

地球温暖化対策と持続可能な社会システムデザインに 資する将来技術戦略に関する研究 ー トップランナー方式を中心として ー

齊藤 修¹・盛岡 通²・中村信夫³

¹正会員 農博 大阪大学助手 大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1)

²正会員 工博 大阪大学教授 大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1)

³工修 株式会社ア・ソッカ代表(〒659-0091 兵庫県芦屋市東山町 7-7-002)

本研究は、持続可能な社会形成にとって不可欠な地球温暖化対策の将来枠組みに関して、(1)これまでに示されている将来枠組み提案の主な論点を整理し、技術開発戦略という視点から関西経済連合会が提案しているトップランナー方式の位置づけを明確にするとともに、(2)トップランナー方式で技術移転を推進した場合の GHG 削減ポテンシャルの推計を行うことで、(3)将来技術戦略と制度設計に向けたインプリケーションについて考察することを目的とする。その結果、世界のすべての国の GDP あたりの CO₂ 排出量を日本の3倍以下、すなわちトップランナー水準を低くして技術移転した場合でも、世界全体では 20% 以上の削減率が期待できることなどがわかった。

Key Words: *beyond the Kyoto Protocol, sustainable social system, technology development and transfer, Top Runner Approach, CO₂ emission per GDP*

1. はじめに

現在、中期的な地球温暖化対策として、京都議定書の第一約束期間以降の枠組み (BKP: Beyond the Kyoto Protocol) について盛んに議論されている。

京都議定書(KP)については、削減数値目標を掲げて温室効果ガス(GHG)排出量の削減を先進国が取り組むという面で、その意義は十分評価されている。しかし、地球規模での対応が必要な地球温暖化問題に対して、一部先進国のみが削減努力を行うという実効性の面での問題点を有していることも事実である。IPCC の報告¹⁾でも、ほぼ3分の2の安定化シナリオで、2050 年以前に非附属書 I 国の1人あたり排出量が附属書 I 国のそれを上回ると予測されており、中長期的には途上国におけるエネルギー効率を向上させていくことが重要な課題となるはずである。

また、長期的に気候を安定化させるためには、特に先進国が抜本的なエネルギーシステムの見直しを実践し、一人あたりの GHG 排出量を大幅に(半減以上)減らさなくてはならないことも指摘されている²⁾。KP は国別の排出削減目標を定めることで、エネルギーシステムの転換を間接的に促す役割は果たしているが、革新的な技術開発や技術移転を引き出すメカニズムとしては十分では言い難い³⁾。たとえば、途上国での排出削減行動を促す手段としては、クリーン開発メカニズム(CDM)があるが、手続きが煩雑であること、既存の政府開発援助(ODA)に対して「追加的

(additional)」である必要があるなど、制約があることから、必ずしも実効性が高い対策とはいえない。実効性を高めるには、GHG 排出削減効果と経済効率の両方が高い対策を先進国、途上国を問わず導入していく必要があるだろう。

日本は、二度にわたるオイルショックと公害対策の経験から、省エネルギーや公害(環境)対策技術は世界でもトップレベルであり、GHG 削減という意味合いでも、他国より進んだ技術シーズを保有している。これらのトップレベルの GHG 削減技術を他国に移転すれば、GHG 排出を大幅に削減することができるかもしれない。移転先の既存技術水準が低ければ低いほど、移転による削減効果は大きくなるほか、GHG 以外の大気汚染物質の削減など副次的な効果も期待できるであろう。もちろん、こうした技術は、その性能と経済性が優れてさえいれば、市場の原理で時間経過に伴って徐々に普及することも想定される。しかしながら、多くの場合、導入コストが高つくため、そのままでは普及は難しい。おそらく将来的には GHG 排出削減という環境性能が市場で評価され、何らかのかたちで価格に反映されていくことになると考えられるが、現状ではむしろ、環境性能への重点の置き方、評価方法、基準などが国によってバラバラであることが、企業による経済活動の障壁となっている場合さえある。

