

「エネルギー・資源政策における課題 ―アジアの動向と日本の政策―」

国際経済学会 2010 年 10 月発表

武石礼司・東京国際大学

目 次

はじめに

1. 天然ガス供給における変化
2. 世界のエネルギー需給状況の現状と将来
3. アジアのエネルギー需給状況の現状と将来
4. アジア諸国の所得の向上とエネルギー消費の増大
5. 日本の選択
6. まとめ

はじめに

2008年に生じた原油価格の高騰は、輸送用燃料としての石油消費への全面的な依存を再考させ、ハイブリッド車等の次世代自動車の導入を促進させる働きを促し、歴史的に見ても大きな転換点となる出来事であったと言える。価格高騰は消費者にとり経済的に大きな打撃となるが、石油生産者の側においても、将来的な利益を狭めてしまう消費の減退、他燃料への転換を生じさせてしまう生産者側としては好ましくない事態の発生である。

こうしたエネルギー市場での価格乱高下という事態が出現する一方で、天然ガスの供給において、大きな動きが生じた。それは米国における非在来型のガス生産量の急増である。天然ガス生産のための技術が進歩したことで、米国の天然ガス供給量は、自国の消費量のほぼ賄えるほど潤沢となりつつある。世界のエネルギー供給において、石油価格が高止まりするなか、天然ガス価格は低位安定化し、米国の天然ガス輸入量が増えないと予測されることから、世界的に天然ガス供給プロジェクトが過多であるの状態（多くの液化天然ガス（LNG）プロジェクトが並存し、競い合う）が、今後続く見込みとなった。

一方、世界のエネルギー消費量の動向を見ると、中国とインドをはじめとするアジア諸国のエネルギー需要が急増しており、北米、欧州・旧ソ連、アジア太平洋地域という3地域のエネルギー需要量を比較すると、アジア太平洋地域の需要が突出して大きい状態が出現するに至った。経済成長の余地が大きいアジア諸国は今後も成長を続け、エネルギー消費量も一人当たりの量としては先進国と比べるとまだまだ少ない状態から、例えば日本の2分の1（すなわち米国の4分の1）といった一人当たり消費量のレベルには、当然、向かっていくと考えられる。こうしたエネルギーを巡る情勢の変化を以下では分析するとともに、さらに、エネルギー需給における趨勢としてのアジアの需要の急増が進む中、それではアジアに位置する日本は、どのような役割を政策的に担っていけるのか、そのための課題についても、若干の考察を最後に行ってみる。

1. 天然ガス供給における変化

米国における、非在来型の天然ガスの生産量が急増している。今後の米国の天然ガス生産量は、従来予想された減少傾向をたどるとの見込みを覆し、米国エネルギー省が 2010 年に発表した「2035 年までの米国のガス需給予測」においても、ガス生産量は増大するとの予測となっている (DOE 2010)。非在来型の天然ガスとしては、タイトガス、炭層ガス (CBM: コールベッドメタン)、および、シェールガスがある¹。

米国では、従来、石油と同じく、ガス生産量も年々減少に向かい、海外より輸入する液化天然ガス (以下 LNG と記す) が急増すると予測されてきた。ところが、図 1 に示すように、米国本土の陸上からの在来型ガスの生産量 (米国エネルギー省は、タイトガスの生産量は在来型に含めて発表している) が、2025 年以降、横ばいとしてできると予測されるように大きな変化が生じた。

これに加えて、米国本土陸上から生産されるシェールガスが、今後、大幅に増大する見込みとなっている。また、炭層から生産されるコールベッドメタンの生産量も増大に向かい、さらに、海域において生産される非在来型ガスの生産量も増えていくとの予測が 2010 年には出されている。

そのほか、2020 年代からは、アラスカからの新規のガス生産が開始できるとの予測も行われており、図 1 の上では、アラスカからのガス生産量が急増している。

近年生じた米国におけるガス生産が増大するとの予測の影響は極めて大きく、世界のガス需給状況に決定的な影響を与えている。世界的なガス生産の余剰感が生じており、このため、ガス価格の世界的な低位安定化が生じている。そのほか、高値安定の傾向をとる石油価格と低位安定の傾向をとるガス価格との乖離も顕著となっている。

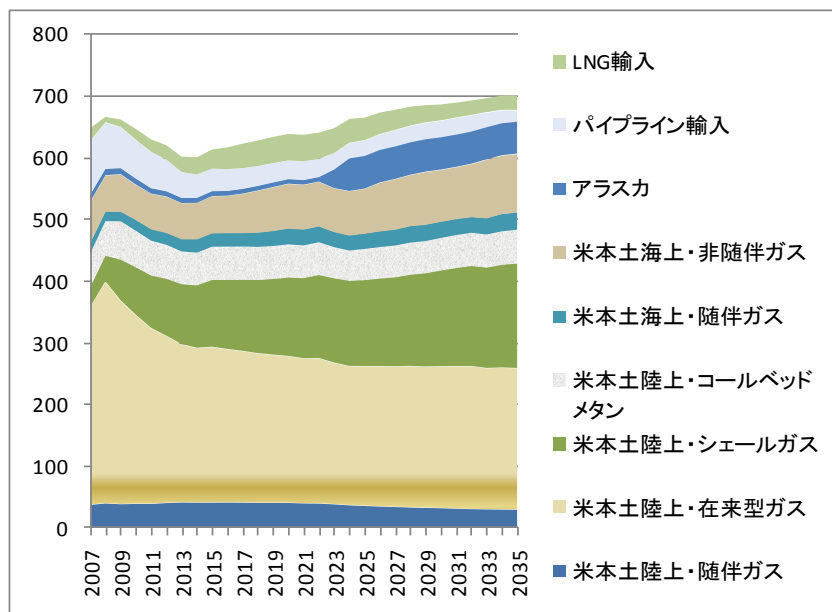
米国では、天然ガスを増産し、自給できるだけの体制を整えることが出来たと考えられており、このため、ガスを発電に活用するとともに、大型トラック用の燃料として、軽油を天然ガスで代替できるのではないかと検討も始まっている (DOE 2010)。

一方、米国の隣国の、カナダおよびメキシコからの天然ガスを米国がパイプラインで輸入する必要性は低下している。このように、エネルギー消費量が多い米国において、天然ガス需給の前提条件が異なってきたために、様々な影響が世界的に現れつつある。

まず、世界的に LNG 供給計画に大幅な余剰感が生じており、計画の見直し、着工の延期も相次いでいる。進行中の LNG 供給プロジェクトでも、価格交渉において LNG の受け入れ先 (需要家) が強気となっており、供給側が高値を提示したプロジェクトに対しては、供給は不要として最終合意が成立しない例も生じている。

そのほか、近年、発展途上国においては石炭火力の増設が進んできたが、特に、2008 年頃からは、安価に入手できる天然ガスを利用したガス発電に取り組む諸国が急増中である。このようにガス価格が低位に止まる傾向をもつことは、石油需給に対しても影響しており、石油価格がさらに上昇することに対し、一定の歯止めの効果をもつと考えられる。

図1 米国のガス生産量の予測（単位：10 億立方メートル）



（資料）米国エネルギー省 EIA "Annual Energy Outlook 2010"記載データより筆者作成

米国において天然ガス生産量が増大していることは、米国内の天然ガスの埋蔵量の増大を意味している。天然ガスの埋蔵量は、多量の新規発見が行われない限り、毎年、生産量分だけ減少していかざるを得ず、しかも残存する埋蔵量が減退する比率は、生産すればするだけ、年々高まっていく。ところが、この減退傾向に逆らい、図 2 で示すように、米国では 90 年代までの減少傾向が反転し、90 年代の 5 兆立方メートルのガス生産量が 2000 年代後半には 7 兆立方メートル台となり、大幅な生産増が達成されている。

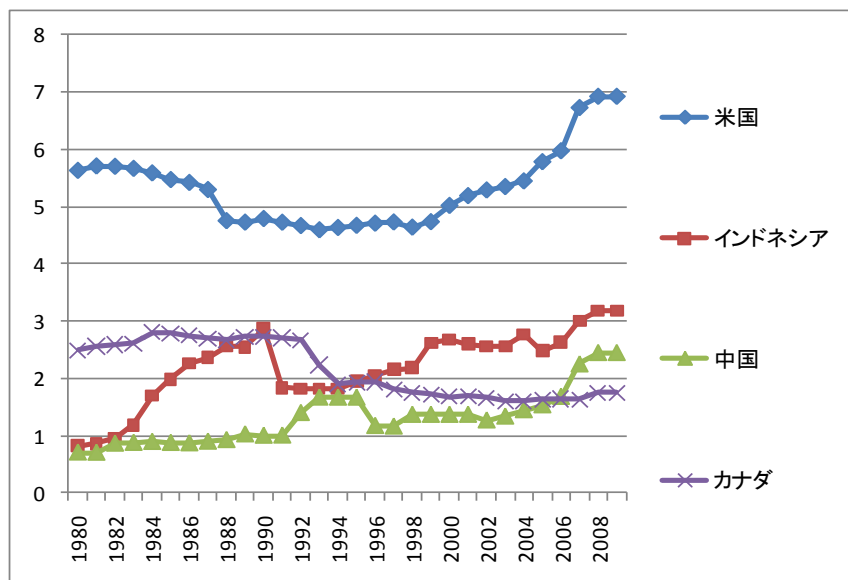
米国における天然ガス生産量の増大は、水平掘削、水圧破碎等の技術革新によりもたらされたものである。この米国発の技術革新の影響は、次第に、他国にも及んでおり、産炭国である中国、インドネシア、オーストラリア等の各国でも天然ガス生産量の増大が期待される状況がある。

ただし、世界的にすべての地域でのガスの増産が進むと考えられているわけではない。例えば、欧州においては、一般的に、生産可能となる非在来型ガスの埋蔵量は多くないとみられている（IEA 2009）。しかも、在来型ガスの生産量が急減を始めている英国のような国もある。英国、ノルウェーおよびオランダの天然ガス埋蔵量の推移を図 3 で見ると、明らかな低下傾向が読み取れる。ノルウェーは近年においても生産量を増大させているが、北海における新規発見の余地が狭まってきたため、近い将来、ガス生産量はピークを打たざるを得なくなっている。英国、オランダのガス生産量は、減少に向かっており、しかも、今後の埋蔵量の積み増しは難しくなっている。

このように、どの国においてもガスの増産が可能なのではなく、エネルギー供給におい

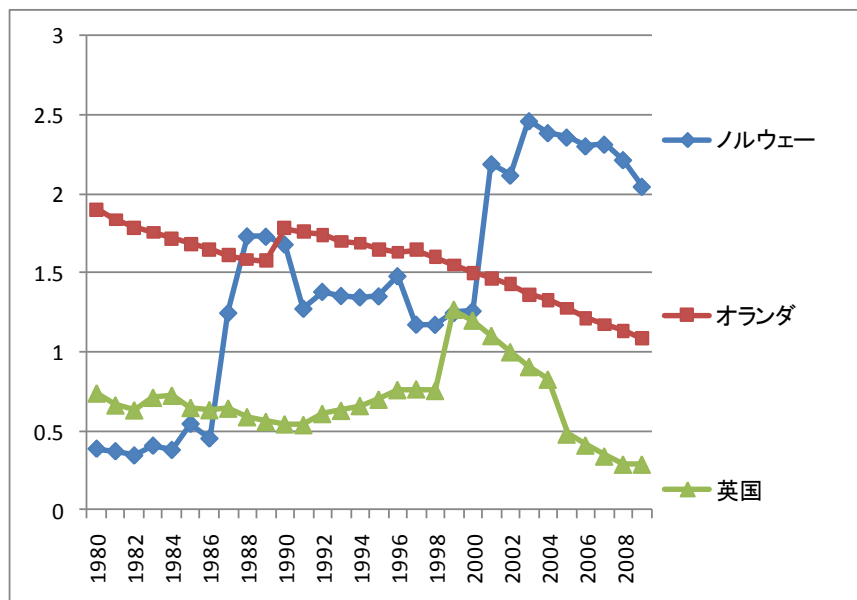
て次第に對外依存度を高めている諸国も増えつつあり、埋蔵量の面で、格差が生じていることがわかる。

