

2035年までのアジア・世界エネルギー需給見通し

Energy Supply and Demand Analysis for Asia and the World up to 2035

松尾 雄司*・小宮山涼一**・永富 悠*・末広 茂*・柴田 善朗*・土井 菜保子*・青島 桃子*

Yuhji MATSUO Ryoichi KOMIYAMA Yu NAGATOMI Shigeru SUEHIRO Yoshiaki SHIBATA Naoko DOI Momoko AHOSHIMA

呂 正*・惣福脇 学*・八馬 利彰*・加古 正幸*・杉井 健治*・森田 裕二*・伊藤 浩吉*

Zheng LU Manabu SOUFUKUWAKI Toshiaki HACHIUMA Masayuki KAKO Kenji SUGII Yuji MORITA Kockichi ITO

1. はじめに

最近の世界的な経済的停滞の中でも、中国は2008年に9.6%、2009年に9.1%、インドは2008年に6.4%、2009年に5.7%という高い経済成長を維持した。地球環境問題に関する国際政治的な動向も複雑さを増しつつある一方で、アジア諸国を中心に世界のエネルギー需要及びCO₂排出量は増大を続けている。このような状況の中で、本研究ではアジアを中心とする世界の最新の動向を踏まえ、長期の視野に立って2035年までのアジア及び世界のエネルギー需給を分析した。

2. 前提条件及びケース設定

試算を行うに当たり、世界の人口の将来想定については、最新の国連予測等を参照した。即ち、今後世界人口は今後平均1%程度の増加基調で推移し、2008年の67億人から2035年には85億人に達する。GDP成長率については、国際機関による予測等を参考に、2035年にかけて世界全体で年率2.8%程度で緩やかに成長すると想定した。また原油価格（日本の輸入CIF、2009年価格）は、長期的には石油生産コストの上昇に伴い緩やかに上昇し、2035年に115ドル/バレルまで上昇すると想定した。ケース設定としては、過去の趨勢と現在までのエネルギー・環境政策等を織り込んだ「レファレンスケース」と、省エネルギー・CO₂削減対策の最大限の普及を見込んだ「技術進展ケース」の2つのケースについて分析した。

3. 試算結果の概要

世界の一次エネルギー消費は、レファレンスケースで2008年から2035年まで年率1.6%で増加し、2008年の石油換算113億トンから2035年には173億トンまで拡大する。増加量の約9割が発展途上国を中心とする非OECD諸国によるものであり、特にアジア地域は約6割を占める。またCO₂排出量も年率1.4%で増加し、2008年の294億トンから2035年には429億トンとなる。その増分の約7割

がアジア地域に由来する。

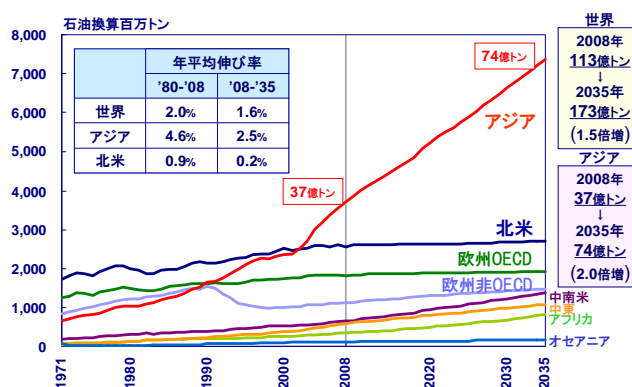


図1 世界の地域別一次エネルギー消費の見通し

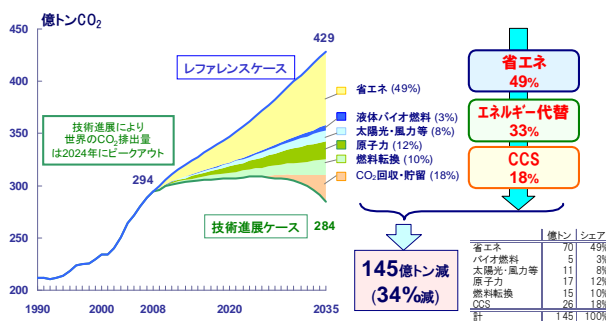


図2 技術進展による世界のCO₂排出量の削減

技術進展ケースでは、2035年に一次エネルギー消費は28億トン（16%）、CO₂は145億トン（34%）削減される。しかし化石燃料のシェアは依然として77%を占め、主要なエネルギー源であり続ける。特に天然ガスの消費はピークアウトを迎えることなく、増加を続ける。

