

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 プロジェクトからのメッセージ

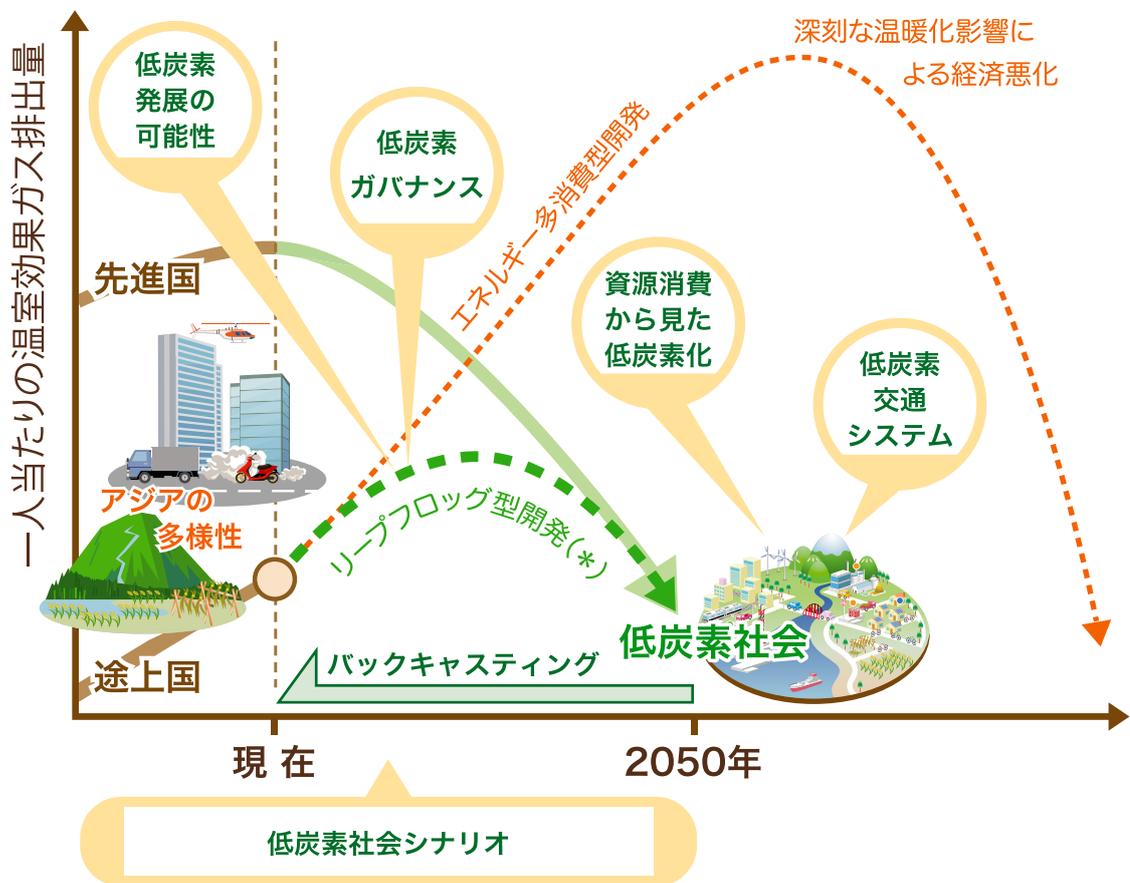
1. アジア各国が低炭素社会を実現させるには、ビジョンを持って行動することが重要である。
2. アジアで経済成長を進めながら温室効果ガス排出量を大幅に削減するには、科学的知見に基づいたリープフロッグ型開発が不可欠である。
3. ビジョンを実現する人材の育成がアジア低炭素社会形成のカギを握る。



アジア低炭素社会 研究プロジェクトとは…

世界の平均気温上昇を産業革命以前と比較して2℃以下に抑えるという目標を達成するためには、2050年に、世界人口の半分以上、温室効果ガス (GHG) 排出量の半分以上のシェアを占めると言われているアジア地域で低炭素社会が実現できるかどうかを鍵を握っている。アジア地域においては、先進国が歩んできたエネルギー・資源浪費型発展の途を繰り返すのではなく、経済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

消費の社会に移行させるリープフロッグ型開発が必要である。アジア低炭素社会研究プロジェクトの目的は、上記実現のための将来ビジョンを描き、現在からその目標に至る道筋を明らかにするバックキャスト手法を用いて、アジア地域による低炭素社会実現に向けた方策とロードマップを明らかにすることである。そのため、アジア低炭素社会研究プロジェクトでは、(1)アジアにおける低炭素社会の実現に向けた統合シナリオの開発、



(*)一足飛びに低炭素排出構造に進む開発

(2) アジア地域の低炭素発展の可能性とその評価を行うための基礎分析調査研究、(3) アジア低炭素社会実現に向けた中長期国際・国内制度設計オプションとその形成過程の研究、(4) 経済発展に伴う資源増大に起因するGHG排出の抑制に関する研究、(5) アジアにおけ

る低炭素交通システム実現方策に関する研究、という5つの視点から分析を行っている。これらの研究を総合することにより、アジア低炭素社会実現に向けたロードマップや施策を立案し、アジア地域の中長期的な気候変動政策策定に貢献することを目指す。



アジア低炭素社会シナリオ研究での各国との協力

※「アジア低炭素社会研究プロジェクト」は、2009年4月より5年間、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」として取り組む研究プロジェクトである。



研究からわかる アジア低炭素社会への道筋

アジア各国での低炭素社会の実現が、2050年温室効果ガス(GHG)世界半減のカギとなる。本研究が目指す低炭素社会とは、低炭素でかつ、エネルギーアクセスの向上、貧困の撲滅、エネルギー・セキュリティが満たされる社会であり、経済成長とエネルギー消費のディカップリングが実現する社会である。アジア低炭素社会研究プロジェクト前期での成果から見えてきた提言は次のとおりである。