このような背景から、関西経済連合会(以降「関経連」と略す。)は、世界の全ての国が参加でき、途上国の経済発展にも寄与できる、トップランナー方式での先進環境技術の

普及・促進を行う基金の構築を、地球温暖化対策へのアプローチのひとつとして提案している(以降「トップランナー方式」と呼ぶ)。この提案には、先進国のトップランナー技術を世界に普及することだけでなく、普及推進のため日本を初めとする先進国が基金を拠出し、途上国、旧東欧諸国等への技術移転等に係る資金援助を実施することも含まれる。この提案は想定される効果の大きさから、相当なポテンシャルが期待できる反面、技術万能主義的な提案、ないし先進国内での削減に消極的な提案といった批判を招くことも考えられる。したがって、トップランナー方式を、今後政策として具現化するには、温暖化対策の将来枠組みをめぐる最新の議論を踏まえ、提案の妥当性について検証する必要がある。

以上を踏まえ、本研究では、(1)地球温暖化対策の次期枠組み提案に関して技術開発戦略という視点からレビューを行い、それを踏まえてトップランナー方式の戦略上の位置づけ、次期枠組みにおいて実効性のあるオプションとして提案していくための方向性について検討するとともに、(2)トップランナー方式で技術移転を推進した場合の GHG 削減ポテンシャルの推計を行うことで、(3)将来技術戦略と制度設計に向けたインプリケーションについて考察することを目的とする。

2. 研究方法

(1) BKP 提案の主な論点とトップランナー方式の位置づけ

BKP 提案は、これまで数多くなされており、それらに関する詳細なレビューも報告されている^{3),4),5),6)}。本稿では、これまでに提起されている将来枠組みに関する様々な提案や報告を整理し、将来枠組み提案のメタ構造を明らかにすることを試みた。そのうえで、トップランナー方式の位置づけについて検討した。なお、本稿では、2013 年以降の地球温暖化対策の枠組みについて、第二約束期間(2013 年～2018 年)を具体的に対象とする場合は「次期枠組み」とし、次期に限定しない中長期的な枠組みについては「将来枠組み」として表記して区別している。

(2) トップランナー方式での技術移転による GHG 削減ポテンシャルの推計

トップランナー方式による GHG 削減効果については、世界の国々を発展段階等に応じてグループ化し、対象国グループと技術水準(≒GDP あたりの CO₂ 排出量)のレベルの組み合わせから適用ケースを複数設定し、世界全体での削減ポテンシャル量を推計した。CO₂ 排出量と GDP のデータの出典は、World Bank の報告書⁷⁾である。

国々のグループ化は以下のように行った。

- ① 日本等の OECD 加盟国
- ② 後発開発途上国(Least Developing Countries, LDC;

国連開発政策委員会が認定した基準に基づき、国際経済社会理事会の審議を経て、国連総会の決議により認定された途上国のなかでも特に開発の遅れた国々(48 カ国))

- ③ 小島嶼国連合(the Alliance of Small Island States, AOSIS; 温暖化の影響を受けやすいとされる南太平洋、カリブ海、インド洋などの小島嶼国の連合)

- ④ ①～③以外の OECD 加盟国

3. BKP 提案の主な論点とトップランナー方式の位置づけ

(1) BKP 提案の主な論点

公表されている 52 の将来枠組み提案を先行研究^{3),4),5),6)}に基づいて分類整理した結果を表-1 に示す。これまで発表されてきた将来枠組み提案の内容は多様であり、相互に矛盾するものや観点が異なるものなどが数多く含まれているが⁴⁾、その多くは「国際的な長期・短期的な目標の設定」、「対策の実施促進のための仕組み」に関するものである。「長期・短期的な目標の設定」については、大きく「排出目標量の設定」、「途上国に対する配慮」、「枠組みへの参加国」の3つに分類できることがわかった。また、「対策の実施促進のための仕組み」については、「政策措置」、「排出量取引市場に関する提案」と「基金に関する提案」の2分類できる。

