

# アジア・世界の長期エネルギー需給見通し

## —市場統合が進む ASEAN を焦点に—

### Asia/World Energy Outlook

#### — Focus on ASEAN Economies Towards Integration of Markets —

呂正\*・末広茂\*・松尾雄司\*・山下ゆかり\*・伊藤浩吉\*  
Zheng LU Shigeru SUEHIRO Yuji MATSUO Yukari YAMASHITA Kokichi ITO

This paper presents the major results of a long-term outlook of energy supply and demand, and CO<sub>2</sub> emissions for Asia and the world, especially the Association of South - East Asian Nations (ASEAN) region. The world's primary energy consumption will reach 18.9 Gtoe (billion tons of oil equivalent) in 2040, 40% up from 2014 level. During the same period, ASEAN's primary energy consumption will rise to 2.2 times, accounting for 14% of the global increment. ASEAN's coal consumption will increase 3.5-fold, accounting for 40% of the world's increment. One fifth of global increment of energy-related CO<sub>2</sub> emissions (9.5 billion tons larger in 2040 than in 2014) is due to ASEAN. Due to rapid increase in demand, ASEAN will become a net importer of fossil fuel. On the other hand, ASEAN countries require enormous investment in energy resource development and infrastructure construction. In order to promote effective use of the intra-regional energy resources, infrastructure consolidation, such as power grid interconnection, can be expected to reduce energy imports, increase self-sufficiency rate and suppress CO<sub>2</sub> emissions.

**Keywords** : Energy outlook, ASEAN, Integration of market, Energy investment

#### 1. はじめに

欧米の景気回復の弱さ、中国など新興国の経済の変調などを受け、ここ数年、世界のエネルギー消費の増加スピードが鈍化している。しかし、中長期的には、世界経済の拡大と人口増などにより、アジアを中心に世界のエネルギー需要は引き続き増大すると考えられる。中国、インドに続いて、こうした増加に寄与していくのが、東南アジア諸国連合 (ASEAN) である。

ASEAN は、欧州連合を上回る 6 億人の人口を擁し、大きな経済発展余地を有している加盟国も多く、今後の力強い成長が期待されている。さまざまな経済発展段階に位置する国があることから、域内の関税撤廃などを図るべく 2015 年末に発足した ASEAN 経済共同体が実効性を高めてゆくなどすれば、その成長はより確固としたものになりうる。

ASEAN の 1 人あたりエネルギー消費量は依然として日本を含む先進諸国よりも低い。ミャンマー、カンボジアなどではエネルギー関連インフラの整備がまだ不十分で、ASEAN 全体の未電化率は 2013 年現在まだ 19% もあり、約 1 億 2,000

万人が電力供給を受けていない。経済成長などによってエネルギー消費量がさらに増えることが避けられない。

ASEAN にはインドネシアやマレーシアを筆頭に、化石エネルギー資源を比較的豊富に有する国があり、地域全体で見れば現在も純輸出のポジションにある。しかし、今後、石油を中心に化石燃料需要の拡大に域内の生産が追いつかず、輸入依存度が高まるのは必至である。また、ASEAN の水力、地熱、バイオマスなど再生可能エネルギーの供給ポテンシャルは大きいですが、資源の偏在が開発のネックの一つとなっている。域内のエネルギー資源を有効活用するために、域内諸国の送電線の国際連系などが計画されている。

本研究では、経済社会・エネルギー需給などの実績データやエネルギー政策の最新動向等を踏まえて、今後の経済成長と人口動態などを想定し、計量経済型エネルギー需給モデルを中心とする定量モデル群を用いて、アジアを中心とする世界各地の長期エネルギー需給見通しを作成した。その中で、特に ASEAN 地域に焦点を当て、堅調な増加が予想されるそのエネルギー需要をいかに満たしていくのかを検討し、エネルギー関連の投資額等を推計し、電力市場等の統合が進む場合の影響を評価した。

