

# アジアのエネルギーミックスと長期需給見通し

## Asia's future Energy Mix and long-term Energy Supply and Demand Outlook

松尾雄司\*・永富悠\*・柴田善朗\*・柳澤明\*・山下ゆかり\*・伊藤浩吉\*

Yuhji MATSUO Yu NAGATOMI Yoshiaki SHIBATA Akira YANAGISAWA Yukari YAMASHITA Kokichi ITO

The Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ) annually makes a long-term forecast 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 CO<sub>2</sub> emissions forecasts. The world's primary energy consumption will grow at a rate of 1.6% per annum during the period 2010-2035, from 11,700 Mtoe (million tons of oil equivalent) to 17,500 Mtoe. CO<sub>2</sub> emission will increase from 30.4 Gt in 2010 to 43.4 Gt in 2035. In the Advanced Technology Scenario, where advanced low-carbon technologies become widely deployed around the world, CO<sub>2</sub> emission will be reduced by 13.7 Gt or 31%, about half of which is due to reduction in Asian countries. Asia is the only region in the world to which the import of fossil fuels increases tremendously, thus the mutual relationship between Asia and fossil-fuel exporting countries, such as Middle East countries, will be more and more important in the future.

**Keywords** : Energy Outlook, Econometrics, Energy conservation, Global Warming, Fossil fuel

### 1. はじめに

世界のエネルギー需要は急速に拡大している。1971年に5,500Mtoeであった世界のエネルギー需要は、2010年には12,700Mtoeへと、2.3倍に拡大した。中でも近年著しい増加を示しているのはアジア地域である。特に2000年以降、同地域におけるエネルギー消費の増加が世界全体の増加量の7割を占める状況となっている。エネルギー資源、とりわけ石油資源に恵まれていないこの地域における需要の急拡大は、域内外に様々な課題を生じさせている。このため、例えば、最大のエネルギー需要をもつ中国は、原子力や再生可能エネルギーの導入拡大を急速に進めると同時に、既に国際石油パイプラインの建設や原油の権益取得、LNGやパイプラインによる天然ガス輸入の拡大など、あらゆる手段を通じて化石燃料調達の確保・多様化に努めている。今後もアジアを中心として世界のエネルギー需要、特に化石燃料の需要は拡大が続く。地域的に偏在する化石燃料資源（石炭、石油、天然ガス）をいかに世界の需要地に安定的に供給するかは、益々重要な課題になると考えられる。

本研究では、過去の実績データや最新のエネルギー政策動向等を踏まえ、アジアを中心とする世界各地の2035年までのエネルギー需給について、計量経済型のエネルギー需給分析モデルにより分析を行った。特に、大消費地としてのプレゼンスを高めるアジアのエネルギーミックスや、世界最大のエネルギー供給地域である中東とアジアとの関係に焦点を当て、その将来の姿を定量的に展望した。

### 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、2010年の68億人から2035年には86億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。

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。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く、今後は引き続きアジア経済が牽引役となって2035年にかけて世界全体で年率2.9%程度で緩やかに成長する。

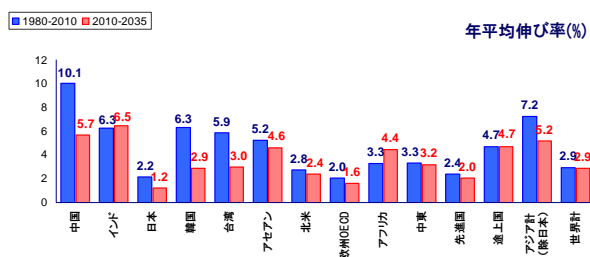


図1 GDP成長率の見通し

\*一般財団法人 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

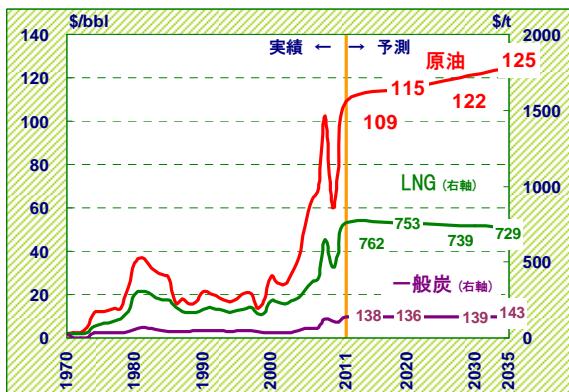


図2 一次エネルギー価格の見通し  
(2011年実質価格)

