

2035年までの中国のエネルギー需給見通しとCO₂排出 —アジア/世界エネルギーアウトック 2009(中国)—

Outlook to 2035: Energy Demand and Supply, and CO₂ Emissions in China —Asia/World Energy Outlook 2009(China)—

呂正*・小宮山涼一*・伊藤浩吉*・李志東**
Zheng Lu Ryoichi Komiyama Kokichi Ito Zhidong Li

近年、中国では高度な経済成長とともに、エネルギー消費が増加している。重工業化の加速により、一次エネルギー消費は急速に拡大し、2007年で石油換算17.7億トンとなった。自家用乗用車の普及にともなう、石油輸入量が上昇し、2008年は2億トンを超え、輸入依存度は50%以上に達した。2007年、中国世界一のCO₂排出大国となった。

本研究は日本エネルギー経済研究所が作成した「アジア/世界エネルギーアウトック 2009」の一部である。世界のエネルギー需給と地球温暖化問題において、ますます重要となる中国の状況を分析し、計量経済的手法により2035年までの中国のエネルギー需給とCO₂排出量を予測した。

本研究の予測前提において、今後中国の人口増加が鈍化し続け、2030年前後にピークを迎え、2035年総人口は14.6億人になり、高齢化がさらに進行し、2035年には高齢者人口(65歳以上)が19%を占め、都市化率が64%に上昇すると予想される。また、2007~2035年のGDP年平均伸び率が5.6%で、第一次産業、重工業の比率は徐々に低下し、サービス業が増加し、一人当たりGDPは2035年7,500米ドル(2000年価格)に達する見通しである。モータリゼーションは今後も進み、2035年に中国の自動車保有台数は2.96億台、千人当たり保有台数は200台に達する見通しである。

現時点における経済・社会情勢を踏まえ、現状努力をベースにエネルギー需給を予測するレファレンスケースの予測結果では、中国の一次エネルギー消費は2035年に石油換算(以下略)34.5億トンに達し、年平均伸び率は2.4%である。2035年においても石炭が、発電部門における消費増大を背景に依然として主要なエネルギー源となっており、消費量は18.3億トンに増加する。ただし、粗鋼生産など産業用の石炭消費が鈍化するなどの原因で、石炭消費の伸びは年率1.3%にとどまり、石炭への依存度は現在より20ポイント低下する。石油については、経済発展、生活水準に伴う自動車保有台数の増加などにより着実に増加し、2035年に9億トンを超え、シェアは26%に上昇すると予測される。2035年石油輸入量は7億トンを超え、輸入依存度は79%に達する

見通しである。天然ガスの需要は民生用と発電用の増加で、2035年は3.3億トンに増加し、シェアが約10%に達し、輸入依存度は5割を超える見通しである。原子力、再生可能エネルギーの導入が大幅に増加し、2035年には一次エネルギー全体の10%を超えると見られる。

2035年発電量は2007年の2.6倍の7,667TWhに、設備容量は17.1億kWに達する。発電ベースの電源構成では、石炭火力は70%に低下し、ガス火力、原子力、新エネ発電のシェアが大きく増加し、水力の伸びが鈍化する。2035年までに原子力8,100万kW、風力8,000万kW、バイオマス発電4,600万kWが導入される見通しである。

最終エネルギー需要は2035年に22億トンに達する。2007年と比較すると、産業部門は年率1.0%増の1.9億トン増；運輸部門は3.3億トン増で年率4.4%増であり、伸び率として最大；民生部門は4.4億トン増で年率3.8%の増加であり、増加量として最大である。2035年に、最終消費に占める民生、運輸のシェアはそれぞれ3割、2割を超える見通しである。エネルギー源別では、ガス需要の伸びが最も高いが、増加量でみた場合は石油と電力が多い。