図2 ガス埋蔵量の推移 (単位：兆立方メートル)



(資料) BP 統計 2010 データより筆者作成

図3 ガス埋蔵量の推移 (単位：兆立方メートル)



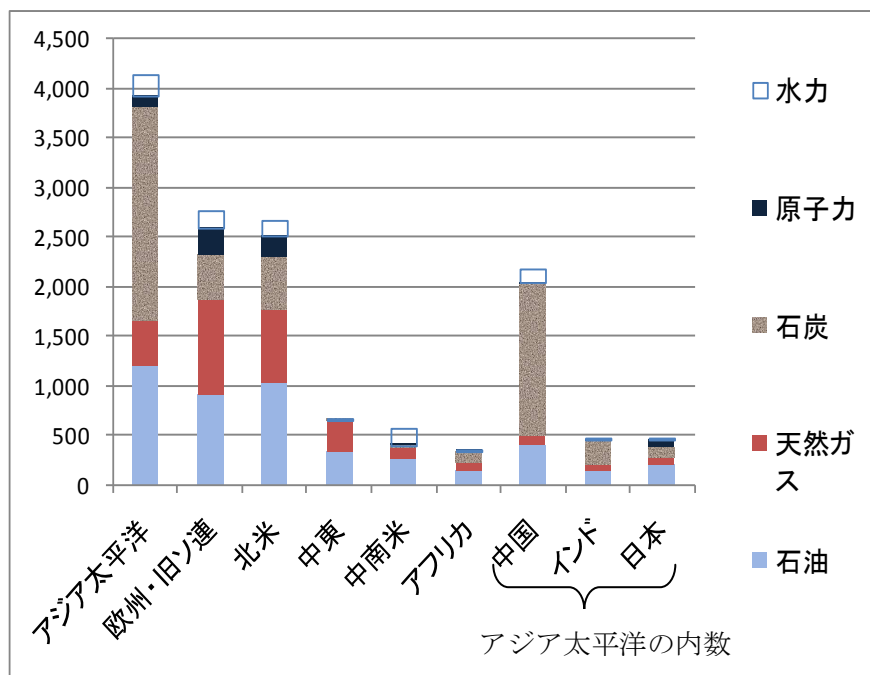
(資料) BP 統計 2010 データより筆者作成

2. 世界のエネルギー需給状況の現状と将来

世界のエネルギー消費量は、現在では、アジア地域が世界の中でも突出した値を占めるようになってきている。図4で示すように、世界を6つの地域に分けて見たとき、90年代後半から2000年代初めまでは、アジア太平洋、欧州・旧ソ連、北米の3地域が並び立ち、同程度のエネルギー消費量となっていた。一方、中東、中南米、アフリカの残り3地域は、圧倒的に少なく、それぞれ世界の5%程度のエネルギー消費量を占めた。

こうした状況がアジア諸国の急成長により変化してきており、2009年のデータで見ると、アジア太平洋地域の合計は、欧州・旧ソ連および北米よりも5割増しという図抜けたエネルギー消費を行う地域となってきた。図4の右側に、アジア太平洋地域合計の内数として、中国、インド、日本という3大消費国を示すが、中国とインドの2カ国を足した数値は、すでに、欧州・旧ソ連の合計および北米の合計と、それぞれ、ほぼ等しくなっている。いかに近年の中国、インドの2カ国のエネルギー消費量の増大傾向が、前例のない、膨大なものであるかがわかる。このような急激な世界のエネルギー消費構造の変化を見据え、今後生じるであろう状況を考え、対応策を練る必要が生じている。

図4 世界のエネルギー消費量の比較（2009年）（単位：石油換算百万トン）

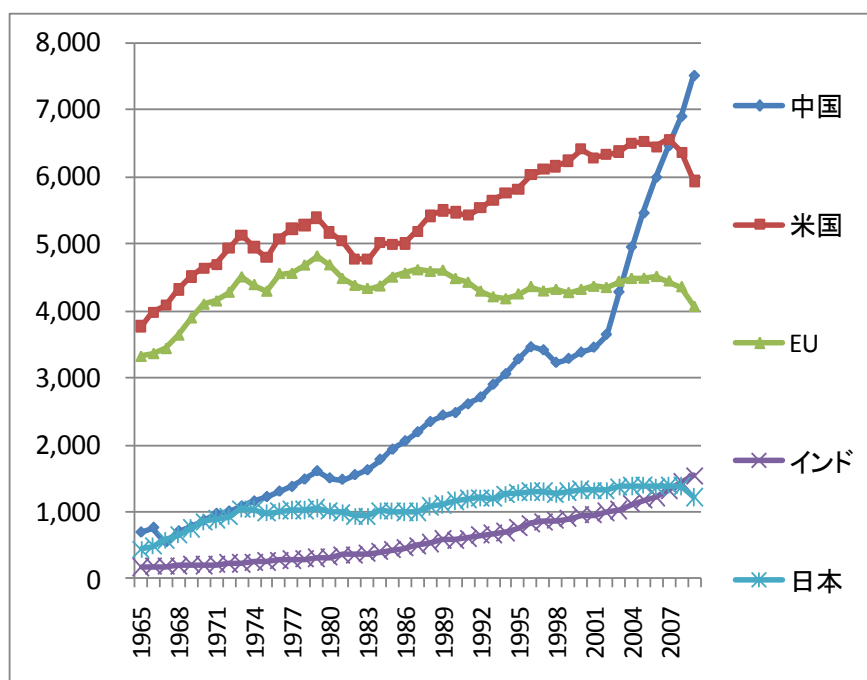


（注）中国、インド、日本の数値は、アジア太平洋の値の内数である。風力・地熱・太陽光は含まず。

（資料）BP 統計 2010 データより筆者作成

中国とインドがエネルギー消費量を急増させており、特に、両国が豊富な埋蔵量を持つ石炭の消費量を増やしているために、世界の CO2 排出量を見た場合に、2008 年には、中国の排出量が米国を抜いて世界第 1 位となっている。第一位の中国と、第二位の米国との差は、年々拡大している。インドも 2009 年には日本を抜いており、アジアでは、中国とインドという 2 大人口大国が、さらに CO2 排出量を増大させていくことは間違いない状況にある。

図 5 CO2 排出量の推移 (1965 年から 2009 年まで) (単位：百万トン)

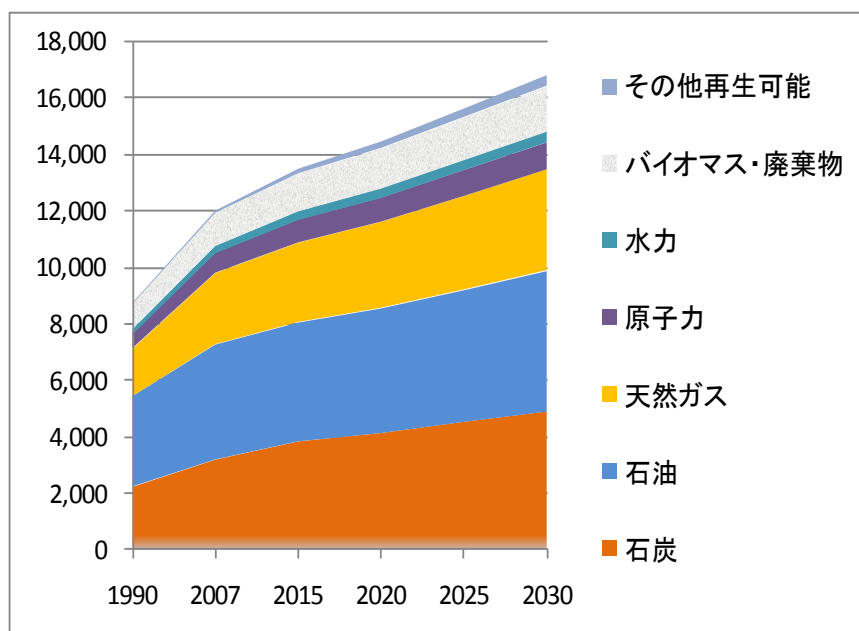


(資料) BP 統計 2010 データより筆者作成

現在、世界のエネルギー消費量は着実な増大傾向をたどっているが、今後、2030 年に向けていかなる予測が出されているかを検討する。図 6 は、OECD の国際エネルギー機関 (IEA) が 2009 年に発表した 2030 年までの予測値である。いずれの燃料も 2030 年に向けて消費量を増大させ、特に、石炭の伸びは、2007 年から 2030 年の間で平均 1.9%/年、天然ガスが 1.5%/年、石油が 0.9%/年の割合で伸びると予測されている。エネルギー燃料別に見た場合、2030 年に、世界のエネルギー消費量は今後増大すると予測されるが、その中で、消費量全体に石炭が占める比率は 29%に増え、天然ガスは 21%で同じままであり、石油は 30%に減少すると予測されている。

エネルギー消費量を世界全体として抑制することは難しく、増大に向かうことが予測されていることがわかる。

図6 OECDの国際エネルギー機関(IEA)による世界のエネルギー消費量の予測(2030年まで:基本ケース)(単位:石油換算百万トン)



(資料) OECD IEA “World Energy Outlook 2009” データより筆者作成

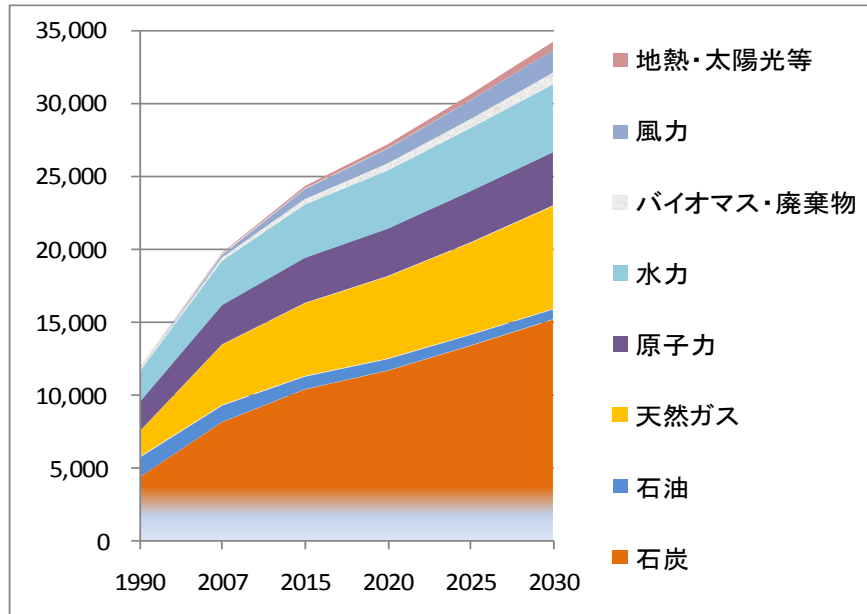
このように世界のエネルギー消費量が増大するのは、発電用、産業用、輸送用のエネルギー需要が増大する効果大きい。エネルギー消費を分野別に2007年から2030年の間の平均伸び率で見ると、一次エネルギー消費量が全体として年率1.5%で伸びるなか、その内、発電用のエネルギー消費の伸び率は1.9%/年と大きく、産業用の伸び率は1.7%/年、輸送用の伸び率は1.6%/年となると予測されている。