145億トンのCO₂削減量のうち、先進国の削減量は44億トン、途上国は101億トンとなり、うちアジアが77億トンを占める。また技術別には省エネの効果が約半分を占める他、原子力、再生可能エネルギー、燃料転換、CCSなどさまざまな技術がそれぞれ大きく貢献する。今後世界のCO₂を大幅に削減するためには、これらの技術をアジア等の途上国において大きく普及させるための、国際協力の努力が不可欠となる。

*財団法人 日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット
〒104-0054 東京都中央区勝どき 1-13-1
e-mail matsuo@edmc.ieej.or.jp
** 東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻
〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

2035年までのアジア・世界エネルギー需給見通し

Energy Supply and Demand Analysis for Asia and the World up to 2035

松尾 雄司*・小宮山涼一**・永富 悠*・末広 茂*・柴田 善朗*・土井 菜保子*・青島 桃子*

Yuhji MATSUO Ryoichi KOMIYAMA Yu NAGATOMI Shigeru SUEHIRO Yoshiaki SHIBATA Naoko DOI Momoko AHOSHIMA

呂 正*・惣福脇 学*・八馬 利彰*・加古 正幸*・杉井 健治*・森田 裕二*・伊藤 浩吉*

Zheng LU Manabu SOUFUKUWAKI Toshiaki HACHIUMA Masayuki KAKO Kenji SUGII Yuji MORITA Kockichi ITO

The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ) made long-term forecasts on the world energy supply and demand situation up to 2035, with particular focus on Asia. This paper reports the major prediction results of energy demand and CO₂ emissions forecasts. The world's primary energy consumption will grow at a rate of 1.6% per annum during the period 2008-2035, from 11,300 Mtoe (million tons of oil equivalent) to 17,300 Mtoe. CO₂ emission will increase from 29.4 Gt in 2008 to 42.9 Gt in 2035. In the Technologically Advanced Scenario, where advanced low-carbon technologies become widely deployed around the world, CO₂ emission will be reduced by 14.5 Gt or 34%, about half of which is due to reduction in Asian countries. Supportive measures concerning technology transfer and establishment of efficiency standards is important to realize potential for CO₂ emissions reduction as well as to enhance energy security.

Keywords : Energy Outlook, Econometrics, Energy conservation, Global Warming

1. はじめに

世界のエネルギー消費は過去数十年の間増加を続けており、1971年の石油換算50億トンから2008年には113億トンと、37年の間に倍以上まで拡大した。特に世界の産業構造が変化し生産拠点が移動する中、低廉な労働力を持つ中国、インドやASEAN諸国の工業化と経済成長を反映して、アジアが世界のエネルギー消費の中心地域となっている。

このような状況の中で、米国を発端とした金融危機は世界経済に大きな影響を及ぼし、経済成長を鈍化させた。2008年の国際石油市場ではWTI原油は7月に最高値147ドル/バレルを記録したが、その後国際経済の低迷を受け、2008年末には30ドル台まで急落している。このような世界的な経済的停滞の中でも、中国では2008年に9.6%、2009年に9.1%、インドは2008年に6.4%、2009年に5.7%と高い経済成長を維持した。今後も長期的にはアジア諸国を中心とした新興国が世界経済の発展拠点として再び牽引的な役割を担い、世界のエネルギー需要を大きく増大させることが見込まれる。これに伴い、急拡大する需要が世界のエネルギー需給バランスを大きく変化させ、国際エネルギー市場を不安定化させる可能性が懸念さ

れている。

一方で、地球環境問題に関する国際政治的な動向も複雑さを増しつつある。今後2050年までに世界の温室効果ガス排出量を現状の半分とするという目標が広く共有されつつあるものの、各国のCO₂削減に向けた努力は必ずしも十分でなく、その達成は決して容易ではない。今後もエネルギー消費が拡大し、それに伴うCO₂排出量が増大すると見込まれる中国、インドなどアジア諸国の重要性が益々大きなものになると考えられる。

本研究ではこのような状況を踏まえ、アジアを中心とする新興国の経済発展等の世界経済の潮流や、国際エネルギー情勢の変化、地球温暖化対策の強化に伴う低炭素化技術の動向などを評価し、長期の視野に基づいてアジア及び世界のエネルギー需給を分析した。

