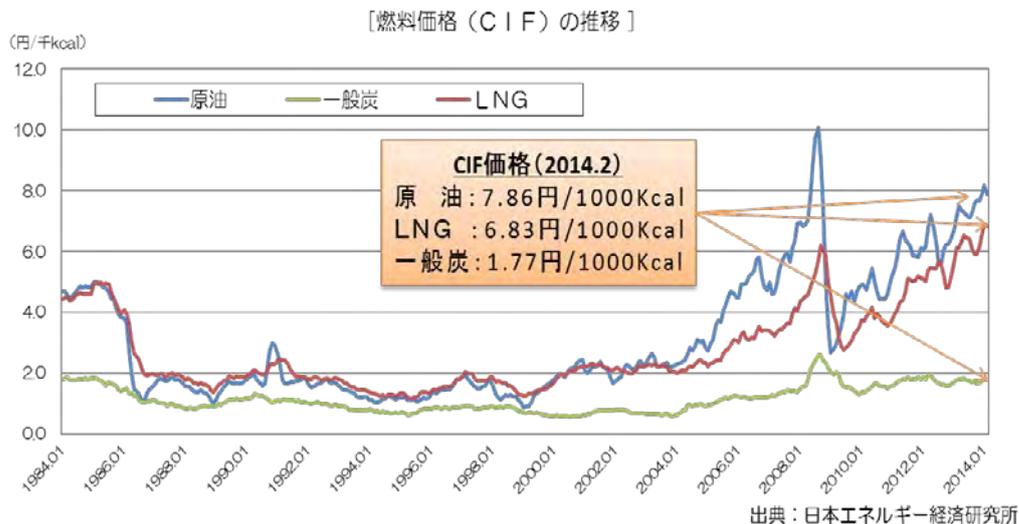


平成 26 年 7 月 2 日

## 1. 石炭に関する基本的認識

### (1) 石炭資源について

- ①世界の石炭埋蔵量は約 8600 億トン、生産量は約 78 億トン（2012 年）となっており、可採年数は約 110 年。生産量のうち輸出に回るのは約 17%（約 13 億トン）となっているが、この 13 億トンのうち日本が約 15%（約 1.9 億トン）を輸入・消費している。2011 年以降、日本に代わり中国が世界一の石炭輸入国となり、さらにインドも早晚、日本を追い抜く勢いで石炭輸入を急拡大している。
- ②日本は豪州、インドネシアといった政情が比較的安定した地域から石炭を輸入しており、石油における中東依存・ホルムズ海峡通過のような地政学的供給リスクはないものの、両国だけで石炭の総輸入の約 8 割（豪州：約 64%、インドネシア：19%）を依存する形となっている。
- ③石炭の価格は、石油や天然ガスに比べカロリーベースの単価では安価であり、また長らく安定的に推移してきたが、10 年前から高騰。足下では落ち着いた状態にあるが、それでも 2000 年代前半に比べると 2 倍程度の水準。



- ④今後は中国やインド等の石炭輸入の拡大と石炭の国際貿易における日本のプレゼンスの相対的な低下、石炭供給を限られた国に依存していることなどが、中長期的に見た場合の石炭価格の上昇リスクとなっている。

	2000年			2012e年	
	輸入量(千トン)	割合		輸入量(千トン)	割合
1日本	150,340	24.0%	1中国	288,787	22.6%
2韓国	64,895	10.3%	2日本	183,771	14.4%
3台湾	45,409	7.2%	3インド	159,619	12.5%
4ドイツ	29,744	4.7%	4韓国	125,535	9.8%
5ロシア	25,528	4.1%	5台湾	64,530	5.1%
6英国	23,446	3.7%	6ドイツ	45,195	3.5%
7スペイン	21,649	3.5%	7英国	44,797	3.5%
8インド	20,930	3.3%	8ロシア	31,381	2.5%
9フランス	19,032	3.0%	9スペイン	22,414	1.8%
10中国	2,178	0.3%	10フランス	15,932	1.2%
その他	223,980	35.7%	その他	294,070	23.0%
合計	627,131		合計	1,276,031	

出典：IEA Coal Information 2013

## (2) 石炭利用について

- ①日本の石炭消費のうち44%は発電用（一般炭）。東日本大震災後、原子力発電所の稼働停止により石炭火力の重要性は一層高まっており、直近では発電電力量の約3割が石炭火力によるもの。平成26年4月に閣議決定されたエネルギー基本計画においても「安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源の燃料として再評価」とされている。