\*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: lu@edmc. ieej. or. jp

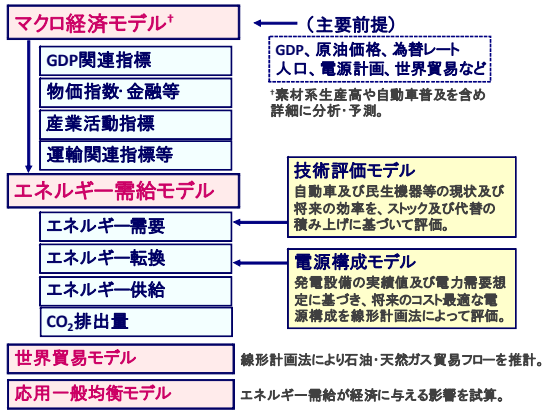


図1 モデルの基本構造

2. モデルの構造

本研究の定量分析で用いたモデルの基本構造は図1のとおりである。中核となる計量経済型エネルギー需給モデルでは、国際エネルギー機関(IEA)の詳細なエネルギーバランスデータをベースに、世界銀行の「World Development Indicators」などから収集した各種経済指標や人口、自動車保有台数、素材生産量等エネルギーに関連するデータを用いて、回帰分析することによりモデル化し、将来の予測を行う。推計に用いた諸データは主に1971年から2014年までのものである。シミュレーションは2015年から2040年までの期間が中心で、1期1年としている。

3. 分析の前提

将来のエネルギー需給構造は、人口や経済成長等の社会・経済要因、エネルギー価格、エネルギー利用技術、エネルギー・環境政策等に大きく左右される。

人口の想定においては、国際連合の“World Population Prospects”等を参照した。世界人口は今後年平均0.9%程度の増加基調で推移し、2014年の72億人から2040年には92億人に達する。多くの経済開発協力機構(OECD)諸国で、少子高齢化が進み、人口減少圧力が増大する。非OECD諸国においても所得水準の上昇、女性の社会進出に伴って出生率は低下するが、医療技術の発展と食料事情・衛生状態の改善により死亡率も低下するため、人口の増加が続く。ASEANの人口は2040年までに7.6億人まで増加し、年平均の増加率は0.8%である。年齢構成の若いフィリピン、ラオ

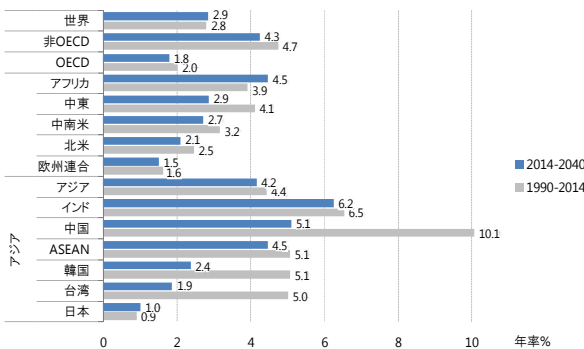


図2 経済成長率の想定

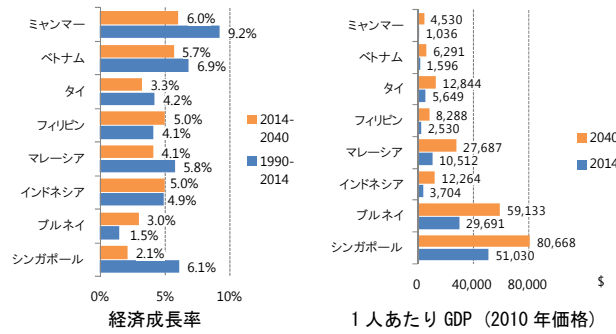


図3 ASEAN主要国の経済成長率と1人あたりGDP

ス、カンボジアで増加率が高いが、高齢化が進むタイでは、2020年代中盤に人口のピークを迎え、以降減少に転じる。

経済成長に関しては、国際通貨基金、アジア開発銀行などの国際機関による予測、各国政府の経済開発計画等も参考にして実質国内総生産(GDP)成長率を図2のように想定した。世界経済は様々な課題を抱えるものの、今後中長期的には堅調な成長を達成する。2040年にかけて世界全体では年率2.9%で成長する。非OECD諸国の成長率が高く、とりわけ、アジアは今後も世界経済の成長をけん引してゆく。

ASEANは中国、インドという巨大市場に隣接する好立地を背景に、欧州や日本などからの投資が増加している。さらに、2015年末にASEAN経済共同体(ASEAN Economic Community; AEC)が発足し、域内の貿易自由化や市場統合などを通じて成長加速を目指す動きも出ている。その2040年までの平均経済成長率は4.5%と、インドと中国に次ぐ高い成長率を維持する。1人あたりGDPは2040年には9,800ドルと2.5倍に増加するが、なお世界平均17,000ドルを下回る。ミャンマー、ラオスなどは5,000ドルに届かず、2040年以降も成長ポテンシャルは大きい。

