel



برنامج الأمم المتحدة للبيئة: يمكن
 للإنسانية أن تحقق المزيد بموارد أقل
 بل ويتحتم عليها ذلك

L'humanité peut et doit
 faire plus avec moins,
 souligne le PNUE

人类能够而且必须
 少消耗多办事: 环境规划署

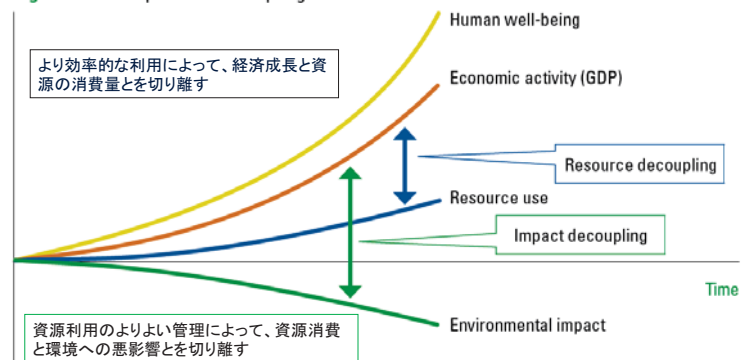
Humanity Can and Must
 Do More with Less: UNEP



<http://www.unep.org/resourcepanel/Publications/Decoupling/tabid/56048/Default.aspx>

「デカップリング」の概念

Figure 2. Two aspects of 'decoupling'



Source: UNEP/IRP

国際資源パネル

- 設立: 2007年11月9日 (ブダペスト)
- 事務局: UNEP/DTIE (国連環境計画・技術産業経済局)
- 共同議長
 - Ernst von Weizsäcker (元Wuppertal研究所長)
 - Ashok Khosla (IUCN会長、Development Alternative代表)
- 目的
 - 自然資源の持続可能な利用に関して、ライフサイクル全てにわたる環境影響に特に焦点をあてながら、独立した、首尾一貫した科学的アセスメントを提供する。
 - 経済成長を環境の劣化から如何にdecoupleするかについての理解の改善に貢献する



<http://www.unep.org/resourcepanel/>



資源生産性とは？

- 資源生産性の向上とは、化石燃料、金属、鉱物、バイオマス、土地、水などの使用量を抑えながら、生産物(財、サービス)から人の生活の豊かさのためのより多くの効用を得ることを意味する。
- 同じ文脈で「デカップリング」という用語がよく使われる。
- IPAT 式

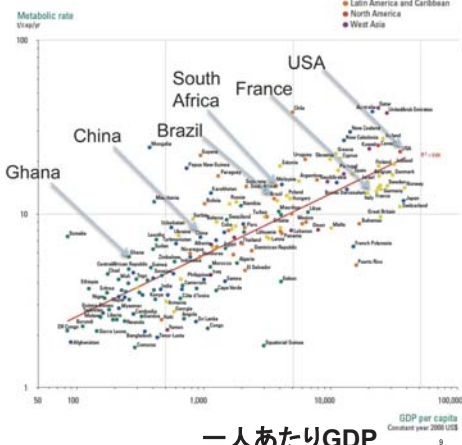
$$I \quad P \quad A \quad T$$

$$\text{Impact} = \text{Population} \times \frac{\text{GDP}}{\text{Population}} \times \left(\frac{\text{Resource Use}}{\text{GDP}} + \frac{\text{Pollution/Waste}}{\text{GDP}} \right)$$

世界各国の資源消費量と経済水準との関係

一人あたり
資源消費量

Interrelation
between
resource use &
income



Source:
UNEP/IRP

一人あたりGDP

内容

1. はじめに～デカップリングと資源生産性～
2. アジア低炭素社会プロジェクトにおける資源チームの役割
3. 資本の蓄積に着目した資源消費と炭素排出の分析

Contents

1. Introduction – Decoupling and resource productivity
2. The role of resources management subproject in the LCS Asia project
3. Analysis of resource consumption and carbon emission associated with capital stock

10

資源消費の観点からみて、アジア主要国で先進国とは異なる発展経路は可能か？(「循環経済」は可能か？)

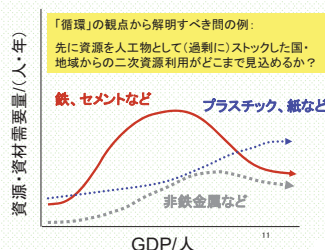
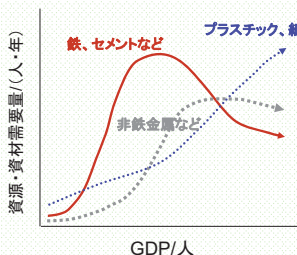
$$\frac{\text{CO}_2 \text{排出量}}{\text{GDP}} = \frac{\text{資源消費量}}{\text{GDP}} \times \frac{\text{エネルギー消費量}}{\text{資源消費量}} \times \frac{\text{CO}_2 \text{排出量}}{\text{エネルギー消費量}}$$

従来の資源大量消費型の発展

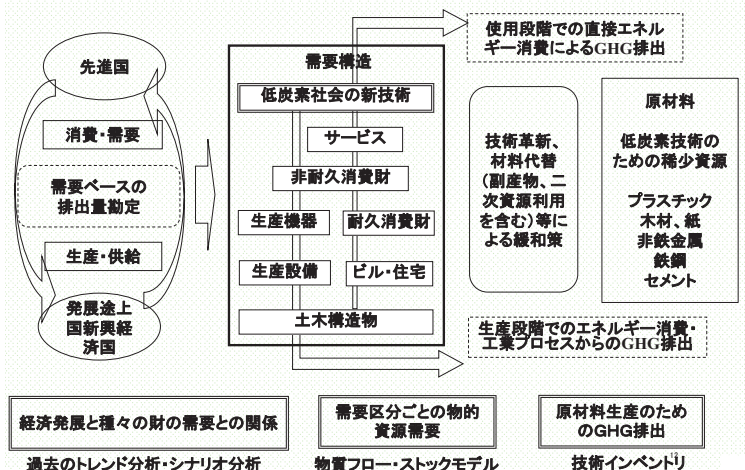
低資源消費・低炭素型の発展

インフラ建設 耐久消費財所有 消費財大量消費
(住宅、交通基盤、(自動車、家電など) (短寿命の日用品)
生産設備など)

インフラ建設 耐久消費財利用 消費財適量消費
(コンパクトシティ、(リユース、リース、(リデュース、
資材リサイクル) レンタル) リサイクル)



経済発展による種々の物的資源需要とGHG排出



物質資源と低炭素社会に関する主要課題 Key Issues for Material Resources vs. LCS

- 炭素集約度の高い原材料（鉄鋼、セメント）の需要予測
- 資源集約度の高い財の国際貿易に内包された温室効果ガスおよびその削減ポテンシャルの消費国・輸入国ベースでの勘定スキームの適用可能性
→ OECD Green Growth Strategyの指標
- 低炭素技術に必要な稀少金属（白金族、リチウム、希土類等）の供給制約
- 炭素排出の抑制のための二次資源・副産物の賢明な利用
 - 低炭素電力を用いた電炉での鉄スクラップ利用
 - 廃木材や廃プラのカスケード利用（再生材料として利用した後にエネルギー利用）
 - セメント生産におけるスラグや石灰灰利用による石灰石代替
- Demand for carbon-intensive material production (e.g. Steel, cement)
- Possibility of consumer/importer-based accounting scheme to consider GHGs and their reduction potential embodied in international trade of resource-intensive commodities → An indicator for OECD's Green Growth Strategy
- Availability of critical metals for Low-Carbon Technologies (e.g. PGMs, Lithium, Rare-earths, etc.)
- Wise use of secondary resources as potential to reduce carbon emissions, e.g.,
 - Scrap iron to EAF with low-carbon electricity
 - Efficient cascading use of waste plastics
 - Use of slag as substitute of limestone in cement production

13

低炭素社会構築に必須なCritical Metalsの検討

技術と必須金属(ただしCriticalとされるもの限定)

- 太陽電池
 - Cd, Te: Cd-Te 太陽電池
 - In, Ga: CIGS 太陽電池
 - Sn, Ag: Si 太陽電池
- 永久磁石(風力, EVs): REE (Dy, Nd)
 - Nd-F-B磁石中のDy含有量の削減は進行中
- Hf, In: 原子炉制御棒
- Ni, V, Nb: CCS用のパイプライン
- Cu: 電化する限りは必須でかつ代替が不可能という意味では最もCritical

14

日本の消費財生産に伴いアジア地域に依存する エネルギー消費量の同定

日本の国内最終需要に伴うアジア地域への誘発エネルギー消費量:

2292 PJ (国外消費量の53%に相当)

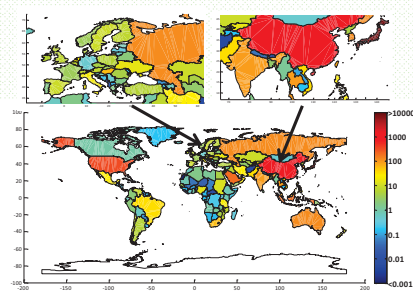


図2 日本の消費者責任基準によるエネルギー消費量の世界分布 (2005年)単位: PJ-NCV

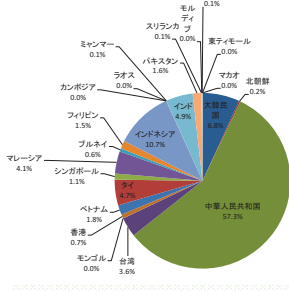


図3 日本の消費者責任基準によるアジア地域におけるエネルギー消費量 (2005年)

15

日本の消費財生産に伴いアジア地域に依存する エネルギー消費量の同定

原単位の論文報告とDB公開



Application of GLIO to compilation of Japanese IO-LCA database with global system boundary

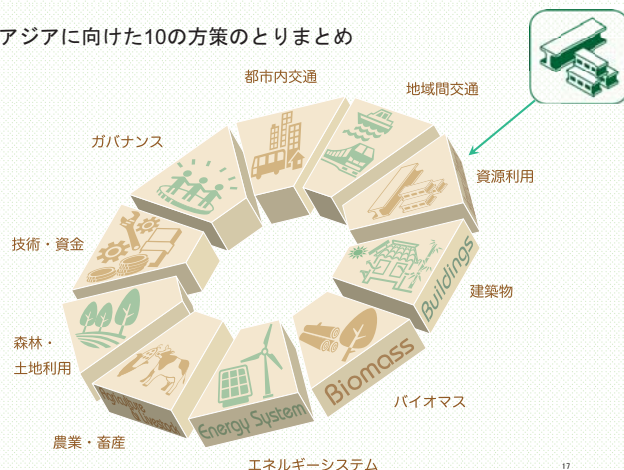
Nansai et al. (2012), Estimates of Embodied Global Energy and Air-Emission Intensities of Japanese Products for Building a Japanese Input-Output Life Cycle Assessment Database with a Global System Boundary. *Environ. Sci. Technol.*, 46(16), 9146-9154.



16

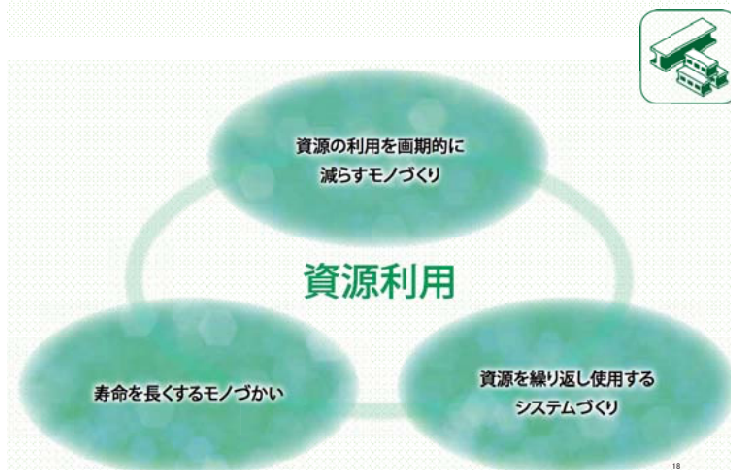
S-6プロジェクトにおける資源チームの役割

低炭素アジアに向けた10の方策のとりまとめ



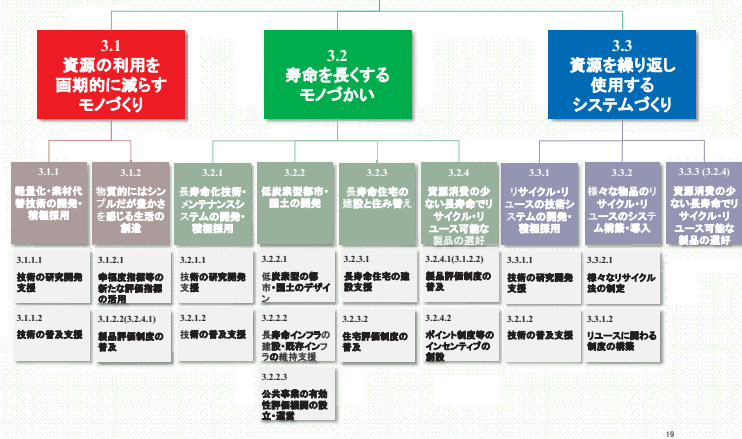
17

方策3 資源の価値を最大限に引き出すモノ使い



18

方策3:資源の価値を最大限に引き出すモノ使い



19

内容

1. はじめに～デカップリングと資源生産性～
2. アジア低炭素社会プロジェクトにおける資源チームの役割
3. 資本の蓄積に着目した資源消費と炭素排出の分析

Contents

1. Introduction – Decoupling and resource productivity
2. The role of resources management subproject in the LCS Asia project
3. Analysis of resource consumption and carbon emission associated with capital stock

20

Journal of Industrial Ecology Vol. 16, No.4. Special Issue (August 2012) Greening Growing Giants



Editorial

Greening Growing Giants :
A Major Challenge of Our Planet
(pages 459–466)

Seiji Hashimoto, Marina Fischer-Kowalski,
Sangwon Suh and Xuemei Bai

21

Journal of Industrial Ecology Vol. 16, No.4. Special Issue (August 2012) Greening Growing Giants

Resource Use in Growing China : Past Trends, Influence Factors, and Future Demand
(pages 481–492)

Heming Wang, Seiji Hashimoto, Yuichi Moriguchi, Qiang Yue and Zhongwu Lu

Toward a Low Carbon–Dematerialization Society : Measuring the Materials Demand
and CO₂ Emissions of Building and Transport Infrastructure Construction in China
(pages 493–505)

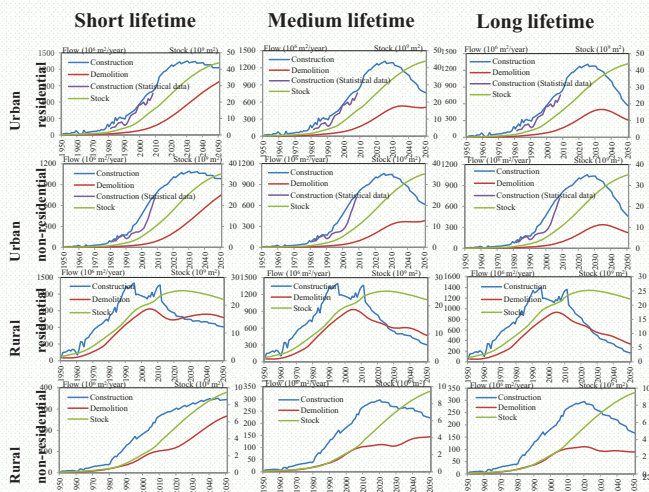
Feng Shi, Tao Huang, Hiroki Tanikawa, Ji Han, Seiji Hashimoto and Yuichi Moriguchi

Paper and Paperboard Demand and Associated Carbon Dioxide Emissions in Asia
Through 2050 (pages 529–540)

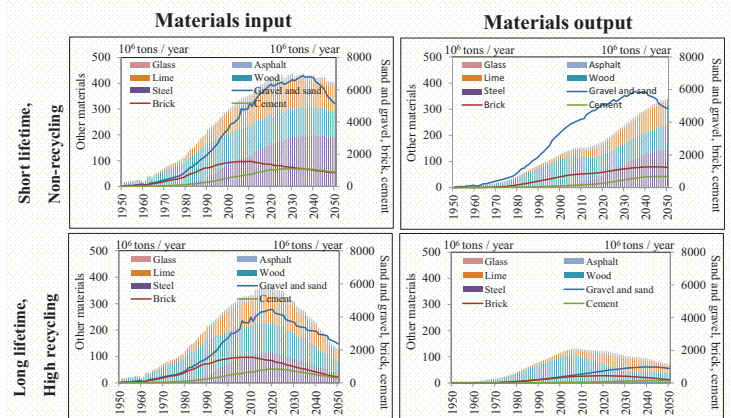
Chihiro Kayo, Seiji Hashimoto and Yuichi Moriguchi

22

Result of MF modeling :Buildings (by SHI Feng et al.)

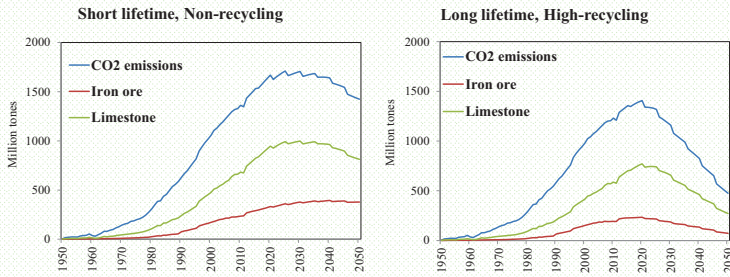


Result of MF modeling : MF with recycling



24

Result of MF modeling : CO₂ emission and raw material consumption (by SHI Feng et al.)

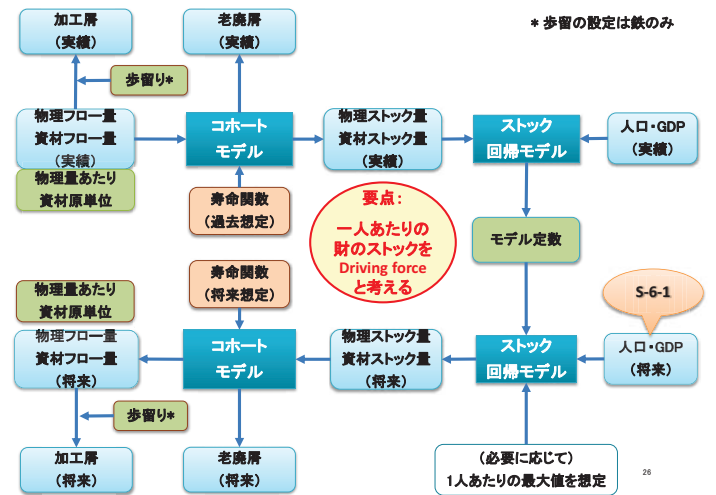


The iron ore and limestone will continue increased until around 2030, which means China must import more and more limestone and iron ore in the future and faces depletion under current cement consumption in China.

Prolonging the lifetime of buildings, railway and roadways and strengthening materials recycling obviously decreased demand for iron ore and limestone, and CO₂ emissions.

25

フロー・ストックモデルの構造



26

モデルにおける用途区分

- 対象資源はデータ利用可能性とCO₂排出に与える影響の観点から、鉄鋼とセメントを対象とした。
- 最終製品(用途)の区分は以下とした。

区分	細区分	鉄鋼	セメント	備考
建築物	住宅(都市部)	○	○	「A:鉄多め住宅(セメントも多い)」 「B:鉄少なめ住宅」の2つのタイプを設定。A,Bそれぞれの資材利用原単位(kg/m ²)を設定するとともに、都市の農村のそれぞれにおけるA,B比率を想定。
	住宅(農村部)	○	○	
	非住宅	○	○	
インフラ		○	○	
輸送機器	乗用車	○	—	
	貨物等	○	—	
	他輸送機器	○	—	
生産設備		○	—	
その他		○	—	

27

ストックモデルの構造と変数

区分		被説明変数(Y)	回帰モデル*	寿命(参考)	飽和水準(Y _{max}) (ベースケース)
建築物	住宅(都市部)	1人あたり床面積	S2	30	50m ² /人
	住宅(農村部)	1人あたり床面積	S2	30	55m ² /人
	非住宅	1人あたり床面積	S2	30	40m ² /人
インフラ		1人あたり鉄消費量	S2	40	3トン/人
		1人あたりセメント消費量	S2	40	15トン/人
輸送機器	乗用車	1人あたり保有台数	S2	15	0.6台/人
	貨物等	貨物車等保有台数	E	15	想定なし
	他輸送機器	1人あたり鉄消費量	S1	15	0.6トン/人
生産設備		1人あたり鉄消費量	S1	20	1.3トン/人
その他		1人あたり鉄消費量	S1	10	0.5トン/人

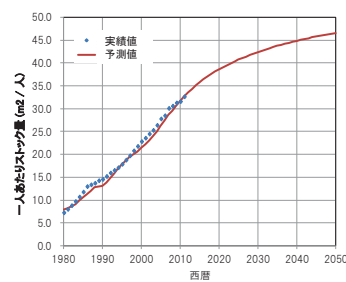
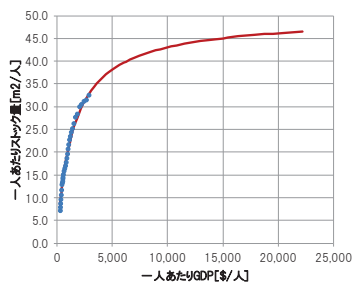
* S1: sigmoid関数、S2: Quasi-sigmoid 関数、E: 弾性値モデル、説明変数(X)は GDP per capita

$$y = \frac{Y_{max}}{(1 + a e^{-bx})}$$

$$y = \frac{Y_{max}}{(1 + e^{ax-b})}$$

28

モデルの推計過程の例: 人口あたり床面積ストック量(住宅・都市部)



29

中国における用途別鉄鋼需要量の推計結果

中国における1人あたり用途別鉄鋼蓄積の推計結果

中国の鉄鋼・セメント需要に伴うCO₂排出量(ベースケース)

中国の鉄鋼・セメント需要に伴うCO₂排出量のシナリオ分析結果

当日の講演で用いた上記4スライドについてはWeb掲載版では非公開

30

まとめ

- 資源の消費量や資源消費に伴う環境への負荷量の増加を経済成長から切り離す「デカップリング」の考え方、資源生産性の向上が世界的な課題。
- 資源消費に伴うCO₂排出量の低減のためには、資材生産におけるエネルギー効率向上、エネルギーの低炭素化に加え、資源生産性の向上が有効。
- この考え方を表したものとして、低炭素アジアに向けた10の方策において、方策3「資源の価値を最大限に引き出すモノ使い」を提案。
- 一人あたりの住宅床面積、乗用車保有率などのストック水準を素材生産の駆動力とみなすモデルをもとに、中国の将来の鉄鋼、セメント需要に伴うCO₂排出量を予測し、長寿命化やストックの飽和水準の影響を定量化。
- 低炭素技術の普及の鍵となるCritical metalの需給、貿易に内包されたCO₂排出の分析など、持続可能な資源管理の主要課題はわが国とアジア諸国の関係においても特に関係が深い課題。

31

アジアにおける低炭素交通システム実現のための戦略と手段

名古屋大学大学院環境学研究科教授 交通・都市国際研究センター長
(S-6-5 チームリーダー) 林 良嗣



交通と気候変動、コンパクトシティへのスマートシュリンクなどを研究。

世界交通学会（WCTRS）会長、欧州運輸大臣会議アドバイザー、海外4大学の客員教授、Transport Policy、Transportation Research D、Regional Science の共同／副編集長など国際的なリーダー役を務めている。

土木学会論文賞、同環境賞、世界交通学会オレンジ賞など国内外15の賞を受賞。

主な編著書に「Urban Transport and The Environment」Elsevier, 2004、「Transport Moving to Climate Intelligence」Springer, 2010、「都市のクオリティストック」鹿島出版会, 2009 などがある。

今日、アジア途上国の大都市では、経済成長に伴い、モータリゼーションと都市スプロールが急速に進行し、交通渋滞や大気汚染など都市交通に関する様々な課題が顕在化している。各国の問題解決に向けた取り組みでは、増大する交通需要に対し道路インフラ整備を先行させることで、更なる自動車利用を引き起こす悪循環に陥っている。アジアの途上国では、運輸部門からの排出が4割程に達する国もあり、経済発展とCO₂増加とをデカップリングする新たな交通体系モデルを見いだすことが必要不可欠である。

加えて、成長過程にあるアジアの途上国では、今後も世界の他地域と比較して国際旅客・貨物需要の成長率が高く推移すると見込まれる。従来、アジア全域の貨物輸送は沿海部から経済開発が行われたため、海上輸送が支配的であり低炭素輸送である。しかし、経済の発展中心が内陸へ移動と高速道路の整備により、短距離・中距離でトラック輸送が急増している。一方、旅客輸送は、LCC（Low Cost Carrier）の成長により高炭素な航空交通の需要が急増している。今後は、グローバル経済の進展とアセアンにおける2015年のAEC（ASEAN Economic Community）成立により、この傾向はより顕著になるであろう。

このような現状を踏まえ、2050年のアジア低炭素社会を実現しうる具体的な交通システム及び都市像をバックカスティングアプローチにより提示するとともに、そこに至るためのリープフロッグ的施策群を提案することが今まさに求められている。本プロジェクトでは、アジアにおける低炭素な交通システムのビジョンを提示し、その実現手段を不必要な交通需要を回避する戦略（AVOID戦略）、低炭素交通手段に転換する戦略（SHIFT戦略）、輸送エネルギー消費効率を改善する戦略（IMPROVE戦略）の3つの戦略を組み合わせる検討する。

低炭素な都市内交通システムのビジョンとして、シームレスな公共交通モビリティと交通のダウンサイジングを掲げる。この実現のためのAVOID戦略として、コンパクトで階層的な中心機能配置、SHIFT戦略としてシームレスな階層的公共交通システムの構築、IMPROVE戦略として自動車車両の低炭素化と物流の効率化を行い、都市拠点を中心に公共交通を利用するライフスタイルと、都市拠点への産業集積を促進するような、統合的な都市交通システムを提案する。低炭素な都市内交通システムは、交通による環境負荷排出と時間損失を抑制し、交通の低炭素性と信頼性を高める。また、資源の制約が強まると同時に、アジア途上国でも2030年頃から高齢

化社会へ移行するため、通勤、業務以外の移動需要の多様化に適用可能な都市インフラのストックとしても、有効な土地利用交通システムとなる。さらに、アジアの国間スケールで整備が進む地域間交通システムとの連携を高め、その沿線都市への産業・人口集積のレベルに応じてこれらの戦略を早期に実施することによって、車に依存しない低炭素で持続可能な都市内交通システムが形成される。

一方、低炭素な地域間交通システムのビジョンとしては、低炭素な公共交通モビリティと効率的なサプライチェーンを掲げる。この実現のための AVOID、SHIFT 戦略として、鉄道・水運の整備を軸としたインターモーダル交通システムを構築し、貨物高速鉄道沿線の産業コリドーを形成することで、地域間鉄道を利用するライフスタイルと、産業のイノベーションを誘発するような、地域間スケールでの産業の鉄道指向型開発（産業 ROD: Rail Oriented Development）を提案する。中国から GMS（Greater Mekong Subregion）に至る大陸域内では、旅客輸送を航空から高速鉄道へ、貨物輸送をトラックから鉄道・水運へ転換する効果が高いと考えられる。高速貨物鉄道は、中距離以上では時間短縮効果とともに単位当たり輸送コストの削減も見込まれ、それを軸とした産業集積が期待される。また、IMPROVE 戦略としては、自動車・航空機・船舶の低炭素化がある。これらの戦略を早期に実施することにより、GMS と中国の沿海部から内陸部の都市間は、海運だけでなく高速鉄道を軸とした低炭素な交通機関で結ばれ、従来の道路交通主体の産業成長から一転した、インターモーダル交通システムによる産業コリドーが構築される。

このような低炭素交通システムのビジョンの有効性について、CO₂ 排出量を大幅に削減するための各戦略の施策の必要性を定量的に分析した。都市内交通システムについては、鉄道、バス高速輸送システム（Bus Rapid Transit : BRT）、車といった都市内の幹線交通システムを対象に、アジア各都市の経済レベル、人口規模、人口密度に応じて、低炭素となる幹線交通システムの特定を行い、CO₂ 排出の大幅削減に必要な路線キロのレベルを示した。また、大規模な都市鉄道整備計画が検討されるバンコクにおいて、将来の交通インフラへの投資可能額を考慮してその有効性を分析した結果、総延長 500 キロの鉄道優先整備の構想を実現した場合、その投資額で道路優先整備を行うより、CO₂ 排出削減と時間短縮の両方において有効性が高いことが示された。さらに、今後の高速鉄道整備によって大きな成長が期待されるコンケンやピエンチャンといった中小都市においても、BRT を中心とした低炭素交通システムの導入案を各都市の実務者と検討し提示した。

地域間交通システムについては、サプライチェーンにおける産業立地について、バンコクでの労働コスト上昇による周辺都市への立地分散を現地調査からシナリオ化し、自動車製造業の部品製造・輸送を含めた製造プロセスにおける CO₂ 排出量を分析することで、サプライチェーンの低炭素性を比較した。また、サプライチェーンの効率化と低炭素化に必要な交通機関を分析した結果、輸送距離が長いと海上輸送よりトラック輸送や鉄道輸送が優位であるため、時間短縮と排出量削減を同時に目指す場合には高い鉄道輸送の分担率が必要であることが示された。さらに、中国と GMS を結び旅客・貨物両用の高速鉄道網の整備をシナリオ化し、その整備による産業分布、貨物交通需要、CO₂ 排出量への影響を分析したところ、大幅な CO₂ 削減が期待できることが示された。

本テーマは、名古屋大学、日本大学、横浜国立大学（都市内交通）、東京工業大学、南山大学（地域間交通）の 5 つのチームから構成される。

発表 2

アジアにおける低炭素交通システム実現のための戦略と手段

林良嗣（名古屋大学）

- ・交通と都市というテーマで研究を行っている。
- ・現在の途上国には、すでに多くのバイクや自動車が入っており、このままでは 20 年前のバンコクのような移動ができない状態になってくると考えられる。これに対し、どのような方策を導入すればリープフロッグができるかということ我々の課題である。更に、これがリープフロッグなのかについても考える必要性がある。
- ・1993 年のバンコクでは、朝 8 時からの学校に行くために朝の 4 時半にバスを待っている状態であった。また、産業の物流も大きな問題となっている。中国では、内陸部に工場が進出するようになり、トラックによる大量輸送を大前提としたシステムとなっている。バンコクでは、89 年には鉄道が機能していなかったところを、リープフロッグを行い、機関分担率を 4%にまで上げた。これを更にリープフロッグさせるにはどうしたらよいかということが課題である。
- ・我々は、CUTE プロジェクトを 2001 年から 2004 年に進めてきた。そこでのメインテーマは、鉄道に沿った住宅開発やロードプライシングなど、交通を避けたり、現在のシステムを改善するためのメニューの提示である。バンコクでは、このメニューを基にスカイトレインを導入し、現在は地下鉄、エアポートリンクもできている。版尾国ではこの 10 年間に 84km まで鉄道が敷かれており、これは 10 年間以内に東京に地下鉄、鉄道がひかれた距離よりも長く、現段階で相当なリープフロッグであるが、更に 2020 年までに 400km 以上の鉄道を作ろうとしている。以前は、交通予算のうち 90%以上が道路であったのが、現在は 82%が鉄道となった。まさに天地が逆転したのである。
- ・しかし、我々はこれでよいと思っていない。今後、それぞれの国は効率を重視する経済成長を追求する社会から、ソーシャルな活動を基盤としたものへとする必要があると考えている。アジアは、日本よりも早い勢いで高齢化しており、社会そのものが変質する可能性がある。東京も、現状は個人的な移動よりも通勤が多いが、これが個人的な移動の方が多くなる可能性があるということである。
- ・経済成長もどんどんするが、2030 年には人口は減る。タイでは 2050 年は 30%以上が高齢者になる。このようなことを踏まえ、我々は、高齢化に伴い今後は CO2 をどれだけ削減できるのか、GDP をどれだけ維持するのか、そして QOL がどこで収まるのかを土地利用と交通システムを基に検討してきた。計算では、茅方程式のダイナミック版を作っている。アグレッシブに成長したシナリオと穏やかに成長したシナリオを作り、それぞれのシナリオに対しライフスタイルや産業の点から方策を提示したいと考えている。
- ・それぞれのシナリオに対し、新しい交通ビジョンを AVOID、SHIFT、IMPROVE の観点か

ら考えることは重要である。しかし、新しい交通を用意しても市民に利用してもらえるのかが問題である。たとえば所得の低い人と高い人で乗り物に要求するものが違う。また、対策の組み合わせで削減量は変わってくる。たとえば、タイ政府の想定通りに **BRT** を造れば人口密度は上がり自動車保有率は低下する。**BRT** が造るのが遅ければ、人口密度は下がり、自動車保有率は上昇してしまう。

- 日本は、途上国で交通援助をする際に、設備設計に関わる細かい計算をしてきた。しかし、鉄道と自動車の割合をどう変更すると、削減量がどれぐらい変わるのかという大きい像を検討していくことが必要である。このような方法論はあるようでない。これは、同じお金を使うのであれば何を造るのかを検討できるようになるということ。たとえば、鉄道の供給が増やすと鉄道に需要が移り道路は減る。そうすると、道路を増やすより、鉄道に需要を頼み道路を減らすことで、自動車混雑が減り、**CO2** 排出量は低下する。バングラデシュの渋滞が 90 年代に比べ減ってきた理由は、鉄道の整備と都市高速、**Outering road** ができたためである。
- このような考え方で、アジア全域について一定の条件で計算を行うと、**BaU** 比で、**AVOID** では 25%、**SHIFT** では 31%、**IMPROVE** では 24% の削減が可能であると示された。2005 年比では、全体で 40% の削減をすることができる。同様に主にアセアンの地域間交通について、工業団地の移動や輸出先の移動などを考慮したシナリオを作成し、**CO2** 削減量の試算も行った。
- 最後に述べたいことは、鉄道を整備していくことの重要性である。これは、工業開発が道路に依存することが当たり前だったことに変化をもたらし、鉄道に貨物を乗せることにより、産業の製造形態そのものに変化を与えるということである。今後は、交通を交通そのものに使うだけでなく、交通により、産業構造を変えていく、ライフスタイルも変えていくことができるということにも取り組んでいきたい。

The Environment Research and Technology Development Fund (S6), the Ministry of the Environment, Japan
Symposium "Challenges to Low Carbon Asia" (13/10/17)

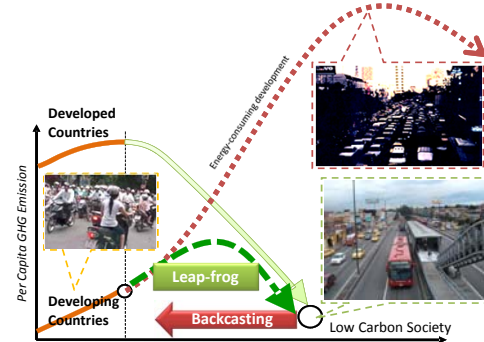
Strategies and Instruments for Low-Carbon Transport Systems in Asia

Principal Investigator: Prof. Yoshitsugu Hayashi, Nagoya University

S-6-5(1): Prof. Y Hayashi (Nagoya Univ), Dr. H Kato, Dr. K Nakamura, K Ito, M Fujita
S-6-5(2): Prof. A Fukuda (Nihon Univ), Dr. T Ishizaka, Dr. H Ito
S-6-5(3): Dr. S Hanaoka (Tokyo Institute of Technology), Dr. K Nakamichi
S-6-5(4): Prof. F Nakamura (Yokohama National Univ), Prof. T Okamura (Toyo Univ)
S-6-5(5): Prof. T Okuda (Nanzan Univ)

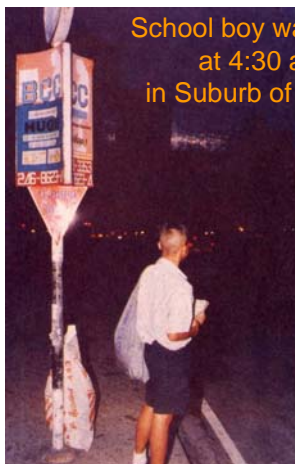
1

Risk of rapid growth in CO₂ emission in developing countries in Asia



2014/1/22

2



School boy waiting a bus
at 4:30 am
in Suburb of Bangkok

Bangkok Post
4 Sept 1993

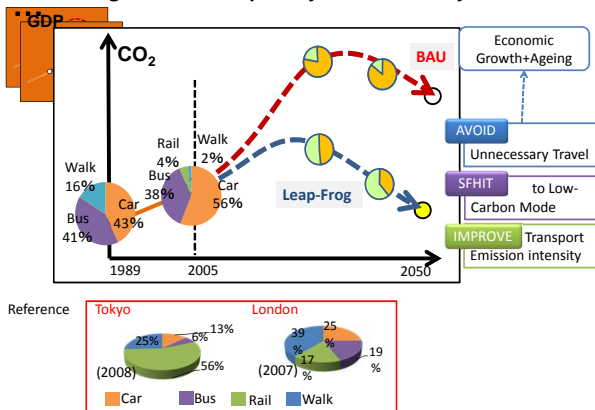
Slower than walkers in Sukunvit, Bangkok



Photo by Hayashi(1993)



Visioning Future Transport Systems with Key Indicators

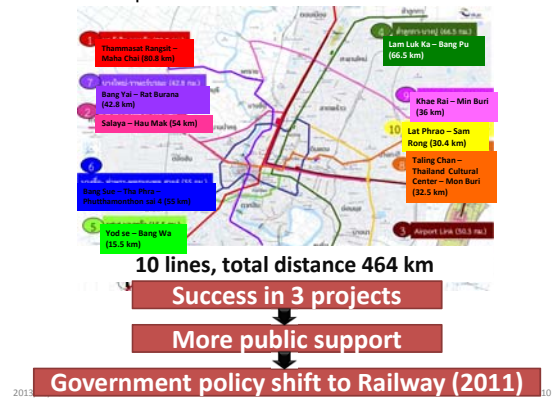


Policy/technology options (CUTE Matrix)

Strategies	AVOID	SHIFT	IMPROVE
Means			
Technologies	<ul style="list-style-type: none"> Transport oriented development (TOD) Poly-centric development Efficient freight distribution 	<ul style="list-style-type: none"> Railways and BRT development Interchange improvement among railway, BRT, bus and para-transit modes Facilities for personal mobility and pedestrians 	<ul style="list-style-type: none"> Development of electric vehicles Development of biomass fuel "Smart grid" development
Regulations	<ul style="list-style-type: none"> Land-use control 	<ul style="list-style-type: none"> Separation of bus/para-transit trunk and feeder routes Local circulating service Control on driving and parking 	<ul style="list-style-type: none"> Emissions standards "Top-runner" approach
Information	<ul style="list-style-type: none"> Telecommuting Online shopping Lifestyle change 	<ul style="list-style-type: none"> ITS public transport operation 	<ul style="list-style-type: none"> "Eco-driving" ITS traffic-flow management Vehicle performance labeling
Economy	<ul style="list-style-type: none"> Subsidies and taxation to location 	<ul style="list-style-type: none"> Park & ride Cooperative fare systems among modes 	<ul style="list-style-type: none"> Fuel tax/carbon tax Subsidies and taxation to low-emissions vehicles



Mass Rapid Transit Master Plan in 2020



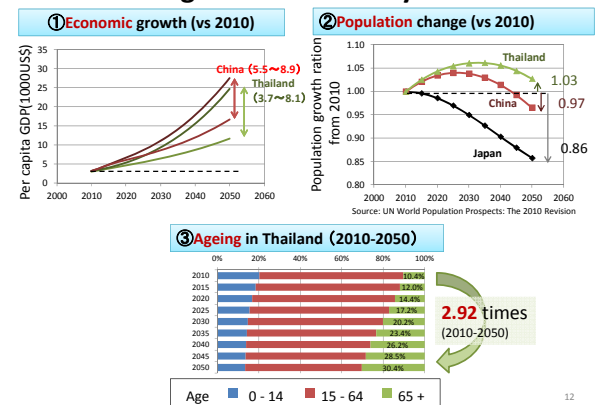
Socio-Economic Vision

Visioning Future Society in Asia

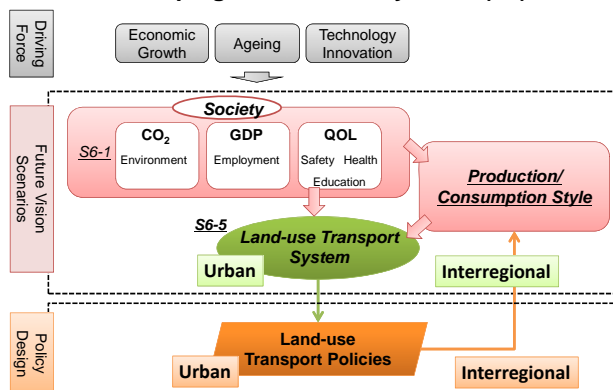
	Aggressive Growth (Efficiency Demanding)	Moderate Growth (Sufficiency Seeking)
Society	Economically Developed	Socially Matured
Environment	More Technological Approach for Solution	More Behavioral Approach for Solution
Employment	More Full-time Employment	More Flexible Working Style
Education	More Education for Career Development	More Education for Social Responsibility
Safety	More Technology-based Protection	More Community-based Protection
Health	More Medical Treatment Reliance	More Precautionary Health Care
Production Style	Efficiency-Oriented Mass Production	For Local Consumption
Lifestyle	Work Oriented	More Social Activities
Travel Purposes	<p>Working Age</p> <p>Business: 14%, Commuting: 42%, Private: 26%, Shopping: 17%</p> <p>TOKYO (2008)</p>	<p>Elderly</p> <p>Business: 8%, Commuting: 9%, Private: 46%, Shopping: 36%</p> <p>TOKYO (2008)</p>

Driving Force

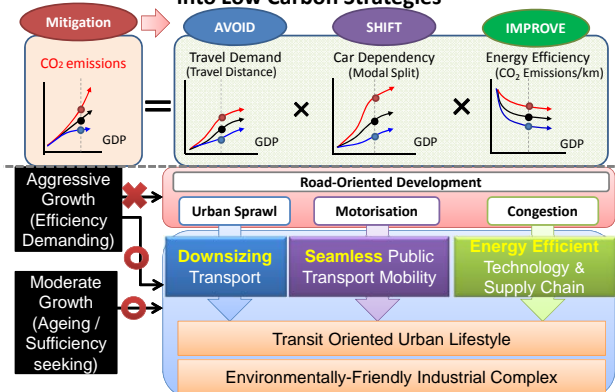
Driving Forces of Society in Asia



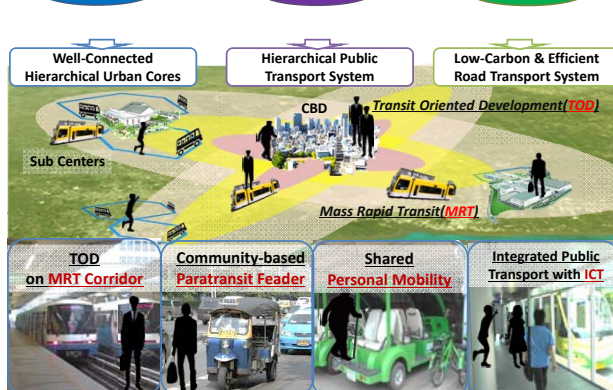
The Framework of Backcasting Approach to Developing Low-Carbon Systems (S6)



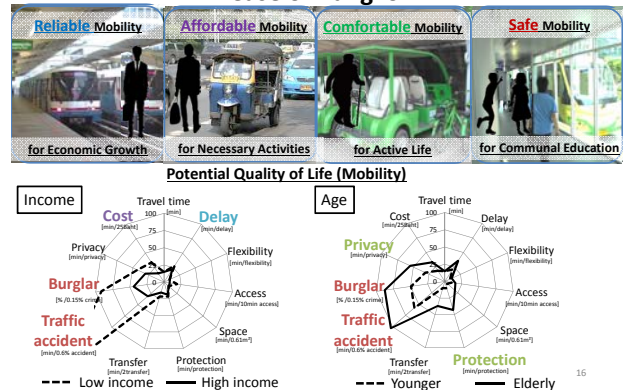
Urban Vision Decomposing the Vision(Target) of Urban Transport Systems into Low Carbon Strategies



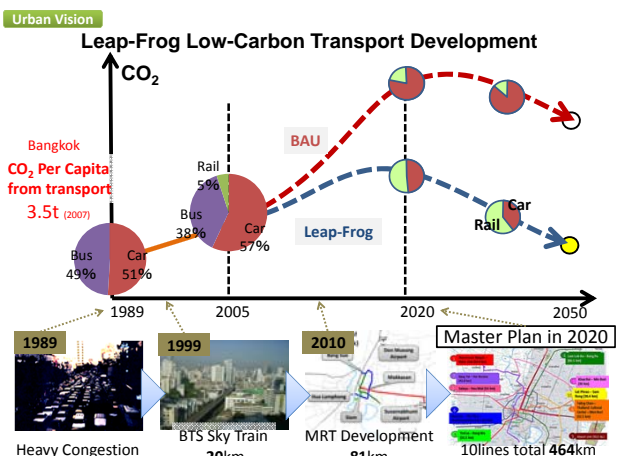
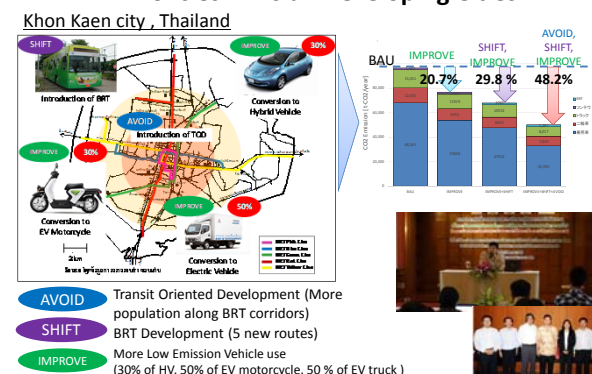
Urban Vision Proposing Vision: Hierarchically Connected Compact City



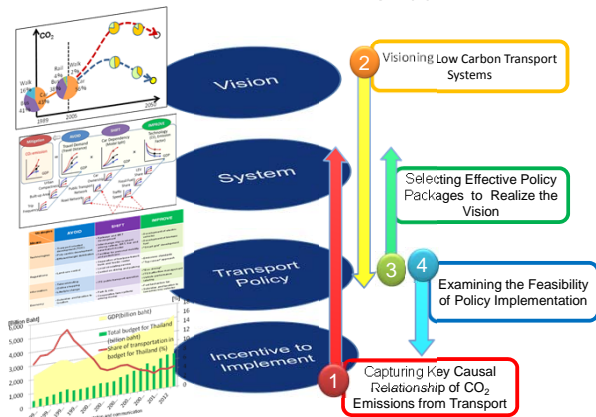
Urban Vision Examining Quality of Life (Mobility) - Case of Bangkok -



Urban Vision Inclusion of the Low-Carbon Transport Vision in Policies in Asian Developing Cities