2. 前提条件

世界の人口の将来想定については、最新の国連予測等を参照した。経済発展に伴い発展途上国においても出生率が低下する傾向にあるが、世界人口は今後も年平均1%程度の増加基調で推移し、2008年の67億人から2035年には85億人に達する見通しである。先進国では、米国で人口の持続的な増加が見込まれているが、そのテンポは緩やかなものにとどまり、日本・欧州・ロシア等でも人口はピークアウトの後、減少傾向を続ける。一方で途上国では、堅調に人口が増加してゆくものと見通される。2035年まで

*財団法人 日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット
〒104-0054 東京都中央区勝どき1-13-1
e-mail matsuo@edmc.ieej.or.jp

**東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻
〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1

に世界で増加する18億人のうち、17億人が途上国を中心とする非OECD諸国での人口増である。現在最大人口国の中国は年率0.4%で増加し、2035年には14.6億人となるが、年率1.1%で増加するインドは2030年ごろには中国を抜き、2035年には15.3億人に達する見込みである。

GDP成長率については、アジア開発銀行やIMFをはじめとする国際機関による予測、各国政府発表の経済開発計画値等を参考に、図1のように想定した。世界経済は近年深刻な不況を経験したものの、中長期的に見れば、世界経済は堅調に推移すると考えられる。現在新興国の経済が、その成長率、経済規模ともに世界経済の中で存在感を増しており、欧米諸国を中心とした一極集中から新興国に多極化しつつある。とりわけ人口の多いアジアは潜在的な成長性が高く、消費市場としての期待も大きい。今後は引き続きアジア経済が牽引役となり、2035年にかけて世界全体で年率2.8%程度で緩やかに成長すると見込んでいる。

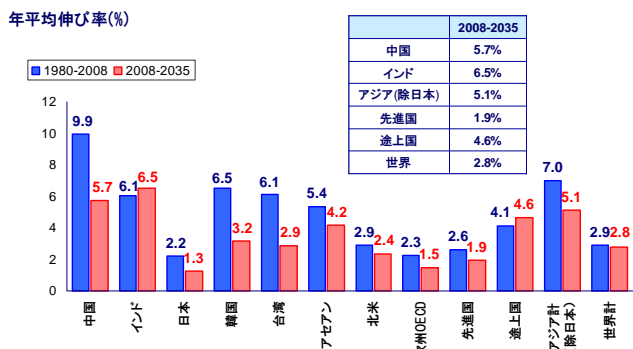


図1 GDP成長率の見通し

先進国を中心とするOECD諸国のGDPは2008年から2035年にかけて年率1.9%で成長する。一方、発展途上国を中心とする非OECD諸国では人口の増加および所得水準の向上を背景に、OECDを上回る年率4.6%で成長する。中でもアジア（日本を除く）の経済成長率は年率5.1%を維持する見通しであり、2035年のGDPは2008年比で約4倍に拡大する。

日本の原油輸入CIF価格（実質、2009年価格）は、長期的には石油生産コストの上昇に伴い緩やかに上昇し、2020年に100ドル/バレル、2030年に110ドル/バレル、2035年に115ドル/バレルで推移する（名目価格では2020年124ドル/バレル、2030年167ドル/バレル、2035年192ドル/バレル）。天然ガス価格については、米国におけるシェールガスの低コストでの生産拡大等の影響に伴い、今後原油との相対価格は中期的に低下する。しかし一方で、今後途上国を中心として原油以上に天然ガスの需要の急増が続くことや、S字カーブを加えない価格フォーミュラの影響、環境負荷が相対的に低いことへのプレミアムなどに