日本の原油輸入 CIF 価格（実質、2011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115ドル/バレル、2030年に122ドル/バレル、2035年に125ドル/バレルで推移する（名目価格ではそれぞれ137、177、201ドル/バレル）。また天然ガスについては、日本向けのLNG価格決定方式等は基本的に石油リンクが継続されるものの、世界的な非在来型天然ガスの増産やアジア向けパイプラインガスプロジェクト増加に伴い、原油との相対価格は中長期的に低下すると想定した。

### 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。

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。

## 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、2010年から2035年まで年率1.6%で増加し、2010年の石油換算117億トンから2035年には175億トンまで約1.5倍の規模に拡大する。2010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2010年の53%から2035年には66%へ上昇する。アジアのシェアは2010年の37%から2035年には45%へ、中国のシェアは19%から24%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。

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。化石燃料は2010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30%を占め、ついで石油が25%、石炭が24%、原子力は6%、水力は2%、その他再生可能エネルギーは12%を占める。

技術進展ケースでは2030年以降、石油消費はほぼ横ばいとなる。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。

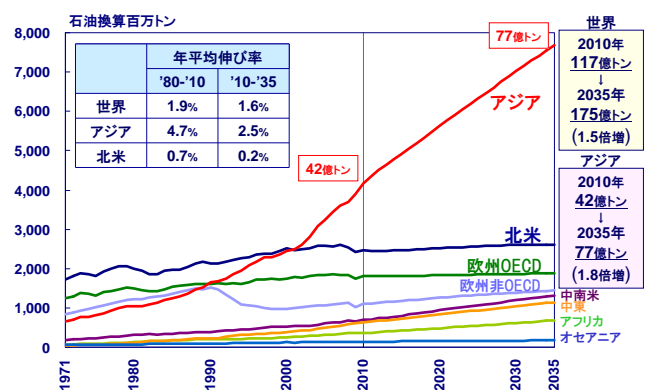


図3 世界の地域別一次エネルギー消費の見通し  
(レファレンスケース)

### 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、2010年から2035年まで年平均2.5%で増加し、2010年の石油換算42億トンから2035年には同77億トンへ1.8倍の規模にまで拡大する。特に中国、インド、アセアン諸国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。ただし、2035年においても発展途上国の一人当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。

エネルギー源別に見ると、アジアでは依然として石炭への依存が大きい。省エネルギーやCO<sub>2</sub>削減のための努力により消費が最も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技術進展ケースで2035年に37%と、最大のエネルギー源であり続ける。

#### 4.3 CO<sub>2</sub>排出量

世界のCO<sub>2</sub>排出量は一次エネルギー消費より若干低い年率1.4%で増加し、2010年の304億トンから2035年には約1.4倍の434億トンとなる。この増加分の約7割がアジアに由来する。

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CO<sub>2</sub>排出量は2010年から2020年まで19億トン増えるが、2020年代にはピークアウトする。2035年におけるCO<sub>2</sub>排出量はレファレンスケースと比較して137億トン(31%)減少し297億トンとなる。

CO<sub>2</sub>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、CO<sub>2</sub>回収貯留技術などの施策が、複合的にCO<sub>2</sub>排出削減に大きく貢献する。総削減量137億トンのうち、省エネが45%、原子力が11%、再生可能エネルギーが15%、燃料転換が10%、CCS(二酸化炭素回収・貯留)が19%のシェアを占める。

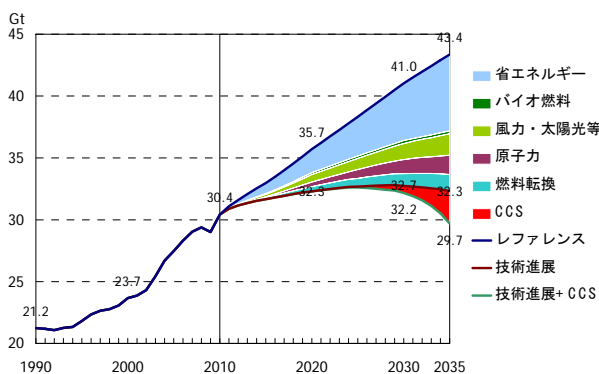


図4 技術進展による世界のCO<sub>2</sub>排出量の削減

#### 4.4 世界の原油・天然ガス輸出入バランス

アジア地域のエネルギー需給にとって特徴的なことは、同地域は石炭資源を豊富に有している反面、石油及び天然ガスについては今後の需要増を賄うだけの資源を有していないということである。このため図5示すように、今後