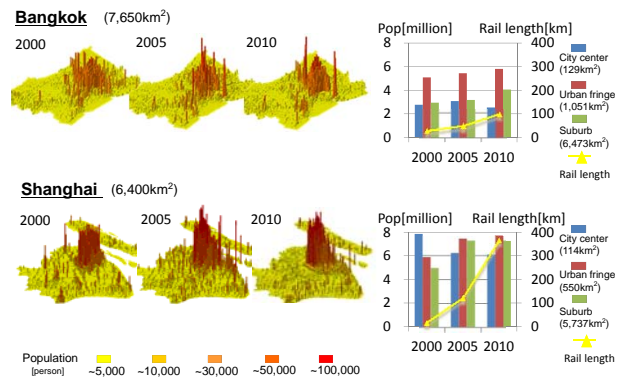


Steps of the Backcasting Approach



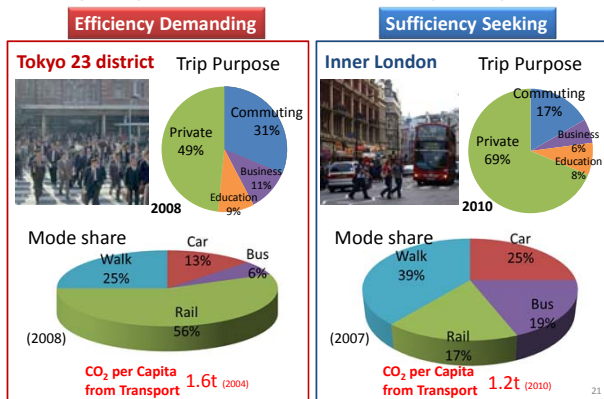
1

Changes in MRT Networks and Urban Forms



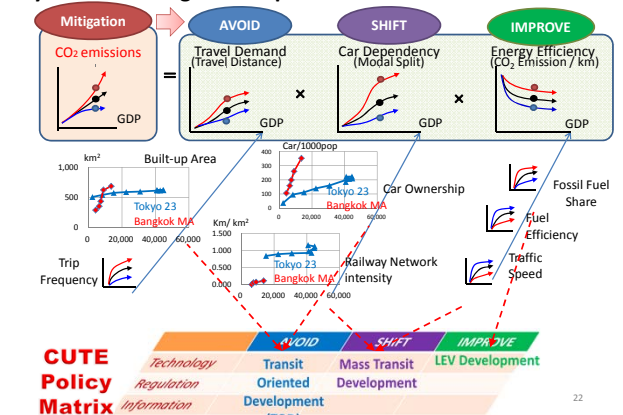
Urban Vision

Targeting Low-Carbon Urban Transport Systems



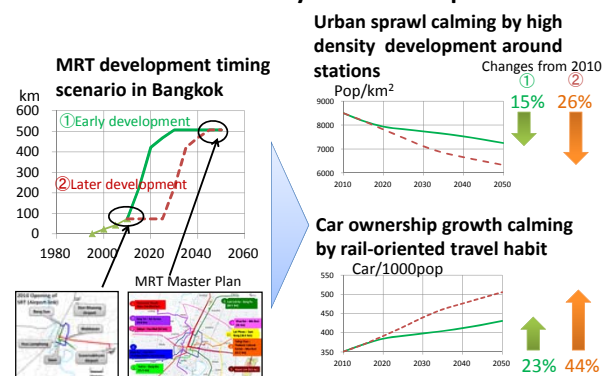
Urban Policy Roadmap

Dynamic Tracking of Transport Related Emission Mechanism



Urban Policy Roadmap

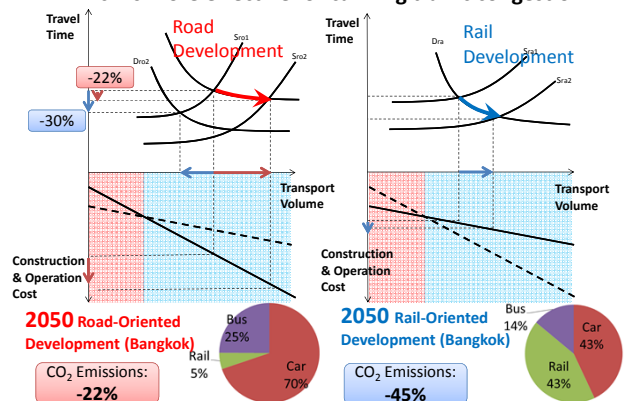
The Effects of Early MRT Development



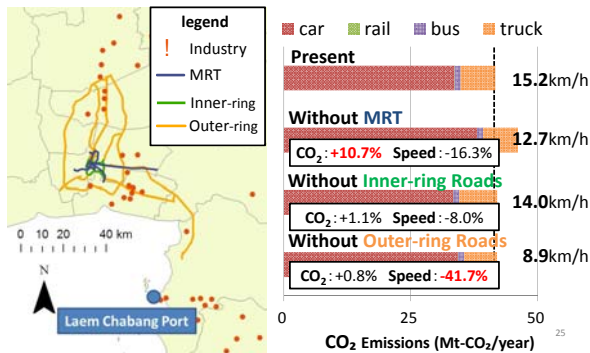
Urban Policy Roadmap

Road vs Rail

: which is more effective for calming traffic congestion

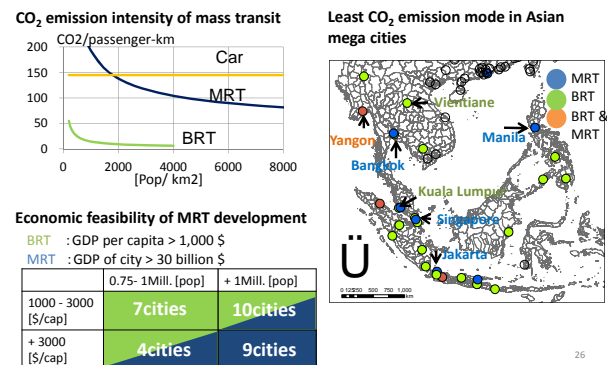


Interregional Vision

The Effects of Integrated Transport Systems on Traffic Congestion and CO₂ Mitigation

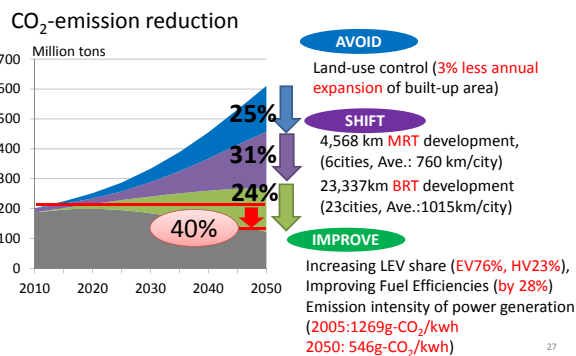
Urban Policy Roadmap

Identifying Low-Carbon Transport Modes in ASEAN



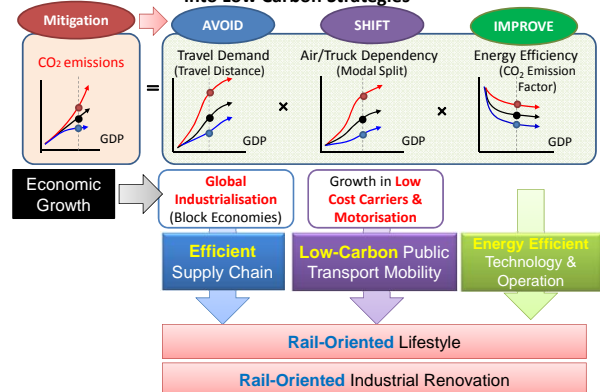
Urban Policy Roadmap

The Roadmap for Low-Carbon Urban Transport Development in ASEAN Megacities



Interregional Vision

Decomposing the Vision(Target) of Interregional Transport Systems into Low Carbon Strategies

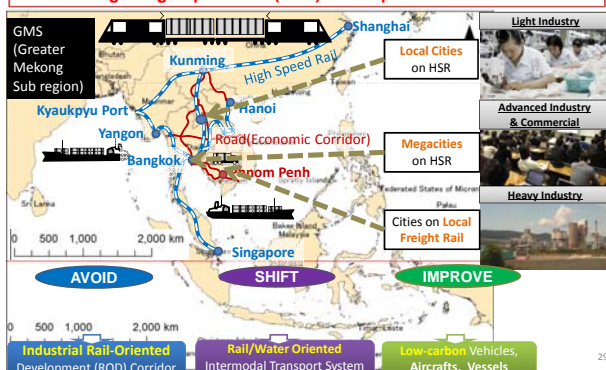


Interregional Vision

Proposing Vision:

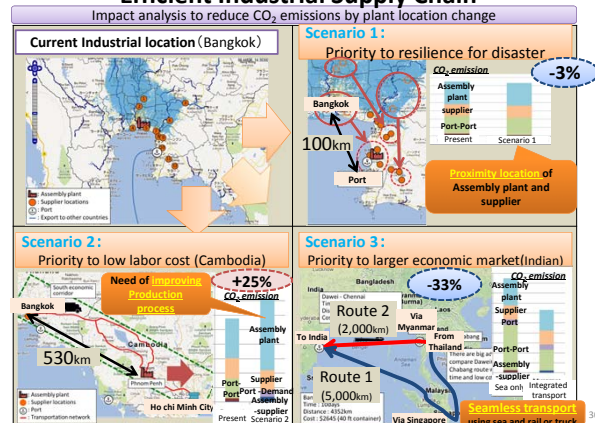
Mainstreaming Rail and Water in Interregional Transport

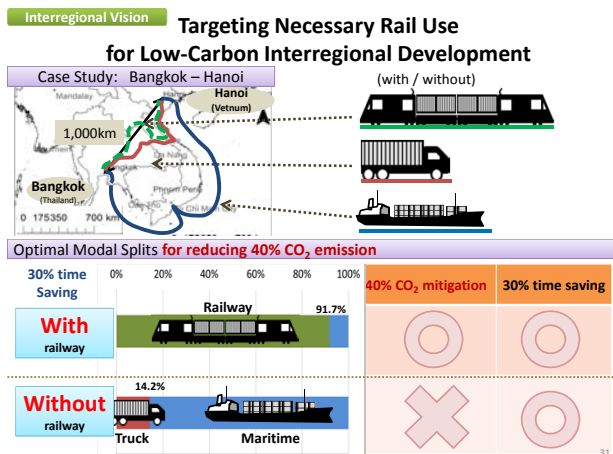
Inland Freight High Speed Rail (HSR) Development between Port Hubs



Interregional Vision

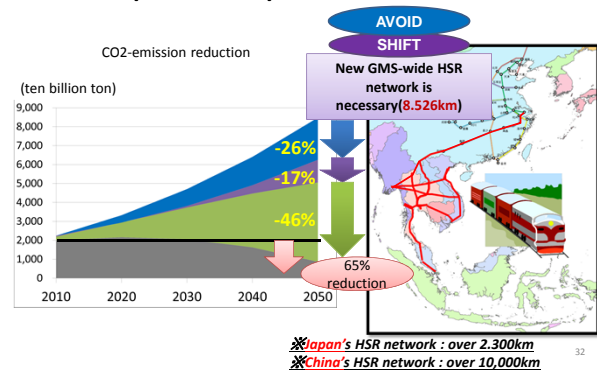
Efficient Industrial Supply Chain





Interregional Policy Roadmap

The Roadmap for Low-Carbon Interregional Transport Development in ASEAN and China



Conclusions

Findings

- Hierarchical Compact City and Mainstreaming Rail & Water can meet diversifying passenger transport demand and growing freight transport demand in GMS.
- 40-60% CO₂ mitigation is achievable by early urban transit development and HSR development in GMS.

Policy Implications

- Leap-frog is required to shift from high-carbon road-oriented mobility and supply chain to transit-oriented urban lifestyle and rail-oriented industrial development in Asia.
- Drastic reforms of life-style and production process should be induced by transport reform.

33



森口祐一（東京大学）



林良嗣（名古屋大学）



左：座長 蟹江憲史（東京工業大学）



右：Heinz Schandl
（オーストラリア連邦科学産業研究機構）



Werner Rothengatter
（ドイツ カールスルーエ工科大学）



廣野良吉（成蹊大学）

■ 各コメンテーターからのコメント

○ Schandl コメンテーター (CSIRO)

- ・いまの 2 つの発表について感想を述べたい。第一は、モデル利用が増えたということ。経済と自然資源の利用についてモデルで計算するようになった。いまは資源やエネルギーや排出量、汚染をモニタリングできるようになり、分析能力も高まった。そして、これらが経済にどのような影響があるのかを分かるようになった。様々な結果がモデルから示されるようになり、その結果、社会・経済のトレンドは一方方向に向かっているように見えるが WIN-WIN で二重の配当が得られるようになった。これで、グリーン経済への投資も呼び込めるような状況になった。2020 年、2040 年、2050 年を見た際に、雇用や経済成長も望むことができる。人間としての生活も快適になり、良いことだと考えた。

○ Rothengatter コメンテーター (Karlsruhe Institute of Technology)

- ・第一に、いくつかのシステムの統合についてお話ししたい。CO₂ を大きく減らすためにはシステムを見る必要がある。運輸も様々なシステムでできており、リサイクルというチャンスも考える必要がある。あらゆる政策が全体の目標に寄与するが、それをいかに統合し全体政策を作るのが重要である。
- ・運輸と土地利用の統合は戦略には欠かせない。土地利用で前提は異なる。土地利用の在り方で人の移動の方法は大方決定する。伝統的な都市の発達の在り方は、中心はたくさんあり、郊外の中心もたくさんあるというシステムである。1つの中心ではない、多軸型ということが重要である。郊外も開発の軸と考え、郊外も開発し土地利用もそれに合わせて変えると、公共輸送手段に適切な利用のチャンスが生まれ、人々に便利だと感じてもらえるようになる。また、輸送システムのなかでは、高速鉄道はよいことで大量の輸送が可能であるが、それだけではない。1つの大都市なかをみると、その中にも効率的な大量輸送が必要で、それは高速鉄道とつながっているべきである。パリとウィーンの間には高速鉄道があるが、それぞれの都市内にも公共輸送がありうまく全体としてつながっている。カールスルーエーでは、都市内の交通と都市間交通の列車が、同じプラットフォームに並んでいる。
- ・高速貨物鉄道網の整備の必要性が指摘されるが、それだけではなく、高価なものや小型なもの以外を運ぶ従来型の貨物鉄道も必要である。更に、貨物輸送能力を拡充して高速化しモーダルシフトを行うには課題がある。実際、輸送コストの 40%は鉄道に掛かっており、技術や組織だけでは解決できない。たとえば、インターチェンジでトレーラーは道路から入り鉄道につなぐが、これはクレーンではできない。プラットフォームがあることで解決できるのである。
- ・また、統合的な輸送システムを作るためには、全体の組織化が必要であり、技術だけではなく全体的な解決策が重要である。製造業と物流の間で協力と統合を行うということである。世界中での製品の普及は交通網に左右される。世界中の物流の 90%は、メーカ

一側の意思決定により決定するといわれている。物流網の効率化には、企業の協業が必要である。更には、産業界と物流手段の提供者間の協力、つまりシステムレベルでの統合が重要である。

- ・輸送システムの改善には、技術レベルの協力も必要であるし、組織化、市場参加者が行動を変えようとするモチベーションが必要である。京都議定書の後の段階に進むためにも、新しいモチベーションが必要である。

○ 廣野良吉コメンテーター（成蹊大学）

- ・S-6 のアドバイザーを務めている。私自身はアジアの大学で教えたり、国連、ADB の職員や IGES の顧問も務め、アジアの視点から考えるということを行ってきた。そこで、次のことを考えてほしい。
- ・日本も先進国であり成熟国である。一方、アジアの国の大半は発展志向が強いということである。
- ・もう 1 点は、グローバリゼーション競争。グローバリゼーション競争とは貿易や金融の自由化である。グローバルな競争には、安い価格の提供が重要であり、そうすると資源の需要が拡大するため、CO2 の排出量が増えていく。中国の政策が本当に良ければ、CO2 は減るはずであるがそうではない。
- ・低炭素社会の構築をアジアの観点から考えるのであれば、従来言われることなく、アジアの視点を入れていただきたい。アジアの国々は、技術革新度合いも少ないいろいろな問題を抱えている。ただし、日本の電子工業を見ても、その 50% は海外生産である。アジアはいわゆる先進国の多国籍企業の技術の移転に適している。アジアへこれに移していくには、企業の努力を支援する政府政策が必要である。安倍内閣の政策には、環境面の政策支援も入れていただきたい。
- ・また、産業政策も非常に重要であり、資源の集約は重要である。資源の節約とリサイクルは重要である。残念ながら、アジアの国々は化石燃料に補助金を出している。そうしなければ政治が持たないためである。アジアには貧困家庭が 3 億から 4 億人いる。この人たちには節約は当たり前でそうしなければ生きていけない。先進国の方が食料破棄量などが多いように、先進国で資源集約に向けた取り組みを進めていく必要があり、森口先生のご指摘のデカップリングをさせなければならない。
- ・アジアの国々では、社会政策の中でも特に経済政策が重要である。アジアは環境政策が重要なことは分かっているが、政権の優先順位は高くない。このようなものには、国際協力が必要である。様々な条約や仕組みを使い、途上国を支援することが重要である。
- ・最後になるが、これまで国際会議を行いすぎている。年間 1 万 2 千回、国際会議を行っている。意味のある会議を行うために、この指とまれ方式でできる国から進めることが必要である。そういう意味で、私は武蔵野方式を提案したい。武蔵野方式とは 1976 年からの自治原則であり、私は TAPes（Transparency、Accountability、Policy、Planning、

Participation、Partnership、Empowerment、Efficiency、Effect、Equity) の観点が重要だと考えている。武蔵野原則のおかげで、武蔵野市は、もっとも豊かな町となった。このようなエビデンスに基づいて評価を行う必要性がある。途上国の課題を途上国の目から見て先進国が行っていることをどう改善すべきかを考えるべきである。

■ 質疑応答

○ 片平エンジニアリング・インターナショナル 戸田様

JICA の事業で、ラオスのビエンチャンでバス公共交通を改善する仕事に関わっている。森口先生と林先生のお話に興味を持って聞かせていただいた。3つ質問がある。

- ・1つは、林先生チームが構築している鉄道普及による CO2 削減モデルには、森口先生がおっしゃっていた産業のなかの資源生産性の観点を含んでいるのか。
- ・もう1点。ビエンチャンの人口は70万人である。地下鉄などを導入する際には100万人以上が目安とされているが、LRTや鉄道を入れるタイミングはどのあたりになるのか。
- ・最後に廣野先生へ。アジアの低炭素化を進めるために最も重要なものは資金だと思われるが、資金援助はどうしたらよいか。

○ リコー 掛川様

今月末にシンガポールで開催される国際会議や、現地でのケーススタディに参加してくるので、このシンポジウムは参考となった。

・今のお話のなかに、高齢化対策の視点が入っているという懸念がある。日本の高齢化対策では、東京都心部に出てきて仕事をするという都市で働くことを前提にしている。しかし、現状の是認ではなく、高齢者が自宅の近くで仕事をする、女性が自宅の近くで働くなど、人々の移動の仕方ではビジネスモデルが変わることはどこに含まれるのかという点が疑問である。

・2013年9月に国連グローバル・コンパクトとアクセンチュアが合同でCEO調査を行っている。その報告書では経済の低迷を受けると、環境がビジネスにつながるといった、ある意味での積極的な生き残り戦略として取り組みではなく、投資対効果をしっかりみなければいけないということが示された。たとえば自治体の方を説得する場合など、投資対効果という説得力のあるお話があるとよい。この点を含めていただきたい。

○ 鈴木基之先生

・アジアの場合には、国により1人当たりのGDPには差があるがすべてが右肩上がりである。日本、韓国、マレーシア、タイ、中国のように急成長している国に比べ、ようやく1000ドルを迎えた国など様々ある。GDP 当たりにデカップリングするという話はあるが、これはすべての国で西洋諸国と同じように一人当たり40000ドルの社会を目指すということな

のか。もしそうなればアジアはどうなるのかという基本的なことを考えたい。

・また、リープフロッグとして 1000 ドルから 10000 ドルにたどり着き落ち着くとすれば、GDP がそこで落ち着くという根拠は何になるのか。つまり、幸せ度は GDP で表さなくてはならないのかということ。アジア低炭素社会を描く際に、ただ成長と CO2 の削減を描くのでは物足りない。パラダイムの転換が必要になるのではないか。

○ 森口発表者からの応答

- ・ Schandl 先生からモデルのキャパシティが上がってきているというお話があったが、進展があったと思う。数量化しやすいところはモデル化ができてきた。しかし、数量化ができない部分、幸せ度や human wellbeing ヘデカップリングでも踏み込む必要性がある重要性は認識している。
- ・ 高齢化社会への対応は、明示的には取り上げていないが、寿命の話をした。建物の寿命の話も物理的には対応年数を増すことができるが、社会的な対応年数の方の変化が大きい。社会の変化が速く、まだ寿命としては使えるのに使えなくなっている。そういった意味で、これまでの先進国の発展の仕方は十分ではなかったところがあると考えられる。社会の変化を織り込んだうえでものを作らなければならないということは織り込まなければならない。
- ・ ライフサイクルの話で、中国において鉄道の高速鉄道に関する資源投入に伴い CO2 排出量がどれぐらいで元が取れるのかというケーススタディにも取り組んでいる。
- ・ 資金の話は、方策の 9、10 にかかわるところかと思う。

○ 林発表者からの応答

- ・ Rothengatter 先生からご指摘いただいたシステムの統合、地域間交通の連結については、段階を置いて計算を行おうとしているところである。
- ・ 廣野先生の技術革新、技術移転、国際協力が必要だという点について、我々はバンコクについて非常に詳しく調査をしている。また、ジャカルタは 15 年前のバンコクと同じ状況に陥っている。そこにどのようなトランスファーができるのかを検討している。
- ・ 戸田様からのご質問。一人当たりの GDP が 5000 ドルくらいになると自力でできる力が出てくるが、それまでの間に何ができるかと言えば、Value Capture が非常に重要である。日本が鉄道を開発できた理由は、周辺の土地に波及する地価の値上がり分をうまく吸収しながら行ったという点である。例えば、10%ほどを Value Capture とすれば、30 年後から建設することといまから建設することは同じになる。つまり、金利分を Value Capture で補うということである。土地制度は各国難しい点があるが、これを私はお勧めしたい。
- ・ 高齢者についてのご指摘は鈴木先生からご指摘いただいた点とも重なる。最終的には QoL の指標を数値化しようと考えており、現在は、年齢ごとの QoL を指標化しようとしている。どのようにそれを表示するのかは検討中であるが、最後には CO2 と同時表記をした

い。

○ **Schandi コメンテーターからの応答**

- ・高齢化社会や男女の平等について。女性の社会参加を向上させることは重要で、多くの国で問題となっている。長い間就労を続けられることと、労働参加率を高めることの両方の施策が必要である。これは、社会の人口動態を考えながら行うべきである。

○ **Rothengatter コメンテーターからの応答**

- ・資金調達の問題について指摘したい。これが重要なので、あと 20 年後に行いましょうと言うのは簡単である。しかし、資金の手当てとその資金手当てを一定期間続けることは難しい。ライフサイクルを通じて、ネットワークの開発を通じて、高齢化のなかで資金を調達し続けられるかということである。高齢化とは、資金が出せる人が全体で減ることである。そうすると、雇用を維持し増やすことが重要になる。
- ・欧州でも運輸インフラに投資過剰になっている。高速化に投資をすることは、以前はよかった。しかし、それを維持することが資金的に難しくなっている。アジアではコンセプト作りと同時に、今と将来の資金的な手当てについて検討することが重要である。

○ **廣野コメンテーターからの応答**

- ・アジア各国で経済成長が進み、中産階級が増えてきている。中産階級がどこにお金を落としているのかという点が非常に重要であり、その動員の仕方が重要である。必ずしも、政府の ODA だけで行う必要はない。
- ・鈴木先生にご指摘いただいた点。電話を例に挙げると、固定電話はインフラに非常に膨大なお金がかかるが、携帯電話が登場し、それがアフリカの民主化や男女平等に役立った。経済の発展の過程で、新しい技術が社会的な面でのリープフロッグをもたらす。これにより非常に大きな変化がもたらされる。日本も、これからはモデルで細かい計算するだけではなく、広い側面からの研究が必要である。

2℃目標に向けた中国のエネルギー展開

中国发展改革委員会 エネルギー研究所
Kejun Jiang



From 1993, Kejun Jiang began the research on climate change relative to energy policy analysis, which focus on energy technology policy assessment, energy supply policy assessment, renewable energy development and energy conservation. Started from 1994, have worked on Integrated Assessment Model(IAM) development for energy and GHG emission scenarios, policies, focusing on China and global analysis. At present He is mainly working on policy assessment for energy and environment policy assessment by leading Integrated Policy Assessment Model for China(IPAC) team. Major focus includes energy and emission scenarios, energy policy, energy system,. energy market analysis, and climate change, local environment policies and international negotiation. Started from 1997, worked with IPCC for Special Report on Emission Scenario and Working Group III Third Assessment Report, leader author for IPCC WGIII AR4 Chapter 3, and leader author for GEO-4 Chapter 2. Now he is CLA in WGIII of IPCC AR5, LA for IPCC AR5 Synthesis Report, and author for UNEP Emission Gaps. His recent research projects include energy and emission scenarios for 2030, low carbon emission scenarios up to 2050, assessment on energy tax and fuel tax, potential for energy target in China, development of Integrated Policy Assessment model etc., He got his Ph.D in Social Engineering Department of Tokyo Institute of Technology.

Globally 2 degree target by 2100 was confirmed in the international negotiation process in recent years. The remained question is whether this target is feasible or not by thinking slow progress in last decades even though Kyoto Protocol set up targets by 2010. The IPCC called research teams on modeling to analyze the possible pathway, policies options, and cost benefit analysis for GHG mitigation. China's CO₂ emission from energy and cement process already accounts for nearly 24% of global emission, and the trend is expected to keep increasing. The role of China in the global GHG mitigation is crucial. This paper presents the scenario analysis for China's Energy System in the background of global 2 degree target, and discussed the feasibility for the lower CO₂ emission scenario in China. The finding says it is possible for China to limit CO₂ emission, reach emission peak before 2025, which make the global 2 degree target feasible, in Which energy system development is a key. And recent progress of key technologies, availability for further investment on low carbon, policy implementation make it much big possibility for China to go to low carbon emission development pathway.

Previous studies on emission scenario shows that it is possible for China to peak CO₂ emission by 2030 if strong policies are adopted, and with a relatively high cost. Peaking CO₂ emission before 2025 is a very big challenge for China. Modeling study by IPAC on the 2 degree target said it is also still possible for China to peak CO₂ emission before 2025, but several pre-condition are needed, including optimazing economy development, further energy efficiency improvement, enhanced renewable energy and nuclear development, CCS etc.

Rapid increase of energy intensive products output in last several years is major driving force for fast energy demand growth. Energy intensive industry consumed more then 50% of energy in China, and accounts for more than 70% newly increased power output. Further trend of energy intensive industry is a key factor for energy and CO₂ emission in China. Development of energy intensive industry should be limited. The quick change in the pattern of economy development, means much high social energy conservation rate. Scenario analysis shows many energy intensive products outputs will reach peak before 2020, with a much slower growth rate compared with that in the 11th Five Year Plan, and therefore will significantly change the pathway for energy demand and CO₂ emission. This would happen ether through positive policy action to optimize economy structure change, or passively by market over supply, we saw output of many raw material and final consumption good are around half of global output. Rate for infrastructure increase is large enough to support economy development and residential demand in China even though high GDP growth rate, income increase rate and urbanization rate. Export was one of the major driving force

for energy increase, however we do see the large share of Chinese products in the global output, which shows limited space for further increase of the share.

Energy efficiency should be further promoted. During 11th Five Year plan, energy efficiency has been improved significantly. By reviewing what happened in energy efficiency in 11th Five Year Plan, comparing with energy conservation effort in last several decades, and effort in other countries, China now is making an unprecedented action on energy conservation. Energy conservation policy was set as one of national top policies. Energy intensity target was one of key indicator for local government official. Frequency of policy making on energy saving is extraordinary high, which could be seen from policies announced by national government from middle of 2006 to middle of 2008, with a rate one policy per week. A policy framework was well established in 11th Five Year Plan on energy conservation. Such kind of policy circumstance provide well basis for energy efficiency improvement in 12th Five Year Plan and after. Much more specified policy and action on energy efficiency could be implemented such as quick moved higher energy efficiency standard, market based mechanisms, higher building energy code etc. Target is to make China's energy efficiency in major sectors to be one of the best by 2050 to 2030.

China is a now a leading country in new energy and renewable energy. By 2011, installed wind power capacity is 62.7GW, with an increase of 18GW in 2011 which is two third of global newly installed capacity in 2011, and annual growth rate from 2008 to 2011 is higher than 60%. Based on the planning in China, by 2020 renewable energy will take 15% of total primary energy, which include renewable energy not included in national statistics of energy.

In the global 2 degree scenario, power generation from renewable energy could reach 48% of total power generation, leave only 17% for coal fired power generation. Installed capacity for wind solar and hydro is 930GW, 1040GW, 520GW respectively by 2050.

And another key factors is increasing of natural gas use in China. In the enhanced low carbon scenario, natural gas use will be 350BCM by 2030, and 450BCM by 2050. In the 2 degree scenario, natural gas would be around 480BCM by 2030, and 590BCM by 2050. Together with renewable energy, leave coal use in China by 2050 to be lower than 1 billion ton.

For CO₂ emission, Carbon capture and storage could further contribute CO₂ emission reduction. China has to use CCS in the case of large amount of coal use for next several decades. Even with the enhanced low carbon scenario, there will be around 1.8 billion ton coal used by 2050. CCS is essential for China to go to deep cut after 2030. Even though CCS is not yet get into commercial market, and still high cost. However based on the study IPAC team involved for CCS implementation in China, in the Enhanced low carbon scenario(ELC) adopted CCS as one of key mitigation options.

Technology progress is a key assumption for low carbon future in China. The cost leaning curve for wind and solar and many other technologies is much stronger than model used. For example, cost for wind power generation has decrease more than 40% in last two years.. And now in the coastal area, power generation cost for some wind farm already can compete with coal fired power plants.

The progress for end use technologies also move faster than model assumption. Electric appliance such as LED TV, higher efficiency air conditioner, high efficiency car etc., already have higher penetration rate by 2011 then model assumed. If policy is right, lower energy demand in the 2 degree scenario much feasible by 2020 and after.

In the meantime, rapid GDP growth rate provide strong support for low carbon development in China. In 11th Five Year Plan period(2006-2011), annual GDP growth rate is 11.2%. But it is 16.7% annual growth rate if calculated based on current value. It is expected by 2015, GDP in China could reach 75trillion Yuan(in current value. The investment need in all modeling study is much small compared with GDP, normally it is smaller than 2 to 4%. If think about the investment in China, new and renewable energy is one of key sector to be promoted in China inside government policies and planning, there could be much more investment on renewable energy in future, even though China already is the biggest country in the world for renewable energy investment in 2011.

It could be concluded there is big potential for China to go to low carbon future, and it is feasible for China to reach peak of CO₂ emission before 2025. Technology progress, large amount investment on renewable energy, strong policies with extension from that in 11th Five Year Plan, could provide key support factors.

講演 2

Energy Transition in China towards 2°C Global Target

Kejun Jiang, Energy Research Institute(ERI), National Development and Reform Commission, China

- ・化石燃料の燃焼は中国の GHG 排出量の 85%を占める。従って、将来の排出量を推計するにあたり、低炭素社会・低炭素経済について定義しておく必要がある。
- ・1994 年から今日まで AIM モデルを京都大学の松岡先生、国立環境研究所の甲斐沼先生などと一緒に進めてきた。現在 IPCC レポートの中国バージョンを作成しており、推計結果は分散状態にあることが分かっている。
- ・コペンハーゲン、カンクン、ダーバンなど UNFCCC COP の決議では 2°C 目標達成のために、2020 年に排出をピークアウトにするなどといわれているが、これは 2060 年以降の排出がマイナスになることを想定している。つまりは、排出をゼロにしなければならない。
- ・2°C 目標を達成するためには **Baseline** からの削減が必要になるが、中国が経済構造・排出源単位・削減オプションとして実現できる選択肢とそれらの要素がどのように貢献していくのかについて考えていく必要がある。
- ・中国が 2020 年から 2050 年の間に排出をピークアウトさせ減少傾向に転じるために、政府に対し、計画をきちんと立て 2°C シナリオのパスをたどるよう説得すべき段階にあると考える。
- ・そのために経済構造最適化政策、エネルギー効率についての政策、再エネの貢献向上についての政策、CCS、ライフスタイルの変革、土地利用変化に関する事項もモデルの中に取り入れ、政策等について考えていかなければならない。
- ・また、その政策を実行していくに当たり、資金がどう回るかについても検討していく必要がある。中国はコストが高くなる施策を嫌煙する傾向があるが、政策を検討していくに当たり、対策コストを支払う能力があるのかについても考えなければならない。
- ・強化低炭素シナリオでは、大気汚染対策等が正しく実施されれば、2015 年には石炭使用量がピークになると予測している。
- ・原発をはじめとする非化石燃料の割合をどの程度増やせるかについては多くの議論の余地がある。石炭火力発電がこれまでは多かったが、天然ガスコンバインドサイクル、原発、超超臨界などが活用可能かどうかについても検討する必要がある。中国では、2012 年には石炭火力の発電全体に占める割合は減少してきている。化石燃料以外の燃料を使った発電は 2050 年には全体の 70~75%程度になると考える。これは原発によって左右されるところが大きい。原発の規制については見直しが行われており、未だ政府の議論の途上にある。

- ・ CCS についても議論が分かれている。北京の中心部には石炭火力発電所が多くあるが、大気汚染防止法によりそれを天然ガスのコンバインドサイクルに変える計画がある。電力会社が CCS を導入することを目指しフィージビリティやコストについての調査を行っている。
- ・ 現在 2°C 目標に向けてのロードマップを作っているが、これを 12 月には発表する予定である。なぜ CCS が中国で重要となるのか、CCS のデザインについても提示する次第である。
- ・ 北京では、大気汚染が非常に深刻であるが、現在厳しい目標を設定し大気の質の改善に取り組んでいる。ブラックカーボン、水銀、PM2.5 に対して規制の実施と調査が行われているが、同時に低炭素社会の実現も図っている。大気の質を改善することは、低炭素化にも非常に大きく貢献する。2017 年までに石炭の利用をピークアウトできるような取り組みを検討している。化石燃料の利用を減らしていくために何が必要なのか、どのような代替が可能なのか、どのようなコストで実現可能なのかといった具体的な計画が必要となってくる。北京においては 10 億のコストが必要という試算結果が出た。それぞれの火力発電所に資金を提供し、切り替えを指示しました。その他の天然ガスなどの火力発電所も助成金を受けています。老朽化した施設を切り替えていく施策が求められるが、北京では政府が発電所に 14 セント/kW 助成金を出し、コストを負担することによってある程度の成功を収めている。今後さらに、どのような政策で切り替えを行うというのが重要な問題となってくる。北京の状況については、昨年、低炭素社会に向けた研究が終結しました。また、新しい政策も先月出されました。
- ・ 天然資源の利用を増やすことを検討していく上で、システム全体での見直しが必要となっている。石炭の使用量をどのようにして削減していくのか、それによってどのような効果が期待できるのかについて検証していく必要がある。その効果を政府が確約することにより、都市部がその方針に同意しやすくなる。1 月に、再生可能エネルギーの普及に関する第 12 次五カ年計画が発表された。この当初の計画では、2015 年までに太陽光エネルギーによる発電で 20Gwh を担うと示されたが、翌月にはそれを 35Gwh に改定した。これは、政府の予想を上回る速度で再生可能エネルギーの導入が進んでいることを示している。
- ・ 技術の大幅な進歩により、特に照明の技術においては LED の価格を CFL と同程度まで下げること成功している。その他、洋上発電、エコカーの普及も進んでいる。
- ・ 大気汚染に関する五カ年計画では、2013 年から 2017 年の期間に大気汚染を 30% 改善するという目標を立てた。しかし、5 年で 30% 改善の実施は難しいとの反発にあい、25% に変更している。この実現のためには、石炭の使用を各地域でどの程度減らすことができるかが鍵となる。北京、天津、河北、長江デルタ、珠江デルタにおいては、いかに石炭利用を減らすかという計画が作成されている。
- ・ よりクリーンな自動車の使用を推進することが必要であり、欧州等よりも厳しい基準を

採用しているカリフォルニアの基準に倣い、高効率の自動車への切り替えが進んでいる。新技術に対しての R&D に関しては、11 次 5 年計画では 11% の GDP 成長率を見込んでいたが、現在の成長率は 16.7% であり、GDP の成長に伴い、低炭素技術等への資金源を担保することができるようになってきた。また、新技術の開発が進むことで GDP の伸び率も上がるという研究もあり、中国は技術開発分野に積極的に参画していきたいと考える。中国は 2025 年までに CO2 排出量をピークアウトし、国際協力や国際交渉の場でも中国が牽引役を果たしていきたいと考えている。



Kejun Jiang

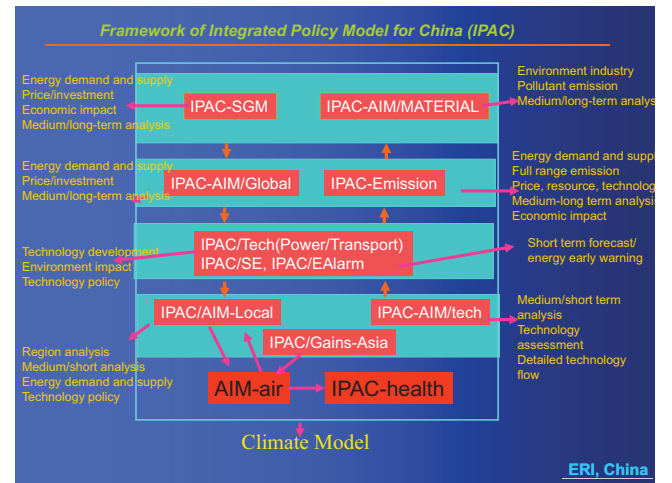
(中国發展改革委員会 エネルギー研究所)

Energy Transition in China in a 2 degree global target

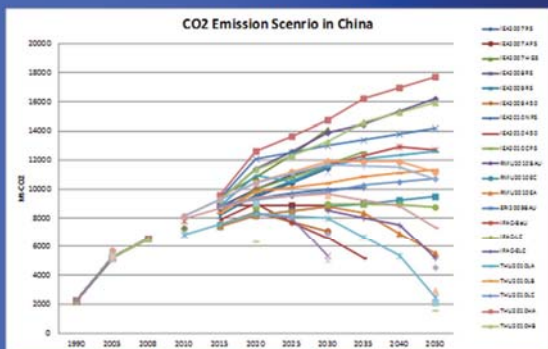
Jiang Kejun

Energy Research Institute, China

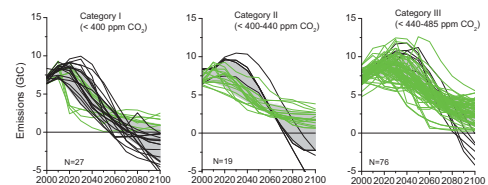
ERI, China



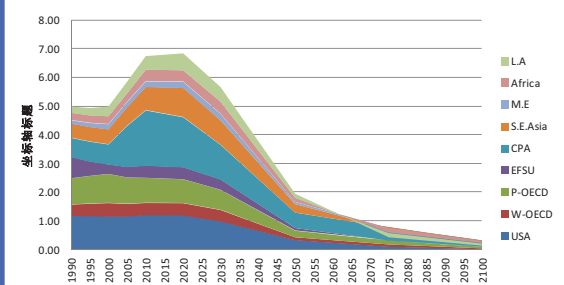
Review for recent CO2 emission scenarios



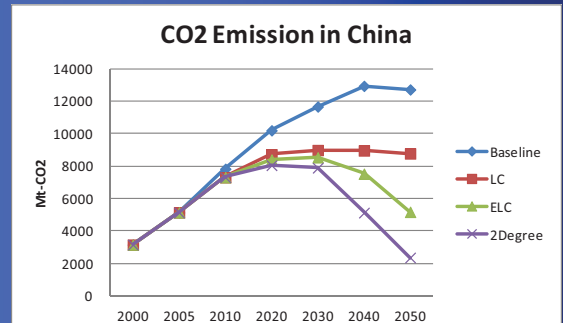
Keyword: Transition – mitigation to reach some climate change targets



CO2



Transformation: CO2 emission, a rapid change

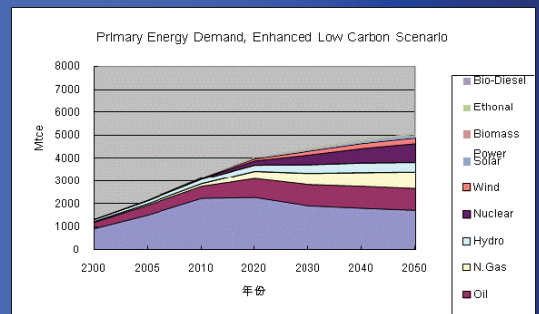


What's the future of China's low carbon policy: key factors

- Economic structure optimization policies
- Energy efficiency policies
- Renewable energy/nuclear power generation oriented policies
- CCS
- Low carbon consumption/ lifestyle
- Land use emission reduction policies: so far relatively poor
- Climate change target: China is key part of that
- Can we pay for it? Cost and benefit

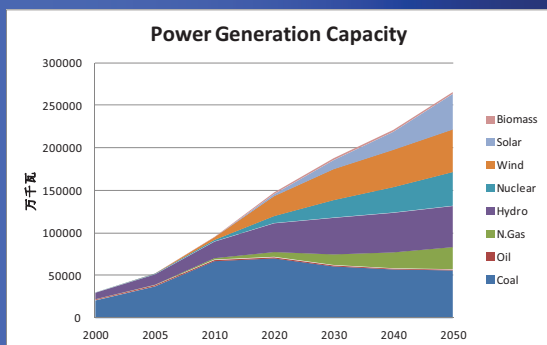
7

Transformation: Energy System

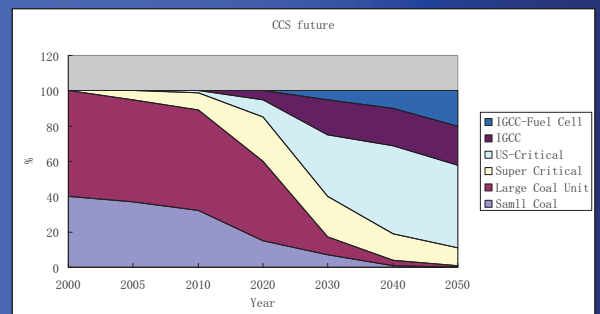


8

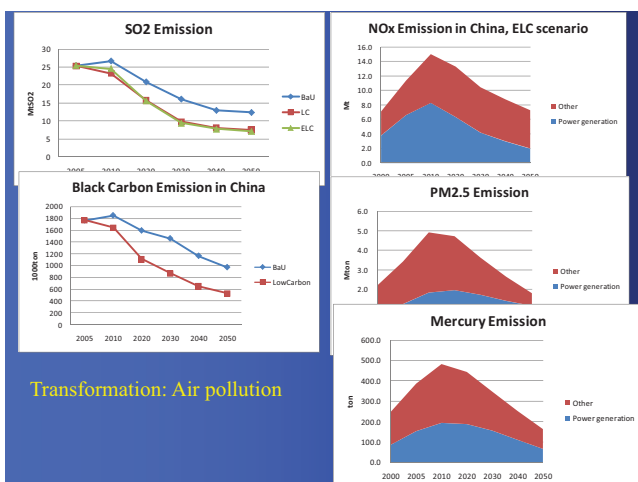
Transformation: Power generation



Transformation: CCS



10



Transformation: Air pollution

Challenges for short term energy system in China

- We are in a rapid change period, energy system need to response right now.
- But it is difficult to make change due to inertia. It could happen in decades in other countries, but maybe 5 to 10 years in China
- Coal peak before 2015? Coal fired power plant peak by 2013?
- Much more natural gas demand
- Energy pricing should be higher, and need public to accept(public education)
- There are still more space for new policies
- It could be a big movement in China's energy system, all aspects

12

The expected big changes in energy system in China

- Coal consumption start to decrease, coal industry should be ready for it, and make own long-term strategy: local manufacture, export/import, security, clean coal use.
- Much more natural gas demand, need to work out for the supply
- Much faster progress on renewable energy, both centralized and distributed
- Grid should be reconstructed to support the system
- Energy price increase, to cover energy environment externality.
- Large scale of nuclear in
- Much lower growth rate for energy demand in China

13

Renewable Energy

- Renewable Energy Planning 2006: wind 30GW, Solar 2GW by 2020
- 2009 Energy Bureau: Wind 80WG
- 2010 Energy Planning: Wind 150 GW, Solar 20GW by 2020
- 2013, the 12th Five Year Plan: 20GW of solar PV by 2015, 150GW wind
- February 2013, 35GW PV by 2015
- Now: Wind 200GW to 300GW, Solar 50WG to 120 GW
- Based on the conclusion from Chinese Academy for Engineering, grid in China could adopt these renewable energy power generation in short term.