より、長期的には原油との相対価格が上昇すると考えられる。

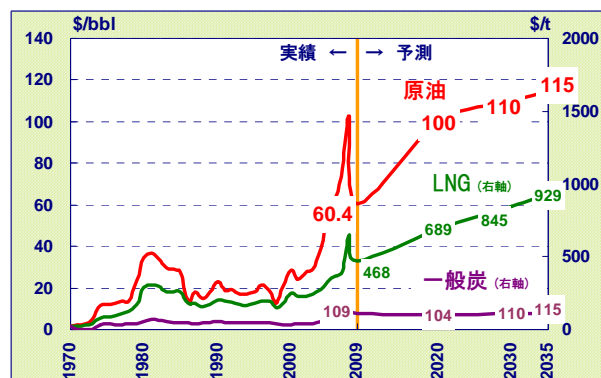


図2 一次エネルギー価格の見通し

3. ケース設定

本研究では、「レファレンスケース」と「技術進展ケース」の2つのケース設定に基づき試算を行った。「レファレンスケース」は過去の趨勢と現在までのエネルギー・環境政策等を織り込んだものであり、ここでは各国は省エネルギー・低炭素化のための特段の対策をこれまで以上に実施せず、また現在各国の表明している持つ野心的な省エネ・低炭素化技術の導入目標も、資金的状況等により十分には奏効しない、と想定している。このケースでは世界のエネルギー消費量は過去の趨勢に従って増大し、一方で化石燃料を代替する再生可能エネルギー、原子力等の導入も限定的なものにとどまる。

一方で「技術進展ケース」では、世界各国がより一層のエネルギー安定供給の確保や地球温暖化対策の強化に資する一連のエネルギー・環境政策を実施し、また、革新的技術の開発、導入が加速した場合における世界のエネルギー需給を分析した。基本的には世界各地のエネルギー政策を反映して諸前提を設定し、政策議論が進んでいないアジア諸国については、OECD加盟国など先進国からの技術移転促進による効果等によって、エネルギー効率がレファレンスケースよりも早いペースで改善され、さらに原子力、太陽光発電など非化石エネルギーの導入が拡大すると想定している。

4. 試算結果

4.1 世界の一次エネルギー消費の見通し

世界の一次エネルギー消費は、2008年から2035年まで年率1.6%で増加し、2008年の石油換算113億トンから2035年には173億トンまで約1.5倍の規模に拡大する。2008年から2035年までの世界のエネルギー消費増加量の約9割が、主に発展途上国を中心とする非OECD諸国によ

るものである。また、特にアジア地域は世界のエネルギー消費増加量の約6割を占め、増加量の約3割は中国に由来する。世界の一次エネルギー消費に占める非OECD諸国のシェアは、人口増加、経済成長に伴い2008年の51%から2035年には65%へ上昇する。アジアのシェアは2008年の34%から2035年には43%へ、中国のシェアは17%から22%へとそれぞれ上昇する。着実な経済成長を背景として2035年までに中国及びインドの2か国で世界の一次エネルギー消費の約3割を占める見通しである。

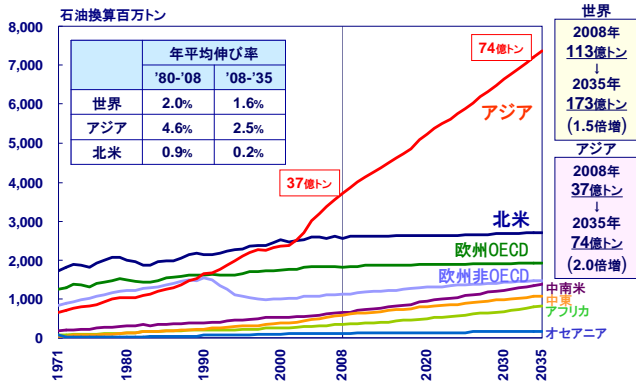
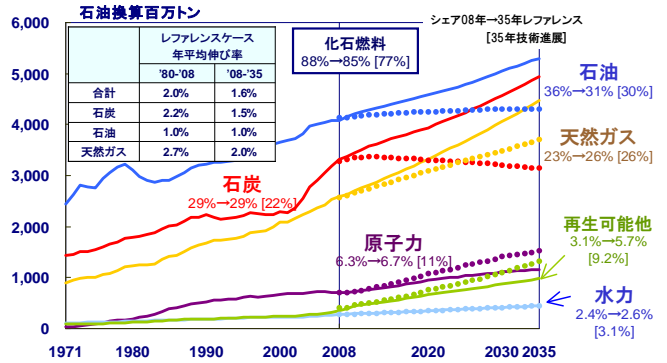