化石燃料起源のCO₂排出量は2035年には98億トンに増加する見通しである。

省エネ技術の導入と普及、火力発電効率の向上、非化石エネルギーの利用が一層進展すると見込まれる技術進展ケースでは、中国の一次エネルギー消費量は2033年にピークアウトし、2035年で26.6億トンとなり、レファレンスケースと比較して8億トン(23%減)の省エネが実現する。中国のCO₂排出量は、CCSを考慮しない場合34億トン(35%減)の削減が実現し、CCSを考慮した場合は40億トン削減(41%減)となる。省エネの貢献度が最も大きく、新エネ、原子力の導入、石炭の天然ガスへの転換なども効果的である。

石油をはじめエネルギーの輸入依存度が大きく上昇していく中、中国は日本等のアジア各国とエネルギー消費国としての利害を共有しており、安定供給を地域全体の問題として取り組むことが重要である。省エネ、新エネのさらなる推進において、日本等からの技術移転、そして共同開発、資金、制度構築における支援と協力も重要である。

* (財)日本エネルギー経済研究所(IEEJ)
** 長岡技術科学大学 経営情報系 教授

2035年までの中国のエネルギー需給見通しとCO₂排出 —アジア／世界エネルギーアウトルック 2009(中国)— Outlook to 2035: Energy Demand and Supply, and CO₂ Emissions in China —Asia/World Energy Outlook 2009(China)—

呂正*・小宮山涼一*・伊藤浩吉*・李志東**
Zheng Lu Ryoichi Komiyama Kokichi Ito Zhidong Li

The Institute of Energy Economics, Japan made a long-term energy outlook, "Asia/World Energy Outlook 2009", which prospected energy demand and supply, and CO₂ emissions on the world up to 2035. This paper is a report on the prediction results of China. The primary energy consumption in China will increase to 3,450 Mtoe in 2035, almost doubled that in 2007. Coal will continue to be the major energy during this period, 1,830 Mtoe in 2035, but the share will decline from 73% in 2007 to 53% in 2035. The consumption of oil will raise fast, more than 900 Mtoe in 2035, and the dependence of import will increase to 79%. Nature gas, nuclear and renewable energy, especially wind power will grow rapidly, the shares will increase to 9.6%, 4.2% and 7% in 2035. China will remain to be the largest CO₂ emitter in the world, CO₂ emission will increase to 9.8 Gt-CO₂ in 2035. But with the additional effort mainly on the development of energy conservation and utilization of nonfossil fuel, the CO₂ emission in 2035 can be reduced to 6.4 Gt-CO₂.

Keywords: China, Energy Outlook, Energy Demand and Supply

1. はじめに

近年、中国では高度な経済成長とともに、エネルギー消費が増加しつづけている。特に21世紀に入ってから、中国で重工業化が加速し、鉄鋼をはじめとする素材産業が急速に拡大し、これにともなって、中国の一次エネルギー消費は急速に拡大し、2桁前後の伸びが5年も続き、2001年の石油換算8.9億トンから2007年の17.7億トンに倍増した。2000年以降中国の自動車保有台数の増加率は毎年12%を超えた。自家用乗用車の普及にともなって、石油需要も大幅上昇しているが、国内生産が横ばいであり、輸入量が年々増え、2008年中国の石油輸入量は2億トンを超え、輸入依存度は50%以上に達した。国際エネルギー市場における中国の影響がますます大きくなっている。

また、石炭が一次エネルギー供給の約7割を占めている中国のエネルギー消費あたりのCO₂排出量が大きく、2007年、世界第2位のエネルギー消費国である中国はアメリカを抜いて世界一のCO₂排出大国となった。世界的にCO₂をはじめとする温室効果ガスの削減がますます重視される中、中国の動向がますます注目されている。

エネルギー消費の急増を抑止するため、中国政府は2007年省エネ対策を「基本国策」として位置づけ、2010年までにGDPあたりエネルギー消費量を2005年より20%削減する目標を打ち出した。効率の悪い生産設備の廃棄など一連の強力な措置がとられ、2006年以降中国のエネルギー消費のGDP弾性値が加率的に減少し始めた。