14

Transformation: Technologies

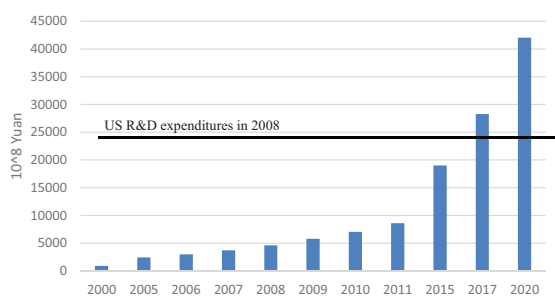


The New Five Year Plan on Air Pollution Control

- From 2013 to 2017
- Target: 30% improvement of air pollution
- A package of policies
- In which: reducing coal use in key areas including Beijing-Tianjin-Hebei region, Yangtze Delta Regions, Pearl River Delta Region
- Clean oil supply for vehicle, upgrade emission standard and oil quality
- Regulation on diffusion on high efficiency cars

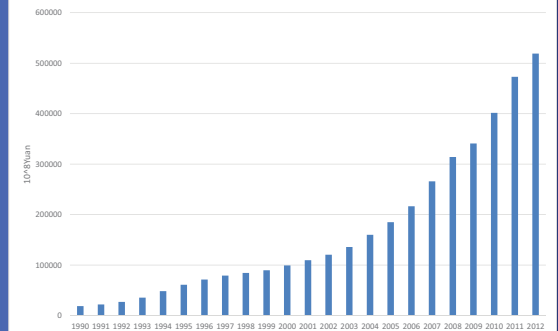
16

R&D Expenditures in China

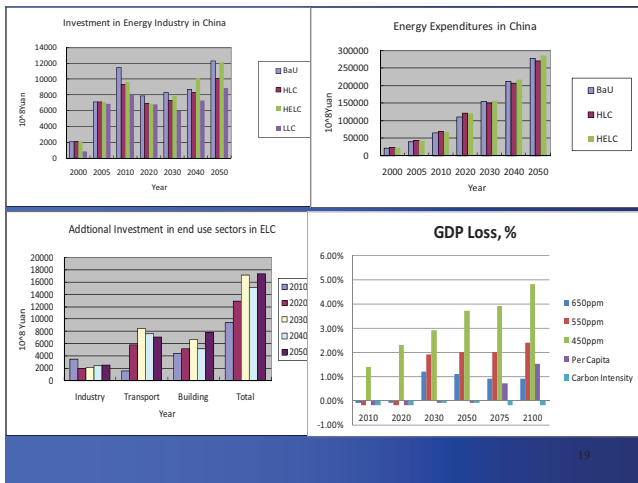


17

GDP in China, current price



18



セッション2

アジア低炭素社会シナリオ



アジア低炭素社会シナリオの開発

独立行政法人国立環境研究所 社会環境システム研究センター
統合評価モデリング研究室長（S-6-1 チームリーダー） 増井 利彦



1997 年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了。博士（工学）。

1998 年国立環境研究所入所。2006 年社会環境システム研究領域統合評価研究室長、2011 年より現職。2000 年より東京工業大学連携准教授。

統合評価モデルである AIM（Asia-Pacific Integrated Model）の開発に携わる。IPCC 第二作業部会第五次評価報告書執筆者。環境省中央環境審議会 2013 年以降の対策・施策に関する検討小委員会専門委員などもつとめる。

多様なアジアでどのように低炭素社会を実現するか？

環境省環境研究総合推進費 S-6（アジア低炭素社会に向けた中長期的政策オプションの立案・予測・評価手法の開発とその普及に関する総合的研究）では、2050 年の世界の温室効果ガス排出量を 1990 年比半減させることを目的として、今後の温室効果ガス排出量の伸びが大幅に予想されるアジアを対象に、どのような施策によって実現されるかについて、定量的、定性的に検討を行った。アジアは、経済発展の段階が異なるとともに、各国の気候や文化、社会も多様であり、さらに各国が抱える事情も異なるため、それぞれの国において導入される気候変動緩和策が異なることが予想される。このため、本プロジェクトでは、アジア主要国に焦点を当てた個別の分析と、世界全体から見た分析の両方から取り組んでおり、本報告は世界全体を対象とした分析の結果を示すものである。

昨年度までに、本プロジェクトでは、個々の研究成果をもとに、定性的な検討結果として「10 の方策」と呼ばれる個別対策を集約したものを報告してきた（表 1）。「10 の方策」では、個別の施策を列挙するだけでなく、個々の施策の実現や効果を高めるために、どのような準備が必要となるかといったロードマップの検討も行ってきた。本報告では、こうした「10 の方策」で提示された様々な対策を世界モデルに組みこむことで、温室効果ガス排出量がどの程度削減されるかを定量的に評価した結果を示す。

表 1 低炭素アジアの実現に向けた「10 の方策」

方策 1：階層的に連結されたコンパクトシティ【都市内交通】	方策 6：地域資源を余さず使う低炭素エネルギーシステム【エネルギーシステム】
方策 2：地域間鉄道・水運の主流化【地域間交通】	方策 7：低排出な農業技術の普及【農業・畜産】
方策 3：資源の価値を最大限に引き出すモノ使い【資源利用】	方策 8：持続可能な森林・土地利用管理【森林・土地利用】
方策 4：光と風を活かす省エネ涼空間【建築物】	方策 9：低炭素社会を実現する技術と資金【技術・資金】
方策 5：バイオマス資源の地産地消【バイオマス】	方策 10：透明で公正な低炭素アジアを支えるガバナンス【ガバナンス】

2050 年のアジア低炭素社会シナリオを描く

基準となる将来のシナリオは、本プロジェクトで検討してきた 2 つの社会像（Advanced Society と Conventional Society）のうち、Advanced Society を対象としている（表 2）。これらの将来シナリオと、10 の方策で示されたそれぞれの個別対策を、世界を 17 の国や地域に分割した多地域応用一般均衡モデル（アジアについては、日本、中国、インド、東南アジア・その他東アジア、その他アジア（主にインドを除く南アジア）太平洋の 5 地域で構成）に組みこむことで、低炭素社会が従来の発展の姿であるなりゆき社会からどのように転換するかを定量化した。分析に用いたモデルの詳細については、Fujimori et al.(2012) を参照のこと。

表2 将来シナリオの概要

	Advanced Society Scenario	Conventional Society Scenario
全体概要	次世代の社会システム、制度、技術等に向けて変革に意欲的・積極的に取り組む社会。	社会システム、制度、技術等の変化に慎重で、社会変革にかかるトランジションコストを気にかける社会。
経済	年平均成長率：3.27%/年（世界） (2005～2050)：4.16%/年（アジア）	年平均成長率：2.24%/年（世界） (2005～2050)：2.98%/年（アジア）
人口	2050年総人口：69億人（世界）46億人（アジア）	
教育	教育の改善に積極的 平均教育年数：4-12年（2005年）→11-14年（2050年）	教育政策の標準的な改善 平均教育年数：4-12年（2005年）→8-13年（2050年）
時間の使い方	多様なライフスタイルが混在するが、仕事やキャリアアップに費やす時間が比較的長い	多様なライフスタイルが混在するが、家族や友人との時間に費やす時間が比較的長い
労働	失業率（2075年に0%を達成）	2009年レベルに固定
政府効率性	比較的早い段階から改善	徐々にゆるやかな速度で改善
国際協力	貿易障壁や海外直接投資リスクの低減	アジア各国の協力関係はゆるやかに進む
技術革新	高い改善率	緩やかな改善率
運輸	高い経済成長率に基づく需要増加	緩やかな需要増加
土地利用	スピーディーで効率的に土地改良を実施	緩やかで、用心深く土地改良を実施

アジア低炭素社会の姿

図1に示すように、Advanced Societyでの2050年のなりゆき社会では、アジア地域からの温室効果ガス排出量は、32GtCO₂eqと2005年の排出量の約2倍となる。低炭素社会では、2050年の排出量は10GtCO₂eqで、なりゆき社会での排出量と比較して69%の削減となる。2005年と比較しても38%の削減となっている。各方策による寄与は、方策6（エネルギーシステム）が最も多く、次いで方策3（資源利用）となっている。一次エネルギー供給の構成を図2に示す。なりゆき社会のアジア全域では、2050年に一次エネルギーの87%を化石燃料が占めているが、低炭素社会では、化石燃料のシェアは54%に低下し、代わって再生可能エネルギーのシェアが33%を占めるようになる。また、化石燃料もCCS（炭素隔離貯留）によって一部は除去される。このほか、各方策で示した輸送量の大幅な削減や需要側の省エネ対策、農業土地利用における対策等の導入によって、図1のような排出経路は実現できる。なお、2050年時点の温室効果ガス排出削減の限界費用は344ドル/tCO₂eqである。各方策による効果の詳細については、冊子「アジア低炭素社会の実現に向けて－10の方策によりアジアはどう変化するか－」を参照のこと。

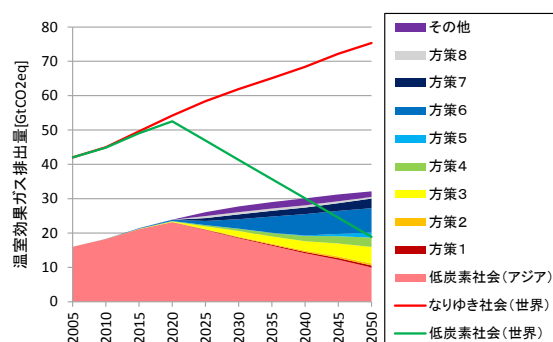


図1 温室効果ガス排出量の推移

このように、アジア低炭素社会の実現に向けた道筋は具体的に描けるようになった。今後はそれをどう実現していくかが課題である。幸い、アジア各国では温室効果ガス排出量の削減に貢献する様々な動きが自立的に芽生えている。こうした動きを大切にしながら、低炭素社会の実現に向けた取り組みを支援することが重要となる。

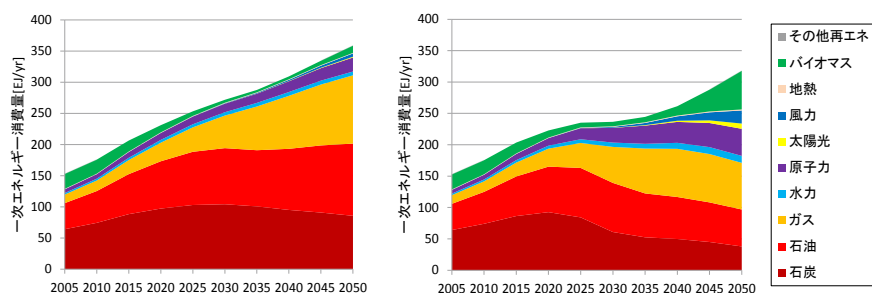


図2 アジアにおける一次エネルギー供給の推移（左：なりゆき社会、右：低炭素社会）

参考文献

Fujimori, S., T. Masui and Y. Matsuoka (2012): AIM/CGE [basic] manual, Discussion paper series, Center for Social and Environmental Systems Research, NIES (<http://www.nies.go.jp/social/dp/pdf/2012-01.pdf>)

本テーマは、国立環境研究所、京都大学、みずほ情報総研株式会社、日本エネルギー経済研究所、地球環境戦略研究機関、広島大学の6つのチームから構成される。

発表 1

アジア低炭素社会シナリオの開発

増井利彦（国立環境研究所）

- ・ S6 プロジェクトの4年間の成果を報告させていただく。
- ・ 2050 年までに温室効果ガスの排出量を半減させるという目標が国際交渉において決定されている。なぜ世界が温室効果ガスの半減に向かっていかなければいけないのかについては、すでに冒頭で2度目標の重要性などについて、甲斐沼プロジェクトリーダーから説明があったが、その一つのメルクマールとして 2050 年の世界の温室効果ガスは、現在と比べて半減しなければならない。
- ・ S6 プロジェクトでは2つのアプローチで排出量の半減に取り組んでいる。ひとつは、グローバルなモデルを使用した分析、もうひとつはボトムアップのアプローチで各国の政策担当者を巻き込んだ分析。この二つのアプローチによって、世界の排出量半減への貢献に取り組んでいる。
- ・ 交通分野では林先生のグループ、産業では森口先生のグループ、ガバナンスでは蟹江先生のグループでの成果も取り込みながら取り組みを行っている。昨年、定性的なストーリーラインについてお話したが、本年はモデルを使って定量化の評価を行った成果の発表を行う。
- ・ コペンハーゲン合意後に日本だけでなくアジア各国から目標が提出された。UNEP の The Emissions Gap Report にあるように、これらの各国の目標を足し合わせても、2℃目標には達し得ないと言及されており、更なる深堀が求められている。その観点から、具体的なアジアの指針となるように、このプロジェクトではアジア低炭素社会への 10 の方策を取りまとめた。
- ・ このプロジェクトでは、多様なアジアの中で共通的な指針が示せないかという観点で 10 の方策を取りまとめた。国が違えば文化や経済状況が違い、低炭素社会構築に向けた方策も多様であると考えるが、その中で共通のものは何かを検討し、それを提示した上でそれぞれの国に合った対策を考えている。
- ・ 具体的には、方策 1、2 は交通部門、方策 3 は資源部門、方策 4 は民生部門の建築部門、方策 5、6 は再生可能エネルギー関連であり、特に 5 はバイオマスエネルギーの活用、6 は太陽光や風力の利用に着目。方策 7、8 はエネルギーおよび土地利用・農業分野、9、10 は資金や制度、ガバナンスに関する方策である。
- ・ 定量的な分析の前提となる2つの将来シナリオとしては、Advanced と Conventional の2つの社会像を想定した。本日は Advanced である「新しい制度、技術に向けて変革に意欲的に取り組む社会」について言及する。
- ・ トップダウンの分析では、世界全体をカバーする応用一般均衡モデル（CGE モデル）を

活用し、10の方策のそれぞれについてどの程度GHG排出削減に寄与するか評価した。モデルの中では、価格メカニズム、需要と供給のメカニズムを使用して、その需要と供給が均衡するように価格が決定されて経済活動が決まるといったようなモデルを使い、分析を行ってきた。モデルの詳細は、プロジェクトで取りまとめたディスカッションペーパーを参考にしていきたい。

- モデルは世界を17の地域に分けて分析し、アジアはその中で5つに分けられている。日本、中国、インドに関しては国レベル、その他の地域に関しては、東南アジア+東アジア、韓国+北朝鮮+モンゴルを一つの地域として赤で示している。その他アジアとしてインドを除く南アジア、太平洋の島々といった構成で進めてきた。今回使用した応用一般均衡モデル（CGEモデル）の特徴は、部門や財、技術を比較的詳細に設定することができる点である。例えば、農業部門、また電力部門なども発電するに当たって様々な技術があり、どのような技術を使って発電するのかといったことも詳細に評価することができる。バイオマスなどについても3種類のバイオマスを使って検討することができる。
- このプロジェクトのテーマは低炭素社会ということですが、それ以前に温暖化対策の行われなかりゆき社会では、どのようなことが起こるのか、という事を定量化してきた。なりゆき社会では、温室効果ガスが右肩上がりに上昇していくような結果となっている。その結果、2050年にはGHG排出量が2005年の倍になるという試算結果となり、この排出量を10の方策でどの程度削減可能なのかについて算出した。
- 世界全体では2020年に排出量をピークアウトさせる必要がある。アジアのシェアは2005年の38%から2050年には高炭素ななりゆき社会の場合は43%、低炭素社会の場合は53%へ増加するとみられ、アジアの取り組みが重要であることが分かる。
- 方策別にみると、方策6のエネルギーシステムによる削減や方策3、4の産業・建築部門での排出削減が重要であるという結果が出た。
- 一方、GDPに関してはそれほど大きなロスがないという結果が出た。先程Kejun Jiang先生の発表では中国において450ppmのシナリオにおきましては、GDPのロスが3%程度というお話がありましたが、我々の結果においては、アジアの場合には人々の選好を変革するような施策についても考慮しており、それらが実現した場合には大きなGDPのロスは生じない。対策の実施にはコストもかかるが、それを上手く吸収可能なビジネスが生まれ、新たなマーケットに変革していると考えられる。これらにより限界費用の方は350ドル弱、344ドルという数字になっている。
- それぞれの方策ごとにどのような検討を行ったかということに関して、方策1、2では、輸送機器の効率改善やモーダルシフト、あるいはバイオ燃料の開発促進を通じて単位輸送量を削減し、排出量を削減していくことを検討している。その結果、2050年の低炭素社会においてはなりゆき社会と比較して単位輸送量が大きく削減されるという試算結果となった。
- 方策3ではそれぞれの生産工程での効率改善や物質投入量の削減、物の購入からサービ

スの購入への転換、使い手側の選好の変革等を検討し、その結果エネルギー消費量の削減を目指す。

- ・方策 4 では、民生部門において冷暖房機器の効率化や建築物の高断熱化によってエネルギー消費量の削減が期待される。
- ・方策 5 では、化石燃料からバイオマスエネルギーへの変換、あるいはバイオマス CCS の活用によって、排出量がどの程度削減可能かを分析している。
- ・方策 6 においても、CCS や再生可能エネルギーの利用を促進し、利用を促進することによって再生可能エネルギーの初期費用の低下を検討した。その結果、低炭素社会シナリオでは 2050 年には再生可能電力のシェアが 50%を超えるという試算結果となった。
- ・方策 7、8 では農業および森林・土地利用管理分野における排出削減について検討した。森林・土地利用管理分野においては削減効果が明瞭に現れていないが、森林の面積を維持し、バイオマスを確保するための土地利用の変化を 2050 年に実現することが可能なシナリオとなっている。
- ・定量化から明らかになったことは、それぞれの施策を組み合わせることによってどの程度削減が可能か、ということである。この結果を各チームに共有したところ、もう少し削減出来るのではないかという声もあったので、年度内に改訂版を出す次第である。改訂版については HP 等を参照していただきたい。
- ・エネルギーの効率改善や輸送量の削減などの対策を導入することで温室効果ガスを世界で半減させることが可能である、ということがモデルによって示されている。
- ・モデル分析を通じて示した研究成果をアジア低炭素社会に向けた実際の動きに対応していくことの一例として、1 週間前にインドネシアにて政府の掲げる 2020 年までの排出削減目標（BAU に対して国内実施で 26%削減、さらに国際支援を受けて 41%削減）をどのように達成するのかといった内容を政府関係者と実際に議論する機会があり、本研究で用いたモデルにおいての評価の結果を公表してきた。また、このようなモデルでの推計や評価を現地の研究者の方々が自ら行えるようにトレーニングも行っている。また今年 7 月に横浜で行われておりました ISAP の会議では、それぞれの国を対象にした各国研究機関との共同研究成果の情報を共有した。今後はアジアの低炭素社会達成に向けて途上国の関係者を巻き込んで取り組みを行い、現地の方が実際にモデルを活用できるよう支援を行っていく。現段階で行われているのは研究の段階ですが、ここで示されたような方策や行動計画などが今後、実際の社会でどのように実現されていくのか、といった指針にも今後取り組んでいかなければいけないと思っている。

アジア低炭素シナリオの開発

増井利彦
(国立環境研究所)

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム
アジア低炭素社会へのチャレンジ
国連大学 ウ・タント国際会議場
2013年10月17日



2

アジア低炭素社会シナリオチームの研究参画者

- ・ 甲斐沼 美紀子(国立環境研究所)
- ・ 増井 利彦(国立環境研究所)
- ・ 藤野 純一(国立環境研究所)
- ・ 花岡 達也(国立環境研究所)
- ・ 高橋 深(国立環境研究所)
- ・ 飯田 清明(国立環境研究所)
- ・ 金森 有子(国立環境研究所)
- ・ 戸名 秀一(国立環境研究所 **シナリオTF**)
- ・ 藤森 真一郎(国立環境研究所 **定量化**)
- ・ 新山 由美子(国立環境研究所)
- ・ Diego Silva Herdán(国立環境研究所)
- ・ 亀井 未穂(国立環境研究所)
- ・ 長谷川 知子(国立環境研究所)
- ・ Dai Hancheng(国立環境研究所)
- ・ 榎原 友樹(株式会社E-KONZAL **シナリオTF**)
- ・ 松岡 謙(京都大学)
- ・ 倉田 孝男(京都大学)
- ・ 河瀬 玲奈(京都大学)
- ・ 五味 馨(京都大学)
- ・ Janice J. Simson(京都大学)
- ・ 白比野 剛(みずほ情報総研株式会社)
- ・ 藤原 和也(みずほ情報総研株式会社)
- ・ 元木 悠子(みずほ情報総研株式会社)
- ・ 小山田 和代(みずほ情報総研株式会社 **シナリオTF**)
- ・ 伊藤 浩吉(日本エネルギー経済研究所)
- ・ 山下 ゆかり(日本エネルギー経済研究所)
- ・ 沈 中元(日本エネルギー経済研究所)
- ・ 松尾 雄司(日本エネルギー経済研究所)
- ・ 永富 悠(日本エネルギー経済研究所)
- ・ 柳澤 明(日本エネルギー経済研究所)
- ・ 柴田 善朗(日本エネルギー経済研究所)
- ・ 小宮山 淳一(東京大学)
- ・ 明日香 壽川(地球環境戦略研究機関)
- ・ 田村 聖太郎(地球環境戦略研究機関)
- ・ 都 宇青(地球環境戦略研究機関)
- ・ Nanda Kumar Janardhanan(地球環境戦略研究機関)
- ・ 倉持 社(地球環境戦略研究機関)
- ・ 金子 廣治(広島大学)
- ・ 市橋 勝(広島大学)
- ・ 後藤 大憲(広島大学)
- ・ 藤原 章正(広島大学)
- ・ 張 純屹(広島大学)
- ・ 小松 祐(広島大学)
- ・ Phetkeo Poomanyong(広島大学)
- ・ 陳 晋(北京师范大学、中国)
- ・ 力石 真(東京大学・カーネギーメロン大学)
- ・ 亀山 康子(**シナリオTF** 国立環境研究所)
- ・ 諏訪 亜紀(**シナリオTF** 国連大学高等教育研究所)
- ・ 橋本 征二(**シナリオTF** 立命館大学)
- ・ 松井 直和(**シナリオTF** みずほ情報総研株式会社)
- ・ 加藤 博和(**シナリオTF** 名古屋大学)
- ・ 中村 一樹(**シナリオTF** 名古屋大学)
- ・ 白石 知恵(国立環境研究所 事務局)

はじめに

- ・ アジアは気候、文化、経済活動等多様であるが、アジア全域での指針となるシナリオとして本試算を実施。
- ・ なりゆき社会に対して低炭素社会では、**2050年の世界の温室効果ガス排出量を1990年比半減**することを目標として、世界モデルを用いて試算する。
 - － 世界の平均気温上昇を産業革命前と比較して2℃以下に抑えることに対応(気候変動枠組条約COP16 カンクン合意(2010年)においても「産業化以前からの世界平均気温の上昇を2℃以内に収める観点から温室効果ガス排出量の大幅削減の必要性を認識する」)。
 - － 本報告は、世界モデルを用いたトップダウンのアプローチによる試算。各国の取り組みなど、ボトムアップのアプローチによる分析は松岡謙教授の報告を参照。
 - － 交通分野(方策1,2)及び産業分野(方策3)、ガバナンス・制度(方策9,10)については、それぞれテーマ5(林良嗣教授)、テーマ4(森口祐一教授)、テーマ3(蟹江憲史准教授)の成果を踏まえて定量化。



3

アジア主要国の削減目標

- ・ 日本:
 - － 2050年までに世界全体で温室効果ガス排出量の削減を実現するため、日本として2050年までの長期目標として、現状から60～80%の削減。【低炭素社会づくり行動計画(平成20年7月29日閣議決定)】
 - － 主要国の削減を前提に、わが国の2020年の温室効果ガス排出量(排出量取引等を含めて)を1990年比25%削減。【国連気候変動首脳会合における鳩山総理大臣(当時)演説(平成21年9月22日)】
 - － 2013年初めに安倍首相は2020年目標をゼロベースで見直し、COP19(2013年)までに目標をまとめるように指示するも、目標は未だ策定されず。
- ・ 中国
 - － 2020年のGDPあたりの二酸化炭素排出量を2005年比40%～45%削減
- ・ インド
 - － 2020年のGDPあたりの二酸化炭素排出量を2005年比20%～25%削減
- ・ インドネシア
 - － 2020年のGHG排出量をBaU比26%削減
- ・ 韓国
 - － 2020年のGHG排出量をBaU比30%削減
- ・ パプアニューギニア
 - － 2030年のGHG排出量をBaU比50%削減



4

アジア低炭素社会への「10の方策」

アジア各国では様々な対策が考えられるが、それらを10個の方策として集約し、検討。

- | | |
|---|--|
| <p>方策1 都市内交通
階層的に連結されたコンパクトシティ</p> | <p>方策6 エネルギーシステム
地域資源を余さず使う
低炭素エネルギーシステム</p> |
| <p>方策2 地域間交通・水運の主流化</p> | <p>方策7 省エネルギー
高収量・低排出な農業技術の普及</p> |
| <p>方策3 資源利用
資源の価値を最大限に引き出すモノ/使い</p> | <p>方策8 森林・土地利用
持続可能な地域森林管理</p> |
| <p>方策4 建築物
光と風を活かす省エネ涼空間</p> | <p>方策9 技術・資金
低炭素社会を実現する技術と資金</p> |
| <p>方策5 バイオマス資源
バイオマス資源の地産地消</p> | <p>方策10 ガバナンス
透明で公正な
低炭素アジアを支えるガバナンス</p> |

叙述的なストーリーを、具体的な効果が明らかとなるように定量化。



5

前提とする2つの将来シナリオ

	Advanced Society Scenario	Conventional Society Scenario
全体概要	次世代の社会システム、制度、技術等に向けて変革に意欲的・積極的に取り組む社会。	社会システム、制度、技術等の変化に慎重で、社会変革にかかるトランジションコストを気にかける社会。
経済	年間成長率 : 3.27%/年(世界) (2005～2050) : 4.16%/年(アジア)	年間成長率 : 2.24%/年(世界) (2005～2050) : 2.98%/年(アジア)
人口	総人口 : 69億人(世界) (2050) : 46億人(アジア)	総人口 : 69億人(世界) (2050) : 46億人(アジア)
教育	教育の改善に積極的 平均教育年数 : 4-12年(2005年) →11-14年(2050年)	教育政策の標準的な改善 平均教育年数 : 4-12年(2005年) →8-13年(2050年)
時間の使い方	多様なライフスタイルが混在するが、仕事やキャリアアップに費やす時間が比較的長い	多様なライフスタイルが混在するが、家族や友人との時間に費やす時間が比較的長い
労働	失業率(2075年)に0%を達成	2009年レベルに固定
政府効率性	比較的早い段階から改善	徐々にゆるやかな速度で改善
国際協力	貿易障壁や海外直接投資リスクの低減	アジア各国の協力関係はゆるやかに進む
技術革新	高い改善率	緩やかな改善率
運輸	高い経済成長率に基づく需要増	緩やかな需要増加
土地利用	スピーディーで効率的に土地改良を実施	緩やかに、用心深く土地改良を実施



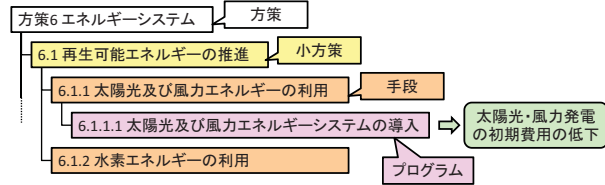
6

どのように将来推計を行ったか？

世界を対象とする経済モデル(応用一般均衡モデル)に、各方針で検討されている個別の施策(プログラム)を組み入れて、評価する。

財や生産要素の需要と供給が均衡するように価格が決まる。

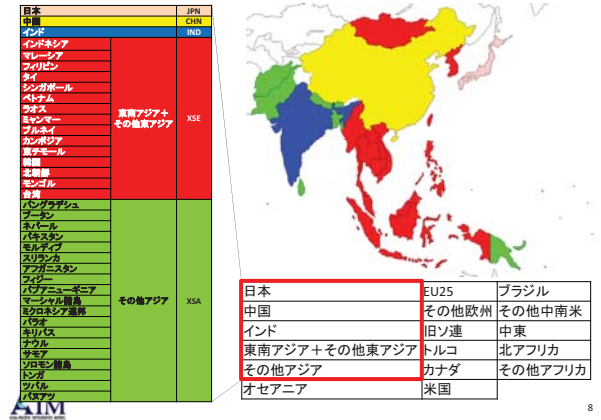
モデルの詳細は、Fujimori et al.(2012) AIM/CGE [basic] manual, Discussion Paper Series, Center for Social and Environmental Systems Research, NIES, 2012-01, <http://www.nies.go.jp/social/dp/pdf/2012-01.pdf> を参照。



AIM

7

定量化で対象とした地域



8

モデルで定義されている部門、技術

米	その他畜産	製材	その他製造業
小麦	林業	紙・パルプ ^{注3)}	電力 ^{注1)}
その他穀類	石炭	化学製品 ^{注3)}	ガス
油糧作物	原油	石油精製 ^{注3)}	建設
砂糖作物	天然ガス	石炭転換	交通・通信
その他作物	非燃料鉱物	非金属製品 ^{注3)}	その他サービス
反芻家畜	食料加工	鉄鋼製品 ^{注3)}	燃料型バイオマス ^{注2)}
乳牛	繊維製品	非鉄金属製品	

注1) 電力は、以下の発電技術を用いて生産される。

石炭火力 ^{注3)}	ガス火力 ^{注3)}	水力	太陽光	廃棄物バイオマス ^{注2)}
石油火力 ^{注3)}	原子力	地熱	風力	その他再生可能

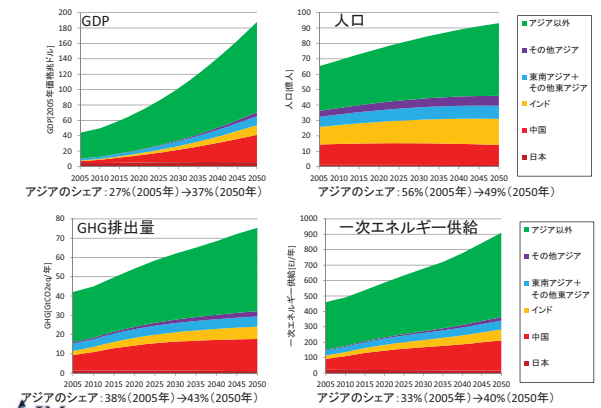
注2) バイオマスは、以下の3種を対象としている。
バイオマス転換(第一次世代)／エネルギー作物由来バイオマス転換(第二次世代)／
作物残渣・木材残渣バイオマス転換(第二次世代)

注3) 発電を含め、注3)の付いた部門は、生産時にCCS(炭素隔離貯留)の導入が可能な部門であることを示す。

AIM

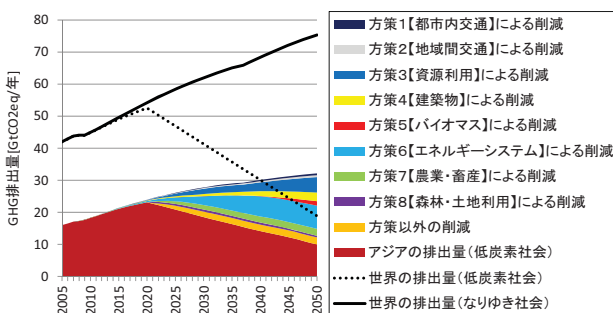
9

なりゆき社会のアジア



10

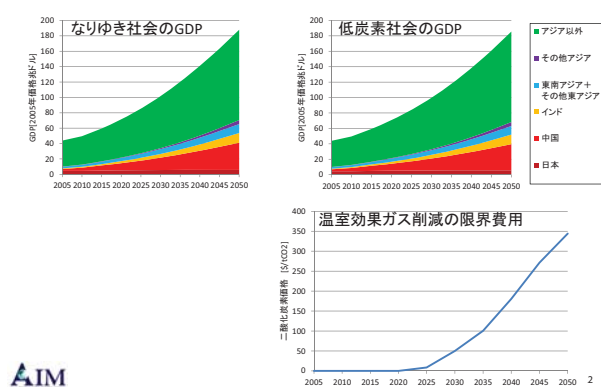
アジアにおける温室効果ガス排出量



AIM

11

低炭素社会のアジア



AIM

2

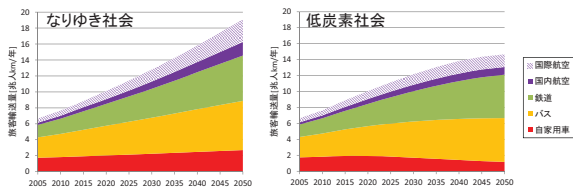
方策1：階層的に連結されたコンパクトシティ

1.1 コンパクトで階層的な中心機能配置(AVOID戦略)	1.1.1 公共交通幹線軸上の産業拠点開発の促進
1.2 シームレスな階層的交通システム(SHIFT戦略)	1.1.2 都心部での乗用車利用の排除
	1.2.1 新規幹線公共交通網の先行整備
	1.2.2 既存末端交通システムの改善
	1.2.3 統合的な公共交通システムの運営
1.3 自動車の低炭素化(IMPROVE戦略)	1.3.1 車両の技術改善
	1.3.2 代替エネルギーの利用促進
	1.3.3 都市内物流システムの効率化

単位輸送量の削減

効率改善

モーダルシフト



アジアにおける旅客輸送量
輸送量の減少とモーダルシフトの実現

13

方策2：地域間鉄道・水運の主流化

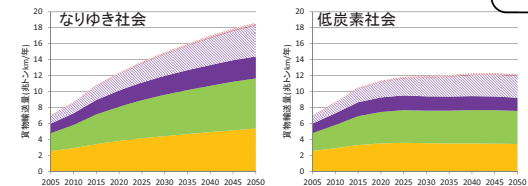
2.1 低炭素交通システムによる空間開発(AVOID戦略)	2.1.1 貨物高速鉄道による産業コリドー形成
	2.1.2 貨物高速鉄道の幹線・端末接続拠点への産業集積
	2.1.3 交通需要発生を抑制する制度・システムの構築
2.2 鉄道・水運の整備を軸としたインターモーダルな旅客・物流交通システム(SHIFT戦略)	2.2.1 国際水運を支える港湾拠点の整備
	2.2.2 内陸における高速鉄道を支えるインフラの整備
	2.2.3 低炭素交通機関利用を促す制度の構築
2.3 自動車・航空機の低炭素化(IMPROVE戦略)	2.3.1 輸送手段の技術改善
	2.3.2 バイオ燃料開発・利用の促進
	2.3.3 船舶速度の最適化

単位輸送量の削減

効率改善

モーダルシフト

バイオ燃料



アジアにおける貨物輸送量
効率的な輸送の実現

14

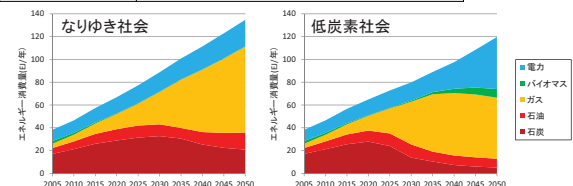
方策3：資源の価値を最大限に引き出すモノ使い

3.1 資源の利用を画期的に渡らすモノづくり	3.1.1 軽量化・素材代替技術の開発・積極採用
3.2 寿命を長くするモノづくり	3.1.2 物質的にはシンプルだが豊かさを感じる生活の創造
	3.2.1 長寿命化技術・メンテナンスシステムの開発・積極採用
	3.2.2 長期的な視野での都市・国土の開発
	3.2.3 長寿命住宅の建設と住み替え
	3.2.4 資源消費の少ない長寿命でリサイクル・リユース可能な製品の選択
3.3 資源を繰り返し使用するシステムづくり	3.3.1 リサイクル・リユースの技術システムの開発・積極採用
	3.3.2 様々な物品のリサイクル・リユースのシステム構築
	3.3.3 (3.2.4) 資源消費の少ない長寿命でリサイクル・リユース可能な製品の選択

効率改善

物質投入の削減

工業製品に対する選択の変化



アジアにおける産業部門の最終エネルギー消費量
電化の実現とバイオマス利用

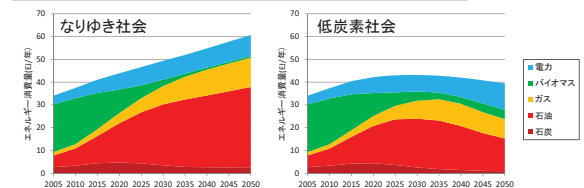
15

方策4：光と風を活かす省エネ涼空間

4.1 建物の高断熱化による省エネ涼空間の創出	4.1.1 建物省エネ基準の策定と新築・改築時の遵守義務化
	4.1.2 自然エネルギーを最大限に利用した快適空間の創出
	4.1.3 建物の環境性能向上に向けた財政支援制度の創設
4.2 省エネ機器導入のインセンティブ創設	4.2.1 エネルギー機器の効率向上の促進
	4.2.2 省エネ機器の総合的評価システムの開発・普及
	4.2.3 省エネ機器導入に向けた財政支援制度の創設
4.3 第三者機関の評価を通じた努力の見える化	4.3.1 省エネ努力の評価システムの構築と運用
	4.3.2 省エネ努力の見える化結果に基づくインセンティブ制度の創設
	4.3.3 省エネ活動に関する教育と知識共有の促進

効率改善

冷暖房需要の削減



アジアにおける民生部門の最終エネルギー消費量
大幅な省エネを実現

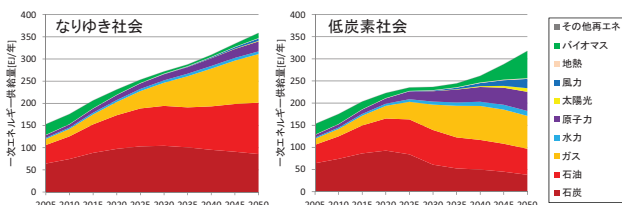
16

方策5：バイオマス資源の地産地消

5.1 食糧生産と競合しないバイオマスの持続的利用	5.1.1 バイオマス生産技術の改良
	5.1.2 持続可能なバイオマス生産に向けた土地利用
	5.1.3 バイオマスの技術開発と導入
5.2 地域資源を活かした農村の自立的エネルギー供給システムの確立	5.2.1 バイオマス利用エネルギーシステムの設計・導入
	5.2.2 自立的エネルギー供給システムの便益の可視化
5.3 バイオマスの高度利用による住環境レベルの改善	5.3.1 家庭における高効率かまどの普及
	5.3.2 新型バイオマス技術の普及

バイオマスエネルギー導入

CCS導入



アジアにおける一次エネルギー供給量

化石燃料から再生可能エネルギーへ。
化石燃料も、CCS付きで利用へ。

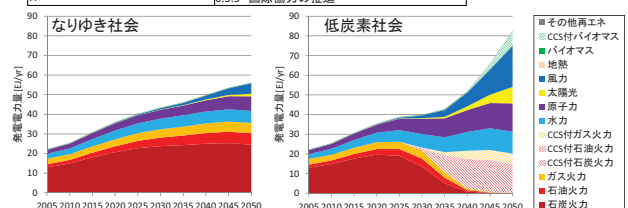
17

方策6：地域資源を余さず使う低炭素エネルギーシステム

6.1 再生可能エネルギーを中心とした持続可能な地域エネルギーシステムの確立	6.1.1 太陽光及び風力エネルギーの利用
	6.1.2 水素エネルギーの利用
	6.1.3 再生可能エネルギー導入への促進策
6.2 スマートなエネルギー需給システムの創出	6.2.1 スマートエネルギーシステムの導入
	6.2.2 デマンドレスポンスシステムの導入
	6.2.3 電力マネジメントシステムの導入
	6.2.4 需要マネジメントへの促進策の導入
6.3 適度に化石燃料と協調した高セキュリティのエネルギー供給の確保	6.3.1 電力供給設備の高効率化
	6.3.2 炭素隔離貯留設備の利用
	6.3.3 国際協力の推進

再生可能エネの初期費用低下

CCS導入



アジアにおける電源別発電電力量

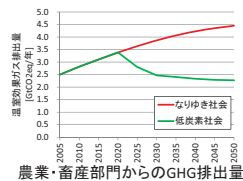
低炭素社会では、再生可能電力のシェアが50%を超える。
火力発電も2050年はほとんどCCS付き。

18

方策7: 低排出な農業技術の普及

7.1 水田の水管理技術の普及	7.1.1 インフラの建設
7.2 適切な施肥と残渣の管理	7.2.1 水田水管理技術の開発と普及
7.3 家畜排せつ物のメタン回収・利用	7.2.2 施肥に関する技術の開発と普及
	7.2.2 耕作法と作物残渣利用の改善
	7.3.1 排せつ物管理設備の設置
	7.3.2 家畜排せつ物関連規制の創設

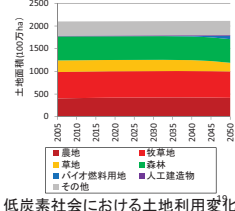
対策費用の
低減



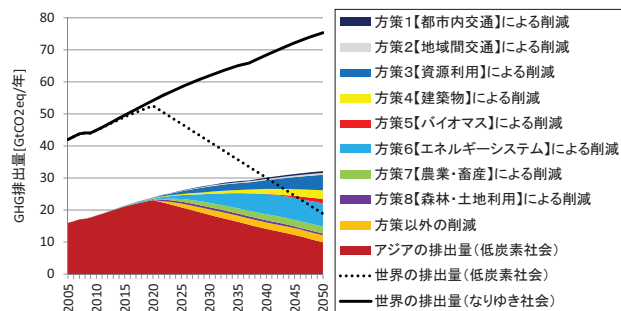
方策8: 持続可能な森林・土地利用管理

8.1 持続可能な森林管理	8.1.1 無計画な森林伐採の減少
	8.1.2 土地利用政策による森林伐採の減少
	8.1.3 木材生産用森林の劣化防止
	8.1.4 森林炭素貯蓄の促進
8.2 持続可能な泥炭地管理	8.2.1 泥炭地管理方法の改善
	8.2.2 泥炭地の再生
8.3 森林火災のモニタリング・抑制	8.3.1 森林開墾のための火入れ防止
	8.3.2 非管理下の火災の防止

対策費用の
低減



アジアにおける温室効果ガス排出量



なりゆき社会において、GHG排出量におけるアジアのシェアは、38%(2005年)から43%(2050年)へ。低炭素社会では、53%(2050年)に。

定量化から明らかになったこと

- 2012年に作成した「10の方策」の効果を定量化した。
- 低炭素社会における2050年のアジアの温室効果ガス排出量は、なりゆき社会のそれと比較して69%削減される。2005年の排出量からは38%の削減に相当する。
- 「10の方策」のうち、再生可能エネルギーを中心としたエネルギーシステムの改善(方策6)や資源利用(方策3)、建築物(方策4)の各取り組みにおいてGHG排出削減の効果が大きい。
- エネルギー効率改善だけでなく、輸送量の削減や物質投入の削減など、関連する様々な対策も実施することでGHG半減は実現される。
- 今回の取り組みでは、2050年における限界削減費用は、344ドル/tCO2eqとなる。

どのようにアジア低炭素社会を実現するか？

- それぞれの対策をいかに実践するか？
- 既に、アジア各国では低炭素社会の構築に向けて様々な取り組みが実践されつつある。そうした機会を大切にしつつ、リープフロッグ型の発展経路が実現できるように支援していくことが重要。

モデルに関するトレーニングワークショップ(2013.6.10)

インドネシアでの排出削減目標に関する政策対話(2013.10.9)



ISAPI 2°C目標に向けたアジア主要国の温室効果ガス削減可能性比較」似て報告する各国研究者(2013.7.24)

アジア低炭素社会実現に向けてのアプローチ

京都大学大学院 工学研究科都市環境工学専攻 教授
松岡 譲



京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻環境システム工学講座。1950年生まれ。京都大学大学院工学研究科衛生工学専攻修士課程修了、工学博士。京都大学助手、講師、助教授から、名古屋大学教授を経て、1998年から現職。専門は、地球環境モデリング。地球環境問題の統合評価モデルの一つであるAIM（Asia Pacific Integrated Assessment Model、アジア太平洋地域環境統合評価モデル）の開発などを行ってきた。

低炭素社会は、社会の持続可能性を支える重要な要素の一つである。本講演では、我々がアジア諸国において低炭素社会に向け努力してきた試みを中心に、低炭素社会の実現に向け、それをどのようにデザインするのか、またそこに至るロードマップをどのように描いたらよいかについて、方法論的側面、および、実装的側面から論じる。

低炭素社会開発をデザインするには、社会・経済・技術に関するミクロ的側面のみならずマクロ的側面を一連のメカニズムととらえ、それをベースとした低炭素社会促進に関わる広範囲の政策の解析とその評価が不可欠となる。我々は、ここ数十年にわたり、こうした作業に必要となる解析モデル群を開発するとともに、それらを主要なツールとし、アジア地域を対象に現地調査・研究機関と協働し、国レベルあるいは地域レベルの低炭素社会シナリオを提案してきた。下図は、現在までに、こうした協働作業の対象となった地域であり、8ヶ国（国全域計画）、12地域（地域計画）に及んでいる。

本講演の後半は、これらの経験を紹介するとともに、こうした試みを汎アジア的な潮流とするには、今後どのようなことをすべきかについて論じる。



図：現在までに、現地の調査研究機関と共同し LCS シナリオ開発作業を実施した地域は、8ヶ国（国全域計画）、12地域（地域計画）に及ぶ

発表 2

アジア低炭素社会実現に向けてのアプローチ

松岡 譲（京都大学）

- ・ 定量化評価手法を用いて、個々の国や地域に対して、日本側の研究者のみではなく、現地の研究者、現地の政策担当者と協働しながら、政策のシナリオを作成している。各国が抱えている問題は、低炭素といったものだけではないので、他の問題と統一的に問題解決に結びつけて行かなければならない。その上で、一定の方法論をもって政策のシナリオに入れこみ、研究者としてデータや検証を持って現実的数値を提示する事が必要だと思っている。ここでは、「アジア低炭素社会に向けたアプローチ」とは、「急激に変化しつつあるアジア各国・各地域の社会・経済状況と固有性を反映しつつ、各国各地域の低炭素社会実現に影響を及ぼす諸要因とその変化メカニズムを、定性的・定量的に組み合わせ、それらをベースとし定量的解析ツールを使用しながら、低炭素社会シナリオを取りまとめ、その実現に必要な政策・アクションを提案する活動」のことを言う。
- ・ 低炭素社会と言いましても、網羅する幅はとても広いので、この研究では 2030 年から 2050 年をタイムホライズンとして、地域固有の情報をベースとし、排出削減目標、社会経済発展目標、各種制約条件を考慮しながら、低炭素社会政策およびエネルギー、農業、国土、交通政策など、その近縁の政策の政策統合からの便益を最大化することがポイントである。
- ・ このような観点から、現地の調査研究機関と協働し、関連する他のプロジェクトとも協力しつつ、各国、各地域の適切な研究者、政策決定者との協議のもと、低炭素シナリオや方策を考察している。低炭素シナリオを策定にあたっては一定の方法論を持って臨むわけだが、地域の特長や、プレイヤーの特長、ステークホルダーの特長、温室効果ガス削減のみではなく関連する社会目標の決定、定性的社会経済ビジョンの決定、GHG 排出の定量的メカニズムの確定、低炭素社会目標および社会・経済発展政策の定量的整合性の検討、低炭素社会シナリオおよびそれに含まれる対策・事業の定量的検討、低炭素社会実行方策およびロードマップの検討、実装にかかる時間的スケジュールの検討といった方法論で策定を進める。
- ・ シナリオ策定にあたっては、1)技術的・工学的・経済的・財政的・制度的に実現可能か、2)近縁政策との調和性・整合性・政策統合効果をできる限り最大化する工夫、とりわけ国や地域経済、雇用の増加や地域の生産性増加、投資促進の観点などがある。また、先程 Kejun Jiang さんからお話もありましたように、国や地域経済の活性化や地域の環境・快適性・安全性との兼ね合い、3)開発過程をできるだけ定量的に、トランスペアレントに、ロジカルに実施し、それらを記録に残す、ということが重要である。また、その次のステップとしては、このような作業を今度は、現地の研究者の方たちが自分たちで、独立

して開発していかなければいけないので、このようなキャパシティビルディングを行うこともポイントである。

- これらの作業を実施するに当たり、定量的に解析を行い、現地の人々にトレーニングを行うためのツールとしては、1)低炭素対策の事例を集めたデータベース、2)意思決定に関する分析ツール、3)プロジェクト管理を行うツール群、4)GHG 排出シナリオを実際に描くモデル群、5)いくつかの方策を実施する際の時間的スケジュールを探索するツール等を用意している。
- ツールの開発・マニュアルの整備・トレーニングワークショップの実施の後、必要に応じて改定を行っていくという作業を通じ、ツールを構築している。
- これらのツールを、低炭素社会シナリオを構築する際の地域的多様性や問題点と照らし合わせながら活用していく必要がある。例えば、CGE モデルを使いこなすためにはある程度の経済学の素養が求められ、博士課程以上の経験があることが望ましいため、現地のキャパシティを考慮しなければならない。
- それらのツールによって得られた結果を現地の政策担当者や研究者等に公開し、経済的影響や費用について説明した後、インタラクティブにシナリオの改定を行う作業が求められる。
- ブレークダウンストラクチャを活用して浮かび上がってきた方策の具体的な内容（例えばフィージビリティ・実施やプロジェクト管理に当たっての問題点・方策による削減効果・コベネフィット・プロジェクトの具体的スケジュール等）を考慮しながら、詳細に実現可能性について検討する必要がある。
- ファンドについても、日々のマネーフロー、その負担先、負担先にどのような手当てが考えられるか等について検討する。
- このようなシナリオ策定のフローはキャパシティが高いところでは受容されやすいが、キャパシティが低いところでは徐々にキャパシティを上げながら、相手側の受容性を高める作業が必要になる。
- 各国でこれまで実施してきたシナリオ構築プロジェクトを冊子にまとめ、これらの冊子に基づいて各政策担当者や研究者とのコミュニケーションに活用している。
- 各国の研究者と共同でこれらのプロジェクトを実施しているが、現地の研究者が政府機関に研究成果の橋渡しをしたり、ファシリテーターの役割を果たしている。また、もし日本側の援助が何かの都合で継続できなくなった場合にも、現地の研究者がファシリテーターとなってプロジェクトを継続可能になるよう能力開発を行っている。
- これらのアプローチを実施している 20 以上の国や地域間で進行状況は多様であるが、全体では BAU からの削減目標は 22%～80%、基準年は 2000 年～2010 年の幅に入る。
- 世界全体で 2℃目標を達成するためにアジア全体で削減すべき排出量としては、例えば 2050 年に一人当たりの GHG 排出量が一定になるような制約条件を設定すると、日本は 80%強、中国は 7 割、インドネシアでは 15%程度の削減等の目標が算出される。

- UNEP のギャップレポートによると、世界全体で、2020 年に 40 ギガトンまで落とし、2030 年に 37 ギガトン、2050 年には 21 ギガトンまで落とせなければ、2 度目標に対して 66% 以上の信頼性は獲得できないと報告されている。このような目標に対して先進国がどの程度削減出来るかというのが重要だが、世界全体の 2℃目標に対して途上国がどの程度貢献することができるかについては、例えば先進国が 2020 年までに 30%排出削減し、途上国が BAU 比で 20%程度削減すれば、UNEP の Gap Report が示す 2℃目標を満たすことが可能であると考えられる。しかしこのプロジェクトの試算結果によると、2020 年に BAU 比 20%削減や 2050 年に 1990 年の排出レベルまで削減するという目標については、現状の方策では半分程度しか達成できない見込みであり、方策の更なる深堀が必要である。
- これまでの経験から、フィージブルな方策群を組み合わせ、尚且つ単一ではない低炭素社会目標を達成する、できる限り広い領域をカバーしたオプションなシナリオを明示的かつ定量的にデザインする必要があると感じた。またそれらのシナリオの社会的・経済的・財政的な影響・効果を比較・推定し、それらを明確に提示することが重要である。また、低炭素社会シナリオ実施に伴う幾つかの制約条件（年間コストフロー制約、方策策定・実施に要する専門家・技術者のキャパシティ制約、運用・管理組織のキャパシティ制約）および類縁政策との競合・相補関係の明示的な考慮と、それらの制約条件の緩和方策を実施することが重要である。そのためには 10 年～20 年のタイムスパンが必要となってくるという状況も考えられる。
- また、これらの方策を実施するにあたり、低炭素社会政策に対する国・地域リーダー（首長）、地域住民の強力な支持とオーナーシップが重要となる。したがって、地域住民と低炭素社会研究・調査活動の間をを牽引できるような研究者、リーダーの育成も必要である。マレーシアのイスカンダルでは、低炭素社会を開発の柱の一つとして取り入れていただくことに成功していますが、その計画をナジブ首相がメディアの中で紹介し、国民に直接働きかけた。このような事が実現へのキーともなっている。

アジア低炭素社会実現に向けての アプローチ Research Activities for Realizing Low Carbon Societies in Asia