図3 世界の地域別一次エネルギー消費の見通し

一次エネルギー消費をエネルギー源別に見ると、レファレンスケース・技術進展ケースともに2035年まで依然として石油が一次エネルギー消費の中で最大のシェアを占め、主要なエネルギー源であり続ける。レファレンスケースでは、石炭、天然ガスも消費が拡大し、2035年前後には石油、石炭、天然ガスのシェアはほぼ同水準になる見通しである。化石燃料(石炭、石油、天然ガス)は、2008年から2035年の一次エネルギー消費増加量の約8割を占め、今後も主要なエネルギー源としての役割を担い続ける。化石燃料の中でも天然ガスの増加が最も大きく、一次エネルギー消費増加分の31%を占め、ついで石炭が27%、石油が21%のシェアを占め、原子力は7%、水力は3%、再生可能エネルギーは11%を占める。

技術進展ケースでは、2030年に石油消費はピークアウトする。化石燃料のシェアは2035年にレファレンスケースで85%、技術進展ケースで77%へ低下するものの、依然として主要なエネルギー源である。化石燃料のシフトに伴い天然ガスはシェアを拡大し、技術進展ケースにあってもピークアウトせず、増加を続ける。

2035年における技術進展ケースのエネルギー源別のシェアをレファレンスケースと比較すると、石油および天然ガスには大きな差は見られないが、原子力、再生可能エネルギーはそれぞれ4%、3%シェアを拡大する一方、石炭は7%減少する。



(実線はレファレンスケース、点線は技術進展ケース)

図4 世界のエネルギー別一次エネルギー消費の見通し

4.2 アジアの一次エネルギー消費

アジアの一次エネルギー消費は、2008年から2035年まで年平均2.5%で増加し、2008年の石油換算37億トンから2035年には同74億トンへ2.0倍の規模にまで拡大する。特に中国、インド、ベトナム、タイ、マレーシア、インドネシア等における好調な経済成長を背景に急速な伸びが予測される。2008年から2035年までのエネルギー消費増加分の約5割は、中国におけるエネルギー消費の増大に起因し、インドは増分の約2割を占める。またアジアの一次エネルギー消費に占める中国のシェアは、2008年から2035年まで51%とほぼ横ばいとなるが、インドは12%から18%に増加する。一方、経済の成熟化、人口減少に伴い、日本のアジアにおける一次エネルギー消費シェアは、2008年の13%から2035年には7%へ低下し、中国、インドに次ぐ水準へ縮小する。ただし、2035年においても発展途上国の一人当たりエネルギー消費は先進国を下回るため、その後も依然として一次エネルギー消費の増加ポテンシャルは大きい。

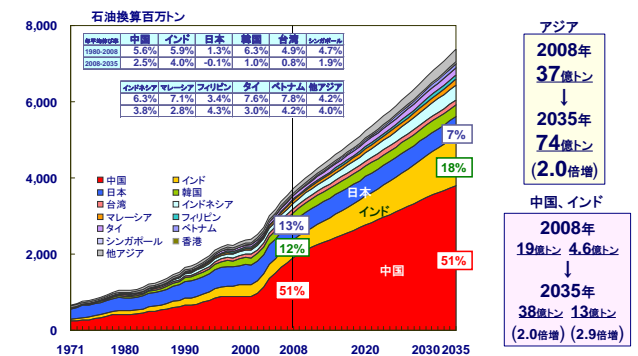
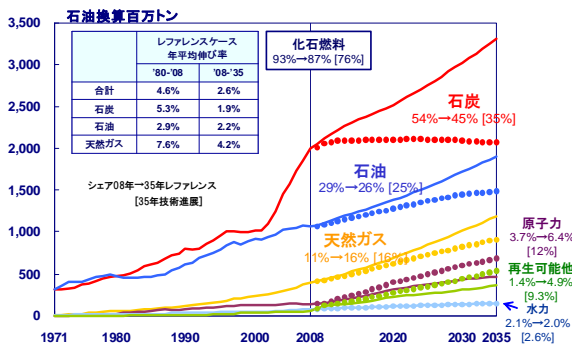


図5 アジアの地域別一次エネルギー消費の見通し

エネルギー源別に見ると、アジアでは依然として石炭火力への依存が大きい。省エネルギーやCO₂削減のための努力により最も消費が大きく削減されるエネルギー源は石

炭であるが、それでも一次エネルギーに占める石炭のシェアは2035年に35%と、最大のエネルギー源であり続ける。



(実線はレファレンスケース、点線は技術進展ケース)
図6 アジアのエネルギー別一次エネルギー消費の見通し

4.3 CO₂排出量

2035年まで世界全体の一次エネルギー消費のおよそ9割が化石燃料消費により満たされる結果、CO₂排出量は一次エネルギー消費とほぼ同じ年率1.4%で増加し、2008年の294億トンから2035年には約1.5倍の429億トンとなる。この増加分の約7割がアジアに由来する。また、中国は今後もCO₂排出原単位の大きい石炭を主軸としたエネルギー需給を継続する見通しであることから、中国一国だけで世界のCO₂排出量増加分の約3割を占める。また、2035年までの世界のCO₂排出増加量の内、途上国が約9割を占め、CO₂排出量は途上国を中心に増加する。世界の排出量に占める先進国のシェアは2008年の44%から2035年には31%へ減少し、途上国のシェアは2035年には7割近くとなる。