緩和(mitigation)の目標については、長期、短期に関係なく、多国間交渉に基づいて GHG 排出量削減のコミットメントをトップダウンで求めるタイプ、pledge(政策・措置導入の約束)ベースのボトムアップ型のコミットメントを各国が自ら定めるタイプ、異なるコミットメントの形態を選択できるメニュー方式、多国間交渉によるトップダウンと各国によるボトムアップの両方を組み合わせたコミットメントを定めたタイプがある⁴⁾。トップダウン型の提案の場合には、国際的に拘束力のある排出目標(binding emission target)が各国に課されるのに対し、ボトムアップ型の提案では、多くの場合、pledge-base、すなわち拘束力のある排出目標を課すよりも、各国にそれぞれの国の状況に応じて緩和のための政策・措置導入を約束させることで、対策の実現性(implementation/enforcement)を高めることに重点が置かれている。後者には、温暖化対策技術の研究開発(R&D)や技術移転の促進を主目的とする提案が含まれる(後述)。

(2) トップランナー方式の位置づけ

BKP 提案のうち、トップランナー方式に最も近いのは、Portfolio Approach (Benedick, 2001)⁸⁾及び Technology-Centered Approach (Barrett, 2003)⁹⁾であろう。前者は、技術 R&D、普及により、エネルギー生産と消費の両面での技術革新を促すとしており、具体的には自動車の燃費基準、

表-1 将来枠組み提案の分類

メタ構造	論点	提案の種類及び提案名(提案者, 提案発表年)
長期・短期の目標設定	排出目標量の設定	①総排出量: Kyoto Protocol (KP) 他 ②セクター毎の目標量: Global Triptych / Extended Global Triptych (Groenenberg <i>et al.</i> , 2003) 他 ③一人当たり排出量: Contraction and Convergence (Meyer, 2000), Per Capita Allocation (Center for Science and Environment), Expanded "Common but Differentiated"(Gupta & Bhandari, 1999) ④GDP あたり排出量: Intensity Target (Baumert <i>et al.</i> , 1999), Growth Baselines (Hargrave <i>et al.</i> , 1998) ⑤技術水準: Orchestra of Treaties (Sugiyama, 2003), Portfolio Approach (Benedick, 2001), Technology Backstop Protocol (Edmonds & Wise, 1998) ⑥気温変化への歴史的な寄与に応じた目標設定: Brazilian Proposal (Brazilian Ministry of Science and Technology, 2000)
	途上国に対する配慮	①発展段階に応じた目標の設定: Multistage Approach (den Elzen & Lucas, 2003), Graduation and Deepening (Michaelowa <i>et al.</i> , 2003) 他 ②CDM 受け入れ量を目標に設定: Sector-Based CDM (Samaniego & Figueres, 2002) ③国の経済計画に温暖化対策を盛り込むことを約束: Sustainable Development Policies and Measures (SD-PAMs) (Winkler <i>et al.</i> , 2002) ④先進国が途上国の支援を約束: Two-Part Commitments for Industrialized Countries (Dasgupta, 2003), Climate Marshall Plan (Schelling, 2002) 他 ⑤拘束力の異なる複数のターゲットの設定: Dual Intensity Targets (Kim & Baumert, 2002), Human Development Goals with Low Emissions (Pan, 2003) ⑥途上国に排出目標は設定しない: Sustainable Development Policies and Measures (Winkler <i>et al.</i> , 2002)
	枠組みへの参加国	①京都議定書締結国のみ: KP+技術議定書 (Tamura, 2003) ②先進国のみ: Technology Backstop Protocol (Edmonds & Wise, 1998) ③主要排出国: Multi-Dimensional Structure (METI, 2003), International Agreements on Energy Efficiency (Ninomiya, 2003) ④二国間での協定: Parallel Climate Policy (Stewart & Wiener, 2003) ⑤地域ごとに対策: 地域ごとの取り組み (Buckner & Carraro, 2003) ⑥その他: Equal Mitigation Costs (Babiker & Eckaus, 2000), Bottom-Up (Reinstein, 2004)
対策の実施促進のための仕組み	政策措置 Policies and Measures	①目標設定アプローチと他のアプローチのいずれかを選択: Dual Track (Kameyama, 2003), Two-Part Commitments for Industrial Countries (Dasgupta, not published) ②炭素税: Agreed Domestic Carbon Taxes (Cooper, 1998), Harmonized Carbon Taxes (Nordhaus, 1997) ③国際制度に参加しない国からの輸入品に課税: 非締約国との貿易関税による差異化 (Biermann & Brohm, 2003) ④各国が同じ GDP 比率分を対策に支出: Equal Mitigation Costs (Babiker & Eckaus, 2000)
	排出量取引市場に関する提案	①排出量取引価格に上限を設定: Safety Valve (Pizer, 1999), Hybrid International Emissions Trading (Aldy <i>et al.</i> , 2001), Safety valve with Buyer Liability (Victor, 2001) ②最低限必要な排出としての枠と取引用の枠に分けて配分: Domestic Hybrid Trading Schemes (McKibbin, 2002) ③排出削減を公共財として捉え, 国際的な機関が一括購入: Purchase of a Global Public Good (Bradford, 2004) ④市場ルールの統一: Converging Markets (Tangen & Hasselknippe, 2003) 他
	基金に関する提案	①途上国への技術導入を支援: Technology-Centered Approach (Barrett, 2003), Brazilian Proposal (Brazilian Ministry of Science and Technology, 2000) ②影響を受ける国の適応, 被害回復費用を負担: Insurance for Adaptation Funded by Emissions Trading (Jaeger, 2003), UNFCCC Impact Response Instrument (Müller, 2002) 他

