

**中間報告書（案）**

**平成 2 6 年 7 月**

**総合資源エネルギー調査会  
資源・燃料分科会 鉱業小委員会**

## 目次

<u>はじめに</u>	… 2
<b>第1部 今後の石炭政策のあり方について</b>	
<u>1. 石炭に関する基本的認識</u>	… 4
(1) 石炭資源について	… 4
(2) 石炭利用について	… 6
<u>2. 石炭をめぐる各種の課題</u>	… 9
(1) 石炭の供給面での課題	… 9
(2) 石炭の利用面での課題	… 10
(3) 我が国の低炭素石炭利用技術の海外への普及に向けた課題	… 12
<u>3. 今後の対応と施策の方向性</u>	… 15
(1) 石炭の安価で安定的な供給の確保	… 15
(2) 環境に配慮した石炭利用の推進	… 17
(3) 我が国の低炭素石炭利用技術の海外への普及	… 21
<b>第2部 今後の鉱物資源政策のあり方について</b>	
<u>1. 鉱物資源に関する現状認識</u>	… 23
(1) 我が国における鉱物資源の重要性	… 23
(2) 鉱石から製品までの需給構造と市場動向	… 24
(3) 鉱物資源の安定供給を担う非鉄製錬事業者の位置付け	… 29
<u>2. 鉱物資源政策の基本的考え方</u>	… 31
(1) 鉱種ごとの実態を踏まえた戦略的な安定供給確保策の構築	… 31
(2) 鉱物資源の安定供給を担う非鉄製錬事業者の事業環境の整備、経営基盤の強化	… 31
<u>3. 鉱種ごとの実態を踏まえた戦略的な安定供給確保策の構築</u>	… 31
(1) 鉱種ごとの実態把握	… 31
(2) 戦略的な供給確保策の再構築	… 32
<u>4. 鉱物資源の安定供給を担う非鉄製錬事業者の事業環境の整備</u>	… 38
(1) 精鉱中の不純物増加等への対応	… 38
(2) 資源分野における規制の強化への対応	… 40
(3) 電力価格の高騰	… 41
(4) 人材育成の必要性	… 42
<u>おわりに</u>	… 43

## ○ はじめに

総合資源エネルギー調査会資源・燃料分科会及び同鉱業小委員会は、「昨今の石炭及び鉱物資源を取り巻く各種情勢の変化を踏まえ、石炭及び鉱物資源の安定的かつ経済的な確保、適正な利用の推進、並びにこれを支える産業が抱える課題の解決に向けた取組等に関する総合的な施策について、今後の方向性はいかにあるべきか」との諮問・付託を受け、2014年4月11日に閣議決定された「エネルギー基本計画」で示された視点も踏まえ、これまで4回にわたり今後講ずべき方策について検討を進めてきた。

資源の大宗を海外に依存する我が国にとって、石炭及び鉱物資源（本中間報告書においては非鉄金属資源を指す）に共通した最大のテーマは「安定供給の確保」である。

石炭は、埋蔵量が豊富で、低価格かつ安定供給性に優れたエネルギー資源であるが、今後とも、新興国を中心として世界的に需要の拡大が見込まれる中、供給国での異常気象やストライキによる生産停止、供給元企業の寡占化の進展などのリスク要因も増えており、引き続き、安価で、安定的な供給を確保するためには、こうした状況変化に対応した取組を進めていく必要がある。

また、「安定供給確保」の課題に加えて、石炭については、安定供給性や経済性に優れたベースロード電源の燃料として、その重要性が再評価されている一方で、国際的な地球温暖化対策の議論を踏まえ、CO<sub>2</sub>排出量が他のエネルギー源と比べて高いという点をいかに克服するかが大きな課題である。

次に、鉱物資源は、ものづくり産業や生活に密着したインフラ整備において不可欠な原材料、すなわち経済・社会基盤を支える重要な資源であり、安定的な供給を確保していくことが重要である。しかしながら、我が国はその大宗を海外からの輸入に頼っており、供給の不確実性を抱える中で、近年は新興国における需要増、資源ナショナリズムの先鋭化によって、その供給の不確実性は一層高まっており、それを低減させるための取組が求められている。

また、鉱物資源については、そもそも我が国で必要とされる鉱種が多岐にわたり、鉱種ごとに需給構造（サプライチェーン等）や市場動向等が異なり、鉱種ごとの実態をつぶさに分析した上で、それぞれの鉱種に応じて必要とされる安定供給確保するための方策を戦略的に構築する必要がある。また、ベースメタルや一部のレアメタルの安定供給を担う非鉄金属事業者は、近年は資源循環においても重要性を増している一方で、足下では鉱石中の不純物の増加の問題等様々な問題を抱えている。

本中間報告書は、上記のように、両資源に関する共通する安定供給確保に向けた課題や、それぞれの資源特有の課題に関する現状認識や、課題、解決の方向性について、本分科会及び小委員会における議論を踏まえ、今後の石炭政策及び鉱物資源政策のあり方を中間的に取りまとめたものであり、これに基づき、具体的な政策の実現や、さらなる課題の検討につなげていくためのものである。

## 第 1 部 今後の石炭政策のあり方について

## 1. 石炭に関する基本的認識

### (1) 石炭資源について

石炭は、米国、ロシア、中国、豪州等に広く賦存しており、2013 年末時点の世界の石炭の確認可採埋蔵量は約 8900 億トン<sup>1</sup>で、可採年数は約 113 年<sup>1</sup>となっている。可採年数については、近年、中国等の消費が大きく拡大したことなどもあり、1999 年末の約 227 年<sup>2</sup>から半減しているが、それでも、石油の約 53 年<sup>1</sup>、天然ガスの約 55 年<sup>1</sup>と比較すると格段に長く、長期にわたり供給可能なエネルギー資源と言える。

世界の石炭生産量は約 78 億トン（2012 年）であるが、主に石炭生産国において消費されており、生産量のうち輸出に回るのは約 13 億トン（約 17%）となっている。日本は世界第 2 位の石炭輸入国であり、13 億トンのうち約 15%に当たる約 1.9 億トンを輸入・消費している。2010 年までは日本が世界第 1 位の輸入国であったが、2011 年以降は、中国が日本に代わって世界の石炭輸入国となっている。さらに、インドも早晩、日本を追い抜く勢いで石炭輸入を急速に拡大している。

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、輸送時のホルムズ海峡通過のような地政学的供給リスクについては、石炭は非常に低いものと言える。現在、豪州、インドネシアの 2 カ国から石炭の総輸入量の約 8 割（豪州：約 64%、インドネシア：19%）を輸入している。

石炭の価格は石油や天然ガスに比べて、カロリーベースの単価でははるかに安価で、2014 年 2 月の C I F 価格<sup>3</sup>では原油の 7.86 円/千キロカロリー、L N G の 6.83 円/千キロカロリーに対し、発電等に使用される一般炭の C I F 価格は 1.77 円/千キロカロリーとなっている。

以上のように、石炭は長期にわたり供給可能で、低価格かつ安定供給性に優れたエネルギー資源と言える。価格や安定供給性の面から見た場合、今後も当面の間は、他の化石燃料との比較で、石炭の位置づけが大きく変わることはないものと考えられる。

しかしながら、世界的なエネルギー需要の高まりを背景として、石炭についても価格や安定供給性において留意すべき兆候も見られるようになっている。

---

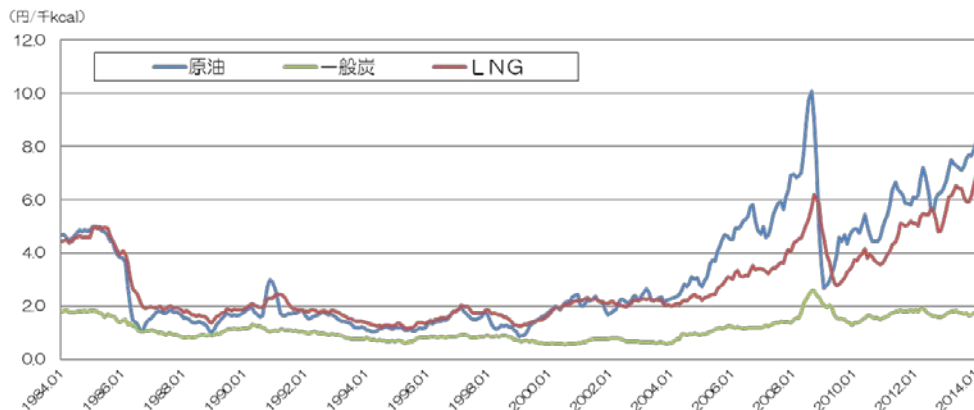
<sup>1</sup> 出典：BP 統計 2014

<sup>2</sup> 出典：Survey of Energy Resources 2001

<sup>3</sup> CIF 価格とは産炭地での積み出し価格に運賃や船荷保険料を上乗せした価格（CIF：Cost, Insurance, and Freight）

石炭の価格については、2000年代前半まで長らく安定的に推移してきたが、その後、中国をはじめとする新興国での需要の高まり等により価格は高騰し、2008年9月には一般炭の価格は15,915円/トン（2.59円/千キロカロリー）まで上昇した。その後、リーマンショック以降は価格は下落に転じ、現在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倍程度の水準となっている。

### 【燃料価格（CIF）の推移】



（出典：日本エネルギー経済研究所）

今後、中国やインド等の石炭の輸入の更なる拡大に伴い、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が進むことが予想される。また、政情の面では比較的安定しているものの、豪州、インドネシアの2か国に我が国の石炭供給の8割を依存しているという構造は、石炭貿易におけるプレゼンスの相対的な低下ともあいまって、将来的な日本の石炭調達価格の上昇リスクになっていると考えられる。

### 【石炭貿易における日本の位置づけ】

	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）

なお、石炭は一般的に炭化度や発熱量を目安に高品位炭と低品位炭に大別される。ただし、高品位炭等の定義は国や機関等によって異なり、統一された基準はない。本

報告書においては、石炭の炭質に応じて無煙炭及び瀝青炭を高品位炭、亜瀝青炭及び褐炭を低品位炭として扱うこととする。また、用途の面からは発電などの燃焼用に用いられるものを一般炭、製鉄プロセスにおける鉄鉱石の還元剤となるコークスの原料として用いられるものを原料炭と呼ぶ。

【石炭の炭質による分類】

		ASTMによる分類				
	分類	炭化度	固定炭素 (%)	揮発分 (%)	発熱量 (Kcal/Kg)	粘着性
高品位炭	無煙炭	高	86~	~14		粘着性なし
	瀝青炭		~86	14~	5,831~	粘着性あり
低品位炭	亜瀝青炭	低			4,609~ 6,384	粘着性なし
	褐炭				~4,609	粘着性なし

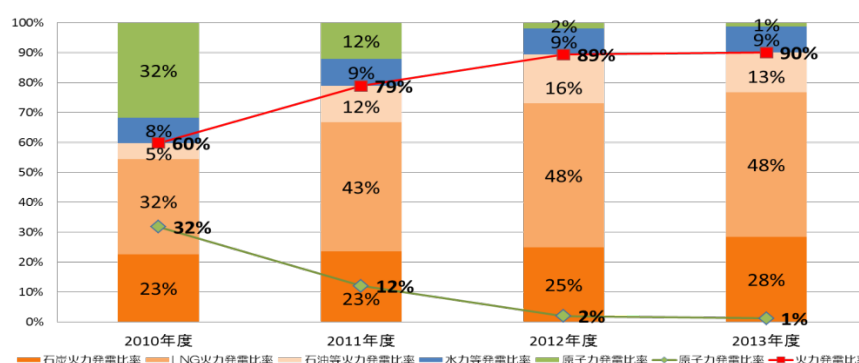
(出典：米国 ASTM (米国試験材料協会: American Society for Testing and Materials) に基づく分類。なお、高品位炭、低品位炭は目安。)

## (2) 石炭利用について

### ① 日本の石炭利用について

日本の石炭消費のうち 44%は一般炭として発電用に使用されている<sup>4</sup>。東日本大震災以降、原子力発電所の稼働停止により火力発電への依存が高まる中、ベースロード電源としての石炭火力発電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 割が石炭火力発電によるものとなっている。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されており、高効率石炭火力発電の有効利用等により環境負荷を低減しつつ活用していくエネルギー源である。」と位置づけられている。

【電気事業者（一般・卸）の電源構成推移（発電電力量比率）】



(出典：電力調査統計及び事業者からのヒアリングにより作成)

また、日本の石炭消費の 33%は製鉄プロセスにおいて必要不可欠な原料炭として

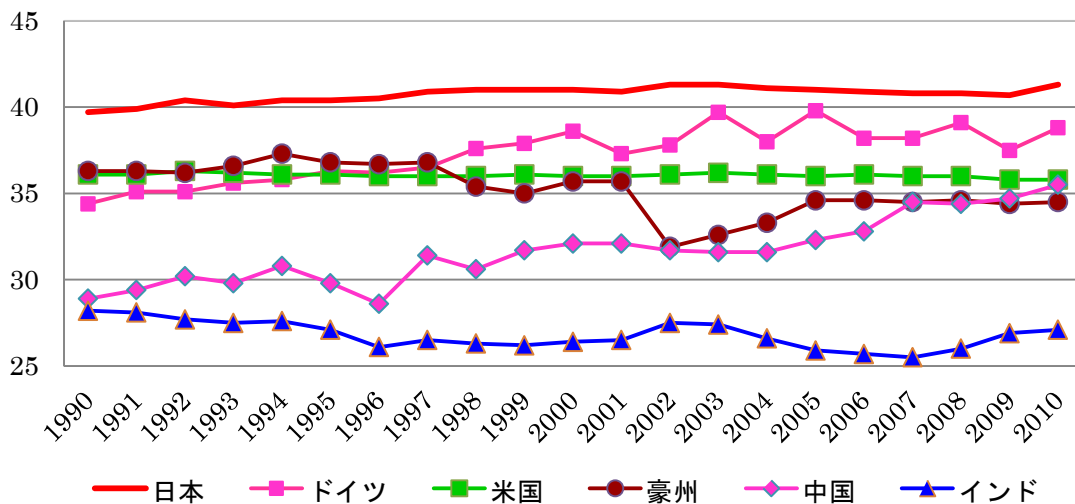
<sup>4</sup> 出典：石炭・コークス・バイオ年鑑（2012～2013 年度版）