- ②また、石炭消費の33%は製鉄プロセスにおける鉄鉱石の還元剤として必要不可欠な鉄鋼原料用（原料炭）として消費されている。
- ③石炭の利用にあたっては、CO<sub>2</sub>やSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>等の排出削減が不可欠であるが、日本では、これまでクリーンコールテクノロジー（CCT）の開発を積極的に進めてきており、その平均発電効率（41.3%（発電端・LHV）<sup>1</sup>）は世界第2位の石炭消費国で総発電電力量の4割程度を石炭火力に頼る米国（35.8%）も上回り、世界最高水準を達成している。日本の最先端の石炭火力技術で米国の石炭火力発電所をすべて代替すると、それだけで年間3.8億トンのCO<sub>2</sub>削減につながるなどの試算もある。
- ④世界での石炭利用については、エネルギー供給の約3割を占めている。途上国を中心に、今後、安価なエネルギー源である石炭による火力発電の大幅な拡大が見込まれている。日

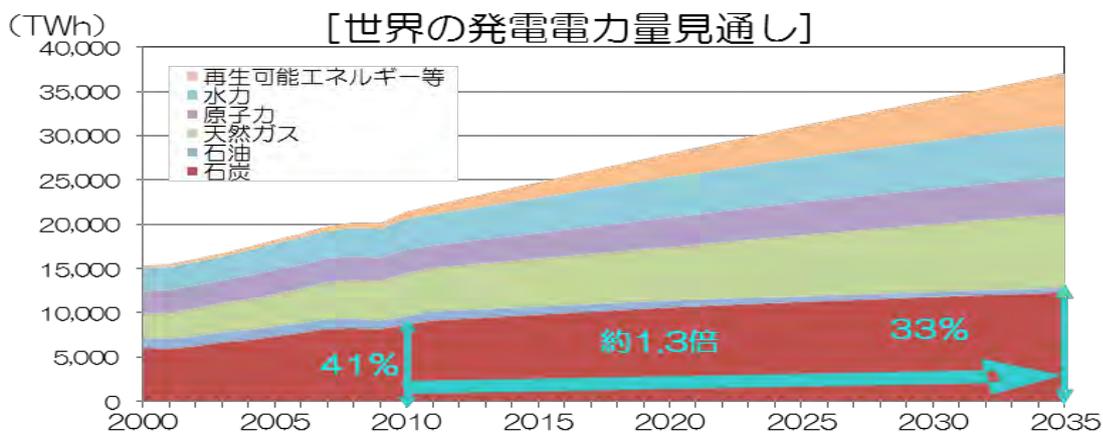
<sup>1</sup> ECOFYS「International comparison of fossil power efficiency and CO<sub>2</sub> intensity - Update 2013」

本再興戦略やエネルギー基本計画等においても、インフラ輸出の重要性が謳われている中で、我が国の優れた CCT を活かした石炭火力発電所の海外展開は、インフラ輸出の重要分野の一つと位置付けられているところ。同時に、今後石炭火力の新增設が見込まれる新興国等において、日本のクリーンで CO2 排出量の少ない石炭火力が導入されることは地球規模での環境負荷低減のためにも極めて重要。

## 2. 石炭をめぐる各種の課題

### (1) 石炭の供給面での課題

- ①世界の石炭生産・消費は増加傾向。現在、世界のエネルギー需要の3割を石炭が占めるが、IEA の見通しではインド、インドネシア、中国等の新興国における消費量の増加により、2035 年の世界での消費量は現状の 1.2 倍まで拡大するとされている。特にこの 10 年は中国・インドでの消費が急激に拡大。両国は石炭生産国ではあるが、国内生産だけでなく、輸入により国内需要を満たすため、今後の輸入増加が見込まれる。短期的には、2000 年代後半の資源ブーム時の過剰投資の調整状態にあるものの、中長期的には、中国、インドその他の新興国での需要・輸入増が見込まれ、需給は再びタイトになっていくとともに、世界の石炭貿易における日本の影響力の相対的な低下も見込まれることから、石炭の調達コストも上昇していく可能性がある。



- ②さらに、資源メジャーの影響力の増大、資源ナショナリズムの台頭、また日本の輸入の6割を依存する豪州での異常気象による供給途絶、炭鉱労働者のストライキ等の発生など、我が国への石炭の安定調達におけるリスク要因も増えている。
- ③他方、世界第2位の石炭生産国であり消費国でもある米国は、シェールガス革命によりガスシフトが進展。国内需要用であった石炭が欧州へ輸出されるとともに、コロンビア等の米国向けの石炭輸出も欧州へシフトするなど、石炭の国際貿易の構図に変化が見られるところ。

④こうした状況を受け、石炭市況も踏まえつつ我が国の石炭輸入の8割を依存する豪州・インドネシア以外の調達先も検討することで、更に安価で安定的な石炭供給を確保していくことが重要。