特に伸びが大きいと考えられるのが発電用であるが、燃料別の発電量が今後どのような推移をたどると考えられるかを見ると、IEAの予測によれば、ここでも石炭の伸びが最も大きく、2007年から2030年の間の平均伸び率で2.7%/年となると考えられている。そのほか、天然ガスの利用も増大する見込みで、2.4%/年と予測されている。発電量のうち、石炭のほぼ半分の発電は天然ガスで行われるという状況が2030年まで続くと考えられていることになる。

一方、石油は発電用には、いよいよ使われなくなっていくと考えられている。CO₂排出量の面から見ると、石炭からの単位当たりの排出量が最も多いが、石油は、価格が乱高下することもあり、発電用燃料としての役割が失われてしまっている傾向が強く見られる。

そのほか、原子力は微増で年率1.3%の伸びが見込まれ、水力は1.8%の伸びが予測されている。その他バイオマス・廃棄物、風力、地熱、太陽光、波力はいずれも2030年に向けて大幅に増えるものの、その合計量は、水力、あるいは原子力の供給量にも及ばず、エネルギー消費全体に占める比率としても2030年において8%程度に止まると予測されている。

図7 OECD の国際エネルギー機関（IEA）による世界の発電量予測（2030 年まで：基本ケース）（単位：TWh）



（資料） OECD IEA “World Energy Outlook 2009” データより筆者作成

このように多量の石炭の消費が予測されるということは、CO₂ の削減は、現状ではたいへん難しいことを意味している。2007 年から 2030 年に向けて CO₂ 排出量は年率 1.5% で増大すると予測されている。2007 年で石炭が世界全体の CO₂ 排出量の 42% を占めたが、2030 年においては石炭の占める比率が上昇し 46% となると予測されている。

世界の地域別のエネルギー消費量の予測値を図 8 で示す。最も注目されるのは、中国とインド、アセアン諸国、それに中東、アフリカ、中南米という発展途上国におけるエネルギー消費量がいずれも大幅に増大していくと予測されている点である。

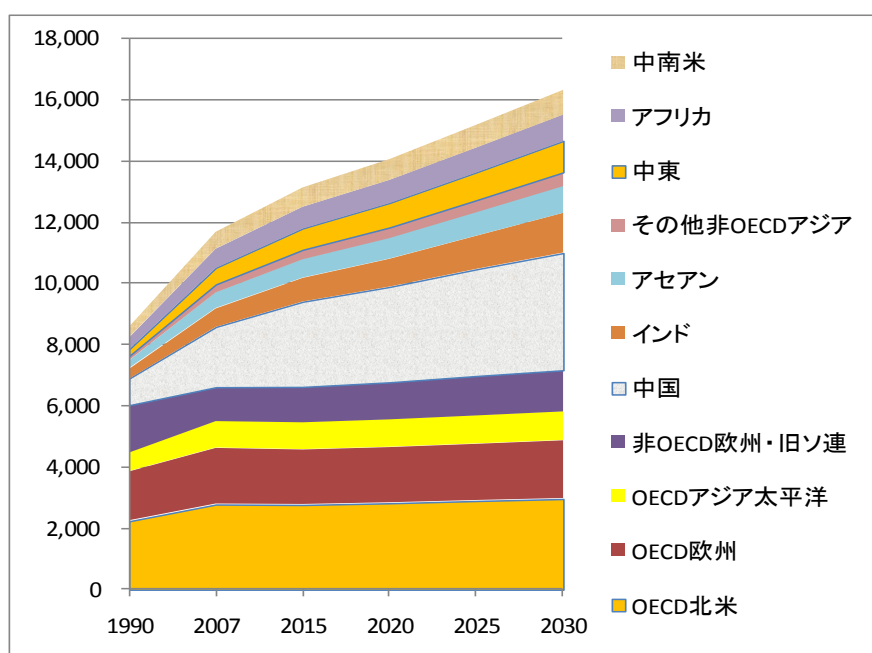
世界全体としては、エネルギー消費量は、2007 年から 2030 年の間に、年率 1.5% で増大すると予測されている。

重要な点は、いずれの地域においてもエネルギー消費量は増大すると考えられている点で、よりよい暮らし、便利な生活を人々が追い求めると、エネルギー消費量は、一般的には増大する傾向が強い。この増大傾向については、本稿第 4 節でより詳しく分析するが、エネルギー消費量を減少させながら、それでも生活のレベルを上げるためには、改良型の技術の導入だけでは不足であり、真に革新的な技術の登場が待たれることになる。

地域別に 2007 年から 2030 年の間のエネルギー消費量の年間伸び率の予測値を見ると、OECD 北米が 0.3%、OECD 欧州が 0.2%、OECD アジア太平洋が 0.3%、非 OECD 欧州・旧ソ連が 0.9%、中国が 2.9%、インドが 3.4%、アセアンが 2.5%、非 OECD アジア全体では 2.9%、中東が 2.8%、アフリカが 1.4%、中南米が 1.7% となっている。

OECD の国際エネルギー機関（IEA）の 2009 年予測において、減少すると予測されているのは、日本であり、2007 年で 514 百万トン（石油換算）あったエネルギー消費量の合計が、2030 年には 488 百万トンまで 2 割近く減少すると見積もられている。年率に直すと 0.2% ずつの減少幅である。世界でも極めて稀な減少ケースが、日本で出現するとの予測が出されている点が注目される。日本のエネルギー選択と政策のあり方に関する検討は、本稿の第 5 節で行うこととする。

図 8 OECD の国際エネルギー機関（IEA）による世界のエネルギー消費量の地域別予測（2030 年まで：基本ケース）（単位：石油換算百万トン）



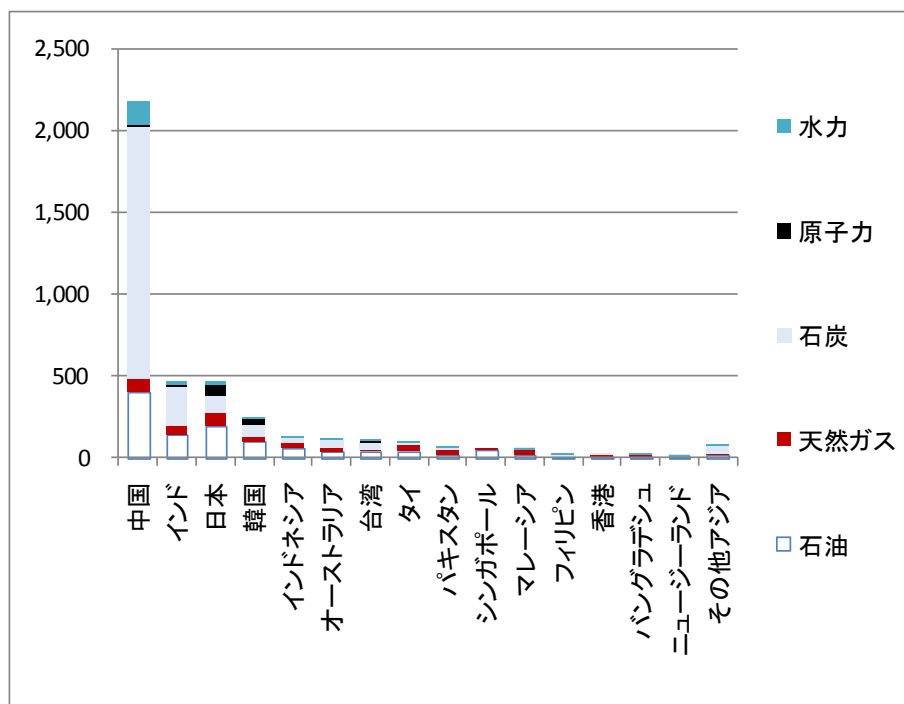
（資料） OECD IEA “World Energy Outlook 2009” データより筆者作成

3. アジアのエネルギー需給状況の現状と将来

世界のエネルギー需給の動向を左右する働きを、今後、世界の中でも突出してエネルギー消費量が増大するアジア諸国が果たすことは間違いない。エネルギー総消費量においても、中国（香港を含める）が、2009年に米国を追い抜いており、世界のエネルギー消費の動向、さらには、エネルギー価格の動向にも、アジア諸国がますます大きな役割を果たすようになっていくと考えられる。

特に、圧倒的な影響力を持つのは中国の動向である。図9から明らかなように、アジア域内で、中国一国が突出して多量のエネルギーを消費しており、アジア太平洋地域の2009年におけるエネルギー消費量合計の52.5%を中国が占める。中国のエネルギー消費量は、インドの4.6倍、日本の4.7倍、韓国の9.2倍、インドネシアの17倍というように巨大であり、しかも、他国に比べ、より大きな比率で年々増大している。

図9 アジア太平洋地域のエネルギー消費量（2009年）（単位：石油換算百万トン）



（資料）BP 統計 2010 データより筆者作成

このようなエネルギー需要急増という状況が生じている以上、アジアという地域において、エネルギー源別に見た場合に、域内で自給できるエネルギー源があるか、また、域外に供給を依存する度合いが大きいエネルギー源については、必要となる供給量が本当に確保できるかが、地域のエネルギーセキュリティを考える際に重要となる。

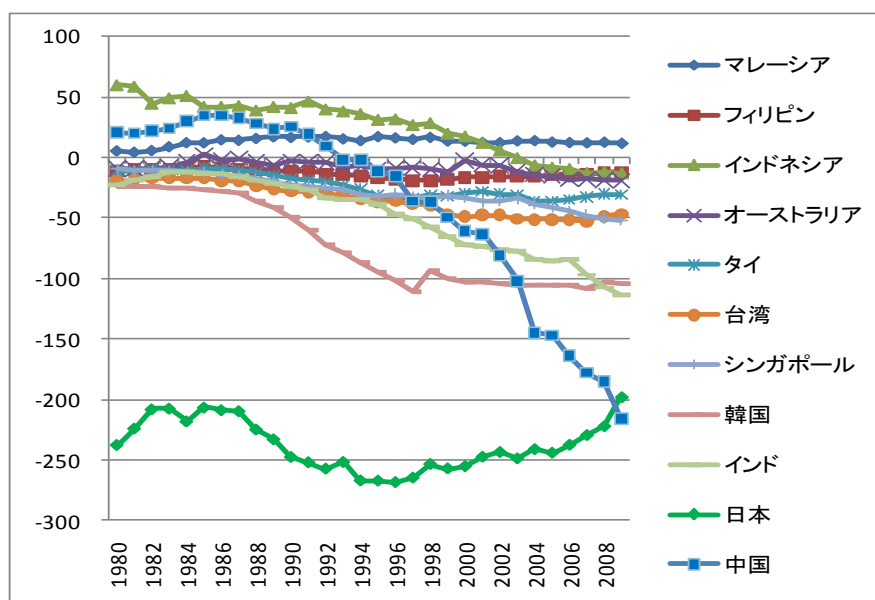
エネルギー源別に、アジア各国におけるエネルギー供給に対する対外依存度に、いかな

る変化が生じているかを、石油、天然ガス、石炭の順で分析する。

図 10 は、各国の石油生産量から消費量をマイナスし、石油の純輸出入量の各年の変化の様子を示している。アジア地域では、日本の石油輸入量が減少するなか、中国の石油輸入量が急増し、2009 年に、アジア諸国の中で、中国が日本を追い抜いて第一位の石油純輸入国となった。また、2008 年にインドの輸入量が韓国の輸入量を超えている。今後、インドの輸入量は増大し、他方、日本の石油輸入量は今後も減少すると考えられるため、インドの輸入量が日本の輸入量を 10 年以内に超えると予測できる。