1. アジア低炭素社会実現のためには、アジア各国が、経済的發展を進めながらも、2050年までに低炭素排出、低資源消費の社会に移行させるための短期・中長期的ビジョンを持って行動することが重要である。

技術的な取り組みのみで世界のGHG排出量を半減させ、低炭素社会を構築することは容易ではない。2050年に世界のGHG排出量を1990年比半減させるシナリオ(世界半減シナリオ)を分析した結果、現時点で想定した社会構造、対策技術では、世界半減シナリオは達成可能であるが、その削減コストは二酸化炭素換算で1トン当たり485ドルと高くなることが示された。このシナリオでのGDPの変化は、地域・国間で大きな違いが見られる。特に、短期的な経済成長のみを追求した場合、高炭素な社会基盤が構築され、のちに気候変動への対策を考えたパスに移行することが非常に難しくなる。アジア各国は発展レベル、資源量、国土など条件が多様であり、それぞれの国によって効果的な対策は異なる。そのため、低炭素社会構築には、多様性に富む地域固有の特性を適切に考慮しつつ、各国の抱える諸問題を解決しながら、低炭素社会を実現させる道筋を明らかにすることが緊急の課題である。

2. アジアで経済成長を進めながら、温室効果ガス排出量を大幅に削減するには、科学的知見に基づいたリープフロッグ型開発が不可欠である。

アジアの各国、特に新興国は、COP15でのコペンハーゲン合意などで数値目標を持っているものの、2℃目標達成のためには、低炭素技術の開発、資源の効率的・循環的利用促進による消費の抑制、低炭素都市構築を支える交通システムの整備等、低炭素社会を形成していくために有効な施策を立案・実施することが不可欠である。

特に、中国では、建築物、道路、鉄道などの社会基盤整備に必要となる鉄鋼材・セメントなどの物質需要増大に伴って、その生産にかかるGHG排出量の増大が著しい。しかし、社会基盤の長寿命化と解体廃材の再利用を促進することで、2050年の中国のCO₂排出量は短寿命で再利用が進まない場合の約1,000MtCO₂から、約500MtCO₂へ半減できる可能性がある。また、中国では、電気バイクや電気自動車から従来の予想以上に普及しているが、自動車からの排出量については、電気自動車が普及した場合でも、電力のCO₂排出係数の改善がそれほど進まない想定した場合、2030年500~700MtCO₂と推計され、CO₂削減のためには発電部門での低炭素化が重要である。一方で、世界で電気自動車やプラグインハイブリッド自動車などの導入が進むと2050年までの累積で約35GtCO₂の削減ポテンシャルがあるが、例えば、リチウムは現在の年間生産量の140~230倍の累積需要が見込まれるなどにより、金属資源が供給不足となる可能性がある。これを回避するためには、金属資源の効率的・循環的な利用のための技術開発と社会制度の整備が必要である。

低炭素交通システムの設計においては、不要な交通需要の回避(AVOID)、低炭素交通機関への転換(SHIFT)、CO₂排出効率の改善(IMPROVE)の3つの観点からの戦略シナリオを検討し、積極的な土地利用交通施策や先端技術の導入といったリープフロッグ的施策を統合することが重要である。例えば、メガシティであるバンコクで、2050年に2005年比交通起源CO₂排出量70%削減を達成させるには、先進国と同レベルの先端技術の導入による低炭素車の普及(IMPROVE)と、土地利用交通施策として、現行計画の4倍の幹線公共交通ネットワーク整備(SHIFT)、さらに現段階の市街地面積の維持(AVOID)といった大規模で包括的な施策を早期に実施することが必要である。

3. ビジョンを実現する人材の育成がアジア低炭素社会形成のカギを握る。

アジア各国の一部では、低炭素社会構築に向けた取り組みが実施されているが、低炭素社会実現のための知見やノウハウを有する者は限られている。アジア各国が主体となって、自らの道筋を立案し、その対策パッケージを中長期的に取り組んでいくためには、状況に応じた更なる人材育成が必要である。アジア低炭素社会研究プロジェクトは、各国自らが科学的知見に基づいた低炭素社会への道筋を描くためのトレーニングやワークショップを各国の政府・研究機関と協働で実施している。また、研究成果から出てきた施策を各国・地域に社会実装していくための検討をアジア各国の関連機関と相互に補完し合いながら行っている。

低炭素社会の構築にあたっては、各国、各地域に固有の政策を適用する必要があるが、低炭素技術の開発・普及、高炭素社会基盤のロックインを避けるための投資には国際的な協力・協定が不可欠である。そこで、どのような制度設計が低炭素社会への移行に効果的なのか、衡平な排出削減量の実現のために、各国の目標はどのように設定すればよいのか、資金調達はどうすべきかを検討する必要がある。低炭素技術普及のための制度設計に関しては、個別技術により、また、対象国により必要とされる制度的要素が多様性に富むことから、分散的な制度設計が必要であることが明らかとなった。自律分散協調型の制度は、技術を保持する企業と政府やNGOとのパートナーシップ型でありながら、政府を中心に公共性(炭素制約)を担保する必要がある。アジア各国で個別低炭素技術を普及させるためには、環境とエネルギー政策を融合し、低炭素政策をメインストリーミングするための制度的工夫が必要である。