## (2) 石炭の利用面での課題

①石炭は石油や天然ガスに比べ安価で供給安定性に優れるが、利用時の温室効果ガス(CO<sub>2</sub>)排出量が多いという問題がある。

②CCTの開発により、石炭火力の発電効率は世界最高水準となっているものの、なお、LNG火力に比べるとCO<sub>2</sub>排出量がキロワットアワーあたり2倍程度多くなっている。

③昨年、環境省と経済産業省が合意した環境アセスメントの明確化・迅速化もあり、今後、石炭火力発電所の新設・リプレースが進むことが想定される中、石炭火力の一層のCO<sub>2</sub>排出削減は日本全体のCO<sub>2</sub>排出削減に対する寄与も大きく、引き続き重要な課題。

④こうした課題の解決に向けては、ア)石炭の消費効率の向上(高効率化)、イ)石炭燃焼時に発生するCO<sub>2</sub>の大気中への放出の抑制(CCS)に関する取組が不可欠。

ア)石炭火力の高効率化としては、現在主流の微粉炭火力方式では蒸気の更なる高温・高圧化(USCからA-USCへ)、石炭ガス化方式では石炭をガス化し、そのガスの燃焼でガスタービンと蒸気タービンを回転させるIGCC、さらにIGCCに燃料電池を組み合わせたIGFCの実用化を目指した研究開発が行われている。

イ)CO<sub>2</sub>の大気中への放出の抑制のため、石炭燃焼時に発生するCO<sub>2</sub>の効率的な「分離・回収」、CO<sub>2</sub>の化学製品等への「利用」、さらにCO<sub>2</sub>の地下の帯水層等への安定的な「貯留」に向けた調査・研究が行われている。

## (3) 我が国の低炭素石炭利用技術の海外への普及

①日本の石炭火力は世界トップレベルの発電効率を達成しているが、世界に目を向けると、低効率な石炭火力が多く存在。また、新興国・途上国を中心に、今後、電力需要の増加に対応して、経済性・供給安定性の観点から、石炭火力の新増設・リプレースが見込まれる(IEAによれば、2035年までに石炭火力発電の新増設・リプレースを合わせて145兆円の市場が見込まれている)。

②こうした中、昨年6月、米国のオバマ大統領は「気候変動行動計画」を発表。その中で、石炭火力にとってはCCSなしでは達成困難なレベルのCO<sub>2</sub>排出基準の制定を検討するとともに、海外の石炭火力の新設に対する公的金融支援を終了するよう他国や国際金融機関等にも求めていく旨表明。既に英国、北欧5カ国などが賛同している状況。

③今後経済発展を進める新興国・途上国が、その増大する電力需要に応えるためには、一定程度石炭火力の新増設・リプレースに依らざるを得ない。こうした中、国際金融機関等による公的金融支援がなければ、高効率な石炭火力よりも新興国等の低コストながら低効率な石炭火力が導入されることとなり、CO2 排出抑制の観点からは、むしろ望ましくない結果となるおそれがある。また、石炭火力は一度導入されれば 40 年超の長期間にわたって運用されるものであり、導入時の効率の差が長期間にわたって固定される点にも留意が必要である。

④米国、中国、インドの 3 カ国の石炭火力発電所を日本の最先端の石炭火力技術で代替すると、それだけで年間約 15 億トンの CO2 削減につながるとの試算もある。石炭火力が導入されるのであれば、高効率なものが導入されるよう国際金融機関等による公的金融支援が適切に行われることが必要であり、かかる視点を世界各国で共有することが重要。

### 3. 今後の対応と施策の方向性

#### (1) 石炭の安価で安定的な供給の確保

##### ①調達先の多角化等

中長期的に安価で安定的な石炭供給を確保していくため、一般炭、原料炭の主要産炭国について再評価を加え、豪州、インドネシア以外の調達先の多角化を検討。シェール革命の影響を受けている米国、パナマ運河の拡大により輸送面での環境改善が見込まれるコロンビア等も輸入元のひとつとして検討していく。

また、現在利用されている石炭は高品位炭である瀝青炭が中心であるが、これを低品位炭（亜瀝青炭、褐炭）に拡大することで、石炭資源の有効活用を図ることができる。こうした観点から、まずは、現行の USC において、瀝青炭と混炭して使用されている亜瀝青炭について、将来の石炭ガス化炉での利用も念頭に調達の拡大を視野に入れる。

##### ②支援体制の整備、資源国への協力強化（輸送インフラ整備との連動）

現在、JOGMEC が地質構造調査等の調査支援、探鉱段階における出資、開発・生産段階への債務保証の支援を実施しているが、我が国へのより安定的な石炭供給を図っていく観点から開発・生産段階への支援内容の充実等、更なる支援策について検討していく。

また、新規炭鉱開発に際しては鉄道、港湾等の輸送インフラへの投資額も大きく、石炭調達コストに影響。そのため、炭鉱権益獲得の際のインフラ整備に対する協力の在り方についても検討する。