そのほか、アジア諸国においては、シンガポール、台湾、タイの石油純輸入量が多く、かつ、各国とも輸入量が増大中である。

図 10 アジア各国の石油純輸出入量（1980 年より 2009 年）（生産量マイナス消費量の数値の推移）（単位：石油換算百万トン）



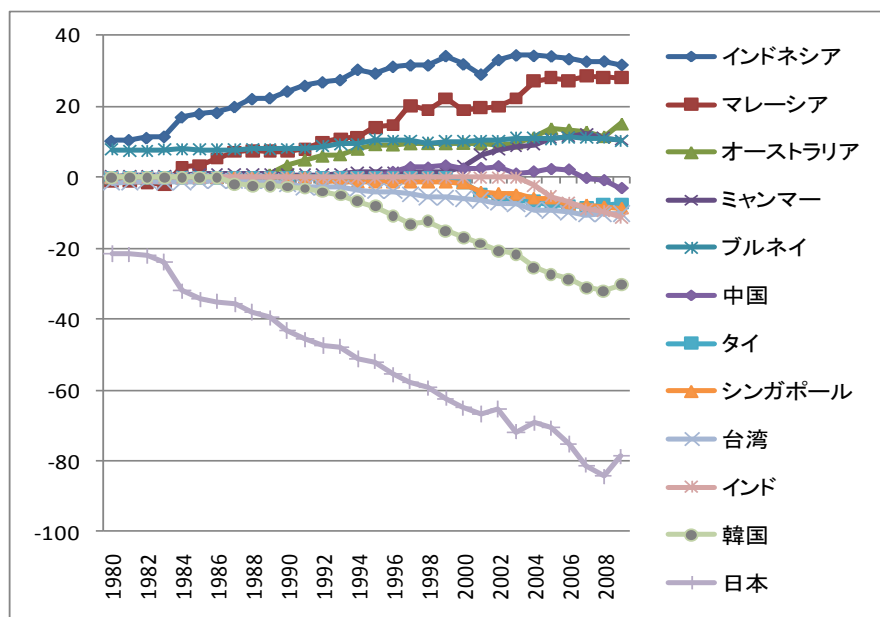
（資料）BP 統計 2010 データより筆者作成

次に、アジア諸国の天然ガスの純輸出入量の推移を 1980 年から 2009 年まで見ると、日本、韓国、台湾が、LNG 輸入国として、アジアの天然ガスの純輸入量の大半を占めてきたことがわかる。そのほか、タイがミャンマーからガスを輸入しており、また、シンガポールも、マレーシアおよびインドネシアからガス輸入を行っている。近年、出現した新しい現象としては、中国とインドという 2 つの人口大国が、国内の天然ガス需要の急増を受けて、他国よりガス輸入量を増大させている。こうして、インドは 2004 年から、中国は 2007 年から純輸入国となっている。

一方、アジア太平洋地域において、純輸出国であるのは、インドネシア、マレーシア、オーストラリア、ミャンマー、ブルネイの 5 カ国のみとなっている。これら 5 カ国の純輸

出量を足した数量は、日本の輸入量は上回るものの、日本と韓国を足した数量には足りない。したがって、アジア太平洋地域として、過不足を見ると、中東等の域外から、LNGとして天然ガスを輸入するか、あるいは、中国のようにパイプラインにより中央アジア経由で輸入する必要が生じる。中国およびインドの天然ガス消費量が今後も増大するということは、アジア太平洋地域の域外への依存度がいっそう高まることを意味している。相互依存を高め、供給側と消費側との関係を深化し、供給途絶の可能性を可能な限り低くする努力が欠かせない。また、域外諸国を、域内に何らかの形で取り込み、協力関係を維持・深化させる努力も必要となる。中国が上海協力機構（SCO）を、自ら中心となって設立し、自国の「弱い下腹」と呼ばれる中央アジア地域との連携を強める努力を続けているのは、こうした一例と言える。

図11 アジア各国の天然ガスの純輸出入量（1980年より2009年）（生産量マイナス消費量の数値の推移）（単位：石油換算百万トン）



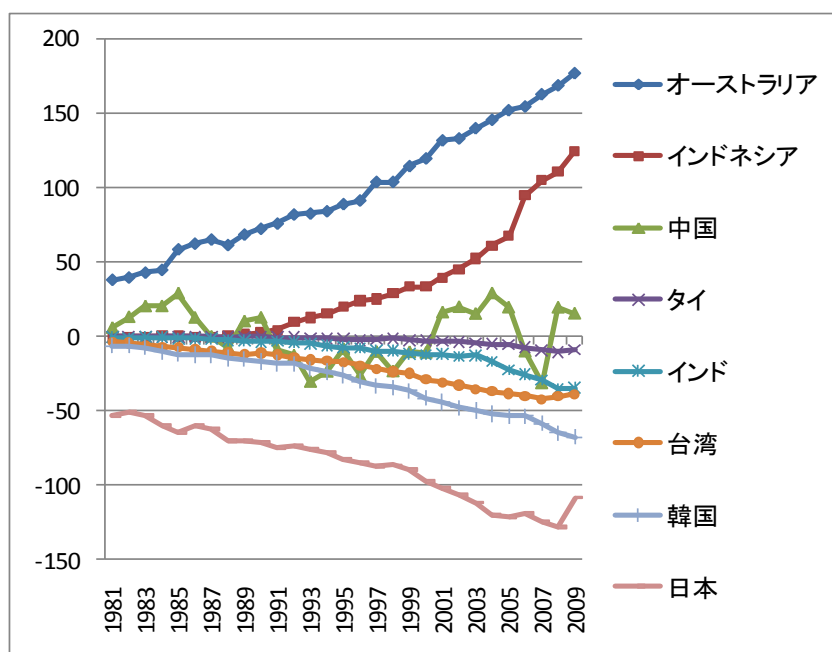
（資料）BP 統計 2010 データより筆者作成

次に、石炭について検討する。アジア太平洋地域の各国の石炭の純輸出入量の推移を1980年より2009年まで見ると、オーストラリアとインドネシアという2カ国が輸出量を順調に伸ばしていることで、アジアの需要は、いままでのところ満たされている。アジアの主要な石炭輸入国である日本、韓国、台湾、インド、タイの5カ国の合計を、輸出国であるオーストラリアとインドネシアの輸出量の合計は、2009年においては、上回っている。石炭供給においては、アジア太平洋地域内で、供給量が需要量を上回っており、この点が石油および天然ガスとは異なっている。石油および天然ガスでは、域外依存度が年々高まっているが、石炭供給は域内で完結しており、アジア地域のエネルギーセキュリティの向上が

図られていることになる。

アジア太平洋地域における石炭需給に関する懸念要因は、中国の動向である。図 12 で示すように、中国の石炭の純輸出入量は、年毎に大きく振れており、ある年は輸出、ある年は輸入というように変動している。中国の石炭輸出入に伴う純輸出と純輸入の変動幅は、実は、中国の石炭生産高および石炭消費量に比べると、2%から 4%程度の範囲内に過ぎないが、中国の石炭消費量が膨大であるだけに、中国沿岸部地域における輸入量が若干増えただけでも、アジア太平洋地域の石炭需給に多大の影響を与えている。今後は、中国においても、沿岸部では、割安となるオーストラリア炭の輸入量が増える可能性があり、アジア太平洋地域の石炭需給の変動要因として、中国の動向から目を離すことが出来なくなっている。

図 1 2 アジア各国の石炭純輸出入量（1980 年より 2009 年）（生産量マイナス消費量の数値の推移）（単位：石油換算百万トン）



（資料）BP 統計 2010 データより筆者作成

4. アジア諸国の所得の向上とエネルギー消費の増大

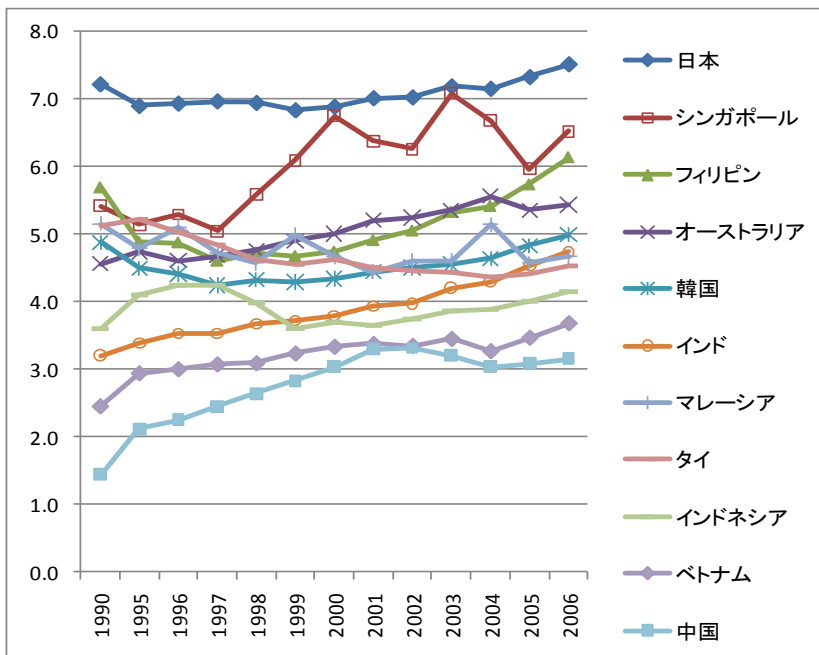
本節では、アジア諸国の所得の上昇とエネルギー消費の増大との関係を確認する。購買力平価で換算した GDP 値（2005 年換算の値、単位；US ドル）を、石油換算したエネルギー消費量（単位：kg）で除すことでエネルギー消費量 1 単位当たりの GDP が算出できる。その数値の各国ごとの変遷をたどると、経済が発展する過程において、各国ごとにいかなる変化が生じたか、また、各国間に大きな差異があるか否かを検討することができる。

図 13 で見ると、各国とも、総じて、右肩上がりの傾向があると言うことができるが、部分的には他国と異なる動きを見せる諸国もある。

アジア太平洋諸国中で、日本は、GDP あたりのエネルギー効率が高く、エネルギー消費量の増大を抑制しつつ、GDP を増やしてきたと見ることができる。日本に次ぐのはシンガポールであるが、都市化したシンガポールにおいては、政策の効果と景気の変動次第で、比率が大きく変動している。

2006 年の数値の順で言うと、アジア諸国中、エネルギー効率が良くないのは、中国、ベトナム、インドネシア、タイ、マレーシア、インドの順となっている。90 年代に、中国が急速にエネルギー消費効率を引き上げて、いったんはベトナムに追いついたのではというところまで来るが、その後は、中国の効率の改善はあまり進んでいないことが図 13 においては示唆されている。