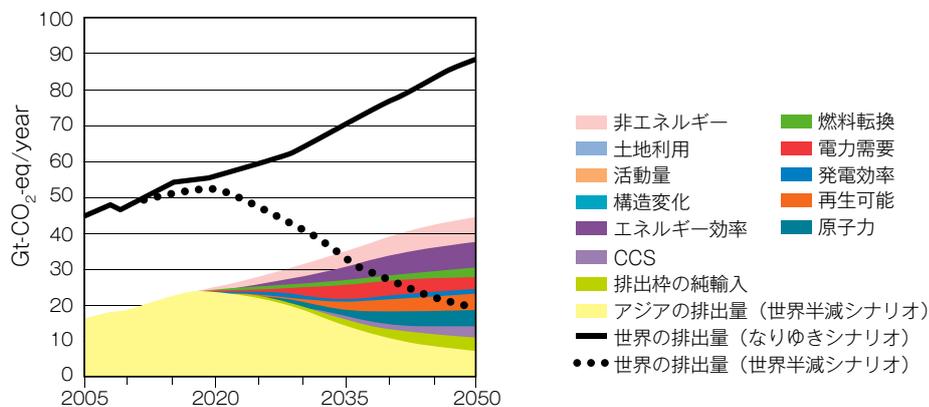
アジア低炭素社会研究プロジェクトに参画する研究者は、国際機関等に、研究成果から得られた知見を提供し、低炭素社会構築のための技術や有効的な施策の普及を支える資金メカニズムや、制度設計を構築するための議論にも積極的に関わっている。アジア各国が低炭素社会を実現することでその恩恵を享受するには、関連するあらゆる主体が低炭素社会実現のためのビジョン・戦略を共有し、それぞれの役割をコーディネートしながら低炭素社会実現のためのオプションを立案・実施・評価していくことが不可欠である。

アジア各国・地域を対象とした低炭素社会実現のためのシナリオ開発 [S-6-1]

- 1 2050年に世界の温室効果ガス排出量を1990年比半減させるシナリオ（世界半減シナリオ）の実現は可能であるが、容易ではない。
- 2 半減シナリオを実現するためにはアジアにおける取組みが極めて重要となる。
- 3 アジア各国は発展レベル、資源量、国土など条件が多様であり、それぞれの国によって効果的な対策は異なる。

低炭素社会シナリオ開発研究では、低炭素社会の実現に向けて、2050年の世界の温室効果ガス（GHG）排出量を1990年比半減させる社会の姿（世界半減シナリオ）を、世界を対象としたモデルを用

いて推計するとともに、アジア15カ国・地域を対象にしたモデルを用いてこれらの国・地域が示している温暖化対策、特にエネルギー起源の温室効果ガス抑制対策について検討している。



世界半減シナリオを達成するために必要なアジアにおける対策と排出量

1 世界を対象としたモデル研究では、まず文献等の調査からアジアの経済成長に影響を与える様々な要因を分析した上で2050年までのシナリオを構築した。低炭素社会の構築においては、技術の進展とともに、低炭素に寄与する技術の普及を世界規模で促進させるために、教育が進み、行政改革が一層促進し、国際協調が進展するような社会に転換していくことが必要であると

の観点から、こうした要素もモデル分析に反映させている。

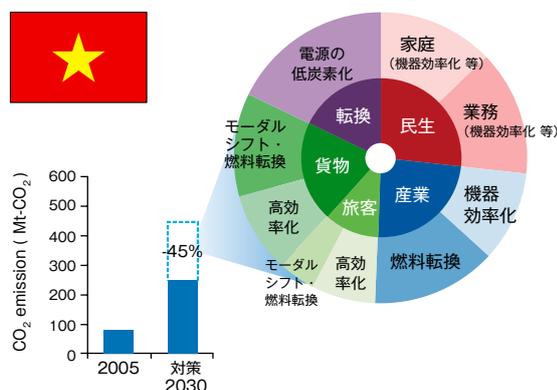
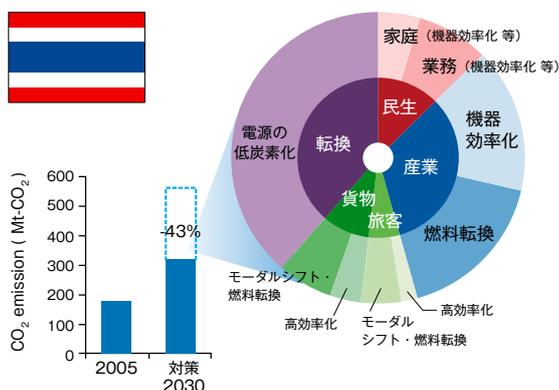
現時点では、前述の教育や政府の効率化が進展し、効率的な技術も普及するが、社会が享受する様々なサービスを生み出す構造が現状から大きく変化しない状況を前提に、世界モデルを用いて削減の可能性について分析を行っている。分析では、2050年の世界全体の許容排出量を

1990年比半減としつつ、そのときの各国の排出量割り当ては一人当たり排出量を全世界で等しくすると想定した。その結果、現時点で想定した社会構造、対策技術では、世界半減シナリオは達成可能であるが、GHGの価格は二酸化炭素換算で1トンあたり485\$と高くなることが示された。また、その結果、世界半減に向けた対策をとらないなりゆきシナリオからの2050年のGDP変化を推計したところ、世界全体では2%程度の損失と推計された。こうした損失は、技術的な取り組みのみで世界半減を目指すことは容易ではないことを示しており、社会が享受するサービス量を変えずに低炭素にも貢献する新しい社会構造への転換の必要性があることを示している。また、このシナリオを地域・国別で見た2050年のGDPの変化は+6%～-16%と大きな違いが見られ、低炭素社会づくりに向けた対策の強度は一樣ではないことがわかった。

2 世界半減シナリオにおける各国の経済成長は、それぞれの潜在経済成長率を算出して推計している。対象としたアジアでは2050年まで平均で年率3.4%～4.4%成長する可能性があるとして推計されており、世界平均の経済成長率2.3～

3.2%より高い成長力を示す結果となった。また、このような高い経済成長に伴ってアジア地域のGHG排出量は2050年には世界のおよそ半分を占めるようになることが分析された。このようなことから、低炭素社会実現のためにはアジアにおける取り組みが今後ますます重要となることがわかった。

