

第413回定例研究報告会(2013年10月21日)  
アジア／世界エネルギーアウトルック2013  
—シェール革命がもたらす変革をどう読むか？—

ご質問と回答

**Q1: IEA、米国EIA等の見通しとの違いは何か？また、WEO2012のEfficient Worldシナリオや、今年の6月にIEAが提案した“4 for 2°C”シナリオとはどう異なるか？**

**A1:**

- IEA（国際エネルギー機関）はWorld Energy Outlook (WEO)の2012年版及び2013年版の中で、Current Policies Scenario(CPS)、New Policies Scenario (NPS)及び450 Scenarioの3つのケース設定を行い、世界のエネルギー需給見通しを作成しています。CPSは世界各国が既存のエネルギー・気候変動問題に関する政策を継続するシナリオ、NPSは各国の掲げる最新の政策の奏功を考慮したシナリオ、450シナリオは気温上昇を2°C以内に抑えるためには何が必要かを分析したシナリオです。当所の「レファレンスケース」は過去のトレンド相当の効率向上等を見込んだものであり、概ねIEAのCPSとNPSの間に位置します。また「技術進展ケース」は当所の見込む省エネルギー・低炭素化対策を最大限織り込んだものであり、「2°C目標」からのバックキャストであるIEAの450シナリオとは概念的に異なります。
- また、EIA（米国エネルギー情報局）は同様に世界のエネルギー需給見通しであるInternational Energy Outlook (IEO)を出版しています。次のご質問にあるように、世界各国・地域の経済成長の想定やエネルギー需給に関する見方等が異なり、それぞれ異なる特色を持っています。またEIAの見通しはケース設定がレファレンスケースの他に、低成長／高成長ケース、原油低価格／高価格ケースなどとなっており、IEAの450シナリオに該当するものがないことも特徴的です。
- IEAのWEO 2012に見られるEfficient Worldシナリオは、各種技術のうち省エネルギー技術のみに特化したシナリオ（従って再生可能エネルギーやCCSの導入は必ずしも大きく見込まない）、また「4-for-2°C」シナリオは2020年までに特に焦点を当て、各国が今すぐに何を行う必要があるかを分析したシナリオであると認識しています。いずれも特別な目的のために分析を行ったシナリオですので、IEAの見通しを他機関の見通し（当所やEIA、OPEC等の見通し）と比較する際には、CPS、NPS及び450を参照されるのが良いかと思います。

**Q2: EIAの見通しはIEAに比べて、特に中国の需要を高く見ているが、それについてはどう考えるか？またその理由は？**

**A2:**

- ご指摘の通り米国EIAの見通しは、まず中国の経済成長について、IEA見通しの年平均成長率5.7%（2011～35年）に対し6.2%（2010～2035年）と高めに見ています。また一次エネルギー需要量については2010年から2035年までに2.1倍に拡大すると見ており、これ

はIEAのNPS（1.6倍）及びCPS（1.8倍）に比べて高い見通しになっています。

- ・ 当所見通しのレファレンスケースでは、中国の経済成長についてほぼIEAと同等に想定するとともに、一次エネルギー需要量の推計結果も2010年から2035年にかけて1.7倍と、IEAのNPS・CPSの中間（NPSにより近く）に位置します。一次エネルギー需要の差の一部は経済成長の前提の差によるものですが、それ以上に、特に産業部門のエネルギー消費の伸びの見方そのものに差があると考えられます。即ち、IEAや当所は今後、中国の産業活動が飽和に向うと見ているのに比べ、EIAは今後の産業活動の見通しを比較的強く見ている、ということになるかと思えます。

**Q3: 技術進展ケース・開発促進ケースを分けているが、実際には両方ともに進む可能性が高いのでは？**

**A3:**

- ・ 当所の見通しでは、レファレンスケースにおいても過去のトレンドと同等程度の技術進歩を見込むと同時に、非在来型資源開発が相当程度進むことが想定されています。今回の技術進展ケース及び非在来型資源開発促進ケースは、それらが更に「最大限」進展することを想定したものです。
- ・ ご指摘の通り、両方ともに最大限進むケースというものも想定はできるかと思えますが、今回の試算ではそれらの個別の影響を論じるために、別途のケース展開としています。ご諒解いただければ幸いです。なお、技術進展が進んだ中で非在来型資源開発が促進された場合の影響も、今回の試算結果からある程度は類推できるかとは考えます。

