

第417回定例研究報告会(2014年10月22日)  
アジア／世界エネルギーアウトルック2014  
－中国・インドの低成長シナリオ及び気候変動問題の分析－

ご質問と回答

**Q1: 中国については今後「改革」(省エネ・環境・効率化)が進むイメージはあるが、インドについてはどのような政策がいつ頃のタイミングで実現するのかのイメージがわからない。**

**A1:**

- ・ 今回、中国については「低成長・改革ケース」で産業構造を含めた改革が進むと見通している一方で、インドについては産業構造や社会のあり方自体に抜本的な変革があるとは想定していません。但し、インドでは現行の第12次5カ年計画においても省エネルギーの推進が盛り込まれているなど、省エネや低炭素化自体については既に政府が推進の姿勢を示しており、低成長下にあってもそれらの政策が効果を発揮した場合について「低成長・改革ケース」として設定しています。
- ・ なお、中国については「低成長・改革ケース」では「技術進展ケース」と同等の省エネ・低炭素化が実現すると想定しているのに対し、インドでは経済の低成長下に伴い、効率改善等が「技術進展ケース」と同等までは進まない想定としています。

**Q2: 中国では低成長・改革ケースで産業構成の変化を織り込んでいるが、全世界で同様の分析はしていないのか。**

**A2:**

- ・ 産業構造の変化とそれによるエネルギー需給構造の変化は過去、どの国でも多少とも生じているものであり、その意味において、過去のトレンドの延長を想定したレファレンスケースで、世界の全ての国についてそれが織り込まれています。但し中国においては、年率10%を持続した高成長からの着陸という、ある意味で歴史的な意義のある時期において、政府の進める抜本的な改革が進むか否かが注目されています。このため今回は特に「低成長・改革ケース」として、過去のトレンドの延長以上に大きな変革を想定しています。このような分析は、今回は他の国については行っていません。

**Q3: 技術進展ケースにおける省エネは主に各産業・業務・家庭等単体の中で導入されるものであって、産業構成や人口の変化、生活スタイルの変化等による省エネは見込んでいないのか。**

**A3:**

- ・ 産業構造の変化については、過去のトレンドの延長として見込んでいます。但しそのトレンドを逸脱した劇的な変化は、中国の「低成長・改革ケース」を除き、見込んでいません。
- ・ 人口の変化は主にGDPへの影響や世帯数の変化、自動車保有台数の変化等を通じて、エ

エネルギー需要の見通しに明示的に織り込まれています。また、高齢化の進展に伴うエネルギー消費の変化等についても、完全にではありませんが織り込まれています。但し省エネルギーを進めることのみを目的として、人々が自発的に生活の様式を大きく改め、それがエネルギー需給に大きな影響を与えることは見込んでいません。

- ・ なお、上記の産業構造や人口、年齢構成等の変化による影響はレファレンスケースで既に織り込まれており、レファレンスケースから技術進展ケースまでの省エネ分としては評価されていません。これは、技術進展ケースにおける省エネとは政府の取組み（例えば、高効率の機器に対してインセンティブを与えるなど）によって実現し得るものと捉えており、政府が省エネを目的として誘導的に人口や産業構造を変化させることは想定していません。

**Q4: 中国・インドの低成長シナリオにおいて、エネルギー価格の低下は国内の生産にも影響を与えるのではないかとその程度は？**

**A4:**

- ・ ご指摘の通りです。レファレンスケースと低成長・改革ケースとの石油・天然ガス・石炭の生産量の差（本文p.35～p.44とp.75～80）をご参照ください。

**Q5: 低成長ケースの場合でも、2040年に中国で共産党主導の国家運営体制を想定しているか？**

**A5:**

- ・ 今回、中国の国家体制に係る変化は明示的に想定していません。但し、同じく共産党主導の国家運営とは言っても1950年代・60年代と現在とはかなり大きな変化が見られているのは事実であり、今後も政治体制そのもののあり方はともかくとして、国際情勢の変化に応じてガバナンスの変化もそれなりにはあり得るものとは考えられます。

**Q6: 中国・インド・ASEAN諸国それぞれについて、2030年時点で再生可能エネルギー（太陽光・風力・バイオマス他発電・バイオ燃料）はどの程度普及すると予測しているか。それに対して日本はどうか？**

**A6:**

- ・ 以下の通り見込んでいます。

	太陽光発電, TWh			風力発電, TWh		
	2013	2030年 レファ レンス	2030年 技術 進展	2013	2030年 レファ レンス	2030年 技術 進展
中国	17	113	169	116	334	471
インド	3	12	43	31	79	337
ASEAN	0.8	4	11	0.5	1.7	4
日本	15	28	61	5	23	35

