

第405回定例研究報告会(2010年11月1日)
アジア／世界エネルギーアウトルック2010
—アジア／世界の長期エネルギー需給展望と環境問題の解決に向けた技術の役割—

ご質問内容と回答

Q1: 前回の「アジア／世界エネルギーアウトルック2009」と今回の分析との相違点として、どのようなことが挙げられるか。

A1:

・ 今回の試算では2050年までの姿を描いたことが昨年との大きな違いの一つとなっていますが、2035年までの需給見通しについても各国の政策やエネルギー需給の最新の動向を踏まえ、さまざまな変更・修正を行っています。

・ 特に大きな相違は、再生可能エネルギー及び原子力発電の想定です。これらについては、現在中国をはじめとするアジア諸国で急速に普及・建設が進んでいる状況を反映し、特に技術進展ケースでは急速な拡大を見込んでいます。他にも運輸部門や産業・民生部門における省エネルギー等、幾つかの対策の普及がより早まることを想定した結果、技術進展ケースにおいて世界のエネルギー起源CO₂排出量がより早く（2024年に）ピークアウトを迎えるという結果になっています。

・ もう一つの大きな変更点は、天然ガス価格の想定です。昨年度は2035年には石油との相対価格が1を超える（熱量等価以上となる）と想定していましたが、非在来型資源の生産拡大等により、天然ガス価格の見通しを下方修正しています。但し天然ガス需要は今後も拡大を続けるため、長期的には熱量等価に近づいてくるだろう、との見通しとなっています。

Q2: IEA・ETP2010のBLUE Mapとエネ研の技術進展ケースとの相違は。

A2:

・ IEAのETP(Energy Technology Perspectives) 2010におけるBLUE Mapシナリオ（2050年世界半減シナリオ）は「2050年に世界のエネルギー起源CO₂を2005年比で半減する」との目標を先に立て、それを達成するための道筋を描いたシナリオです。それに対し、当所アウトルックの技術進展ケースは、将来見込むことができると考えられる対策・技術を最大限に見込んだ場合の姿を描いたものであり、その結果としてエネルギー起源CO₂は2050年に現状比で41%減となっています。この削減量の相違としては、再生可能エネルギーの導入や、各部門での省エネ量の想定等が異なっていることが原因と思われます。

・ もう一つの大きな相違は、天然ガス需要の見通しです。IEAの見通しでは世界の天然ガス需要はBLUE Mapでは2030年頃にピークアウトした後大きく減少してゆく姿となっていますが、当所の見通しでは技術進展ケースにおいても天然ガス需要はピークアウトを向えず、伸び続ける見通しとなっています。これはレファレンスケース（ベースラインシナリオ）において既にIEAと当所で見方に差が出ているものですが、当所では各国・地域ごとにエネルギー需給や政策の動向、対策の進捗状況等を評価した上で、今後の天然ガス需要の伸びがこの程度まで大きくなると見通しています。

Q3: 今後の実際のエネルギー需給は、「レファレンスケース」と「技術進展ケース」の間のどの辺りに落ち着く可能性が高いと考えているか。

A3:

・レファレンスケースと技術進展ケースの相違は、世界各国がどの程度協調して、省エネルギー・低炭素化対策をどの程度着実に進めるかに依存しています。ここで問題となるのは単に二酸化炭素排出量ばかりではなく、各国のエネルギー安全保障・安定供給もそれと同等以上の要因であることを考えると、レファレンスケース程度（従来の延長程度）にしか各国が対策を講じない可能性は少ない、と言えます。しかし最近の国際交渉の動向からもわかるように、今後各国がどの程度までCO₂削減のためのコミットを行うかは不透明であり、最大限の対策導入を見込んだ技術進展ケース相当の削減が実現されるか否かは、今後の種々の動向に大きく依存する、と言えると思います。

Q4: レファレンスケースから技術進展ケースに移行する要因としては、どのようなものが考えられるか。また、もしCO₂排出規制等を想定している場合には、その経済・GDPへの影響をどのように考えるか。

A4:

・技術進展ケースでは、各国がエネルギー安定供給と地球環境問題の両面から省エネルギー・低炭素化政策を最大限実施することを想定しています。エネルギー安定供給の面からも各国が相当程度の対策を講じることは確かだと考えますが、「2050年に世界でCO₂半減」を目指した大幅な削減を行うためには、先進国・途上国のそれぞれが排出量規制も含めた対策を行うことが必要になる、と思います。

・その際の経済への影響については、今回明示的には試算していません。これを正確に行うためには、例えば日本について内閣府・中期目標検討委員会で行われたような経済モデルを用いた試算が必要となります。但し技術進展ケース相当の対策導入はかなりのコストを伴うものであり、その場合の経済への影響も相当のものとなると考えられます。

Q5: 日本では逆に、政府は技術開発による経済・GDPへの発展・成長を見込んでいるが、それについてはどう考えるか。

A5:

・日本政府は将来に向けて、低炭素技術の開発による経済成長を見込んでいますが、これは技術の国際展開に伴う輸出増加を含めたものです。純粋に国内での対策のみを考えた場合には、2008年～2009年に行われた中期目標検討委員会や、その後行われた中期目標タスクフォース会合において示されたように、ごく一部の特殊なモデル計算例を除き、CO₂削減の深化に伴い経済負担（GDPロス）が大きくなる、という結果になっています。

Q6: 石油需要が減ればOPECは価格を下げると思うが、そうすれば石油消費は減少しなくなると思うが。

A6:

・石油需要が減少した場合に、原油価格が低下する、ということはその通りと考えます。原油価格が低下した場合にはその影響で石油消費は若干増加しますが、モデル計算上その効果は比較的少なく、技術進展ケースではネットで石油需要の減少が見られるという結果になります。

Q7: 海底油田がどの程度のシェアになると見込んでいるか。そこには、日本周辺の海底油田はどの程度見込まれているか。

A7:

・2009年時点での世界の原油生産量に占める洋上（海底）油田の生産量のシェアは31.8%です。今後はブラジルなどで大型の洋上油田の開発が進むため、洋上油田の占めるシェアは徐々に上昇していくと考えられます。但し、長期的には中東の大型陸上油田の生産が増加していくことが期待されています。

・今回の見通しでは、日本周辺の洋上油田の生産量が増加するという前提はおいていません。

Q8: 中国・アジアの石油輸入依存度が高まるとの試算結果であるが、その際の供給制約についてはどのように考えているか。

A8:

・今回の見通しでは、今後の中国・アジアの石油輸入需要が増加するのに対応して、中東産油国や、ロシア、中央アジア諸国などにおいて新規の油田開発が進むため、供給制約は起きないと仮定しています。しかしながら、産油国内での政治体制や治安情勢の不安定化、原油価格の過度な変動などの要因によって新規油田開発への投資が滞るようなことがあれば、将来の供給に支障が生じる可能性も否定できません。そのような事態を回避できるよう、スライド110に記載したような安定供給確保に向けた取り組みを不断に行っていくことが必要です。

Q9: OPECの生産量を2035年に5,000万B/Dと見込んでいるが、これは可能か。国別にはどう見込んでいるのか。

A9:

・中東OPEC諸国においては、現在イラクにおいて合計1,000万B/Dの生産能力の増強計画が進められています。このイラクの増産計画には、輸出インフラなどの制約要因によってその全てが実現するには時間を要すると考えられますが、イラクの生産能力は今後着実に増加することが予想されます。サウジアラビアも、今後需要が増加した場合には、現状の生産能力から最大で250万B/Dの生産能力の増強を行うとの方針を示しています。その他に、UAEやクウェートにおいても具体的な油田の生産能力の増強計画が現在進められています。また非中東OPEC諸国においても、ナイジェリアやアンゴラにおいて洋上油田開発が進

むことによって、今後の石油生産量の増加が期待されています。このようなことから、本見通しでは、2035年時点での5,000万B/Dの生産は可能であると想定しています。

Q10: 2050年までの天然ガスの需要はどの部門において増加するか。

A10:

・最も大きな増加は発電部門において見られますが、特に地域によっては、産業・民生等の最終需要部門における天然ガス・都市ガスへの燃料転換の効果も大きいと考えられます。

Q11: エネルギー価格の想定には、将来天然ガス需要が増え、石油需要が減退することを織り込んでいるか。

A11:

・スライド11に示したように、中期的には主としてOECD諸国の天然ガス需要の伸びの不確実性及び非在来型天然ガス供給の拡大により天然ガス需給緩和が継続し、石油との相対価格が低下すると想定しました。しかし、長期的には天然ガス需要の増加に伴い再び相対価格が上昇傾向に向う想定としています。

Q12: 2050年までの期間において、シェールガスやメタンハイドレート等の非在来型天然ガス資源についてはどのような想定をしているか。

A12:

・シェールガスやコールベッドメタンといった非在来型天然ガスそのものの供給量見通しについて、今回のアウトルックでは個別に明示的に作成してはならず、あくまで天然ガス生産量を大幅に増加させ得る要素として取り扱いました。メタンハイドレートについても同様の扱いで、(例えば)2030年に商業生産が開始されるというような想定はしていませんが、2050年という長期を考慮すると、商業生産が開始されている可能性はあると考えます。

Q13: 非在来型ガス供給の増加が続くことにより、再生可能エネルギーや原子力発電の拡大がどの程度抑制されると見ているか。

A13:

・例えば米国においては、天然ガス価格の下落を含むコスト環境の変化に伴い原子力発電建設が中止されるケースも見られるなどの例もあり、天然ガスの生産拡大は相当の影響を及ぼすと見通しています。但し、全世界で温室効果ガス排出削減を行うためには可能な全ての対策を講じる必要があるものであり、天然ガスの利用が拡大した場合にも、世界的に原子力・再生可能エネルギーの急速な拡大が続くことに変わりはない、と考えられます。

Q14: 天然ガス需要が今後相当伸びるとの予測結果であるが、非在来型資源を含め、それに見合う供給は十分であると考えているか。

A14:

・スライド39に示したように、非在来型天然ガスの埋蔵量は在来型天然ガス全体を上回る規模と評価されており、資源量自体には問題ないものと考えます。但し今後2050年までの需要に見合った供給を行うためには、資源開発やインフラ整備への投資拡大が必須であり、それが順調に進むか否かが今後の鍵となると考えられます。

Q15: 再生可能エネルギーが十数%しか普及しないのはなぜか。

A15:

・再生可能エネルギーの導入はコスト面の問題や適地等、さまざまな課題が考えられますが、その中でも今回技術進展ケースとしてスライド47・91に示した大量の普及拡大を想定し、その結果として世界の一次エネルギー供給に占めるシェア十数%という試算となっています。これは勿論一つの評価例であり全く確定的なものではありませんが、全体のバランスやコスト、安定供給性（電力系統の不安定化など）や現在の普及速度等を考えると、概ねこの程度が現実的な最大限の導入量である、と考えています。

Q16: バイオ燃料の想定はどのように置いているか。持続可能性基準等は考慮しているか。CO₂削減におけるバイオ燃料の効果が2035年・2050年ともに3%と小さくなっているのはなぜか。

A16:

・バイオ燃料については、まず各国の政策等を考慮し、例えば日本ではガソリンの10%（体積比）までの導入が進む等の想定を置いた上で、更に持続可能性基準や供給可能量等も含めた供給サイドの評価を行って導入量の想定を決めています。ここではセルロース系等の次世代バイオ燃料が大量に導入される、と想定しています。

・スライド54にあるようにバイオ燃料によるCO₂削減は全体の3%程度となっていますが、これは単体の対策量としては決して小さな数字ではないと思います。むしろこの図は、CO₂削減のためにはあらゆる技術を総動員して最大限まで導入する必要がある、というメッセージを示すものと理解していただければと思います。

Q17: インドにおいて電気自動車・天然ガス車の将来性はどのように見ているか。

A17:

・天然ガス自動車はインドでは既にバス、タクシー、オートリクシャー等において相当程度普及しており、今後もこれらの公共交通を中心にかなりの位置を占めると考えられます。しかし2050年までの低炭素化を考える際には、CO₂削減により直接寄与する電気自動車等が大きな役割を果たすと思われます。電気自動車は航続距離等の制約により少なくとも現状ではその用途が限られており、インドに限らず全世界において、その普及の度合いは今後の技術開発の成否に大きく依存します。

[サン・アンド・サンズ アドバイザーズ代表取締役社長 Sanjeev Sinha氏よりの回答]

・インドにおいて電気自動車の普及を促進する要因として、高い燃料価格が挙げられます（米国よりも高い）。むしろ、環境への配慮は大きな要因ではありません。いずれにせよ、電気自動車は環境特性も優れ（特に発電を水力等によって行った場合には）、同時に燃料代の節約にもなります。

・先に2500ドルの「タタ・ナノ」を発売して話題となったタタ・モーターズは、同車の電気自動車版を発売する計画を発表しています。またその他にも、レヴァ・エレクトリック社、ヒーロー・エレクトリック社、マヒンドラ&マヒンドラ社などインド国内の他の多くの企業も電気自動車市場への参入を表明しています。

・インドにおける電気自動車の成功の最大の理由は、安い燃料代によります。今後の普及はランニング・コストのみではなく、バッテリーや充電インフラのコストにも依存する、と言えます。

・CNG車は、デリーにおいて政府が全ての公共車・商業輸送車をCNGとするための規制を始めたことにより、急速に進展しています。CNGのコストはガソリンよりも安く、かつ政府がCNG車への改造に対して100%の税金割戻しをしていることから、CNGスタンドのある大都市ではCNG車の利用が進んでいます。

・CNG車の将来は、CNGの供給のためのインフラによると思われます。現在はまだインフラが十分でなく、充填のために何時間も待たなくてはならない状況です。

Q18: 電気自動車普及にはインフラ整備や電池のエネルギー密度等、課題が多いと思うが、どのように想定して普及を見込んでいるのか。

A18:

・今後電気自動車のコストは順調に低減するものと想定していますが、しかし主として低いエネルギー密度に伴う航続距離等の問題から、その導入には限界がある、と考えられます。一方で2050年には技術進展ケースでは電源が極限まで低炭素化すると見込んでいるため、電気自動車の環境特性は非常に良く、その限界にほぼ近いところまで導入が進むという想定になっています。

Q19: CCSを大量に見込んでいるが、技術は現段階では緒についたばかりである。将来CCSが大きく見込めないケースもあると思うが。その際のセーフティネットとしては、どのような技術が想定されるか。

A19:

・もしCCSが導入されない場合には、今回の試算では2050年に全世界で270億トン、2008年比で7%減のCO₂排出量となります。今回想定している100億トン規模のCO₂削減を他の手段で代替することは非常に難しく、コスト面の問題や種々の賛否はあるにせよ、今後CO₂排出を大きく削減するためにはCCSは必須に近い、と考えます。2050年の低炭素化のためにはあらゆる手段を総動員することが必要であり、CCSもその例外ではない、と思われます。

Q20: 原子力が今後発展途上国に普及した際、メンテナンスや安全確保の面で先進国に劣るた

め、建設の遅れや稼働率低下につながる恐れがあると思うが、どう考えるか。

A20:

・仰る通りの問題に加えて、例えば今後仮に新規導入国において大きな原子力事故が発生した場合には、世界全体の原子力導入に影響を与えかねない、というような懸念も考えられます。このために、今後日本・フランス等の原子力先進国側は、単にプラントの建設を行うのみではなく、運転や維持、管理の技術・人材育成も含めて総合的に協力を行うことが必須と考えます。

Q21: 石炭の低品位化に伴う発電効率の悪化が今後課題となると思うが、その中で今後高効率化を進めることは可能なのか。

A21:

・石炭は今後、次第に低品位化が進む、といわれておりますが、現在の高品位炭の鉱区が急激に減少することはないと考えます。この状況で、まず、これらの高品位炭利用での高効率化が進められます。