セッション2：低炭素アジアシナリオ、アジア低炭素社会へのチャレンジ、
環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム
会場：国連大学 ウ・タント国際会議場、日 時：平成25年10月17日（木）
Session-2 : Asia Low Carbon Society Scenario, Challenges to Low Carbon Asia, Thursday, October 17, 2013
U Thant International Conference Hall, United Nations University

京都大学 松岡 駿
Speaker: Yuzuru Matsuoka, Kyoto University, Japan

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

1

内 容 CONTENTS

1. アジア低炭素社会とは
The image of Low Carbon Societies in the study
2. 低炭素社会シナリオの策定
Research procedure of our LC development approach
3. 低炭素社会発展シナリオ策定のための道具群
Supporting tools for developing Low Carbon Societies Scenarios
4. アジア地域での適用とその教訓
Applications to the Asian region and some lessons from them

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

2

アジア低炭素社会に向けたアプローチ

1. ここで言う「アジア低炭素社会に向けたアプローチ」とは、急激に変化しつつあるアジア各国・各地域の社会・経済状況と固有性を反映しつつ、
 2. 各国・各地域の低炭素社会実現に影響を及ぼす諸要因とその変化メカニズムを、定性的・定量的に組み合わせ、それらをベースとし定量的解析ツールを使用しながら、低炭素社会シナリオを取りまとめ、
 3. その実現に必要な政策・アクションを提案する活動
- を言うことにする。

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

3

アジア低炭素社会シナリオ検討の大枠

検討にあたっては、今世紀半ば(2030～2050)までに、以下の要件を満たす社会を想定し、

1. 急激に進展するアジア地域の社会・経済状況と調和し、
2. 各国・各地域に想定されるGHG排出削減目標、社会・経済発展目標、及び、エネルギー、土地、技術・労働力などの制約条件を考慮しながら、
3. 低炭素社会政策及びその近縁の政策であるエネルギー政策、国土政策、農業政策などからの便益を最大化するようなシナリオ構築に努める。

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

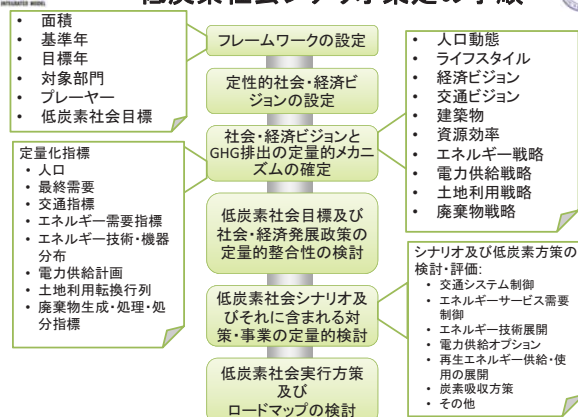
4

このような観点から、我々は、現在までに、現地の調査研究機関と共同LCSシナリオ開発作業を実施してきた。それら8ヶ国(国全域計画)、12地域(地域計画)に及ぶ



環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

低炭素社会シナリオ策定の手順



環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

6

低炭素社会シナリオ策定にあたって問題としたポイント

1. 下の三つの観点から見て有効かつフィジブルであること。
 - 1-1) 技術的・工学的観点,
 - 1-2) 経済的・財政的観点,
 - 1-3) 制度的観点
- 多基準分析問題
2. 近縁政策との調和性・整合性及び政策統合効果をできる限り最大化する工夫。
 - 2-1) 国、地域経済の活性化
(雇用促進、地域生産性増加、域外からの投資促進など)
 - 2-2) 地域の環境、快適性、安全性向上
- 多目的問題
3. 低炭素社会シナリオ及びその開発過程における定量性確保、政策プロセス及びインパクト・ロジックの合理性と透明性確保の重要性

環境研究総合推進費5-6 一般公開シナリオ

7

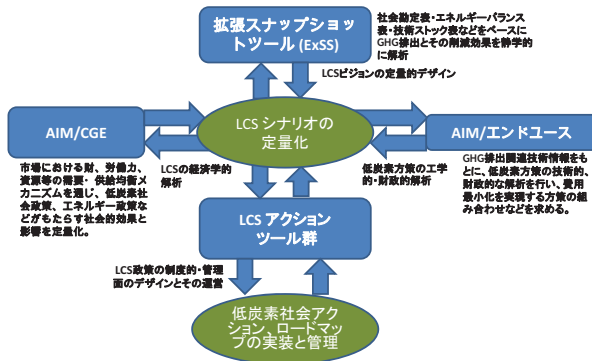
低炭素社会シナリオ策定を支援する様々な道具群

問題	分析ツール	説明
どんな種類のLCS方策があるか?	LCM-DB	低炭素対策データベース
LCS政策及び近縁政策の様々な政策目的を定量的に統合するには?	AHP tool	階層化意思決定法をベースとし他の分析ツールと併用する
多種多様なLCS方策をシステムティックに管理するには?	LCS-Action Tools	LCS方策のプロジェクト管理を行う道具群
GHG削減目標とその方策群、経済・産業発展計画、土地利用計画の整合性とそれらのフィードバックの検討を簡便かつ定量的に行うには?	ExSS	社会動定数・エネルギー・バランス表・技術ストック数などをベースにGHG排出と削減効果を定量的に解析するツール
GHG削減目標を、技術的・財政的・制度的制約条件下で最小費用で行う方策を探索するには?	AIM/Enduse	GHG排出削減技術情報にベースに、削減量最大化などの目的関数と様々な制約条件下で使用・採用技術を求める道具
LCS政策のマクロ経済影響を推計するには?	AIM/CGE	単地域・多地域経済学的一般均衡モデル、Enduseモデルなどと組み合わせ使用することが多い。低炭素社会とシナリオ実現に向け、技術的・資金的・人的資源などに制約される条件下で最適な方策展開スケジュールを探索するツール
LCS行動計画のスケジュール(ロードマップ)策定を、技術的・資金的進捗見通しと組み合わせ定量的に検討するには?	BCT	

環境研究総合推進費5-6 一般公開シナリオ

8

これらの道具を、必要に応じ単独にあるいは組み合わせて使用し、低炭素方策及び社会・経済計画の間の整合性に注意しながらLCSシナリオの策定及び改定を行う。



環境研究総合推進費5-6 一般公開シナリオ

9

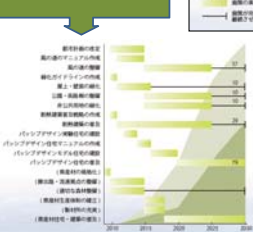


環境研究総合推進費5-6 一般公開シナリオ

11

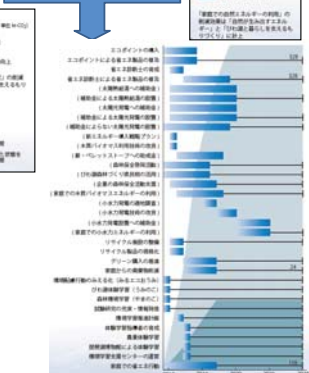
方策実施のタイミングとその効果 (1)
BCTの出力、数値SD研究

みどり共生するまち・建物

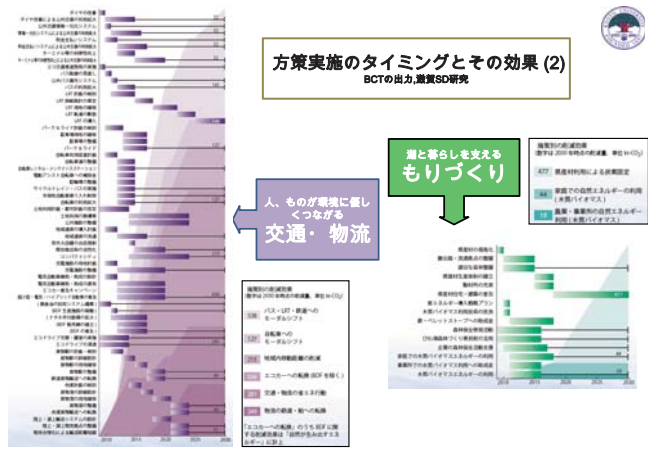


環境研究総合推進費5-6 一般公開シナリオ

「もったいない」で変わるくらし



12



環境研究総合推進費5-6 一般公開シナリオ

13

方策実施のタイミングとその効果(3)



環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

14



このような観点から、我々は、現在までに、現地の調査研究機関と共同し、アジアの8ヶ国(国全域計画)、12地域(地域計画)を対象にLCSシナリオ開発作業を実施してきた。



環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム



アジアの国・地域に対し策定した低炭素社会シナリオは、学術論文や詳細報告書のみだけでなく、その概要を冊子などで配布している。

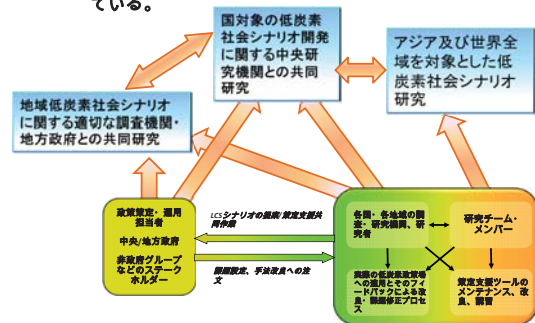


環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

17



我々は、こうした活動を現地の調査・研究機関、研究者と協働し遂行し、この共同作業を通じ彼らの現地政府へのファシリテーター、継続研究の主体として役割・能力開発を期待している。



環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

18



これまでに、このアプローチを適用し、デザインした低炭素社会シナリオの例

対象地域の現在の一人当たりGHG排出量: 0.6 ~ 13.4 tCO₂e, BaUから目標削減量: 22% to 85%, 基準年からの削減量: -73% to 657%

[illegible]

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

19



50年に世界排出量を半減するときのアジア主要国における必要削減率

削減目標額の方式	2050年での必要削減率(%、2005年比)											
	世界	先進国	途上国	アジア (除日本)	中国	インド	インドネシア	日本	韓国	マレーシア	タイ	ベトナム
イ 一人あたり等排出量	58	83	42	68	-51	15	83	85	67	61	12	
ロ 一人あたり等排出量	58	46-58	57-65	58-63	59-61	41-53	67	18-43	49-57	57-60	54-65	60-74
ハ 一人あたり等累積排出量	58	95	34	43	97	-100	49	94	99	93	85	68

マイナスは2006年比にして許容排出量の増加を意味する
インドネシア及びマレーシアは、土地利用/覆被変化と林伐除後の炭素ロスの一方で土壌に蓄積があるのは、GDP成長率推定の前提であり、ここには既往推計の低炭及び高炭に対応するものを記している

Required GHG reduction ratio in 2050 compared with year 2005, to meet the global 50% reduction

Burden share scheme	Required GHG reduction ratio compared with year 2005											
	World	Annex-I	Non-Annex-I	Asia except Japan	China	India	Indonesia	Japan	Korea	Malaysia	Thailand	Vietnam
pCAP	58	83	42	42	68	-51	15	83	85	67	61	12
pGDP	58	46-58	57-65	58-63	59-61	41-53	67	18-43	49-57	57-60	54-65	60-74
pCLM	58	95	34	43	97	-100	49	94	99	93	85	32

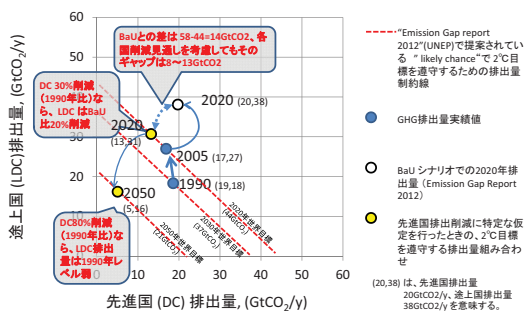
Minus is an increase of allowable emission compared with year 2005

Values of Indonesia and Malaysia are excluding emission/sink of LULC sectors

Matsuoka, et al., 2013, How to approach Asian Low-Carbon Societies?
Global Environmental Research, 17(1), 3-10

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

2°C目標下における先進国(DC)、途上国間(LDC)の許容排出量



環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム



おわりに
—これまでの経験から—

1. 1) フィージブルな範囲の方策群を組み合わせ、かつ、低炭素社会目標を満足する範囲でできる限り広い領域をカバーした（単一ではない）オプションなシナリオを、
2) 明示的かつ定量的にデザインし、
3) それらのシナリオの社会的、経済的、財政的な影響・効果を、比較・推定し、それらを明確に提示する重要性。
2. 低炭素社会シナリオ実施に伴う幾つかの制約条件、例えば、
1) 年間コストフロー制約、
2) 方策策定：実施に要する専門家・技術者のキャパシティー制約
3) 運用：管理組織のキャパシティー制約
及び
4) これらの類縁政策との競合・相補関係の明示的な考慮と、
5) それらの制約条件の緩和方策の重要性
3. 低炭素社会政策に対する国：地域リーダー（首長）、地域住民の強力な支持とオーナーシップの重要性
4. 彼らと低炭素社会研究：調査活動の間のファシリテーター、及びその養成の重要性

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

15th AIM Inter
February 2014


Asian Modeling Meeting at Tsukuba on 17-18 September



1st AIM International Workshop on 1-



17th AIM International Workshop, 17-19, February

14th AIM International Workshop on 14-15 February 2009

AIM Training Workshop on 27-31 October 2008



AIM Training Workshop on 16-20 October 2006



環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム



AIM Training Workshop on 22-26 October 2007

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム



現地マスコミなどを通じた低炭素社会研究の重要性喚起



環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム



国・地域リーダーの低炭素社会政策に対する強力なサポートとその表明の重要性



環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム





増井利彦（国立環境研究所）



松岡譲（京都大学）



右：亀山康子（国立環境研究所）



李 志東（長岡技術科学大学）



■ 各コメンテーターからのコメント

○ Kejun Jiang コメンテーター (ERI, China)

- ・長年協働してきた経緯もあるが、私たちは未来を共有している。本日のプレゼンテーションで再確認されたことは、アジアの低炭素化を実現する可能性が大いにあるということである。
- ・モデル分析は研究者と政策担当者との間のインターフェースとして重要である。私たちは、アジアと世界で何がおきているかをきちんと認識すべきである。中国は世界の CO2 排出量 32% を占めており、中国はアジアの CO2 排出量の実に 3 分の 2 を占めることになるという内容の報告書もあり、モデル分析を通じて低炭素化への方策を探ることが重要である。
- ・アジアの低炭素化を目指す際、いかに中国が低コストで低炭素化を実現出来るのかといった事が、私たちの共通の未来に大きく影響する。共通の将来、共通の政策、共通の技術に向けて協働していく上で、アジアというのはとても重要な地域である。つまり、中国が資金や技術を効率的に活用し低炭素化を実現すれば、我々共通の将来を大きく改善することになる。しかし CO2 排出量を 2050 年までに半減するためには、アジア各国が取り組まなければならない課題は多く残されており、共通に活用できる技術や政策は何かについて検討しなければならない。アジアで低炭素化が実現できるということは、全世界的にも非常に大きな意味を持つ。

○ 亀山康子コメンテーター (国立環境研究所)

- ・2ヶ月前、IPCC の会合に出席したが、そこでの議論で、カーボンニュートラルな成長を 2025 年までに達成することについて合意された。そこで大変興味深かったことは、モデル分析を通じてどのようなことが共通の部分で、どのくらいのコストでこの目標を実現していくのかなどを評価していくことが議論されており、これは研究を行っていく上で非常に重要である。アジアにおいては AIM チームが詳細な調査を実施しているが、他の国でも詳細な分析を行って行く必要があるといったメッセージを発信していくことが重要である。
- ・この S-6 プロジェクトでは蟹江先生とともにガバナンス分野に携わったので、ガバナンスの観点からコメントしたい。
- ・本研究の重要な成果は、温室効果ガスを定量的に削減していくことで低炭素社会を実現することが技術的に可能であること、マクロ的観点からは GDP の大きなロスがないことが示せたことである。残る問題は、低炭素社会を実現させるためのやる気を維持し適正な制度を構築できるか、という点である。アジアにこの適正なガバナンスを実施するキャパシティがあるかという点においては悩ましい。
- ・UNFCCC の交渉の中で日本は付属書 I 国であるが、アジアのその他の国は非付属書 I 国に属している上、中国・インド・東南アジアの国々等、アジア各国はそれぞれの課題ご

とには別々の交渉グループに属しているため交渉の中では「アジア」という単位は表に出てこない。ではなぜこのプロジェクトが「アジア」という単位で低炭素社会を議論しているのかを考えてみると、やはりアジアの国に共通する項目を検討する必要があるためである。アジアの国々は急速な経済成長を目指しているという点は共通しており、その経済成長は無制約なものではなく、気候変動などの環境問題、資源・エネルギー問題などを制約条件として共通して抱えている。その共通の目標を実現するに当たり、「アジア」という単位で協力関係が構築可能なのではないかと考える。

- ・アジア内の国家間の関係は必ずしも良好ではないが、低炭素社会を構築していくための制度は、少なくとも現段階では政府間で条約を結ぶというより非政府レベルのアクターで実現していくという方法が近道であると考え。このプロジェクトのように、研究者のネットワークを構築することもひとつの方策であると考え。さらに民間の投資および消費者の行動を低炭素化にどう結びつけていくかについて、このような観点から包括的に低炭素社会構築が実現できた場合には、それがアジアの国家間の関係改善に資する可能性もある。

○ 李志東コメンテーター（長岡技術科学大学）

- ・3点コメントしたい。1点目は、2050年のシナリオについて。2℃目標を実現するためには2050年までに世界全体でのCO2排出量を1990年比の半減させなければならない。つまりCO2排出を2050年に100億トンに減らさなければならないということになる。同時に、国連の試算によれば2050年には世界の人口も100億近くになると予想されている。現在の一人当たりのCO2排出量は、2010年の数値では日本は9トン、中国は5.6トンであった。現段階では国家間の格差が大きい、2050年に全人口が一人当たり1トンの排出を割り当てられることになるのであれば、各国の排出量が予測できる。各国がどのようにして排出を削減していくかについて考慮すると、やはり化石燃料の消費を削減しなければならない。現在の化石燃料消費量は100億トン程度であるが、2050年までには45億トン以下に削減しなければならないと見積もられており、難しい課題であると考え。
- ・2点目は実現するために何をすべきか、という点についてである。中国を例に挙げると、省エネやCO2排出原単位の削減目標を掲げ取り組みを実施している。遅くとも2020年からの5か年計画では、CO2の排出総量に関する規制が打ち出されるものと考えている。中国の現在の取り組みが十分でないという指摘もあるが、過去5年間ではGDP当たりのCO2排出量は約18%削減されている。しかし一方で日本は6%程度しか削減していない。仮に日本が中国並みの原単位の削減率を実現するとすれば、日本の削減量は16%ほどになるはずである。中国がきちんと努力をしていることは評価されるべきと考えている。また、CO2排出削減策のみならず、大気汚染対策の一環として石炭消費の抑制等の環境対策を行い始めており、大きな意味を持つと考えている。なぜなら、中国のCO2排出量の8割以上は石炭の燃焼に由来しており、石炭使用を抑制できなければCO2の排出削減

は実現できない。より長期的な見通しとしては、現在 7 割程度である石炭火力発電の割合が 2050 年には 3 割程度まで減少するという研究結果もある。石炭の使用をコントロールすることができれば、CO₂ 排出量をピークアウトさせることも不可能ではない。従来の研究によれば 2030 年頃にピークアウトすると予想されているが、個人的には省エネの推進と非化石燃料および天然ガスの導入を加速させることにより、2025 年頃には十分ピークアウトは可能であると考えている。この場合には、CCS による削減には頼らず実現が可能と考える。より早期にピークアウトを実現するためには、2050 年までに天然ガスの導入を迅速に進める必要があるのではないかと考える。

- ・最後に、アジアの低炭素社会をどのように実現するかについてであるが、議論することは重要であるが、必要なのは行動であり、行動していく中で改善を繰り返していくことが重要であると考えている。その場合において、日本が率先して 2020 年までの目標を野心的に打ち出していかなければ、アジアにおける低炭素社会の実現を提言していくことが難しくなる。また、アジア全体で低炭素化に取り組むためには、例えば「アジア低炭素社会機関」のようなものを構築し、データ整理や共同研究などを行う必要があると考える。

○ 西岡秀三コメンテーター（地球環境戦略研究機関）

- ・このプロジェクトがなぜ重要であるかについて。コペンハーゲン合意以降、世界的に 2050 年を目指して新しい枠組みをつくり、先進国が資金を投じようとしているが、その資金が正しく使われるかを検証するという役割においてモデル分析は重要であるのではないかと考える。
- ・アジアは将来的に GDP、人口、CO₂ 排出量すべてにおいて世界の半数を占めるようになるとの試算があり、今後はアジアにおいて資源の制約を考慮しなければ発展が継続不可能になることをアジア全体で認識しなければならない。これまで先進国が辿ってきたような道筋をアジアが辿るべきではないという点を伝えていかなければならない。日本は経済発展を遂げた後に 80% の CO₂ 排出を削減しなければならない厳しい状況にあるが、途上国は今後様々な選択が可能であり、低炭素化にあたっては彼らがフロンティアになるものと考えている。日本の良い例を輸出するとともに、これまで経験してきた無計画な都市化等の過ちを伝えていくことも重要である。
- ・また、JCM のスキームにおいては、途上国の政策自体を大きく変えていくという点が重要である。所謂ロックインと呼ばれる現象など、投資を間違えると低炭素社会を大きく外れることになり、これを防止するという意味で AIM の果たす役割は大きいと考える。また、このプロジェクトの重要な点は、単に研究に留まらず、相手国の政府や自治体と直接交渉し、政策策定を支援していく点である。今後は、より日本国内の民間企業等によりフォローされるべきであると考えている。
- ・また、今インドネシアやフィリピンでは IPCC 国内版が構築されており、研究者のソサイ

エティが育ちつつある。しかしそれらの取り組みが実施されていない国もあり、そのような国ではその国のオーナーシップをもった研究者を育てることが重要である。このプロジェクトでは、AIM モデルの骨格は相手国に移転するが、データ収集やモデルを政策に入れ込み普及させる方策については現地の人々が担っている。こちらが一方的に押し付けるのではなく、アジアが一体となつてともに活動を行うことを方針としている。低炭素社会構築に向けては、時には相手国の研究者の考え方がこちらを上回ることもあるため、協働で行っていくべきであると考え

■ 質疑応答

- 会場からの質問無し

○ 増井発表者からの応答

- ・これまで研究として取り組んできており、今後はそれを加速させ、実現させるフェーズに入る。研究者のみで実施しては上手くいかないものと考えするため、本日ご参加の皆さんにご協力をお願いしたい。企業の皆さんには、どのような技術を持っているかについて情報をインプットしていただき、総合的な低炭素社会シナリオの構築を実現していきたいと考えている。ご協力をお願いいたします。

○ 松岡発表者からの応答

- ・先ほどガバナンスについてのお話があったが、低炭素社会計画のみならずすべてにおいてガバナンスは重要である。現地でも、ガバナンスの問題が非常に重要であると認識している方に出会うことがあった。そのような考え方がいかに組織の中で普及していくかという点が非常に重要なポイントであると考え。
- ・また、初期の AIM チームは COP3 以降の日本の目標策定の作業を行っていたが、その後に日本のキャパシティディベロップメントが進んできたと感じる。多様な方々が AIM モデルの分析に対して理解を示してくれ、科学的視点に立ち低炭素目標策定を行っていくことの必要性についても理解を示して頂けるようになった。そのような日本の経験を東南アジア各国に広めることで、東南アジアで同じような活動を実施している国同士の研究者が競い合い、政策決定に関与していくという効果が期待できるため、アジアでこの活動を実施する意義があると考え。
- ・ここ数年、カンボジアやバングラデシュなど、低炭素社会という観点が社会の関心事項ではない地域の政策担当者に関わる機会があった。そういった地域に対しては、低炭素社会の実現が多様な要素を含むことを戦略的に訴えていく必要がある。低炭素＝エネルギーのような考え方ではなく、広く新しい低炭素社会の考え方がアジア（特に後進国）にとっては重要である。これから数 10 年の内に、その次の 50 年を低炭素にするような仕組みづくりを実施していく、長期的なシナリオデザインが必要であると痛感している。

○ 甲斐沼座長からのコメント

- ・いつかは GHG の排出をゼロにしなければならないので、より早期に低炭素の道を実現していく必要がある。高効率な技術を普及させていくことも重要ではあるが、例えばタイの「Sufficiency economy」など、多様な考え方についてはアジアの国々から学ぶことが多いと考える。
- ・本日いただいたご意見は非常に参考になった。今後のプロジェクトに生かしていきたい。

アジア低炭素社会の構築について

<目次>

1. 2050年CO2排出とエネルギー消費シナリオについて
2. 低炭素社会に向けた中国の取組み
3. アジア低炭素社会をどう実現するか

李志東 (Li Zhidong)

(zhidong@kjs.nagaokaut.ac.jp)

長岡技術科学大学大学院 経営情報系 教授

日本エネルギー経済研究所 客員研究員

中国国家発展改革委員会能源研究所 客員研究員

2013年10月17日

国立環境研究所・環境省 環境研究総合推進費S-6 シンポジウム

「アジア低炭素社会へのチャレンジ：アジアはリープフロッグで世界を変えられるか」

国連大学 ウ・タント国際会議場

2. 低炭素社会に向けた中国の取組み

2.1 低炭素社会を目指し始めた：持続可能な発展を実現するには、低炭素しかない

2.2 基本戦略：国際交渉と国内取り組みで先導者の実利を狙う

★国際交渉：応分の排出枠を確保 ★国内取組み：枠組み交渉の結果に関わらず、政府と議会が結束して、お互いに支え合う三本柱として、●エネルギー安定供給の確保、●CO₂排出抑制、●低炭素の技術開発と産業育成に取り組む

2.3 2020年までの戦略目標と第12次5カ年計画目標

★CO₂抑制目標：GDP原単位を5年間で17%削減、2020年までに2005年比40%～45%削減

★省エネ目標：5年間で16%

★非化石エネルギー目標：比率を2005年の7.5%から2015年に11.4%へ、2020年に15.0%へ

★植林目標：蓄積量を5年間で6億m³増、2020年までに2005年比で13億m³増

2.4 強化されつつある低炭素対策

5カ年計画でみる中国における主要温暖化対策の推移と今後の展望

	第12次5カ年計画までの推移			第13次5カ年計画以降の展望		
	第10次5カ年計画 (2001～2005)	第11次5カ年計画 (2006～2010)	第12次5カ年計画 (2011～2015)	第13次5カ年計画 (2016～2020)	第14次5カ年計画以降 (2021～2025以降)	
省エネ	拘束目標なし	拘束目標導入	拘束目標拡大	ポスト京都対応	UNFCCC長期目標適合	
エネルギー消費総量抑制	期待値	期待値	強い期待値	拘束目標	拘束目標	
非化石エネルギー利用拡大	期待値	期待値	期待値	拘束目標	拘束目標	
森林面積拡大	期待値	期待値	期待値	拘束目標	拘束目標	
CO ₂ 排出原単位	期待値	期待値	期待値	拘束目標	拘束目標	
CO ₂ 排出総量抑制	期待値	期待値	期待値	期待値	期待値	
CO ₂ 排出量取引	期待値	期待値	期待値	期待値	期待値	
炭素税	期待値	期待値	期待値	期待値	期待値	

注：①「期待値」は達成が望ましいとされる努力目標。「拘束目標」は達成責任が問われる拘束力のある目標、「強い期待値」は「拘束目標」に近い期待値。②「期待値」は過去5カ年計画による。将来展望は政府機関HPIに公表される関連資料、要人発言などに基づき李の個人見解。

⇒2020年以降温暖化防止長期枠組み交渉への布石

★習・李体制における取り組み強化の動向

●「大気汚染防止行動計画(2013～2017年)」(國務院、2013/9/10)、「京津冀及び周辺地域大気汚染防止行動計画実施細則」(国家環境保護局・他5省庁、9/17)、「北京市2013～2017年クリーン空気行動計画における重点任務の割り当てに関する通知」(北京市、2013/8/23)、「北京市2013～2017年石炭消費削減とクリーンエネルギー利用拡大の加速に関する行動方策」(北京市、2013/9)

ポイント：産業構造調整と天然ガス・再生エネルギー利用拡大による**石炭消費抑制**(例えば、2017年石炭消費量を2012年比で北京市が1300万t以上削減、京津冀ベルトと山東省は合計8300万t減、シェアを65%以下)、エコカー普及と石油製品品質向上による移動汚染源の排出削減などを通じて、全国PM10濃度を2017年に2012年比10%減、PM2.5濃度は、京津冀ベルトで25%減、長江デルタで20%減、珠江デルタで15%減

●「価格メカニズムの健全化による太陽光発電産業の健全な発展の促進に関する通知」(国家発展改革委員会、2013/8/26)、「再生可能エネルギー発電電力料金賦課金と環境保護電力料金賦課金の調整に関する通知」(同、13/8/27)

ポイント：★大中型PVのFITを全国統一の1元/kWhから地域別へ細分化、下方調整(1元、0.95元、0.9元)、分散型PVにFITを初適用(自家消費分0.42元/kWh支給、余剰分は(0.42元+石炭火力発電価格分)で買い取る。★コスト上昇を吸収する**買取単価を8元/千kWhから15元へ引き上げ**

●「新エネルギー自動車利用促進事業の継続展開に関する通知」(財政部、科学技術部、工業と情報化部、国家発展改革委員会、2013/9/13)

ポイント：★**重点地区**：25都市から京津冀、長江、珠江の3大ベルトを中心とする特大都市、都市群へ ★**量の拡大**：2012～15年に特大都市や重点地区は1万台、大都市や都市群は5万台 ★**公共交通、公務、物流、衛生用車の買い替えと新規購入の30%を新エネルギー車と規定** ★**純EVシフトが鮮明**：電気自動車普及を基準に、純EVに3.5～6万元、PHEVに3.5万元、FCVに20万元を補助。補助上限は純EVが6.5万、PHEVは1.5万元減、FCVは5.5万元減 ★**補助金減額を宣言**：2013年比で14年に10%減、15年に20%減 ⇒2015年までに累積生産・販売量を50万台以上の計画目標は、実現可能となつてくる

⇒石炭シェアは2020年56%、2030年45%、2050年33%へ低下(中国工程院「中国中長期エネルギー発展戦略研究(2030年、2050年)」(2011/3))

1. 低炭素社会に向けた

2050年CO2排出とエネルギー消費シナリオについて

気温上昇を2℃以内に抑制することに向けた2050年CO2排出と化石エネルギー消費シナリオ															
		1990年実績					2010年実績					2050年シナリオ (前提条件: ● 気温上昇2℃以内に抑制 ● 世界総排出量を1990年比半減 ● 一人当たり排出量を基準で各国に排出量割合で削減)			
		人口	CO2	一人当たりCO2	人口	CO2	一人当たりCO2	化石エネルギー消費量	人口	CO2	一人当たりCO2	対1990年変化率(%)	対2010年変化率(%)	CO2排出量に見合う化石エネルギー消費量(百万toe)	CO2排出量に見合う化石エネルギー消費量の対2010年変化率(%)
		百万人	百万t	1/人	百万人	百万t	1/人	百万toe	百万人	百万t	1/人	人口	一人当たりCO2	人口	一人当たりCO2
世界		5,279	21,246	4.0	6,870	30,441	4.4	10,211	9,306	10,623	1.1	76.3	-50.0	-71.6	-65.1
OECD		1,065	11,643	10.9	1,237	13,123	10.6	4,364	1,312	1,497	1.1	23.2	-87.1	-89.6	-88.6
米国		250	4,832	19.3	309	5,382	17.4	1,864	403	460	1.1	61.2	-90.5	-94.1	-91.5
日本		124	1,065	8.6	127	1,153	9.1	404	109	124	1.1	-12.5	-88.4	-86.7	-89.3
Non-OECD		4,214	9,603	2.3	5,632	17,318	3.1	5,947	7,994	9,126	1.1	89.7	-5.0	-49.9	-47.3
中国		1,156	2,338	2.1	1,538	7,427	5.6	2,115	1,396	1,479	1.1	14.1	-36.7	-44.6	-40.1
インド		874	591	0.7	1,225	1,656	1.4	500	1,692	1,931	1.1	80.6	226.8	68.8	16.6
出所: 1990年実績はIPCC 第4次評価報告書第2作目、2010年実績は第5作目、2050年人口は国連人口局の推定値による。その他仮定は(2)の注に記す。注: 日本を含む、化石エネルギーの排出係数(1-tco2/toe)は、石炭0.736、石油0.707、天然ガス0.735と仮定。排出量が一定の場合、使える化石エネルギーの量は、熱量換算で石炭が最も少ない、天然ガスが最も多い。															

●2℃実現に2050年排出量が1990年比で半減なら

⇒一人当たり排出量は2010年の4.4tから1.1tへ

⇒化石エネルギー消費量は2010年の103億toeから、27億(石炭)～45億(天然ガス)toeへ

⇒化石エネルギー制約を超える需要を、非化石エネルギー由来で満たさねばならず

⇒吸収増、炭素排出量取引市場の整備が必要

⇒CCSは最後の手段

中国は省エネと非化石エネルギー利用拡大で、排出原単位を5年間で17.5%削減

⇒中国並の努力なら、先進国がもっと削減できる

近年におけるCO2排出削減に関する中国と米国・EU・日本との国際比較

	2005年実績			2010年実績			2010年の05年比変化率			対策なし		中国並の削減率削減		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K=(D-I)	L	M=(L-D)	N
	CO2	GDP	CO2/GDP	CO2	GDP	CO2/GDP	CO2	GDP	CO2/GDP	CO2	削減の削減効果	CO2	追加削減量	05年比削減率
	百万t	10億pppドル	t/千pppドル	百万t	10億pppドル	t/千pppドル	%	%	%	百万t	百万t	百万t	%	%
中国	5,292	4,759	1.11	7,427	8,093	0.92	40.3	70.1	-17.5	8,999	-1,572	-	-	-
米国	5,794	11,146	0.52	5,382	11,548	0.47	-7.1	3.6	-10.3	6,003	-621	1,955	-427	-14.5
EU	3,896	11,697	0.33	3,565	12,285	0.29	-8.5	5.0	-12.9	4,092	-527	3,377	-188	-13.3
日本	1,211	3,496	0.35	1,153	3,548	0.32	-4.8	1.5	-6.2	1,229	-76	1,014	-139	-16.2

出所：日本エネルギー経済研究所計量分析ユニットエネルギー経済統計要覧2013に基づき、李が作成
注：CO2削減量はエネルギー起源分のみ。①GDPは2000年価格の実質GDP、購買力平価(PPP)表示

出所：日本エネルギー経済研究所計量分析ユニットエネルギー・経済統計要覧2013に基づき、李が作成

注：①CO2排出量はエネルギー起源分のみ、②GDPは2000年価格の実質GDP、購買力平価(PPP)表示

国連に提出の2005年比で排出原単位を40～45%削減の2020年目標について、達成を担保できる計画を作成

第12次5カ年計画と検討中の中期計画における2020年目標達成のロードマップ

	水準				5年間変化率の推移			2005年比変化率	
	2005	2010	2015	2020	10/05	15/10	20/15	2015	2020
エネルギー消費GDP原単位	100.0	80.9	68.0	57.1	-19.1%	-16.0%	-16.0%	-32.0%	-42.9%
非化石エネルギーの比率	7.5	8.3	11.4	15.0					
二酸化炭素排出のGDP原単位	100.0	80.2	65.1	52.5	-19.8%	-18.8%	-19.4%	-34.9%	-47.5%

注：a) 2011～2015年の省エネ率と15年の非化石エネルギーの比率は第12次5カ年計画の目標値、2020年の非化石エネルギーの比率は国連に提出した自主行動計画の目標値、2016～2020年の省エネ率は16%と仮定。b) 排出原単位は、化石燃料の内部比率が一定で、省エネ率と非化石燃料比率の変化のみ考慮した推定値。

出典：李志東が作成。

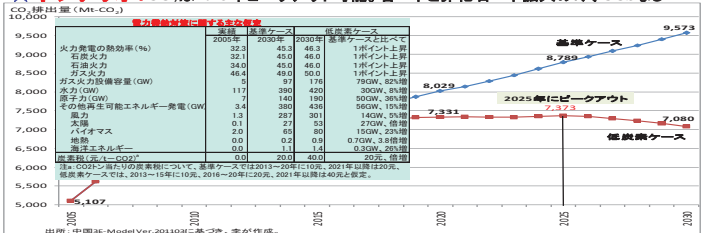
CO₂排出量の早期ピークアウトを目指す

●ERIシナリオ：CO₂ピークアウトは最速でも2030年、しかもCCS普及が前提

省エネシナリオ	ピークアウトの時期と排出量	省エネと低炭素化	IGCC	OOS	産業構造とエネルギー消費	環境対応車
低炭素シナリオ	60年代後半、12.2億t CO ₂ (05年比1.95倍増) 70年代後半、10.9億t CO ₂ (05年比1.68倍増) 80年代後半、9.8億t CO ₂ (05年比1.58倍増)	主にエネルギー消費削減による削減	考慮し、60年代後半、70年代後半、80年代後半、90年代後半、2000年代後半、2010年代後半、2020年代後半	考慮し、60年代後半、70年代後半、80年代後半、90年代後半、2000年代後半、2010年代後半、2020年代後半	産業構造とエネルギー消費の大幅な変化	乗用車、2015年10%、2020年50%、2030年100%、2040年100%
強化低炭素シナリオ	60年代後半、8.2億t CO ₂ (05年比0.94倍増) 70年代後半、7.1億t CO ₂ (05年比0.81倍増) 80年代後半、6.0億t CO ₂ (05年比0.71倍増)	省エネと低炭素化による削減	考慮し、60年代後半、70年代後半、80年代後半、90年代後半、2000年代後半、2010年代後半、2020年代後半	考慮し、60年代後半、70年代後半、80年代後半、90年代後半、2000年代後半、2010年代後半、2020年代後半	産業構造とエネルギー消費の大幅な変化	乗用車、2015年10%、2020年50%、2030年100%、2040年100%

出所：中国国家発展改革委員会能源研究所所蔵資料「中国2050年低炭素発展の道：エネルギーと炭素排出のシナリオ分析」(科学出版社、2009/9)に基づき、李が作成。

★李シナリオ：CO₂は2025年ピークアウト可能。省エネと非化石エネルギーのみ、CCSなし



●国家気候変動専門家委員会副主任・清華大学低炭素経済研究院長何建坤氏(第3回中国低炭素発展フォーラム、13/1/10)：工業部門は2025年にピークアウト可能、全国ではできるだけ2030年までにピークアウトを実現

●国家低炭素産業部門に選定された江蘇省鎮江市朱曉明市長(市政府常務会議、2012/12/18)：「2019年前後にピークアウトすることを目指す」、低炭素都市建設を行う

●要注目文書：「国家気候変動防止計画(2011-2020年)」、「国家気候変動適応全体戦略」⇒何れも作成中

3、アジア低炭素社会をどう実現するか

●直ちに行動を開始すること。自国の持続可能な発展に不可欠

- 日本の率先垂範に期待
- ★-25%目標？
- ★各主体・分野の目標、具体対策？

●アジア低炭素社会機関(ALCSA)が必要

- ★統計整備・現状把握
- ★共同研究・制度設計・政策提言
- ★炭素削減・吸収、エネ安全保障、新興産業振興などにおける互恵協力、域内最適化
- ★・・・、・・・
- ⇒EUのような、**アジア共同体への布石**

その他文献 日本語。一部は英語あり)

李志東「中国の低炭素社会の未来像に関する計量経済分析」、青木玲子・浅沼和美「効率と公正の経済分析：企業・開発・環境」ネルヴァ書房、pp.299-327、2012/3、「低炭素社会に向けた中国の総合エネルギー政策の動向」、真家陽一編著『中国経済の実像とゆくえ』ジェトロ、pp.76-106、2012/6、「低炭素社会に向けた中国の経済・エネルギー・環境に関する中長期展望と政策課題」資源環境対策、Vol.48, No.5(2012年5月号)、pp.34-44。
山下ゆかり・李志東「エネルギー分野の日中協力の回顧と展望」日中経協ジャーナル、2012年10月号、pp.4-7、(69)；**グリンカ・カミル・李志東**「中国新疆ウイグル自治区における風力発電に関する計量経済分析」エネルギー・資源、Vol.33, No.7(2012)、pp.37-37(全文は電子ジャーナルに掲載)、(中国語)「中国風力発電中長期的計量経済分析」可再生エネルギー、Vol.30, No.10(2012)、pp.108-114；**Peck Yean Gan, Li ZhiDong**、Study on the Pricing Mechanism of Global Solar Photovoltaic Panel Using Econometric Method、IEEJ Energy Journal、Vol.8、No.2(2013)、pp.30-38。
李志東「本格化する太陽光発電の開発」、**日本エネルギー経済研究所IEEJ NEWSLETTER** No.101、**2012年**2月号、「本格化するガス火力の開発」No.102.3月号、「太陽光発電装置産業第12次5カ年計画」No.103.4月号、「総合エネルギー政策の動向」No.104.5月号、「自動車産業政策の動向」No.105.6月号、「原子力安全対策の動向」No.106.7月号、「省エネ・環境保護産業発展第12次5カ年計画」No.107.8月号、「再生可能エネルギー発展第12次5カ年計画」No.108.9月号、「動き出した排出量取引制度導入実験」No.109.10月号、「加速するガス輸送インフラ整備」No.110.11月号、「COP18に向けた原則的立場を表明」No.111.12月号、「2013年展望：中国情勢」No.112、**2013年**1月号、「太陽光発電年間導入目標1,000万kWへ」No.113.2月号、「待ったなしの微粒子PM2.5汚染対策」No.114.3月号、「エネルギー価格と機構改革の動向」No.115.4月号、「米中気候変動共同声明について」No.116.5月号、「加速するCCUSの技術開発と実証実験」No.117.6月号、「国家能源局の改組について」No.118.7月号、「各地の太陽光発電産業の振興策」No.119.8月号、「具体化が待たれるグリーン産業の発展促進策」No.120.9月号、「本格化する新エネルギー自動車利用促進対策」No.121.10月号。
李志東「中国國務院がエネルギー計画と原発3計画を批准」、**日本エネルギー経済研究所IEEJ**、2012年11月1日、「中国における天然ガス利用政策の動向」11月19日、「中国エネルギー発展第12次5カ年計画の概要と実現可能性」2013年2月14日、「中国における2015年天然ガス需給計画の概要」2月14日、「中国における原子力発電の安全性と経済性の両立への模索」8月19日。
李志東「中国のエネルギー事情①：概論：低炭素社会に向けた中国のエネルギー総合政策の動向」**IOEH**、第99巻第6号、**2012年**6月、pp.80-84、「②：石油需給の実態と低炭素社会に向けた石油政策の動向」第7号、7月、pp.68-72、「③：石油需給の実態と低炭素社会に向けた石油安全保障政策の動向」第8号、8月、pp.64-68、「④：低炭素社会に向けた天然ガス需給対策の動向」第9号、9月、pp.60-64、「⑤：低炭素社会に向けた電力需給対策の動向」第10号、10月、pp.47-51、「⑥：低炭素社会に向けた太陽エネルギー発電開発と関連産業の動向」第11号、11月、pp.50-54、「⑦：低炭素社会に向けた風力発電開発と関連産業の動向」第12号、12月、pp.52-56、「⑧：低炭素社会に向けた原子力発電開発と関連産業の動向」第100巻第1号、**2013年**1月、pp.64-68、「⑨：低炭素社会に向けたバイオマスエネルギー開発と関連産業の動向」第3号、3月、pp.56-60、「⑩：低炭素社会に向けた水力発電開発の動向」第5号、5月、pp.53-57、「⑪：低炭素社会に向けたエネルギー発展第12次5カ年計画の概要と取組み」第6号、6月、pp.71-75、「最終回：低炭素社会を実現できるか」第7号、7月、pp.71-75。
李志東「自然灯を2016年から全廃へ、LED化で年間480億kWh削減」**日経エネルギー**、**2012年**11月号、pp.86、「天然ガスの安定供給確保に本腰、中央アジアから800億m調達へ」2月号、pp.97、「NOx排出量を2015年に10%削減へ、炭酸設備関連市場は2.3兆円に」3月号、pp.79、「石炭の需要急増で政策見直し、安定供給確保とCO2削減両立」7月号、pp.96、「電動自動車の産業育成に本腰、2020年に生産能力200万台へ」8月号、pp.96、「再生可能エネルギー開発を加速、5年間の総投資額は22兆円超」11月号、pp.96、「排出量取引制度の実験開始、2020年頃に国内統一市場」12月号、pp.96、「原発の新規建設を再開、安全対策に約1兆円」**2013年**3月号、pp.106、「天然ガスの利用拡大に本腰、2015年に消費量2倍」4月号、pp.96、「CCUSの技術開発を加速、50万t級の実験基地も」8月号、pp.92、「国家エネルギー局を改組、定員増で供給行政一本化」9月号、pp.94。

★謝辞：本研究の遂行にあたって、**文部科学省科研費助成事業(挑戦的萌芽研究)のご支援を、日本エネルギー経済研究所、中国国家発展改革委員会能源研究所**などからご協力をいただいた。**配して感謝を申し上げます**。ただし、本報告および資料に関する責任が報告者にある。

＜参考文献＞ 主要政府計画・政策等公文書関係(殆ど中国語だけ)
●全体「国民经济和社会发展第12次5カ年計画」(全人代、11/3/14)、「エネルギー発展第12次5カ年計画」(國務院、13/1/1)、「中国エネルギー政策白書2012」(國務院、12/10/24)、大気汚染防止行動計画」(國務院、13/9/10)
●**温暖化防止**、「『第12次5カ年計画』における温室効果ガス排出量削減に関する活動方針」(國務院、11/12/1)、「低炭素地域実験事業の展開に関する通知」(发改委、10/7/9)、「炭素排出量取引実験事業の展開に関する通知」(发改委、11/10/29)、「気候変動対策科学技術発展第12次5カ年計画」(科学技術部等、12/5/4)、「中国気候変動防止の政策と行動：2012年報告」(发改委、12/11)、「国家炭素回収・利用・貯留(CCUS)科学技術発展第12次5カ年計画」(科学技術部、13/2/16)、「CCUSモデル実験の推進に関する通知」(发改委、13/4/27)
●**省エネ**、「第12次5カ年計画省エネ・汚染物質削減に関する総合活動方針」(國務院、11/8/31)、「万社企業省エネ低炭素行動実施方案」(发改委等、11/12/7)、「工業部門省エネ第12次5カ年計画」(工業・情報化部、12/2)、「省エネ・新エネルギー自動車と船舶の自動車税と船舶税に関する通知」(財政部等、12/3/6)、「万社企業省エネ低炭素行動における企業別省エネ目標一覧」(发改委等、12/5/12)、「省エネ・汚染物質削減第12次5カ年計画」(國務院、12/8/6)、「内燃機工業省エネ・汚染物質削減の強化に関する國務院并公庁意見」(國務院、13/2/6)、「2013年工業部門省エネと绿色发展に関する行動実施方案」(工業・情報化部、13/3/21)、「電動機エネルギー効率向上計画」(2013-2015年)」(工業・情報化部等、13/6/10)
●**再生可能エネルギー**、「太陽エネルギー発電開発第12次5カ年計画」(能源局、12/7/7)、「風力発電開発第12次5カ年計画」(能源局、12/7)、「水力発電開発第12次5カ年計画」(能源局、12/7)、「バイオマスエネルギー開発第12次5カ年計画」(能源局、12/7)、「再生可能エネルギー発展第12次5カ年計画」(能源局、12/8/6)、「太陽光発電産業の健全な発展の促進に関する若干意見」(國務院、13/7/15)、「米国製と韓国製の太陽光発電向け多結晶シリコンの輸入に対する反ダンピング関税に関する仮決定公告」(商務部、13/7/18)、「価格メカニズムの健全化による太陽光発電産業の健全な発展の促進に関する通知」(发改委、13/8/26)、「再生可能エネルギー発電電力料金賦課金と環境保護電力料金賦課金の調整に関する通知」(发改委、13/8/26)、「太陽光発電設備製造業規範条件」(国家工業・信息部、13/9/16)
●**原子力**：原子力安全点検に関する11年3月16日國務院常务会议、原子力安全宣言と安全計画審議に関する12年5月31日國務院常务会议、「原子力安全と放射性汚染防止第12次5カ年計画および2020年長期目標」(環境保護部、12/10/10)、「原子力発電安全計画(2011-2020年)」(國務院批准、12/10/24)、「原子力発電中長期発展計画(2011-2020年)」(國務院批准、12/10/24)、「原子力発電系統連系充電価格メカニズムの健全化に関する通知」(发展改革委、13/6/15)、「国家原子力応急対策手引き」(國務院、13/6/30)
●**化石エネルギー**、「石炭工業発展第12次5カ年計画」(发改委・能源局、12/3)、「石炭層ガス開発利用第12次5カ年計画」(发改委・能源局、11/12)、「シェールガス開発計画(2011-2015年)」(发改委・能源局など、12/3)、「全国都市ガス発展第12次5カ年計画」(住宅と都市農村建設部、12/6/27)、「天然ガス利用政策」(发改委、12/10/14)、「天然ガス価格調整に関する通知」(发改委、13/6/28)
●**低炭素技術開発と産業育成**：「戦略的新興産業の育成と発展の加速に関する國務院決定」(10/10/10)、「産業構造調整指導目録2011年版」(发改委、11/3/27)、「CCT科学技術発展第12次5カ年計画」(科学技術部、12/3/27)、「風力発電科学技術発展第12次5カ年計画」(科学技術部、12/3/27)、「太陽エネルギー発電科学技術発展第12次5カ年計画」(科学技術部、12/3/27)、「電動自動車科学技術発展第12次5カ年計画」(科学技術部、12/3/27)、「省エネと新エネルギー自動車産業発展計画(2012～2020年)」(工業・情報化部、12/6/28)、「国家戦略的新興産業発展第12次5カ年計画」(國務院、12/7/9)、「省エネ・環境保護産業の加速的発展に関する意見」(國務院、13/8/1)、「新エネルギー自動車利用促進事業の継続展開に関する通知」(財政部他、13/9/13)