使用されている。

## ② 石炭利用技術について

石炭は、利用時のCO<sub>2</sub>やSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>の排出量が石油や天然ガスに比べて大きいため、石炭の利用にあたっては、これらの排出削減が不可欠である。このため、日本では、これまで石炭のクリーンな利用に資するクリーン・コール・テクノロジーの開発を官民で積極的に進めてきている。このうち、高効率な石炭火力発電技術については、1980年から超々臨界圧（Ultra Super Critical (USC)）微粉炭火力発電の技術開発を推進し、世界に先駆けて商用化させた。この結果、我が国の石炭火力発電の平均の発電効率は41.3%（発電端・LHV<sup>5</sup>）となっており、世界第2位の石炭消費国で総発電電力量の4割程度を石炭火力発電に頼る米国の平均の発電効率35.8%（発電端・LHV）を大きく上回り、世界最高水準を達成している。仮に、日本の最先端の石炭火力発電技術を米国、中国、インドの3か国のすべての石炭火力発電所に導入した場合、それだけで年間約15億トンのCO<sub>2</sub>削減につながるとの試算もある。

【石炭火力の技術水準（熱効率）の国際比較】



(出典：ECOFYS「International comparison of fossil power efficiency and CO<sub>2</sub> intensity - Update 2013」)

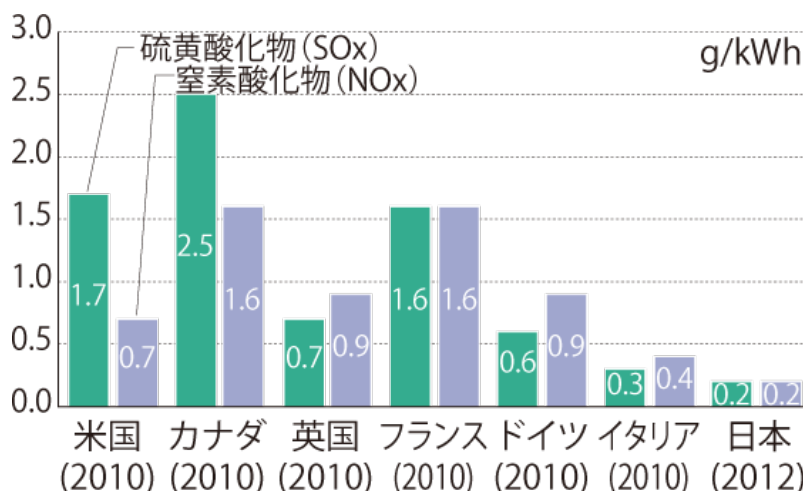
石炭のガス化方式を活用した高効率発電技術については、石炭をガス化し、そのガスの燃焼でガスタービンと蒸気タービンを回転させて発電する IGCC (Integrated coal Gasification Combined Cycle) の技術開発を進めてきており、25万kW級の実証機については、発電効率48%（発電端・LHV）を達成している。

加えて、発電効率の高さだけではなく、適切なメンテナンス等のノウハウの蓄積により、日本の石炭火力発電所は運転開始後長期間にわたり発電効率を高い水準で維持することが可能であるとともに、高度な脱硫・脱硝、ばいじん処理技術による環境性能も世界最高水準を達成している。

<sup>5</sup> LHV: 低位発熱量 (Lower Heating Value)。燃焼で生じる水分子の潜熱を含まない熱量。



【火力発電における発電電力量あたり SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> 排出量の国際比較】



(出典：電源開発ホームページ)

また、2000年代からはCO<sub>2</sub>の分離・回収に関する技術開発が積極的に進められている。石炭の燃焼排ガスから化学的あるいは物理的な手法でCO<sub>2</sub>を吸収し分離・回収する化学吸収法や物理吸収法等の技術開発が進められている。特に化学吸収法に用いる吸収溶液の開発や分離・回収のためのプラント技術については日本が世界をリードしており、海外のCCS (Carbon dioxide Capture and Storage) プロジェクトにおいても日本企業がプラントの受注実績をあげている。

さらに、低品位炭の利用技術についてもガス化技術やスラリー化技術、ブリケット製造技術、改質技術等が開発されている。このほか、製鉄プロセスにおいても、高度転換コークス製造技術など石炭の高効率利用に関する技術が開発・実用化されており、我が国の鉄鋼業は世界最高水準のエネルギー効率を達成している。

以上のように、日本は石炭の利用に関する各種技術で、世界のトップレベルにあり、諸外国に対して大きな優位性を保っていると言えることができる。

③ 世界の石炭利用について

世界での石炭利用について見ると、世界の石炭生産・消費は一貫して増加傾向にあり、現在、世界全体のエネルギー供給の約 3 割を石炭が占めている。最大の消費国は中国で、世界の石炭消費量の約半分を占めており、続いて、米国、インドがそれぞれ約 10%となっている。IEA (国際エネルギー機関) の見通しでは、今後、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 年の世界全体の石炭消費量は現状の 1.2 倍にまで拡大するとされている。

石炭の主要な用途である火力発電について見ると、現在、世界の発電電力量の40%以上が石炭火力発電によるものとなっている。中国では発電電力量の約8割、インドでは同じく約7割が石炭火力発電によるもので、米国やドイツでも発電電力量の4割強が石炭火力によるものとなっている。今後、特に電力需要が増大する新興国等では、安価な発電用燃料として石炭を利用する石炭火力発電の拡大も見込まれている。同じくIEAの見通しでは、2035年に向けて、石炭火力による発電電力量は1.3倍に拡大するとされている。

こうした中、今後、石炭火力発電所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CO<sub>2</sub>排出量の少ない高効率な石炭火力発電技術が導入されることは、地球規模での環境負荷低減につながるとの観点から大きな意味があると考えられる。同時に、日本の高効率な石炭火力発電所の海外展開は、平成25年6月に閣議決定された日本再興戦略やエネルギー基本計画等において重要性が謳われているインフラ輸出の一分野としても期待されている。

## 2. 石炭をめぐる各種の課題

### (1) 石炭の供給面での課題

世界の石炭生産・消費は一貫して増加傾向にあり、現在、世界のエネルギー需要の約3割を石炭が占めている。今後もこの傾向は続き、前述のとおりIEAの見通しでは、今後、2035年に向けて、世界全体の石炭消費量は現状の1.2倍にまで拡大するとされている。このように、世界的に石炭需要が拡大する傾向にある中、直近の10年は、特に中国、インドでの石炭消費の拡大が顕著になっている。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、今後においても両国の石炭の輸入増加が見込まれる。

現在、短期的には、2000年代後半の石炭を含む資源開発投資拡大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・輸入増が見込まれることから、需給は再びタイトになっていくことも予想される。また、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、日本の石炭の調達コストも上昇していく可能性がある。

また、こうした世界全体の需給構造に加えて、寡占化が進んできた資源メジャーの影響力の増大、資源国における資源ナショナリズムの台頭、また日本の石炭輸入の6割を依存する豪州における異常気象や炭鉱労働者のストライキの発生等による生産休止など、我が国への石炭の安価で安定的な調達における価格面、需給面でのリスク要因も増えている。

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、シェール革命により国内のエネルギー供給におけるガスシフトが進展している。これにともない、国内需要用であった石炭が余剰になり、欧州へ輸出されるようになるとともに、コロンビア等の米国向けの石炭の輸出も欧州へシフトするなど、石炭の国際貿易の構図にも変化が見られる。

こうした世界的な石炭の需給構造と我が国の石炭調達をめぐる諸情勢を踏まえれば、今後の石炭の価格の動向も見据えつつ、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視野に入れていくことで、将来にわたり安価で安定的な石炭供給を確保できる態勢のあり方を検討していくことが重要である。

また、東日本大震災以降、原子力発電所が停止している我が国は、化石燃料輸入額が急速に増大し、大きな貿易赤字を生むなど、マクロ経済面においても深刻な影響を受けている状況にある。このため政府は、天然ガスや石油等について、調達コストの低減を図るため、供給源の多角化をはじめとする様々な取組を進めているところであるが、こうしたマクロ経済上の観点からも、燃料調達コスト引下げ及び貿易赤字改善に向け、足元では価格が安定している石炭についても、できるだけ調達コストを低減させる取組を進めることが求められる。

そのためには、上述の調達先の多角化に加え、より価格の安い低品位炭の利用についても積極的に検討していくべきであると考えられる。その際、低品位炭のうち特に褐炭については、高い揮発性にともなう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を解消することのできる技術の確立が必要である。

なお、これまでも褐炭利用のための種々の技術開発が行われてきたが、現状、褐炭の利用は産炭国山元での生焚き発電にとどまっておらず、未だ我が国をはじめとする資源輸入国が褐炭を大規模に利用する状況には至っていない。これはこれまでの褐炭関連の技術開発において、市場性のあるコスト目標の設定やユーザーの取り込みなどが不十分であったことによるものと考えられ、今後、褐炭利用のための技術開発を進める場合にはこうした点も十分考慮されることが重要である。

## (2) 石炭の利用面での課題

前章の「石炭に関する基本的認識」においても述べたとおり、東日本大震災以降、原子力発電所の稼働停止により、火力発電への依存が高まる中、ベースロード電源としての石炭火力の重要性は一層高まっており、直近の発電電力量に占める石炭火力の割合は3割に達している。

エネルギー基本計画においては「エネルギーミックスについては、各エネルギー源の位置付けを踏まえ、原子力発電所の再稼働、固定価格買取制度に基づく再生可

能エネルギーの導入や国連気候変動枠組条約締約国会議（COP）などの地球温暖化問題に関する国際的な議論の状況等を見極めて、速やかに示すこととする。」とされており、今後、石炭の定量的な位置づけを含め、エネルギーミックスの具体的な検討を進めることになる。

そうした検討を進めるにあたっては、同計画において石炭が「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されており、高効率石炭火力発電の有効利用等により環境負荷を低減しつつ活用していくエネルギー源である。」と位置づけられていること、また、「電源構成は、特定の電源や燃料源への依存度が過度に高まらないようにしつつ、低廉で安定的なベースロード電源を国際的にも遜色のない水準で確保すること、安定供給に必要な予備力、調整力を堅持すること、環境への適合を図ることが重要であり、バランスのとれた電源構成の実現に注力していく必要がある。」と指摘されていることを踏まえ、ベースロード電源の燃料としての石炭の利用面での課題への対応策を明確に示していくことが極めて重要である。

石炭の利用面の最大の課題は、利用時のCO<sub>2</sub>排出量が石油や天然ガスと比較して多くなっているという点であることは論を待たない。日本においては、これまでクリーン・コール・テクノロジーの開発を積極的に進めてきた結果、石炭火力の発電効率は世界最高水準を達成しているものの、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。現在、日本のエネルギー起源のCO<sub>2</sub>排出量は約 12 億トン<sup>6</sup>であるが、石炭火力発電からのCO<sub>2</sub>排出量は 2011 年で約 2.6 億トン<sup>7</sup>となっている。

今後、上記のエネルギー基本計画における位置づけ等を踏まえ、CO<sub>2</sub>排出量の課題を克服しつつ、コスト面に優れる石炭火力発電の活用を図っていくことが必要であると考えられる。

なお、昨年 4 月までに、環境省と経済産業省の間で、火力発電の環境アセスメントに要する期間を、リプレースの場合は従来 3 年程度かかるところを最短 1 年強に短縮するとともに、新增設の場合も短縮化に取り組むこと、また利用可能な最新鋭の技術の導入を求めること等について合意がなされ、環境アセスメントを通じ最新技術によるCO<sub>2</sub>排出削減等を前提とした、石炭火力を含む高効率火力発電の導入に向けた仕組みも整っているところである。このように、石炭火力発電の重要性の高まりの中にあって、CO<sub>2</sub>排出削減に向けた実効的な対応策をとることが喫緊の課題となっているところである。

---

<sup>6</sup> 出典：日本の温室効果ガス排出量データ（1990～2012年度）確定版（温室効果ガスインベントリオフィス）

<sup>7</sup> 出典：World Energy Outlook 2013

このためには、大きく以下の2つの取組が不可欠となる。

- ア) 発電等における石炭の消費効率の向上（高効率化）等によるCO<sub>2</sub>発生量の低減、
- イ) 発生するCO<sub>2</sub>の大気中への放出の抑制

現在、ア) の石炭の消費効率の向上等に関する取組としては、

- ・ 現在主流の微粉炭火力発電方式では、蒸気の更なる高温・高圧化（超々臨界圧 (Ultra Super Critical (USC)) 石炭火力発電から先進超々臨界圧 (Advanced USC (A-USC)) 石炭火力発電へ)
- ・ 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て発電する IGCC の大型化や高温化、さらに IGCC に燃料電池を組み合わせた IGFC (Integrated Gasification Fuel Cell Combined Cycle) の実用化

等の技術開発が官民において行われている。

イ) のCO<sub>2</sub>の大気中への放出の抑制に関する取組としては、

- ・ 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>の地下の帯水層等への安定的な「貯留」
- ・ CO<sub>2</sub>の化学製品等への「利用」

に関する技術開発や調査・研究が行われている。このうちCO<sub>2</sub>の分離・回収については、前述のとおり、化学吸収法や物理吸収法等の技術開発が進められている。貯留については北海道苫小牧において大規模実証事業が進められている。また、利用については、人工光合成等のCO<sub>2</sub>有効利用技術開発が進められている。