昨年の世界的金融危機の影響により、中国では輸出中心から国内消費中心の経済成長への移行が加速しており、中長期的にまだ比較的速い経済成長が続くと予測される。国策として省エネが引き続き推進されると思われるが、今後も中国のエネルギー消費総量の大幅増加が避けられない。

本研究は日本エネルギー経済研究所が作成した「アジア／世界エネルギーアウトルック 2009」の一部である。世界のエネルギー需給と地球温暖化問題において、ますます重要となる中国の状況を分析し、計量経済的手法により2035年までの中国のエネルギー需給とCO₂排出量を予測した。

2. 予測モデルの構造

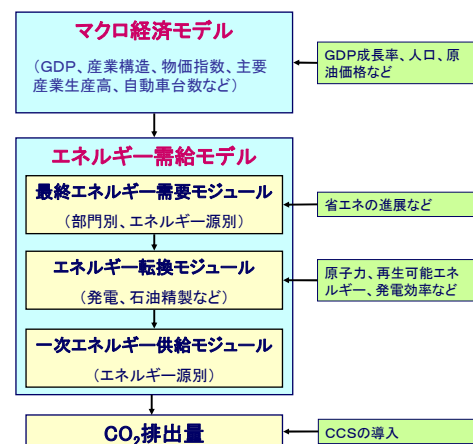


図1 予測モデルの基本構造

本研究で用いた予測モデルは計量経済型エネルギー需給モデルである。モデルの基本構造は図1の通りです。

* (財) 日本エネルギー経済研究所 (IEEJ)

** 長岡技術科学大学 経営情報系 教授

推計に用いた諸データは 1971 年から 2007 年までのもので、内にマクロ経済データは世界銀行の「World Development Indicators」と中国政府公表統計資料によるもので、エネルギー消費データは主に IEA の「Energy Balances of Non-OECD Countries」に依拠している。シミュレーション期間は 2008 年から 2035 年まで、1 年 1 期としている。

3. 予測前提とケース設定

本研究において、人口見通しは国連の「World Population Prospects」を参考にしており、今後も中国の人口増加が鈍化し続け、2030 年前後にピークを迎え、2035 年総人口は 14.6 億人になると予測される。1970 年代後半から「一人っ子政策」を実施した結果、中国では高齢化が進んでおり、2035 年には高齢者人口（65 歳以上）が 19% を占める。また、都市開発と都市部への人口移動により中国の都市化率が上昇している。2035 年には都市化率が現在の 45% から 64% に上昇すると予想される。

経済成長の見通しは、2007～2035 年の年平均伸び率が 5.6% である。ただし、伸び率は徐々に鈍化する。特に労働力人口の減少が経済成長の鈍化に影響している。産業構造の見通しとしては第一次産業の比率が低下し、サービス業が増加する。また、今後の粗鋼生産量は、特需の減少などの原因で 2010 年代前半から減少に転じる見通しであり、GDP に占める重工業の比率は徐々に低下する。一人当たり GDP は 2035 年 7,500 米ドル（2000 年価格）に達する見通しである。所得の増加に伴い、中国のモータリゼーションは今後も進むと考えられ、2035 年における中国の自動車保有台数は 2.96 億台、千人当たり保有台数は 200 台に達する。その内、自家用乗用車は全体の 65% を占める。