国際エネルギー価格については、非OECD諸国を中心とする需要拡大とともに、既存油田の減退や高コスト原油へのシフト、更に中東等のリスク要因等により、原油価格は再び上昇に転じ、2020年に実質で75ドル/bbl、2040年に125ドル/bblに達すると想定する。天然ガス価格も上昇するが、地域間取引の拡大等により既存の格差は縮小に向かう。

本研究での試算では、現在までのエネルギー・環境政策等を背景とし、過去の趨勢が継続すると想定している。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るが、省エネルギー・低炭素化の急進的な政策等は打ち出されないとする。

4. 分析結果

4.1 世界とASEANのエネルギー需給

(1) 世界のエネルギー需給

経済の拡大と人口増加などにより、世界の一次エネルギー需要は、2014年の石油換算13,700百万トン(Mtoe)から

2040年には18,900 Mtoeへと、年率1.2%で増加する。増加量の約9割が非OECD諸国によるもので、とりわけ、アジアの需要は1.6倍へ拡大し、世界全体の増分の約6割を占める。中でも、中国、インド、ASEANの消費は引き続き大きく増大し、アジアの増分の92%を発生させる。一方、日本、韓国、台湾等の成熟した経済ではエネルギー消費はほぼ横ばいとなる。米国、EUのエネルギー消費量も2014年水準にとどまり、世界シェアは減少し続ける。

世界の一次エネルギー消費の中では、化石燃料のシェアは2040年まで低下はするが、依然としてアジア・世界ともに8割前後を占め、今後の増分も7割が化石燃料によって賄われる。新興国の輸送用需要増に牽引され、石油が2040年まで最大のシェアを占める。天然ガスは世界的に発電部門への導入が拡大し、第2のエネルギーに躍り出る。石炭は大気汚染や気候変動問題などから世界全体で節減のための政策がいつそう進むため、緩やかな伸びとなり、シェアが縮小する。再生可能エネルギーは風力、太陽光を中心に量、シェアともに拡大する。原子力も中国、インドなどの新興国を中心に増加する。

供給面では、原油増産の中心は中東である。北米では非在来型石油が増産をけん引するが、欧州・ユーラシアとともに生産量が2030年頃にピークアウトする。天然ガスは北米、ロシア、中東、中国、アフリカ等広範囲で生産が増加する。北米と中国ではシェールガスが重要な役割を担う。

世界のエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量は2014年の330億トンから、2040年に425億トンに増加する。2040年までの増分の7割強をアジアが占める。

(2) ASEANのエネルギー需給

ASEANの一次エネルギー需要は、2014年の620 Mtoeから2040年の1,350 Mtoeまで2.2倍に増加する。その増分は世界全体の需要増加分の14%を占め、現在の日本と韓国の合計消費量を上回る。一方、1人あたりエネルギー消費量は2040年に1.8toeへと倍増するものの、OECD平均の半分以下の水準であり、世界平均の2.1toeよりも低い。