・現状の最高効率であるUSCや開発中のA-USCは、現在我が国が開発している技術では、高品位炭を対象としていますが、石炭が低品位化するといっても、急激に品位が落ちるものではなく、それぞれの品位にあった対策（技術開発）により高効率化、また高効率の維持が可能であると考えます。

・また、IGCCなど石炭ガス化は、現在利用されている高品位炭より品位の落ちる石炭の方が、ガス化しやすいということで、低品位炭の利用が可能となります。

Q22: 途上国における削減技術導入のためにはどのようなインセンティブがあり得るか。

A22:

・アジア/世界エネルギーアウトルックでは、途上国における温室効果ガス削減を促すインセンティブを創出するためには、先進国等が製造、保有する優れたエネルギー環境技術を途上国へ円滑に移転すること、また、途上国自身が技術を製造、展開できる技術的な環境整備が最も重要であると考えております。そのためには、炭素クレジット(CDM等)の国際的な取引を可能にする国際枠組みの構築や、先進国と途上国間における技術協力の実現が、重点的に取り組むべき長期的課題として考えられます。

Q23: 将来のCCSのコスト及び限界削減コストはどの程度と見込んでいるか。

A23:

・アジア/世界エネルギーアウトルック2010では、2050年のCO₂限界削減費用を約230ドル/tCO₂と見込んでおります（IEAのETPでは約180ドル/tCO₂）が、CCSによるCO₂限界削減費用は、技術進展によるCCS技術の大幅なコストの低下を考慮に入れておりますため、230ドル/tCO₂よりは低い限界費用を想定しております。

Q24: インドへのインフラ投資は環境や土地収用等住民の反対運動で計画通り進まないと認識している。今後、ウルトラパワーPJ等、電力・エネルギー開発計画はどのように進捗するのか。

A24:

・ご指摘のとおり、インドでは土地に関する権利の状況等から用地の確保が難しく、また開発のためには外資などによる資金の調達が必要となるなどの点もあり、計画通り進捗することは難しい状況にあります。但し、現在多くのプロジェクトが政府主導のもとに進められており、それらはかなりの遅延を伴いつつも、進捗はしてゆくものと考えられます。

Q25: レアアース、レアメタル等の問題をどう考えているか。

A25:

・今後レアメタル等の需要が急速に拡大し、価格が上昇した場合には、それに応じて生産量の拡大が図られるとともに、その使用を回避する技術の開発も進むものと考えられます。今回の試算（技術進展ケース）では、このようなことにより、将来もこれらがある程度の需給のバランスを保ちつつ、低炭素化技術の普及が進むものと想定しています。逆に言えば、もし仮にそこで本当に需給逼迫が生じた場合には、ここで想定している規模の技術導入が難しくなる可能性もある、とも言えます。

Q26: 今後CO₂削減のためにエネルギー需給構造が大きな変革を受けると思うが、その際、インフラの整った先進国での改革は大きなリスクを受けると思う。その際のリスク評価は行っているか。

A26:

・今回の試算では技術進展ケースとして一つのケースのみを計算していますが、実際には、「水素社会」が実現するケースなど、様々なオプションが考えられ、それに応じてインフラ投資を含めたエネルギー需給構造の変化が考えられるべきものと思います。ただし、どのようなオプションにおいても言えることは、2050年にCO₂の大幅な削減を行うためには発電部門の低炭素化を極限まで進める必要があるということであり、そのためには蓄電能力・コストの飛躍的向上を含む系統対策の強化が必須となります。

・その他にも、天然ガスのサプライチェーンの強化や、今後先進国で石油需要が減退した際の石油産業のあり方等、様々な問題が考えられます。特に2050年の低炭素化社会を実現した場合のエネルギー産業のあり方については未検討の部分が多く、今後の課題と考えています。

Q27: 数字のみではない、具体的な将来の社会のイメージがほしい。

A27:

・上記のように、特に2050年については今回エネルギー需給の概要を描いたのみであり、社会全体を含めた具体的な姿を描くには至っていません。これは今後の課題であるとともに、拙速に結論を出すことのできない、より大きな視点から考えるべき問題であると思います。