表 1 予測前提の主要経済社会指標

	実質GDP (2000年価格十億\$)	人口 (百万人)	一人当たり 実質 GDP (\$/人)	自動車保 有台数 (千台)	一人当たり 保有台数 (台/人)	都市化率 (%)
1980	183	987	185	1,783	0.002	19
2007	2,387	1,321	1,807	42,000	0.033	45
2020	5,789	1,431	4,045	123,390	0.086	53
2030	9,187	1,462	6,282	231,621	0.158	60
2035	11,049	1,462	7,555	295,613	0.202	64
年平均伸び率(%)						
07/80	10.0	1.1	8.8	12.4	11.4	3.16
20/07	7.1	0.6	6.4	8.6	7.7	1.31
30/20	4.7	0.2	4.5	6.5	6.3	1.26
35/30	3.8	0.0	3.8	5.0	5.0	1.10
35/07	5.6	0.4	5.2	7.2	6.7	1.25

本研究では、省エネ、新エネ技術の開発と普及について、二つのケースを想定した。

レファレンスケース

現時点における経済・社会情勢を踏まえ、今後施行される確度の高い政策や、普及可能性の高い技術の展開を考慮に入れ、エネルギー需給を予測するケース。

技術進展ケース

エネルギー安定供給確保、地球温暖化対策の強化や、技術に関する国際協力や国際移転の促進を背景に、技術開発が加速化し、革新的技術の普及が一層拡大するケース

4. 予測結果

4. 1 中国のエネルギー需給予測（レファレンスケース）

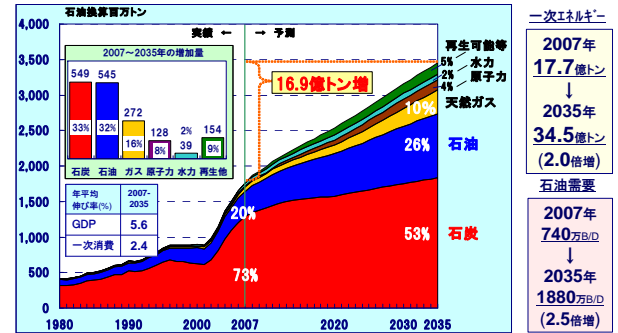


図 2 中国の一次エネルギー消費

中国の一次エネルギー消費は 2007 年に石油換算 17.7 億トンであったが、2035 年には同 34.5 億トンに達する。28 年間で約 17 億トンの増加、年平均伸び率は 2.4% である。GDP あたりのエネルギー消費原単位は 58% 低下し、年率では約 3% の改善である。GDP 原単位を 2010 年で 2005 年比 20% 減少させる政府目標は計画通りに実現される見通しである。

中国の一次エネルギー消費構造の特徴は石炭への依存である。2035 年においても石炭が、発電部門における消費増大を背景に依然として主要なエネルギー源となっており、シェア 53% を維持する。ただし、石炭消費の伸びは年率 1.3% にとどまり、消費の伸びは他の化石燃料に比較して小さい。特に粗鋼生産など産業用の石炭消費が鈍化するのが原因である。そのため、石炭への依存度は現在より 20 ポイント低下する。石油については、経済発展、生活水準に伴う自動車保有台数の増加などにより着実に増加し、シェアは 20% から 26% に上昇する。天然ガスの需要は民生用と発電用の増大で、2035 年にシェア約 10% に達する。

エネルギー源別にみると、石炭消費は 2007 年に石油換算 12.9 億トンであったが、2035 年に同 18.3 億トンに増加す

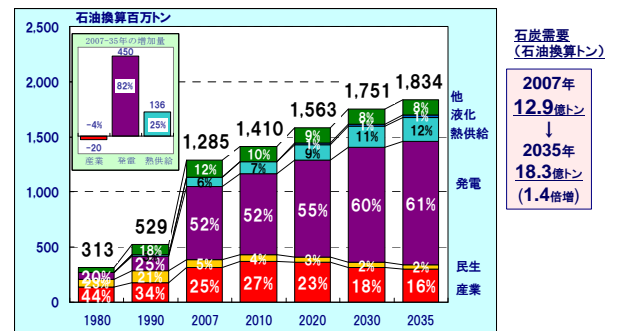


図 3 中国の部門別石炭消費

る。28年間で5.4億トン増加するが、これは発電用で4.5億トン、熱供給で1.4億トンの増加が主な要因である。現在、石炭の52%が発電用に消費されているが、2035年には比率がさらに61%に上昇する。一方、産業の石炭消費シェアは低下する。粗鋼などの生産量が大きく伸びないことが原因である。