閉会挨拶

藤田 壮 国立環境研究所 社会環境システム研究センター センター長

シンポジウム閉会に当たりまして、一言ごあいさつを申し上げます。

本日は、長時間にわたりご参加を賜り、本当にありがとうございました。

主催者を代表しまして、心から御礼を申し上げる次第でございます。

シャンドル先生、ジャン先生におかれましては、遠路はるばる来日して頂き、貴重な講演を賜りありがとうございました。また、コメンテーターとしてご参加頂きました、ローゼンゲッター先生、廣野先生、李先生、西岡先生、松岡先生、大変貴重な意見を頂き、ありがとうございました。そのほか、本シンポジウムの開催に当たりまして、さまざまなご協力をいただきました皆様に改めまして心から感謝を申し上げる次第でございます。

環境総合研究推進費 S-6 では、成長を続けるアジアに焦点をあてて、どうすれば、エネルギー・資源消費型発展パスを回避して、発展により経済・生活レベルを向上させながら、低炭素排出、低資源消費の社会に移行できるかを探ってきました。本日はこれまでの5年間の成果をご紹介しました。

プロジェクトでは、アジア低炭素社会を実現するための分析の道具だてや方策を用意し、アジアの研究者や政策決定者の方々とシナリオやロードマップを作成したことは、研究の社会だけではなく、社会に対しても一つのメルクマールを築いてきたと、国立環境研究所の一関係者として伺えます。5年前には、低炭素社会という言葉もまだ定着していませんでしたが、この5年間で、アジアのカウンターパートの先生方には、それぞれの国で低炭素社会への政策提案を行って頂いています。また、カウンターパートではないアジアの研究機関や研究者からも、解析手法、ロードマップの作成手法などについて問い合わせを受けるようになってきています。さらにはアジアの研究ネットワークの構築や今年度・来年度の環境省の新たな事業にも本 S-6 の研究の成果が活かされていると認識しています。

ただ一方で低炭素社会に向けた取組はまだ始まったばかりと認識をしています。きょうのこのシンポジウムが一つのきっかけとなりまして、これからの低炭素社会に向けた取り組みが一層進められることを、心から願っております。

また、私どももさらに研究と努力重ねていきたいと思っておりますので、今後ともよろしくお願いを申し上げます。大変簡単でございますが、閉会のご挨拶とさせていただきます。ありがとうございました。



開会挨拶

関 莊一郎

環境省 地球環境局長



1978年 東京大学工学部卒業。
 1978年 環境庁に入省し、大気保全局、水質保全局、環境保健部で環境汚染対策を担当。
 1986年 2年間タイ政府環境庁に環境アドバイザーとして勤務。
 1988年 環境庁に復帰し官房国際課で開発途上国を担当。
 1989年 横浜市役所環境保全局出向等
 1997年 環境庁地球環境部調整官としてCOP3及び地球温暖化対策推進法の制定を担当。
 1998年 3年間世界銀行に出向しアジア太平洋局環境社会開発部門上級環境技術専門官として、主に中国への融資を担当。
 2001年 環境省に復帰し、環境管理局ダイオキシン対策室長。
 2003年 環境管理局大気環境課長。
 2005年 廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長。
 2006年 廃棄物対策課長。
 2008年 財務省へ出向し長崎税関長。
 2010年 環境省水環境担当審議官。
 2012年 環境省放射性物質汚染担当審議官。
 2012年9月より現職。

これまで、地球環境保全、大気・水環境、廃棄物対策などを中心に幅広く国内外の環境行政のポストを歴任した経験を基に地球環境保全に関する環境行政を推進している。

住 明正

国立環境研究所 理事長



1948年生まれ。
 1973年 東京大学大学院理学研究科物理学専攻修士課程終了。
 1985年 理学博士（東京大学）。
 1973年 気象庁入庁。1985年までの気象庁在職中、1979年～1981年ハワイ大気象学教室助手を務める。
 1985年 東京大学理学部地球物理学教室助教授。
 1991年 気候システム研究センター教授、気候システム研究センターセンター長、サステナビリティ学連携研究機構地球持続戦略研究イニシアティブ統括ディレクターを務める。
 2012年10月より国立環境研究所理事。
 2013年4月より現職。東京大学名誉教授。

1983年、日本気象学会山本賞「冬季モンスーンの大規模な特徴の研究」、1994年、日本気象学会藤原賞「熱帯大気・海洋系の相互作用の研究」、2005年、日経地球環境技術賞を受賞。

主 な 著 作：エルニーニョと地球温暖化、オーム社、116（2003年）、さらに進む地球温暖化（ウェッジ選書）（2007年）、気候変動がわかる気象学、やりなおしサイエンス講座5、NTT出版（2008年）

主な共著書：地球史が語る近未来の環境、第4章 気候の近未来予測、東大出版社、81-98（2007年）、サステナブルな地球温暖化対策を目指して（三村信男と共著）、サステナビリティ学への挑戦、岩波書店（2007年）、温室効果ガス貯留・固定と社会システム、コロナ社（2009年）、気候変動と低炭素社会、サステナビリティ学、第2巻、東京大学出版会（2010年）。

セッション1：座長・コメンテーター

蟹江 憲史

東京工業大学大学院社会理工学研究科
価値システム専攻准教授
国連大学高等研究シニアリサーチフェロー
(S-6-3 チームリーダー)



北九州市立大学助教授を経て現職。OECD 気候変動・投資・開発作業部会議長、World Economic Forum World Economic Forum Global Agenda Council 委員、Earth System Governance プロジェクト科学諮問委員などを兼任、欧州委員会 Marie Curie Incoming International Fellow 及びパリ政治学院客員教授（2009-2010）などを歴任。専門は国際関係論、地球環境政治。特に、気候変動やアジアにおける越境大気汚染に関する国際制度研究に重点を置き、2013 年度からは環境省環境研究総合推進費戦略研究プロジェクト S-11（持続可能な開発目標とガバナンスに関する研究プロジェクト）プロジェクトリーダー。近著に N. Kanie, P. M. Haas, S. Andresen, 他, "Green Pluralism: Lessons for Improved Environmental Governance in the 21st Century" Environment: Science and Policy for Sustainable Development, Volume 55, Issue 5, 2013, pp.14-30, Norichika Kanie, Michele M. Betsill, Ruben Zondervan, Frank Biermann and Oran R. Young, 2012, "A Charter Moment: Restructuring Governance for Sustainability", Public and Administration and Development, 32, PP. 292-304 など多数。

S-6-3 は、東京工業大学、NIES、関西大学、早稲田大学、国連大学高等研究所の 5 つのチームから構成される。

河合 正弘

アジア開発銀行研究所所長



1971 年東京大学経済学部卒業。1978 年米スタンフォード大学経済学博士号取得。

米ジョンズホプキンス大学や東京大学で教鞭をとる。その間、世界銀行東アジア局チーフエコノミスト、財務省副財務官、同財務総合研究所長を務める。2005 年からアジア開発銀行総裁の特別顧問として地域経済統合を担当後、2007 年より現職。国際経済・通貨・金融問題やアジア地域経済統合など著書多数。

主な編著書：Asian Regionalism in the World Economy: Engine for Dynamism and Stability (Edward Elgar, 2010); Asia's Free Trade Agreements: How Is Business Responding? (Edward Elgar, 2011); Asia and Policymaking for the Global Economy (Brookings Institution Press, 2011); Monetary and Currency Policy Management in Asia (Edward Elgar, 2012)

廣野 良吉

成蹊大学名誉教授
公益在団法人地球環境戦略研究機関参与



1954-1959 年 米国シカゴ大学大学院経済学研究科
1959-1960 年 米国カリフォルニア大学産業関係研究所助手
1960-1961 年 日本能率協会産業研究所エコノミスト
1961-1998 年 成蹊大学政治経済学部専任講師、助教授、経済学部教授、定年退職
1998-2011 年 埼玉大学政策科学研究科、国立政策研究大学院大学客員教授。

専門分野：開発経済学 / 環境経済学 / 国際開発協力論。
国内では、経済審議会、対外経済協力審議会、林政審議会、中央環境審議会、ODA 懇談会等委員を務めると同時に、海外ではアジア、アフリカ、大洋州、欧米諸国の主要な大学院で開発経済学の教育・研究に従事すると共に、アジア開発銀行、世界銀行、経済開発協力機構、国連開発計画等、多くの国際機関で上級管理職を務めた。現在国内外多くの研究機関、財団法人で理事、評議員を務める。

Werner Rothengatter

カールスルーエ工科大学名誉教授
世界交通学会（WCTRS）前会長



Werner Rothengatter graduated from Business Engineering at Universität Karlsruhe in 1969. While as a Researcher and Research Assistant at the Institute for Economic Policy Research 1970-1978, he earned the PhD in 1972 and the Habilitation in 1978, both in Economics. He worked as a Professor for Economic Theory at Universität Kiel (1979), Professor for Economic Theory and Policy at Universität Ulm (1979-1986), as a Visiting Professor at Vanderbilt University, Nashville, Tennessee (1982), as Head of the Transport Division at the German Institute for Economic Research (DIW), Berlin (1986-1989), and received a call to the Universität Münster, Institute for Transportation Science (1989). Since 1990, he worked as Professor at Universität of Karlsruhe (now the Karlsruhe Institute of Technology (KIT)), Dean of the Faculty of Economics (2003-2004) and Head of the Institute of Economic Policy Research and its Unit of Transport and Communication. Since April 2009 he has retired from University obligations. He retired as well from the Scientific Advisory Committee of the German Ministry of Transport, Construction and Urban Development, which he chaired from 2001 to 2002. In 2010 he was honored with the Francqui-Chair for Logistics at the University of Antwerp and in 2013 with the Jules Dupuit Prize of the WCTRS. He is member of the Advisory Committee of Deutsche Bahn AG and a member of the Reform Commission for Large Projects of the German Ministry of Transport, Construction and Urban Development. He was President of World Conference on Transport Research Society (2001-2007) and is still a member of its Steering Committee. He is a member of the Editorial Advisory Board of the Transport Policy Journal (published by Elsevier) and Editor of the Springer Series on Transport Economics and Policy (together with D. Gillen).

セッション2：座長・コメンテーター

甲斐沼 美紀子

国立環境研究所社会環境
システム研究センターフェロー



1975 年京都大学大学院工学研究科修士課程（数理工学専攻）修了。工学博士。

1977 年より国立公害研究所（現（独）国立環境研究所）に勤務。1990 年より温暖化の研究に従事。温暖化対策を評価するアジア太平洋統合評価モデルの開発に取り組む。現在、国立環境研究所フェロー。2003 年より北陸先端科学技術大学院大学 客員教授。

1994 年日経地球環境技術大賞、2010 年科学技術政策研究所より、科学技術への顕著な貢献 2010（ナイスステップな研究者）に選定される。

2011 年環境科学会学術賞を受賞。

環境経済・政策学会会員。

IPCC 第4次評価報告書および第5次評価報告書の主執筆者（第3ワーキンググループ：緩和策）

主な編著書：「Climate Policy Assessment」Springer, 2003

李 志東

長岡技術科学大学経営情報系教授



1983 年、中国人民大学を卒業。1990 年に京都大学で経済学の博士号を取得し、日本エネルギー経済研究所研究員、主任研究員、長岡技術科学大学助教授、准教授を経て、2007 年から現職、兼日本エネルギー経済研究所客員研究員、中国発展改革委員会能源（エネルギー）研究所客員研究員、朝日新聞アジアネットワークフェロー。

専門はエネルギー経済学、環境経済学、計量経済学。

著作に、①李志東『中国の環境保護システム』東洋経済新報社、1999 年 4 月；②李志東他（共著）『中国能源・環境研究文集』中国環境科学出版社、2000 年 5 月；③葉師寺泰蔵編『アジアの環境文化』慶応大学出版会、1999 年 12 月；④佐和隆光編著『21 世紀の問題群：持続可能な発展への途』新曜社、2000 年 3 月；⑤Takamitsu Sawa (Ed.), International Frameworks and Technological Strategies to Prevent Climate Change, Springer, 2003 年 1 月；⑥Francois Godement, Françoise Nicolas, Taizo Yakushiji, Asia and Europe Cooperating for Energy Security, Brookings Institution Press, 2004 年 6 月；⑦田辺靖雄『アジアエネルギーパートナーシップ』エネルギーフォーラム、2004 年 12 月；⑧Li Zhidong, Dai Yande, Kokichi Ito, Zhang Aling, China's Sustainable Energy Strategies in The 21st Century, edited as the Special Issue of the International Journal of Global Energy Issues, Vol.24, Nos.3/4, 2005；⑨進藤榮一・平川均『東アジア共同体を設計する』日本経済評論社、2006 年 6 月；⑩北川秀樹『中国の環境問題と法・政策』法律文化社、2008 年 3 月；⑪Li ZhiDong, Jun Fujimoto, Yasushi Umeda, Zhang Aling, Eco-design of Multilateral Recycling Systems and Development of Circulating Economy in Asia, edited as the Special Issue of the International Journal of Environmental Technology and Management, Vol.11, No.4, 2009；⑫薛進軍・他『低炭経済藍皮書：中国低炭経済発展報告 2010』（中国）社会科学文献出版社、2011/3；⑬渡辺利夫・21 世紀政策研究所監修／朱炎編『中国経済の成長持続性：促進要因と抑制要因の分析』勁草書房、2011/7；⑭青木玲子・浅子和美『効率と公正の経済分析：企業・開発・環境』ミネルヴァ書房、2012/3；⑮真家陽一編著『中国経済の実像とゆくえ』ジエトロ、2012/6；及び論文等多数。

亀山 康子

国立環境研究所
社会環境システム研究センター
持続可能社会システム研究室室長



1990 年東京大学教養学部卒。1992 年 4 月より国立環境研究所研究員、2011 年 4 月より現職。2006 年より東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学研究系連携講座を併任、2011 年より客員教授。専門は国際関係論。主な研究テーマは、気候変動に対する国際協調の可能性に関する研究、及び、持続可能な発展の計測を目指した指標に関する研究。2005 年より日本学術会議連携会員。2008~2012 年度に中央環境審議会地球環境部会臨時委員。主な著書として、亀山康子・高村ゆかり編（2011）『気候変動の国際制度：京都議定書の行方』慈学社出版；亀山康子（2010）『新・地球環境政策』昭和堂等多数。

西岡 秀三

地球環境戦略研究機関研究顧問



東京大学工学部機械工学科卒、同大学院工学系研究科博士課程修了。工学博士。

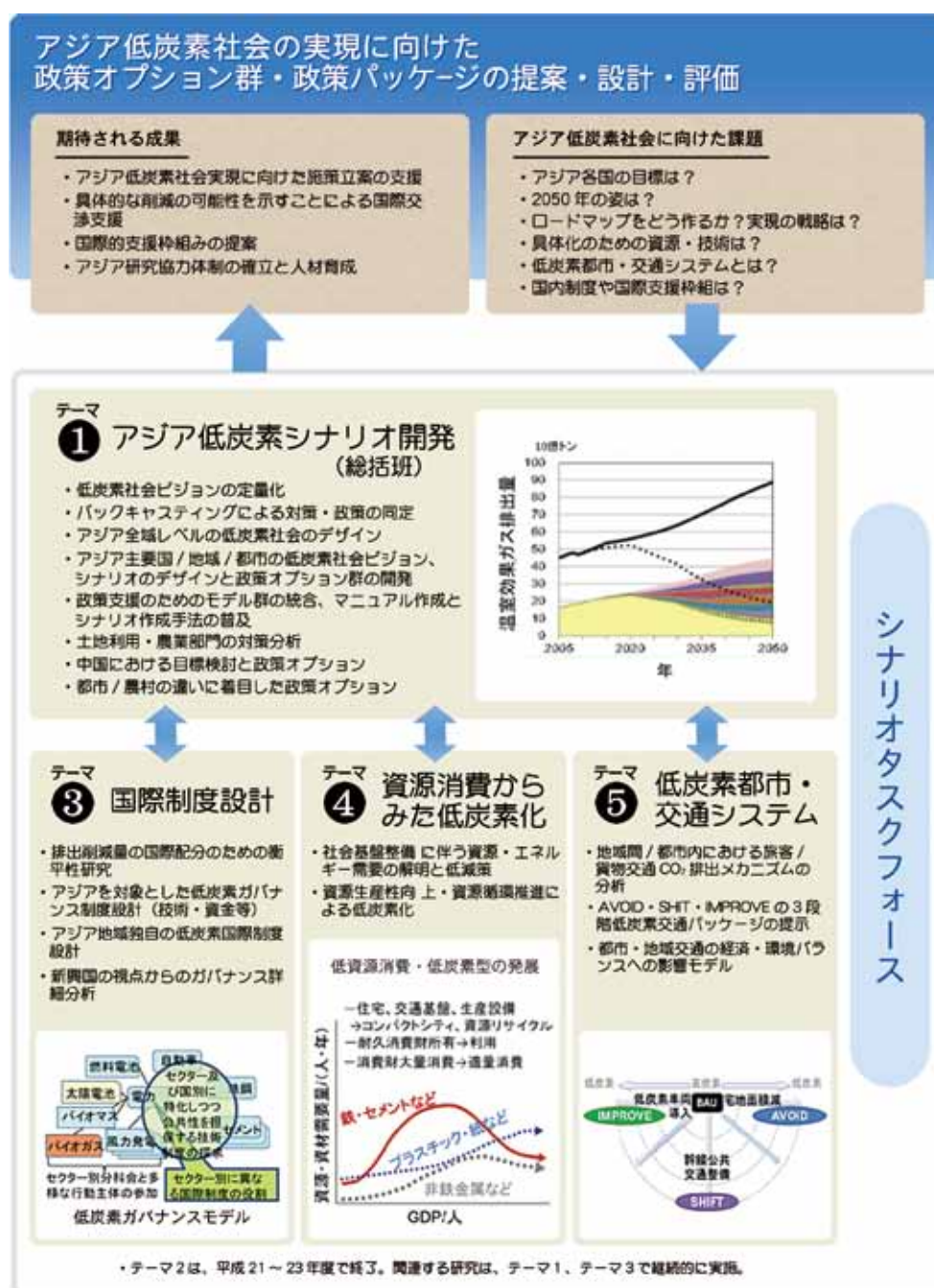
旭化成工業・国立環境研究所勤務、東工大及び慶応大学大学院教授、国立環境研究所理事を歴任。1980 年代より IPCC 活動などを通じて温暖化影響評価、抑制策研究に取り組み、現在は先進国及びアジア諸国との低炭素社会研究国際ネットワーク事務局長として、科学的政策立案に努力。2012 年の革新的エネルギー・環境戦略策定において中央環境審議会での日本低炭素シナリオ作成小委員会委員長。

近著：「低炭素社会のデザイン」岩波新書 2011

アジア低炭素社会研究プロジェクト（S-6）について

	研究テーマ	メンバー機関
テーマ1	S-6-1 アジアを対象とした低炭素社会実現のためのシナリオ開発	NIES、京都大学、みずほ情報総研株式会社、日本エネルギー経済研究所、地球環境戦略研究機関、広島大学
テーマ3	S-6-3 低炭素アジア実現へ向けた中長期的国際制度設計オプションとその形成過程の研究	東京工業大学、NIES、関西大学、早稲田大学、国連大学高等研究所
テーマ4	S-6-4 循環資源・資源生産性の向上による低炭素社会構築に関する研究	東京大学、立命館大学、みずほ情報総研株式会社、NIES、名古屋大学
テーマ5	S-6-5 アジアにおける低炭素都市・交通システム実現方策に関する研究	名古屋大学、日本大学、東京工業大学、横浜国立大学、南山大学

(注) S-6-2 「アジアの低炭素発展の可能性」は平成 21 年度～ 23 年度で終了。関連する研究は、テーマ 1、テーマ 3 で継続的に実施。



Challenges to Low Carbon Asia

Can Asia change the world through leapfrogging?

Date October 17, 2013

**Venue U Thant International Conference Hall,
United Nations University, Tokyo**

Organized by

Ministry of the Environment, Japan (MOEJ)

Low Carbon Asia Research Project (S-6)

supported by Environment Research and Technology Development Fund

National Institute for Environmental Studies (NIES)

Co-organized by

School of Engineering, The University of Tokyo

Tokyo Institute of Technology

Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

Background and Purpose of the Symposium

The aftermath of the economic recession, instability in employment, political instability in the Middle East, and a widening gap between the rich and the poor pose many challenges. These uncertainties combine with the availability of new sources of energy, such as shale gas, and the impacts of the nuclear accident at Fukushima. At the same time, measures to address climate change have become increasingly urgent as a result of intensifying concerns about extreme weather events and the medium- to long-term impacts of climate change. At the COP16 meeting held in Cancún in 2010, it was agreed that future global warming should be limited to below 2.0 °C relative to the pre-industrial level. The meeting explicitly referred to the importance of a paradigm shift towards building a low-carbon society that offers substantial opportunities and ensures continued high growth and sustainable development.

What kinds of initiatives are needed in order to make the low-carbon society a reality? At the Low Carbon Asia Research Project (S-6) funded by the Environment Research and Technology Development Fund of the Ministry of the Environment, Japan, we have been focusing on the continuously growing Asian region, and exploring how the path of energy- and resources-intensive development can be avoided, and how the region can move to a low-carbon emission and low-consumption society while at the same time improving people's lifestyles through development. As concrete measures towards the achievement of a low-carbon society, we have suggested (1) improving resource productivity and cutting the consumption of resources themselves, (2) building transport systems that emit less CO₂, (3) working on the development and dissemination of sustainable energy systems, and other measures. We have conducted researches on what we can do to realize these ideas, and considered what would be needed in terms of technology, financing and governance systems.

Combining these elements, we have jointly developed with researchers and policy makers in various nations a set of ten actions and roadmaps to meet the 2°C target and illustrated that it would be possible to realize the low-carbon society in Asia. This symposium presents the research outputs over the past five years and two lectures from overseas experts followed by discussions on LCS challenges.

Low Carbon Asia Research Project (S-6)
<http://2050.nies.go.jp/>

Program

13:00 -13:10	Opening Remarks Soichiro Seki Director General, Global Environment Bureau, Ministry of the Environment, Japan Akimasa Sumi President, National Institute for Environmental Studies (NIES)
13:10 -13:25	Progress of Low Carbon Asia Research Project Mikiko Kainuma, NIES
13:25 -13:45	Keynote Speech1 Measuring Progress towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia Heinz Schandl, the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australia
13:45 -15:00	Session1 : Low Carbon Resource Management and Transport Systems [Chair] Norichika Kanie, Tokyo Institute of Technology Presentation 1 Resource Productivity toward Low Carbon Society Yuichi Moriguchi, the University of Tokyo Presentation 2 Strategies and Instruments for Low Carbon Transport Systems in Asia Yoshitsugu Hayashi, Nagoya University [Commentators] Ryokichi Hirono, Seikei University Masahiro Kawai, Asian Development Bank Institute Werner Rothengatter, Karlsruhe Institute of Technology, Germany Heinz Schandl, CSIRO, Australia
15:00 -15:20	Break
15:20 -15:40	Keynote Speech2 Energy Transition in China towards 2°C Global Target Kejun Jiang, Energy Research Institute (ERI), National Development and Reform Commission, China
15:40 -16:55	Session2 : Asia Low Carbon Society Scenario [Chair] Mikiko Kainuma, NIES Presentation 1 Asia Low Carbon Society Scenario Development Toshihiko Masui, NIES Presentation 2 Research Activities for Realizing Low Carbon Societies in Asia Yuzuru Matsuoka, Kyoto University [Commentators] Kejun Jiang, ERI, China Yasuko Kameyama, NIES Li Zhidong, Nagaoka University of Technology Shuzo Nishioka, Institute for Global Environmental Strategies
16:55-17:00	Closing Remarks

Progress of Low Carbon Asia Research Project

Mikiko Kainuma

Fellow Center for Social and Environmental Systems Research
National Institute for Environmental Studies (NIES), Japan



Dr. Kainuma received her B.S., M.S., and Ph.D. degrees in Applied Mathematics and Physics from Kyoto University in Kyoto, Japan.

She joined NIES in 1977, and has, since 1990, been engaged with the development of the Asia-Pacific Integrated Model (AIM), which assesses policy options for stabilizing the global climate, particularly in the Asian-Pacific region, with the objectives of reducing greenhouse gas emissions and preventing and mitigating the impacts of climate change. From 2006 to March 2011, she was head of the Climate Policy Assessment Research Section at the Center for Global Environmental Research at NIES. Currently she is a Fellow at the Center for Social and Environmental Systems Research in NIES, and serves as an adjunct professor at Japan Advanced Institute of Science and Technology.

She is a Lead Author of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth and Fifth Assessment Report (Working Group III: Mitigation of Climate Change).

<Awards>

2011 Academic Award by the Society of Environmental Science, Japan

2010 Remarkable Contribution to Science and Technology 2010:Nice STEP

Scientists by the National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)

1994 Nikkei Global Environmental Technology Award

<Publication> "Climate Policy Assessment", Springer, 2003

Greenhouse gas (GHG) emissions from the Asian region accounted for approximately 36% of global emissions in 2005. Considering the rapid economic growth expected in the coming decades, the share of emissions from the Asian region is projected to rise even further if efforts are not made toward Low Carbon Societies (LCSs). The reduction of emissions in Asia is imperative for the transition by 2050 to LCS worldwide that has halved GHG emissions. Furthermore, taking measures toward the realization of an LCS may also lead to the resolving of other challenges such as improving energy access, reducing local pollution, and eradicating poverty.

LCS transition by Asia is not an easy task. In order to realize the transition, it is vital that stakeholders including central and local governments, private-sector enterprises, NGOs and NPOs, citizens and the international community, tackle this with a fixed vision from a long-term perspective of the society they wish to achieve, while cooperating with each other and being aware of the roles they need to play. Depending on the country or region in Asia, the level of development, amount of resources, territorial area, culture and other factors differ. Therefore, the actions that are effective may vary accordingly.

The aim of this project is to provide policy options and roadmaps for each country and region so as to help it develop effective leapfrogging strategies to realize an LCS.

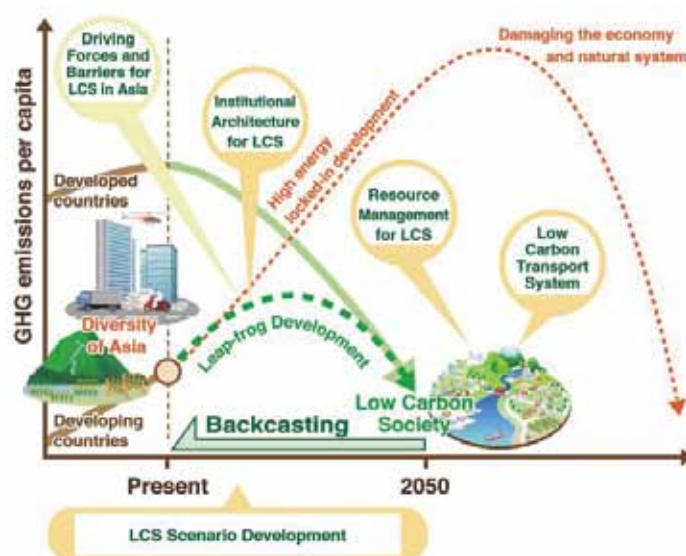
Main results of this project:

- A family of scenario development models and tools has been developed to analyze policy options to reduce GHG emissions.

- These models and tools have been applied to various countries and regions such as China, India, Indonesia, Thailand, Ahmedabad city in India, Guang Zhou city in China, and Gyeonggi Province in Korea, and have shown the feasibility of significant GHG emission reductions.
- Ten actions have been proposed to provide guideline to plan and implement the strategies for an LCS in Asia. These actions focus on urban transport, interregional transport, resource and materials, buildings, biomass, energy system, agriculture and livestock, forestry and land use, technology and finance, and governance. The roadmaps to implement these actions are presented and contribution of these actions to GHG emission reductions has been quantified.
- Three main actions proposed to achieve low-carbon urban transport are: compact cities with well-connected hierarchical urban centers, a seamless and hierarchical transport system, and low carbon vehicles. Three main actions to achieve low-carbon interregional transport are: spatial development driven by a low carbon interregional transport system, a rail/water-oriented intermodal passenger/freight transport system, and low carbon automobile/airplane technologies. The roadmaps to achieve these actions have also been detailed.
- Three main actions proposed in the domain of sustainable resource use are: production that drastically reduces the use of resources, use of products in ways that extend their lifespan, and development of systems for the reuse of resources. The corresponding roadmaps have been outlined.
- Institutions and governance need to function effectively to implement the proposed actions by utilizing physical, economic and human resources. Transparent and fair governance that supports low carbon Asia is proposed to support their implementation.

Future Task

The project has proposed actions and roadmaps to realize LCSs. Many of these actions are in the nature of leapfrogging. However, the practical implementation of the actions depends on a number of more specific conditions: sufficient finance must be mobilized; behavioural, institutional and other barriers to the adoption of low-carbon technologies must be overcome; and patterns of international, national, and sub-national cooperation must be established. Establishment of an education system to enhance understanding of the necessity of LCSs is also a challenge to realize LCSs.



Environmental Research Fund S-6 Project

Challenges toward Low-Carbon Society

—Can Asia change the world through leapfrogging?

Progress of Low Carbon Asia Research Project

Mikiko Kainuma
National Institute for Environmental Studies

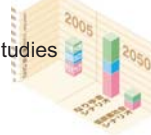
United Nations University
17 October 2013



Organizer

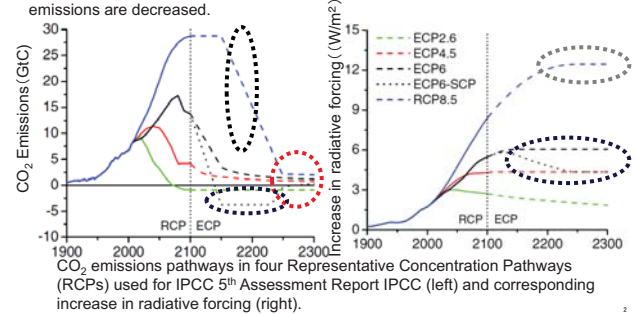


Co-organizer



Why are early actions required ?

- Whatever pathways are followed, GHG emissions should be reduced to zero in the long run. Later the actions become, larger the amounts of reduction become. Temperature will increase as long as GHG emissions are positive.
- GHG emissions should be below zero to decrease temperature. It takes long time.
- It is very difficult to reduce GHG emissions once they are increased because of several reasons, such as the lock-in high carbon infrastructure.
- As climate impacts may be irreversible, it may not be recovered even if GHG emissions are decreased.



CO₂ emissions pathways in four Representative Concentration Pathways (RCPs) used for IPCC 5th Assessment Report IPCC (left) and corresponding increase in radiative forcing (right).

Without climate policies, the annual average temperature will increase more than 10 degrees Celsius in some regions in a worst scenario.

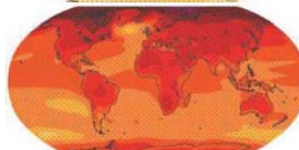
RCP2.6

The global average surface temperature increase 0.3 °C to 1.7 °C in 2100



RCP8.5

The global average surface temperature increase 2.6 °C to 4.8 °C in 2100 and about 8 °C by 2300.

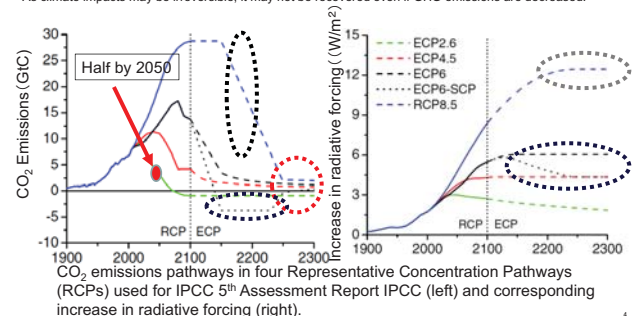


Average surface temperature change (average between 2081 and 2100) compared to the average temperature between 1986 and 2005.

Source: Fig. SPM.7 in Summary for Policy Makers, AR5, IPCC AR5

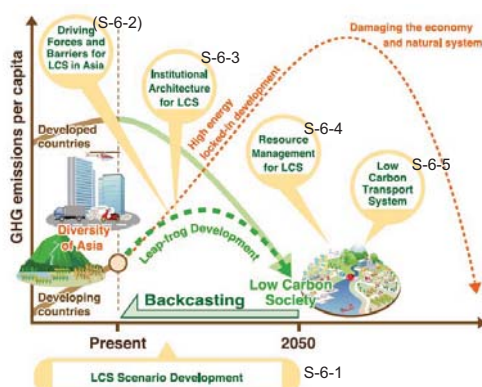
This project explored the pathways toward a low-carbon society where GHG emissions will be halved.

- Whatever pathways are followed, GHG emissions should be reduced to zero in the long run. Later the actions become, larger the amounts of reduction become. Temperature will increase as long as GHG emissions are positive.
- GHG emissions should be below zero to decrease temperature. It takes long time.
- It is very difficult to reduce GHG emissions once they are increased because of several reasons, such as the lock-in high carbon infrastructure.
- As climate impacts may be irreversible, it may not be recovered even if GHG emissions are decreased.



CO₂ emissions pathways in four Representative Concentration Pathways (RCPs) used for IPCC 5th Assessment Report IPCC (left) and corresponding increase in radiative forcing (right).

Asia Low-Carbon Research Project (S-6)



Key Questions

- 1) How much will GHG emissions increase by 2050 in the Reference Scenario? How much is the share of the emissions from Asia?
- 2) How much will GHG emissions from Asia need to be reduced to halve global emissions by 2050? What are key actions?
 - What are effective actions from the points of resource productivity? (Session1 : S-6-4: Yuichi Moriguchi)
 - What are strategies and instruments for low carbon transport systems in Asia? (Session1: S-6-5: Yoshitsugu Hayashi)
 - What are effective strategies to reduce CO₂ emissions from energy system, buildings, agriculture and livestock, and forest and landuse? (Session2: S-6-1: Toshihiko Masui)

Key Questions

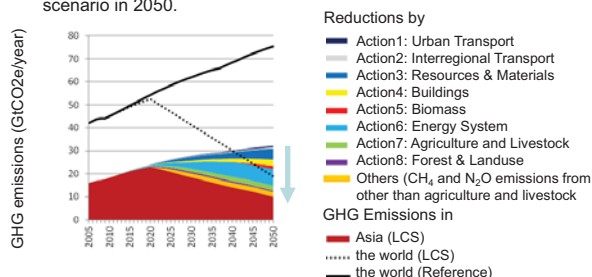
(Continued)

- 4) What kinds of institutions and governance need to be introduced to achieve Low-Carbon Society?
(S-6-3: Norichika Kanie)
- 5) How to approach to promote research collaboration with researchers/organizations in Asia to develop low-carbon scenarios?
(Session2: S-6-1: Yuzuru Matsuoka)
- 6) How to promote collaboration with other projects and research networks to implement low-carbon scenarios?

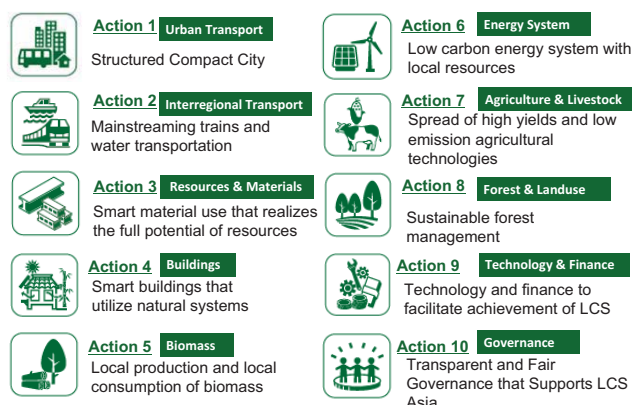
Change in GHG emissions with 10 actions in Asia

S-6-1:Toshihiko Masui

- The global emissions will become 1.8 times larger compared to the 2005 level and emissions in Asia will be doubled under the reference scenario.
- It is feasible to reduce GHG emissions in Asia by 69% by introducing ten actions and Others (CH₄ and N₂O emissions from other than agriculture and livestock) appropriately compared to the reference scenario in 2050.



Ten Actions towards Low Carbon Asia are proposed



S-6-3: Norichika Kanie

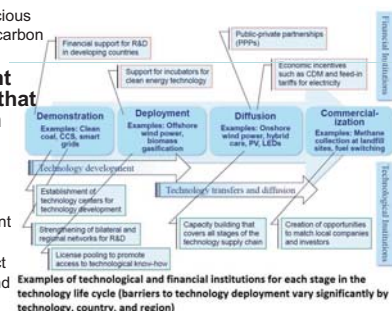
Proposal from the Governance team

Action 9: Technology and Finance for a Low-Carbon Society

- Promote private-sector R&D for LCS
- Establish adequate funding to support R&D and technology diffusion,
- Foster environmentally conscious consumers who choose low carbon products.

Action 10: Transparent and Fair Governance that Supports Low Carbon Asia

- Create an efficient administrative management framework
- Establish fair and transparent business practices,
- Improve literacy with respect to environmental policies and technologies.



S-6-1:Yuzuru Matsuoka

Collaboration with researchers/ organizations in Asia

Up to now, we applied our LCS research approach to 8 nations and 12 regions in Asia regions



Challenges to scenario implementation and expansion of research collaboration

- Strengthening the collaboration with researches in Asian countries such as China, India, Indonesia and Thailand
- Collaboration with other projects
 - SATREPS project: Collaboration with University of Technology, Malaysia and Iskandar development agency
 - Policy NAMA development project
 - New training center by TGO/JICA in Thailand
 - East Asia Knowledge Platform for Low Carbon Growth
 - Carbon Asia Network (LoCARNet)



The 2nd LoCARNet Annual Meeting, Yokohama, 24-25 July 2013

Findings, proposals and challenges

- 1) Global GHG emissions are estimated to increase from 42 GtCO₂e in 2005 to 75 GtCO₂e, about 1.8 times larger than that in 2005. The emissions in Asia will be doubled from 16 GtCO₂e in 2005 to 32 GtCO₂e in 2050. The share of Asian emission in the global one was 35% in 2005, and it is estimated to grow 43% in 2050.
- 2) In order to reduce the global emission by half by 2050, the emissions from Asia needs to be reduced by 69% from the reference scenario. It is about 62% of GHG emissions in 2005.
- 3) Ten actions are proposed to reduce GHG emissions in Asia by 69% by 2050. They are actions on urban transport, interregional transport, resources & materials, buildings, biomass, energy system, agriculture & livestock, forestry & land use, Technology & finance and governance. The contribution to GHG reduction of each action is quantified by CGE model.

13

Findings, proposals and challenges

Continued

- 4) Low-carbon scenarios for 8 nations and 12 regions in Asia have been developed with the collaboration with researchers/organizations in Asia.
- 5) Considering the need of the Asian countries to address a number of environmental and development concern in parallel, it is necessary to identify leapfrogging development pathways and co-benefits to enable a shift to low carbon emissions and low-resource consumption societies, while simultaneously improving the economic standards of living.
- 6) Implementing low carbon scenarios, it is vital to collaborate with other projects and networks working on low carbon societies.

14

Thank you very much!

<http://2050.nies.go.jp/s6>



The Low-Carbon Asia Research project is supported by the Environment Research and Technology Development Fund (S-6) of the Ministry of Environment, Japan

15

Measuring Progress towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia

Heinz Schandl

the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australia



Prof Heinz Schandl holds a PhD in sociology and is an expert for environmental reporting, natural resource management, resource efficiency and sustainable consumption and production. His research links social theory, social metabolism and public policy. He leads CSIRO's research capability in SCP and the Green Economy, is lead-author of a report on Resource Efficiency: Economics and Outlook in Asia and the Pacific commissioned by the UNEP Office in Bangkok and has been a consultant for the OECD, the World Bank and the Asian Development Bank for sustainable natural resource use and green economy. He is an adjunct Professor at the Australian National University School of Sociology and a permanent visiting Prof at the Institute of Environmental Studies at Nagoya University. He is a member of UNEP's International Resource Panel, a council member of the International Society of Industrial Ecology (ISIE), chair of the Socio-Economic Metabolism section of the ISIE, editor of the Journal of Industrial Ecology and editorial board member for the Journal of Material Cycles and waste Management. He has extensive experience in science and project leadership and in providing research that informs public policy in the domain of sustainable natural resource use and sustainable development.

At the start of the 21st century, Asian economies are facing a changing economic context of rising and more volatile natural resource prices. Pressure points of climate change, food and water security and supply security for key natural resources including fossil fuels and metals are converging in an unprecedented matter. The future prosperity and competitiveness of the Asia-Pacific region will depend on well designed policies that guide a transition to sustainable consumption and production (SCP) to allow for resource efficient, low carbon and inclusive growth in the region.

SCP and the green economy are policy domains characterised by complexity, contestation, and uncertainty and will rely, in order to be effective and efficient, on the best available scientific evidence about the quantity of natural resource and emissions that are fuelling economic growth and human development in Asia and the Pacific. Such information will be required to inform the public and policy debate, to help set targets for resource efficiency and emissions intensity and to measure progress towards achieving inclusive green growth.

Over the last decade, the international research community jointly with the United Nations Environment Program (UNEP) and the Organisation of Economic Cooperation and Development (OECD) have developed a comprehensive knowledge base about the amount of natural resources that were used globally and in the Asia-Pacific region and the amount of waste and emissions that have been the backbone of economic and human development. Based on a comprehensive and robust historical record about the relationship of economic growth, resource use and emissions scenarios of future natural resource demands can be established.

In this talk the recent history of economic development, natural resource use and emissions will be reviewed and scenarios about future demands will be presented. We will compare global trends with

trends in the Asia-Pacific region and will discuss trends of important countries including Japan, China and Australia.

During the last four decades, most of the growth in global resource use and emissions has come from the Asia-Pacific region which has now become the largest user of natural resources globally. The resource base has shifted from mainly biomass in the 1970's to a mineral resource base of fossil fuels, metals and construction materials. The main driver of growing resource use and emissions has been consumption with population growth becoming less important. The region has increasingly become a net importer of natural resources which exposes regional growth to the volatility of global natural resource prices. Most importantly, the efficiency at which natural resource have been used in the Asia-Pacific region have been declining since the turn of the century caused by a shift in production from more efficient economies (such as Japan and South Korea) to less efficient ones (such as China and India).

Taking a footprint perspective on natural resource use allows us to attribute material use to final consumption in countries and provides us with an additional perspective about the relationship of economic development and resource use. From a material footprint perspective the landing point for natural resource use based on current modes of consumption and production lies between 25tonnes per capita (such as in Japan) and 35tonnes per-capita (such as in Australia). Multiplied by 9 billion people who will live on the planet this would amount to 270 billion tonnes of natural resources globally or 4 times the level of today leading to unprecedented environmental impacts such as accelerating climate change, depletion of some natural resources, increased degradation of soils and water bodies and fast growing air pollution.

Scenarios will be presented that show the impact of a global carbon price of between 25\$-50\$ per tonne and large investment into resource efficient technologies can assist a transition to a green economy in Asia and the Pacific and globally without damaging economic growth or employment. The empirical data presented shows that shifting investment from brown to green sectors and activities and supported by appropriate macroeconomic settings (such as a green budget and tax reform and carbon pricing) will be instrumental for the resilience of economic and human development of Asia and the Pacific in the 21th century.



Measuring Progress towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia

Keynote presentation at the 'Challenges to Low Carbon Asia Symposium' organised by the Ministry of the Environment of Japan (MOEJ) and the National Institute for Environmental Studies (NIES)
17 October 2013, Tokyo, Japan

Heinz Schandl | Senior Science Leader


ECOSYSTEM SCIENCES DIVISION/CLIMATE ADAPTATION FLAGSHIP
www.csiro.au



Main messages

- Sustainable resource use and low carbon development **will be instrumental for Asia** to ensure socio-economic development in a world in which resources are more constrained and the absorptive capacity of ecosystems is decreasing rapidly
- **Challenge for public policy** to achieve a transition to a Green Economy enabled by resource efficiency and systems innovation
- Change will not occur spontaneously but will require **well designed policies**
- Measuring progress more inclusively will provide an **evidence base** to the policy and business community **to steer a transition** to a resource efficient and green Asia
- The **change required is achievable** if we make the right decisions now.


Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



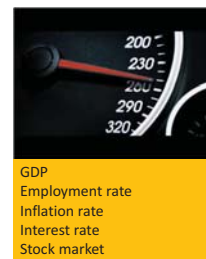
What is the future going to be like?




Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



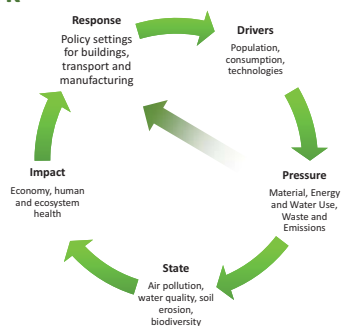
Broadening the Compass for Decision Making




Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



Drivers Pressure State Impact Response Framework

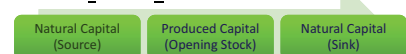


Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

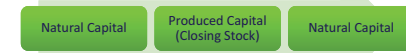


SEEA and MEFA


System of Environmental Economic Accounts



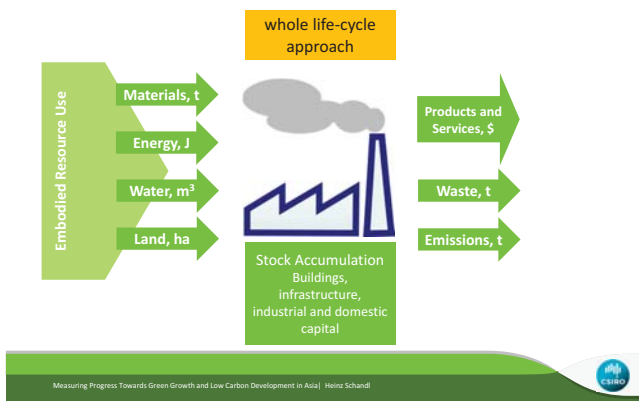
Material and Energy Flow Accounts



Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



Natural Resources are Used and Waste and Emissions are Generated at all Steps in the Production – Consumption Process



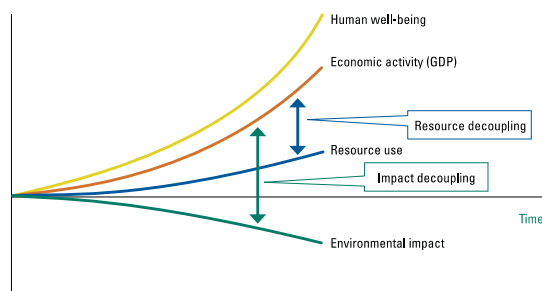
Environmental Impacts of Economic Activities

Problem	Mechanism	Pressures
Climate Change	CO ₂ , N ₂ O and CH ₄	Energy consumption, land use, material flows
Acidification	SO ₂ , NH ₄ and NO _x	Energy consumption, land use
Eutrophication	Bio-accessible phosphorus and nitrogen	Land use
Biodiversity loss	Intensive agriculture and forestry	Land use, material flows, global trade
Soil erosion	Agricultural and forestry practices	Land use
Water protection	Industrial effluents and municipal waste water	Land use, energy consumption
Waste problems	Manufacturing and households	Material flows
Depletion of natural resources	Non-renewable and renewable	Material flows, energy use and land use
Health risks	Toxic substances	Biological activity

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

Decoupling and Dematerialization

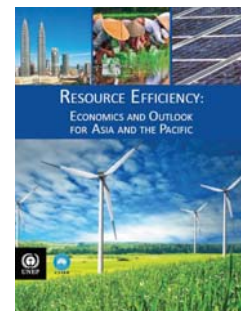
Figure 1. Two aspects of 'decoupling'



Source: UNEP 2011.