今後は、これらの技術開発を着実に進め、実用化を図っていくとともに、バイオマスの混焼など、これまで必ずしも積極的な取組がなされていなかった分野も視野に入れて検討しつつ、石炭利用におけるCO<sub>2</sub>排出の最大限の低減を目指していくことにより、エネルギー基本計画において再評価されたように、石炭火力発電が実際に重要なベースロード電源として、さらに活用される環境を整備していくことが重要である。

### (3) 我が国の低炭素石炭利用技術の海外への普及に向けた課題

日本の石炭火力発電は世界最高水準の発電効率を達成しているが、世界に目を向けると、発電効率の低い石炭火力発電プラントが多く存在しているのが実情である。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、安定供給性の観点から、石炭火力発電所の新增設・リプレースが見込まれている。前述のとおり、IEAによれば、2035年までに石炭火力発電プラントの新增設・リプレースにより、世界の石炭火力による発電電力量は1.3倍に増大するとされており、そのための新規投資は世界全体で1.61兆米国ドルに上ると見込まれている。

こうした中、日本の高効率な石炭火力発電の海外展開によって、世界各国の石炭火力発電所の高効率化を図ることは、地球規模でのCO<sub>2</sub>削減に貢献という観点から重要

と考えられる。同時に、日本の高効率な石炭火力発電はインフラ輸出の重要分野の一つとなっており、「日本再興戦略」でも公的金融支援やトップ外交を通じ、アジア・東欧等の新興国へ普及させるとしているように、今後、海外展開を積極的に推進し、世界の石炭火力発電プラントの新增設・リプレース需要を獲得していくことが期待される。

その際、高効率な石炭火力発電プラントは相対的に価格が高くなるため、相手国側が高効率なプラントを受け入れやすいよう JBIC（国際協力銀行）による輸出金融や NEXI（日本貿易保険）による貿易保険等の輸出信用機関、さらには JICA（国際協力機構）による円借款等の公的金融支援が広く活用されている。

こうした中、2013年6月、米国のオバマ大統領は「気候変動行動計画」を発表し、その中で、石炭火力発電にとってはCCSを設置しなければ現状達成が困難なレベルのCO<sub>2</sub>排出基準の制定を検討するとともに、海外の石炭火力発電所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した。本年6月には米国環境保護庁が米国内の具体的な規制制度案を公表したところである。

#### <オバマ大統領気候変動行動計画>

2013年6月25日、オバマ大統領は、「大統領気候変動行動計画(The President's Climate Action Plan)」を発表。同計画は、「①国内排出削減」、「②気候変動の影響に対する米国の備え」、「③気候変動の挑戦に対し米国が世界をリード」の3つの柱で構成されている。

◎ 「③気候変動の挑戦に対し米国が世界をリード」中に以下の記述あり；

「海外の石炭火力新設に対する米政府公的金融支援の終了／但し、(a)経済的な代替手段がない最貧国における最高効率の石炭火力技術、もしくは(b)二酸化炭素分離・回収・貯留(CCS)技術を導入する場合は除く」を謳っており、「他国や多国間開発銀行(Multilateral Development Banks : MDBs)に対し、早急に同様の措置を取るよう求めていく」

<米国：Clean Power Plan>

2014年6月2日、EPA（米国環境保護庁）は、大気浄化法111条（d）に基づき、米国内の火力発電部門から発生する二酸化炭素の排出量を2030年までに2005年比で30%削減（※）することを目指す新たなガイドライン案（通称：「Clean Power Plan」）を公表。

（1） 火力発電設備からのCO<sub>2</sub>の排出削減目標を州毎に設定

（2） 州による実施計画の策定

- 各州は、EPAによって定められた目標を実施するための実施計画を策定し、EPAへ2016年6月末までに提出期限。※1年間の延長が可能。（複数州の共同で計画を策定する場合、2018年6月末が期限。）州による策定後、EPAによる承認を得ることが必要。EPAは、各州による提出後に審査を行い、1年以内に承認するか否かを決定。
- 州当局は、2020年までに排出削減に有効な施策に着手。

OECD（経済協力開発機構）加盟国の輸出信用機関が行う公的金融支援は、OECDにおける「公的輸出信用アレンジメント<sup>8</sup>」や「環境コモンアプローチ<sup>9</sup>」といったルールへの準拠が求められる中、米国が、海外の石炭火力発電所の新設に対する公的金融支援を終了するよう他国へ求めていく一環として、こうしたルールに対しても、米国の考え方を反映させるような提案をしており、OECD輸出信用保証・作業部会の場でも議論がなされているところである。

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、石炭火力発電プラントの新增設・リプレースに依存せざるを得ないことは明らかである。こうした中、各国の輸出信用機関や国際金融機関等による公的金融支援がなければ、高効率な石炭火力発電プラントよりも新興国等の低コストながら低効率な発電プラントが導入されることとなり、CO<sub>2</sub>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、石炭火力発電プラント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。さらに、国によっては、こうした動きが地元住民等の石炭火力発電自体の拒否反応を誘発し、発電プラント建設自体が進められず、

<sup>8</sup> 正式名称は、"ARRANGEMENT ON OFFICIALLY SUPPORTED EXPORT CREDITS"。公的輸出信用の秩序ある活用のための枠組みを提供し、輸出者間の公平な競争環境の実現を目的とするもので、参加国の間で取り極めた紳士協定。

<sup>9</sup> 正式名称は、"RECOMMENDATION OF THE COUNCIL ON COMMON APPROACHES FOR OFFICIALLY SUPPORTED EXPORT CREDITS AND ENVIRONMENTAL AND SOCIAL DUE DILIGENCE"。

OECD 輸出信用・保証作業部会により策定されている、公的輸出信用機関のための環境上の指針。参加メンバーが輸出信用を供与するにあたり、遵守すべき共通の環境社会面の審査手法を定めたルール。

電力供給確保、経済成長の阻害要因にもなり得る点にも留意すべきである。

前述のとおり、仮に米国、中国、インドの3カ国のすべての石炭火力発電所に日本の最先端の石炭火力発電技術を導入すると、それだけで年間約15億トンのCO<sub>2</sub>削減につながるなどの試算もある。こうした点を踏まえれば、今後、石炭火力が導入される際に、価格が高くても高効率なものが導入されるよう各国の輸出信用機関や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、地球規模でのCO<sub>2</sub>削減を実効的に進める上で不可欠である。

今後、日本は、こうした考え方を、公的金融支援を行う側の国、必要とする国双方において広く共有し、高効率な石炭火力発電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確保していくことにより、本来の世界のCO<sub>2</sub>削減、途上国の経済発展に貢献するとともに高効率石炭火力発電分野における日本のインフラ輸出の強化にもつなげていくことが重要である。

このほか、高効率石炭火力発電プラントをはじめとする日本の低炭素石炭利用技術の海外への普及に向けては、NEDO等によるFS調査や各国との政策対話等を通じて、案件の発掘等を進めてきているが、石炭分野の重要性に鑑み、今後、こうしたツールをより戦略的に活用していくことが必要である。

### 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

石炭はもともと地政学リスクが低く、安価で安定供給性に優れたエネルギー資源であるが、石炭の供給面での課題で整理したように、今後とも、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には、現在、豪州、インドネシアの両国に大きく依存している石炭調達先の多角化を図るとともに、より一層の調達コスト低減に向けて、未活用の低品位炭の活用を視野に入れていくことが必要である。こうした課題に対応するため、以下の取組を進める。

##### ① 調達先の多角化等

一般炭、原料炭それぞれについて、主要産炭国に対して安定供給性の面、コスト面からの再評価を加え、豪州、インドネシア以外の調達先の多角化を検討する。特に、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とともに、調達コストの低減にもつながる可能性がある。こうした観点から、まず



は、現行の USC 等の微粉炭石炭火力発電プラントにおいて、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拡大の視野に入れる。

#### ② 調達先の多角化等に対応した支援のあり方

今後、前述した調達先の多角化を検討していくにあたっては、まずは安価で安定的な石炭輸入の確保を優先して、具体的な供給国を検討していくこととなる。しかしながら、国によって国情等のカントリーリスクから、単なる輸入だけでなく、権益の取得によらなければ、より確実な安定供給が確保されないケースも想定される。現在、JOGMEC が、石炭資源開発の支援措置として、地質構造調査等の調査、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するとともに、JBIC が開発・生産段階への融資を行っているが、権益の取得を念頭に置く場合には、各種インフラ整備への投資が必要になるケースもあり、こうした開発プロジェクトの巨額化等も考慮しつつ、JOGMEC による支援策のあり方についても検討していく。

#### ④ 未活用の低品位炭の利用技術開発

低品位炭のうち、褐炭については、前述のとおり、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が、豪州やアジア地域にも広く賦存し、これらの問題を解消することができる技術が確立されれば、活用のポテンシャルは大きいと考えられる。具体的には、瀝青炭代替のための改質炭技術開発や、褐炭からの SNG（代替天然ガス（Substitute Natural Gas）製造技術など、未活用の低品位炭の利用技術開発を行う。この際、これらの事業化に向けて、褐炭の供給体制から改質炭や SNG 等のユーザーの確保までサプライチェーン全体を見据えたビジネスモデルを描き、それを実現するための技術的課題を解決するための技術開発および技術実証を進める。

さらに、エネルギー基本計画においても「水素社会」の到来を見据えた取組の必要性が指摘されており、本年 6 月には水素・燃料電池戦略ロードマップがとりまとめられ、水素原料としての褐炭についても副生水素や原油随伴ガスとともに「将来的なコストと賦存量の両面から有望視されている」とされているところである。他方、我が国での将来的な水素の需要については、今後の政策面での措置等によっても、ある程度の幅をもって見通されている。水素については、国内においても一定の供給量が確保できることを踏まえ、将来の我が国の水素需給の状況やそれに基づく海外からの水素供給の必要性を十分見極めつつ、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。

これらの技術開発を行うことによって、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とともに、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

つなげる。更に、日本の低品位炭利用技術の海外展開を進め、産炭国での褐炭等の低品位炭の利用を促進するとともに、産炭国における高品位炭の使用量を減らすことで、我が国への高品位炭のより安価で安定的な供給にも資することを旨とする。

## (2) 環境に配慮した石炭利用の推進

「石炭の利用面での課題」において整理したように、石炭利用の最大の課題であるCO<sub>2</sub>排出の抑制に向けて、

- ア) 発電等における石炭の消費効率の向上（高効率化）等によるCO<sub>2</sub>発生量の低減、
- イ) 発生するCO<sub>2</sub>の大気中への放出の抑制、

の2つの取組を、着実に進め、実用化を図っていくとともに、バイオマスの混焼などこれまで必ずしも積極的な取組がなされていなかった分野も視野に入れて、石炭利用におけるCO<sub>2</sub>排出の最大限の低減を目指していくべく、以下の取組を推進する。

- 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  
2020年代にIGCCやA-USCの実用化（発電効率46%（送電端・HHV<sup>10</sup>）、CO<sub>2</sub>排出量約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）を目指して、平成20年度より進めている先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発におけるA-USCの技術開発や平成24年度より進めている石炭ガス化燃料電池複合発電実証（大崎クールジェン）プロジェクトにおける酸素吹IGCC及びIGFCの技術開発・実証を着実に推進する。

更なる石炭火力発電効率の向上として、水蒸気ガス化技術等をはじめとする革新的IGCC・IGFC技術開発等を行い、我が国の石炭火力発電の高効率化・低炭素化を図る革新的技術開発を実施していく。今後の石炭火力発電の高効率化に向けた技術開発の方向性は表1に示すとおりである。

以上の取り組みによって、現在の目標である発電効率46%及び55%への向上（CO<sub>2</sub>排出原単位約600g/kWh～700g/kWh程度）を着実に図るとともに、更なる効率向上の目標として、発電効率60%程度（CO<sub>2</sub>排出原単位で既存のLNG火力発電と大きな遜色が無い約530g/kWh程度）を目指す。

加えて、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、混焼技術の高度化に向けた技術面の課題や、再生可能エネルギー固定価格買取制度での取り扱いを踏まえたバイオマス燃料の調達や混焼技術に係るコストなど経済面の課題等について、整理・検討する。このほか、製鉄プロセスにおいて、鉄鉱石の還元に使われるコークスの一部を水素で還元すること等によりCO<sub>2</sub>排出量を低減させる環境調和型製鉄プロセス技術開発を着実に進める。

---

<sup>10</sup> HHV: 高位発熱量（Higher Heating Value）。燃焼で生じる水分子の潜熱を含む熱量。

【表 1 石炭火力発電の高効率化に向けた技術開発】

目的	施策	施策内容	具体的な技術開発内容	適用対象	施策目標	施策効果
石炭火力発電の高効率化	A-USC技術開発	現在の石炭火力発電の主流技術であるUSCの更なる高効率化の技術開発。蒸気の温度・圧力条件を上げるための技術開発を実施。	・A-USC実用化要素技術開発 (700～750℃級材料開発等)	大規模発電に適用	・2020年代実用化 ・発電効率46% (送電端、HHV)	既存の石炭火力発電のCO2排出原単位の1割～3割削減  (CO2排出原単位600g/kWh～700g/kWh程度)
	IGCC技術開発	石炭をガス化し、燃焼させて駆動するガスタービンと排熱により発生させた蒸気を利用した蒸気タービンで複合発電を行うIGCCに関する技術開発。空気吹、酸素吹ガス化などの技術開発を実施。	・空気吹IGCC技術実証(大型化・高温化) ・酸素吹IGCC技術実証事業 ・1500～1700度ガスタービン技術開発 ・IGCCへの高温ガスタービン適用検討		・2020年代実用化 ・発電効率46% (送電端、HHV)	
	IGFC技術開発	石炭をガス化してガスタービンと蒸気タービンで発電し、更に燃料電池を組み込むことで発電効率を向上させるトリプル複合発電(IGFC)に関する技術開発。IGCCに比べ更に高効率発電が実現可能。	・IGFC技術実証事業 ・石炭ガススクリーン化要素技術開発		・2030年頃実用化 ・発電効率55% (送電端、HHV)	
	革新的IGCC・IGFC技術開発	IGCC、IGFCの発電効率を更に向上させる新たな技術開発。	・水蒸気石炭ガス化技術開発 ・酸素製造装置高効率化技術開発 ・乾式ガス精製技術開発		・2040年頃実用化 ・発電効率60%程度	