**Q4: CO<sub>2</sub>価格についてはどう考えているか？**

**A4:**

- ・ 技術進展ケースにおいては最大限の省エネルギー・低炭素化技術の導入を進めるために、相当程度の経済負担が必要となります。今回、明確には示しておりませんが、2050年時点で200ドル/tCO<sub>2</sub>相当以上の限界削減費用（≒炭素価格）となるものと想定されます。

**Q5: 開発促進ケースの実現の可能性は？**

**A5:**

- ・ 今回の試算ではレファレンスケースでも既に非在来型資源開発の促進を見込んでいます。それ以上の進展が進むか否か（特に、「開発促進ケース」相当の大幅な生産拡大が進むか否か）は今後の技術開発等の動向に強く依存するものであり、現在見られる様々な現実的な制約を考えると、その実現可能性は必ずしも楽観的に期待できるものではありません。但し将来は多くの場合予想を裏切って進展するものであり、その不確実性の幅を見るためにも、今回、「レファレンスケース」と「開発促進ケース」という大きく異なる二つのケース設定を行っています。

**Q6: 今回、カナダ、ブラジル、ベネズエラ等における非在来型重質原油についてはどう見ているか？**

**A6:**

- ・ 今回の開発促進ケースにおいては、主としてシェール資源が増産されるケースを想定していますので、非在来型の重質原油についてはレファレンスケースと同様の生産量を想定しています。

**Q7: 2040年において(日本の)メタンハイドレートの生産をどの程度見込んでいるか？**

**A7:**

- ・ 今回の試算では、日本近海からのメタンハイドレートの大量生産は見込んでいません。但し今後の研究開発とコスト低減次第ではその生産が日本のエネルギー供給の一部を占めるに至る可能性も考えられ、エネルギー安定供給のためにも、将来の大規模利用に向けた開発の努力が重要であると考えます。

**Q8: 開発促進ケースではレファレンスケースに比べて、米国で原油生産が増加する一方、中東では減少する見通しとなっているが、これは中東の在来型資源よりも米国の非在来型資源の方がコストが安いということか？**

**A8:**

- ・ 開発コストそのものは中東の在来型の方が米国の非在来型よりも低いと考えられますが、ここでは中東産油国が石油収入の最大化の観点から、安値競争を行うよりは生産量を抑制しながら油価が大きく下落しないような行動をとると想定しています。

**Q9: 開発促進ケースではエネルギー価格がレファレンスケースよりも下がる想定となっているが、資源開発が進み、生産量が増加するほど生産コストが上昇するという側面もあるのでは？**

**A9:**

- ・ ご指摘の通り一般的には生産量が増加するほど、生産コストは上昇します。但し第一に、「開発促進ケース」では「レファレンスケース」に比べて、技術進歩等により非在来型資源の開発コストが低減するものと想定しています。第二に、エネルギーの「価格」は需給要因やその他の投機的要因等によって決まるものであり、生産コストをそのまま反映するものではありません。実際に現在の原油価格は、中東での原油生産コストよりも高い水準で推移しているものと見られます。このため、「開発促進ケース」では生産量が増加することによって需給が緩和し、レファレンスケースよりも価格が低下するものと想定しています。

**Q10: 非在来型資源開発促進ケースでは石油消費に大きな変化はなく、原油価格は低下することだが、ボラティリティについてはどのような変化が予想されるか？**

A10:

- ・ 開発促進ケースにおいては、全体的に需給が緩和しますので、ボラティリティーについても低下すると予想されます。

**Q11: 非在来型資源開発促進ケースでは、再生可能エネルギーへの転換を進める世界的潮流はどのような影響を受けるか？**

A11:

- ・ 非在来型資源開発が促進するケースでは、天然ガス価格の低下等により、一部の国でレファレンスケースに比べて再生可能エネルギー導入の速度が若干低下すると見ています。しかしそれにもかかわらず、世界各国が再生可能エネルギー導入を積極的に進める潮流自体に大きな変化はない、と見通しています(冊子p.122の付表46をご覧ください)。

**Q12: 天然ガスと石炭の価格差は実際にはさほど縮まらず、そのため石炭→ガスの代替は進まない、と言う人もいます。価格差がどの程度になると、今回示されるようなシフトが進むのか。またその実現可能性は？**

A12:

- ・ エネルギー間の選択は熱量当りの価格のみによってなされるものではなく、気候変動への対処や炭素価格、エネルギーの供給可能性や設備の導入状況等によっても異なってきます。そのため、実際に過去、熱量等価で石炭に比べて割高である天然ガスの利用は、石炭と同等もしくはそれ以上の勢いで増加しています。
- ・ 今回の試算では、石炭から天然ガスへの代替は大半が発電部門においてなされます。コスト最適化の観点からは、その国に特有の負荷曲線と設備利用率の関係から価格に応じて石炭火力/天然ガス火力の比率が定まり、価格が変化するとその比率も変化することになります。これはあくまでも一つのモデル分析結果に過ぎないことは認識すべきですが、いずれにせよ、天然ガスの供給量が増加することにより、ある程度の代替が進むことは確かであろうと考えています。なお世界の発電量に占める石炭火力のシェア(2040年)はレファレンスケースの36%に対して開発促進ケースでは32%であり、後者にあっても石炭火力発電が重要な位置を占め続けることに変わりはありません。

**Q13: シェールオイルは軽すぎてナフサが多く、製油所のデザインに向いておらず、重質原油の需要は底堅いはずだが、どう見ているか。**

A13:

- ・ シェールオイルの増産が進み、軽質原油の割高感が低下することで、製油所サイドでもこうした軽質原油を処理できるような装置改造がなされると考えられます。

**Q14: 天然ガスの増産により石炭の消費が減少することだが、日本のエネルギーセキュリティという観点からは、むしろ入手が比較的容易となるエネルギー源としての石炭の重要性は増すのでは？**

**A14:**

- ・ 「レファレンスケース」と「開発促進ケース」との比較としては、後者では前者に比べより天然ガスの価格が相対的に低下し、需給も安定化することにより、その利用がより促進される傾向に向うことは確かであろうと考えます。但しこのケースにあってもご指摘の通り、日本及びアジアのエネルギーセキュリティのために石炭の重要性が失われることはなく、石炭の利用は一定のシェアを占め続けるものと見通されます。

**Q15: 米国のシェール開発には負の面もあると思うが、環境破壊の実態やその影響、今後の規制等についてどう見ているか？これらにより、今後生産コストが上昇する可能性はないか？**

**A15:**

- ・ 開発が進むに連れて掘削する井戸の数が増加し、また環境対応の費用も含めて、今後生産コストが上昇していくことは十分に考えられますが、このケースではそうしたコスト増要因を上回る開発技術の進展が実現するとの前提を置いています。

**Q16: 米国からの原油やLNGの輸出に係る規制は撤廃されるという見通しか？**

**A16:**

- ・ エネルギー資源の輸出に係る規制は国内及び国際的な需給の状況に強く依存するものと考えられます。今回の試算では、特に開発促進ケースでは国内の需給が大幅に緩和すること、またそれによって内外価格差が拡大し、米国内でも輸出をおこなうことのメリットが広く共有されることにより、長期的にはこれらの規制がなくなるものと想定しています。

**Q17: 米国からの輸出が進めばドル高が進むように思うが、為替レートについてはどう見ているか？**

**A17:**

- ・ 今回の試算では為替レートは将来にわたって一定としており、それに対する分析は行っていません。エネルギーの輸出入は為替レートに影響する多くの要因のうち比較的小さな一部に過ぎないため、このモデル計算によって将来の為替レートを予測することは不可能です。但し貿易の変化が傾向としてどちらに作用する、という半定量的な分析は原理上は可能ですので、今後、経済モデルを用いてより詳細に産業構造等を分析する際には、考慮すべき事項の一つであると考えます。