##### ③未活用の低品位炭の利用技術開発

①に述べたとおり、石炭の利用を瀝青炭だけでなく亜瀝青炭や褐炭といった低品位炭に

拡大することで、石炭資源の有効活用を図ることができる。特に、輸送時の発火リスクや、カロリーベースでの輸送効率の悪さなどの問題から、これまで活用が進んでいない褐炭について、これらの問題を解消することのできる技術開発を進めることにより、石炭の調達先の多角化による供給リスクの低減及びより安価な調達にもつながるものと考えられる。また、産炭国での褐炭等の低品位炭の利活用の促進に寄与することは、産炭国による高品位炭の使用量を減らしつつ我が国への輸入の円滑化にも資する。このため、褐炭のガス化や改質等低品位炭の利用技術開発について、今まで我が国が築いた石炭利用技術を利用しながら将来を見据えた技術開発を進める。

さらに、水素社会の到来を見据え、水素原料としての褐炭について我が国での水素導入・活用の状況を見極めつつ、豪州等における褐炭の確保や褐炭からの水素製造技術等についても中長期的に検討していく。

## (2) 環境に配慮した石炭利用の推進

### ① 高効率化技術、バイオマス混焼技術等による石炭の高効率利用・低炭素化の促進

我が国の石炭火力発電所の発電効率はUSC技術を代表として世界トップの技術を誇っているが、今後は2020年代にIGCCやA-USCの実用化（発電効率46%（送電端・HHV）、CO<sub>2</sub>削減量約1割減）、2030年代にIGFCの実用化（発電効率55%（送電端・HHV）、CO<sub>2</sub>排出量約3割減）を目指した技術開発を行うとともに、将来の一層の発電効率の向上が見込まれる次世代の高効率発電技術の技術開発を行うことにより、我が国の石炭火力からのCO<sub>2</sub>排出量を大幅に低減させていく。

また、カーボンニュートラルであるとともに、不用木材の処理促進にも資する木質バイオマス燃料と石炭の混焼について、混焼技術の高度化の課題、バイオマス燃料の調達や混焼技術にかかるコストを踏まえた経済性の課題等について整理・検討する。

### ② CO<sub>2</sub>分離・回収コスト低減に向けた技術開発

CCSについては、平成26年4月のエネルギー基本計画において2020年頃の実用化を目指した研究開発等を行うこととされており、これに向けて現状CO<sub>2</sub>トン当たり約1万円前後を要するCCSのコスト削減に向けた技術開発やCCS大規模実証事業、貯留ポテンシャル調査などが進められている。

今後、IGCC等の普及を見据え、まずはCO<sub>2</sub>分離・回収を組み合わせたトータルシステムの確立を目指していく。また、現状、CO<sub>2</sub>の分離・回収による発電効率の低下という課題を踏まえ、分離・回収に必要なエネルギーを低減させることで、発電効率を維持しつつ効率的なCO<sub>2</sub>分離・回収を可能とする技術の開発を進める。さらに自家発電などで利用される石炭ボイラー等の中小規模の発電における効率的なCO<sub>2</sub>分離・回収技術の開発を進め、石炭火力全体の更なるCO<sub>2</sub>削減を図る。

以上に加え、日本は米国のようにCO<sub>2</sub>を大量に輸送できるCO<sub>2</sub>パイプラインを有さず、

周辺には油田・ガス田等 EOR に適した地点もないことから、我が国周辺にこだわらず、世界の CCS プロジェクトへの貢献も視野に入れるとともに、更なるコスト低減に向けた将来の選択肢として、分離・回収した CO<sub>2</sub> の化学製品等への有効利用（CCUS）についても、引き続き検討を行っていく。

### ③今後の CO<sub>2</sub> 削減について

石炭火力からの CO<sub>2</sub> 削減については、日本全体の CO<sub>2</sub> 排出削減に関する議論を踏まえた上で、上記技術開発等の実用化時期も見据えつつ戦略的に着実に実行していく。

## (3) 我が国の低炭素石炭利用技術の海外への普及

### ①日本の高効率石炭火力の受注獲得に向けた支援

案件形成のための FS 調査支援、国際シンポジウムや技術者交流を通じた PR、政府間政策対話の実施等を実施しているが、各国の事情に応じて、国別により効果的な対応策を見極め、戦略的な支援を進める。

### ②公的金融支援抑制の動きへの対応

今後とも石炭火力に依存することが見込まれる新興国・途上国に対して、できる限り高効率な石炭火力の導入を促すことが現実的な気候変動対策であること、そのためには公的金融支援が必要であることを、米国や米国の提案に賛同する国はもちろん、アジアをはじめとする石炭消費国など各国関係者に丁寧に説明しつつ、石炭火力に対する公的金融支援が引き続き適切に行われる環境を構築していく。