② 石炭火力発電向けのCO<sub>2</sub>分離・回収コスト低減及びCO<sub>2</sub>有効利用に向けた技術開発

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のさらなる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。今後は、2020年の実用化に向けて、これらのCCS関連技術開発を加速させていくことが必要である。

具体的には、今後のIGCC等の普及を見据え、IGCCにCO<sub>2</sub>分離・回収機能を組み合わせたトータルシステムの確立を目指して、既設・新設のIGCCにおけるCO<sub>2</sub>分離・回収設備の最適化に向けた技術開発を行う。

また、現状、CO<sub>2</sub>の分離・回収による発電効率の低下（CO<sub>2</sub>分離・回収によるエネルギーロス）という課題を踏まえ、適用される発電システムに応じた最適なCCS技術の確立を目指した技術開発を推進する。今後のCCS実用化に向けた技術開発の方向性は表2に示すとおりである。

以上のようなCCS関連の技術開発等を積極的に推進することにより、発電効率の低下を抑制しながら、CO<sub>2</sub>の分離・回収コストを大幅に低減させることを目指す。

前述の大崎クールジェンにおける石炭ガス化燃料電池複合発電実証プロジェクトにより、CO<sub>2</sub>の効率的回収に優れた酸素吹IGCC及びIGFCの技術が確立されれば、石炭火力発電のCO<sub>2</sub>削減対策の技術的課題は、分離・回収したCO<sub>2</sub>をいかに取り扱い、処理していくかという残された課題にフォーカスされていくこととなる。

この際、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（Enhanced Oil Recovery）に適した地点もないことから、貯留という観点からは、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ていく。加えて、EORに適した地点がないなどの日本が置かれた状況を踏まえ、いわゆる人工光合成等の分離・回収したCO<sub>2</sub>の化学製品等への有効利用・高付加価値化に係る技術開発についても、実用化に向けて検討を進めていく。

【表2 石炭火力発電向けのCO<sub>2</sub>分離・回収コスト低減及びCO<sub>2</sub>有効利用に向けた技術開発】

目的	施策	施策内容	具体的な技術開発内容	適用対象	施策目標	施策効果
CO <sub>2</sub> 分離・回収コストの低減	CO <sub>2</sub> 分離・回収プロセスの効率化の技術開発	CO <sub>2</sub> の分離・回収にかかるコストを直接的に低減するための技術開発。 CCSIに適合した発電技術システムの開発、分離・回収技術の効率化等を実施。	IGCC+CO <sub>2</sub> 分離・回収	大規模発電に適用	・IGCCにCO <sub>2</sub> 分離・回収機能を組み合わせたトータルシステムを2020年代に技術確立。	CO <sub>2</sub> 排出原単位の削減  (CO <sub>2</sub> 排出原単位700g/kWh以下(CO <sub>2</sub> 回収率による))
			CO <sub>2</sub> 回収型次世代IGCC		・IGCCにおけるCO <sub>2</sub> 分離・回収について、分離・回収による発電効率の低下を抑制することができる発電システムを2040年代に技術確立。	発電効率の低下を抑制しつつ、CO <sub>2</sub> 分離・回収コストを大幅に削減
			ケミカルルーピング発電システム	中小規模発電に適用	・石炭ボイラー等の中小規模の発電におけるCO <sub>2</sub> 分離・回収について、分離・回収による発電効率の低下を抑制することができる発電システムを2030年代に技術確立。	
CO <sub>2</sub> の有効利用	CO <sub>2</sub> 分離・回収後のCO <sub>2</sub> 有効利用の技術開発	分離・回収後のCO <sub>2</sub> を有効利用し、高付加価値化するための技術開発を実施。	CCU(Carbon Capture and Utilization)プロジェクト(人工光合成等)	大規模発電に適用(他のCO <sub>2</sub> 排出プラントにも適用可)	・CO <sub>2</sub> 有効利用に資する要素技術を2020年代までに確立。	CO <sub>2</sub> の有効利用及び高付加価値化の促進

### ③ 今後のCO<sub>2</sub>削減について

石炭火力発電からのCO<sub>2</sub>排出の抑制については、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かつ着実に実行していくことが必要である。このため、昨年9月に改訂された「環境エネルギー技術革新計画」における高効率石炭火力発電やCCS等に関するロードマップや、NEDO及びJCOALがとりまとめた日本のクリーン・コール・テクノロジーに関する技術集なども参考に、今後の低炭素石炭利用技術の開発・実用化に向けた技術ロードマップを整理し、それに従って着実に技術開発を推進していく。

#### (3) 我が国の低炭素石炭利用技術の海外への普及

今後、我が国の優れた低炭素石炭利用技術を海外へ普及させていくにあたって、目下のところ、米国主導による石炭火力発電プラントに対する公的金融支援停止の議論への対応が最大の課題となっている。すでに述べたとおり、経済発展が進む新興国、途上国においては、今後とも増大する電力需要に応えるため、石炭火力発電の拡大が不可避と考えられる。こうした国に対しては、できる限り高効率な石炭火力発電の導入を促すことが現実的なCO<sub>2</sub>削減策であり、気候変動対策であること、そのためには当該国が、相対的に高価であっても高効率な石炭火力発電プラントを選択しやすいよう、輸出国側や国際金融機関による公的金融支援が必要である。日本はこうした考え方の下、今後ともOECD各国等（公的金融支援を行う側の国）やアジアの石炭消費国をはじめとする公的支援を必要とする国の双方に対して丁寧に説明し、理解の増進を図っていく。

加えて、日本再興戦略やエネルギー基本計画に位置づけられたインフラ輸出推進の方向性を踏まえ、石炭火力発電のインフラ輸出を積極的に推進していくべく、ODAを活用した高効率石炭火力導入の基本計画（マスタープラン）作成支援、個別の案件形成のためのFS調査支援、国際シンポジウムや技術者交流を通じたPR、政府間政策対話等を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ながら、戦略的に進める。

あわせて、相手国が日本の優れた技術を導入しやすい環境を作る観点から、低炭素石炭利用技術分野の海外での実証事業を改めて立ち上げる。同事業においては、高効率発電技術に加え、脱硫や脱硝、ばいじん対策、低品位炭利用技術など、途上国等からニーズの高い石炭利用技術を広く対象とする。

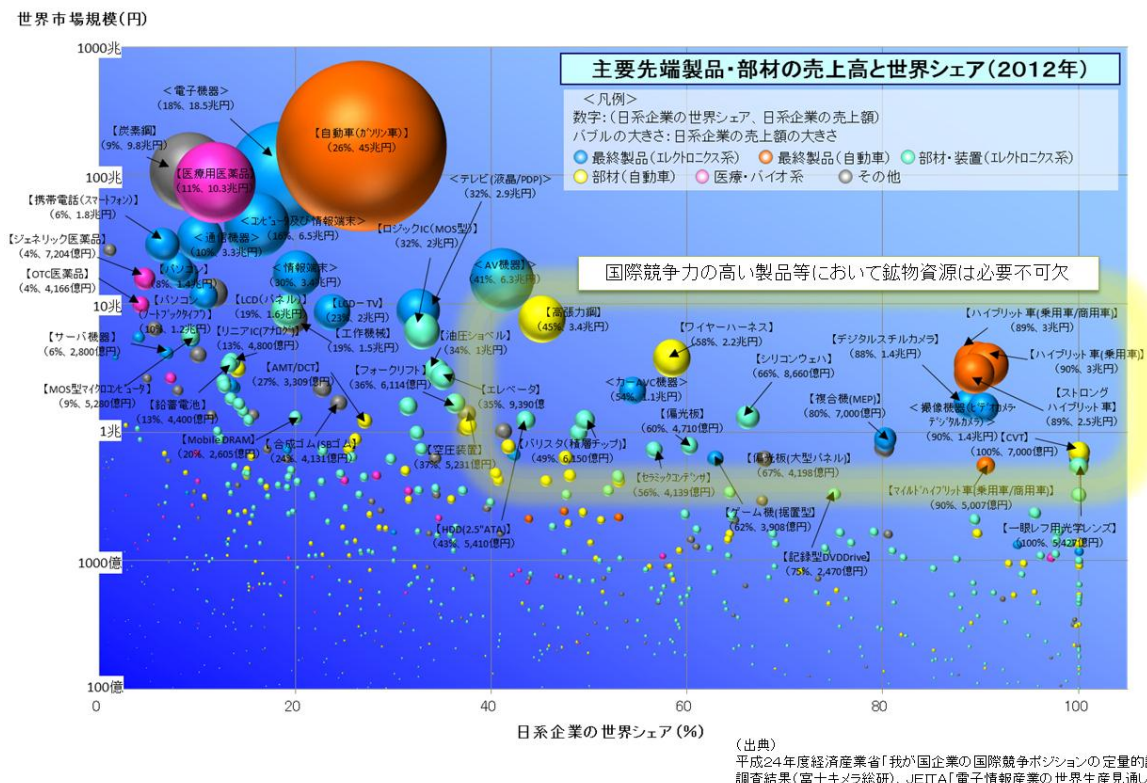
以上のような取り組みを進めることにより、低炭素石炭利用技術の海外への普及を推進し、地球規模での環境負荷低減に積極的に貢献していく。

## 第2部 今後の鉱物資源政策のあり方について

# 1. 鉱物資源に関する現状認識

## (1) 我が国における鉱物資源の重要性

① 我が国はこれまで材料製造に係る高いプロセス技術を活かして、ベースメタル、レアメタル（レアアースを含む）等の鉱物資源の持つ材料としての特性を最大限に引き出すことで、高い産業競争力を生み出してきた。例えば、世界シェア9割を誇るハイブリッドカーには、日系企業が約6割の世界シェアを持つ車載用リチウムイオン電池、ニッケル水素電池やワイヤーハーネス、約5割の世界シェアを持つ高張力鋼等を始め数多くの金属材料が活用されており、我が国に富をもたらしめている。



② こうした金属材料は、いわゆるものづくり産業のみならず、住宅建築やインフラ整備にも必要不可欠であり、我々の生活の様々な場面で活用されている。例えば、住宅建築に際しては、電線、エアコン（銅管やモーター）、給湯器などに銅が使われ、また、屋外施設には腐食に強い亜鉛めっきが使われている。

③ このように我が国の社会・経済の基盤を支える鉱物資源は、その大宗を輸入に依存しており、多かれ少なかれ供給の不確実性が常に存在することから、鉱物資源の安定供給の確保していくことが我が国にとって引き続き重要な課題となっている。

④ 我が国における鉱物資源の安定供給確保の重要性については、エネルギーと並



んで「エネルギー基本計画<sup>11</sup>」（平成 26 年 4 月）、「日本再興戦略<sup>12</sup>」（平成 26 年 6 月）、「経済財政運営と改革の基本方針 2014<sup>13</sup>」（平成 26 年 6 月）等に位置付けられており、調達先の分散化、上流権益の確保、供給国との関係強化等を通じて、資源を安定的かつ経済的に確保していく必要性が明記されている。

## (2) 鉱石から製品までの需給構造と市場動向

### ① 鉱石から製品までの需給構造

ア) 銅、鉛、亜鉛等のベースメタルの鉱山開発は、主として探鉱ジュニア（探鉱を専業として実施する資源会社）が初期探鉱を行い、資源メジャー（欧米等の大規模な資源会社）が開発・生産を行っている。近年は資源メジャーによる鉱山開発における寡占化が進展する一方、我が国の非鉄製錬事業者や商社もオペレーターとして鉱山の開発・生産に参画している。

イ) ベースメタルの埋蔵量や生産量を見ると、鉱種ごとに程度の違いはあるものの偏在している。例えば、鉱石ベースで見た場合に、鉱種によっては上位 3 か国の生産量が世界の生産量の 7 割を超えるなど、偏在性が高い（表 1 参照）。

我が国では、非鉄製錬事業者や大手商社が鉱山権益を持つ海外の鉱山等から精鉱（鉱石の純度を高めたもの）を輸入し、非鉄製錬事業者が国内の非鉄製錬所で地金に加工してユーザーに供給している。

ウ) レアメタルは、鉱種によって、製錬所においてベースメタルの副産物として生産されるものやレアメタルを専門に扱う商社等が中心となって探鉱・開発・生産を行うものなど様々である。

エ) レアメタルの埋蔵量や生産量を見ると、ベースメタルと比較すると偏在の度合いが大きく、例えば、鉱石ベースで見た場合に、上位 3 か国の生産量が世界の生産量の 9 割を超えるなど、偏在性が極めて高い鉱種も存在する（表 1 参照）。

我が国では、大手商社や専門商社が地金又は中間製品の大宗を輸入し、国内メーカーが加工してユーザーに供給している。また、非鉄製錬事業者も、製錬所において副産物として生産されるレアメタルをユーザーに供給している。

<sup>11</sup> <http://www.meti.go.jp/press/2014/04/20140411001/20140411001-1.pdf>

<sup>12</sup> <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/honbun2JP.pdf>

<sup>13</sup> [http://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/2014/2014\\_basicpolicies.pdf](http://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/2014/2014_basicpolicies.pdf)