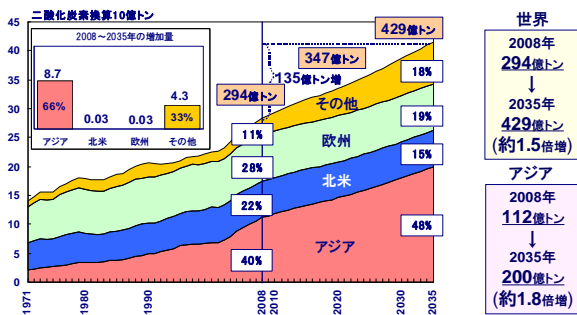


図7 世界のエネルギー起源CO₂排出量の見通し

技術進展ケースでは、エネルギー・環境技術の一層の進展により、世界のCO₂排出量は2005年から2020年で35億トン(2005年比13%増)増えるが、2024年にはピークアウトする。2035年におけるCO₂排出量はレファレンスケースと比較して145億トン(34%)減少し2億8,400万トンとなる。

145億トンの削減のうち、先進国の削減量は44億トン、

途上国の削減量は101億トンとなり、途上国が先進国の2倍以上の削減量を示す。アジアでの削減量は77億トンに達し、世界の総削減量の過半を占めるに至る。

CO₂排出削減に効果的な単一の施策は存在しない。省エネルギー、発電高効率化、非化石エネルギー導入、燃料転換、CO₂回収貯留技術などのエネルギー施策が、複合的にCO₂排出削減に大きく貢献する。総削減量145億トンのうち、省エネが49%、原子力が12%、再生可能エネルギーが11%、燃料転換が10%、CCS(二酸化炭素回収・貯留)が18%のシェアを占める。

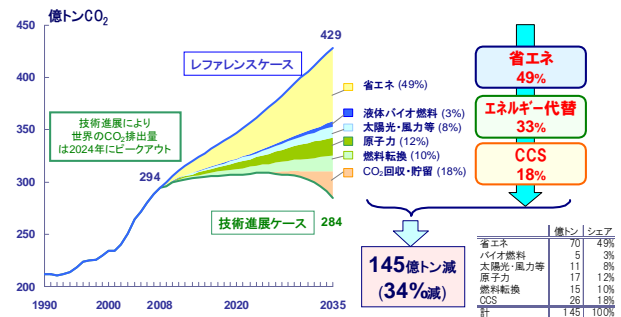


図8 技術進展による世界のCO₂排出量の削減

5. まとめ

全体各国が省エネルギー・低炭素化のための対策をこれまで以上に実施しないレファレンスケースにおいては、今後2035年までの間に世界の一次エネルギー消費は1.5倍、CO₂排出量は1.8倍に増大する。しかし各国がより一層のエネルギー安定供給の確保や地球温暖化対策の強化に資する一連のエネルギー・環境政策を実施し、また国際協調等により革新的技術の開発、導入を加速させることにより、一次エネルギー消費を16%、CO₂排出量を34%削減することが可能である。このうち、中国・インド等のアジア途上国における削減量は非常に大きく、これらのアジア諸国での技術進展によるエネルギー消費の低減が世界のエネルギーセキュリティ及び環境負荷低減のための最も重要な手段であることは明らかである。この中で、日本は国内対策強化による自国の排出削減を徹底するとともに、優れた省エネルギー技術の国際展開や積極的活用を通じて、地球規模での環境対策に貢献するとともに、アジア諸国の持続的な経済成長に一体的に協力することが重要となる。

参考文献

- 1) IEA: Energy Balances of OECD Countries, Energy Balances of Non-OECD Countries, (2010)
- 2) 伊藤、松尾、小宮山他: アジア/世界エネルギーアウトック2010, (2010), (財)日本エネルギー経済研究所