発電や燃料精製における技術目標の設定, 途上国への技術移転の促進などが唱えられている⁸⁾。この提案では, エネルギー分野での R&D の財源として, 炭素税の導入が記載されている。一方, Technology-Centered Approach には, 電力, 運輸部門における技術転換(technology transition)を促すため, ①R&D による新技術開発, ②技術スタンダードの確立, ③途上国への新技術普及のための多国間基金, ④短期でのプレッジ&レビューのシステム, ⑤適応策への支援, という5つの提案が示されている⁹⁾。なお, 技術スタン

ダードの選択主体に関して Barrett は, 政府と市場のいずれかが考えられるが, どちらもそれぞれ問題があることから, 政府と産業界の代表から構成される審議会が決めるというハイブリッドシステムが最適だと主張している。

多国間基金による技術移転を想定しているという意味では, Barrett による Technology-Centered Approach 提案が経連のトップランナー方式に最も近いと考えられる。しかし, 共通項がある他の提案を含めて調べてみても, トップランナー技術を対象としているものはない。すなわち, トップラン

ナー方式はボトムアップ型のコミットメントを促すタイプの提案群のうち、革新的な技術開発(R&D)、技術基準の確立、途上国への技術移転のための経済的・技術的支援などを強調する提案グループに属す提案のひとつであるが、その名のとおりトップランナー技術を対象とする点で独自の位置を占める。

次期枠組みでは、KPの枠組みが継続されない可能性がまったくないわけではないが、基本的には、排出権市場やCDM/JIといった京都メカニズムをはじめとするKPの精神・考え方が引き継がれた枠組みになっていくものと考えられる。したがって、トップランナー方式をはじめとする技術開発・移転促進型のアプローチは、KPの枠組みを継承するであろう次期枠組みの中で考慮すべき仕組み(スキーム)として提案することが望ましいであろう。

4. トップランナー方式での技術移転による温室効果ガス削減ポテンシャルの推計

GHG削減ポテンシャルの推計結果を示す前に、世界各国のCO₂排出量とCO₂排出量/GDPとの関係を散布図で示す(図-1)。これによると、OECD加盟国はCO₂排出量が