図 13 エネルギー消費量 1 単位当たりの GDP（購買力平価換算、2005 年値ベース）の推移（単位：2005 年購買力平価：US ドル／石油換算エネルギー消費量：kg）



(資料) World Development Indicators Online (World Bank 2009)

アジア各国において、GDP が 1%伸びるときに、エネルギー消費が何%増大する傾向があると考えられるかを、図 14 で GDP 弾性値の推移として示す。

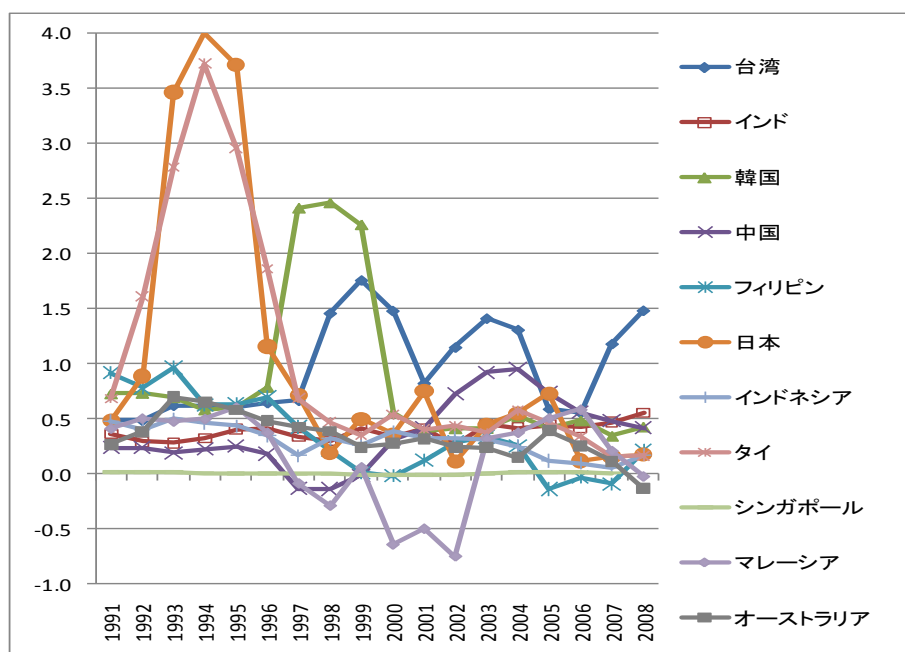
GDP 弾性値が極めて大きな値をとってしまったことがある国として、90 年代前半の日本とタイ、90 年代後半の韓国、それに台湾をあげることができる。台湾では、90 年代後半と 2000 年代の前半と後半の 3 回にわたり、GDP 弾性値の値が大きくなっている。低成長が続き、GDP 伸び率が極めて低い中、一定値以上のエネルギー消費量の伸びが生じると、GDP 弾性値が大きな数値となる場合があることを示している。

日本とタイの GDP 弾性値の数値が、似た動きを示している点も注目される。産業構造に類似性があり、産業内分業において相互に密接な関係がある国の間においては、経済変動の傾向も似てくる可能性がある。日本の経済動向の変化が、タイには素早く伝わっている可能性があると考えられる。

そのほか図 14 で明らかとなっているのは、日本、韓国、台湾、それにタイを除いたアジア各国においては、一般的な傾向として、弾性値が 1.0 以下のところが多く、しかも、弾性値が 0.5 を上回る場合があった諸国が、次第にその値を低下させてきており、2000 年代後半においては、弾性値が 0.5 を下回る国が多くなってきているという点である。

アジアの各国が経済発展を遂げて、産業も育ち、他方、経済成長率は低下傾向をたどるようになると、エネルギー消費の伸び率も鈍化する傾向が生じる。

図 1 4 エネルギー消費の GDP 弾性値の推移



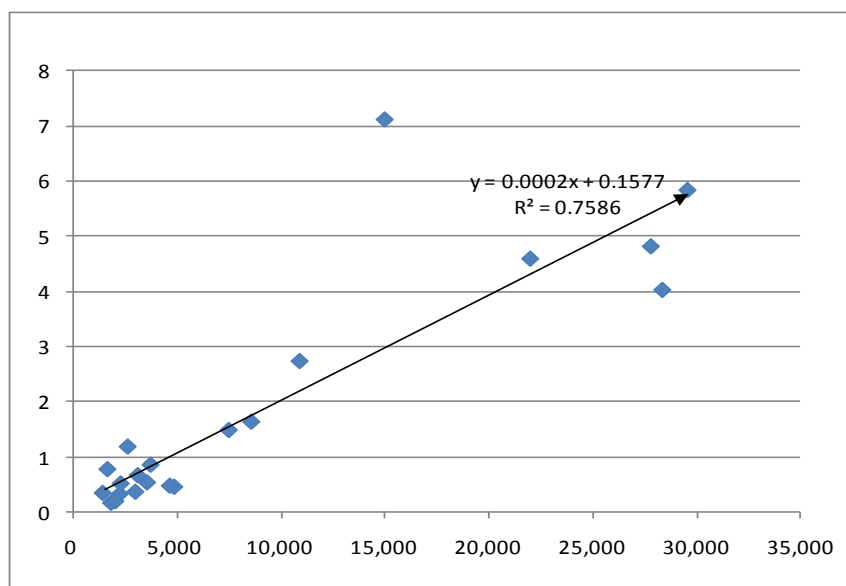
(注) GDP データは実質値、数値は 3 ヶ年の移動平均

(資料) アジア開発銀行"Key Indicators for Asia and the Pacific 2009"および BP 統計データより筆者作成

次に、アジア諸国の一人当たり GDP（購買力平価換算）と一人当たりエネルギー消費量
の関係を見るために、縦軸に一人当たり一次エネルギー供給量（単位：石油換算トン／人）
をとり、横軸に一人当たり GDP（単位：ドル／人）をとり、散布図として図示すると図 15
を作成することができる（データは 2007 年）。

アジア諸国において、一人当たりの所得が増えると、エネルギー消費量はどの程度増大
しているかを見るために直線近似を行うと、修正済み決定係数が 0.7583 と高く、当てはま
りが良いことから、一人当たり所得が 1 万ドル上昇すると、エネルギー消費量は石油換算
で 2 トン増大する関係があるとみなすことができる。

図 15 アジア諸国（21 カ国）の一人当たり GDP（購買力平価換算）と一人当たりエネ
ルギー消費量の関係（2007 年データによる散布図）（縦軸：一人当たり一次エネルギー供給
（石油換算トン／人）、横軸：一人当たり GDP（ドル／人））



（資料） OECD IEA “Energy Balances of Non-OECD Countries 2009 Edition,” および
“Energy Balances of OECD Countries 2009 Edition,” データより筆者作成

アジア諸国の一人当たり所得は、5 千ドル以下のところに多くの国が位置しており、日本、
韓国、台湾といった 2 万ドルを超える所得を得ている国との間には、大きな格差が存在し
ている。それでも、所得が増えればエネルギー消費が増える直線的な関係が存在してい
ると考えられるという点は大きな意味を持っている。発展途上国においては、経済が成長し、
所得が上昇するとともに、当初は、エネルギー消費が伸びるであろうことは予測できる。
しかし、一定程度まで所得が上昇すると、クズネッツ・カーブ（逆 U 字とも呼ばれる）に
したがって、消費量の上昇幅が少なくなるのではという仮説が存在し得る。しかし、現実

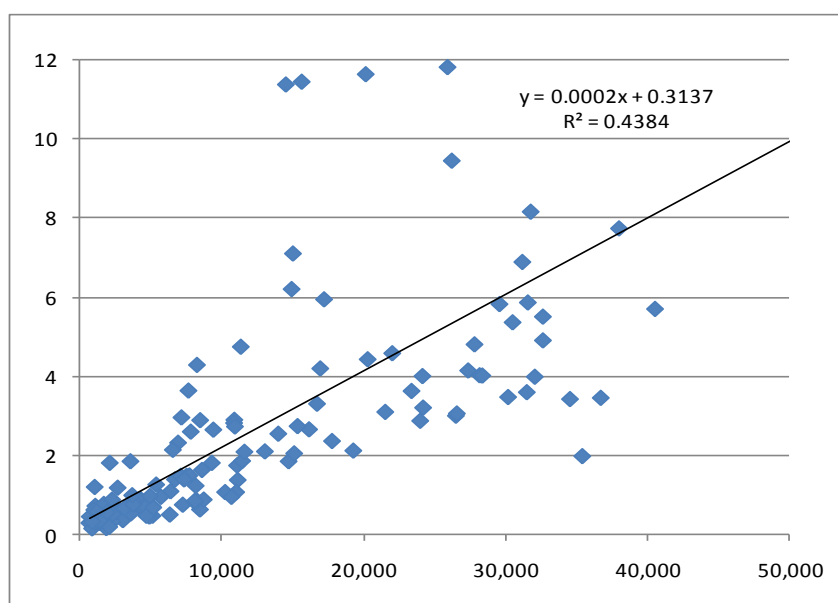
には、直線（リニア）な関係が、所得とエネルギー消費の間に存在している可能性がある
と指摘できる。とすると、エネルギー消費量の増大を、アジア全体として抑制することは、
右肩上がりの傾向線が引ける点より見て、極めて難しいことがわかる²。こうした状況があ
ることを理解した上で、効率の向上策、化石燃料消費に伴う CO2 排出量の抑制に向けて、
どのような施策が可能かを検討する必要がある。

次に、図 15 で見たアジア諸国からさらに対象範囲を広げて、世界 139 カ国の一人当たり
GDP（購買力平価換算）と一人当たりエネルギー消費量の関係を検討する。

図 16 では、一人当たり GDP（購買力平価換算）が 1 万ドル以下のところに最も多くの
諸国（特に発展途上国）が位置しており、そのほか、2 万ドルから 3 万ドル台のところにも
日本・韓国・台湾等のアジア諸国とそれに欧州・北米等の多くの国が位置している。

図 16 において直線近似を行うと、修正済み決定係数は 0.4383 となっており、GDP とエ
ネルギー消費量との間には一定の関係が存在すると考えられるものの、図 15 で見たほどの
高い数値とはなっていない。米国、カナダ、アイスランドおよび中東の産油国のように、
一人当たり所得が高く、また、一人当たりのエネルギー消費量も極めて多い諸国が存在す
るために、図 16 の中では近似曲線より上に多くの点が突出して存在している。このよう
に高所得・高エネルギー消費国が存在することで、決定係数は、アジア諸国のみを検討した
場合と比べると、低くなっている。それでも、アジア諸国の GDP とエネルギー消費の関係
において見たのと同じく、一人当たり所得が 1 万ドル上昇すると、エネルギー消費量は石
油換算で 2 トン／人だけ増大する関係があるとみることができる。

図 16 世界各国（139 カ国）の一人当たり GDP（購買力平価換算）と一人当たりエネ
ルギー消費量の関係（2007 年データによる散布図）（縦軸：一人当たり一次エネルギー供給
（石油換算トン／人）、横軸：一人当たり GDP（ドル／人））