**Q18: シェール革命は米国のバイオ燃料生産に対してどのように影響するか？**

**A18:**

- ・ バイオ燃料を含む再生可能エネルギーの導入は必ずしも他のエネルギー源との価格優位性によって進展するものではないため、非在来型資源開発の促進はその導入に若干の

影響は与え得るものの、それによって導入が著しく阻害されることはない、と考えています。むしろ政府の温室効果ガス削減目標や、バイオ燃料自体の技術開発・コスト低減動向の方が、将来の導入促進に対してより直接的な影響を与えるものと考えます。

**Q19: 中国での天然ガス・LNGの需要増加についてどう見ているか？**

**A19:**

- ・ 李教授からの発表にもありました通り、中国では政策の後押しもあり、いずれのケースでも天然ガス需要量が急速に拡大、それに伴ってLNG需要も拡大する見通しです。レファレンスケースでは、2040年に中国のLNG需要量は9,000万トン程度まで増加すると見通されます。

**Q20: 中国での水資源の制約をどのように評価するか、できるだけ具体的に説明してほしい。**

**A20:**

- ・ 中国でも四川省などはシェール開発に十分な水資源が存在しています。また最近ではLPGを用いるなど、水を出来るだけ使わない開発技術の開発も進められていますので、開発促進ケースではそうした開発技術の進展によって水資源の制約を最小化することが出来ると想定しています。

**Q21: 中国以外の地域(ASEAN)における天然ガス利用拡大の可能性は？LNG基地・発電設備がない中で、石炭等の安価な燃料が天然ガスにシフトする可能性はあるのか。**

**A21:**

- ・ ご指摘の通り現在、ASEAN地域ではLNGの輸入・利用のためのインフラが東アジアの需要国（日本など）ほど整備はされていませんが、例えばタイでは既にLNG輸入基地が稼働しており、インドネシアでさえも米Cheniereからの輸入契約を結ぶなど、LNG輸入に向けた動きは進んでいます。今後も価格動向次第によっては、その傾向は持続するものと考えられます。
- ・ 但し、ASEAN地域にとって石炭の利用がエネルギー安全保障上からも重要であることに変わりはありません。現在ASEAN地域では、タイなどで天然ガス火力のシェアが高いため、地域計の発電電力量合計に占める石炭火力のシェアは30%強に過ぎませんが、レファレンスケースではこれが40%近くまで拡大する見通しです。これに対し非在来型資源開発促進ケースでは、石炭火力のシェア拡大がレファレンスケースに比べて抑えられるものの、2040年に35%程度まで上昇すると見通しています。

**Q22: 開発促進ケースでも原油価格は100ドル/bblと高めに設定されているが、それ以外のケースで、低価格となる見通しはあるか？**

**A22:**

- ・ 原油価格については、今回の試算ではレファレンスケース（2040年に127ドル/bbl）と開

発促進ケース（同100ドル/bbl）の見通しのみを提示しています。一方で、今回提示はしていませんが、技術進展ケースでは石油を始めとするエネルギー消費量全体が低減することにより、純粋に需給のみの面からは、100ドル/bblを下回るレベルまで実質原油価格が低下することも考えられます。但しこのケースでは野心的な省エネルギー対策を実施するための負担（炭素価格など）の増加が想定されるため、消費者側での実質的なエネルギー価格は大きくは低下しない、と考えられます。

**Q23: 石油製品の貿易を予測するに当たり、製油所をどの国がどの程度建設するかについては、どのように予測しているか？**

**A23:**

- ・ 今回貿易を推計するに当り用いている手法は、コスト最適化計算により、需要と供給（生産）のギャップを満たすための、ある種の「理想的」な将来の姿を描くものです。従って、製油所については、まず建設計画がある国・地域ではそれを見込んだ上で、それを超える長期の将来については、基本的には需要の増加する地域において新設がなされるものと想定されることになります。