数千万トン以上だが、CO₂排出量/GDPは2kg/\$以下の範囲におさまっている。LDCとAOSISは、CO₂排出量がほぼ1千万トン以下で、CO₂排出量/GDPは2kg/\$以下の範囲に分布している。それ以外の非OECD加盟国の分布はかなりばらついているが、CO₂排出量/GDPが2kg/\$を超えている国々のほとんどは、このグループの国々である。特に、ウズベキスタン、ウクライナ、カザフスタン、アゼルバイジャン、トルクメニスタンなど旧ソ連から分離独立した国々ではCO₂排出量/GDPが高い値を示している。CO₂排出量/GDPにはその国の技術水準が反映されている想定すれば、CO₂排出量/GDPが2kg/\$を超える国々は、技術移転対象の有力な候補と考えることができよう。

2. で示した国々のグループとCO₂排出量/GDPレベルの組み合わせから6つのケースを設定し(表-2、図-1)、ケース別に世界全体での削減ポテンシャル量を推計した。なお、各ケースでトップランナー方式が適用されるのは、それぞれのケースで設定するCO₂排出量/GDPの基準(日本の現行水準のX倍)を上回る国のみである。

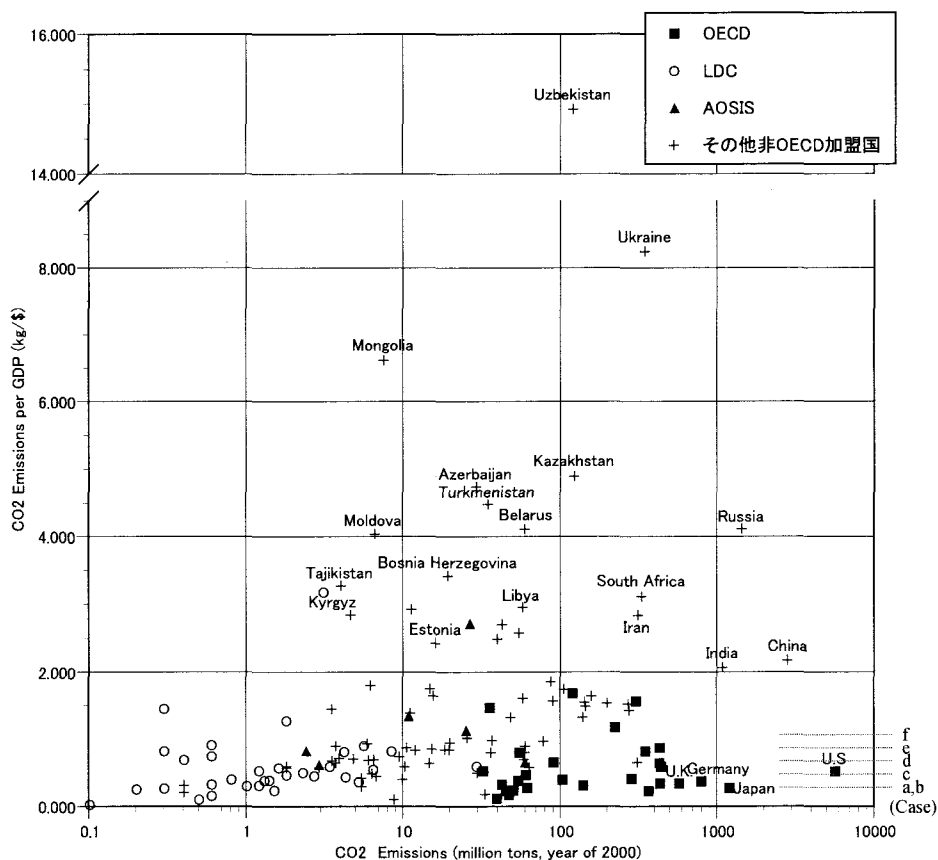
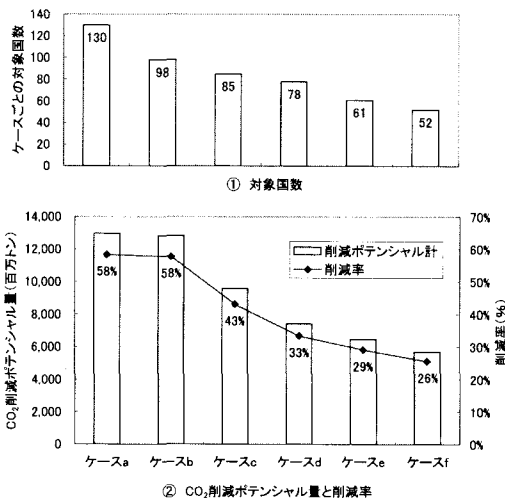