3 上述のような世界全体の視点に基づく分析と並行して、それぞれの国が独自に掲げているGHGの排出削減目標の達成について、エネルギー需給構造や経済水準、政策動向、文化的・社会的背景を踏まえて各国別のシナリオづくりを実施した。各国のシナリオ作成にあたっては、各国の研究者と密接に情報交換を行いつつ進めている。これまでにシナリオ構築・分析を行ってきた国を対象に、導入される対策を比較すると、各国ごとに政府が重視する政策や有効な対策が異なっていることなどがわかってきた。このようにそれぞれの国の事情に十分配慮した対策パッケージの構築が、低炭素社会づくりにおいては重要となる。今後は、メッセージ1で示した世界半減を実現できるような水準に各国の削減シナリオを更に深化させる予定である。



タイ(左)およびベトナム(右)のシナリオと対策効果の違い



低炭素発展の可能性

アジア地域の低炭素発展の可能性とその評価のための基礎分析調査研究 [S-6-2]

- 1 都市化が国全体のエネルギー消費とCO₂排出に及ぼす影響は複雑だが、一般に低開発状態では都市化はCO₂排出量を増加させる一方で、年間所得34,787ドルを超えると下げ効果がある。そのため途上国ではリープフロッグ型の都市発展がきわめて重要。
- 2 2℃目標などの達成のためには、より一層の省エネ、再生可能エネルギー、クリーン・コール・テクノロジーなどの導入が不可欠であり、そのための制度設計、そして環境価値の重視などの価値観の転換が急務となっている。
- 3 低炭素発展は産業構造の変革にも結びついており、エネルギー安全保障の確立や化石燃料輸入コストの削減などを通じて国の経済発展にも貢献する。

低炭素発展研究では低炭素発展の可能性を分析するため、アジア地域の多様な政治・経済・社会制度に焦点を当て、アジア地域が低炭素社会に飛躍するための発展パターンと、低炭素社会構築に向けた都市発展メカニズムを評価する。アジア的特質・価値観を踏まえ、低炭素社会の基盤となる各国発展の道筋に影響を与

える国内・国際要因や、低炭素社会へのリープフロッグ型発展の推進・阻害要因を分析するとともに、都市化の進展の在り方がその国のエネルギー消費とCO₂排出にどのように関係するかを提示し、アジア地域での低炭素社会を目指すための知見を提供する。

経済成長と低炭素発展	技術普及と価値観転換	産業構造の変革
低炭素発展のためには、制度設計、特に炭素の価格付けが必要である。更に都市形態の多様性にも配慮しながら、温室効果ガス排出削減を目指す都市設計が不可欠である。	アジアでは再生エネルギーや省エネ技術の導入、クリーンコールエネルギー及び炭素回収・貯留の技術普及が低炭素発展の鍵を握る。更に経済成長とエネルギー消費のデカップリング、環境意識醸成も必要となる。	低炭素発展は産業構造の変革を促し、国の経済発展にも貢献する。途上国の発展では、低炭素型発展は、貧困削減といった開発目標と両立も可能である。

図1 アジア諸国における低炭素発展の3つの重要ポイント

1	早急な温暖化対策の必要性に対する認識の不足
2	温暖化対策が経済成長に与える負の影響への懸念
3	温暖化対策が経済成長に与える正の影響への認識不足
4	経済的インセンティブを与えるような制度設計の未構築
5	他国の温暖化対策の状況に対する誤解や認識不足

図2 制度導入のためのバリア

- 1 急速な経済発展を実現しているアジアの国々においては、多くの国で都市化が進行している。しかし、都市化のCO₂排出量に対する影響はさまざまな要因が関係し複雑で分かりにくい。われわれの研究では、低開発状態での都市化は伝統的バイオマスからの転換によりエネルギー消費量を減少させ

る効果がある一方で、CO₂排出量は増大する。しかし、年間所得34,787ドルを超える先進国では都市化によってエネルギー消費量は若干増加するものの、CO₂排出量は減少することが分かった。このことは、途上国での都市への移転住民の調査が農村から都市の移転がCO₂排出量を増加させることを示したことから確認できた。しかし、経済発展が進むほど都市化はサービス産業中心の消費型都市への転換を意味し、それによってそれぞれの都市から直接排出されるCO₂は減少する一方で、都市以外の地域で誘発される間接的なCO₂排出量が増える傾向があることも確認できた。これらのことは、途上国において経済発展にともなってリープフロッグ型の都市発展を目指すことの重要性を示している。

2 アジア地域が低炭素型発展を遂げるためには、生産・製造における低炭素技術の普及、より厳しい法規制や環境基準の導入、効率的・効果的なモニタリング制度やマネジメントといった社会制度・基盤の整備が必要であり、またそれらの導入を促す資金の流れを作り出すことが急務である。

例えばアジア地域においては、再生可能エネルギー技術の導入の大きなポテンシャルがある。バングラデシュでは太陽光発電を通じた農村電化によって、電力普及と化石燃料消費を両立するだけでなく、生活水準の改善にも大きく寄与したことが明らかになった。更に技術革新を通じた価格低下により、より多くの住民が便益を享受する可能性を示している。中国雲南省では政府の購入支援もあり、太陽熱温水器システムが大規模に普及している。これらの事例からも、普及にはより一層の技術革新や価格低下が不可欠であり、同時に政府のインセンティブ付与（炭素の価格付け、再生可能エネルギー発電固定価格買い取り制度の導入等）が不可欠である。

但し温室効果ガス排出削減に大きなインパクトを持つ原子力発電と炭素回収・貯留（CCS）の二つの技術は、その社会的な受容性が各国によって異なる。特に日本での福島原発事故以降、アジア地域での原発導入は多少の不透明性を増している。また、CCSは技術面および価格面での課題がある。