  

	バイオマス発電, TWh			輸送用バイオ燃料, Mtoe		
	2013	2030年 レファ レンス	2030年 技術 進展	2013	2030年 レファ レンス	2030年 技術 進展
中国	51	120	144	1.2	11	13
インド	24	60	71	0.2	1.7	6
ASEAN	10	28	34	1.8	12	16
日本	40	54	66	—	0.6	0.7

**Q7: 今後、中国・インドは原子力技術の輸入を行うのか、もしくは自国の技術開発を優先させるために日本等、海外企業の参入は難しいのか。**

**A7:**

- ・ 中国では数年前に原子力発電の急成長を始めた段階ではフランス・米国等の技術を移入していましたが、その後技術の国産化が進められており、既に国産の技術によってプラントを建設しています。今後も海外（日本等）からの機器・部品の納入程度はあり得ますが、海外企業が主契約者となってプラントを建設することはないものと思われます。
- ・ インドでは国産技術の開発はトリウム・サイクルに重点が置かれており、この路線は今後も継続するものの、当面の原子力発電設備増加の大半を占める軽水炉の建設については、海外企業に発注がなされるものと考えられます。但しそこに日本企業が参入するには、まず原子力協定が締結されることが前提となります。

**Q8: 供給サイドの不確実性について、どの程度の幅を見込んでいるか？**

- ・ シェールガス生産の技術的不確実性
- ・ 原子力の進展
- ・ 再生可能エネルギー供給インフラの整備
- ・ CCS導入と石炭火力導入

など

**A8:**

- ・ シェールガス生産については、どのケースにおいても今後、ある程度の進展が見込まれるものと想定しています。一方で資源開発の動向によっては、それよりも更に劇的な生

産量増加が進むこともあり得る、と考えています。その詳細については昨年度版の「アジア／世界エネルギーアウトック2013－シェール革命がもたらす変革をどう読むか？－」をご参照ください。

[http://eneken.ieej.or.jp/whatsnew\\_op/131021teireiken.html](http://eneken.ieej.or.jp/whatsnew_op/131021teireiken.html)

- 原子力については、今後もその設備容量がアジアを中心に、しかし世界規模で拡大を続けるものと見通しています。但しその拡大の速度には幅があり得るため、2012年の設備容量386GWから、2040年にはレファレンスケースで618GW、技術進展ケースで863GWになると見通しています。また、もし万一世界において今後数次にわたって大規模な事故が起きた場合には、再度政策を見直す機運が高まり、レファレンスケースよりも低い見通しとなり得ることも、可能性としてはあり得ます。
- 再生可能エネルギーの導入拡大には、送電などのインフラ整備が必要となります。ただし、ドイツ（北部の風力を南部へ送ることを目的）での送電網拡張計画が、住民の反対（景観、電磁波に対する危惧）によって順調に進んでいないことから見ても、送電網整備の遅れが再生可能エネルギー導入を減速させる可能性はあると思われます。
- また、今後、中国やインドなど国土が広大な国での再生可能エネルギーの導入拡大、欧州を中心とした洋上風力の増加が考えられるため、長距離送電線の需要が高まると考えられ、送電ロス小さい高圧直流送電技術が果たす役割が大きくなります。これは技術的には大きな課題はありませんが、送電網の運営やコスト負担などの課題が導入を減速させる可能性は否定できません。技術進展ケースにおいてはこのようなインフラ整備も順調に進むものと想定しており、逆にそれが進まない場合には、技術進展ケース相当までの導入拡大がなされることは難しいと考えられます。
- CCSについては全く導入がなされないレファレンスケースから、2030年以降に運開する石炭火力・LNG火力がほぼCCS付きとなる技術進展ケースまで広い範囲を見込んでおり、その将来の動向は主に温室効果ガス排出削減の動向（どの程度高価な対策が必要となるほどまでの温室効果ガス排出削減が目指されるか）に依存するものと考えています。
- 石炭火力発電については、まず米国において政策的な減少を見込んでいますが、その見通しにはレファレンスケース・技術進展ケースの差相当の振れ幅があります（発電量にして現在の1,643 TWhから、2040年にレファレンスケースで1,199 TWh、技術進展ケースで651 TWh）。また、中国・インド・インドネシア等のアジア諸国については、省エネルギーの促進と代替エネルギー（天然ガス、原子力、再生可能）への転換の度合いに応じて相当の幅を見込んでおり、それがレファレンスケースと技術進展ケースの差となっています。