図-1 発展段階等に基づくグループ別のCO₂排出量とCO₂排出量/GDPの関係

表-2 CO₂削減ポテンシャルの推計ケース

ケース	適用条件	パラメータ
a	すべての国が日本のX倍(日本並み)	X=1
b	LCDとAOSISを除くすべての国のGDP1ドルあたりのCO ₂ 排出量が日本のX倍	X=1
c	LCDとAOSISを除くすべての国のGDP1ドルあたりのCO ₂ 排出量が日本のX倍	X=1.5
d	LCDとAOSISを除くすべての国のGDP1ドルあたりのCO ₂ 排出量が日本のX倍	X=2
e	LCDとAOSISを除くすべての国のGDP1ドルあたりのCO ₂ 排出量が日本のX倍	X=2.5
f	LCDとAOSISを除くすべての国のGDP1ドルあたりのCO ₂ 排出量が日本のX倍	X=3

(注) いずれのケースも GDP1ドルあたりの CO₂ 排出量が日本のX倍を下回る国は、適用対象外として推計した。

図-2 CO₂削減ポテンシャル量の推計結果

推計結果より、すべての国を対象とするケースaの場合、130カ国が対象となり、削減率は58%となることがわかった(図-2)。LCDとAOSISを除いたすべての国を対象とするケースbの場合、98カ国と対象となる国の数が大幅に減るものの、削減率はほとんど変化しない。これは、LCDとAOSISにおいてCO₂排出削減を行っても、もともとの排出量が少ないことから、世界的な効果という意味では非常に小さいためである。次に、LCDとAOSISを除いたすべての国を対象として、CO₂排出量/GDPを日本の1.5～3倍、すなわち基準を低くして適用した場合(ケースc～f)、その削減率は43～26%となることが判明した。これは、トップランナーの基準をかなり緩和して適用しても、世界的には20%以上の削減効果が得られる可能性があること、さらに言えば、技術基準は“当該国でのトップランナー技術”にするなど、途上国の実情に応じた柔軟な適用の余地がありうることを示唆している。ただし、これはあくまでも削減ポテンシャルであり、実際

の削減量は、経済性や受入国の技術基盤などを加味したものになるため、これより小さくなることに留意する必要がある。

産業構造審議会環境部会地球環境小委員会⁹⁾は、産業部門(鉄鋼、セメント、製紙・パルプ、電力)と民生・運輸部門のそれぞれについてトップランナー方式によるCO₂削減ポテンシャルを推計し、その削減率(現在の世界の排出総量比)は産業部門で約9%、民生・運輸部門で約4%、計13%と報告している。部門特性や技術特性を考慮していない本稿での推計結果はこれを上回るが、実現性を加味した場合の削減ポテンシャルは概ね10～20%程度と考えるのが妥当なのかもしれない。

5. 考察 — 将来技術戦略と制度設計に向けたインプリケーション —

本研究では、BKP提案では技術開発・移転に重点を置いたものが既に複数提案されていること、トップランナー方式に代表されるような技術開発・移転型の提案は次期枠組みの中で考慮すべき仕組みとして重要であること、技術水準としては必ずしも真の意味でのトップランナー基準でなくとも一定の効果が期待できることが示された。