<表1: 鉱物資源の偏在性>

	資源の上位産出国 (2013年)					上位三カ国の合計シェア	
	①	②	③	④	⑤		
バナジウム	①中国	53%	②南アフリカ	26%	③ロシア	20%	【99%】
レアアース	①中国	91%	②アメリカ	4%	③インド	3%	【98%】
タングステン	①中国	85%	②ロシア	4%	③カナダ	3%	【92%】
白金族	①南アフリカ	73%	②ロシア	13%	③ジンバブエ	6%	【92%】
リチウム	①チリ	39%	②豪州	37%	③中国	11%	【87%】
インジウム	①中国	53%	②カナダ	19%	③日本	8%	【80%】
モリブデン	①中国	41%	②米国	23%	③チリ	14%	【78%】
鉛	①中国	56%	②豪州	13%	③米国	6%	【75%】
タンタル	①ルワンダ	25%	②ブラジル	24%	③コンゴ民	19%	【68%】
亜鉛	①中国	37%	②豪州	10%	③ペルー	10%	【57%】
銅	①チリ	32%	②中国	9%	③ペルー	7%	【48%】

(出典) USGS Mineral Commodity Summaries 2014

## ② ベースメタルの市場動向

ア) 銅、鉛、亜鉛、アルミニウム等のベースメタルは、経済成長に伴い需要も増加する傾向にあり、近年の中国等新興国における高い経済成長等により、世界需要は増大している。例えば、表2、3のとおり、中国の銅・亜鉛地金の需要は、世界の需要増を上回るペースで増加している。

国内の需要は、表4のとおり、総じて緩やかな減少傾向にある。

イ) 一方、供給面では、ベースメタルの地金ベースで見た場合の生産国はレアメタルに比べてバラエティに富み、また表2、3のとおり、世界の需要増に対応して供給量は拡大してきている。

しかし、国際非鉄研究会によれば、亜鉛、鉛については2013年以降供給不足が拡大すると予測されており<sup>14</sup>、銅についても2014年以降数年間は供給が需要を上回ると予想されているものの、将来的には供給不足に転ずるとの分析もある<sup>15</sup>。

国内では、非鉄製錬所において需要を上回る地金が生産され、余剰分は中国、台湾等に輸出している。

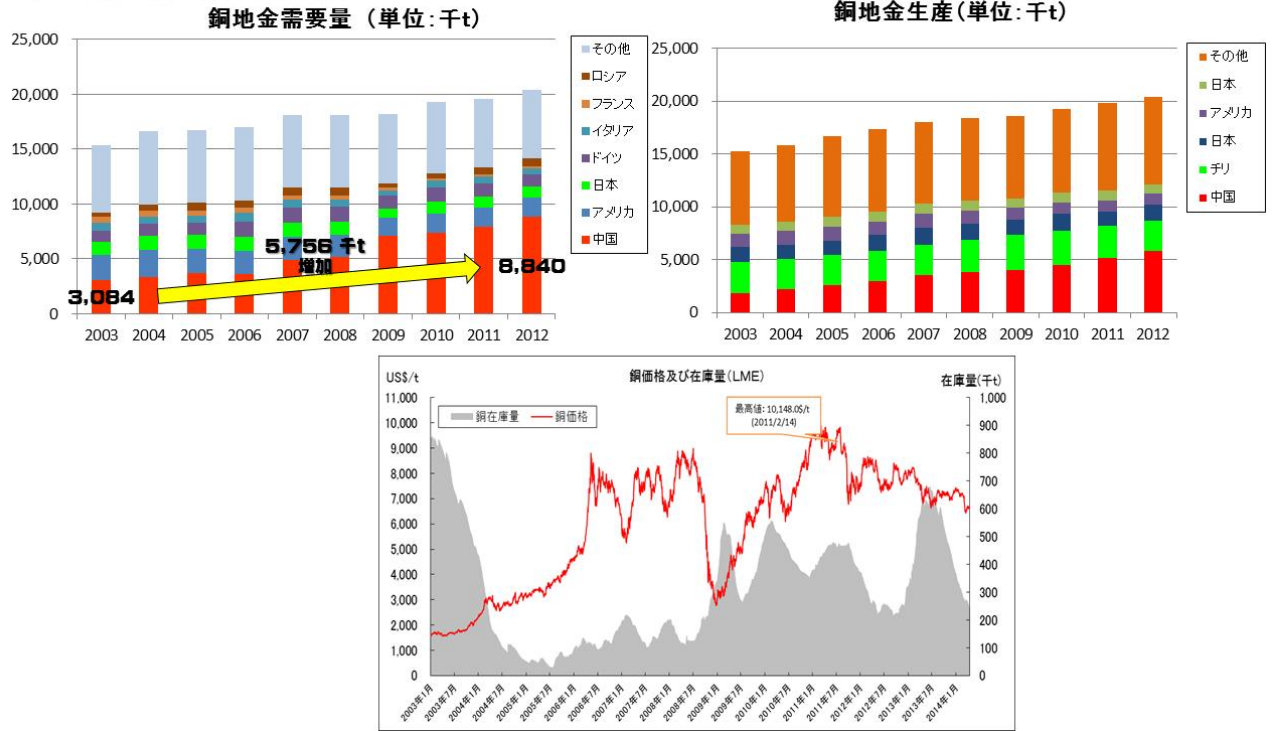
ウ) ベースメタルの価格は、LME (London Metal Exchange) 等の国際的な取引所において決定されるため、こうした取引所を持たないレアメタルに比べて相対的には安定している。しかしながら、2000年代以降、中国等新興国の需要増等により価格が上昇し、例えば銅のLME価格は、2003年1月の1,800ドル/トンが、2011年2月には10,000ドル/トンを突破し、その後、新興国経済の成長鈍化の影響を受け価格が下落し、足下では7,000ドル/トン前後で推移し

<sup>14</sup> [http://mric.jogmec.go.jp/public/current/14\\_15.html](http://mric.jogmec.go.jp/public/current/14_15.html)

<sup>15</sup> 2014年春期 ICSG Goldman Sachs International Max Layton 氏講演参照  
<http://www.icsg.org/index.php/meetings-and-presentations-2/viewcategory/251-icsg-meeting-presentations-invited-speakers>

ている。また、近年は投機的資金の流入に伴う短期的なベースメタル価格のボラティリティ（変動幅）が拡大している。

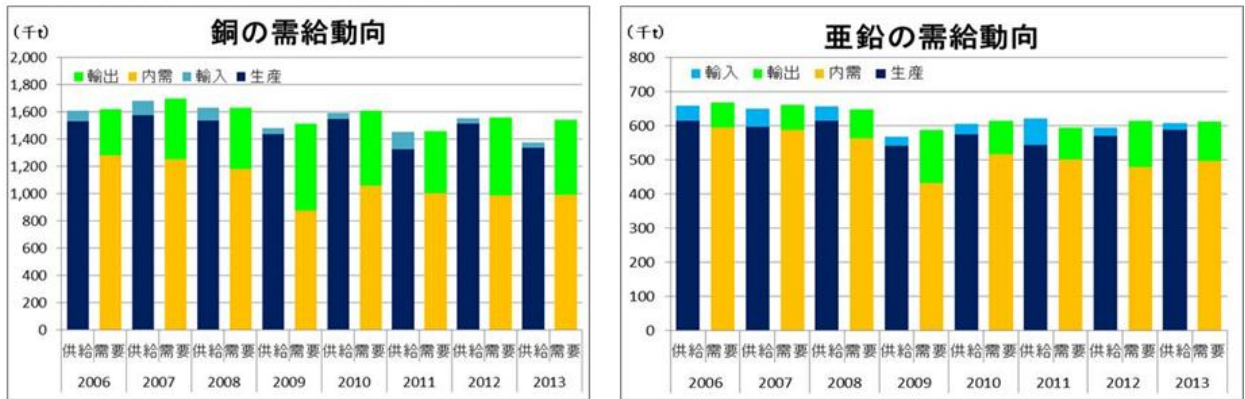
<表2: 世界の銅の需給・価格動向>



<表3: 世界の亜鉛の需給・価格動向>



<表4: 国内の銅・鉛の需給動向>

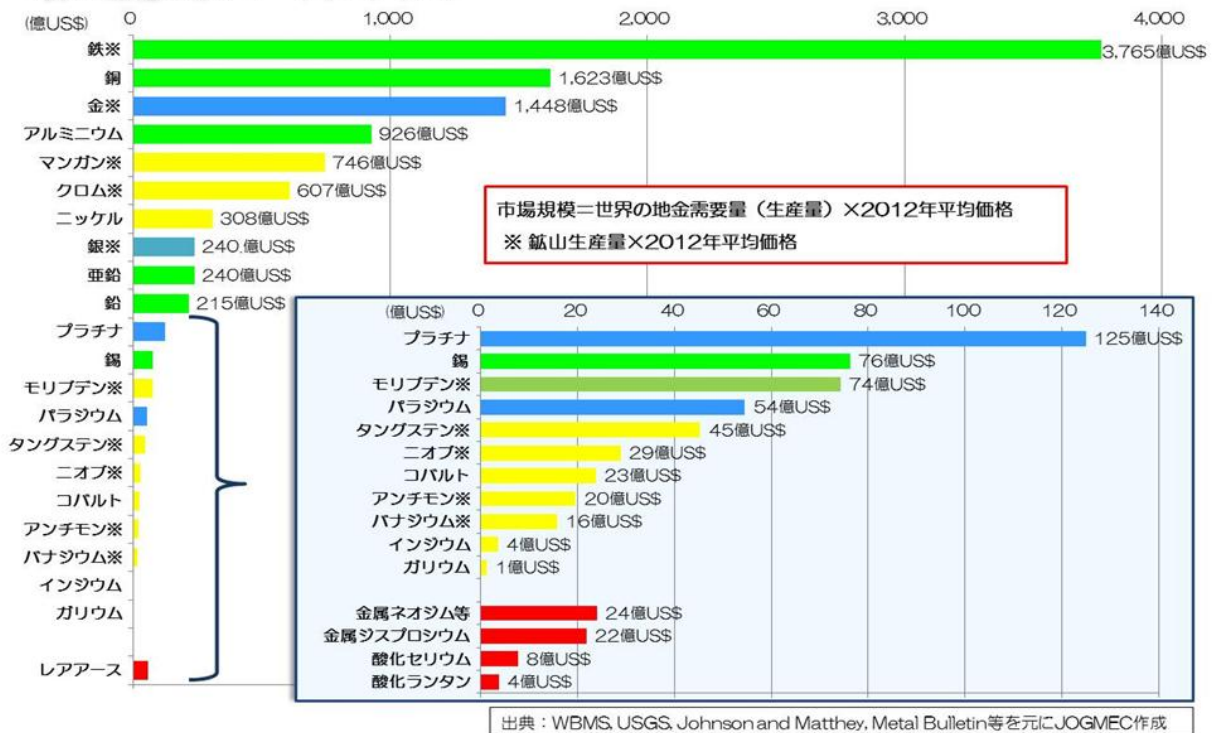


(出典) 非鉄金属等需給動態統計調査

③ レアメタルの市場動向

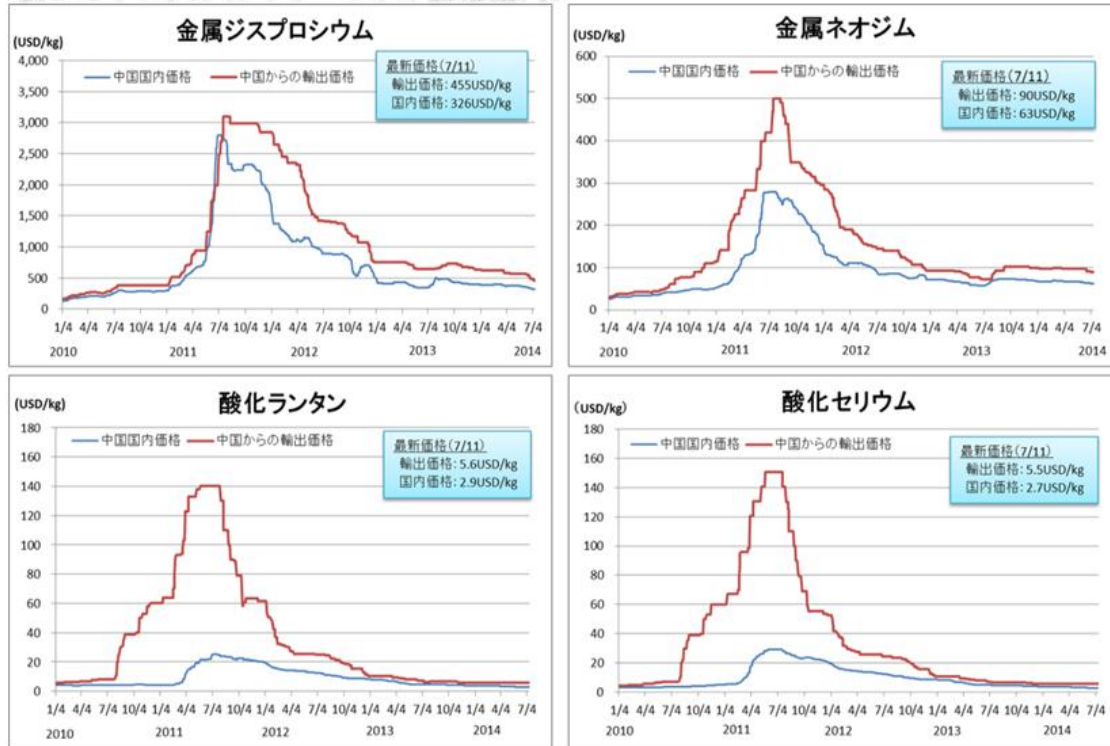
ア) レアメタルの需給、価格等の市場動向は、鉱種により様々である。一方で、その市場動向の特徴は、例えば、市場規模（世界の地金需要量×2012年の平均価格）で比較すると、自動車排ガス触媒に使用されるプラチナやパラジウムは、銅と比べてそれぞれ13分の1、30分の1と、市場規模が小さい（表5参照）。そのため、例えば、蛍光灯からLEDへの移行により一部のレアアースの需給が減少したように最終製品市場における技術革新に伴い、需給も影響を受ける傾向にある。