2035年にかけて、欧米では化石燃料の需要が大きくは伸びず、北米は需要減退と非在来型資源開発による生産増に伴いエネルギー自給状態に向う中で、アジアのみにおいて突出して石油・天然ガスの輸入量が増加する。

石油については、この輸入増に対応するのは中東地域である。レファレンスケースにおけるアジアの純輸入増分1,800万b/dのうち、半分は中東からとなる。

逆に中東の側から見ると、今後欧州への輸出増加は見込めないと同時に、北米への輸出は急速に減少し、その分をアジアに向けて輸出する構造となる。このため、石油の大輸出地域としての中東と大輸入地域としてのアジアの相互関係は今後益々深まる。一方で天然ガスについては中東のみではなく、旧ソ連、豪州、アフリカ、北米等他の多くの地域がアジアへの輸出余力を有するという点が異なる。但し石油・天然ガスともに中東からアジアへの輸出量は増加し、両者合計で中東の化石燃料輸出全体の9割近くを占めるに至る。

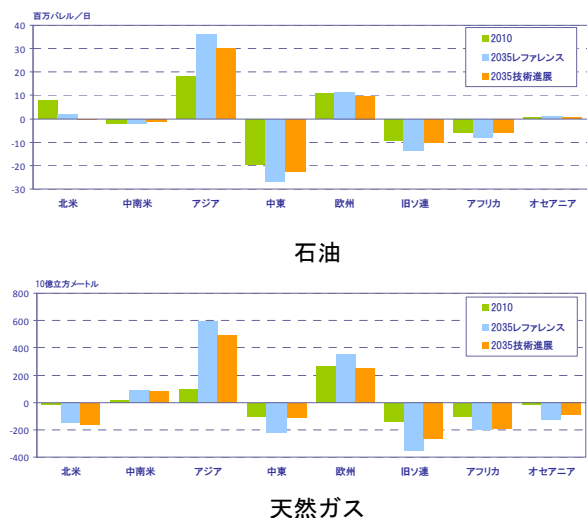


図5 石油・天然ガスの純輸入量

#### 4.5 アジアのエネルギーミックス

アジアにとってエネルギー自給の鍵は豊富な資源を有する石炭であり、その観点からも、今後も長期に石炭の利用は継続する。しかし上述のように石油・天然ガスの輸入も大幅に拡大する見通しであり、全体のエネルギー自給率はどのケースにあっても低下してゆく。このため、いかに”3E”(エネルギー安全保障、環境適合性及び経済効率性)を確保しつつ増大するエネルギー需要に対応するかが重要な課題となっており、そのための有力な手段として省エネルギーの促進や原子力・再生可能エネルギーの積極的な導入が目指されている。日本・韓国を除く非OECDアジアにとって重要なことは、この3つの対策の何れもが最大限の導入を目指すべきものであるということであり、日本

における一部のエネルギーミックスの議論のように、例えば原子力と再生可能エネルギーが対立し、代替しあう関係とは捉えられていない、ということである。

以下、レファレンスケース相当でかつ原子力・再生可能エネルギーは2035年まで2010年実績値相当のままとした「0. 省エネなし」ケースと、そこから技術進展ケース相当の省エネルギーのみを見込んだ「1. 火力依存」ケース、更に再生可能エネルギー、原子力及びその双方の導入を技術進展ケース相当まで見込んだ「2. 再生可能進展」「3. 原子力進展」及び「4. 原子力+再生可能進展」ケースについて述べる。

非OECDアジアのエネルギー全体の自給率は現在の86%から2035年には「0. 省エネなし」ケースで72%まで低下するが、それに対して再生可能・原子力等を見込んだ「4. 両者進展」ケースでも74%と、大きくは向上しない。これは再生可能等が導入された場合、かなりの部分が自給率の高い石炭を代替することとなるためである。一方でエネルギー起源CO<sub>2</sub>の削減にはそれぞれが大きく貢献し、「0. 省エネなし」ケースに比べて省エネで20%、再生可能エネルギーで9%、原子力で6%、合計で36%の削減となり、これは世界全体のCO<sub>2</sub>（レファレンスケース、2035年）の18%に相当する。