いずれにしろ今後施策の実施においては、図2で示したようなバリアの克服に向けて、一般市民への啓蒙や統制型から炭素価格付けなどの市場メカニズム活用型への政策転換などが必要である。また、制度実施面の問題も重要である。例えば、アジアの多くの国において、中央政府の掲げる目標が、必ずしも地方政府の理解と協力を得られているものではない場合が少なくない。更に政策効果を判断していくにも実効性評価・効率性評価（費用対効果分析等）が必要である。市民社会・NGOの活動は、分散型の自然エネルギー供給システムの導入を推進する原動力にもなりうる。このような市民意識の向上や環境配慮意識の高まりは、低炭素社会の構築に向けて欠かせないものである。

3 現在、アジアの多くの国は、政府と企業の両方が伝統的なバイオマスを含む再生可能エネルギーや省エネなどへの投資を大幅に拡大している。この理由は、温暖化対策だけのためというよりも、エネルギー自給率の向上によるエネルギー安全保障の確立や需要拡大など、より広いニーズに基づいている。また途上国では、大気汚染対策や、地域開発、貧困削減といった開発目標とも密接にリンクしている。短中期的には、再生可能エネルギーの導入コストは高くつくものの、資源枯渇に伴う燃料価格の上昇や新規産業での雇用増加なども考慮すると、適切な政策手段の下では、再生可能エネルギーや省エネへの投資は、長期的には大いに経済合理性がある選択肢だといえる。

アジア低炭素社会実現へ向けた中長期国際・国内制度設計オプションとその形成過程の研究 [S-6-3]

- 1 低炭素社会実現のためには、衡平な排出削減量の実現が最重要。一人当たり排出量均等化は有力な基準となる。
- 2 低炭素国際制度構築には、多様な行為主体の適切な配置が鍵。
- 3 分散的制度が分裂的とならずに低炭素社会構築に収斂するためには、環境とエネルギー政策を融合し、低炭素政策をメインストリーミングするための制度的工夫が必要。

低炭素ガバナンス研究では、衡平性概念に基づいた国別排出削減目標設定に関する研究を行い、排出削減量差異化をめぐる先進国と途上国の間の対立の解決への手がかりを探るとともに、低炭素社会実現のための制度設計や、低炭素技術開発・普及とそれを支える資金メカニズムについて分析している。温室効果ガス(GHG)の長期大幅削減のための低炭素ガバナンスには、国家のコミットメントも重要であるが、国家以外のステークホルダーが制度

に参加することも不可欠である。このため、本研究は両レベルに焦点を当て、低炭素ガバナンス制度の力ギとなる、中長期目標に関する研究と、低炭素技術に関する制度設計のあり方について検討している。これらの研究により、国際的な削減量差異化に関する社会科学的根拠を提供する。さらに、各国の削減ポテンシャルを実現するための技術開発・移転のあり方のシナリオを示し、かつ、そのための資金がどの程度必要となるかを検討する。



低炭素アジアのための国際技術ガバナンス制度とは？

1 低炭素社会実現のためにどの程度の削減が必要となるか、それはだれが減らすべきなのか。低炭素社会構築は資源の再分配を引き起こすため、政治的利害が大きくなる。結果として、低炭素社会実現のための排出削減目標設定国際交渉は停滞している。「何が衡平な削減なのか」については、「衡平」をどう考えるかが国により大きく異なり、そのうえ、考え方により削減量が大きく変わるからである。衡平性は、国により、主体により、気候変動への「責任」、削減する「能力」、費用対効果による「実効性」という3つの基準でとらえられている。環境面だけでなく、社会的な公平性、貧困撲滅のような経済的持続可能性に加え、少ない指標で計算でき、また普遍性の高い統計データで計算できるという、「計算可能性」も考慮すると、一人当たり排出量が等しくなる状態を目指すことは、持続可能な低炭素社会実現に貢献する有力な基準となる。

2 国別目標に基づいたCap and tradeの制度構築は理想であるが、COP15の失敗に象徴されるように、各国の思惑や国際制度への期待が大きくかい離し、政治的行動主体が多様化する政治的現実、必ずしもそれを許さない。こうした中、低炭素技術の国際的移転や、低炭素製品の普及はいずれにせよ不可欠となるが、この分野の国際制度研究は遅れている。

一方、グローバル化には、多様な行為主体がガバナンスの過程に関与することに一つの特徴がある。低炭素技術の国際制度設計はこの点を考慮し、これまで技術移転をあまり生み出してこなかったとされるCDMを超えるべく、国家・国際機関、NGO等が公共性（環境十全性）を担保しながら、産業界・企業が保持する技術移転を促進する、新たな公共と私的部門の協働に根差した

制度設計が求められる。そこでは、技術分野ごと、国別に異なる制度ニーズを取り込みながらも、マルチラテラリズムの特性を生かせるメカニズムが必要となる。また、より効果的な資金運用のためには資金メカニズムの統合も必要となる。

3 分散的制度はともすれば分裂的となる。これを防ぐため、環境政策とエネルギー政策を融合し、低炭素政策をメインストリーミングするための工夫が必要となる。環境エネルギー高等弁務官創設、国連における持続可能な開発理事会創設により、持続可能な開発の政治的意思決定を統合する、など、国連システムや持続可能な開発の制度設計全般にかかわるような、マクロレベルでの政策効果向上のためのオプションを検討している。これまでエネルギー問題は経済利益優先で政策決定がされてきた傾向があるが、こうした制度の導入により、2050年世界半減といった環境目標を中心とした政策決定が可能になる。

明確なビジョンを持ち、それを目指して、従来の国際交渉の枠組みを超えた制度設計を進めることで、現在停滞中の「ポスト京都」交渉を超えるようなダイナミックな低炭素制度改革が実現されよう。