ASEANの一次エネルギー需要の増加の8割以上が化石燃料で賄われる。化石燃料への依存は2014年の74%から2040年

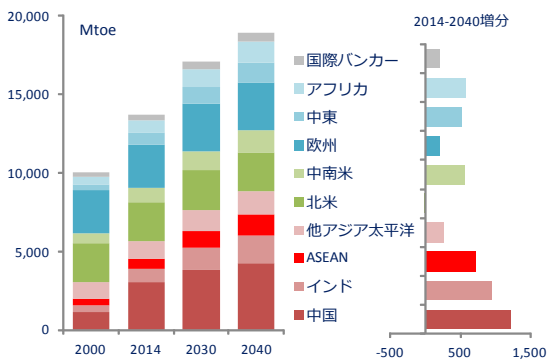


図4 地域別一次エネルギー需要

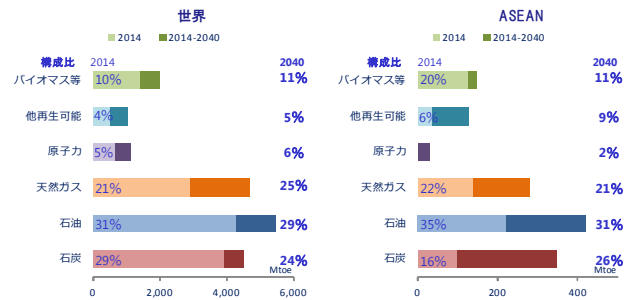


図5 世界とASEANの一次エネルギー需要の構成

に77%へと増加する。最も増加量が多いのが3.5倍に増加する石炭であり、全エネルギー需要増分の34%、世界の石炭需要増加の約4割を占める。需要の増加は主に発電燃料用で、電力需要の急増を賄うために域内に豊富にある安価な石炭が利用される。石油需要は、2014年の1.9倍に増加し、増加分のうち自動車燃料用が半分を占める。また、民生用LPGや石油化学原料用でも大きく伸びる。天然ガスは、2040年までに2.0倍に増加し、増加分の過半が発電燃料用、残りのほとんどが産業用である。導管インフラの整備がまだ不十分であるため民生部門での増加は限定的である。

ASEAN地域は、水力、地熱、バイオマスなど再生可能エネルギーの供給ポテンシャルが大きい。カンボジア、ラオス、ミャンマーなどを含む大メコン圏地域は水力発電ポテンシャルが膨大であり、多くの開発プロジェクトが進行している。水力発電量は2040年までに2.2倍に増加し、増加する再生可能エネルギー電源の約6割を占める。地熱は、インドネシア、フィリピンでポテンシャルが大きい。地熱発電の増加量は再生可能エネルギー電源の約2割を占める。風力、太陽光発電の導入増加率は最も大きい。2040年時点でも一次エネルギー消費に占める割合は1%にも満たない。ASEANでは農村部を中心に薪や畜糞などが使われており、こうした伝統的なバイオマス燃料利用は、都市化の進展や生活水準の向上などで減少してゆくが、発電混焼用や自動車用液体バイオ燃料が普及してゆく。バイオマス燃料は2040年までに2割増加するが、エネルギー構成比では11%へと半減する。原子力は、現在ASEAN域内での運用実績はないが、2025年以降にタイ、ベトナム、インドネシア、マレーシアで合計16GWが導入され、2040年の発電構成の4%、一次エネルギー構成の2%を占めるようになる。

ASEANのエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量は2014年の12.6億トンから、2040年に31.4億トンに増加し、2040年までの世界の増分の2割、アジアの増分の27%を占める。

ASEAN地域は比較的エネルギー資源に恵まれており、現在のエネルギー自給率は125%と、エネルギーの純輸出地域となっている。石炭では、インドネシアは一般炭の世界最大の輸出国で、2014年に生産量の8割以上を輸出した。2040年にかけてもインドネシアを中心に石炭生産は拡大するが、

域内の需要の増加がより急速で、ASEAN 全体としては 2040 年にはかろうじて純輸出ポジションを維持するほどになる。石油では、既存油田の減退に伴い、今後域内の生産量が減少し、石油需要の輸入依存度は 47%から 80%へ高まる。天然ガスでは、資源の豊富なインドネシアとマレーシアの生産量は拡大し続けるが、需要の増加も顕著で、輸出余力は縮小してゆく。ASEAN 地域全体では、現在 60Bcm の天然ガスを域外に輸出しているが、2030 年までには純輸入地域となる。その結果、ASEAN のエネルギー自給率は 2030 年までに 100% を割り込み、2040 年には 76%まで落ち込む。

#### 4.2 ASEAN におけるエネルギー関連投資と市場統合の影響

ASEAN では、急増する需要を賄うため、エネルギー生産(発電)、輸送(送配電)等に多くの投資が必要になる。また、各国は省エネルギー政策を強化してきており、従来品よりコストのかかる製品、設備の導入が必要となる。ASEAN におけるエネルギー関連投資額は、2015-2040 年の累積で約 2.3 兆ドルに上り、現在の域内 GDP (2.4 兆ドル)に匹敵する。

そのうち、電力と燃料の供給への投資がそれぞれ 1.0 兆ドルである。電力供給のうち、約 55%が発電設備への投資で、残りの 45%が送配電設備への投資である。燃料供給では、油ガス田などの上流開発が約 8 割を占め、LNG などの燃料輸送施設が 1 割弱、残りが石油精製への投資である。省エネルギーへの投資は約 2,200 億ドル、その 6 割弱が運輸部門、とりわけ低燃費自動車(ハイブリッド車や電気自動車)に対する追加費用である。3 割弱がエアコンや断熱など民生部門における投資であり、残りの 15%程度が産業部門である。