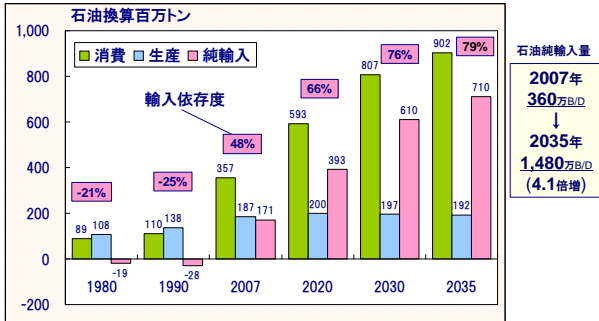


図4 中国の石油需給バランス

石油消費は2007年の3.6億トンから2035年の9億トンに増加する見通しである。中国の石油需給のバランスは今後さらに悪化すると予想される。既存油田の回収率の向上と新規油田開発の促進で石油の生産を維持していくものの、2020年ごろには2億トンの生産ピークを迎え、2035年に1.9億トンに低下する。2035年の石油の輸入量は7億トンを超え、輸入依存度は79%に達する見通しである。

天然ガスの消費量は2007年に石油換算6,000万トンであったが、2035年に3.3億トンに増加する。28年間で2.7億トン増加するが、主に発電用、民生用で増加する。天然ガス国内生産の増加が消費を下回り、輸入依存度は2035年に5割を超える見通しである。ロシアや中央アジアなどからガスパイプラインによるガス輸入のほか、長期的には日本並みのLNGの輸入量が予想される。

原子力、再生可能エネルギー発電が大幅に増加し、2035年は一次エネルギー全体の10%を超える。

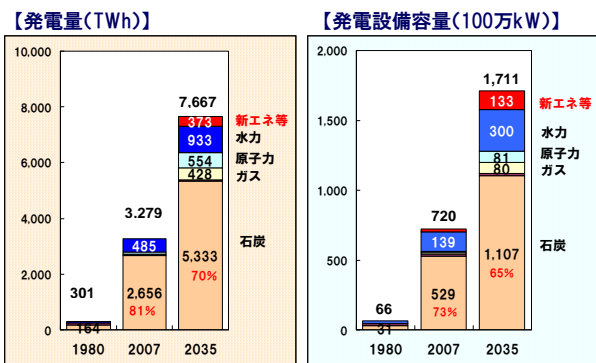


図5 中国の発電容量と発電量

電力需要は堅調に推移する。発電量は2007年に3,279TWhであったが、2035年には2.6倍の7,667TWhに達する見通しである。発電設備容量は7.2億kWから17.1億kWに増加す

る。発電量ベースの電源構成では、石炭火力は70%に低下し、ガス火力のシェアが大きく伸びる。原子力、新エネルギーも大きく伸びる。水力は資源と環境面から伸びが鈍化する。再生可能エネルギー発電として、2035年までに風力8,000万kW、太陽光発電500万kW、バイオマス発電4,600万kWが導入される見通しである。一方、原子力は2020年に4,100万kW、2035年には8,100万kWが導入される。

化石燃料起源のCO₂排出量は2007年59.8億トンであったが、2035年には98億トンに増加する見通しである。28年間で約38億トンの増加で、世界の増加分の約3割を占める。