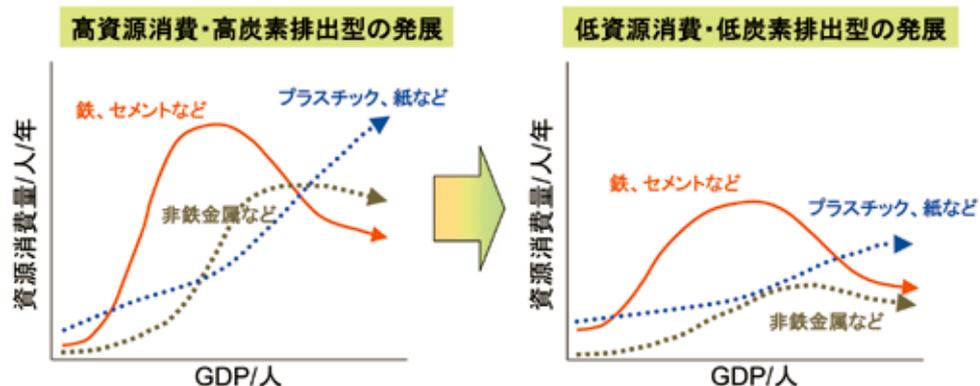
経済発展に伴う資源消費増大に起因する 温室効果ガス排出の抑制に関する研究 [S-6-4]

- 1 アジア各国の経済発展に伴って、社会基盤、耐久消費財、消費財に関わる資源消費と温室効果ガス(GHG)排出が増加することが予想される。
- 2 資源の効率的・循環的利用には一定のGHG削減効果がある。特に資源を効率的に利用し、消費を抑制することの効果大きい。
- 3 GHG削減技術の大量導入により金属資源が供給不足となる可能性があることから、こうした資源の効率的・循環的な利用システムの構築が必要である。

本研究は、アジア各国の経済発展に伴う社会基盤の整備、耐久消費財の普及、消費財の消費拡大、あるいは低炭素化技術の普及等の想定に基づいて、今後の資源需要量と素材生産に係るGHG排出量の推計を行うとともに、こうした資源の需給バランスや資源の効率的・循環的利用による低炭素化のポテンシャルについて検討することを目的としている。特に、

素材生産における効率向上やエネルギー転換、ストックされた循環資源や再生可能資源による資源代替、国際的な分業・国際資源循環などの素材供給側の視点と、資源消費のより少ない社会基盤整備、耐久消費財の保有形態の変化、一過性の資源消費の少ない消費形態への転換などの需要側の視点の両面から、低炭素化のポテンシャルの検討を行っている。

$$\begin{aligned}
 \text{Impact (環境影響)} &= \text{Population (人口)} \times \text{Affluence (豊かさ)} \times \text{Technology (技術)} \\
 \text{GHG 排出量} &= \text{人口} \times \frac{\text{GDP}}{\text{人口}} \times \left(\frac{\text{資源消費量}}{\text{GDP}} \times \frac{\text{エネルギー消費量}}{\text{資源消費量}} \times \frac{\text{GHG排出量}}{\text{エネルギー消費量}} \right)
 \end{aligned}$$



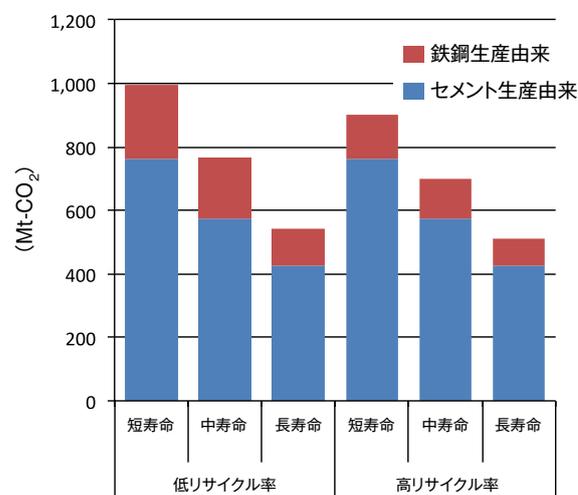
資源消費の観点からみて、アジア主要国で先進国と異なる発展経路は可能か？

1 社会基盤については、中国の建築物、道路、鉄道を対象として物質フロー・ストックモデルを構築し、鉄鋼材・セメントなどの物質需要、これらの素材生産に係るGHG排出量を推計している。推計の結果、中国の今後の社会基盤整備に必要となる鉄鋼材・セメントの需要増大に伴って、その生産に係るGHG排出量も増大することが示された。また、耐久消費財、消費財については、それぞれ中国の自動車普及、アジア地域の紙・板紙消費を対象とした分析を行っている。これらについても、今後の需要増加に伴って資源消費量・GHG排出量が増加すると推計された。

2 社会基盤については、これを長寿命化し、さらに解体廃材の再利用を進めれば、図に示すようにCO₂排出量も最大で半減できる可能性があることが示された。特に長寿命化を図ることで資源を効率的に利用し、消費を抑制することの効果が大きい。また、自動車については、中国で電気自動車が大

きく普及した場合でも、想定される電力のCO₂排出係数では、中国の低炭素化に大きく貢献できない可能性があるためこれを低下させる必要があること、紙・板紙については、その需要が少ない国の消費形態への転換が有効であること、生産時における技術改善、資源の効率的・循環的利用によって数十%のCO₂削減効果が得られることなどが示されている。