経済合理性については、各対策の導入のためのコスト増加と、化石燃料購入削減によるベネフィットが相殺する。図6は各ケースについて、2035年までの累積負担額を、「1. 火力依存」ケースからの差分として示したものである。非OECDアジア全体で省エネルギーによってネットで0.6兆ドル、原子力によって0.3兆ドルのベネフィットが見込まれるが、再生可能エネルギーは高価であるため、その導入はネットで0.9兆ドルの負担増となる。なおこの試算では再生可能エネルギーには将来にわたる価格低減を織り込む一方で、原子力発電については福島事故を受けた追加的安全対策や、立地費用等の政策諸費用、高レベル放射性廃棄物処分費用、廃炉費用等を全て含んでいる。

また、化石燃料価格の影響も非常に大きいことに留意が必要である。仮に原油及び天然ガスの輸入価格が30%上昇した場合、非OECDアジアにとっての負担増は累積で9兆ドルも増加する。これは上記の各対策のコスト・ベネフィットを大きく上回るものであり、化石燃料価格の安定化がアジアのエネルギー供給にとって極めて重要なものであることがわかる。この意味で、再生可能エネルギーや原子力の導入は、化石燃料の価格上昇リスクを軽減するために大きな期待が寄せられ、導入が進められているものと見られることもできるだろう。

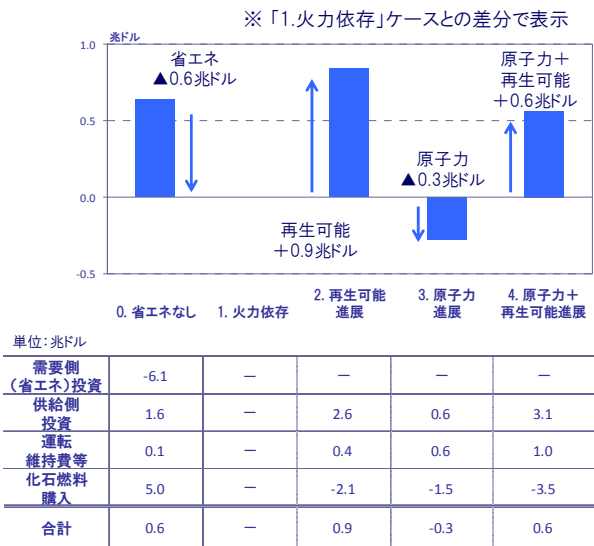


図6 2035年までの累積負担額

## 5. まとめ

今後長期にわたって世界のエネルギー需要はアジアを中心として拡大する。このため特に石油・天然ガスの輸入はアジアのみにおいて急速に増加し、今後の世界のエネルギー需給の姿を大きく変えるものになると考えられる。

エネルギー自給率の低下するアジアにとって中東等、エネルギー産出地域との関係強化は益々重要となる。一方で欧米への輸入が減退に向う中で、中東にとってはアジアが唯一の主要なエネルギー供給先となり、両者の相互依存関係はより深化することとなる。

アジアのエネルギー需給の”3E”を考える場合、まずエネルギー自給率に大きく貢献するのは石炭であり、その利用は今後も長期的になくならない。各対策の中では省エネルギーがCO<sub>2</sub>排出削減量・累積負担減少効果ともに大きく、まずはその最大限の進展が望まれる。原子力の導入はCO<sub>2</sub>を削減するとともに化石燃料輸入減による利益を齎すが、再生可能エネルギーは更なるコスト低減が行われない限り、ネットで負担増となる。

アジアのエネルギー問題は世界の問題であり、応急処置的な対策で対処できるものではない。その解決のためにはより広い視野に立ち、長期の視点で考え、対策を講じることが必要となるであろう。

## 6. 謝辞

本研究の一部は、環境省の環境研究総合推進費(S-6-1)の支援により実施された。環境省に対して深い謝意を表すものである。

## 参考文献

- 1) 松尾他: アジア/世界エネルギーアウトルック 2012, (2012), (一財)日本エネルギー経済研究所