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

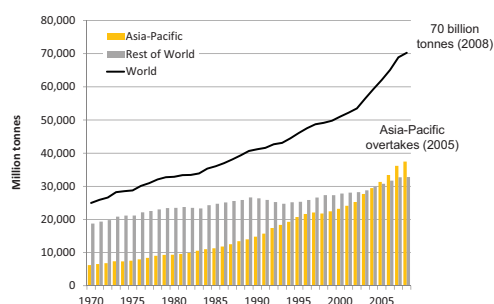
Economic growth and natural resource use in Asia



Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

38 billion tonnes of natural resources use in 2008

Domestic Material Consumption (DMC) → waste equivalent

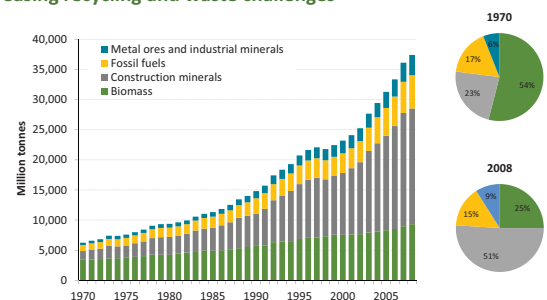


Source: UNEP 2011, West and Schandl 2013.

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

Transition to new materials

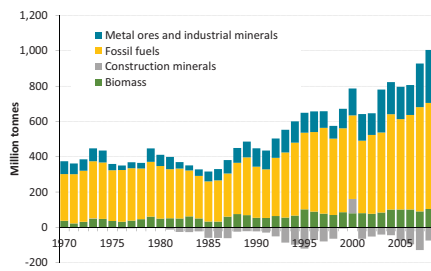
Increasing recycling and waste challenges



Source: UNEP 2011, West and Schandl 2013.

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

Growing trade dependency



Source: UNEP 2011, West and Schandl 2013.

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

A changing economic context

Global commodity prices since 1900



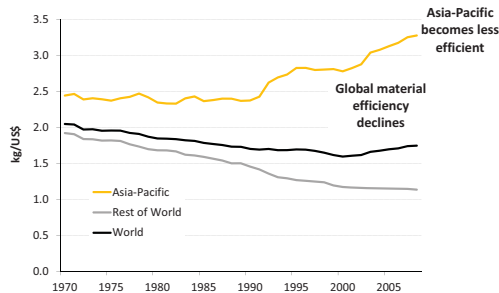
*MGI Commodity Index (1999-2001 = 100)

Source: McKinsey & Company

Source: McKinsey and Company 2011.

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

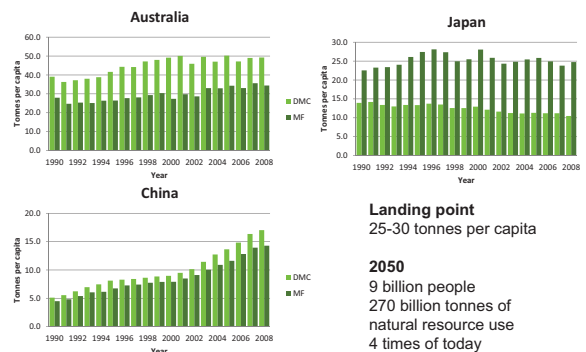
Reducing material efficiency



Source: UNEP 2011, West and Schandl 2013.

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

Differences between DMC and Material Footprint



Source: Wiedmann et al. 2013

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

Challenges and opportunities

- 3 billion additional middle class consumers by 2030
- 80% rise in steel and cement demand by 2030
- Price rises in food, energy, materials and water
- Cost of extraction of oil and metals doubling
- Recycling potential for many metals underutilised
- Converging pressure points of supply security and climate change
- Large investment in resource systems needed to satisfy demand
- Housing, transport, energy and food may deliver 75% of savings
- \$2.9 trillion of savings in 2030 through capturing the resource efficiency potential (3.7 trillion if carbon is priced at 30\$ a tonne)

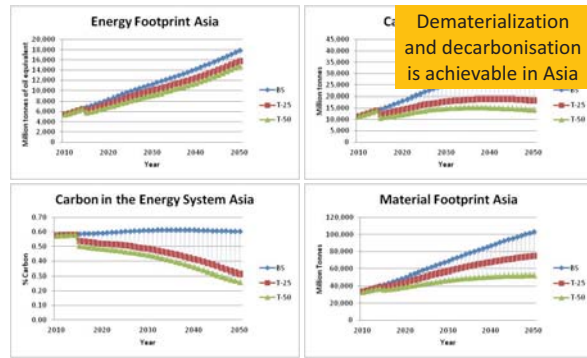
Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

Economics and Outlook: Scenarios for growth, employment and resource use in Asia

Three main scenarios	Scenario settings	Three models (coupled)
Base Case	No carbon price No investment in resource efficiency above business as usual	Technology based physical stocks and flows model (MEFISTO) <i>CSIRO Ecosystem Sciences</i>
Step Change in resource efficiency	25\$ global carbon price Investment in resource efficiency to achieve technical potential in major sectors	Integrated Global Economy – Climate Model (GIAM) <i>CSIRO Climate and Atmospheric sciences</i>
Step Change in resource efficiency plus change in consumer behaviour	30\$ carbon price Investment in resource efficiency and sustainable consumption Systems Innovation	Global, multi-regional input-output model (EORA) <i>University of Sydney</i>

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl

Decoupling in Asia

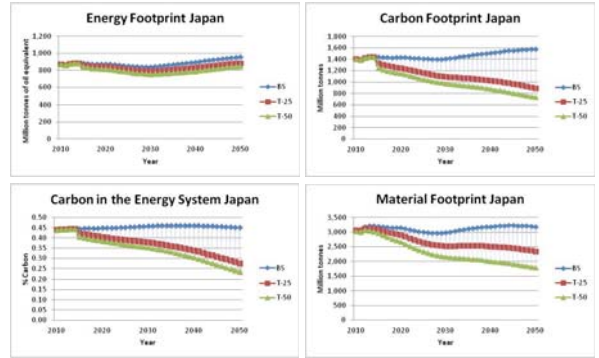


Source: CSIRO Integrated Economy – Environment Model and Sydney University EORA model 2013

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



Decoupling in Japan

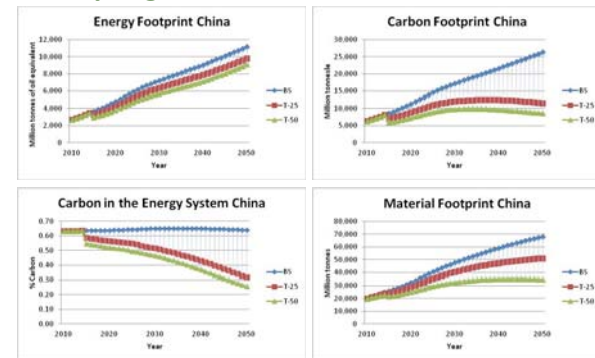


Source: CSIRO Integrated Economy – Environment Model and Sydney University EORA model 2013

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



Decoupling in China

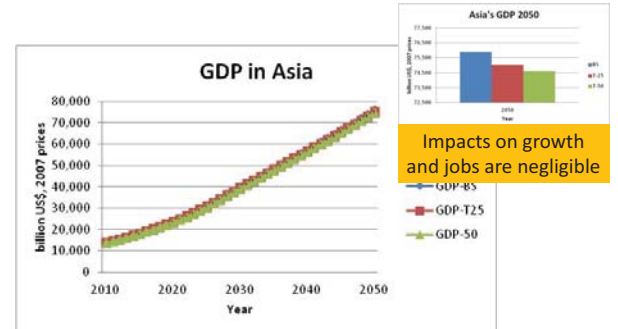


Source: CSIRO Integrated Economy – Environment Model and Sydney University EORA model 2013

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



GDP in Asia

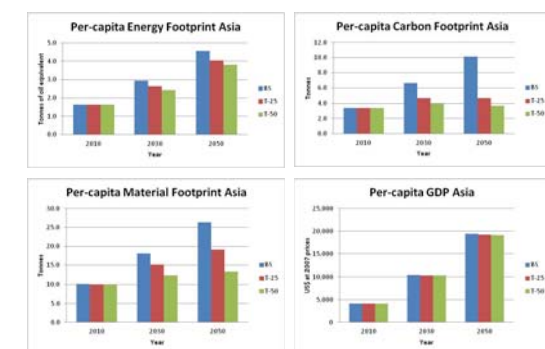


Source: CSIRO Integrated Economy – Environment Model and Sydney University EORA model 2013

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



Per-capita resource use and economic growth in Asia

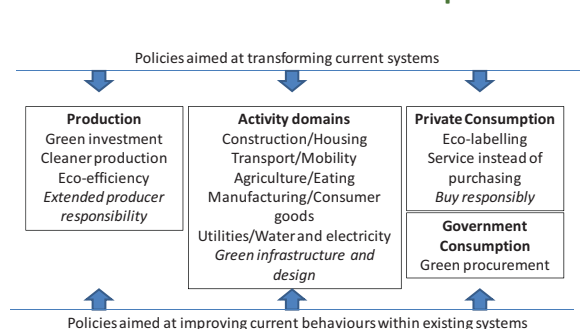


Source: CSIRO Integrated Economy – Environment Model and Sydney University EORA model 2013

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



Incremental and transformative policies



Source: CSIRO Integrated Economy – Environment Model and Sydney University EORA model 2013

Measuring Progress Towards Green Growth and Low Carbon Development in Asia | Heinz Schandl



Transformative policies

- Green budget and tax reform – revenue neutrality
- Pricing and capping the use of natural resources and carbon emissions at source
- Paying productivity gains in increased recreation time and not just by rising incomes – to reduce rebound effect
- Replacing subsidies on resources
- Investing in product service systems, eco industrial parks and eco-cities, resource recycling and cascading

Institutions ‘naturally’ respond to sustainability issues when the causes and consequences are understood, when there is something that can be done and when there is a social commitment to do something.



Technologies are not the bottleneck – social choices are

- Economics to cover scale, allocation and distribution of natural resources
- Monetary and physical accounting
- Based on the notion of socio-economic metabolism
- Social science to understand the social nature of production and consumption
- Agency of social actors is constrained and enabled by natural and social conditions that have to be addressed in both material and symbolic terms



Thank you



Ecosystem Sciences Division
Social and Economic Sciences Program
Heinz Schandl
Senior Science Leader
t +61 2 6246 4345
e heinz.schandl@csiro.au
w <http://www.csiro.au>

Adjunct Professor at the ANU School of Sociology
Visiting Professor at the Graduate School of Environmental
Studies, Nagoya University
Member of the UNEP International Resource Panel

ADD BUSINESS UNIT/FLAGSHIP NAME
www.csiro.au



Resource Productivity toward Low Carbon Society

Yuichi Moriguchi

Professor, Department of Urban Engineering, The University of Tokyo



Mr. Yuichi Moriguchi is currently a professor at the Department of Urban Engineering, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo. He holds Dr. Eng., graduated from the Faculty of Engineering at Kyoto University and joined the National Institute for Environmental Studies (NIES) in 1982. He was engaged in environmental research at NIES until 2011, where he was appointed to the Director of the Research Center for Material Cycles and Waste Management for 2005-2011. His research field covers GHG emission inventory and mitigation strategy, Material Flow and Stock Analysis, Life Cycle Assessment, 3R policy analysis. In his early career, he had also worked for the Environment Agency of Japan and for the OECD Environment Directorate in Paris. He is one of the inaugural members of the UNEP International Resource Panel since 2007 and he had been elected to the chairperson of the Working Group on Environmental Information and Outlooks of the OECD for 2003-2008. He was awarded the 2013 Society Prize of International Society for Industrial Ecology.

1. Introduction – Decoupling and resource productivity

Modern society is dependent on massive consumption of natural resources. Transition from a society characterized by mass-production, mass-consumption, mass-disposal to a sound material-cycle society has been proposed in Japan mainly in the context of waste and resource issues, and this shift is also crucial for reduction of energy consumption and GHG emissions. While reduction of carbon emission to mitigate climate change is the main target of low carbon society, this issue can also be discussed in the context of sustainable use of natural resources, as the fossil fuel are the main source of carbon emission and they are typical non-renewable resources. The International Resource Panel (IRP) published a report on “Decoupling”¹⁾ in 2011, to propose humanity should and can decouple the increase of resource consumption and environmental burdens from economic growth. Resource productivity is another key concept, closely linked with decoupling, to produce as much value as possible from a unit of material resource. This lecture will discuss possible pathways to low carbon society (LCS) from the perspective of resource productivity.

2. The role of resources management subproject in the LCS Asia project

S-6-4 subproject has been investigating a LCS from the perspective on resource consumption, as a part of S-6 project for LCS in Asia towards halving global GHG emissions until 2050.

Combustion of fossil fuels and consumption of limestone for cement production are resource consumption with direct carbon emissions. Raw materials to support the basis of industrialized and urbanized society accompany carbon emission through energy consumption in their production stage. Steel is a typical case, and in particular in the stage of rapid economic growth, large amount of such carbon-intensive materials are produced and consumed. Buildings and civil infrastructures are coupled with carbon emissions through intensive uses of steel and cement in construction stage, as well as

through energy consumption in their operation stage. In addition, they are the source of secondary resources in the future. Our research team has adopted system analysis approach to relate stocks and flows of materials, circulative and efficient use of resources, and associated energy consumption and GHG emission associated. Our research target includes less durable materials such as paper, of which consumption is often correlated with economic growth.

On the other hand, we have also dealt with scarce resources, which are used for low carbon technologies such as photovoltaic and hybrid vehicle. Our role is to propose appropriate responses to possible challenges in supply side, which might be caused by increasing demand from wide spread of these technologies.

Out of Ten Actions toward Low Carbon Asia, compiled by the S-6 project, our team proposed action 3 "Smart Ways to Use Materials that Realize the Full Potential of Resources". This is an expression of resource productivity concept, and consists of three sub-actions; (1) Production that dramatically reduce the use of resources, (2) Use of products in ways that extend their lifespan (3) Development of systems for the reuse of resources.

3. Analysis of resource consumption and carbon emission associated with capital stock

In this way, consumption of resources, production and accumulation of materials, and carbon emission reduction are interlinked in various aspects. Increasing resource demand from emerging economies in Asia attracts attention. In particular, recent increase in production and demand of fundamental materials in China is remarkable. China has been the world leading cement producer since 1980s, and its global production share in 2012 is almost 60%. Steel production also showed steep increase after 2000, and its global share in 2012 is about 46%.

In our subproject, we accounted the demand of raw materials for construction of buildings, roadways and railways by applying process analysis approach, and estimated CO₂ emission and its reduction potential by prolonging lifetime of these capital goods. In order to solve existing discrepancies between this kind of bottom-up approach and top-down estimate by production and shipment statistics, the combination of two approaches seems useful. On our new model, we adopted indicators of physical wealth such as per capita floor space of residential buildings, per capita motor vehicle ownership. The model regards rapid increase of these capital stock indicators as the driving force of the production of raw materials such as steel and cement. These per capita physical stock indicators would saturate according to the empirical analysis for developed economies. While saturation level will significantly affect carbon emissions in expansion of stocks, our demand scenario with saturation level forecasted turning to more stable or even decreasing trend in near future, compared to recent steep increase of steel and cement production.

Carbon emissions by raw material production can be mitigated by technological efficiency improvements, recycling of scrap, and extension of lifetime. As some of the stocks such as buildings and motor vehicles accompany with larger amount of carbon emissions in their operation stage than initial production stage, the management of increasing stock is one of the key factors in realizing a society with higher resource productivity. We have to be careful that longer lifetime of inefficient durables might be contradictory to carbon emission reduction throughout their lifecycle. Not only the management of quantity of stocks but also improvements in quality of stocks is critical, thus we need to apply bold scenarios including reconstruction of existing stocks. Optimum low carbon strategy from long term perspective needs further elaboration.

¹⁾ UNEP/IRP(2011): Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth
<http://www.unep.org/resourcepanel/Publications/Decoupling/tabid/56048/Default.aspx>

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム Symposium
 アジア低炭素社会へのチャレンジ - アジアはリープフロッグで世界をかえられるか？
 Challenges to Low Carbon Asia - Can Asia change the world through leapfrogging?
 国連大学ウ・タント国際会議場 U Thant International Conference Hall, United Nations University

平成25年10月17日(木) 13:00 - 17:00, Thursday, October 17, 2013

資源生産性からみた低炭素社会への道 Resource productivity toward Low Carbon Society

森口祐一 Yuichi Moriguchi

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻
 Department of Urban Engineering, The University of Tokyo

S-6-4 チームリーダー Team Leader of S-6-4 project

S-6-4研究参画機関 (Members of S-6-4 project)

東京大学 (The University of Tokyo)
 (独)国立環境研究所 (National Institute for Environmental Studies)
 みずほ情報総研 (Mizuho Information & Research Institute)
 名古屋大学 (Nagoya University)
 立命館大学 (Ritsumeikan University)

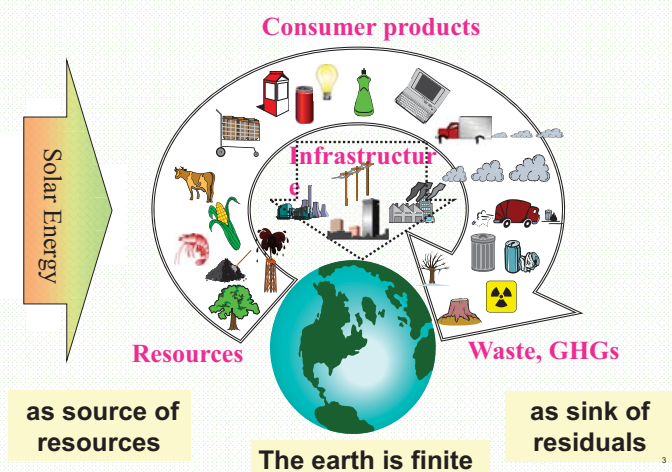
内容

1. はじめに～デカップリングと資源生産性～
2. アジア低炭素社会プロジェクトにおける資源チームの役割
3. 資本の蓄積に着目した資源消費と炭素排出の分析

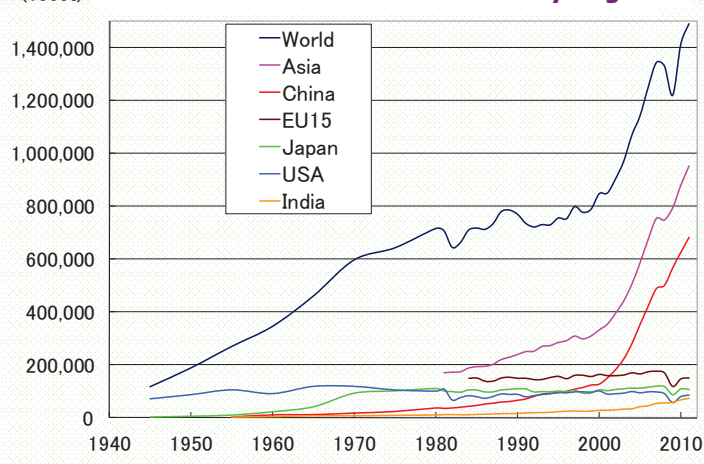
Contents

1. Introduction – Decoupling and resource productivity
2. The role of resources management subproject in the LCS Asia project
3. Analysis of resource consumption and carbon emission associated with capital stock

Massive flow of materials on the globe



Trend of Crude Steel Production by Region



UNEP国際資源パネルによる「デカップリング」報告書 “Decoupling” report by UNEP International Resource Panel



برنامج الأمم المتحدة للبيئة: يمكن
 للإنسانية أن تحقق المزيد بموارد أقل
 بل ويتحتم عليها ذلك

L'humanité peut et doit
 faire plus avec moins,
 souligne le PNUE

人类能够而且必须
 少消耗多办事: 环境规划署

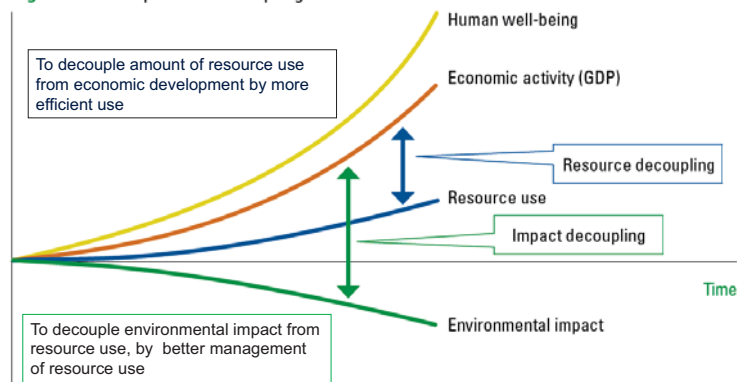
Humanity Can and Must
 Do More with Less: UNEP



<http://www.unep.org/resourcepanel/Publications/Decoupling/tabid/56048/Default.aspx>

Concept of “Decoupling”

Figure 2. Two aspects of 'decoupling'



Source: UNEP/IRP

International Resource Panel



- Established on November 9th, 2007
- Secretariat : UNEP/DTIE
- Co-chair:
Ernst von Weizsäcker and Ashok Khosla
- The overall objective :
 - to provide independent scientific assessment of the environmental impacts due to the use of resources over the full life cycle,
 - and to advise governments and organizations on ways to reduce these impacts.



<http://www.unep.org/resourcepanel/>



What is “Resource Productivity” ?

- Increase of resource productivity means **obtaining more output or better utility** for human well-being **from products** (i.e. goods and services) **while using less natural resources**, such as fossil fuels, metals and minerals, biomass, land, water, etc.
- The term “decoupling” is often used in the same context.
- I=PAT equation

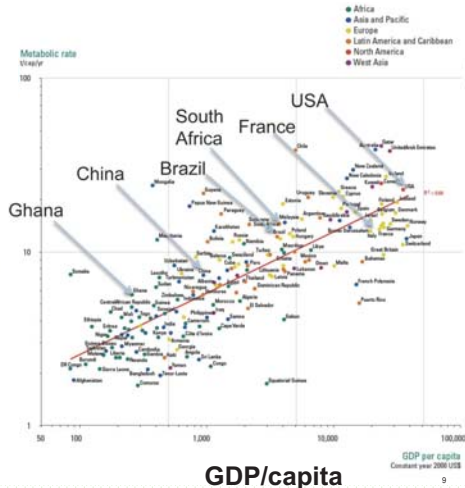
$$I = P \times A \times T$$

$$\text{Impact} = \text{Population} \times \frac{\text{GDP}}{\text{Population}} \times \left(\frac{\text{Resource Use}}{\text{GDP}} + \frac{\text{Pollution/Waste}}{\text{GDP}} \right)$$

The global interrelation between resource use and income

Resource use /capita

Interrelation between resource use & income



Source:
UNEP/IRP

内容

- はじめに～デカップリングと資源生産性～
- アジア低炭素社会プロジェクトにおける資源チームの役割
- 資本の蓄積に着目した資源消費と炭素排出の分析

Contents

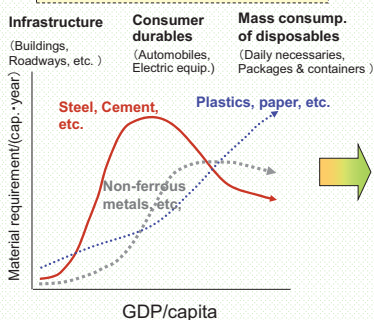
- Introduction – Decoupling and resource productivity
- The role of resources management subproject in the LCS Asia project
- Analysis of resource consumption and carbon emission associated with capital stock

10

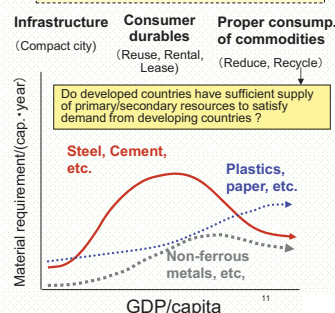
Alternative development path in terms of resource consumption ? (Possibility of Circular Economy/Society)

$$\frac{\text{CO}_2 \text{ Emission}}{\text{GDP}} = \frac{\text{Material Req.}}{\text{GDP}} \times \frac{\text{Energy Consump.}}{\text{Material Req.}} \times \frac{\text{CO}_2 \text{ Emission}}{\text{Energy Consump.}}$$

Traditional growth pattern with mass consumption of materials

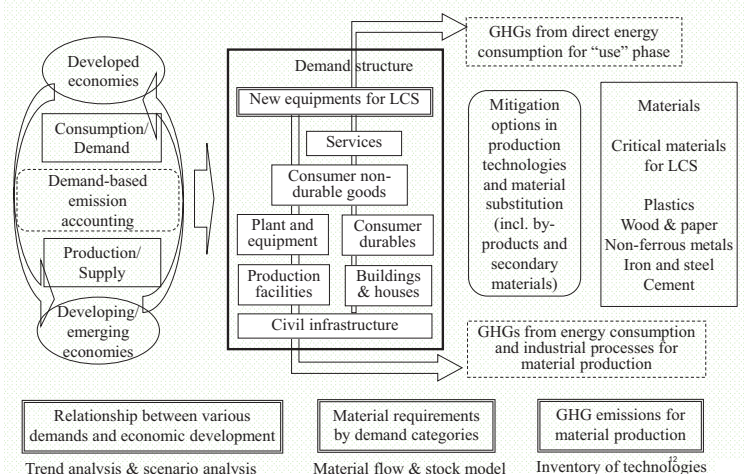


Alternative development pattern with low material, low carbon



11

GHG emissions by various material requirements with economic development



物質資源と低炭素社会に関する主要課題 Key Issues for Material Resources vs. LCS

- 炭素集約度の高い原材料(鉄鋼、セメント)の需要予測
- 資源集約度の高い財の国際貿易に内包された温室効果ガスおよびその削減ポテンシャルの消費国・輸入国ベースでの勘定スキームの適用可能性
→ OECD Green Growth Strategyの指標
- 低炭素技術に必要な稀少金属(白金族、リチウム、希土類等)の供給制約
- 炭素排出の抑制のための二次資源・副産物の賢明な利用
 - 低炭素電力を用いた電炉での鉄スクラップ利用
 - 廃木材や廃プラのカスケード利用(再生材料として利用した後にエネルギー利用)
 - セメント生産におけるスラグや石灰灰利用による石灰石代替
- Demand for carbon-intensive material production (e.g. Steel, cement)
- Possibility of consumer/importer-based accounting scheme to consider GHGs and their reduction potential embodied in international trade of resource-intensive commodities → An indicator for OECD's Green Growth Strategy
- Availability of critical metals for Low-Carbon Technologies (e.g. PGMs, Lithium, Rare-earths, etc.)
- Wise use of secondary resources as potential to reduce carbon emissions, e.g.,
 - Scrap iron to EAF with low-carbon electricity
 - Efficient cascading use of waste plastics
 - Use of slag as substitute of limestone in cement production

13

Critical Metals for Low Carbon Society

Critical metals for technology options

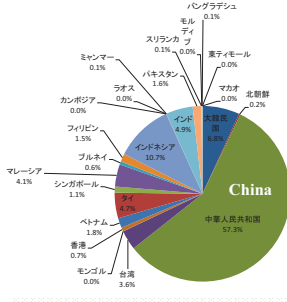
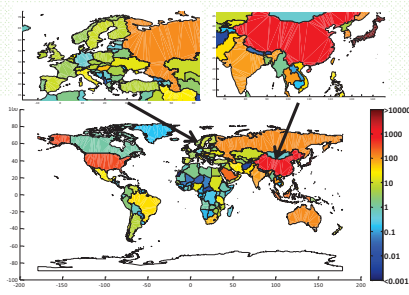
- Photovoltaic
 - Cd, Te: Cd-Te PV
 - In, Ga: CIGS PV
 - Sn, Ag: Si PV
- Magnet (Wind turbine, EVs): REE (Dy, Nd)
 - Dy contents for Nd-F-B magnet is being reduced
 - Hf, In: Nuclear reactor
- Ni, V, Nb: Pipeline for CCS
- Cu: Not rare, but maybe most critical, indispensable and not substitutable, as far as LCS is further "electrified"

14

Dependence of energy consumption on Asia associated with production of goods consumed in Japan

Energy consumption in Asian region induced by final demand of Japan

2292 PJ (53% of total overseas induced emission)



15

Dependence of energy consumption on Asia associated with production of goods consumed in Japan

Journal paper and Database



Application of GLIO to compilation of Japanese IO-LCA database with global system boundary

Nansai et al. (2012), Estimates of Embodied Global Energy and Air-Emission Intensities of Japanese Products for Building a Japanese Input-Output Life Cycle Assessment Database with a Global System Boundary, *Environ. Sci. Technol.*, 46(16), 9146-9154.



16

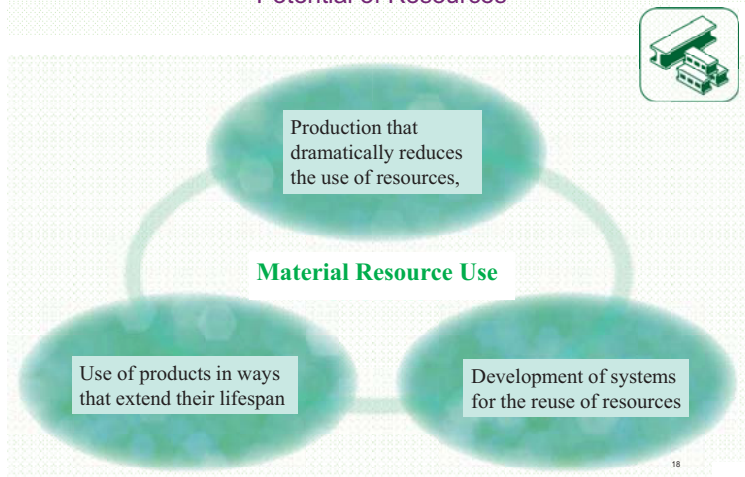
Role of resources management subproject in S-6 LCS Asia project

Ten actions toward Low Carbon Asia

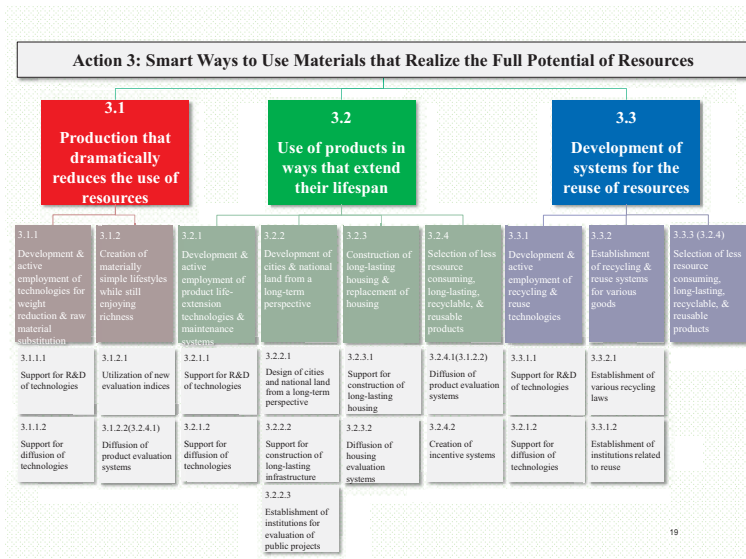


17

Action 3 : Smart Ways to Use Materials that Realize the Full Potential of Resources



18



内容

1. はじめに～デカップリングと資源生産性～
2. アジア低炭素社会プロジェクトにおける資源チームの役割
3. 資本の蓄積に着目した資源消費と炭素排出の分析

Contents

1. Introduction – Decoupling and resource productivity
 2. The role of resources management subproject in the LCS Asia project
 3. Analysis of resource consumption and carbon emission associated with capital stock
- 20

Journal of Industrial Ecology Vol. 16, No.4. Special Issue (August 2012) Greening Growing Giants



Editorial

Greening Growing Giants :
A Major Challenge of Our Planet
(pages 459–466)

Seiji Hashimoto, Marina Fischer-Kowalski,
Sangwon Suh and Xuemei Bai

21

Journal of Industrial Ecology Vol. 16, No.4. Special Issue (August 2012) Greening Growing Giants

Resource Use in Growing China : Past Trends, Influence Factors, and Future Demand
(pages 481–492)

Heming Wang, Seiji Hashimoto, Yuichi Moriguchi, Qiang Yue and Zhongwu Lu

Toward a Low Carbon–Dematerialization Society : Measuring the Materials Demand
and CO₂ Emissions of Building and Transport Infrastructure Construction in China
(pages 493–505)

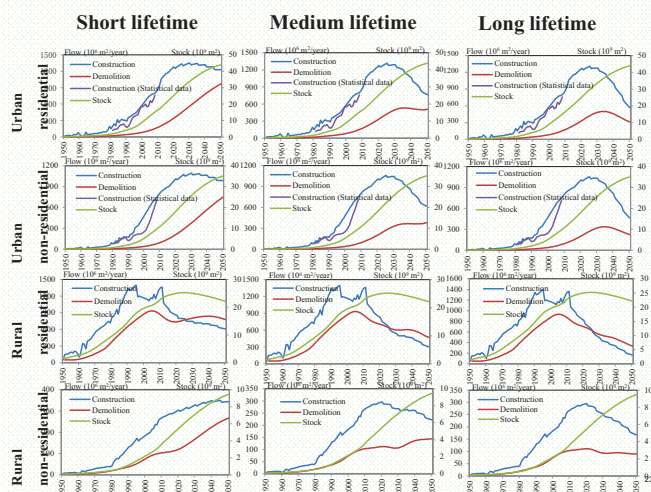
Feng Shi, Tao Huang, Hiroki Tanikawa, Ji Han, Seiji Hashimoto and Yuichi Moriguchi

Paper and Paperboard Demand and Associated Carbon Dioxide Emissions in Asia
Through 2050 (pages 529–540)

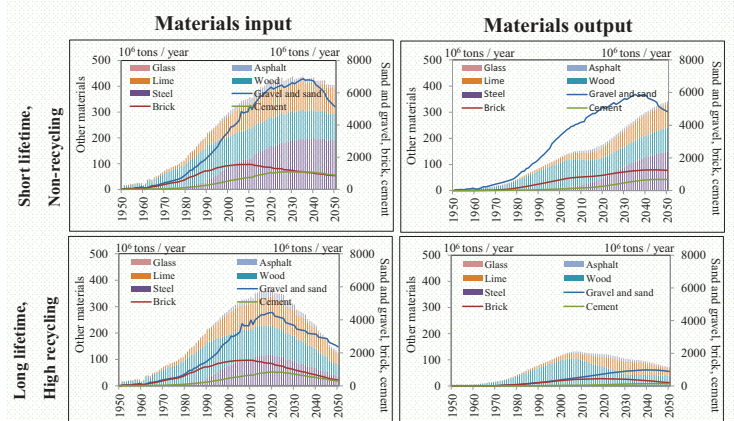
Chihiro Kayo, Seiji Hashimoto and Yuichi Moriguchi

22

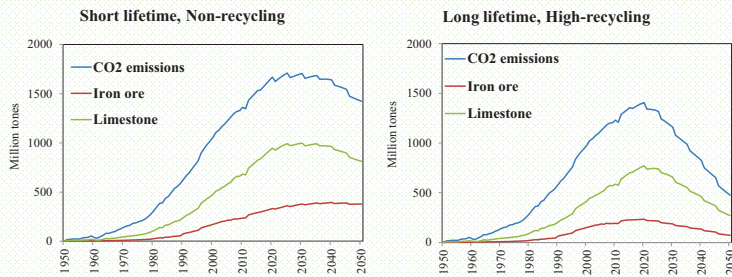
Result of MF modeling :Buildings (by SHI Feng et al.)



Result of MF modeling : MF with recycling



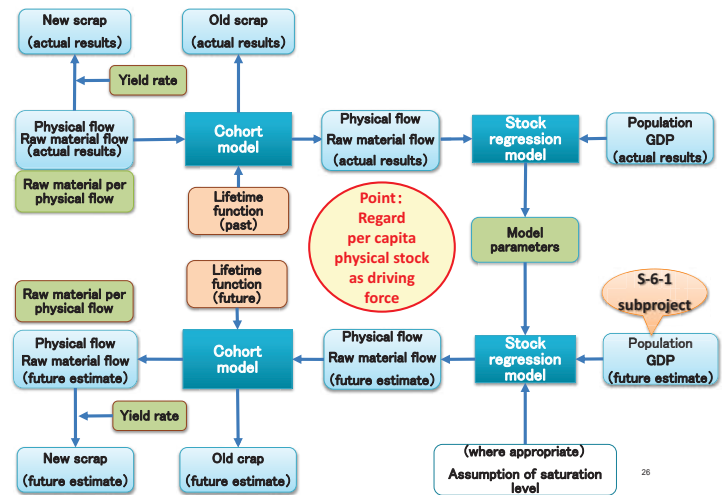
Result of MF modeling : CO₂ emission and raw material consumption (by SHI Feng et al.)



The iron ore and limestone will continue increased until around 2030, which means China must import more and more limestone and iron ore in the future and faces depletion under current cement consumption in China.

Prolonging the lifetime of buildings, railway and roadways and strengthening materials recycling obviously decreased demand for iron ore and limestone, and CO₂ emissions.

Structure of our dynamic material flow and stock model



Use categories applied for the flow and stock model

- Target material resources: Iron & Steel, Cement (Carbon intensive at production stage)
- Use categories as tabulated below

Category	Sub category	Iron & steel	Cement	備考
Building	Residential (Urban)	○	○	"Type A :Steel and cement intensive" and "Type B : Steel and cement less intensive". Load factors of raw materials per floor space (kg/m ²) were set for type A & B. Ratio of A & B was assumed for urban and rural areas
	Residential (Rural)	○	○	
	Non-residential	○	○	
Civil infrastructure		○	○	
Transport machinery	Passenger car	○	—	
	Freight vehicles	○	—	
	Others	○	—	
General machinery		○	—	
Others		○	—	

Major variables assumed in flow and stock model

Category	Sub category	Explained variable (Y)	Regression model	Lifetime	Saturation (Y _{max}) (Baseline)
Building	Residential (Urban)	Per capita floor space	S2	30	50m ² /capita
	Residential (Rural)	Per capita floor space	S2	30	55m ² /capita
	Non-residential	Per capita floor space	S2	30	40m ² /capita
Civil infrastructure		Per capita steel demand	S2	40	3 tons/capita
		Per capita cement demand	S2	40	15 tons/capita
Transport machinery	Passenger car	Per capita ownership	S2	15	0.6vehicles/capita
	Freight vehicles	Total registration	E	15	—
	Others	Per capita steel demand	S1	15	0.6 tons/capita
General machinery		Per capita steel demand	S1	20	1.3 tons/capita
Others		Per capita steel demand	S1	10	0.5 tons/capita

S1: sigmoid func., S2: Quasi-sigmoid func., E: Elasticity, Explanatory variable (X): GDP per capita

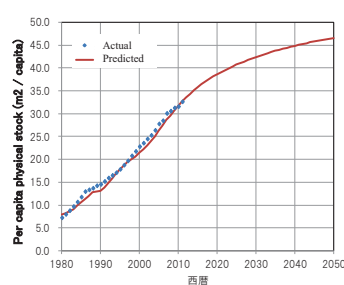
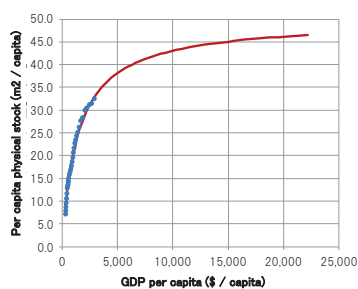
$$y = \frac{y_{max}}{(1 + a e^{-bx})}$$

$$y = \frac{y_{max}}{(1 + e^{ax-b})}$$

28

An example of the modeling parameters

- Per capita stock of floor space in urban residential building -



29

Iron demand by use categories in China

Per capita iron stock by use categories in China

Chinese CO₂ emission for steel and cement production (Baseline)

Chinese CO₂ emission for steel and cement production by mitigation scenarios

Above-titled four slides presented at the Symposium are excluded from this version.

30

Summary

- Decoupling natural resource consumption and accompanied environmental burdens from economic growth and increase of resource productivity attract global attention.
- Lowering energy intensity in material production, carbon intensity of energy as well as improvements in resource productivity are effective in CO₂ emission reduction associated with raw material production.
- Action3 “Smart Ways to Use Materials that Realize the Full Potential of Resources” was proposed as the action 3 of 10 actions toward LC-Asia.
- Scenario analysis on future CO₂ emission by steel and cement production in China and its mitigation opportunities was conducted by applying material flow and stock model, regarding physical stock level as driving force.
- Issues such as supply and demand of critical metals for low carbon technologies and CO₂ emissions embodied in international trade are key subject in sustainable resource management, and they are relevant to Japan and its relationship with Asian economies.

31

Strategies and Instruments for Low Carbon Transport Systems in Asia

Yoshitsugu Hayashi

Professor, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University
Director, International Research Centre for Sustainable Transport and Cities



He obtained DEng in Tokyo University in 1979. His interest includes Transport, Land-use and Environmental Planning, and Smart Shrink into Compact Cities. He has taken international leadership as the President of World Conference on Transport Research Society (WCTRS), an advisor for European Conference of Ministers of Transport, a visiting professor for 4 overseas universities, a co-chief editor of international academic journals, such as Transport Policy, Transportation Research D, and Regional Science. He has been rewarded with 15 domestic and international awards, such as the Best Paper Award and the Environmental Award from Japan Society of Civil Engineers, and the Orange Award from WCTRS. His recent publication books are "Urban Transport and The Environment" (Elsevier, 2004), and "Transport Moving to Climate Intelligence" (Springer, 2010).

In Asian developing megacities, economic growth has caused rapid motorization and urban sprawl, giving rise to various problems such as traffic congestion and air pollution. Nevertheless, their transport planning has prioritized road development in response to growing transport demand, resulting in a vicious circle in which even greater car use is induced. As some of Asian developing countries derive nearly 40% of CO₂ emissions from the transport sector, a new transport system is required for them to decouple growth in CO₂ emissions from economic growth in order to realize "sustainable transport".

Moreover, the high growth of interregional passenger and freight transport demand is expected in Asian developing countries. As a result of the spatial pattern of economic development in Asia that has taken place mainly in coastal areas, interregional freight transport throughout Asia has currently been low carbon by domination of maritime transport. However, according to economic development shift to inland areas, truck transport has been increasing for short and medium distances. As for interregional passenger transport, demand for high-carbon air transport is increasing in Asia due to the growth of Low Cost Carriers (LCCs). Interregional transport will grow further from the establishment of the ASEAN Economic Community (AEC) in 2015.

Accordingly, it is important to identify necessary land-use transport systems and measures with a backcasting approach so as to realize Asian low-carbon society in 2050 in a leap-frog manner. This project is aimed at proposing the visions of low-carbon transport systems in Asia. Then, it examines the levels of necessary policies for the visions in combination with strategies for low-carbon transport to AVOID unnecessary transport demand, to SHIFT transport modes to lower carbon ones, and to IMPROVE energy efficiency in transport.

The vision of low-carbon urban transport systems is seamless public transport mobility and downsizing transport, which requires transit-oriented urban lifestyle and environmentally-friendly industrial agglomeration. It can be realized with a hierarchically connected compact city that consists of well-connected hierarchical urban cores (AVOID), hierarchical public transport system (SHIFT), and low-carbon and efficient road transport system (IMPROVE). The transport systems would provide low-carbon

and reliable transport services by reducing CO₂ emissions and travel time. As resource constraints become more serious and Asian developing countries will enter into an ageing society from 2030, the systems could also be effectively adaptable for more diverse transport demand than commuting and business travel as urban infrastructure stock. Furthermore, by implementing the strategies earlier in an integrated way with interregional transport development in Asia, urban transport systems would become less car-dependent, low-carbon, and more sustainable.

The vision of low-carbon interregional transport systems is efficient supply chain and low-carbon public transport mobility, which requires rail-oriented industrial innovation and lifestyle. As it can be realized by mainstreaming rail and water transport, we propose Industrial Rail-Oriented Corridor Development (ROD) on an interregional scale (AVOID), integrated with rail/water oriented intermodal transport system with freight High-Speed Rail (HSR) development (SHIFT), and low-carbon vehicle/aircraft/vessel technologies and operation (IMPROVE). Within the continental region ranging from China to the Greater Mekong Sub-region (GMS), shifting from air and road transport to rail and water for freight would be highly effective. Additional reductions of CO₂ emissions can be expected by industrial agglomeration around the freight HSR corridors over long distances that are economically viable by reducing transport time and cost. By implementing these strategies earlier, coastal and inland regions from China to GMS would be connected more not only by maritime transport but also by HSR, and would generate more rail-oriented industrial corridors in a totally different way from conventional road-oriented industrial development.

We quantitatively examined the effectiveness of policies for the low-carbon transport strategies to realize the visions. In terms of urban transport systems, the necessary levels of Mass Transit development to achieve the target of CO₂ mitigation are estimated on a city-wide scale in Thailand by identifying a low-carbon arterial transport mode in each city according to their levels of economic development, urbanization, and motorization. Moreover, our spatial analysis showed that rail-oriented development in Bangkok would be more effective for CO₂ mitigation and time saving, by shifting transport demand from road to rail, than road-oriented development. Furthermore, for growing local cities, such as Khon Kaen in Thailand and Vientien in Laos, we conducted more case study analyses to propose low-carbon transport development plans based on Bus Rapid Transit (BRT) systems, in collaboration with local policy makers.

As for interregional transport systems, we investigated the potential of supply chain improvement for CO₂ mitigation from automobile manufacturing in the GMS, where industries are dispersed from Bangkok due to rising labor cost, by comparing the impacts of industrial location involved in the supply chain. By identifying the optimal modal share of freight transport to reduce the target of CO₂ emissions on case study routes in the GMS, we also found that, while HSR is more advantageous for time and cost saving in long transport distance than maritime transport, the high percentage of HSR use is required to concurrently reduce transport time and CO₂ emissions at necessary levels. Moreover, our analysis showed the significant potential effect on CO₂ mitigation from HSR development connecting China and the GMS for passenger and freight transport.