<表5: 鉱種ごとのマーケットサイズ>

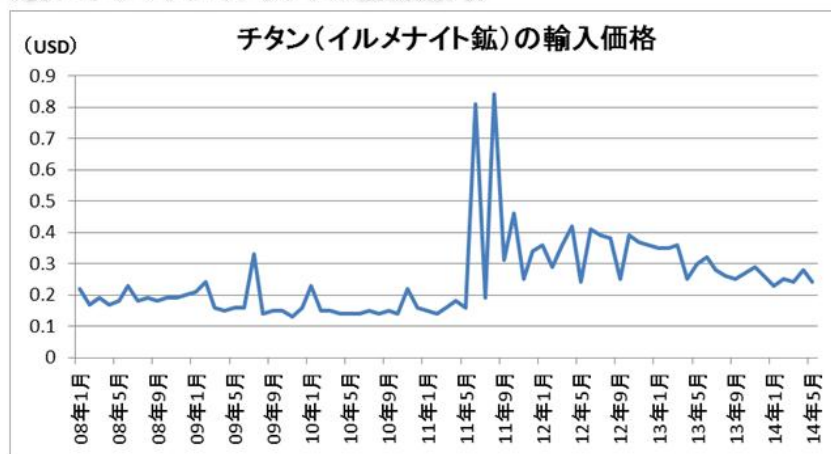


イ) 価格動向についても、鉱種により様々である。レアメタルの取引は、基本的に相対で行われ、LMEのような国際的な取引所が存在せず、上述のとおり、マーケットが小さいことから、ベースメタルと比べて価格のボラティリティが大きい傾向にある（表6、7参照）。

<表6:レアメタル(レアアース)の価格動向>



<表7:レアメタル(チタン)の価格動向>



(出典) Asian Metal (表6)、財務省貿易統計 (表7)

### (3) 鉱物資源の安定供給を担う非鉄製錬事業者の位置付け

#### ① 非鉄製錬事業者によるこれまでの取組

国内の非鉄製錬所は、国内の金属鉱山に立地する山元製錬所又は附属製錬所に出自を持ち、日本の近代化の歴史の中で、国内で生産される鉱石から地金を生産し、日本の重工業産業の成長を支えてきた。その後、1960～80年代に国内鉱石の枯渇、円高等により国内の金属鉱山が相次ぎ閉鎖された後は、非鉄製錬事業者は臨海部への新規製錬所の建設、既存製錬所の設備増強等を行い、カスタムスマルター（原料である精鉱を主に海外鉱山に依存する買鉱型製錬所）として海外からの精鉱を原料として地金をユーザーに提供する非鉄製錬事業を確立した。

また、製錬プロセスにおいて、原料として精鉱だけでなくスクラップ等使用済み製品等を利用している。一方、足下では、海外需要の拡大から鉛バッテリー等一部の使用済み製品が海外に流出しているケースもある。

この間、非鉄製錬事業者は、事業者独自の取組として世界最高水準の湿式製錬の技術を獲得し、乾式製錬では対応できない酸化鉱の製錬を可能にするとともに、煙灰処理技術等環境分野においても世界最高水準の技術力を獲得した。また、複数の事業者が出資した共同製錬所の設立、事業者同士の部門合併、不採算部門の閉鎖等を通じて、事業や経営の合理化に取組み、国内外に地金を供給可能とする競争力を維持してきた。

さらに近年は、非鉄製錬事業者は、事業者ごとの戦略に基づき、鉱山開発へ出資を行い、原料（精鉱）供給の確実性を高めるとともに、出資に対する配当収入により収益力を高め、併せて、自動車部品等高付加価値製品の製造分野への事業展開を図ることで収益力を高めている。

こうした状況のなかで、足下は国内の非鉄大手8社全体で約4兆5,650億円の売上高、約1,580億円の純利益を計上している（平成25年度連結ベース）。

#### ② 非鉄製錬事業者の重要性

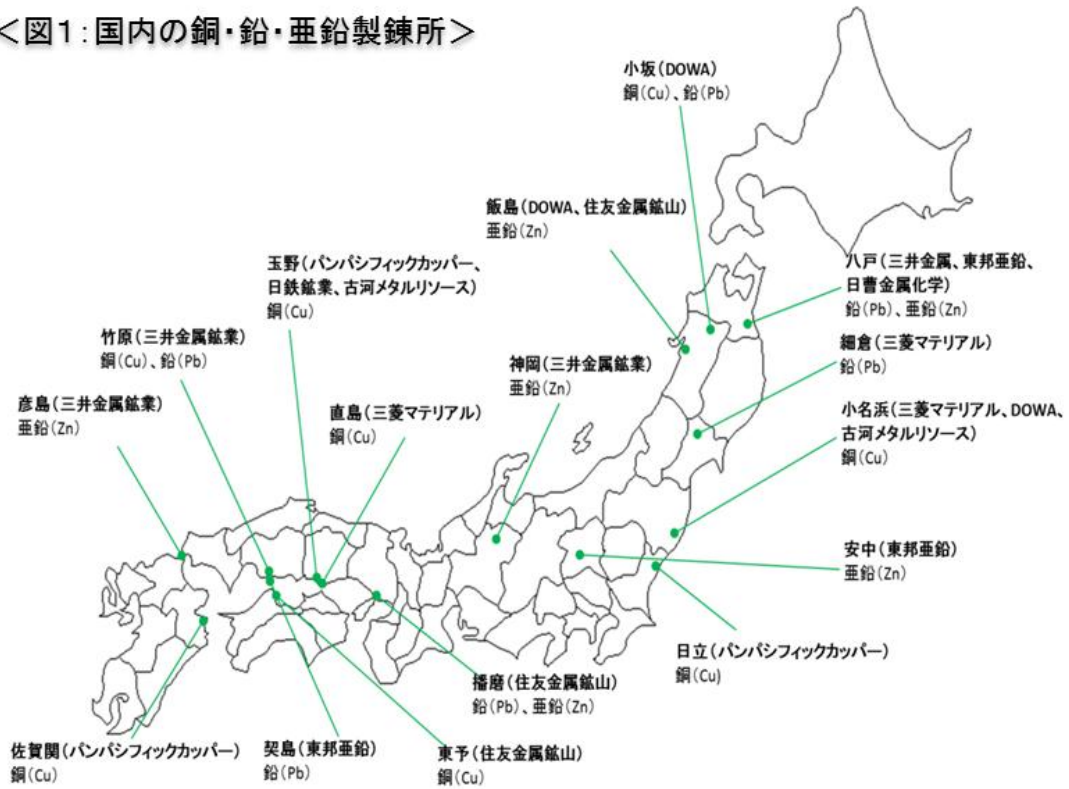
今日、国内の非鉄製錬所は、以下の点において、重要な役割を果たしている。

- ・ 鉱種によって微妙な成分調整等地金ユーザーの高いスペックの要求に応え、ユーザーのニーズにあった非鉄地金を適時・適量に供給できる（国内に非鉄製錬所がなくなれば、地金の供給を外国に頼ることとなり、適時・適量でユーザーのニーズに応じた供給は期待できなくなり、国際競争力のある部素材を生み出せなくなる。）。
- ・ 銅・鉛・亜鉛それぞれの製錬所から、主生産物に加えて、我が国のものづくり産業にとって不可欠なインジウム、ガリウム、アンチモン等のレアメタルを生産している。
- ・ スクラップ等の使用済み製品を再資源化し、そこから金属を回収するととも

に不要物を適正に処理し、廃棄物を減量化する資源循環の拠点となっている。

- ・我が国の排他的経済水域内で海洋鉱物資源の開発が可能となった際には、国内で安定的に調達できる鉱石から国内で地金を生産することができるようになり、鉱物資源の安定供給に大きく寄与することとなる。

<図1：国内の銅・鉛・亜鉛製錬所>



## 2. 鉱物資源政策の基本的考え方

### (1) 鉱種ごとの実態を踏まえた戦略的な安定供給確保策の構築

上述のとおり、鉱物資源は我が国の社会・経済の基盤を支えていることから、その安定供給を確保していくことが重要である。しかしながら、その大宗を輸入に頼っていることから、3.に述べる供給の不確実性を低減させるための取組を進めて行くことが必要である。こうした取組を進めるに当たっては、個々の鉱種ごとに偏在性の程度・要因、需給構造（サプライチェーン、プレーヤー等）、市場動向（需給・価格、マーケットサイズ等）、技術的な代替可能性等が異なり、それに応じて具体的な方策も異なりうることから、鉱種ごとに実態を踏まえた戦略的な安定供給確保策を構築する必要がある。

その際特に、一部の国で生じている近年の資源ナショナリズムの先鋭化が供給の不確実性を高めると同時に我が国民間事業者による資源投資が損失を受ける事態をももたらしている。これが他の資源国にも拡大すれば、我が国民間事業者による資源調達に向けた投資が手控えられ、供給の不確実性を一層高めるおそれもある。こうした動きに対しては、民間事業者だけでは対応が困難であり、政府として対応する。

### (2) 鉱物資源の安定供給を担う非鉄製錬事業者の事業環境の整備、経営基盤の強化

我が国における鉱物資源の安定供給や資源循環等において、非鉄製錬事業者が上記 1. (3)②で述べた重要な役割を果たしていることを踏まえれば、引き続き非鉄製錬事業者が、国内で製錬所を維持していくことが必要である。現状、非鉄製錬事業者は、収益力の強化に向けてこれまで様々な取組を進めてきた中で、一定の収益を上げている状況にあるが、一方で、足下を見ると、鉱種や事業実態に応じ、鉱石品位の低下や精鉱中の不純物の増加、鉱物資源に係る規制の強化、東日本大震災以降の電力コストの著しい増大、専門人材の不足など喫緊に対応すべき課題に直面している。こうした課題のうち、非鉄製錬事業者だけでは対応が困難な課題については、政府として対応する。

また、中長期の観点で見れば、人口減少等に伴い、国内の需要は減少傾向で推移していくことが見込まれ、加えて新興国における非鉄製錬所の増設計画といった将来的な競争環境の変化が見通される状況にある。このため、ベースメタルの需給構造や市場動向等の分析を行い、非鉄製錬事業者の置かれている現状を客観的に把握しつつ、目前の課題への対応にとどまらず 10 年、20 年先を見据え、非鉄製錬事業者の今後の経営基盤強化のあり方の検討に着手する必要がある。

## 3. 鉱種ごとの実態を踏まえた戦略的な安定供給確保策の構築

### (1) 鉱種ごとの実態把握

- ① 鉱種ごとの実態把握に当たっては、対象鉱種が政策的支援を行う必要性を有しているかを判断するために、まず、当該鉱種が具体的にどのような製品に使用



されているか、当該製品が我が国の産業競争力にとってどの程度重要かについての分析を改めて行う。

- ② ①を踏まえ、政策的支援を行う必要性が認められる鉱種については、供給の不確実性を低減させる具体的な方策を講じるために、例えば、以下の点について、鉱種ごとに関係者と連携しながら分析を行う。

ア) 鉱種ごとの国・地域別の賦存状況、生産量が特定国に偏っている場合の要因。

イ) 鉱石から製品までのサプライチェーンにおけるプレイヤーの属性及びその数、サプライチェーンの長さ、それぞれのプレイヤーの調達先。

ウ) 国内ユーザーの詳細な調達状況（例えば、民間事業者による調達契約の期間、数量、取引先等を把握し、調達の安定度を分析する等。）。

エ) 大きな需要の増減をもたらす製品の開発動向、将来的な需要量の見通し。

オ) 技術的な代替や使用量削減の可能性。

カ) 過去の供給障害の要因とその発生状況等を踏まえた、将来の供給障害の可能性（例えば、鉱山ストライキについて、金属価格の状況や当該資源国の政治、経済がどのような状況におかれた場合に鉱山ストライキが発生したかを分析し、将来的な発生可能性を予測する等。）。

キ) 特に我が国にとって重要な資源国における政治や鉱業政策の動向、鉱業の位置付け、経済発展モデル、我が国との互恵的な関係構築のあり方、資源ナショナリズムの動向。

## (2) 戦略的な供給確保策の構築

- ① こうした分析結果を踏まえて、鉱種ごとに、供給の不確実性を低減し、また実際に途絶が起きた場合の影響を極力緩和できるような供給確保策を戦略的に講じる。

以下は安定供給確保に向けた政策パッケージの一つのイメージであるが、実際には鉱種ごとの実態に応じて、適切な方策を複数組み合わせることで実施することとなる。

### <供給源の多角化>

例えば、ある鉱種について、調達先等の分析を行った結果、我が国全体で見

た供給先が特定のカントリーリスクの高い資源国に偏っていることが明らかになった場合、まず民間事業者に供給源の多角化を促し、政府も必要に応じサポートする。

### 【銅の供給源の多角化の事例】

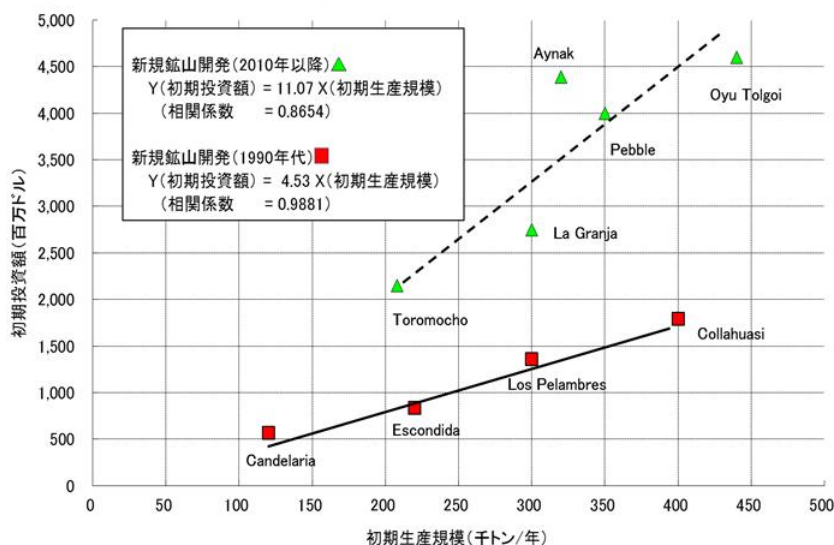
銅については、現在、我が国への鉱石輸入量の48%をチリが占めているが、本年以降我が国企業が参画するプロジェクトが本格生産を迎えれば、この割合はさらに上昇すると予想される。チリは、現時点では投資環境や事業環境も良好であり安定した資源の供給国であるが、将来的な政策変更リスクを考慮すれば、一国への依存度が高まる状態はできる限り回避することが重要である。