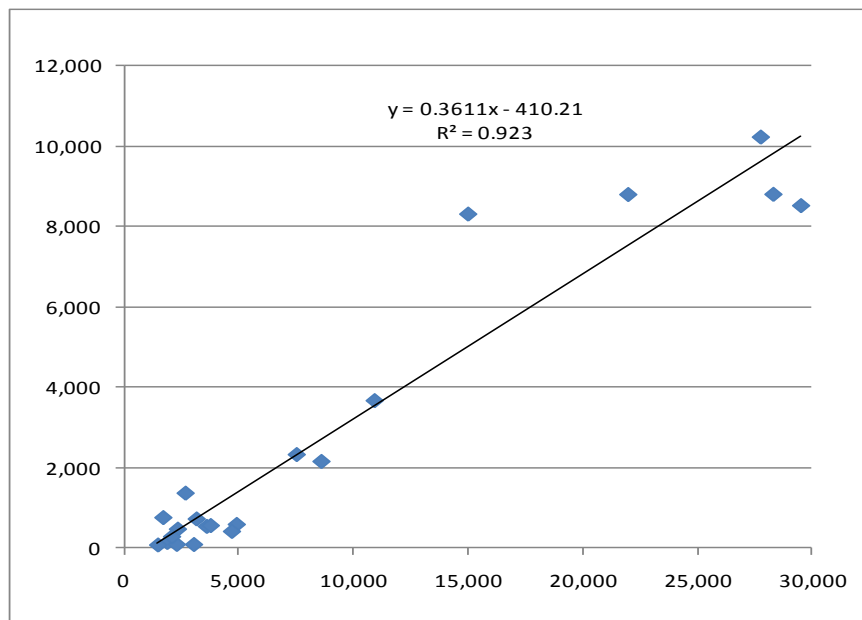


(資料) OECD IEA “Energy Balances of Non-OECD Countries 2009 Edition,” および
“Energy Balances of OECD Countries 2009 Edition,” データより筆者作成

次に、一人当たり GDP（購買力平価換算）と一人当たり電力消費量の関係を、アジア諸国（21 カ国）についてみる。この両項目の関係につき直線近似を行うと、修正済み決定係数は 0.923 となり、極めて高い相関関係が存在することが示されている。先に見た、エネルギー消費の関係をさらに上回り、所得が増えれば電力消費が増えるという関係が存在しているとみなすことができる。1 万ドル所得が増えると、3,611kWh の電力消費が増えている関係があると読み取ることができる。

発展途上国においては、電力化率を高めることが至上命題となっており、電力普及率が何パーセントであるかが国の発展において目指す一つの指標となっている。電気さえ来れば、遅れた生活から脱して、文明・文化に触れることができると考えられているのである。しかも、所得が増えれば増えるだけ、クリーンで便利な電力を多量に使うようになっていくという関係が、アジアの 21 カ国を分析した場合に存在していると言うことができる。

図 1 7 アジア諸国（21 カ国）の一人当たり GDP（購買力平価換算）と一人当たり電力消費量の関係（2007 年データによる散布図）（縦軸：一人当たり電力消費量 (kWh／人)、横軸：一人当たり GDP（ドル／人））

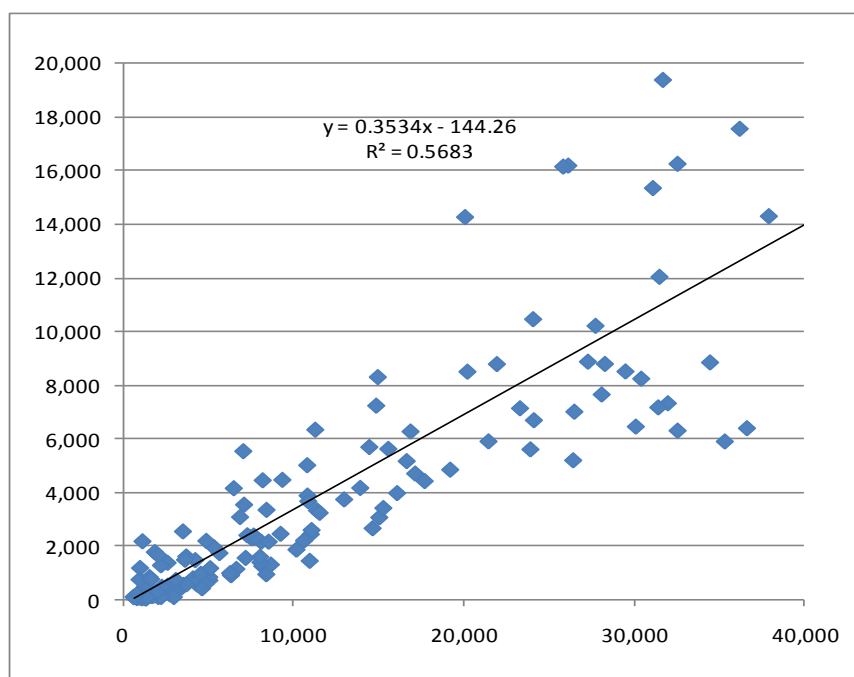


(資料) OECD IEA “Energy Balances of Non-OECD Countries 2009 Edition,” および
“Energy Balances of OECD Countries 2009 Edition,” データより筆者作成

次に、世界 139 カ国に関して、一人当たり GDP（購買力平価換算）と一人当たり電力消費量の関係を検討してみる。アジア諸国で試算したほど顕著に当てはまるわけではないが、

一人当たり GDP（購買力平価換算）と一人当たり電力消費量の間には、所得が増えれば電力消費量が増大するという右肩上がりの関係が存在している。直線近似した場合の修正済み決定係数は 0.5683 であり、1 万ドル所得が増えると、3,534kWh の電力消費が増えるという関係があるとみなすことができる。世界 139 カ国につき検討した際に、アジア 21 カ国の分析の場合と比べて決定係数が低くなるのは、所得が高く、しかも、電力消費量が極めて多い国が存在するためである。例えば、酷暑の地域に位置する産油国においては、所得が高いとともに、冷房用に多量の電力を消費する傾向があるため、直線近似した図 18 の場合、当てはまり度が低くなってしまっている。

図 18 世界各国（139 カ国）の一人当たり GDP（購買力平価換算）と一人当たり電力消費量の関係（2007 年データによる散布図）（縦軸：一人当たり電力消費量（kWh／人）、横軸：一人当たり GDP（ドル／人））



（資料） OECD IEA “Energy Balances of Non-OECD Countries 2009 Edition,” および “Energy Balances of OECD Countries 2009 Edition,” データより筆者作成

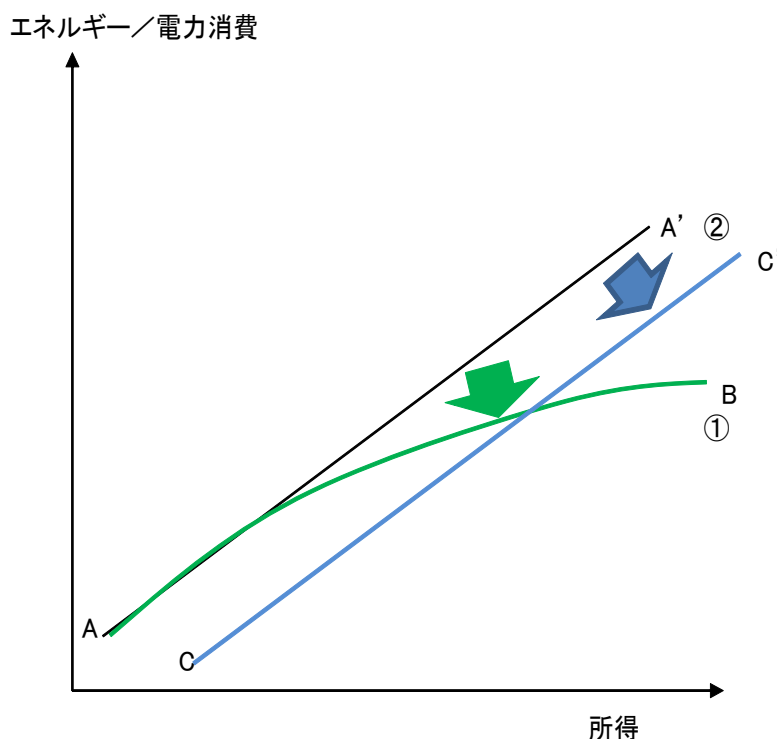
このように、エネルギー消費量を見ても、また、電力消費量を見ても、所得が上昇すれば、必然的に、これらエネルギー消費量全体および電力消費量がともに増える関係があるのだとすると、せめて幾分かでも消費量の削減を目指すためにも、エネルギー消費効率の高い設備、エネルギーロスが少ない機器を導入し続けることが重要となる。しかも、大幅なエネルギー消費の削減および電力消費の削減を途上国に期待しても、なかなか成果は得られない可能性が高い。それは、所得が少なく、一人当たりのエネルギー消費量が少ない

中では、量的に見て、大きな成果を獲得することが難しいからである。

しかも、発展途上国において、自国が進むべき方向を示すモデルとなり、また、見習うべき先行事例として、明確な目標となる国を設定することはなかなか難しい。いっそうの工業化を推し進め、日本、韓国、台湾を目標とすることが可能である諸国は、実はそれほど多くない。激烈な世界での市場競争、技術競争に入っていけるだけの産業基盤が整備されつつある発展途上国は、明らかに、それほど多くない。むしろ、発展途上国においても都市への人口集中が急速に進行する中、公共交通が普及せず、エネルギー利用効率の悪化、格差の拡大、治安の悪化が生じ、米国流のエネルギー多消費社会が出現してしまっている発展途上国も見られる³。

所得向上を目指す一方で、それと同時に、エネルギー消費量の増大を抑制するための方策は、図 19 で示す 2 方策が有り得ると考えられることになる。

図 19 所得とエネルギー消費および電力消費量との関係（模式図）



（資料）筆者作成

①は、エネルギー多消費産業を多く国内に配置する状態から脱するとともに、エネルギー利用効率を上げ、エネルギーロスを低減させる方策をとるとの政策誘導を行っていく道筋である。図 19 において、A-A'から A-B へのシフトを目指すことになる。

従来は、所得とエネルギー消費量・電力消費量の関係は、直線的な関係であり、両方とも一直線に、既存の関係を維持しつつ伸びるという関係にあったが、この関係を修正し、

エネルギーの GDP 弾性値を年々低減させ、所得が上昇していくほどには、エネルギー消費量は伸びないという関係を構築することが目指されている。製造業で言えば、少品種大量生産により所得を増大させるという道から離れて、多品種少量生産により高付加価値を目指すことで、エネルギー消費量と電力消費量を抑制することになる。

②は、大幅な技術革新を世界的に達成することで、エネルギー消費の状況を一気に改善し、A-A'の線を、C-C'にシフトさせることを目指すことを意味する。第一次産業革命時以降、蒸気機関の効率を最大限引き出すことに人類は努力を傾け、限界にかなり近いところまで成功していると言えるが、現在では、いよいよ内燃機関からさらに高効率なシステムの導入に向けて、技術革新が続いている。燃料としてのエネルギー使用量を出来るだけ減らすためには、化石燃料への依存度を低下させることができるエネルギー源を使用し、あるいは、新たな機器の開発と、そうした機器を使いこなすためのシステムの導入を目指す必要が生じている。技術革新により世界的にエネルギー消費量および電力消費量を大幅に削減しようとするのが②のケースである。

以上、①および②のケースのどちらを採用した場合でも、両方とも、所得の上昇につれてエネルギー消費量は増大傾向をとるという関係が存在している。このような大前提が存在するとされる以上、選択肢として、①および②を組み合わせ、発展途上国が A の地点に近いところから出発するにしても、点 B に向かって進むとともに、さらに、点 B から、出来る限りエネルギー消費量と電力消費量をどちらも引き下げていく方向性を目指すことが望ましい。