**Q9: ガス供給について、シェール革命のインパクトはどの程度反映しているか？**

**A9:**

- 今回、全てのケースにおいて、北米以外の地域についてもシェールガスを中心とした非在来型天然ガス資源の開発を相当程度見込んでいます。その具体的な規模については本文（p.39、p.77及びp.98）をご参照ください。

**Q10: 2020年までの天然ガス価格下落の要因として、長期契約分の変化・スポットの変化はどの**

ようになっているか。

A10:

- ・ 今回の見通しでは、2020年にかけて国際天然ガス市場の需給が緩和し、それがタイムラグはあれど長期契約やスポットの価格に反映され、価格が下落すると想定しています。その際に、長期契約及びスポットによる調達比率は特に考慮しておりません。但し、長期契約であっても、米国産LNGに関しては米国内卸売スポット価格であるヘンリーハブ価格に連動しますし、石油価格とスポット価格のハイブリッド型フォーミュラを組み込んだものも増加しています。また、スポット市場の流動性も高まっておりますので、中長期的には、スポット価格が長期契約価格のみならず市場価格全体に及ぼす影響が高まるものと思われまます。

**Q11: 本見通しではアジアで石炭が最大のエネルギー源とのことだが、アジアに”Golden Age of Gas”は到来するのか？天然ガスがアジアで普及するための鍵は？**

A11:

- ・ アジアにおいて特に石炭を多く消費しているのは中国・インド・インドネシアの3大国です。アジアからこの3国を除くと、技術進展ケースにおいては石炭の消費量は2012年の316 Mtoeから2040年には305 Mtoeと微減、天然ガスの消費量は2012年の302 Mtoeから2040年の352 Mtoeと増加しており、天然ガスの消費量が石炭を上回ります。
- ・ 中国・インド・インドネシアの3国についても発電やその他の部門において急速な天然ガス消費の拡大を見込んでおり、技術進展ケースはある意味で天然ガスの”Golden Age”と呼ぶに値するものでもあると考えます。但しアジアに内在する資源量の問題などもあり、少なくとも2040年までの期間においてはこれら3国において天然ガスの消費量が石炭を抜くことはないものと思われまます。同様に、IEAのWorld Energy Outlook 2014においても中国やインドで2040年までに天然ガスの消費量が石炭を抜くことはありません。

**Q12: メタンハイドレートの実現可能性は昨年度に比べて上がっているか？**

A12:

- ・ 今回、日本近海におけるメタンハイドレートの生産は織り込んでいません。但しその実現可能が乏しいと考えているわけではなく、あくまでも、そのような想定で試算した、ということと捉えて頂ければ幸いです。将来実用化に至ることは、可能性としては十分にあるものと考えられ、その意味において昨年度時点と比べて大きな差はありません。

**Q13: 原油価格は徐々に上昇する見通しだが、産業用燃料としてのA重油・C重油の価格は、エネルギー供給構造高度化法の影響も含め、原油上昇率と同等であるのか、もしくは差があるのか。**

A13:

- ・ エネルギー供給構造高度化法の下での政府告示によって今後国内の原油処理能力の削減が進むことが予想されますが、それと合わせて国内の石油製品需要にも減少が予想さ

れること、国内の製品価格が独歩高となれば輸入品が入ってくることから、原油処理能力の削減による国内製品価格への影響は限定的になると考えます。その中で、産業用のA重油とC重油の価格については、基本的には原油価格の変動とともに推移すると考えられますが、今後は国内の需要減少のペースがガソリンなどと比べても早いこともあり、傾向としては、少しずつ割安な状況に向かうのではないかと考えられます。