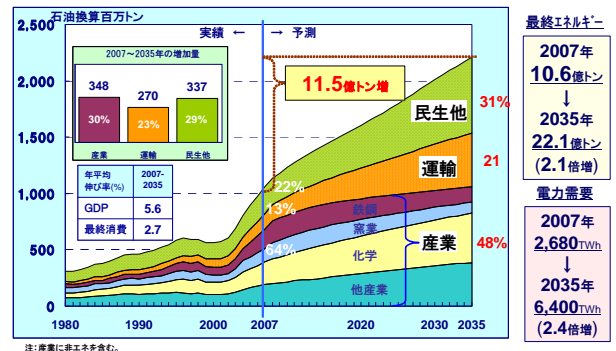


図6 中国の最終エネルギー消費

2007年の最終エネルギー需要は10.6億トンであったが、2035年に22億トンに増加する。28年間で約11億トン、年率2.7%の増加となる。内訳では産業部門は1.9億トン増、年率1.0%の増加である。運輸部門は3.3億トン増で年率4.4%であり、伸びとして最大である。民生部門が4.4億トン増で年率3.8%の増加であり、増加量として最大である。民生部門が最終消費に占めるシェアは2035年に3割になり、世界平均に近づくが、一人当たりの消費量は依然として少ない。エネルギー源別に最終消費をみると、ガス需要の伸びが最も高いが、増加量でみた場合は石油と電力が多い。

4.2 中国の省エネルギー進展とCO₂排出量の展望

本研究では、上述のレファレンスケースに比べて、最終消費における省エネルギー技術の導入と普及、発電部門等における火力発電効率の向上、非化石エネルギーの利用が

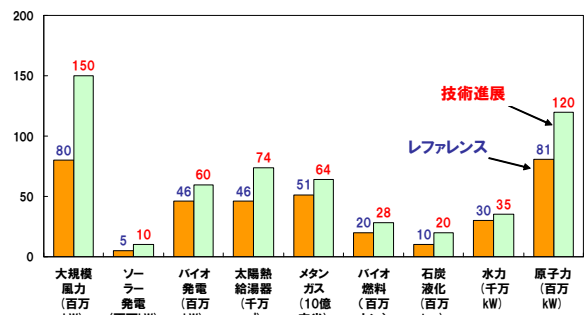


図7 中国の非化石燃料導入量の展望 (2035年)

一層進展すると見込まれる技術進展ケースを想定した。技術進展においては、中国における原子力、風力等の再生可能エネルギー導入計画の拡大見直しの可能性などが考慮され、2035年には風力1.5億kW、原子力1.2億kWが導入される見通しである。

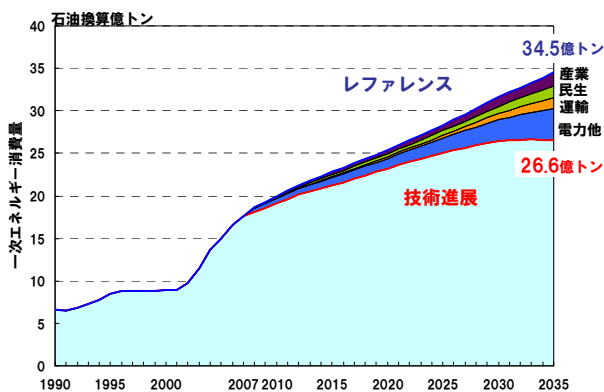


図8 中国における省エネルギー量の展望

技術進展ケースでは、先端技術の導入により、中国の一次エネルギー消費量は2033年にピークアウトし、2035年で26.6億トンとなり、レファレンスケースに比較して8億トン(23%減)の省エネが実現する。部門別でみる省エネ量では、電力など転換部門が最も大きく、3.7億トンとなる。最終消費部門に関しては、産業の省エネ量が最も多く1.6億トンで、14%の省エネとなる。運輸の省エネ率が一番大きく27%で、省エネ量が1.3億トンである。民生の省エネ量が1.4億トンで、省エネ率が20%となる。