The Environment Research and Technology Development Fund (S6), the Ministry of the Environment, Japan
Symposium "Challenges to Low Carbon Asia" (13/10/17)

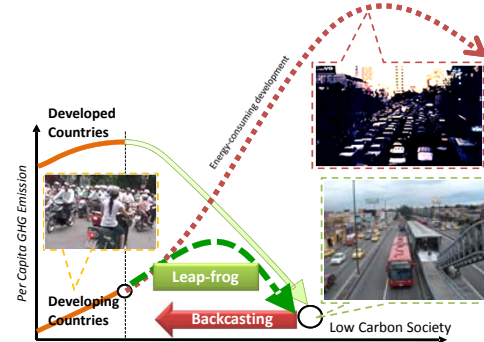
Strategies and Instruments for Low-Carbon Transport Systems in Asia

Principal Investigator: Prof. Yoshitsugu Hayashi, Nagoya University

S-6-5(1): Prof. Y Hayashi (Nagoya Univ), Dr. H Kato, Dr. K Nakamura, K Ito, M Fujita
S-6-5(2): Prof. A Fukuda (Nihon Univ), Dr. T Ishizaka, Dr. H Ito
S-6-5(3): Dr. S Hanaoka (Tokyo Institute of Technology), Dr. K Nakamichi
S-6-5(4): Prof. F Nakamura (Yokohama National Univ), Prof. T Okamura (Toyo Univ)
S-6-5(5): Prof. T Okuda (Nanzan Univ)

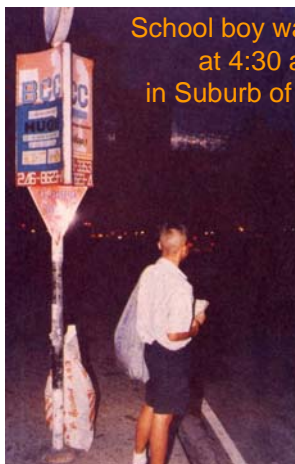
1

Risk of rapid growth in CO₂ emission in developing countries in Asia



2014/1/22

2



School boy waiting a bus
at 4:30 am
in Suburb of Bangkok

Bangkok Post
4 Sept 1993

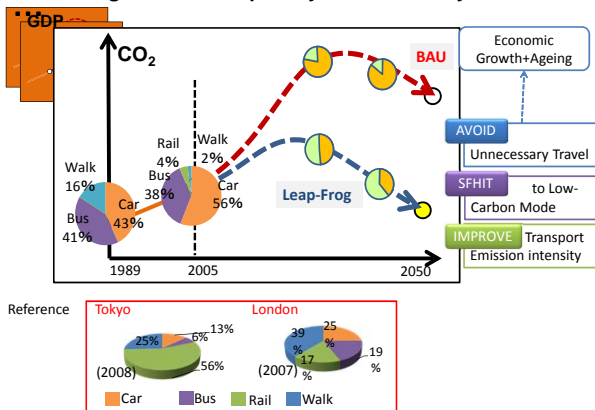
Slower than walkers in Sukunvit, Bangkok



Photo by Hayashi(1993)



Visioning Future Transport Systems with Key Indicators

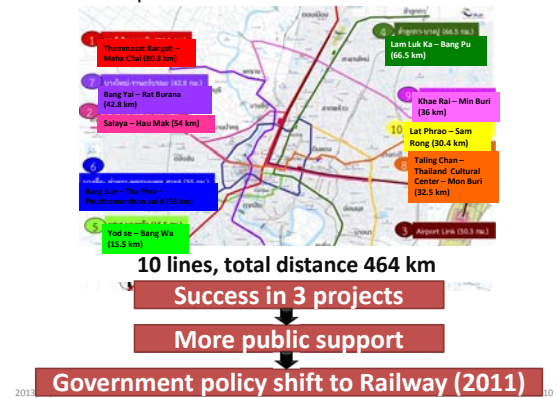


Policy/technology options (CUTE Matrix)

Strategies	AVOID	SHIFT	IMPROVE
Means			
Technologies	<ul style="list-style-type: none"> Transport oriented development (TOD) Poly-centric development Efficient freight distribution 	<ul style="list-style-type: none"> Railways and BRT development Interchange improvement among railway, BRT, bus and para-transit modes Facilities for personal mobility and pedestrians 	<ul style="list-style-type: none"> Development of electric vehicles Development of biomass fuel "Smart grid" development
Regulations	<ul style="list-style-type: none"> Land-use control 	<ul style="list-style-type: none"> Separation of bus/para-transit trunk and feeder routes Local circulating service Control on driving and parking 	<ul style="list-style-type: none"> Emissions standards "Top-runner" approach
Information	<ul style="list-style-type: none"> Telecommuting Online shopping Lifestyle change 	<ul style="list-style-type: none"> ITS public transport operation 	<ul style="list-style-type: none"> "Eco-driving" ITS traffic-flow management Vehicle performance labeling
Economy	<ul style="list-style-type: none"> Subsidies and taxation to location 	<ul style="list-style-type: none"> Park & ride Cooperative fare systems among modes 	<ul style="list-style-type: none"> Fuel tax/carbon tax Subsidies and taxation to low-emissions vehicles



Mass Rapid Transit Master Plan in 2020



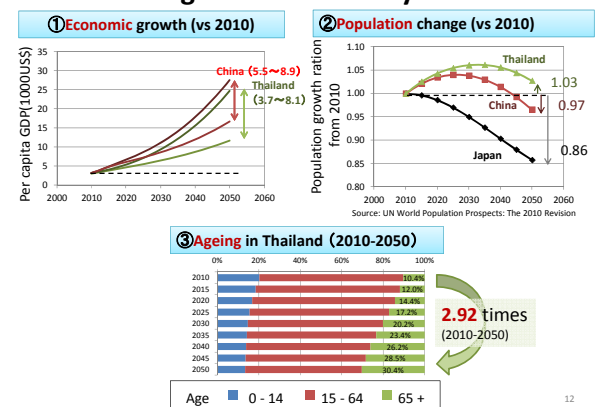
Socio-Economic Vision

Visioning Future Society in Asia

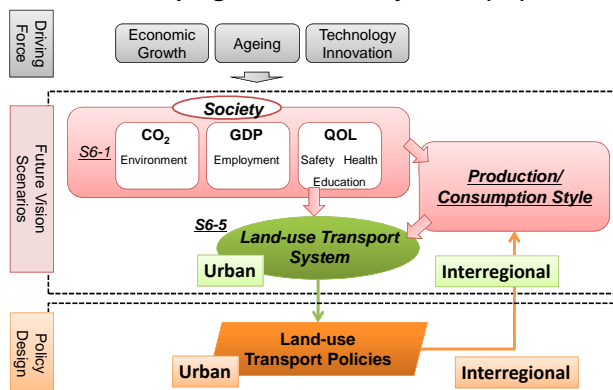
	Aggressive Growth (Efficiency Demanding)	Moderate Growth (Sufficiency Seeking)
Society	Economically Developed	Socially Matured
Environment	More Technological Approach for Solution	More Behavioral Approach for Solution
Employment	More Full-time Employment	More Flexible Working Style
Education	More Education for Career Development	More Education for Social Responsibility
Safety	More Technology-based Protection	More Community-based Protection
Health	More Medical Treatment Reliance	More Precautionary Health Care
Production Style	Efficiency-Oriented Mass Production	For Local Consumption
Lifestyle	Work Oriented	More Social Activities
Travel Purposes	<p>Working Age</p> <p>Business: 14%, Commuting: 42%, Private: 26%, Shopping: 17%</p> <p>TOKYO (2008)</p>	<p>Elderly</p> <p>Business: 8%, Commuting: 9%, Private: 46%, Shopping: 36%</p> <p>TOKYO (2008)</p>

Driving Force

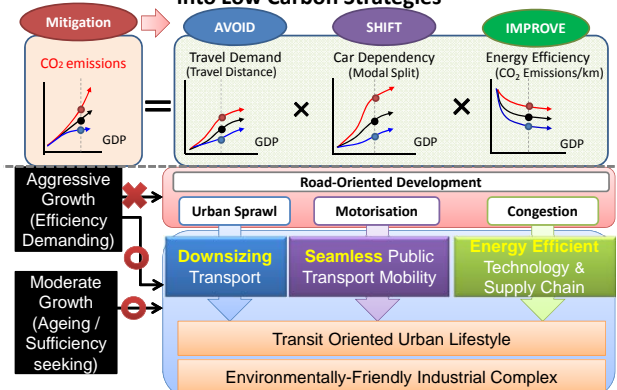
Driving Forces of Society in Asia



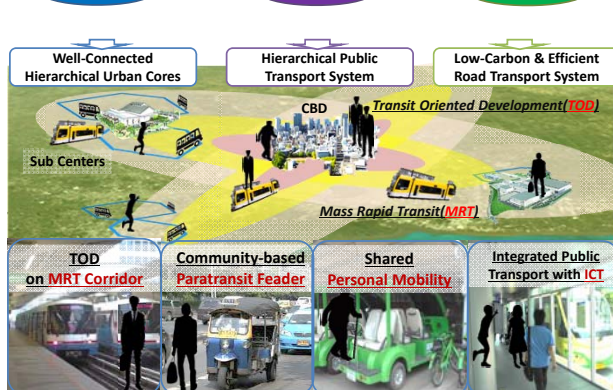
The Framework of Backcasting Approach to Developing Low-Carbon Systems (S6)



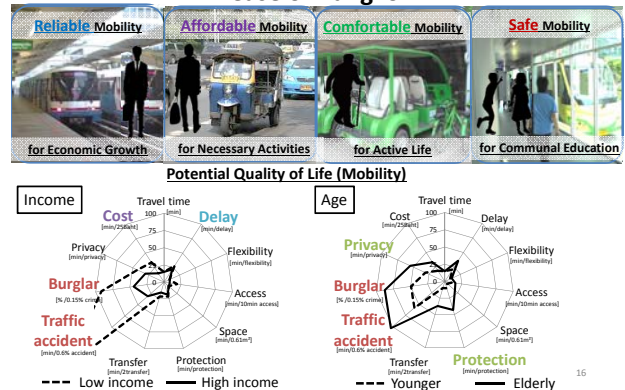
Urban Vision Decomposing the Vision(Target) of Urban Transport Systems into Low Carbon Strategies



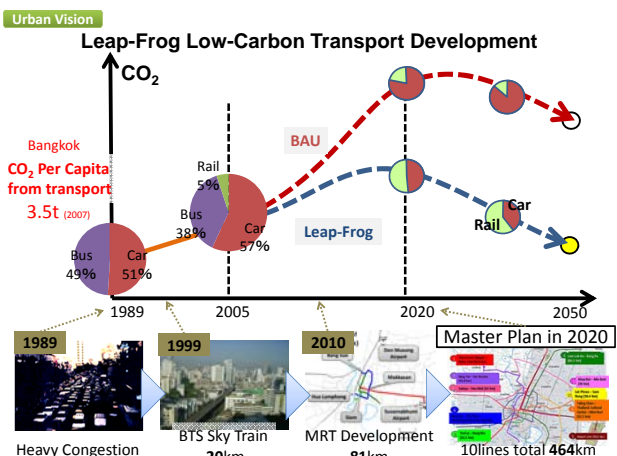
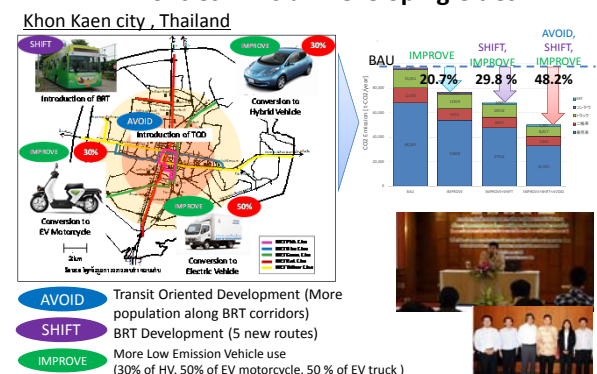
Urban Vision Proposing Vision: Hierarchically Connected Compact City



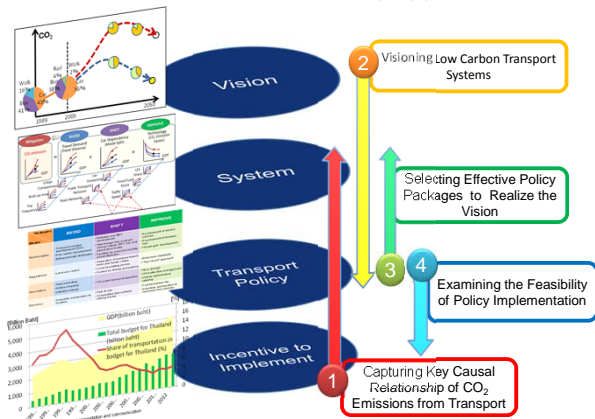
Urban Vision Examining Quality of Life (Mobility) - Case of Bangkok -



Urban Vision Inclusion of the Low-Carbon Transport Vision in Policies in Asian Developing Cities

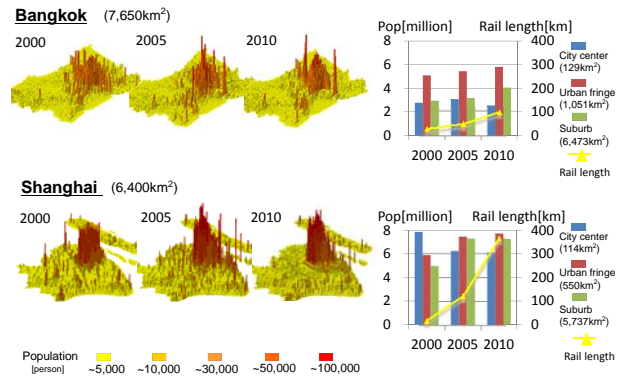


Steps of the Backcasting Approach



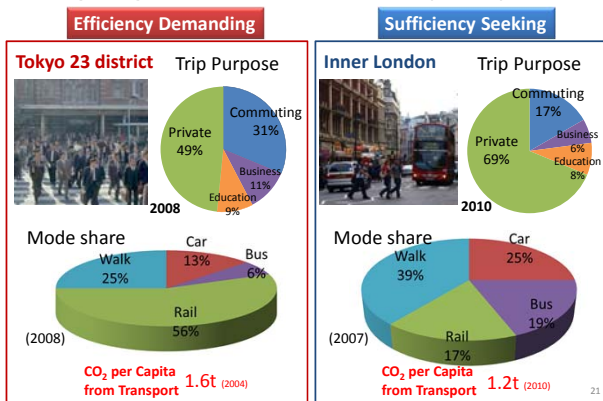
1

Changes in MRT Networks and Urban Forms



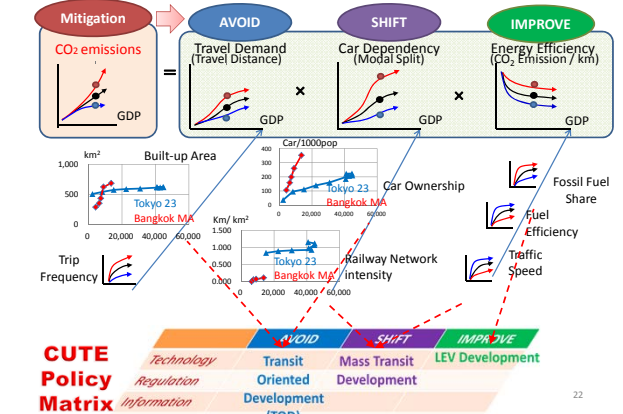
Urban Vision

Targeting Low-Carbon Urban Transport Systems



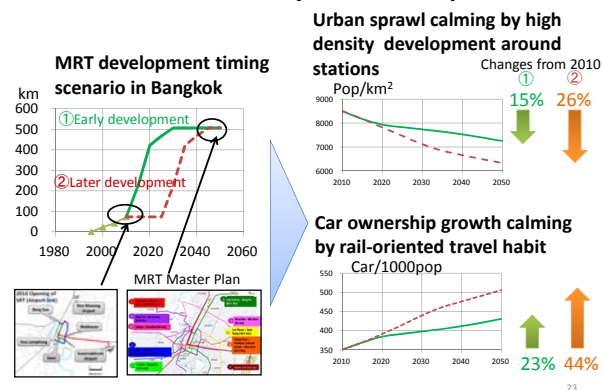
Urban Policy Roadmap

Dynamic Tracking of Transport Related Emission Mechanism



Urban Policy Roadmap

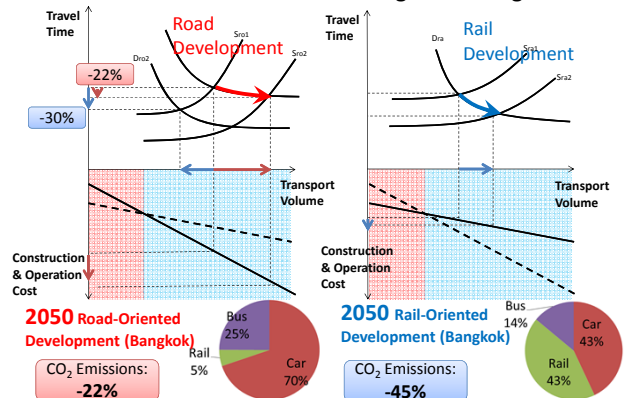
The Effects of Early MRT Development



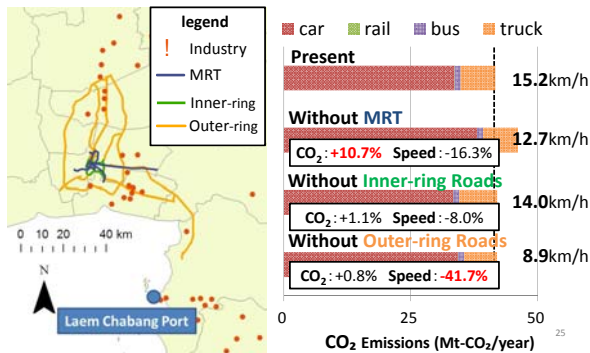
Urban Policy Roadmap

Road vs Rail

: which is more effective for calming traffic congestion

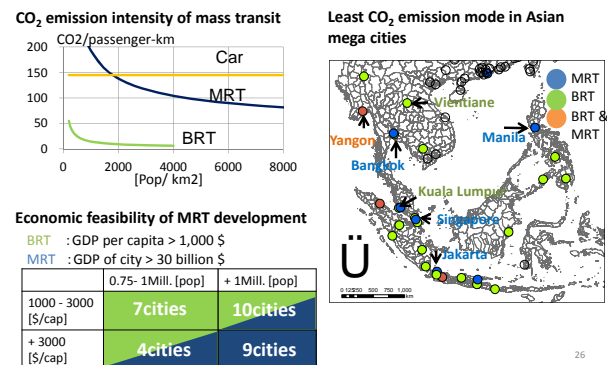


Interregional Vision

The Effects of Integrated Transport Systems on Traffic Congestion and CO₂ Mitigation

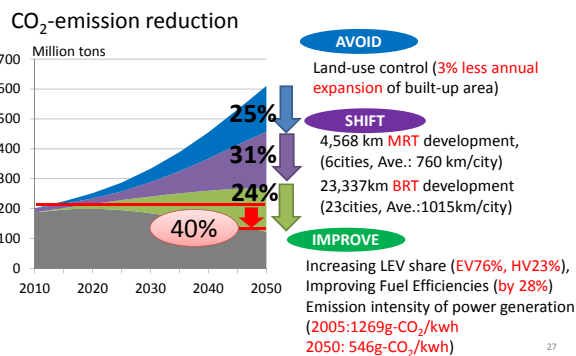
Urban Policy Roadmap

Identifying Low-Carbon Transport Modes in ASEAN



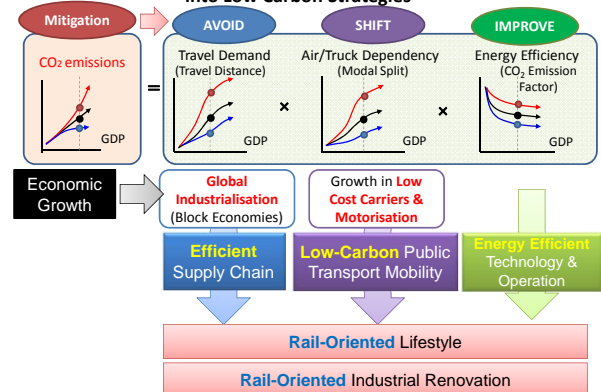
Urban Policy Roadmap

The Roadmap for Low-Carbon Urban Transport Development in ASEAN Megacities



Interregional Vision

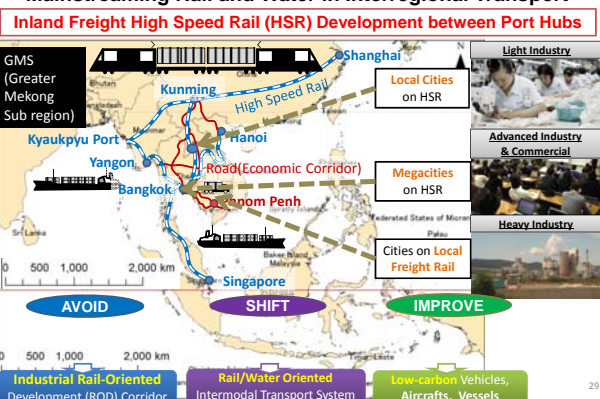
Decomposing the Vision(Target) of Interregional Transport Systems into Low Carbon Strategies



Interregional Vision

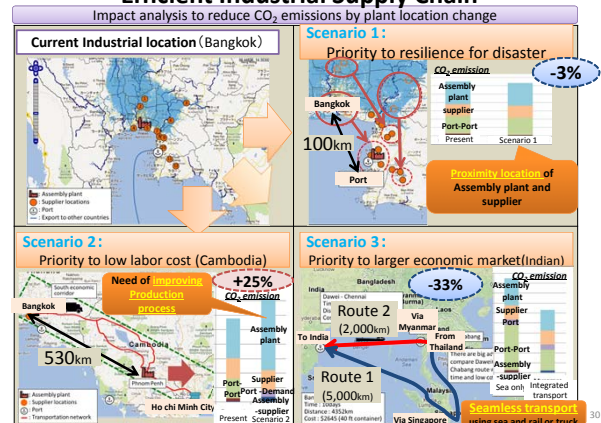
Proposing Vision:

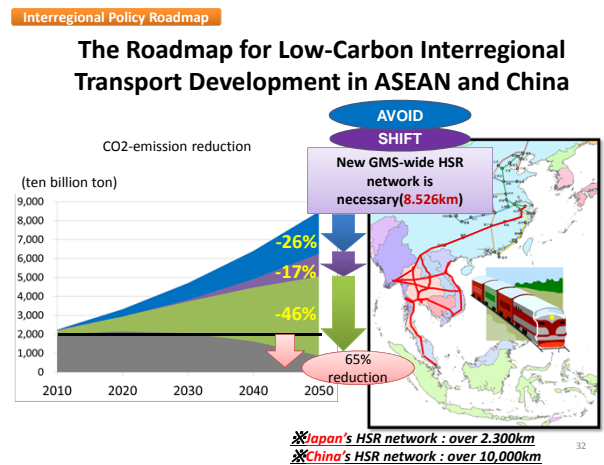
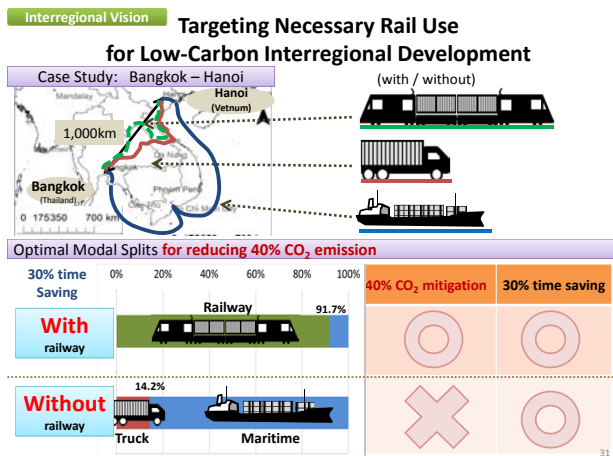
Mainstreaming Rail and Water in Interregional Transport



Interregional Vision

Efficient Industrial Supply Chain





Conclusions

Findings

- Hierarchical Compact City and Mainstreaming Rail & Water can meet diversifying passenger transport demand and growing freight transport demand in GMS.
- 40-60% CO₂ mitigation is achievable by early urban transit development and HSR development in GMS.

Policy Implications

- Leap-frog is required to shift from high-carbon road-oriented mobility and supply chain to transit-oriented urban lifestyle and rail-oriented industrial development in Asia.
- Drastic reforms of life-style and production process should be induced by transport reform.

33

Energy Transition in China towards 2°C Global Target

Kejun Jiang

Energy Research Institute (ERI), National Development and Reform Commission, China



From 1993, Kejun Jiang began the research on climate change relative to energy policy analysis, which focus on energy technology policy assessment, energy supply policy assessment, renewable energy development and energy conservation. Started from 1994, have worked on Integrated Assessment Model(IAM) development for energy and GHG emission scenarios, policies, focusing on China and global analysis. At present He is mainly working on policy assessment for energy and environment policy assessment by leading Integrated Policy Assessment Model for China(IPAC) team. Major focus includes energy and emission scenarios, energy policy, energy system,. energy market analysis, and climate change, local environment policies and international negotiation. Started from 1997, worked with IPCC for Special Report on Emission Scenario and Working Group III Third Assessment Report, leader author for IPCC WGIII AR4 Chapter 3, and leader author for GEO-4 Chapter 2. Now he is CLA in WGIII of IPCC AR5, LA for IPCC AR5 Synthesis Report, and author for UNEP Emission Gaps. His recent research projects include energy and emission scenarios for 2030, low carbon emission scenarios up to 2050, assessment on energy tax and fuel tax, potential for energy target in China, development of Integrated Policy Assessment model etc., He got his Ph.D in Social Engineering Department of Tokyo Institute of Technology.

Globally 2 degree target by 2100 was confirmed in the international negotiation process in recent years. The remained question is whether this target is feasible or not by thinking slow progress in last decades even though Kyoto Protocol set up targets by 2010. The IPCC called research teams on modeling to analyze the possible pathway, policies options, and cost benefit analysis for GHG mitigation. China's CO₂ emission from energy and cement process already accounts for nearly 24% of global emission, and the trend is expected to keep increasing. The role of China in the global GHG mitigation is crucial. This paper presents the scenario analysis for China's Energy System in the background of global 2 degree target, and discussed the feasibility for the lower CO₂ emission scenario in China. The finding says it is possible for China to limit CO₂ emission, reach emission peak before 2025, which make the global 2 degree target feasible, in Which energy system development is a key. And recent progress of key technologies, availability for further investment on low carbon, policy implementation make it much big possibility for China to go to low carbon emission development pathway.

Previous studies on emission scenario shows that it is possible for China to peak CO₂ emission by 2030 if strong policies are adopted, and with a relatively high cost. Peaking CO₂ emission before 2025 is a very big challenge for China. Modeling study by IPAC on the 2 degree target said it is also still possible for China to peak CO₂ emission before 2025, but several pre-condition are needed, including optimazing economy development, further energy efficiency improvement, enhanced renewable energy and nuclear development, CCS etc.

Rapid increase of energy intensive products output in last several years is major driving force for fast energy demand growth. Energy intensive industry consumed more then 50% of energy in China, and accounts for more than 70% newly increased power output. Further trend of energy intensive industry is a key factor for energy and CO₂ emission in China. Development of energy intensive industry should be limited. The quick change in the pattern of economy development, means much high social energy conservation rate. Scenario analysis shows many energy intensive products outputs will reach peak before 2020, with a much slower growth rate compared with that in the 11th Five Year Plan, and therefore will significantly change the pathway for energy demand and CO₂ emission. This would happen ether through positive policy action to optimize economy structure change, or passively by market over supply, we saw output of many raw material and final consumption good are around half of global output. Rate for infrastructure increase is large enough to support economy development and residential demand in China even

though high GDP growth rate, income increase rate and urbanization rate. Export was one of the major driving force for energy increase, however we do see the large share of Chinese products in the global output, which shows limited space for further increase of the share.

Energy efficiency should be further promoted. During 11th Five Year plan, energy efficiency has been improved significantly. By reviewing what happened in energy efficiency in 11th Five Year Plan, comparing with energy conservation effort in last several decades, and effort in other countries, China now is making an unprecedented action on energy conservation. Energy conservation policy was set as one of national top policies. Energy intensity target was one of key indicator for local government official. Frequency of policy making on energy saving is extraordinary high, which could be seen from policies announced by national government from middle of 2006 to middle of 2008, with a rate one policy per week. A policy framework was well established in 11th Five Year Plan on energy conservation. Such kind of policy circumstance provide well basis for energy efficiency improvement in 12th Five Year Plan and after. Much more specified policy and action on energy efficiency could be implemented such as quick moved higher energy efficiency standard, market based mechanisms, higher building energy code etc. Target is to make China's energy efficiency in major sectors to be one of the best by 2050 to 2030.

China is a now a leading country in new energy and renewable energy. By 2011, installed wind power capacity is 62.7GW, with an increase of 18GW in 2011 which is two third of global newly installed capacity in 2011, and annual growth rate from 2008 to 2011 is higher than 60%. Based on the planning in China, by 2020 renewable energy will take 15% of total primary energy, which include renewable energy not included in national statistics of energy.

In the global 2 degree scenario, power generation from renewable energy could reach 48% of total power generation, leave only 17% for coal fired power generation. Installed capacity for wind solar and hydro is 930GW, 1040GW, 520GW respectively by 2050.

And another key factors is increasing of natural gas use in China. In the enhanced low carbon scenario, natural gas use will be 350BCM by 2030, and 450BCM by 2050. In the 2 degree scenario, natural gas would be around 480BCM by 2030, and 590BCM by 2050. Together with renewable energy, leave coal use in China by 2050 to be lower than 1 billion ton.

For CO₂ emission, Carbon capture and storage could further contribute CO₂ emission reduction. China has to use CCS in the case of large amount of coal use for next several decades. Even with the enhanced low carbon scenario, there will be around 1.8 billion ton coal used by 2050. CCS is essential for China to go to deep cut after 2030. Even though CCS is not yet get into commercial market, and still high cost. However based on the study IPAC team involved for CCS implementation in China, in the Enhanced low carbon scenario(ELC) adopted CCS as one of key mitigation options.

Technology progress is a key assumption for low carbon future in China. The cost leaning curve for wind and solar and many other technologies is much stronger than model used. For example, cost for wind power generation has decrease more than 40% in last two years.. And now in the coastal area, power generation cost for some wind farm already can compete with coal fired power plants.

The progress for end use technologies also move faster than model assumption. Electric appliance such as LED TV, higher efficiency air conditioner, high efficiency car etc., already have higher penetration rate by 2011 then model assumed. If policy is right, lower energy demand in the 2 degree scenario much feasible by 2020 and after.

In the meantime, rapid GDP growth rate provide strong support for low carbon development in China. In 11th Five Year Plan period(2006-2011), annual GDP growth rate is 11.2%. But it is 16.7% annual growth rate if calculated based on current value. It is expected by 2015, GDP in China could reach 75trillion Yuan(in current value. The investment need in all modeling study is much small compared with GDP, normally it is smaller than 2 to 4%. If think about the investment in China, new and renewable energy is one of key sector to be promoted in China inside government policies and planning, there could be much more investment on renewable energy in future, even though China already is the biggest country in the world for renewable energy investment in 2011.

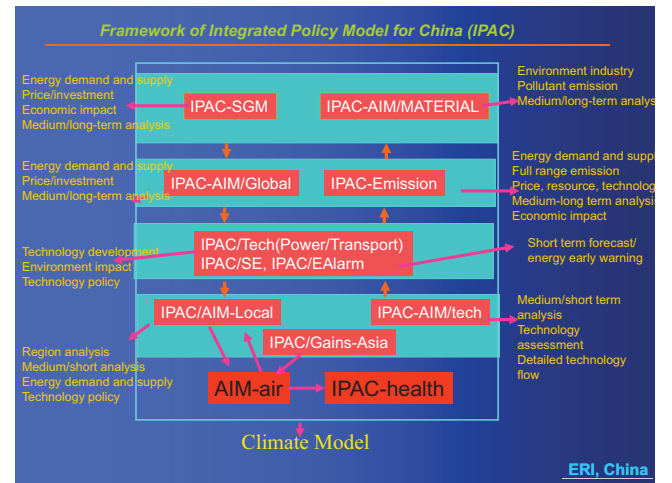
It could be concluded there is big potential for China to go to low carbon future, and it is feasible for China to reach peak of CO₂ emission before 2025. Technology progress, large amount investment on renewable energy, strong policies with extension from that in 11th Five Year Plan, could provide key support factors.

Energy Transition in China in a 2 degree global target

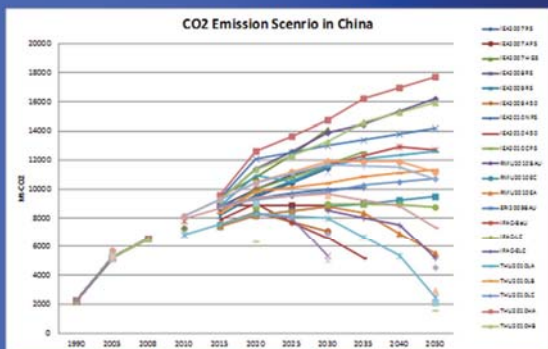
Jiang Kejun

Energy Research Institute, China

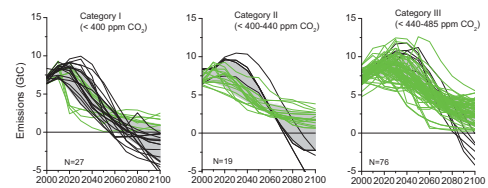
ERI, China



Review for recent CO2 emission scenarios

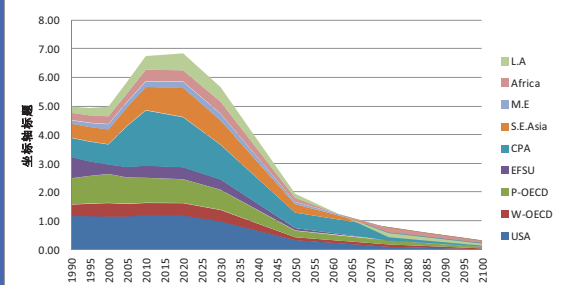


Keyword: Transition – mitigation to reach some climate change targets

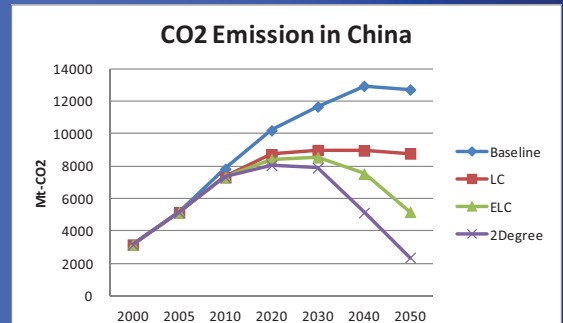


ipcc
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

CO2



Transformation: CO2 emission, a rapid change

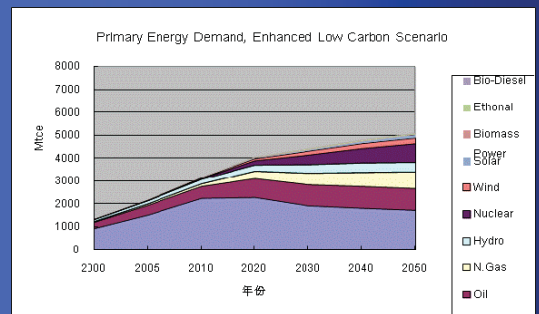


What's the future of China's low carbon policy: key factors

- Economic structure optimization policies
- Energy efficiency policies
- Renewable energy/nuclear power generation oriented policies
- CCS
- Low carbon consumption/ lifestyle
- Land use emission reduction policies: so far relatively poor
- Climate change target: China is key part of that
- Can we pay for it? Cost and benefit

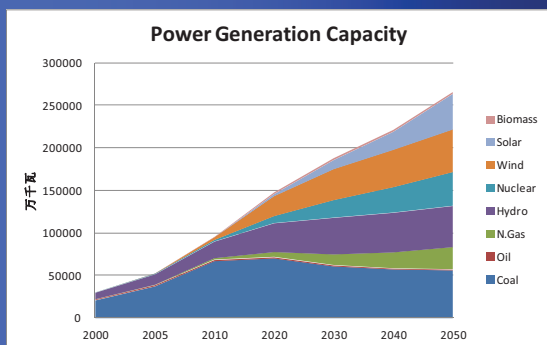
7

Transformation: Energy System

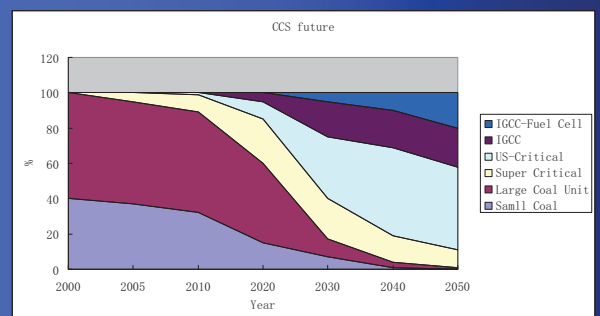


8

Transformation: Power generation



Transformation: CCS

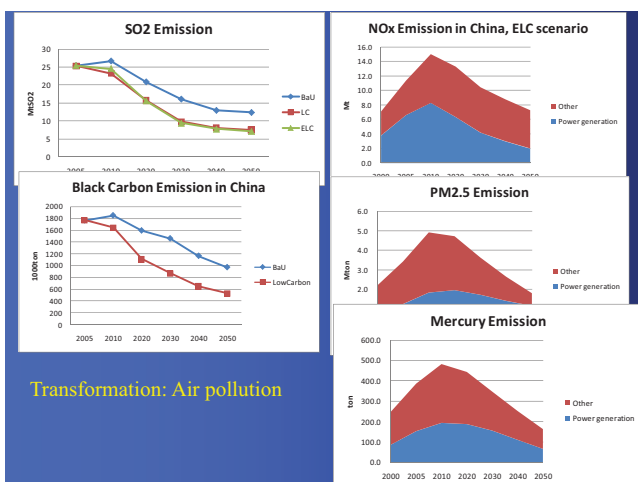


10

Challenges for short term energy system in China

- We are in a rapid change period, energy system need to response right now.
- But it is difficult to make change due to inertia. It could happen in decades in other countries, but maybe 5 to 10 years in China
- Coal peak before 2015? Coal fired power plant peak by 2013?
- Much more natural gas demand
- Energy pricing should be higher, and need public to accept(public education)
- There are still more space for new policies
- It could be a big movement in China's energy system, all aspects

12



The expected big changes in energy system in China

- Coal consumption start to decrease, coal industry should be ready for it, and make own long-term strategy: local manufacture, export/import, security, clean coal use.
- Much more natural gas demand, need to work out for the supply
- Much faster progress on renewable energy, both centralized and distributed
- Grid should be reconstructed to support the system
- Energy price increase, to cover energy environment externality.
- Large scale of nuclear in
- Much lower growth rate for energy demand in China

Renewable Energy

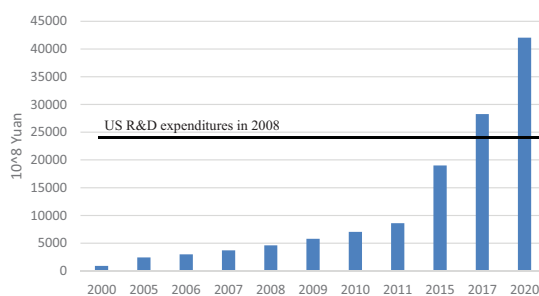
- Renewable Energy Planning 2006: wind 30GW, Solar 2GW by 2020
- 2009 Energy Bureau: Wind 80GW
- 2010 Energy Planning: Wind 150 GW, Solar 20GW by 2020
- 2013, the 12th Five Year Plan: 20GW of solar PV by 2015, 150GW wind
- February 2013, 35GW PV by 2015
- Now: Wind 200GW to 300GW, Solar 50GW to 120 GW
- Based on the conclusion from Chinese Academy for Engineering, grid in China could adopt these renewable energy power generation in short term.



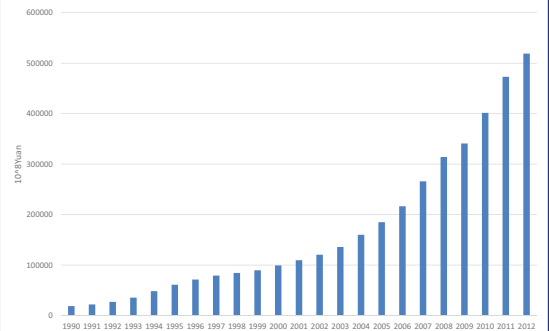
The New Five Year Plan on Air Pollution Control

- From 2013 to 2017
- Target: 30% improvement of air pollution
- A package of policies
- In which: reducing coal use in key areas including Beijing-Tianjin-Hebei region, Yangtze Delta Regions, Pearl River Delta Region
- Clean oil supply for vehicle, upgrade emission standard and oil quality
- Regulation on diffusion on high efficiency cars

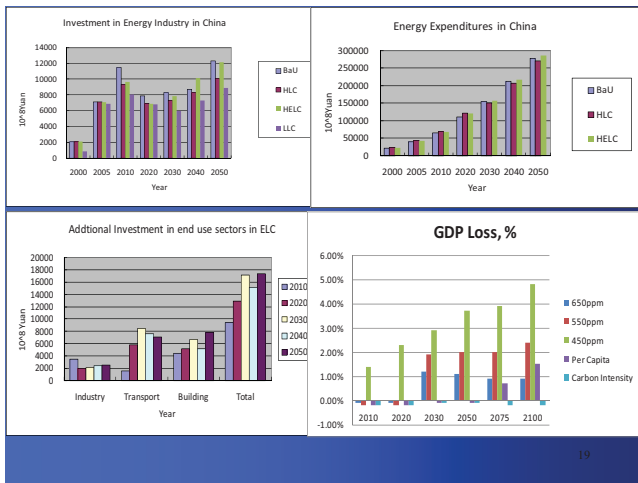
R&D Expenditures in China



GDP in China, current price



18



Development of a Scenario for Realizing a Low Carbon Asia

Toshihiko Masui

Head, Integrated Assessment Modeling Section,
Center for Social and Environmental
Systems Research, NIES



Received his doctorate degree (engineering) from the Graduate School of Engineering, Osaka University in 1997. Joined NIES in 1998. Assumed the post of Head of the Integrated Assessment Section, Social and Environmental Systems Division in 2006, and has been in his current position since 2011. Coordinate Associate Professor at Tokyo Institute of Technology since 2000.

Has engaged in the development of the Asia-Pacific Integrated Model (AIM), an integrated assessment model. Contributed to the IPCC Fifth Assessment Report as a lead author of the IPCC Working Group II. Also serves as a member of expert panel of the Post-2013 Mid-Term Policymaking Subcommittee, Central Environmental Council, the Ministry of the Environment, Japan.

How can a Low Carbon Society be achieved in the diverse countries of Asia?

Project S-6 "Research project to Establish a Methodology to Evaluate Mid to Long Term Environmental Policy Options toward Asian Low-Carbon Societies (Low-Carbon Asia Research Project)" has been conducted under the auspices of the Environment Research and Technology Development Fund of the Ministry of the Environment. In this project, qualitative and quantitative studies have been conducted to determine what actions can be taken to achieve the objective of cutting in half the 1990 levels of the world's greenhouse gas (GHG) emissions by 2050 in Asia, a region in which dramatic increases in GHG emissions are expected in the future. As the countries of Asia differ in terms of their stage of economic development and have diverse climatic conditions, cultures, societies and present circumstances, the climate change mitigation policies that will be introduced in each country are expected to differ. For this reason, this project employs both bottom-up approach and top-down approach. The bottom-up approach means individual analyses focusing on the major countries of Asia, and the top-down approach means an overall analysis from a global perspective. This report presents the results of the top-down approach.

In project activities up through the previous fiscal year, a report entitled "10 Actions Toward Low Carbon Asia" (Table 1) was compiled, summarizing individual actions that represent the results of the qualitative study based on research conducted for the individual countries of Asia. The "10 Actions" report did not simply list the individual countermeasures but also included a study of the roadmap that defines the preparations needed to achieve and increase the effectiveness of the individual countermeasures. This report presents the results of the quantitative study in which the various countermeasures proposed in the "10 Actions" report were incorporated into a global model in order to determine the degree to which GHG emissions can be reduced.

Table 1. Ten Actions for Realizing a Low Carbon Asia

Action 1 : Hierarchically Connected Compact Cities (Urban Transport)	Action 6 : Low Carbon Energy System Using Local Resources (Energy System)
Action 2 : Mainstreaming Rail and Water in Interregional Transport (Interregional Transport)	Action 7 : Low Emission Agricultural Technologies (Agriculture & Livestock)
Action 3 : Smart Ways to Use Materials that Realize the Full Potential of Resources (Resources & Materials)	Action 8 : Sustainable Forestry and Land Use Management (Forestry & Land Use)
Action 4 : Energy-Saving Spaces Utilizing Sunlight and Wind (Buildings)	Action 9 : Technology and Finance to Facilitate Achievement of LCS (Technology & Finance)
Action 5 : Local Production and Local Consumption of Biomass (Biomass)	Action 10 : Transparent and Fair Governance that Supports Low Carbon Asia (Governance)

Developing a Scenario for Realizing a Low Carbon Asia by 2050

Of the two future scenarios studied in this project, the Conventional Society Scenario and the Advanced Society Scenario, the Advanced Society Scenario was used as the basis for this study (Table 2). Based on this Advanced Society Scenario, the individual actions presented in the "10 Actions" report were incorporated into a multi-regional global computable general equilibrium model in which the world was divided into 17 countries and regions (with Asia being made up of the five regions of Japan, China, India, Southeast Asia and rest of East Asia, and rest of the Asia-Pacific region), in order to analyze quantitatively what changes would occur in low carbon society as compared to the reference society. For details regarding the global model that was used for this analysis, see Fujimori et al. (2012).

Table 2. Overview of Future Scenarios

	Advanced Society Scenario	Conventional Society Scenario
Overall Features	Society that is highly motivated and actively working to achieve a transition to next-generation social systems, programs, technologies etc.	Society that is cautious about making changes to social systems, programs, technologies and so on and that is concerned about the transition costs of social change.
Economy	Average annual growth rate: 3.27%/year (global) 4.16%/year (Asia)	Average annual growth rate: 2.24%/year (global) 2.98%/year (Asia)
Population	Total population in 2050: 6.9 billion (global) and 4.6 billion (Asia)	
Education	Active efforts to improve education Average number of years of schooling: 4 - 12 years (2005) → 11 - 14 years (2050)	Standard improvements to educational policy Average number of years of schooling: 4 - 12 years (2005) → 8 - 13 years (2050)
Use of Time	Diverse mix of lifestyles, but a comparatively long period of time spent on work and career advancement	Diverse mix of lifestyles, but a comparatively long period of time spent on time with family and friends
Work	Unemployment rate of 0% achieved by 2075	Fixed at 2009 level
Government Efficiency	Improved from a comparatively early stage	Improved gradually at a slow pace
International Cooperation	Lower trade barriers and reduced foreign direct investment risk	Gradual progress in establishing cooperative relationships among countries in Asia
Technical Innovation	High rate of advancement	Gradual advancement
Transportation	Increased demand resulting from high economic growth rate	Gradual increase in demand
Land Use	Speedy and efficient land improvement	Gradual and cautious land improvement

Envisioning a Low Carbon Asia

As Figure 1 shows, under the referencesociety, GHG emissions from Asia in 2050 would be 32 GtCO₂eq, or roughly double the region's emissions in 2005. In the low carbon society, emissions in 2050 would be only 10 GtCO₂eq, a 69% reduction as compared to the referencesociety and 38% lower than even 2005 emissions. Of the 10 Actions, the contribution of Action 6 (Energy System) would be greatest, followed by the contribution of Action 3 (Resources & Materials).

Figure 2 shows the makeup of the primary energy supply. Under the referencesociety, fossil fuels would account for 87% of the primary energy supply in Asia in 2050. In the low carbon society, however, the share of fossil fuels would drop to 54%, and in their place renewable energies would account for 33%. In addition, a portion of fossil fuels would be eliminated through carbon capture and storage. Moreover, as shown in Figure 1, paths to the elimination of GHGs would also be created through a dramatic reduction in the amount of transportation, energy conservation policies on the demand side, agricultural land use policies and so on as indicated in each of the 10 Actions. The marginal cost of eliminating GHGs in 2050 would be USD344/CO₂eq. For more information on the benefits of each of the 10 Actions, see the pamphlet entitled "Realizing Low Carbon Asia-Contribution of Ten Actions"

In this way, it is now possible to envision a specific path to the achievement of low carbon societies in Asia. The question is how to achieve this vision in the future. Fortunately, many efforts to help reduce GHGs are beginning to emerge spontaneously in the countries of Asia. It is essential that we nurture these efforts and support activities to achieve a low carbon Asia.