環境負荷が小さいエネルギー源からのエネルギー供給が達成された国があっても、その利用効率が低いことは望ましくなく、効率向上に向けていずれの国・地域においても、出来る限りの努力が行われる必要がある。

5. 日本の選択

5. 1 エネルギー政策の検討課題

前節では、アジアにおける各国のエネルギー消費量と電力消費量の両方につきその動向を検討した。また、世界各国のデータを用いて、エネルギー消費量と電力消費量の動向についても検討した。

アジア諸国は、エネルギー消費量と電力消費量の双方を増大させており、しかもアジア諸国のうちの発展途上にある諸国（特に、一人当たり所得が1万ドル程度を下回る国）は、発展を遂げるとともに、日本、韓国、台湾といった、より所得の多い諸国の位置する地点を目指すかのように、エネルギー消費量と電力消費量を増大させていく傾向が生じていた（図15と図17）。

世界全体を見た場合には、日本および西ヨーロッパの諸国は、一般的に見て、北米の米国・カナダといった諸国とは異なり、一人当たり所得が3万ドル前後と多い一方で、エネルギー消費量は抑制されており、電力消費量も比較的少なくなっている⁴。北米の米国およびカナダと比べると、エネルギー節約的な暮らしが行われているとみることができる⁵。前節、図19で見たところの、点Aから点Bに向けての移行を目指す、という視点から言うと、世界の中でお手本となる位置に、日本および西ヨーロッパの多くの諸国はある、と見ることができる。

ただし、アジア諸国の中で、発展途上国が目指すべき努力目標となる差別化できる地点に日本が位置していると言い切れるかに関しては、残念ながら疑問符がつかざるを得ない。図15及び図17で見たように、直線近似できるポジションに日本がいるということは、はっきりと先進的なポジションが確保されているとは言い切れないことを意味している。アジア諸国が今まで行ってきた産業育成策の延長線上で、つまり、従来から進められてきた工業化の努力を続けることで日本が位置するポジションに達することができるのではないかと考えられてしまう可能性がある。

日本は、エネルギー政策において、より世界に貢献できる、先進性をもった施策を打ち出し、着実な成果を生み出すことで、より強力なインパクトを持つ「努力目標」としての地点に位置することが可能であろうか。如何なる工夫が必要と考えられるかを、次に検討することにする。

5. 2 日本のエネルギー政策

日本政府は、エネルギー政策に関して、その方針を、2002年6月施行のエネルギー政策基本法（平成14年6月14日法律第71号）の下、エネルギー基本計画を作成することで、公表してきた。エネルギー政策基本法は、電力、ガス、石油、石炭、新エネルギー、省エ

エネルギー等の制度の改革の促進、および、管理制度の改革等に関連する個別法案を、一定の方針の下、整合性を持って利用していくために有効であると考えられている。エネルギー関連の課題を総合的に含んだ内容を持つエネルギー基本計画が策定されることで、政策の基本的な方向性（特に、定性的な方向性）が打ち出されている。

エネルギー基本計画案は、経済産業大臣により作成され、閣議の決定を経ており、さらに、国会に報告するとともに、少なくとも 3 年ごとに検討し、必要に応じ変更するとエネルギー政策基本法上で定められている。

エネルギー政策基本法では、「安定供給の確保」、「環境への適合」、「市場原理の活用」をエネルギー政策の基本方針としており、経済への目配りをしつつ、環境に配慮し、そしてエネルギーの安定供給の確保を目指している。

最初のエネルギー基本計画は、上記の原則に則り、2003 年 10 月に作成された。次いで、2007 年 3 月に第一次改定が行われ、さらに、2010 年 6 月には、第二次改定が行われている。

以下のようなスケジュールで基本計画が作成されてきた。

2002 年 6 月：エネルギー政策基本法成立

2003 年 10 月：エネルギー基本計画策定

2007 年 3 月：エネルギー基本計画第一次改定

2010 年 6 月：エネルギー基本計画第二次改定

そのほかエネルギー政策関連では、資源エネルギー庁長官の諮問機関として、総合エネルギー調査会が設置されており、この総合エネルギー調査会は長期エネルギー需給見通しを作成している。この長期エネルギー需給見通しが、エネルギー政策基本法で言うエネルギー基本計画作成をサポートする役割を、現状では果たしていると言える。それぞれの内容から見ても、長期エネルギー需給見通しは、定量的な見通しとして作成されており、一方、エネルギー基本計画は、閣議決定により政府として策定する定性的な計画であると言えることができ、役割分担がなされている。

さらに、エネルギー政策関連では、2006 年 5 月に「新・国家エネルギー戦略」が発表されている。エネルギー政策の基本的目標としての 3E（エネルギーセキュリティ、温暖化対策、効率的な供給）の重視に加えて、エネルギーを基軸とした経済成長の実現と、エネルギー産業構造改革を加えて 5 点の基本的目標を設定している。

また、「新・国家エネルギー戦略」では、5 つの「数値目標」が設定されている。①から⑤までを掲げると、①エネルギー自給率及び化石燃料の自主開発比率を倍増し、自主エネルギー比率を現状の 38%から 70%程度まで向上させる。②ゼロ・エミッション電源比率を現状の 34%から約 70%に引き上げる。③家庭部門の CO₂ を半減させる。④産業部門での世界最高のエネルギー利用効率の維持・強化、⑤日本の企業群のエネルギー製品等が国際市場でトップシェア獲得する、との以上 5 点である。

数値目標を設定することは、政策実施に際してわかりやすさを打ち出すことができることは確かである。ただし、その一方で、技術革新が進むにつれて、エネルギー利用効率の向上のためには複合的な合わせ技（ハイブリッド化）を用いることが必要となってきた状況もある。市場環境の変化、技術の急速な進歩とその導入の進行、エネルギー供給システムにおける新たな取り組みの必要性が生じる、というように、いったん計画を作成したあとに再度見直しをする必要性は、必ず出てきている。3年ごとに見直しをしていれば充分であるとは言い切れない。このような状況がある以上、目標を柔軟に組み換えていく必要があることは間違いなく、柔軟性を持たせた政策選択が行えるような仕組みを予め作っておくことが望ましい、とすることができる。

次に、2010年6月に発表されたエネルギー基本計画（第二次改定）を検討する。この計画においては、より踏み込んだ形で、「今後、中長期的に高まる資源・環境制約に適切に対処するため、エネルギーの需給構造、さらには社会システムやライフスタイルにまで踏み込んだ改革が必要である。」「このため、資源エネルギーの安定供給やエネルギー需給構造の改革について可能な限り具体的な数値目標を盛り込んだ。」との記述が見られる（基本計画 p.3 および p.4）。政府がより高い目標を掲げたため、踏み込んだ政策を採用しないと実現が難しくなっており、そのため、このような記述が行われることになったと考えられる。また、大項目の目標である「環境・エネルギー大国の実現に向け努力する」との記述も盛り込まれることになった。

エネルギー基本計画（第二次改定）では、いくつもの数値目標が掲げられたが、そのうち、主要な5つの目標値としては以下のものがある。①エネルギー自給率（現状18%）及び化石燃料の自主開発比率（現状26%）の倍増と、自主エネルギー比率の70%（現状38%）への引き上げ、②電源構成に占めるゼロ・エミッション電源（原子力及び再生可能エネルギー由来）の比率を約70%（2020年には約50%以上）とする（現状34%）、③家庭部門のCO₂の半減、④産業部門での、世界最高のエネルギー利用効率の維持・強化を図る、⑤エネルギー関連の製品・システムの国際市場において、日本企業群が最高水準のシェアを維持・獲得する、との以上5点である。

日本政府が2009年に、1990年比で2020年までに温室効果ガスを25%削減することを表明したことを受けて、この2010年のエネルギー基本計画（第二次改定）が作成されており、施策を打ち出していくに際して、積み上げで2020年の目標が達成されている絵を描く必要が生じている。しかも、エネルギー政策基本法上の理念と、2006年の「新・国家エネルギー戦略」、それに2007年のエネルギー基本計画第一次改定を引き継いだ形で、2010年のエネルギー基本計画（第二次改定）が作成されており、それぞれの記述の間の整合性の維持のためには、多大の努力が必要な内容となっている。

例えば、原子力発電所の稼働率に関しては、現在までの最大の稼働率が達成された90年代後半の80%超の時期以降、60%を下回る年も出現しているが、CO₂排出量の大幅削減を目指して、90%稼働が目標とされている。山地（2009）においては、「原子力立国計画では、

原子力発電所の新・増設、既設炉の建て替えに対して、財務負担の平準化、初期投資・廃炉負担の軽減・平準化、発電所の広域運営の促進、原子力発電のメリットの可視化など、きめ細かい具体的政策展開が提示されている」と指摘しており、すでに立案されている施策の着実な実行が求められていることが示されている。

松井（2010）が「新・国家エネルギー戦略」に関して述べた次の言葉は、そのままエネルギー基本計画（第二次改定）に当てはまると考えられる。「「新・国家エネルギー戦略」を見てみると、基本的認識はどうであれ、これから必要と考えられるエネルギー戦略上の具体的項目は細かいところまで網羅されています。しかし、すべてが並列的に見え、どこに重点があるのか、何が本当に重要なかがわかりにくいところがあります。」（松井 2010）

産業面での取り組みだけでは足りず、国民の生活面にまで踏み込んで可能な施策をすべて取り組まないと、目標が達成できないため、極めて多数の項目に対する目標と、そのための取り組みが記述されていくと、エネルギー基本計画の内容が、並列的となってしまうのは避けられない。

エネルギー基本計画の目標の④で記述されたように、「産業部門での、世界最高のエネルギー利用効率の維持・強化を図る」ことが一つの目的であり、そうした世界最高のレベルを維持しつつ、⑤の「エネルギー関連の製品・システムの国際市場において、日本企業群が最高水準のシェアを維持・獲得」し、海外で市場シェアを獲得し、高効率なエネルギー機器を導入することで、各国のエネルギー消費効率を向上させ、また CO2 排出量等の環境負荷も軽減し、世界に貢献していくのだとすると、いよいよ日本の政策としての「理念」を語っていく必要が生じていると言える。理念から出発して、その次の段階で目標を設定しておけば、将来のエネルギー需給をとりまく環境の大幅な変更が生じたとしても、整合性をもった対応と、変更することに対する説明が可能となる。

松井（2010）は、「日本の得手・不得手、日本のおかれた状況、日本のおかれた状況、エネルギー文明的視点から何が優先されるべきかももう少し明確に出してもよかったと思います。」と指摘している。世界に貢献し、世界で名誉ある地位を獲得するために何をしようとするのか、高い目標を掲げ、それを達成しようとするのが意味を持つという点を主張していくことが重要であると考えられる。

さらに、理念から説き起こしていくとともに重要となるのが、実施された政策の評価である。例えば、米国エネルギー省の資料を見ると、各種の研究開発等のプロジェクトを支援することでどの程度の雇用拡大（直接および間接）が図られたかがプロジェクト額とともに記述しており、費用対効果を明白化する努力がなされている (<http://www.energy.gov/>)。