**Q14: 太陽光発電の導入には系統安定化等の対策も必要となるが、総発電量の何%まで経済合理的に導入が可能と考えるか？特に日本と中国において。**

**A14:**

- ・ 太陽光と風力の大量導入には、必ず系統安定化対策が必要となりますが、系統対策のみの経済合理性を考えると、最も合理的な対策は出力抑制です。したがって、まず、積極的に出力抑制を実施することが重要となります。ただし、抑制する割合が増大すると更なる導入にブレーキがかかることから、抑制によって生じる機会損失と、実発電電力量（系統が吸収できた分）がもたらす便益が同等となる点の一つの分岐点になると考えられます。
- ・ その分岐点を超えて、更なる導入拡大を目指す場合は、地域間連系線の増強や蓄電池などの対策も必要となってきます。ただし、これらの対策はリードタイムが長いこと、コストが高いことから、費用対便益を十分に検討したうえでの導入量の分析が必要と考えられます。
- ・ ここからわかるように、どの程度のコストをかけるかによって太陽光の導入可能量は大きく変化します。もし「経済合理性」という語を厳密に捉えるならば、FIT制度なしに「経済合理的」な太陽光発電の導入はそもそも不可能です。また、大量の蓄電池導入や大規模の出力抑制なしに導入できる範囲内ということであれば、太陽光発電のピーク出力が需要の最も少ない日（5月連休頃）の日中の需要量を大きくは超えない範囲内、という制約がつき、例えば20%を超えるような大量導入には課題が多い、ということになるかと思えます。

**Q15: 技術進展ケースでは次世代自動車が相当に普及する見通しだが、この想定の実付けは何か。また、充電・水素ステーションインフラ整備の見通し、水素の価格(コスト)低減の見通しはどうなっているか。**

**A15:**

- ・ 自動車の車種選択については、コスト（車体価格等）と燃費について一定の想定を置いた上で、環境性・利便性も考慮し、自動車普及モデルを用いて評価を行っています。モデルの概要については以下の文献をご参照ください。  
<http://eneken.ieej.or.jp/data/2845.pdf>
- ・ 電気自動車や燃料電池車の普及に際しては、その燃料供給のインフラが必要に応じて整備されることを想定しています。但し特に今回、燃料電池車及び水素供給インフラについては、主にコスト面の障壁の大きさから、それが飛躍的に進むことは想定していません。逆に言えば、仮に水素供給インフラのコスト低減を想定し得る場合には、今回の見

通しに比べてより「水素社会」に近い世界を描くシナリオも可能である、とも考えています。

**Q16: エネルギー源としての水素についてはどう見ているか？どのような条件のもとで水素の普及は加速するか。**

**A16:**

- ・ 今回、「水素社会」の本格的な到来を示すシナリオは描いていません。しかしそれが不可能であると考えているわけではなく、将来のシナリオの一つとして十分に考えることができるものであるとは認識しています。
- ・ 本格的な水素社会は、①水素の供給価格がある程度低減した上で、②各国が非常に野心的なCO<sub>2</sub>排出削減の目標を設定し、実際にその達成が目指され、③水素と競合する技術のみによっては、(コスト面、もしくは導入可能量の面から) そのCO<sub>2</sub>排出削減目標が達成できない場合に実現するものと考えています。
- ・ より具体的に、例えば日本については、発電部門において電源のゼロ・エミッション化が目指される一方でCCSについて導入制約がある場合に、まず大規模発電で大量導入が行われ、その後に燃料電池車や定置用燃料電池の導入が進むシナリオが考えられます。詳細については下記の文献をご参照ください。

<http://eneken.ieej.or.jp/data/4854.pdf>

<http://eneken.ieej.or.jp/data/4981.pdf>

**Q17: CCSの世界的進捗状況及びシナリオにおける位置づけは？また、それが導入される条件は何か。貯留可能量とリンクしているのか？**

**A17:**

- ・ CCSは未だ実証を行っている段階であり、将来、大規模な普及が進むとしても多少の時間を要するものと考えられます。その大量導入のためには高い炭素価格、もしくは極めて野心的なCO<sub>2</sub>排出削減目標の達成が目指されることが必要であるため、レファレンスケースでは導入を想定せず、技術進展ケースのみにおいて想定しています。
- ・ 今回の試算においては2030年以降に運開する石炭火力・天然ガス火力がほぼ全てCCS付きとなることを想定していますが、その実現のためには、世界全体の貯留可能量よりもむしろ、CO<sub>2</sub>の発生地と貯留地とのリンクが大きな課題になると思われます。最終的には貯留量に応じて増大するコストをどのように負担するかの問題となり、上記の想定が実現するためには、かなりのコストがかかることは十分に認識する必要があります。

お問い合わせ: [report@tky.ieej.or.jp](mailto:report@tky.ieej.or.jp)