**Q24: 参考資料p.4で電気自動車／燃料電池車とあるが、燃料電池車単独の見通しはあるか？**

**A24:**

- ・ 今回、燃料電池車単独の見通しは示していません。燃料電池車の大規模な利用を始めとする、いわゆる「水素社会」の到来を示すシナリオは、可能な将来像の一つの姿として、別途分析を行うべきものであり、今後機会があれば検討したいと考えています。

**Q25: 豪州のLNG生産量が2020年代にはカタールを越えて1億トンを超えるとも言われているが、その2020年、25年、30年、40年の輸出量はどの程度と見通しているか？またその価格は？**

**A25:**

- ・ 各年の国別輸出量の見通しは今回示しておりませんが、生産量の見通しからご判断頂けるように、豪州のLNG輸出量は急速に増加を続け、2020年代にはご指摘の通りカタールを超える見通しです。主要な輸出地域はアジアと想定されることから、その価格は今回示している日本の輸入CIF価格の通り、将来に向けて緩やかに低下するものと見通されます。

**Q26: 国内の石油製品の価格は、原油高を受けて上昇するのか。また、エネルギー供給高度化法のトッパー削減を受けて、国内の製品価格はどのように変化するか？**

**A26:**

- ・ 国内の石油製品の価格は過去、原油の輸入価格に直接的に連動して変化しており、もし今後今回の見通しのように原油価格が上昇傾向で推移するならば、製品価格も同様に上昇すると考えられます。トッパーの削減によって、国内の製品需給がタイトになり、現

在のような過当競争の状態が緩和する効果は期待できますが、それでも国内の製品価格が原油価格や国際石油製品価格によって大きく影響を受ける状態は今後も変わらないものと考えられます。

**Q27: レファレンスケースで2040年には中東の石油輸出が2011年よりも増加する見通しだが、具体的にどの国が特に増えているか？**

**A27:**

- ・ 特に輸出増加が顕著なのはイラクであり、生産の拡大に伴いレファレンスケースでは700万b/d近い水準まで輸出が拡大すると見通しています。その他にもこのケースでは、サウジアラビア・UAE・クウェートなどで、アジアを中心とした需要の拡大により輸出量が緩やかに増加すると見通しています。

**Q28: 「21世紀末に450ppmCO<sub>2</sub>-eqまで引き下げることが容易ではないが、可能性は残されている」とあるが、これはどういう意味か？**

**A28:**

- ・ 報告資料（松尾）24枚目にあります通り、今回の技術進展ケースは従来試算の450ppmレンジのほぼ上限に位置しており、もしこのケースが達成されれば、450ppm安定化も全く不可能とは言えない、と思われま。但し一方で、450ppmの達成が非常に難しい目標であることも確かです。
- ・ 2℃目標について言えば、同25枚目・26枚目にあります通り、技術進展ケース相当の排出量はRCP2.6とRCP4.5との中間、どちらかと言えばRCP2.6に近い水準にあり、産業化以前から21世紀末までの平均気温上昇を2℃以内に抑えることも不可能ではない、と予測されます。今後、排出削減パスと二酸化炭素（換算）濃度及び気温上昇の関係については、常にIPCC等の最新の情報や試算結果を踏まえて考察を進めることが必要です。

**Q29: シェールガスの開発は米国の産業力強化につながると考えられ、欧州では既に相対的な競争力低下を懸念する声が大きくなりつつある。これに対して日本はどのようにするのか？**

**A29:**

- ・ 先般発表されたIEAのWEO 2013に示された通り、今後長期の将来に向けて日本や欧州ではエネルギー価格が上昇し、米国等に比べて国際的な産業競争力が低下、世界市場に占めるシェアが低減することが危惧されます。これは深刻な問題であると認識しています。
- ・ 但し、非在来型資源開発の影響のみに限って言いますと、今回の発表資料に示しました通り、日本も価格低下により、米国ほどではないにせよ、経済的な恩恵を受けることが想定されます。むしろより深刻な問題は、今後日本国内において、電力その他のエネルギー供給に係る政策等により、必要以上にエネルギーコストが上昇する危険性ではないでしょうか。このためにも、バランスの良いエネルギー・ミックスを目指して計画を策定し、それに向けて適切な政策措置が講じられることが必要であると考えます。