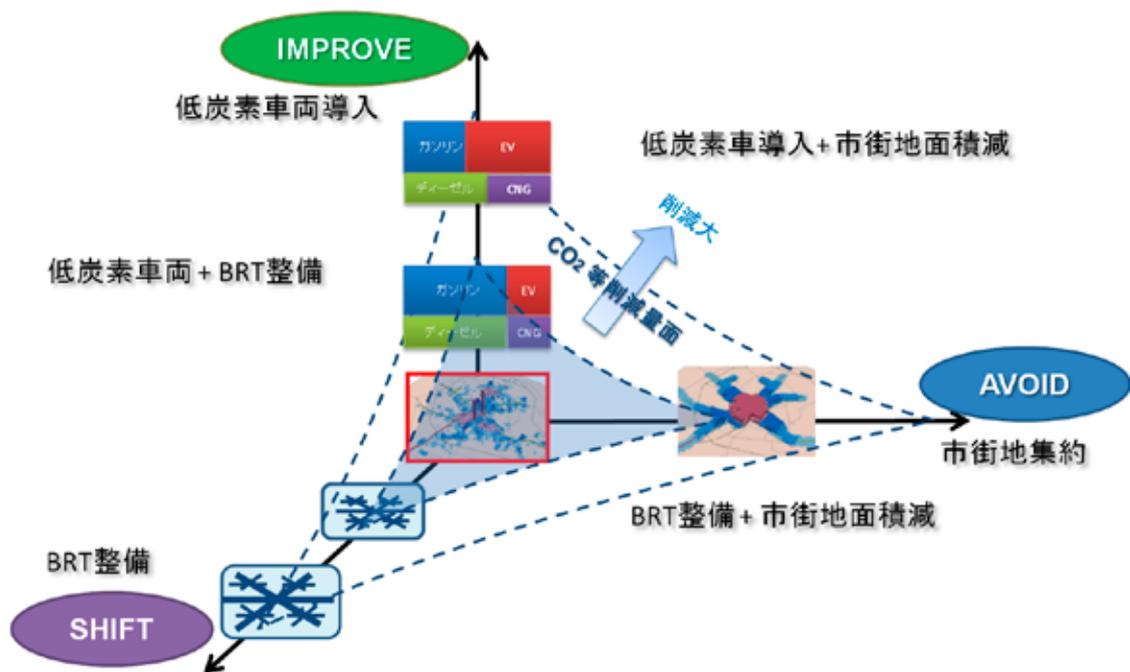
3 次世代自動車技術や再生可能エネルギー技術等の大量導入によって、いくつかの金属資源の需要が大幅に増加することが見込まれることから、資源制約の可能性について検討を行っている。これら金属資源の今後の累積需要量と当該技術の累積CO₂削減効果の関係を分析したところ、電気自動車(EV)、プラグインハイブリッド自動車(PHEV)に関わる金属資源の重要度が高いことから、これらの金属の効率的・循環的な利用のための技術開発と社会制度の整備が必要と考えられる。



2050年の中国の社会基盤需要に必要な鉄鋼材およびセメント生産時に排出されるCO₂排出量

アジアにおける低炭素交通システム実現のための方策 [S-6-5]

- 1 アジア開発途上国では、急速な経済成長により、交通起源CO₂排出は急増する。
- 2 アジア開発途上都市の低炭素交通システムは、交通需要の抑制 (AVOID)、低炭素交通機関への転換 (SHIFT)、CO₂排出効率の改善 (IMPROVE)の3つの戦略シナリオにより設計される。
- 3 アジア開発途上都市において、CO₂排出を大幅に削減する低炭素交通システムを実現するためには、大規模で包括的な施策を早期に実施することが必要となる。



低炭素交通システム設計のアプローチ

- 1 経済成長によるモータリゼーションは、交通起源CO₂排出を急増させる。モータリゼーションは、郊外開発の促進による都市スプロールを引き起こし、面的かつ無秩序な都市域の拡大は、公共交通整備効率を悪化させる。
- 過度のモータリゼーションは、交通渋滞を悪化させ、追加的な道路整備がさらにモータリゼーションを加速させる悪循環に陥り、CO₂排出そして経済へのダメージを増加させる。これは、先進国が経験してきた過ちであり、アジア開発途上国

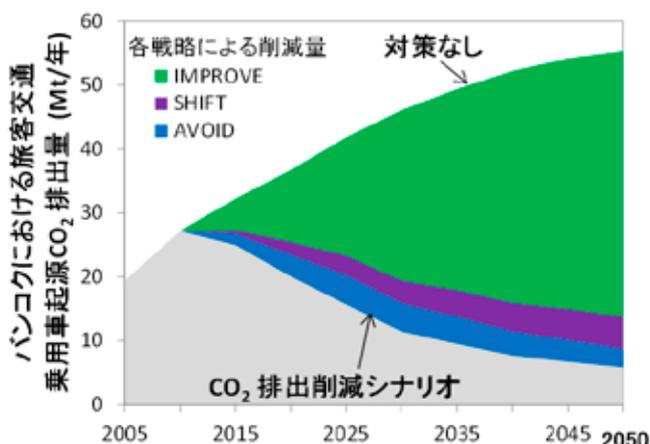
により繰り返されようとしている。

- ・ アジア開発途上国の主要都市において、経済成長下において道路整備を優先した場合の乗用車保有台数の増加を推計したところ、2005年から2050年までに、北京、上海、バンコク、デリーで約2~10倍に上昇するという結果となった。

- 2
- ・ 低炭素交通システムは、不要な交通需要の回避 (AVOID)、低炭素交通機関への転換 (SHIFT)、交通エネルギー消費効率とそのCO₂排出係数の改善 (IMPROVE) という3方面の戦略シナリオについて、積極的な土地利用交通施策や先端技術の導入といったリープフロッグ的施策を統合することにより設計される。
 - ・ 各戦略を実現するための施策は、技術的、規制的、情動的、経済的な手段に分類され、CUTE (Comparative study on Urban Transport and the Environment) マトリクスとして世界交通学会 (WCTRS) により確立されている。特にアジア開発途上国に適した主な施策として、Transit

Oriented Development (TOD)やBus Rapid Transit (BRT)の導入とLow Emission Vehicle (LEV)の普及が挙げられる。

- 3
- ・ 交通起源CO₂排出の削減目標を達成するために、必要となるAVOID、SHIFT、IMPROVE の各戦略を統合した包括的な施策パッケージをバックキャストिंगアプローチにより特定することが重要である。
 - ・ 2050年のバンコク都市圏において、2005年比70% CO₂削減を進めるための各戦略実施量を試算した結果、日本と同レベルの低炭素車の普及 (IMPROVE) や、現段階の市街地面積の維持、現行計画の約4倍の幹線公共交通ネットワーク整備といった、大規模な土地利用交通施策の投入 (AVOID、SHIFT) が必要となることが示された。これらの対策を早期に実施することで、より大幅なCO₂削減が可能となる。