そのため、まずは民間事業者にペルー等銅資源のポテンシャルの高い地域への多角化を促し、必要に応じサポートを行う。政府としては、将来的な銅等の供給源として期待されるアフリカ諸国について、マイニング・インダバ等の鉱業投資会議や日アフリカ資源大臣会合を始めとしたハイレベルの会合を通じた政府レベルでの関係強化により事業環境の改善を図り、当該地域における民間事業者による鉱山開発の実現を目指す。

### < 鉱山権益の獲得 >

当該民間事業者が鉱山開発プロジェクトに参画することができれば、供給の安定性をより高めることができる。しかしながら、鉱山開発プロジェクトはそもそもリスクが高く、近年開発コストも増大している状況にあることから、民間事業者のリスクを軽減するため、JOGMECによる探鉱支援、JOGMEC、JBIC、NEXIによるファイナンス支援や減耗控除制度等の政策的支援を実施するとともに、鉱山開発に係るリスクマネジメントや鉱山地域コミュニケーション等におけるベストプラクティスが民間事業者間で共有されるよう支援する。

<表8: 鉱山開発コストの増大>



### <バーゲニングパワーの強化>

また、相手国の状況に応じて、鉱山開発への資本参画ではなく、買鉱契約という手法をとることも想定される。このうち、当該民間事業者単独では買鉱契約の条件が不利になる場合等に、民間事業者がバーゲニングパワーを強化するため他の民間事業者と共同買鉱契約を行おうとする際に、政府として関係法令の適用関係の整理等についてサポートする。

### <資源国との関係強化>

供給源を多角化する際、資源国との関係が良好な場合には、資源調達の安定性がより高いと考えられることから、資源外交や、相手国のニーズを踏まえた様々な協力・人的ネットワークの形成等を通じて関係強化を図ることにより、資源国とのWIN-WINの関係を構築する。

例えば、資源国自身の鉱山開発に伴い坑廃水処理等の技術者育成のニーズが大きい場合には、JOGMECによる鉱害防止に係る技術支援、JICAの「資源の絆プログラム」を通じた鉱山保安・環境対策等に係る技術協力等を通じた人材育成に協力する。また、鉱山開発に伴うインフラ整備へのニーズが高い場合には、鉱山開発と併せて円借款による周辺インフラ整備を実施する。

あるいは、鉱山開発には長期間を要し、この間、資源国における輸出税や環境規制の変更等様々な政策変更が行われる場合がある。こうした事態においては、民間事業者の対応だけでは打開できない場合も生じることから、そのような場合には政府レベルでの調整を行う。

### <供給途絶リスクが高い鉱物資源への対応>

他方、資源の偏在性の高さが埋蔵量の偏在に起因するため、そもそも供給源の多角化が困難であり、かつ当該資源国において急激な政策変更の可能性があるなどのカントリーリスクが高いと判断される場合がある。そのような場合には、鉱種の特性（代替材料やリサイクルの技術開発への親和性、省資源化への技術動向等）を踏まえ、省資源・代替材料の技術開発、リサイクルの技術開発・システム構築、備蓄の政策的支援の中から最適な方策を組み合わせる。

備蓄については、現在国家備蓄（42日分）及び民間事業者による自主的な備蓄（18日分）を合計して国内消費量の60日分を備蓄し、短期的な供給途絶リスクに備えている。

必要とされる鉱種はその時々によって変化するため、3.(1)の鉱種ごとの実態把握を行い、緊急的に備蓄を放出した場合の効果等を十分に検証した上で、備蓄対象とすべき鉱種の見直しを絶えず行っていく。

## ② 近年の資源ナショナリズムの先鋭化による輸出制限措置等の資源国の政策変更

は、我が国の鉱物資源の安定供給確保の障害となっている。また、我が国民間事業者による資源投資が損失を受ける事態も生じており、こうした動きが他の資源国にも拡大すれば、我が国民間事業者による資源調達に向けた投資が手控えられ、結果的に供給の不確実性を一層高めるおそれもある。

資源ナショナリズムが先鋭化し、我が国民間事業者に対して不利な政策変更等が行われることのないよう、普段から二国間での政策対話を緊密に行うとともに、我が国から技術協力等により互惠関係を構築できる資源国に対しては、資源国のニーズに応じた技術協力を行う。

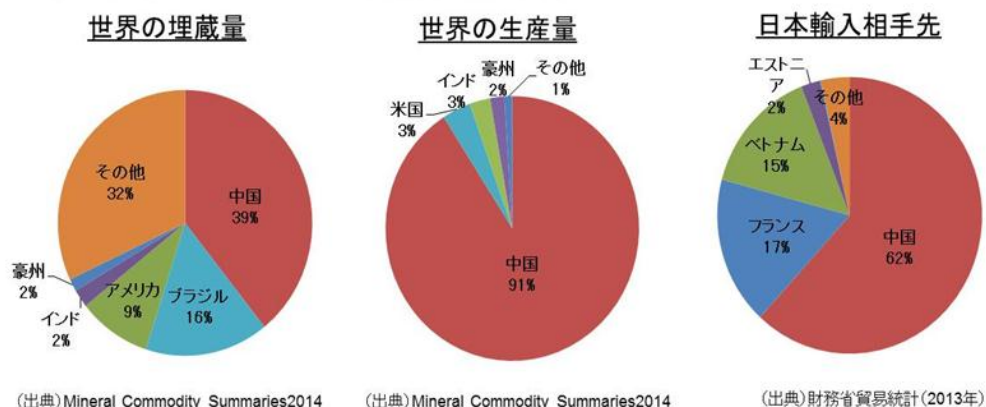
中国、インドネシアのように急激な政策変更を行う国に対しては、事業者による国際紛争調停の枠組みの利用のほか、国際ルールに反する政策については、他の資源消費国との連携を図りつつ、WTO等の国際的な枠組みを活用して問題解決を図る。

#### 【具体例1】中国によるレアアース等に対する輸出制限措置の影響

中国は1990年代から、レアアース、タングステン等に対して輸出数量制限措置を開始し、加えて、2006年以降、レアアース等の多くの品目に輸出税を賦課するなど、輸出規制を強化した。2010年7月以降、特にレアアースについて輸出数量を大幅削減するとともに、税関において通関手続きを遅延させることにより、中国からのレアアースの輸出が一時停滞した。

当時、世界のレアアース需要の9割以上を中国からの供給に依存していたため、中国からのレアアースの輸出が一時停滞したことで、世界中でレアアースの供給途絶リスクが現実のものとなった。我が国においても、自動車のシャフト等の製造に不可欠なミッシュメタル（レアアースの一種）の供給が滞るといった事態が生じた。

<表9:世界のレアアースの埋蔵量・生産量等>



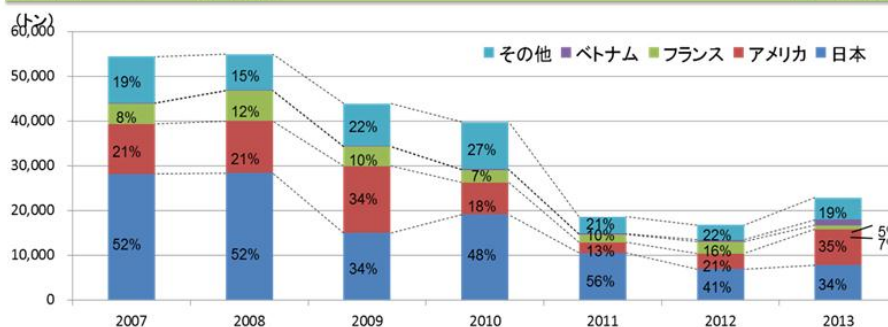
また、輸出再開後には、供給途絶リスクの顕在化により、日本企業がレアアース調達を急いだことに加え、中国税関における最低輸出価格指導や中国国内におけるレアアース市場への投機マネーの流入により、レアアースの価格が半年ほどの間に輸出制限措置以前の5~20倍程度まで高騰した。

こうした事態を受け、レアアースの供給途絶を回避するため、政府として①中国外の鉱山開発支援、②リサイクルや省資源・代替材料に関する技術開発や設備導入支援、③中国政府の輸出規制に対するWTO提訴等の対応を行った。これらの政府の取組と国内のレアアースユーザーが使用量削減等の取組を進めたことにより、一時的な供給途絶リスクは回避された。

<表10：中国のレアアース輸出枠等>

●中国のレアアース輸出枠 (出典：中国商務部) (単位：トン)												
暦年	2009	2010	2011	2012			2013			2014		
				(第1期)	(第2期)	計	(第1期)	(第2期)	計	(第1期)	(第2期)	計
輸出枠	50,145	30,259	30,184	21,226	9,770	30,996	15,499	15,500	30,999	15,500	15,500	31,000

●中国のレアアース輸出実績 (出典：中国税関)



## 【具体例2】インドネシア新鉱業法の影響

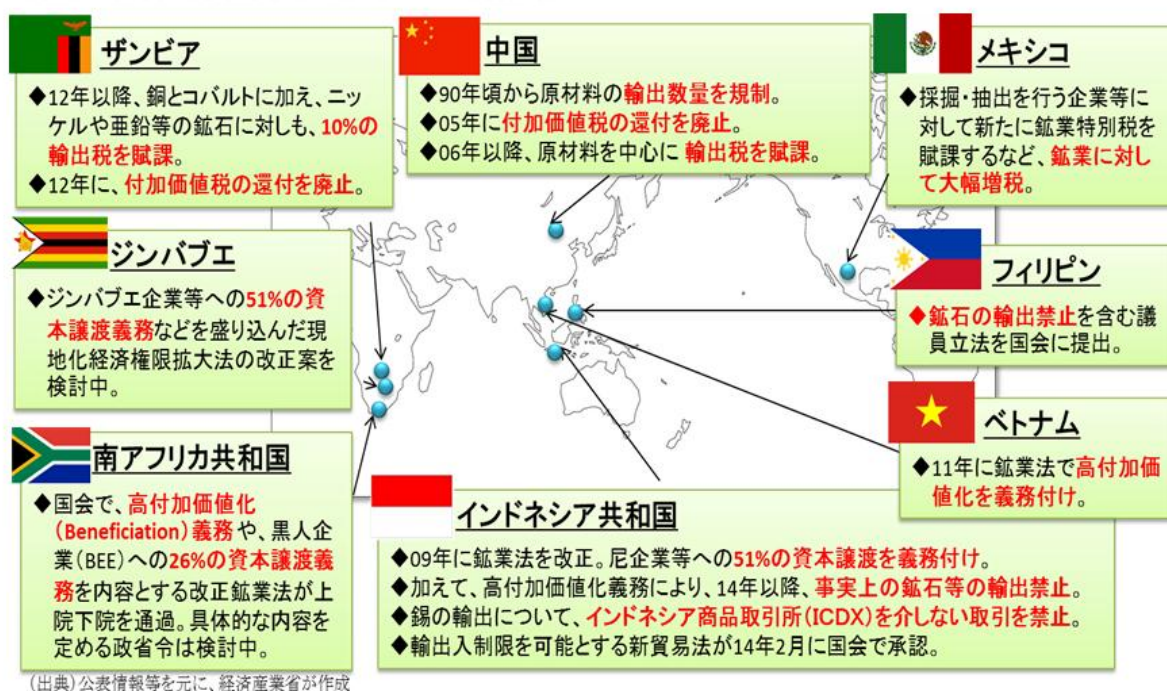
インドネシアで採掘したニッケル鉱石や銅精鉱等の鉱物について、インドネシア国内で製錬・精製を行うことを義務付け、未加工鉱石の輸出を禁止することを内容とする新鉱業法が2014年1月に施行された。このうち、銅精鉱等については、2017年までの間は輸出許可制の下で、製錬所建設計画、基金の拠出等の条件が満たされれば、輸出税(最大60%)を支払えば輸出が可能となったが、2014年7月時点では輸出が全て止まっている。

こうした措置により、我が国民間事業者が投資するインドネシア銅鉱山の操業が困難となり、2014年6月に操業を止め、約4,000名の請負労働者が既に解雇された。

ニッケル鉱石については、輸入量の約5割をインドネシアに依存しており、鉱石輸出の禁止の影響によりニッケル鉱石のスポット価格が最大で5倍程度上昇し、国内フェロニッケル製錬所の操業に大きな影響を与えている。

インドネシア新鉱業法による輸出禁止措置はWTOルールに違反するおそれが高い<sup>16</sup>。また、我が国への鉱物資源の安定供給に支障が出るのみならず、我が国民間事業者による資源投資に損害を与えることにつながりかねない。このため、政府としても新鉱業法が制定された2009年以降、総理を始めあらゆるレベルでの対話を通じて、日本企業が鉱山投資、製錬所建設、技術協力等を通じインドネシア国内の高付加価値化に貢献してきた経緯を含めて、一定の条件を付した鉱石輸出を継続できるよう制度の見直しを働きかけてきたが、インドネシア政府は見直しに応じず新鉱業法が施行された。