移転する技術の水準に関しては、途上国では、省エネ対策を進めてきた先進国に比べ、既存技術を用いて、低コストで排出削減を実施することができる場合が多く、途上国の経済実態やその意向によっては移転技術は必ずしもトップランナー技術に限定する必要はないと考えられる。途上国での受入を容易にするためにも、移転技術は、あくまでも“受入国にとって中短期的トップランナー型とする”など、途上国の実情や地域特性に配慮し、削減の実効性がある水準の技術とすべきであろう。

一方、対象とする技術スコープの戦略としては、個別の要素技術、設備、機器だけでなく、システム化技術、マネジメント技術を含めるという方向が考えられる。たとえば、システム化技術としては、オンサイトの分散型電源に関して、負荷変動に応じて電力及び熱の最適供給バランスを維持するシステムの設計や運用管理ソフトに係わる技術や、物流基地の最適整備などの物流システムの設計技術、熱の有効利用に関して、熱需要と排熱供給の時間的・空間的不整合を解決するピンチテクノロジーのようなシステム技術などがあげられる。また、マネジメント技術としては、エネルギーのデマンド・サイド・マネジメント(DSM)に係わる技術などがあげられる。さらに、技術戦略としては、技術システムの国際的な規格化(標準化)や能力開発などにも力を注ぐ必要があるだろう³⁾。

技術移転先の候補としては、図-1で示したようにGDPあたりのCO₂排出量が多い旧ソ連から分離独立した国々、中国、インドなどが主な対象となるであろう。また、日本からの

技術移転実績が多いアジア地域について見てみると、図-3に示すように GDP あたりの CO₂ 排出量は 1990 年から 2000 年にかけて多くの国々で減少しているが、CO₂ 排出量そのものは全般的に増加傾向にある（ベクトルが右方向に向いている国が多い）。このうち、ASEAN+3(中国、韓国、日本)では、ベトナムと中国の GDP あたりの CO₂ 排出量が高いほか、インドネシア、マレーシア、タイでは CO₂ 排出量と GDP あたりの CO₂ 排出量がともに増加していることから(図-3 の点線囲み)、東南アジアではこれらの国々が技術移転の重要な対象(拠点)となると考えられる。

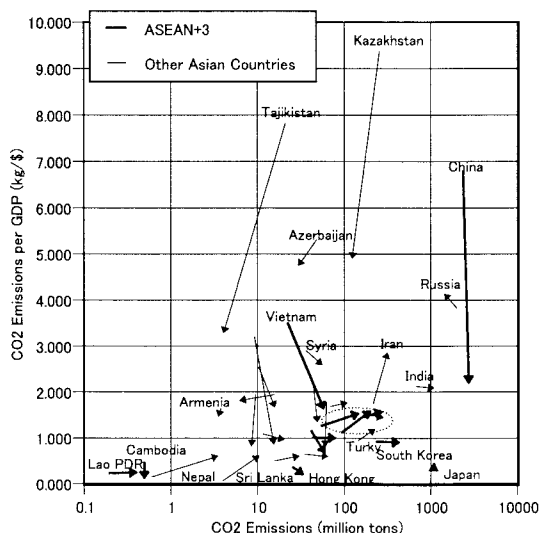


図-3 アジア地域における国別 CO₂ 排出量と CO₂ 排出量/GDP の関係の 1990 年～2000 年にかけての推移

(注) 各ベクトルの始点が 1990 年、終点が 2000 年での実績。点線で囲んだベクトルは左からマレーシア、タイ、インドネシア。

6. 今後の課題と展望

すでに BKP 提案はほぼ出尽くしている感があるが、国際交渉の場での議論はまだ始まったばかりであり、どのような提案が主導権を握るのか、今後も継続的に注視していく必要がある。

トップランナー方式の具体化には、適用可能な技術について、個別の要素技術だけでなく、システム技術、マネジメント技術までを含めて、ニーズとシーズの実態調査を行い、受入国の発展段階に応じた移転技術システムとトップランナー基準、移転技術により途上国が経済的に発展することができるよう誘導するメカニズムや制度について検討する必要がある。同時に、Pacala & Socolow^[10]が描いたように現状での最先端技術オプションを大胆にスケールアップして社会に適用するといったマクロな安定化シナリオから技術戦略の検討を進めることも考慮する。