アジア低炭素社会研究プロジェクトメンバー

※所属は研究参画時

プロジェクトリーダー	甲斐沼美紀子(国立環境研究所)	
アドバイザーボード	廣野 良吉(成蹊大学 名誉教授)	河合 正弘(アジア開発銀行研究所 所長)
	李 志東(長岡技術科学大学教授)	西岡 秀三(国立環境研究所 特別客員研究員・地球環境戦略研究機関 研究顧問)
プログラムオフィサー	志水 俊夫(国際環境研究協会)	福山 研二(国際環境研究協会)
	河合 崇欣(国際環境研究協会)	

S-6-1 低炭素社会シナリオ

チームリーダー	増井 利彦(国立環境研究所)	
	藤野 純一(国立環境研究所)(プロジェクト幹事)	花岡 達也(国立環境研究所)
	高橋 潔(国立環境研究所)	弘岡 靖明(国立環境研究所)
	金森 有子(国立環境研究所)	芦名 秀一(国立環境研究所)
	藤森真一郎(国立環境研究所)	明石 修(国立環境研究所)
	加用 現空(国立環境研究所)	岩淵 裕子(国立環境研究所)
	須田真依子(国立環境研究所)	Diego Silva Herrán(国立環境研究所)
	Dai Hancheng(国立環境研究所)	朝山由美子(国立環境研究所)
	松岡 譲(京都大学)	倉田 学児(京都大学)
	河瀬 玲奈(京都大学)	五味 馨(京都大学)
	日比野 剛(みずほ情報総研株式会社)	櫻原 友樹(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)	伊藤 浩吉(日本エネルギー経済研究所)
	森田 裕二(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)	末広 茂(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)	小宮山涼一(東京大学)
	Aashish Deshpande(国立環境研究所)	Hu Xiulian(能源研究所、中国)
	Jiang Kejun(能源研究所、中国)	P.R.Shukla(インド経営大学院)
	Bundit Limmeechokchai(タマサート大学シリントーン国際工学部、タイ)	Sirintornthep Towprayoon(エネルギー環境合同大学院大学、タイ)
	Manmohan Kapshe(ポルパール建築計画研究所、インド)	Rizaldi Boer(ボゴール農業大学、インドネシア)

S-6-2 低炭素発展の可能性

チームリーダー	明日香壽川(地球環境戦略研究機関)	
	田村堅太郎(地球環境戦略研究機関)	石鍋 渚(地球環境戦略研究機関)
	大塚 隆志(地球環境戦略研究機関)	Eric Zusman(地球環境戦略研究機関)
	Nanda Kumar Janardhanan(地球環境戦略研究機関)	Helen Guo(地球環境戦略研究機関)
	Jiangwen Guo(地球環境戦略研究機関)	Romero Jane(地球環境戦略研究機関)
	渡辺 厚志(地球環境戦略研究機関)	小嶋 公史(地球環境戦略研究機関)
	Anindya Bhattacharya(地球環境戦略研究機関)	SVRK Prabhakar(地球環境戦略研究機関)
	倉持 壮(地球環境戦略研究機関)	金子 慎治(広島大学)
	市橋 勝(広島大学)	後藤 大策(広島大学)
	藤原 章正(広島大学)	張 峻屹(広島大学)
	小松 悟(広島大学)	Latdaphone Banphonphanith(広島大学)
	陳 晋(北京師範大学、中国)	山下亜紀朗(筑波大学)

S-6-3 低炭素ガバナンス

チームリーダー	蟹江 憲史(東京工業大学)	
	金 丹(東京工業大学)	市川 顕(東京工業大学)
	亀山 康子(国立環境研究所)	久保田 泉(国立環境研究所)
	森田香菜子(国立環境研究所)	鈴木 政史(関西大学)
	井口 正彦(東京工業大学)	

S-6-4 資源消費から見た低炭素化

チームリーダー	森口 祐一(国立環境研究所・東京大学)	
	橋本 征二(国立環境研究所・立命館大学)	南斉 規介(国立環境研究所)
	中島 謙一(国立環境研究所)	石井 久哉(みずほ情報総研株式会社)
	青柳 良輔(みずほ情報総研株式会社)	吉川 実(みずほ情報総研株式会社)
	高木 重定(みずほ情報総研株式会社)	村上 進亮(東京大学)
	井村 秀文(名古屋大学)	谷川 寛樹(名古屋大学)
	石 峰(名古屋大学)	

S-6-5 低炭素交通システム

チームリーダー	林 良嗣(名古屋大学)	
	加藤 博和(名古屋大学)	中村 一樹(名古屋大学)
	伊藤 圭(名古屋大学)	山本 充洋(名古屋大学)
	福田 敦(日本大学)	有村 幹治(日本大学)
	石坂 哲宏(日本大学)	長田 哲平(日本大学)
	福田トウエンチャイ(日本大学)	Matthew Barth(カリフォルニア大学 リバーサイド校、米国)
	Sittha Jaensirisak(ウボンラチャタニ大学、タイ)	Varameth Vichiensan(カセサート大学、タイ)
	Thaned Satiennam(コンケン大学、タイ)	Paramet Luathep(プリンスソクラ大学、タイ)
	Viet Hung Khuat(交通運輸大学、ベトナム)	Nguyen Van Truong(交通運輸大学、ベトナム)
	Allexis Fillone(デラサール大学、フィリピン)	花岡 伸也(東京工業大学)
	川崎 智也(東京工業大学)	中村 文彦(横浜国立大学)
	岡村 敏之(横浜国立大学)	

ご意見・ご質問は…

アジア低炭素社会研究プロジェクト

藤野 純一・朝山由美子

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

〒305-8506 茨城県つくば市小野川116-2 / E-mail : lcs_project@nies.go.jp

2011年11月発行