ASEAN は市場統合に向けて、ASEAN Trade in Goods Agreement (ATIGA)の下で商品やサービスの関税撤廃を進めている。すべての商品やサービスの域内関税の完全撤廃は、域内の実質 GDP を 0.88%拡大させる効果がある。一方、エネルギー分野においては、石油や天然ガスもその対象であるが、ASEAN 域内取引の関税が残っている国はすでに少なく、市場統合効果は限定的で、域内の実質 GDP を 0.025%拡大させるにとどまる。

一方、エネルギー関連インフラの整備がまだ不十分である ASEAN においては、今後必要となるインフラをある程度連結させることによる経済、環境効果が期待される。

化石燃料分野では、ASEAN を網羅するガスパイプライン計画(Trans ASEAN Gas Pipeline)がある。1997 年に提唱されたこの計画のもとで、現在まで域内合計 13 か所のパイプラインが開通しているが、ASEAN 全域をカバーするようなパイプラインの建設は実現していない。その背景には、建設費用負担の問題もあるが、当初輸出国として想定されたインドネシアやマレーシアの輸出余力の減少がある。ASEAN 全体が天然ガスの輸入バランスへと移行しつつある現在、域内

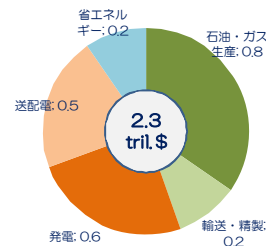


図 6 ASEAN のエネルギー投資 (2015-2040 年までの累積)

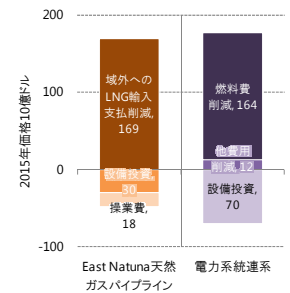


図 7 市場統合の経済影響

におけるパイプライン建設の正当性が失われつつある。その中でも現時点で唯一その可能性が考えられるのが、インドネシアの East Natuna ガス田からマレーシア、タイへのパイプラインである。生産量 15Bcm の全量がマレーシアに輸出され、輸入 LNG を代替すると、域外への LNG 輸入支払を 2040 年までの累積で 1,690 億ドル削減できる。

また、ASEAN 域内の水力資源はラオスやミャンマーなどに多く存在しており、これらの国々・その周辺地域と電力需要地とを結ぶことによる資源の有効活用が目指されている。そして、同じく大きな水力資源が存在するボルネオ島でも、島内の連系線増強、その上でマレー半島やジャワ島等の需要地との連系が図られている。これらの系統連系が実現すれば、連系線・水力発電設備の初期投資が増加する一方で、連系による系統安定化に伴い、停電発生時間を一定時間以下にするための供給予備力を節減することができ、2040 年までに差し引き 700 億ドルの累積投資増となる。水力発電の拡大により、全域での電源部門の CO<sub>2</sub> 排出量を 78 Mt、5% 抑制するとともに、化石燃料費を 1,640 億ドル削減できる。

#### 5. まとめ

2040 年まで世界の一次エネルギー消費量はアジアを中心に 2014 年の 1.4 倍に拡大する。ASEAN の消費量は、同 2.2 倍に増加し、世界の需要増加分の 14%を占める。世界全体で石炭消費の増加が鈍化し、シェアが縮小する中、発電燃料用を中心に ASEAN の石炭消費は 3.5 倍に増加し、世界増分の 4 割を占める。エネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量では、2040 年までの世界増分 (95 億トン) の 2 割を ASEAN が占める。

域内需要の急増により、ASEAN は化石燃料の純輸入地域に転落する。一方、今後 ASEAN ではエネルギー資源開発とインフラ整備に莫大の投資が必要となる。ASEAN の市場統合に向けて、域内の資源を有効活用するための電力系統連系などのインフラ連結により、エネルギー輸入額の減少、自給率の向上と CO<sub>2</sub> 排出増加の抑止などの効果が期待できる。

#### 参考文献

- 1) 日本エネルギー経済研究所；アジア/世界エネルギーアウトルック 2016, (2016)。