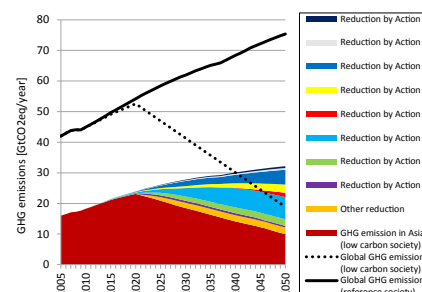


Figure 1 Changes in GHG emissions

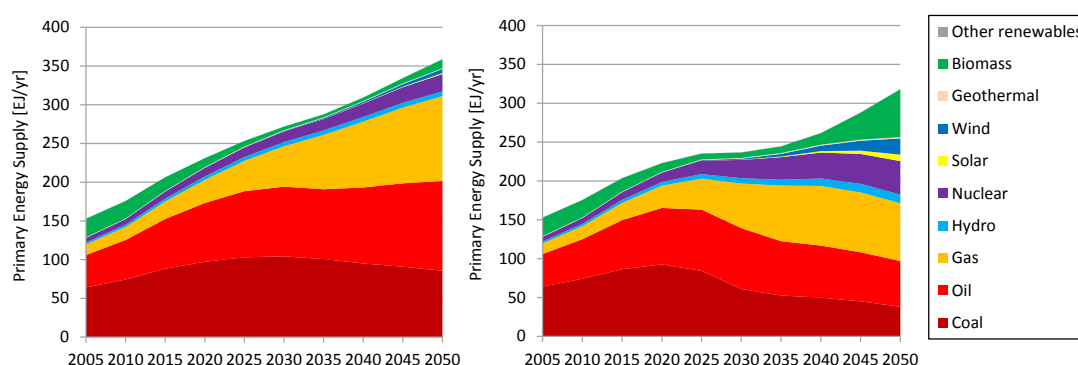


Figure 2 Changes in primary energy supply in Asia (Left: reference society, Right: low carbon society)

References

Fujimori, S., T. Masui and Y. Matsuoka (2012): AIM/CGE [basic] manual, Discussion paper series, Center for Social and Environmental Systems Research, NIES (<http://www.nies.go.jp/social/dp/pdf/2012-01.pdf>)

Asia Low Carbon Society Scenario Development

Toshihiko MASUI
(National Institute for Environmental Studies)

Low Carbon Asia Research Project (S-6) Symposium

Challenges to Low Carbon Asia

U Thant International Conference Hall, UNU

October 17, 2013



Members of Asia Low Carbon Society Scenario Development

- Mikiko Kainuma (NIES)
- Toshihiko Masui (NIES)
- Junichi Fujino (NIES)
- Tatsuya Hanaoka (NIES)
- Kiyoshi Takahashi (NIES)
- Yasuaki Hijioka (NIES)
- Yuko Kanamori (NIES)
- Shuichi Ashina (NIES, **Scenario TF**)
- Shinichiro Fujimori (NIES, **Modeling**)
- Yumiko Asayama (NIES)
- Diego Silva Herdin (NIES)
- Miho Kamei (NIES)
- Tomoko Hasegawa (NIES)
- Dai Hancheng (NIES)
- Tomoki Ehara (E-KONZAL, **Scenario TF**)
- Yuzuru Matsuoka (Kyoto Univ.)
- Gakuji Kurata (Kyoto Univ.)
- Reina Kawase (Kyoto Univ.)
- Kei Gomi (Kyoto Univ.)
- Janice J. Simon (Kyoto Univ.)
- Go Hibino (MHR)
- Kazuya Fujiwara (MHR)
- Yuko Motoki (MHR)
- Kazuyo Oyama (MHR, **Scenario TF**)
- Kokichi Ito (IEEJ)
- Yukari Yamashita (IEEJ)
- Tyuguen Shin (IEEJ)
- Yuji Matsuo (IEEJ)
- Yu Nagatomi (IEEJ)
- Akira Yanagisawa (IEEJ)
- Yoshiaki Shibata (IEEJ)
- Ryoichi Komiya (Univ. of Tokyo)
- Jusen Asuka (IGES)
- Kentaro Tamura (IGES)
- Yueqing Yu (IGES)
- Nanda Kumar Janardhanan (IGES)
- Sou Kuramochi (IGES)
- Zhen Jin (IGES)
- Shinji Kaneko (Hiroshima Univ.)
- Masaru Ichihashi (Hiroshima Univ.)
- Taisaku Goto (Hiroshima Univ.)
- Akimasa Fujiwara (Hiroshima Univ.)
- Junyi Zhang (Hiroshima Univ.)
- Satoru Komatsu (Hiroshima Univ.)
- Phetkeo Poomanyong (Hiroshima Univ.)
- Jin Chen (Beijing Normal University)
- Makoto Rikishi (Univ. of Tokyo)
- Yasuko Kameyama (**Scenario TF**, NIES)
- Aki Suwa (**Scenario TF**, UNU-IAS)
- Seiji Hashimoto (**Scenario TF**, Ritsumeikan Univ.)
- Shigekazu Matsui (**Scenario TF**, MHR)
- Hirokazu Kato (**Scenario TF**, Nagoya Univ.)
- Kazuki Nakamura (**Scenario TF**, Nagoya Univ.)
- Chie Shiraishi (NIES, Secretariat)

2

Introduction

- As the countries of Asia differ in terms of their stage of economic development and have diverse climatic conditions, cultures, societies and present circumstances, the climate change mitigation policies that will be introduced in each country are expected to differ. This scenario shows as a whole scenario for Asia.
- In Low Carbon Society (LCS), the target of the global GHG emissions in 2050 is set to be half compared with those in 1990.
 - This presentation is "Top-down" type approach. "Bottom-up" type approach will be explained by Prof. Matsuoka.
 - Countermeasures related to Transportation (Actions 1&2), Industry (Action 3) and Governance & Institution (Actions 9&19) are assessed based on the results from Prof. Hayashi, Prof. Moriguchi and Prof. Kanie's team, respectively.



3

GHG emission reduction target in Asian countries

- Japan:
 - In Action program to develop low carbon society (2008), 60-80 % reduction compared to the present level as a long term target, year 2050.
 - In 2009, Prime Minister at that time, Mr. Hatoyama, showed 25% reduction compared to the 1990 level, which is premised on the establishment of a fair and effective international framework in which all major economies participate and on agreement by those economies on ambitious targets.
 - In 2013, present Prime Minister, Mr. Abe, indicated that the mitigation target would be readjusted, and the new target would be decided by the COP19. However, the new target has not yet been drawn up.
- China:
 - Lower CO2 emissions per unit of GDP by 40-45% by 2020 compared to the 2005 level
- India:
 - Reduce emission intensity of GDP by 20 to 25% by 2020 in comparison to the 2005 level
- Indonesia:
 - Reduce emissions by 26% on BaU by 2020
- Korea:
 - Reduce emissions by 30% below BaU by 2020
- Papua New Guinea :
 - Reduce emissions by at least 50% below BaU by 2030



4

Ten Actions for Realizing a Low Carbon Asia

- Action 1 Urban Transport**
Hierarchically Connected Compact Cities
- Action 2 Interregional Transport**
Mainstreaming Rail and Water in Interregional Transport
- Action 3 Resources & Materials**
Smart Ways to Use Materials that Realize the Full Potential of Resources
- Action 4 Buildings**
Energy-Saving Spaces Utilizing Sunlight and Wind
- Action 5 Biomass**
Local Production and Local Consumption of Biomass
- Action 6 Energy System**
Low Carbon Energy System Using Local Resources
- Action 7 Agriculture & Livestock**
Low Emission Agricultural Technologies
- Action 8 Forestry & Land Use**
Sustainable Forestry Management
- Action 9 Technology & Finance**
Technology and Finance to Facilitate Achievement of LCS
- Action 10 Governance**
Transparent and Fair Governance that Supports Low Carbon Asia

Qualitative storylines are quantified.



5

Two future scenarios in this project

	Advanced Society Scenario	Conventional Society Scenario
Overall Features	Society that is highly motivated and actively working to achieve a transition to next-generation social systems, programs, technologies etc.	Society that is cautious about making changes to social systems, programs, technologies and so on and that is concerned about the transition costs of social change.
Economy	Average annual growth rate: 3.27%/year (global) 4.16%/year (Asia)	Average annual growth rate: 2.24%/year (global) 2.98%/year (Asia)
Population	Total population in 2050: 6.9 billion (global) and 4.6 billion (Asia)	Total population in 2050: 6.9 billion (global) and 4.6 billion (Asia)
Education	Active efforts to improve education Average number of years of schooling: 4 - 12 years (2005) → 11 - 14 years (2050)	Standard improvements to educational policy Average number of years of schooling: 4 - 12 years (2005) → 8 - 13 years (2050)
Use of Time	Diverse mix of lifestyles, but a comparatively long period of time spent on work and career advancement	Diverse mix of lifestyles, but a comparatively long period of time spent on time with family and friends
Work	Unemployment rate of 0% achieved by 2075	Fixed at 2009 level
Government Efficiency	Improved from a comparatively early stage	Improved gradually at a slow pace
International Cooperation	Lower trade barriers and reduced foreign direct investment risk	Gradual progress in establishing cooperative relationships among countries in Asia
Technical Innovation	High rate of advancement	Gradual advancement
Transportation	Increased demand resulting from high economic growth rate	Gradual increase in demand
Land Use	Speedy and efficient land improvement	Gradual and cautious land improvement



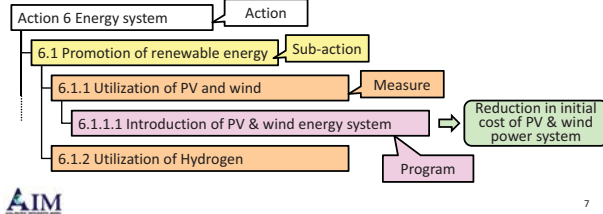
6

How to estimate future?

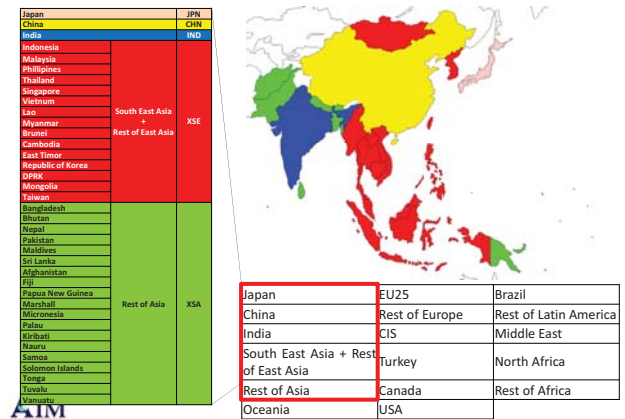
In global computable general equilibrium (CGE) model, the individual programs in actions are reflected, and the GHG emissions are simulated.

CGE model: Price mechanism to balance supply and demand of all goods and production factors.

See Fujimori et al.(2012) AIM/CGE [basic] manual, Discussion Paper Series, Center for Social and Environmental Systems Research, NIES, 2012-01, <http://www.nies.go.jp/social/dp/pdf/2012-01.pdf>



Regional disaggregation



Sectors and technologies in the CGE model

Rice	Non ruminant livestock, other livestock & fishery	Wood products	Other Manufacturing
Wheat	Forestry	Paper, Paper products & Pulp*	Electricity*
Other grains	Coal mining	Chemical, Plastic and Rubber products*	Gas manufacture distribution
Oil seed crops	Oil mining	Petroleum refinery*	Construction
Sugar crops	Gas mining	Coal transformation	Transport & communications
Vegetable, Fruits & Nuts, Fiber crops, Other crops	Mineral mining & Other quarrying	Mineral products nec*	Other service sectors
Ruminant livestock	Food products	Iron & Steel*	Biomass transformation*
Raw milk	Textiles, Apparel & Leather	Non Ferrous products	

* Electricity includes following technologies;

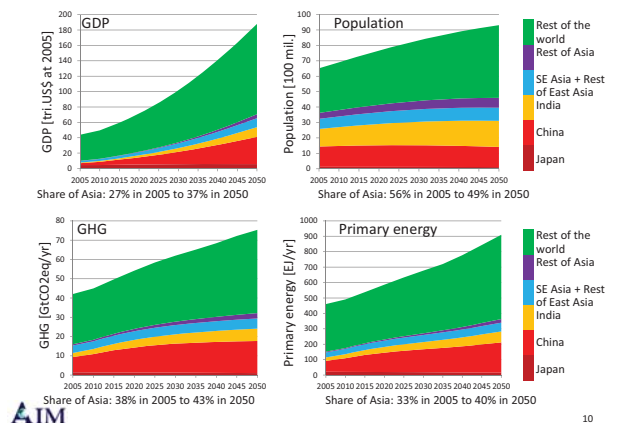
Coal-fired*	Gas-fired*	Hydro	Solar	Waste biomass*
Oil-fired*	Nuclear	Geothermal	Wind	Other renewables

+ "Biomass" includes following types;

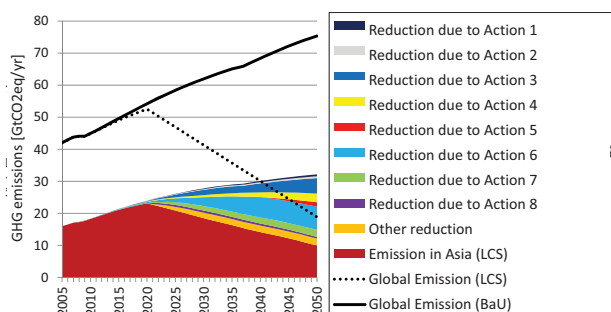
1st generation, 2nd generation with energy crop, and 2nd generation with residue

These sectors including power sub sectors indicate the sectors in which CCS will be able to be installed.

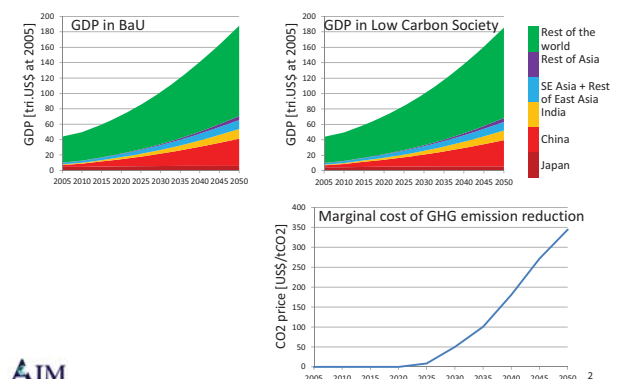
Asia in BaU scenario



GHG Emissions in Asia



Asia in Low carbon society



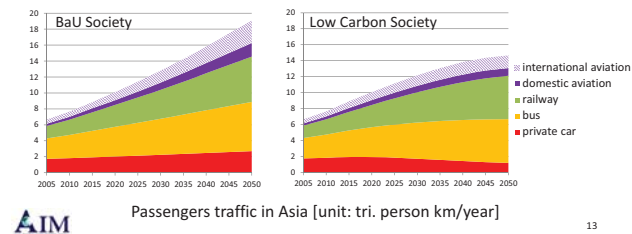
Action 1: Hierarchically Connected Compact Cities (Urban Transport)

1.1 Compact cities with well-connected hierarchical urban centers (AVOID)	1.1.1 Development of employment cores in urban transit corridors
1.2 A seamless and hierarchical transport system (SHIFT)	1.1.2 Exclusion of private cars from inner city areas
1.3 Low carbon vehicles with efficient road-traffic systems (IMPROVE)	1.2.1 Early development of urban public transport networks
	1.2.2 Improvement of feeder transport systems
	1.2.3 Integrated management of public transport systems
	1.3.1 Vehicle technology development
	1.3.2 Promotion of alternative fuels
	1.3.3 Development of integrated freight transport systems

Reduction in unit traffic volume

Energy efficiency improvement

Modal shift



13

Action 2: Mainstreaming Rail and Water in Interregional Transport (Interregional Transport)

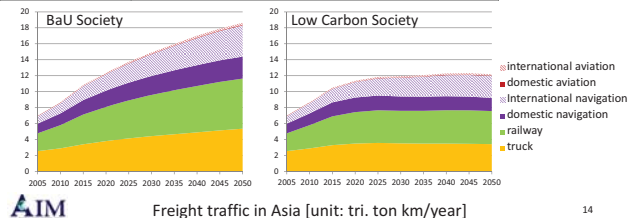
2.1 Formation of industrial corridors using a low carbon transport system (AVOID)	2.1.1 Creation of arterial corridors for high-speed freight rail
2.2 Establishment of an intermodal transport system incorporating rail and water (SHIFT)	2.1.2 Clustering of industries around the arterial and terminal connection hubs of high-speed freight rail
2.3 Reduction of CO ₂ emissions from vehicles and aircraft (IMPROVE)	2.1.3 Creation of institutions and systems to suppress transport demand
	2.2.1 Dev of base ports to support international maritime transport
	2.2.2 Creation of infrastructures for inland high-speed rail
	2.2.3 Establishment of institutions to promote the use of low carbon transport modes
	2.3.1 Technological improvements to transport modes
	2.3.2 Development of biofuels and promotion of their use
	2.3.3 Optimization of the speed of maritime vessels

Reduction in unit traffic volume

Energy efficiency improvement

Modal shift

Bio-fuels



14

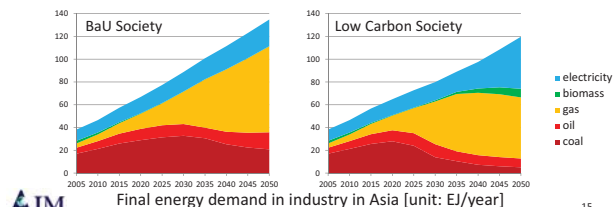
Action 3: Smart Ways to Use Materials that Realize the Full Potential of Resources (Resources & Materials)

3.1 Production that dramatically reduces the use of resources	3.1.1 Development and active employment of technologies for weight reduction and raw material substitution
3.2 Use of products in ways that extend their lifespan	3.1.2 Creation of materially simple lifestyles while still enjoying richness
3.3 Development of systems for the reuse of resources	3.2.1 Development and active employment of product life-extension technologies and maintenance systems
	3.2.2 Development of cities and national land from a long-term perspective
	3.2.3 Construction of long-lasting housing and replacement of housing
	3.2.4 Selection of less resource consuming, long-lasting, recyclable, and reusable products
	3.3.1 Development and active employment of recycling and reuse technologies
	3.3.2 Establishment of recycling and reuse systems for various goods
	3.3.3(3.3.4) selection of less resource consuming, long-lasting, recyclable, and reusable products

Energy efficiency improvement

Reduction in material inputs

Preference change



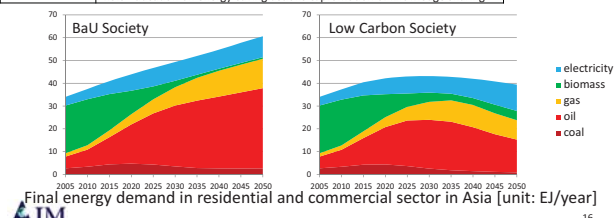
15

Action 4: Energy-Saving Spaces Utilizing Sunlight and Wind (Buildings)

4.1 Improvement of the energy-efficiency performance of buildings	4.1.1 Mandatory energy-efficiency standards for new and renovated buildings
4.2 Application of high-efficiency equipment to buildings	4.1.2 Creation of comfortable environments through max use of renewable energy
4.3 Visualization of energy-saving efforts	4.1.3 Development of a financial support scheme for improvement of building energy performance
	4.2.1 Promotion of energy-efficiency improvement of equipment
	4.2.2 Development and deployment of comprehensive evaluation systems for energy-efficient equipment
	4.2.3 Provision of financial support for energy-efficient equipment
	4.3.1 Development and management of evaluation systems for energy-saving actions
	4.3.2 Development of incentive schemes in line with energy-saving efforts
	4.3.3 Education on energy-saving actions & promotion of knowledge sharing

Energy efficiency improvement

Reduction in cooling & heating demand



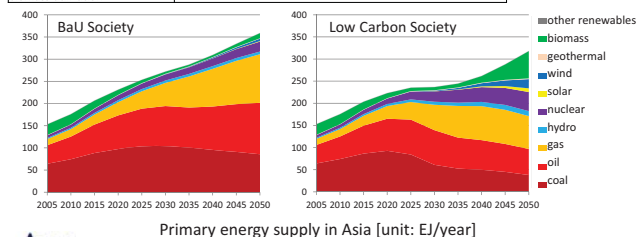
16

Action 5: Local Production and Local Consumption of Biomass (Biomass)

5.1 Sustainable utilization of biomass with sustainable food production	5.1.1 Improved biomass production technologies
5.2 Low carbon energy systems using local biomass resources in rural areas	5.1.2 Land use for sustainable biomass production
5.3 Improvement of living environments with intensive biomass utilization	5.1.3 Development and implementation of biomass CCS technologies
	5.2.1 Design and implementation of energy systems using biomass
	5.2.2 Visualization of the benefits of independent energy-supply systems
	5.3.1 Widespread adoption of high-efficiency furnaces in homes
	5.3.2 Widespread adoption of new biomass technologies

Biomass energy

CCS



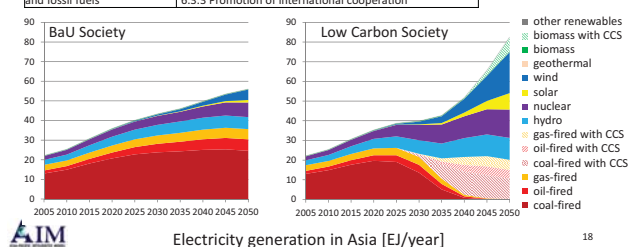
17

Action 6: Low Carbon Energy System Using Local Resources (Energy System)

6.1 Promotion of sustainable local energy systems with renewables	6.1.1 Use of solar and wind power energy
6.2 Creation of smart energy supply and demand systems	6.1.2 Use of hydrogen energy
6.3 Enhanced energy security with collaboration between low carbon energy sources and fossil fuels	6.1.3 Incentives for introducing renewable energy
	6.2.1 Introduction of smart energy systems
	6.2.2 Introduction of demand response systems
	6.2.3 Introduction of power management systems
	6.2.4 Introduction of incentives for managing demand
	6.3.1 Enhancement of the efficiency of power-supply equipment
	6.3.2 Use of carbon capture and storage (CCS) equipment
	6.3.3 Promotion of international cooperation

Reduction in initial cost of renewable energy

CCS

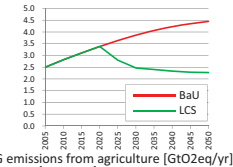


18

Action 7: Low Emission Agricultural Technologies (Agriculture & Livestock)

7.1 Water management in rice paddies	7.1.1 Construction of infrastructure
	7.1.2 Development of water management technologies
7.2 Highly efficient fertilizer application and residue management	7.2.1 Development and diffusion of fertilizer management techniques
	7.2.2 Improvement of tillage and residue usage
7.3 Recovery and use of methane gas from livestock manure	7.3.1 Installation of manure management systems
	7.3.2 Establishment of regulations and provision of financial support for manure management

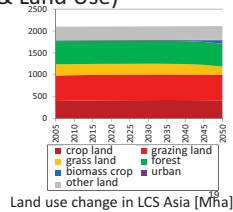
Reduction in mitigation costs



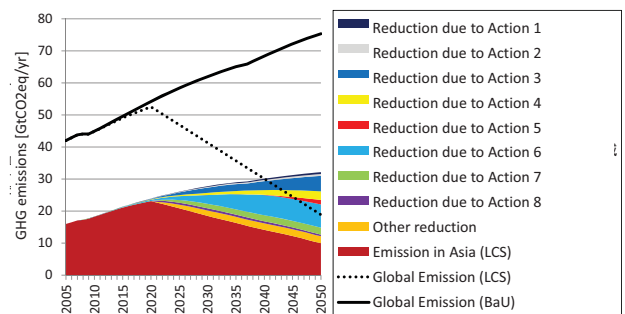
Action 8: Sustainable Forestry and Land Use Management (Forestry & Land Use)

8.1 Sustainable forest management	8.1.1 Reduction of unplanned deforestation
	8.1.2 Reduction of planned deforestation
	8.1.3 Reduction of forest degradation in production forest
	8.1.4 Enhancement of forest carbon stock
8.2 Sustainable peat land management	8.2.1 Improvement of peat land management practices
	8.2.2 Peat land rehabilitation
8.3 Monitoring and management of forest fire	8.3.1 Stop lighting to land clearance
	8.3.2 Preventing uncontrolled fire

Reduction in mitigation costs



GHG Emissions in Asia



Findings

- We simulate effectiveness of "Ten Actions" using CGE model.
- GHG emission in Asia in 2050: Emission in LCS is lower than that in BaU by 69%. Compared with emission in 2005, 38% reduction is achieved.
- Among "Ten Actions," Action 6: energy system, Action 3: options in industry, and Action 4: options in building sector are effective.
- Not only energy efficiency improvement but also other activities including reductions in traffic volumes and material inputs will lead the halved GHG emissions in the world in 2050.
- In this simulation, marginal abatement cost of GHG emission reduction in 2050 is 344 US\$/tCO2eq.

How to realize Low Carbon Asia?

- How to implement each action/program?
- In Asian countries, the some activities have already been implemented toward the LCS at their own initiatives. The role of Japan to support them is important in order to achieve "Leap-frog development" in Asia.



Research Activities for Realizing Low Carbon Societies in Asia

Yuzuru Matsuoka

Professor, Graduate School of Engineering, Kyoto University



He is an integrated assessment modeler, leading more than 20 years the chair of Environmental Systems Engineering, Department of Environmental Engineering, Graduate School of Engineering, Kyoto University. He is also the director of Research Center for Environmental Quality Management, the leader of Global Center for Education and Research on Human Security Engineering for Asia Megacities, Kyoto University, and also the leader of the project on Developing Asian Low Carbon Societies supported by JICA and JST(Japan Science and Technology Agency).

From the later 80's, he continues research on global environmental issues, especially on climate change problem from a view point of integrated assessment modeling. As a core modeler of AIM, he developed various kinds of integrated models. In addition to modeling activities, he contributed to IPCC Second and Third Assessment as a Lead Author, Millennium Assessment as an editor and other global environmental projects.

In this presentation, not only a methodological framework but also the implementation aspects of how to promote low carbon development within a context of national/regional socioeconomic development are introduced, and the applications in Asian countries/regions are reported.

Coupling of macro-economic transition policies with microscopic section specific mechanism, such as deployment mechanisms of end-use type energy efficient technologies or environmentally conscious lifestyles, and exploring feasible and efficient implementation based on a systematic analysis of the whole system is indispensable for achieving low carbon development.

Several tools for assisting these processes are developed, and how to couple the tools, and how to integrate the outputs of the tools towards low carbon policy actions are discussed.

We have proposed these models as core tools to design Asian region's national and local Low Carbon Society plans, and conducted collaborative studies with each country's domestic research and implementation institutions. In the latter half of my presentation is devoted to the introduction of these experiences, and also the future prospects of the approach.



Figure : Up to now, we applied and are applying our LCS Scenario approach to 8 nations and 12 regions in Asia regions



Research Activities for Realizing Low Carbon Societies in Asia

アジア低炭素社会実現に向けてのアプローチ

Session-2 : Asia Low Carbon Society Scenario, Challenges to Low Carbon Asia, Thursday, October 17, 2013

U Thant International Conference Hall, United Nations University

セッション2 : 低炭素アジアシナリオ、アジア低炭素社会へのチャレンジ、
環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム
会場 : 国連大学 ウ・タント国際会議場、日 時 : 平成25年10月17日 (木)

Speaker: Yuzuru Matsuka, Kyoto University, Japan
京都大学 松岡 巖

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

1



内 容 CONTENTS

1. アジア低炭素社会とは
The image of Low Carbon Societies in the study
2. 低炭素社会シナリオの策定
Research procedure of our LC development approach
3. 低炭素社会発展シナリオ策定のための道具群
Supporting tools for developing Low Carbon Societies Scenarios
4. アジア地域での適用とその教訓
Applications to the Asian region and some lessons from them

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

2



Outline of the Research towards Asian Low Carbon Societies

1. Considering domestic and international factors which will change dramatically in future, we must develop visions of Low Carbon Societies and prescribe the development, accumulation, and deepening of factors which control the realization of the Societies.
2. Taking account of regional distinctive diversified characteristics of the region, and with the qualitative and quantitative methodologies, which I introduce in this presentation,
3. We propose positive Asian Low Carbon Development Actions and roadmaps which realize the Low Carbon Societies.

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

3



The Low Carbon Society Visions and Development Actions towards them should be;

By the middle of this century (2030-2050), the societies must satisfy the followings;

1. Harmonized with drastically changing future Asian society and economy,
2. Complying with each country's national reduction target that consists with the global low carbon target, under the global, national and regional constraints on fossil and renewable energy resources, land resource, and human capacity,
3. Utilizing the most of co-benefits of LC policies and neighboring policies.

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

4



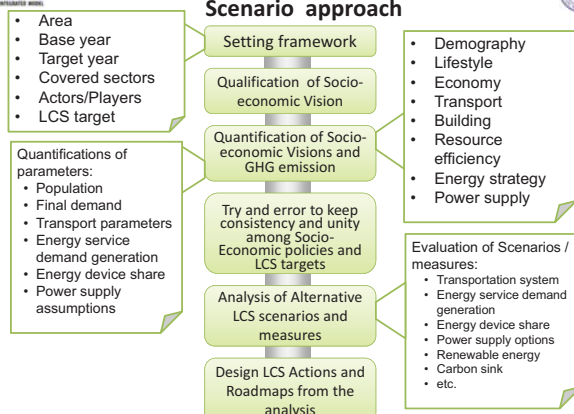
Up to now, we applied our LCS research approach to 8 nations and 12 regions in Asia regions



環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム



Overall research procedure of our LC Society Scenario approach



環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

6

Some checking points of Low Carbon Society Scenario development

1. LC Society Visions and Development Actions should be;
 - 1-1) Technologically,
 - 1-2) Economically/Financially, and
 - 1-3) Institutionally
 feasible and efficient.
 →Multi-criteria problem
2. Also, they should be well harmonized, collaborating with related policies on:
 - 2-1) Vitalization of national/regional economy
(Job creation, income increase, attraction of foreign direct investment, and so on),
 - 2-2) Environment, Comfortability, and Security
 →Multi-objective problem
3. Importance of quantitativity, logicity, rationality and transparency of the scenarios and their development procedure

環境研究総合推進費5-6 一般公開シンポジウム

7

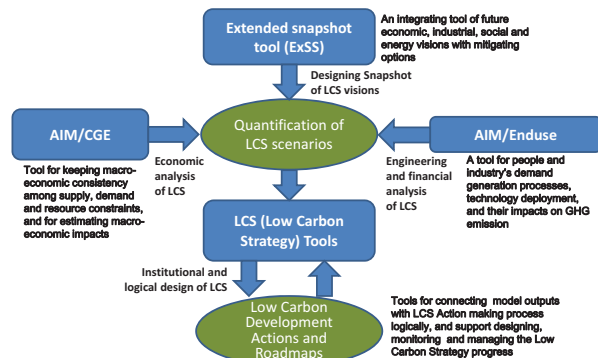
Tools to support constructing LCS scenarios

Question	Tool developed	Explanation
What kind of LCS measures are available?	→ LCM-DB	Low-carbon measures database
How to adjust diverse objectives and preferences among LCS Actions?	→ AHP tool	Analytic hierarchy process tool
How to manage LCS Actions systematically?	→ LCS-Action Tools	A group of Tools on Logical structure of LCS actions
How to develop quantitative visions, and check the feasibility with GHG reduction targets, industrial structure and so on?	→ ExSS	Extended snapshot tool.
What is the optimal technologies invested and how much are their costs?	→ AIM/Enduse	AIM Enduse-bottom-up model
How much is the impact to macro-economy of LCS actions?	→ AIM/CGE	AIM Computable general equilibrium model
How to construct the schedule of LCS actions?	→ BCT	Backcasting tool

環境研究総合推進費5-6 一般公開シンポジウム

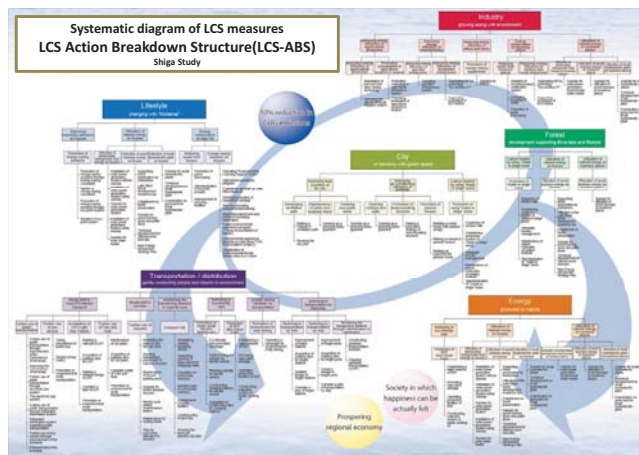
8

How to combine the tools in order to keep consistency and unity among Socio-Economic policies and LCS actions



環境研究総合推進費5-6 一般公開シンポジウム

9

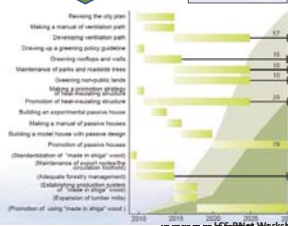


環境研究総合推進費5-6 一般公開シンポジウム

11

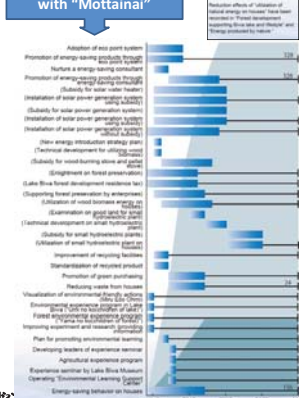
Necessary timing of actions backcasted and their effects (1) Outputs of BCT, Shiga study

Action to make the City as harmony-with-green space

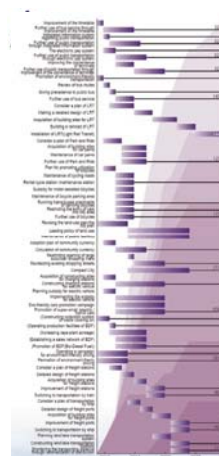


環境研究総合推進費5-6 一般公開シンポジウム

Action to make people's Lifestyle changing with "Mottainai"



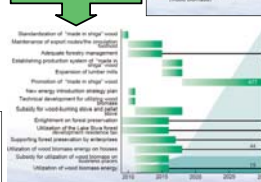
環境研究総合推進費5-6 一般公開シンポジウム



環境研究総合推進費5-6 一般公開シンポジウム

Necessary timing of actions backcasted and their effects (2) Outputs of BCT, Shiga study

Action to make Forest development supporting Biwa lake and lifestyle



13

14

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

環境研究総合推進費5-6 一般公開シンポジウム

17

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

18

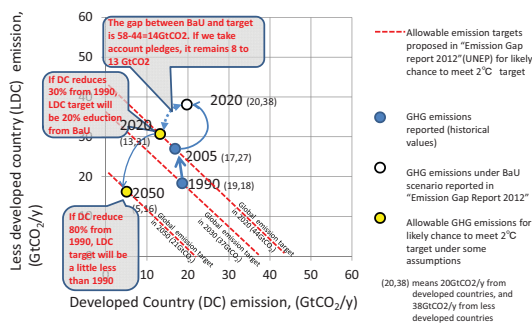
環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

19

環境研究総合推進費5-6 一般公開シンポジウム

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

Allowable emissions in Developed Countries (DC) and Less Developed Countries (LDC)



環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

Final Remarks

—Lessons from the experience of applying the approach—

1. Importance of 1) showing explicitly and quantitatively the alternative scenarios, 2) proposing several combinations of necessary actions/policies which satisfy the prescribed targets, 3) indicating and comparing illustratively the social, economical and financial effects of the combinations.
2. Importance of describing explicitly and quantitatively the role of constraints, such as; 1) Financial constraint, 2) Experts capacity constraint, and 3) Management capacity constraint And also 4) Complementarity and competitiveness of these constraints with related policies 5) Inclusion of mitigation options to these constraints
3. Strong leadership, supports and ownerships by the heads and citizens of the regions on Low Carbon Developments.
4. Importance of local facilitators between the regional heads, citizens and the researchers, and their nurturing

環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

22

Our Capacity Building Activity on Asian Low Carbon Society Scenario Making since 1996



研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

AIM Training Workshop on 22-26 October 2007

Dissemination of LCS research activities with local mass media



環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

24

Strong supports of Low Carbon Developments by national and regional leaders and their announcements



環境研究総合推進費S-6 一般公開シンポジウム

25



Opening Remarks

Soichiro Seki

Director General
Global Environment Bureau,
Ministry of the Environment,
Japan



Education:

- Mar.1978 Graduated from the University of Tokyo, Faculty of Engineering
- Oct.1977 Passed the Advanced Level State Civil Service Examination (Class A) for Civil Engineering

Career:

- Sep.2012 Director-General, Global Environment Bureau, Ministry of the Environment (MoE)
- Aug.2010 Deputy-Director-General, Minister's Secretariat, MoE
- Jul.2008 Director-General, Nagasaki Customs, Ministry of Finance
- Jul.2006 Director, Waste Management Division, Waste Management and Recycling Department, MoE
- Jul.2005 Director, Industrial Waste Management Division, Waste Management and Recycling Department, MoE
- Jul.2003 Director, Air Environment Division, Environment Management Bureau, MoE
- Apr.2002 Director, Dioxins Control Office, Environmental Management Bureau, MoE
- Jun.1998 Dispatched to the International Bank for Reconstruction and Development (IBRD)
- Apr.1997 Senior Policy Coordinator, Global Environmental Issues Division, Global Environment Department, Planning and Coordination Bureau, Environment Agency (EA, now MoE)
- Jul.1994 Assistant Director, Water Quality Management Division, Water Quality Bureau, EA
- Jun.1992 Assistant Director, Air Regulation Division, Air Quality Bureau, EA
- Apr.1992 Assistant Director, Planning Division, Air Quality Bureau, EA
- Jul.1991 Director, Coordination Department, Environment Conservation Bureau, City of Yokohama
- Oct.1989 Director, Pollution Control Bureau, City of Yokohama
- Mar.1986 Dispatched to Environmental Agency of Thailand
- Sep.1985 Assistant Director, International Affairs Division, Minister's Secretariat, Ministry of Health and Welfare
- Aug.1985 Assistant Director, Health Affairs Division, Environmental Health Department, Planning and Coordination Bureau, Ministry of Health and Welfare
- Apr.1978 Joined Ministry of Health and Welfare

Dr. Akimasa Sumi

President
National Institute for Environmental
Studies (NIES)



Born in 1948, he received his B.D. and M.S. in Physics, and D.Sc. in Meteorology from the University of Tokyo (UT) in 1971, 1973 and 1985 respectively.

He entered the Japan Meteorological Agency (JMA) in 1973, and was affiliated with JMA through 1985. He was a research associate at the University of Hawaii between 1979 and 1981.

In 1985, he was invited to UT as an associate professor of the Department of Meteorology, where he remained until 1991. Having served as a Professor and Director at the Center for Climate System Research at UT till 2004, he then became Executive Director of the Transdisciplinary Initiative for Global Sustainability, Integrated Research System for Sustainability Science, UT, and has since been chiefly engaged with the area of "Sustainability Science".

He was appointed President of the National Institute for Environmental Studies (NIES) in April 2013.

His research interests include numerical weather prediction; climate system dynamics; and climate simulation. He has contributed to many international research projects as a leading member, including Tropical Ocean Global Atmosphere (TOGA), and Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM).

Session1 : Chair and Commentators

Norichika Kanie

Associate Professor, Tokyo Institute of Technology
Senior Research Fellow, United Nations University - Institute of Advanced Studies



Norichika Kanie is an associate professor at the Graduate School of Decision Science and Technology, Tokyo Institute of Technology, Japan. He is also a Senior Research Fellow at United Nations University Institute of Advanced Studies (UNU-IAS). His research focuses on international environmental governance, and is leading a three year strategic project on Sustainable Development Goals (FY2013-FY2015) funded by the Ministry of Environment, Japan. Among others he serves as a scientific steering committee member of the Earth Systems Governance project of IHDP, and the chair of the Working Party on Climate, Investment and Development (WPCID) at OECD. From August 2009 to July 2010 he was a Marie Curie Incoming International Fellow of the European Commission and visiting professor at SciencesPo, Paris. His recent publications include: N. Kanie, P. M. Haas, S. Andresen, et al., "Green Pluralism: Lessons for Improved Environmental Governance in the 21st Century" *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, Volume 55, Issue 5, 2013, pp.14-30, Norichika Kanie, Michele M. Betsill, Ruben Zondervan, Frank Biermann and Oran R. Young, 2012, "A Charter Moment: Restructuring Governance for Sustainability", *Public and Administration and Development*, 32, PP. 292-304. He received his Ph.D. in Media and Governance from the Keio University.

Masahiro Kawai

Dean and CEO, Asian Development Bank Institute (ADBI)



Masahiro Kawai is ADBI's Dean and CEO. He was previously special advisor to the ADB president in charge of regional economic cooperation and integration. Before that he was in the academia, first as an associate professor of economics at The Johns Hopkins University and later as a professor of economics at the University of Tokyo. He also served as chief economist for the World Bank's East Asia and the Pacific Region and as deputy vice minister of finance for international affairs of Japan's Ministry of Finance. He holds a BA in economics from the University of Tokyo and a PhD in economics from Stanford University.

Dr. Kawai has published a number of books and more than 150 academic articles (in English) on economic globalization, regional economic integration and cooperation in Asia, and the international currency system. His recent co-edited books include: *Asian Regionalism in the World Economy: Engine for Dynamism and Stability* (Edward Elgar, 2010); *Asia's Free Trade Agreements: How Is Business Responding?* (Edward Elgar, 2011); *Asia and Policymaking for the Global Economy* (Brookings Institution Press, 2011); and *Monetary and Currency Policy Management in Asia* (Edward Elgar, 2012).

Ryokichi Hirono

Profession Emeritus, Seikei University and
Councillor, Institute for Global Environmental Strategies (IGES)



1954-59 University of Chicago, Graduate Division, Department of Economics, U.S.A.

1959-60 Assistant to Director, Institute for Industrial Relations, University of California, Berkeley, U.S.A.

1960-61 Economist, Japan Management Association, Tokyo

1961-98 Instructor, Assistant and Associate Professor, and Professor, Seikei University, Faculty of Economics and Business

1998-2011 Visiting Professor, Saitama University, Graduate School of Policy Science, Urawa, and Graduate Institute for Policy Studies (GRIPS), Tokyo

Research interest: Development Economics/Environmental Economics/ International Development Cooperation

Professional Career: In Japan, member on many government advisory committees including Prime Minister's Economic Deliberations Council and International Economic Cooperation Council, Forest Policy Council, Central Environment Council, ODA Policy Committee, and overseas, visiting professor at universities in Asia, Africa, Europe, Oceania and North America and in senior management position at UNDP and UNESCAP and adviser at ADB, OECD, and World Bank. Currently serving on the board at many research institutes and foundations.

Werner Rothengatter

Professor em., Karlsruhe Institute of Technology (KIT)
Former President, World Conference on Transport Research Society (WCTRS)



Werner Rothengatter graduated from Business Engineering at Universität Karlsruhe in 1969. While as a Researcher and Research Assistant at the Institute for Economic Policy Research 1970-1978, he earned the PhD in 1972 and the Habilitation in 1978, both in Economics. He worked as a Professor for Economic Theory at Universität Kiel (1979), Professor for Economic Theory and Policy at Universität Ulm (1979-1986), as a Visiting Professor at Vanderbilt University, Nashville, Tennessee (1982), as Head of the Transport Division at the German Institute for Economic Research (DIW), Berlin (1986-1989), and received a call to the Universität Münster, Institute for Transportation Science (1989). Since 1990, he worked as Professor at Universität of Karlsruhe (now the Karlsruhe Institute of Technology (KIT)), Dean of the Faculty of Economics (2003-2004) and Head of the Institute of Economic Policy Research and its Unit of Transport and Communication. Since April 2009 he has retired from University obligations. He retired as well from the Scientific Advisory Committee of the German Ministry of Transport, Construction and Urban Development, which he chaired from 2001 to 2002. In 2010 he was honored with the Francqui-Chair for Logistics at the University of Antwerp and in 2013 with the Jules Dupuit Prize of the WCTRS. He is member of the Advisory Committee of Deutsche Bahn AG and a member of the Reform Commission for Large Projects of the German Ministry of Transport, Construction and Urban Development. He was President of World Conference on Transport Research Society (2001-2007) and is still a member of its Steering Committee. He is a member of the Editorial Advisory Board of the Transport Policy Journal (published by Elsevier) and Editor of the Springer Series on Transport Economics and Policy (together with D. Gillen).

Session2 : Chair and Commentators

Mikiko Kainuma

Fellow Center for Social and Environmental Systems Research, (NIES)



Dr. Kainuma received her B.S., M.S., and Ph.D. degrees in Applied Mathematics and Physics from Kyoto University in Kyoto, Japan.

She joined NIES in 1977, and has, since 1990, been engaged with the development of the Asia-Pacific Integrated Model (AIM), which assesses policy options for stabilizing the global climate, particularly in the Asian-Pacific region, with the objectives of reducing greenhouse gas emissions and preventing and mitigating the impacts of climate change. From 2006 to March 2011, she was head of the Climate Policy Assessment Research Section at the Center for Global Environmental Research at NIES. Currently she is a Fellow at the Center for Social and Environmental Systems Research in NIES, and serves as an adjunct professor at Japan Advanced Institute of Science and Technology.

She is a Lead Author of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth and Fifth Assessment Report (Working Group III: Mitigation of Climate Change).

<Awards>

2011 Academic Award by the Society of Environmental Science, Japan

2010 Remarkable Contribution to Science and Technology 2010:Nice STEP Scientists by the National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)

1994 Nikkei Global Environmental Technology Award

<Publication> "Climate Policy Assessment", Springer, 2003

Li Zhidong

Professor, Nagaoka University of Technology



Li Zhidong is a professor at Nagaoka University of Technology Japan, and a visiting researcher at the IEEJ (Institute of Energy Economics, Japan) and ERI/China (Energy Research Institute, National Development and Reform Commission, China). He is a member of the Green Energy Project of Nagaoka University of Technology, which is adopted as 21st Century COE program by the Japan Ministry of Education and Science.

He graduated from China People's University (Renmin University) in 1983, and received a PhD in economics from Kyoto University Japan in 1990. He worked as a professional economist at the IEEJ from 1990 to 1995, mainly focusing on econometric analysis of world energy outlook and world oil market modeling. He has been a main contributor of Japan-China joint study project focusing on China's economy, energy and environment from 1999 to 2003. He is the author/co-author of number of books and articles published in academic and professional journals and publishers.

Yasuko Kameyama

Head, Sustainable Social Systems Section, Center for Social and Environmental Systems Research, (NIES).



Dr. Kameyama has been a researcher at NIES since 1992. She is also a visiting professor at Graduate School of Frontier Science, the University of Tokyo since 2011. Her background is international relations. Her major areas of interest include multilateral negotiation and institutions on climate change, and indicators to measure sustainable development. She was a member to the Global Environmental Sub-Committee of Central Council of the Environment, Japan, between years 2008 and 2012. She has many publications both in Japanese and English. Some of the latest publications in English include Kameyama, Y., et.al, eds. (2008) Climate Change in Asia: Perspectives on the Future Climate Regime, Tokyo: United Nations University Press.

Shuzo Nishioka

Senior Research Advisor, Institute for Global Environmental Strategies (IGES)



Member, Central Council of Environment Japan

Member, Environment Council of Tokyo Metropolis

Secretary General, Low Carbon Society Research Network (LCS-RNet) / Low Carbon Asia Research Network (LoCARNet)

Graduated Faculty of Engineering (Dr. in Control Engineering) University of Tokyo in 1962. After 12 years engineering experience in Asahi Chemical Co. Ltd, joined National Institute for Environmental Studies of Japan (NIES). Research areas there were regional and global environmental assessment and environmental policy.

Served as professor of Tokyo Institute of Technology and Keio University in 1997-2001 and as Executive Director of NIES in 2001-2007.

From late 1980's, devoted in climate change issues and engaged in IPCC from 1988 to 2007 mainly in impact assessment methodology. In 2004-2009, lead a policy related research of Japan Low Carbon Society Project, to explore the scenario of 70% GHG reduction in 2050 in Japan. This work was extended to Prime Minister Fukuda's Low Carbon Society policy (60-80% reduction in 2050) declared at Toyako Summit. And the methodology developed there was applied to discussion for Innovative Energy-Environment Strategy after Fukushima in 2012. He chaired the Sub-committee in charge of this work, consisted of more than 100 experts, at Central Council of Environment,

His recent work focuses on international collaboration on low carbon society research for supporting Asian countries' leap-fogging to low carbon world.

**独立行政法人国立環境研究所
社会環境システム研究センター**
シンポジウム「アジア低炭素社会へのチャレンジ」事務局

Tel : 029-850-2422
Fax : 029-850-2572
E-mail : lcs_sympo@nies.go.jp
Website : <http://2050.nies.go.jp/sympo/131017>

印刷用の紙にリサイクルできます。

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料 [A ランク] のみを用いて作製しています。



この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。

Printed on recycled paper.