<図2：世界の資源ナショナリズムの傾向>



- ③ 国内海洋鉱物資源は、供給途絶リスクのない安定的な資源であることから、上記①の政策パッケージや②の取組と併せて、政府として、2013年12月に改定した「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画<sup>17</sup>」に基づき、引き続き資源量の詳細把握に努めるとともに、具体的な技術的目標を定めた上で商業生産に向けた技術開発等を進めていく。

なお、海洋鉱物資源分野は、石油・天然ガスと異なり、海洋における民間事業者による商業化プロジェクトが未だ実現していない。そうした中で、商業化を目指したプロジェクトを実現していくためには、多くの技術課題につ

<sup>16</sup> 2014年版不公正貿易報告書(p75～76参照)及び「経済産業省の取組方針」  
[http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004532/pdf/2014\\_01\\_02.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004532/pdf/2014_01_02.pdf)  
[http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004532/pdf/2014\\_houkoku\\_03\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004532/pdf/2014_houkoku_03_00.pdf)  
<sup>17</sup> [http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shigen\\_nenryo/report\\_01.html](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shigen_nenryo/report_01.html)

いて政府が積極的に関与した上で、国際資源情勢をにらみつつ、長期的かつ継続的に解決し続けることが必要である。

例えば、海底熱水鉱床については、平成 30 年代後半(2023 年)以降に民間企業が参画する商業化を目指したプロジェクトを開始することが上記計画の中で目標に据えられている。また、その途中段階の目標として、平成 29 年(2017 年)には採鉱・揚鉱システムを一体として実海域でパイロット試験を行うことを定めている。こうした目標を一つ一つ着実に達成するとともに、その都度、進むべき方向性についての妥当性を確認しつつ、継続的に開発に向けた取組を進めて行く。

特に、鉱物資源の品位及び資源量を詳細に把握することは、実際に将来的な民間事業者による開発計画全体、経済性評価に直結するだけでなく、生産技術を開発・確立していく上でも極めて重要であり、優先して取り組むべき課題である。

コバルトリッチクラスト、マンガン団塊、レアアース堆積物についても、上記計画の方針に基づき、まずは資源量の把握から着実に取組を進める。

#### 4. 鉱物資源の安定供給を担う非鉄製錬事業者の事業環境の整備

上述 2. (2) のとおり、当面、足下で非鉄製錬事業者が直面する次の(1)～(4)の課題に対応していくが、10 年、20 年先を見据え、非鉄製錬事業者の今後の経営基盤強化のあり方の検討に着手する必要がある。

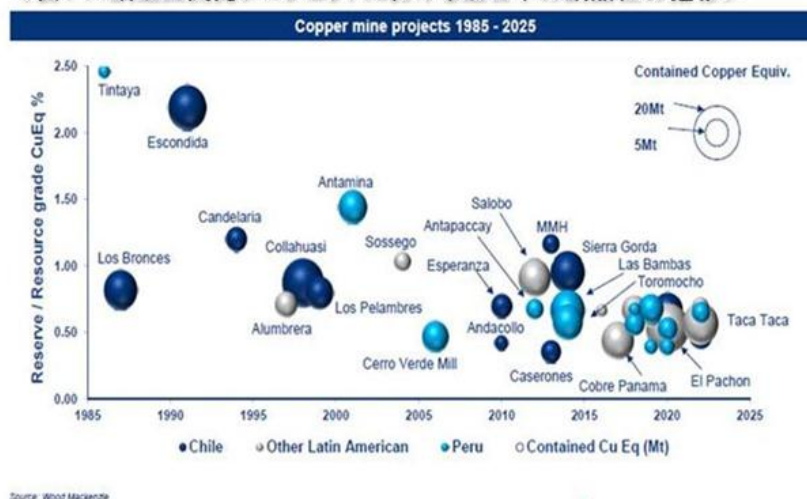
##### (1) 精鉱中の不純物増加等への対応

###### 【課題】

鉱山開発は、一般的に不純物が少なく目的鉱物の品位が高い鉱床から開発を進めていくため、世界的な鉱物資源に対する需要増大とそれに伴う鉱山開発の進展により、優良鉱床が減少し、不純物が多く目的鉱物の品位が低い鉱床が増えている。

例えば、1990 年に操業を開始したチリのエスコンディーダ銅鉱山の品位は 2% を超える品位があったが、本年本格生産を開始するチリのカセロネス銅鉱山の品位は 0.34% である(表 11 参照)。この結果、同じ量の銅分を得ようとすれば、6 倍程度の鉱石を生産する必要があり、それに応じて銅分以外の不純物も増加することとなる。

<表11：銅鉱山開発プロジェクトにおける鉱石中の銅品位の推移>



一般的に、鉱石は、輸送コストを最小限化するために目的鉱物の品位を選鉱により 30%程度まで高め、精鉱として輸出されるが、鉱石品位の低下により精鉱中の不純物も増加する。

最終的に、精鉱中の目的鉱物以外の不純物は、非鉄製錬所における製錬プロセスの途上でスラグとして系外に排出され、国内外でセメント等の原材料として利用されることとなるが、スラグに含まれる成分状況によっては、セメント等への利用が困難となるケースも生じ得る。仮に、スラグの利用が止まった場合、銅スラグだけで年間約 270 万トンのスラグが製錬所内に滞留することが想定され、その物理的な保管場所の確保が困難となること等により、非鉄製錬所の安定的な操業に影響が出かねないことから、非鉄製錬業界を上げて取り組むべき大きな課題となっている。

### 【対応】

鉱石中に含まれる不純物の除去等の課題については、これまでも民間事業者自ら取り組んでいるが、コスト面及び技術面でのハードルが極めて高く、未だ実用化に至っていない。こうした民間事業者だけでは対応が困難な課題について、産官学が一体となって研究開発を進める。

具体的には、学術分野の壁を越えて様々な分野の先端技術を取り入れ、従来の技術では解決が出来なかった低コストでの上流工程での不純物の除去技術の開発等を目指す。こうした技術を我が国民間事業者が身につけることで、これまで開発困難だった高不純物・低品位鉱の開発が可能になり、世界の鉱物資源の可採埋蔵量の増加につながるとともに、我が国民間事業者が資源確保を進める際の競争力強化につながることも期待できる。



## (2) 資源分野における規制の強化への対応

### 【課題】

コンゴ民主共和国(DRC)及びその周辺国から生産されるいわゆる紛争鉱物(金、すず、タンタル、タングステン(3TG))からの利益により、DRC周辺地域における紛争が長期化したとの考えの下、2010年7月、米国が金融規制改革法(ドッド・フランク法)を制定し、2013年1月以降DRC及びその周辺国から生産した鉱物資源を使用した製品を製造する企業に対し、米国証券取引委員会(SEC)への報告等を義務づけた<sup>18</sup>。

この規制は、そもそも原料に用いられる鉱物の追跡が困難であるため、鉱石から金属へ製錬を行う製錬所が情報の集約拠点として活用されている。実際に米国ドッド・フランク法に対応するため、我が国非鉄製錬所は、毎年、紛争鉱物の使用の有無について第三者監査を受け、民間団体による認証を取得することが求められ、大きな業務負担が生じている。

また、現在、欧州委員会においても、紛争鉱物に対する規制が検討されており、法案では、EU域内に3TGの鉱石及び金属を輸入する事業者は、それらが紛争地域等で生産されたものでないことをEU加盟国に報告することなどを求めており、追加的な業務負担が発生することが懸念されている。

加えて、2013年10月に熊本県で開催された「水銀に関する水俣条約外交会議」において水俣条約が採択され、新たな水銀の排出規制が設定されるなど、国内外における環境規制に対しても適切に対応していく必要もある。

こうした規制については、必要に応じて政府として規制の検討段階から関与し、規制内容が、事業実態を踏まえない又は科学的知見を超えたものとならないようにする必要がある。

### 【対応】

鉱物資源に対する規制強化の動きに対しては、まず民間企業やJOGMEC等が前広に情報収集を行い、政府と情報共有する。その情報に基づき、特に我が国にとって問題となりそうな規制については、規制の検討段階から参画し、政府として規制当局との関係で、事業実態や科学的知見をインプットすることにより、規制内容が、事業実施の障害になったり、科学的知見を超えたものとなったりしないようにしていく。

さらに、高い環境分野の技術力を有する我が国非鉄製錬所の環境対策レベルが世界のスタンダードとなるよう戦略的に取り組む。

<sup>18</sup> 経済産業省「米国の紛争鉱物開示規制」参照  
[http://www.meti.go.jp/policy/external\\_economy/trade/funsou/](http://www.meti.go.jp/policy/external_economy/trade/funsou/)

### (3) 電力価格の高騰

#### 【課題】

非鉄製錬業は電力多消費産業であり、例えば、銅・鉛・亜鉛製錬所全体の製錬コスト<sup>19</sup>1,540億円（2010年度）に対して、電力コストは345億円だったところ、2012年度の電力コストは392億円に増加している。特に、電力を多量に使用する亜鉛製錬所の製錬コストに占める電力コストの割合は、震災前の平成2010年度の40.4%に対して、2012年度は45.2%と5%ポイント程度上昇している。

これまで我が国非鉄製錬所は基本的に夜間に操業を集中させ、安価な電力コストを最大限活用してきた分、昼夜一律の定額値上げは、非鉄製錬部門における収益を大きく圧迫し、深刻な経営問題となっている。

#### 【対応】

エネルギーコスト・電力価格の低減は、日本経済を本格的な成長軌道に乗せていくための喫緊の課題であり、「経済財政運営と改革の基本方針2014」（2014年6月）の中で、「エネルギーのコスト上昇や供給不安が、新たな投資や雇用の拡大を阻害し、経済の制約となる。現在問題となっており、また、中長期的にも展望されるエネルギーコスト高への対策を早急に講じ、資源・エネルギーを安価かつ安定的に確保する。」ことが明記されている。エネルギーコスト・電力価格の高騰により、我が国産業が大きな影響を受けていることを踏まえ、政府として、エネルギーコスト高騰対策への取組を進める。

また、非鉄製錬分野においては、例えば、民間事業者によりチタン合金等新素材を活用した電極の開発など省電力の製錬技術開発が行われているが、未だに実用化されていない。こうした技術シーズの実用化の可能性等を検討するとともに、引き続き官民を挙げて製錬分野における電力使用量削減に向けた技術開発に取り組む。

---

<sup>19</sup> 製錬コストは、電力費のほか物品費、人件費、その他経費の合計（鉱物資源課調べ）

#### (4) 人材育成の必要性

##### 【課題】

近年、国内鉱山の相次ぐ閉山、大学における、資源・金属系学科の激減、資源分野の研究基盤の脆弱化等に伴い、資源産業における専門人材の確保が困難な状況にある（資源系の学会（「資源・素材学会」<sup>20</sup>）の会員数も近年では1980年の半数程度になっている（表12参照。）。特に、非鉄製錬事業者の毎年の新規採用のうち、金属・資源関連部門を卒業した新卒者数は極めて限定的な状態が続いている。とりわけ国内において金属鉱山の現場がほぼ途絶えた現在、鉱山開発の専門家の育成は海外の現場に委ねざるを得ないことから、人材育成の機会が一部に限定されている。資源・金属関連部門の大学における人材育成が活性化されなければ、我が国資源産業における専門家の育成に支障が生じることが懸念されおり、産業界・学界における共通の問題となっている。

##### 【対応】

現在行われている秋田大学における博士課程教育リーディングプログラム・オンリーワン型の資源ニューフロンティア特別教育コース<sup>21</sup>での取組、資源・素材学会が主催する夏期集中合宿講座・海外研修<sup>22</sup>等に加え、あらゆる分野の大学研究者、業界、学界、関係機関等の緊密な連携の下、上記の産学官の研究開発等の取組を通じて、大学における資源・金属系の専門人材育成を支援する。

<表12: 資源系の学会(資源・素材学会)の会員者数>



<sup>20</sup> <http://www.mmij.or.jp/>

<sup>21</sup> <http://www.nfl.eng.akita-u.ac.jp/>

<sup>22</sup> <http://www.mmij.or.jp/article/#1765>

## ○ おわりに

本中間報告書においては、これまでの小委員会における議論を踏まえ、石炭政策及び鉱物資源政策について、足下の状況変化や将来の構造的課題を受けた、今後の政策の方向性について整理を行った。

石炭資源と鉱物資源の安定的な供給の確保は、経済性と両立した我が国のエネルギーセキュリティ及び我が国の製造業の産業競争力の維持・向上の観点から、極めて重要な課題であり、政府における一層の取組の推進が不可欠である。

加えて、世界最高水準にある我が国の石炭火力発電の一層の高効率化・低炭素化技術の開発・実用化に向けた取組を進め、海外への普及展開を図っていくことは、我が国の適正なエネルギーミックスの実現に資するとともに、地球規模の環境負荷の低減に貢献し、かつインフラ輸出の拡大による新たな富の創出につながるものである。

こうした観点から、今後、石炭火力発電の更なる低炭素化に向けて残された技術的課題や、実用化に向けた論点を整理し、その解決に向けた方策について検討を深めていくことが必要である。

また、我が国において鉱物資源の安定供給を担う非鉄製錬事業者については、足下で直面する課題への対応のみならず、中長期的に我が国の人口減に伴う国内需要の減少傾向や国外における非鉄製錬所の増設傾向が見込まれる中、今後の経営基盤強化のあり方の検討に着手する必要性が生じている。

今回の中間報告書においては、経済性と環境性を両立した石炭利用の具体的な活用の見通しの確立や、鉱物資源の鉱種ごとの戦略的な安定供給確保に向けた方策の具体化、鉱物資源の供給を担う非鉄精錬事業者の10年、20年先を見据えた経営基盤強化のあり方など、今後も具体的な検討を進めるべき論点も存在する。今後、こうした残された課題については引き続き、整理、検討を行い、適切な施策の方向性を確立することとする。