また、トップランナー方式による GHG 削減ポテンシャル

の推計に関しては、本稿では、エネルギー転換技術、民生機器など技術特性を組み込んだ場合の評価までには至らなかった。今後は、適用技術システムの具体化と合わせて、技術特性を踏まえた GHG 排出量推計モデルを構築し、技術システムの適用範囲や技術基準、経済性(コスト)などをパラメータとした複数のケースを設定して削減効果について推定していく予定である。

最後に、トップランナー方式のような技術戦略を先進国がリードしていくためには、革新的な技術の開発やその技術の移転によって得られる CO₂ 削減量の一部が開発者や技術移転元に帰属するなどの制度メカニズムを構築し、インセンティブを生み出す必要があるだろう。CDM や JI といった既存制度との関係も含めて、検討を深めるべき今後の課題である。

謝辞: 本稿は、大阪大学と関西経済連合会との共同研究「地球温暖化対策に関する研究」(研究代表: 盛岡通)の平成 16 年度成果の一部に加筆修正を加えたものである。研究支援及び研究成果の公表をご快諾いただいた関西経済連合会に深く感謝するとともに、天野明弘教授・新澤秀則教授(兵庫県立大学)、西岡秀三理事・亀山康子主任研究員(国立環境研究所)をはじめとする 10 名の研究者にはたいへんお忙しい中、共同研究の一環として 2005 年 1～3 月に開催されたワークショップにてご講演いただいたことに心より謝意を申し上げる。

参考文献

1. IPCC: IPCC 地球温暖化第三次レポート, 中央法規, 2002.
2. 西岡秀三: 低炭素社会への根拠—温暖化の危険なレベル—, 環境研究, No.133, pp.3-10, 2004.
3. Barrett, S.: *Environment and Statecraft: The Strategy of Environmental Treaty-Making*, Oxford University Press, 2003.
4. Bondansky, D.: *International Climate Efforts Beyond 2012: A Survey of Approaches*, Pew Center on Global Climate Change, 2004.
5. 亀山康子, 蟹江憲史, 高村ゆかり, 田村堅太郎: 気候変動問題に関する 2013 年以降の国際制度に関する分析: 各種提案と特徴の整理, 環境経済・政策学会 2004 年大会報告要旨集, pp.4-5, 2004.
6. Wicke, L. *Beyond Kyoto - A New Global Climate Certificate System*, Springer Berlin Heidelberg New York, 2005.
7. World Bank: *World Development Indicators 2005*, 2005.
8. Benedick, R.: *Striking a New Deal on Climate Change*, Issues in Science and Technology On Line, Fall 2001.
9. 産業構造審議会環境部会地球環境小委員会将来枠組み検討専門委員会: 気候変動に関する将来の持続可能な枠組みについて, 2004.
10. Pacala S. and Socolow R.: *Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies*, SCIENCE, Vol. 305, pp.968-972, 2004.

TECHNOLOGY STRATEGY FOR GLOBAL WARMING AND SUSTAINABLE SOCIETY

— POSSIBILITY OF THE TOP RUNNER APPROACH —

Osamu SAITO, Tohru MORIOKA, Nobuo NAKAMURA

On the future framework beyond the Kyoto Protocol, an unavoidable issue for creating sustainable society, this paper aims at making a contribution to developing technology strategy and institutional design through reviewing a number of existing proposals of the future framework, clarifying a relative position of the “Top Runner Approach” proposed by the Kansai Economic Federation among those proposals, and estimating CO₂ reduction potential of technology transfer under the Top Runner Approach. We found that CO₂ emission of the world could be reduced by more than 20 percent even when CO₂ emission per GDP of all countries is assumed to decrease to the level of three-fold emission per GDP of Japan, which means transferred technology may not be necessarily a top runner.