CO₂排出量に関しては、技術進展ケースでは、中国CO₂排出量はCCSを考慮しない場合2030年に、CCSを考慮した場合は2025年にピークアウトする。2035年でレファレンスケースに比較して、CCSを考慮しない場合34億トン(35%減)のCO₂削減が実現し、CCSを考慮した場合は40億トン削減(41%減)となる。CCSを考慮した場合で削減量を要因分解すると、省エネの効果が最も大きく、全体の56%を貢献する。ほかに、新エネの導入が11%、原子力が9%、石炭の天然ガスへの転換などが9%、CCSの導入が15%の削減となる。

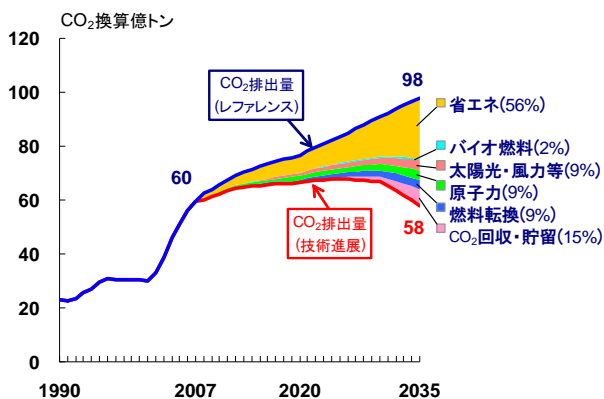


図9 中国のCO₂排出量の削減

5. 終わりに

中国では今後数十年間も比較的速い経済成長が続き、エネルギー消費が大幅に増加すると予想される。一次エネルギー消費において、国産石炭が依然としての最大のシェアを占めるが、経済発展と環境負荷低減の両方からの要請で、石油、天然ガスのウエイトが確実に上昇すると見られる。需要の増加に国内生産が追いつかず、石油と天然ガス輸入の大幅な拡大が避けられない。国際エネルギー市場における最大の輸入国になり、石油をはじめエネルギーの輸入依存度が大きく上昇していく中国にとって、エネルギーの安定供給が非常に重要な課題となる。原油価格のアジアプレミアム解消、石油備蓄などにおいて、中国、日本などのアジア各国は、エネルギー消費国としての利害を共有しており、地域全体の問題として取り組むことが重要である。

地球温暖化対策でCO₂排出の削減が国際社会における最重要課題の一つとなりつつある現在、世界一のCO₂排出大国となった中国に注目が集まるのが必至である。一方、2035年時点でも、中国では経済成長が続いているとは言え、一人当たりGDPがまだ1万米ドル未満で、一人当たりエネルギー消費量も世界平均以下にあり、現在の日本レベルの6割弱、アメリカの3割に過ぎない。経済、環境、エネルギーのすべての面から、省エネルギーの推進が求められる。エネルギー消費総量が安定していく産業部門のさらなる効率向上が必要で、これからエネルギー消費が大幅に増加する民生部門、運輸部門に対して、ライフスタイルと機械効率の両方において、先進国の経験と教訓を参考して、ある程度先取りした省エネ対策と技術開発・導入を講じるべきである。また、環境負荷、エネルギーのベストミックスなどを考える場合、クリーンコール技術、原子力、新エネルギー利用の推進も必要である。以上のすべての面において、日本などの技術先進国からの技術移転、そして共同開発、資金、制度構築における支援と協力が重要である。

参考文献

- 1) 小宮山、伊藤、森田；アジア／世界エネルギーアウトック2009、(2009)、日本エネルギー経済研究所。
- 2) IEA; Energy Balances of Non-OECD Countries, 各年版。
- 3) The World Bank; World Development Indicators, 各年版。
- 4) 中国国家発展改革委員会；再生可能エネルギー中長期発展計画、(2007)。
- 5) 中国国家発展改革委員会；再生可能エネルギー発展第11次5ヵ年計画、(2008)。
- 6) 中国国家统计局；中国統計年鑑、各年版、中国統計出版社。