日本政府は、予算執行につき報告を行う際には、予算額と執行額につき資料を公表しているが、その評価に関しては定性的に行うのみである。日本における政策評価の経済モデルを利用した定量的な数値を用いた議論を深めていく必要があり、こうした努力を重ねておくことが、上記⑤の「エネルギー関連の製品・システムの国際市場において、日本企業群が最高水準のシェアを維持・獲得」し、海外で市場シェアを獲得し、高効率なエネルギ

一機器を導入することで、各国のエネルギー消費効率を向上させ、また CO2 排出量等の環境負荷も軽減し、世界に貢献していくために役立つと考えられる。政府が掲げる「環境・エネルギー大国」との標語に理念性を込めていくためにも、説得力のある数値を多く持つための地道な努力が必要となる。

6. まとめ

本稿では、アジア太平洋地域のエネルギー需要が急増しており、世界の各地域と比べても現在では突出した消費量を占めるようになっている点を確認した。しかも、アジアの多くの国は、経済発展の余地が未だ大きく、一人当たりのエネルギー消費量が依然少ないため、今後もエネルギー需要は急増する見込みである。アジア地域が押し上げる形で、世界全体として見ても、エネルギー需要の増大傾向が今後も続くと考えられている。

エネルギー価格に関してみると、石油供給においては資源が中東に偏在する傾向が強いために、石油価格は高止まりする可能性が高いとの OECD あるいは US DOE 等、多くの機関の予測が出されている。一方、天然ガスに関しては、第 1 節で分析したように、米国で非在来型のガス生産量が急増したことで、世界的にガス需給が緩和されており、天然ガス価格は今後、石油に比べると割安な低位な価格に止まる可能性が高くなっている。供給量としても、天然ガスに関しては、当面、世界的にみて充分である、と考えられている。このように、石油、石炭、天然ガスという主要な化石燃料を比べたのみでも、エネルギー需給における配慮すべき点において、現在は、差異が生じていると言わねばならない。

特に、エネルギー需要量を増大させているアジア太平洋地域の動向が重要となる。第 4 節で分析したように、アジア諸国は、エネルギー消費量と電力消費量の双方を増大させており、しかもアジア諸国のうちの発展途上にある諸国（特に、一人当たり所得が 1 万ドル程度を下回る国）は、発展を遂げるとともに、日本、韓国、台湾といった、より所得の多い諸国の位置する地点を目指すかのように、エネルギー消費量と電力消費量を増大させていく傾向が生じていた。

アジア地域が世界でも突出した形でのエネルギー需要の急増を遂げている以上、それでは、日本が、発展途上のアジア諸国が目指すべき高効率で低環境負荷の目標とすべきポジションに位置しているかという視点からの考察が重要となる。しかし、第 4 節の図 15 および図 17 で考察したように、日本は、韓国、台湾とも近いポジションにあり、発展途上国がいつその工業化を進めた場合に、これら途上国が採用している現状の政策の延長線上に日本が位置すると考えられる可能性があることが、第 4 節での検討で明らかとなった。

このように考えられる以上、日本政府に期待されるのは、発展途上国が目指すべき努力目標となる、新たなポジションに着くことができるよう、現状を改善し、エネルギー効率をいっそう高め、環境負荷を大きく引き下げる目標を設定し、その目標を達成できるエネルギー機器およびシステム開発を行い、実際に日本国内で普及させ、しかも、他国にも販売し、導入を進めていくことであろう。日本企業においては、そのような機器・システム開発に携わることで競争優位を確立することが期待されることになる。

地球環境問題に取り組むにあたって、茅陽一（2009）が示すように、限界排出削減費用が世界的に見て極めて高い日本が、今後どのような取り組みを進めるべきであるかという点に関しては、注意深い対応が必要となる。「低炭素社会の実現に向けた技術開発は、日

本にこそ期待される大きな役割である。しかし、それは国内の産業に対して国際レベルよりきわめて高い炭素価格という試練を与えることによって安易に期待するのではなく、企業による技術開発を支援することで推進すべきである。」(茅陽一 2009)と述べられている。

「長期目標に向けては積極的な技術開発の推進を、中期目標のためには経済社会としての現実的な回答を求めるべき」(茅陽一 2009)との指摘は重要である。社会に働きかけつつ、システムとしての社会の取り組みを引き出していく政策的な工夫は、今後、是非とも必要となると考えられる。

また、茅陽一編著(2008)が記すように、「(地球温暖化の)被害額(GDPの5-20%)と削減費用(GDPの1%未満)を比較しても意味がない」、「排出削減費用とその費用をかけることによって被害が回避できる額(便益)を比較する」べきであるとの主張は重要である。不確かな被害額という数値で何もかもスタートせよとの主張は、人間が生活している実社会のシステムとは相容れない、全ての前提を突き崩してしまう可能性を持つ。

現在必要となるのは、技術の一步一步の進歩・向上を図り、エネルギー利用効率を引き上げ、省エネルギーを目指すことであろう。エネルギー消費量を抑制し、かつ、低環境負荷の社会を実現するために支出できる資金額には当然上限が存在する。優先順位をつけながら、資金をまわしていくことが重要となる。

費用対効果を説明していく重要性は、先に第5節で指摘したとおりであり、費用対効果の検討が必ず行われていることは、エネルギー関連の製品・システムの輸出入が活発化するためにも重要である。

今後は、新しいコンセプトに基づいた省エネ機器の開発も進むと考えられ、また、そうした機器の普及が進むに従い、電気自動車が走る場合の発電量を、ではどうカウントするのか、総発電量に含めるのか、あるいは、回生ブレーキにより得られた電力量はどのように測り、統計上で計上すべきか否か等、新たなカテゴリーに含まれる数値をいかに公表していくかも課題となってくる。エネルギー利用のダブルカウントをどのように処理するか、省エネ機器、あるいは、省エネシステムの仕組みを理解して行動する必要性が高まることは間違いない。社会的システムとして省エネに対する理解と、取り組み、表示方法を考えていく必要が生じる。新たなシステムの仕組みを知るとともに、第5節で指摘したように、費用対効果を推計し、明白化し、公表して公に議論していくことも今後ますます重要となっていく。それはそのまま、社会経済のあり方をどのように定義するかという問題とも密接に関連してくるという点が重要である。

このような地道な作業を積み重ね、エネルギー消費の高効率化と省エネ・低環境負荷に向けた取り組みを深めていくことが、特に、高成長を続けるアジア太平洋地域のエネルギー需給環境を安定化させるとともに、需給環境を巡り緊張を生じさせないための一つの方策となっていくに違いない。「経済成長し、生活水準が上がれば当然、エネルギー安全保障が求められる」(Kandiyoti 2008)ということになる。今後、もつとも期待できるエネルギー消費量増大の抑制策は、技術の向上とそうした最新技術の導入促進ができるかどうかにか

かかっている面が強い。CO₂ 排出量増大を抑制するためにも、用いることができる施策は全て実施していくことが必要となる。OECD の国際エネルギー機関が公表したレポート (IEA 2010) では、中国とインドに 1 章ずつを割いて、CO₂ の地下貯留 (CCS)、産業・業務・輸送・建築物等の可能な限りのあらゆる省エネ策の導入を図るとともに、新エネルギーとバイオエネルギー等の低炭素エネルギーの最大限の導入を、2050 年を目指して図る「BLUE Map」シナリオを描いている。このシナリオによれば、エネルギー消費量が増大している中国においても、2007 年比で、2030 年のエネルギー消費量を 1.6 倍、2050 年を 1.9 倍に押さえ込むことが可能だと予測されている。中国、インドを始めとして、革新的な技術の導入と、社会システムとしての省エネ策、新エネ技術の導入を求める声は、今後ますます高まってくると考えられる。

アジア太平洋地域におけるエネルギー需給の状況を見ると、石油供給は、中東を始めとした域外に大きく依存しており、天然ガスはオーストラリア、インドネシア等からの域内向け供給は行われているものの、域外からの供給に依存する割合が次第に高まる傾向が生じていた。石炭のみは、オーストラリアおよびインドネシアからの供給があるために、域内での調達で現状ではほぼ満たされていた。このように、エネルギー消費量が増えれば増えるだけ域外依存度が高まり、アジア太平洋域内から供給できる割合が低下し、エネルギー安全保障上の不安定度が増してしまう。エネルギー需給における地域内の不安定度を高めないためにも、日本発の技術が貢献できる可能性は、ますます高まっていると考えられる。

(参考文献)

茅陽一監修 (2009)『CO2 削減はどこまで可能か』エネルギーフォーラム

茅陽一編著 (2008)『低炭素エコノミー』日本経済新聞出版社

松井賢一 (2010)『エネルギー問題』NTT 出版

山地憲治 (2009)『原子力の過去・現在・未来』コロナ社

DOE 2010, “Annual Energy Outlook 2010,” US, Department of Energy
<http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/index.html>

IEA: International Energy Association, 2009 “World Energy Outlook 2009,” OECD IEA

IEA: International Energy Association, 2010 “Energy Technology Perspectives 2010,”
OECD IEA

Kandiyoti, Rafael, 2008 “Pipelines: Flowing Oil and Crude Politics,” I.B. Tauris

US, Department of Energy: DOE <http://www.energy.gov/>

¹ タイトガス (tight sands gas と呼ぶ) は、在来型の掘削井では噴出させることができなかった浸透性が低い砂岩層から生産させることができたようになったガス (ガス浸透率が 0.1 ミリダーシー (md : Milli-Darcy) 以下) と定義される。タイトガスの生産量の増大には、水平掘削および水圧破碎等の技術向上が大きく貢献している。

炭層ガス (coal bed methane : CBM、コールベッドメタン) とは、炭田の炭層に含まれるガスのことで、石炭の変成により生成される。炭鉱においては、従来から一部ではあるが CBM が利用されてきた。

シェールガス (shale gas) とは、タイトガスよりさらに生産が困難な硬質頁岩中から生産されるガスで、タイトガスと同じく、水平掘削等の技術の発達により生産可能となった。

² 直線近似に加えて、多項式近似を種々行っても、修正済み決定係数の大幅な向上は見られない。多項式においても、直線近似の場合と同じく右肩上がりの傾向が存在する。図 15 から図 18 までで示したように、一人当たり所得が上昇すれば、一人当たりエネルギー消費量／電力消費量が上昇する強い関係が見られる。

³ 一人当たり GDP (PPP 換算) 1 単位に対するエネルギー消費量の比率が高く、エネルギー利用効率が悪い順番では、2007 年データを用いると、次のようになっている。

イラク、ウズベキスタン、オランダ領アンチレス、トリニダードトバゴ、カタール、ナイジェリア、タンザニア、ザンビア、バハレン、カザフスタン、ジャマイカ、タジキスタン、トルクメニスタン、ブルネイ、北朝鮮、UAE、アイスランド、モンゴル、DR コンゴ、ジンバブエ、ケニヤ、ロシア、サウジアラビア、ウクライナの順となる。

エネルギー利用効率が良好でない国には、中東産油国、中央アジアおよび旧ソ連諸国、アフリカ諸国が多く含まれる。

⁴ 欧州諸國中、アイスランドは、脚注 3 のリストにも登場するように、GDP 比で見て、一人当たりエネルギー消費量が多くなっており、西ヨーロッパ諸国の中では例外的存在である。

⁵ 米国、カナダ等と比べるとエネルギー節約的な暮らしぶりとなっている諸国には、アイルランド、スイス、イタリア、デンマーク、英国、ギリシャ、オーストリア、スペイン、ポルトガル、ルクセンブルグ、ノルウェー、ドイツ、オランダ、フランスを上げることができる。