

エネルギー利用としての石炭の供給と需要

—石炭政策視点の見直しを求めて—

大 澤 正 治

Supply and Demand of Steaming Coal for Energy Utilization

Osawa, Masaharu

Abstract

In Japan, with the accident at TEPCO's Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant in March 2011, heat from coal was assigned to the role of bringing relief, but after the Paris Agreement at COP21 (the 21st session of the conference of the Parties, United Nations Framework Convention on Climate Change) in December 2015, headwinds began to blow.

There is also the influence of the shale revolution in the United States, leading the coal industry to being regulated to bankruptcy.

In this paper we will touch on the trends in foreign countries, and while comparing oil and natural gas as the same fossil energy, it will make compilations from the point of view of market economics concerning characteristics of supply and demand of coal for the purpose of contributing globally and locally, clarifying the outlooks of future coal policies in the short term and the long term.

1. はじめに

スクラップ&ビルド。インフラ投資に強く依存するシステムでは、過剰生産に対処せざるをえない局面、あるいは外的な様々な要因により急遽、変更が必要となり固定費用の未回収及び新たに浮上する撤去問題が生じる時、埋没費用（Sunk Cost）の取り扱いが重要となる。とくに、減速経済下では、しばしば起こることである。

一般的に、参入をはばむ参入障壁として埋没費用の課題が議論されるが、その障壁を乗り越えて参入できたとしても、外的な要因で埋没費用が発生してしまう場合もある。埋没費用の発生の潜在性は一種のリスクとみなす必要がある。

埋没費用の問題について、ウィリアム・ボーモルは1982年にコンテストビリティ理論を提示し、埋没費用が少ないということは競争が起こりやすい状態で、たとえ独占であっても妥当な価格を設定することで、参入の困難性が減ることを主張した。市場が独占化しないかどうかは、実際に市場に参加する企業の数が多ければ良いわけではなく、価格と埋没費用をどう管理するかが大事であり、このような管理によって新規参入の容易さをえることが重要となる。

新しいことは目立ちやすく、人々の興味は容易に高まる。しかしながら、何もないところに新しいことを創造することに比べて、既存のものをスクラップした上で新しいことをつくることは難しい。「飛ぶ鳥、後を濁さず」の実行は容易ではない。ビルドの有効性をえるために既存のスクラップが大事である。

とりやめることにより発生するスクラップの費用をだれが負担し、責任をもつか。このことを避けて新しいこと（もの）をビルドすることは、新しいこと（もの）の費用負担にツケをまわすことになる。（このことは、原子

炉廃炉問題にとって重要である。)

だからと言って、新しいことの創造にブレーキをかける道理もない。もちろん、効果的なメンテナンスであれば、埋没費用は少なくてすむ場合が多い。

また、壊さないまでも、負の便益に関する費用も広義でとらえると一種の埋没費用と考えられ、負担者、責任者を考えることも重要である。(循環型社会において静脈取り引きの問題はここに集約されると考えられる。)

限られた資源をそのまま有効に利用するリユースには埋没費用は発生しない。しかしながら、動脈と静脈をつないで循環させるリサイクルでは陽のあたる動脈時代に引き続き、静脈時代の現実を再構築するために費用がかかる。このために、静脈で発生する費用及び動脈時代の現実をこわす埋没費用がどれほどあり、だれが負担するかをはっきりさせ、宙に浮きがちな埋没費用の発生を防ぐ必要がある。

エネルギー利用としての石炭の供給と利用のシステムに対して、現在逆風が吹いている。とくに、2015年12月のCOP21（国連気候変動枠組条約第21回締約国会議）におけるパリ協定以降、石炭燃焼への批判が一段と高まっている。この動きは世界共通の認識である。

わが国国内では、2011年3月の東日本大震災がもたらした東京電力福島第一原子力発電所事故により、リリース役を仰せつかった石炭火力であったが、川内に始まった原子力再稼働を進めなければならないとする動きが世界的なパリ協定の動きにさらに拍車をかけることになり、現在、石炭は窮地に追いつめられた状況である。

2011年3月直後、わが国民は、原子力の安全性と地球環境、どちらが大切なのか、という二者択一の短絡的な選択を迫られている被害者意識に苛まれていたが、現在では、国民の関心は、ずいぶん地球環境が大事と世論が傾いてきているのではないと思われる。

本稿では、石炭の供給と利用、とくに地球温暖化問題の対象となっている石炭のエネルギー利用に焦点をあて、改めて石炭資源の価値を考え、国として石炭政策に必要な視点を検討した。

本稿の特徴（論としての独自性）として以下のことを強く意識した。

第一に、地球環境への貢献は避けては通れない要請であるにとらえる。

第二に、石炭供給と利用を歴史上の変遷（何が埋没費用か？）と地球上の分布（埋没費用の負担者はだれか？）における経済的合理性からとらえ（石炭の立ち位置を確認するという観点）、世界全体の石炭供給と利用における公平性と効率性を確保することを重視する。国の視点ではなく世界全体の視点として。

国内炭利用から海外炭利用へバトンタッチし、交替したわが国では、国内炭火力の開発時期と海外炭火力開発時期の間に石油火力全盛の時期があり石炭火力の開発は時期的につながっていない。現在のわが国の海外炭火力の多くは、第2次石油危機以降、豪州などから長期石炭供給契約を締結する、あるいは開発輸入による供給の安定性を確保した上での開発スタイルで進められたが、欧米の石炭火力の多くは第1次石油危機前後に開発され、開発準備のピークにずれがある。

わが国にはこのような石炭供給と利用に関する他国にはない固有性がある。新しい石炭政策のビルドのために既存の石炭政策をスクラップする改革性が求められる現在、埋没費用に注目すると、他国のケースとは異なる政策シナリオの重要性が明らかになる。しかしながら、本稿では、地球温暖化という地球を視野に入れる全体性も重視し、全体性とこの固有性のバランスをとることの重要性を強く認識し、あえて、世界情勢のレビューに力点を置く。

第三に、これからの新しい石炭の供給と需要を展望するためには、様々な選択肢の機会費用（Opportunity Cost）との総合的比較をすることが大事であるが、新しいことを選択と、変更すべきこれまでの石炭の供給と利用に発生する埋没費用の負担を混同せずにそれぞれ別々に検討した上で、当事者の

役割とリスク責任及び便益の分配を考え合わせることが重要と考える。

2. 石炭資源の特徴

2-1. 多様な石炭と利用の多様性

石炭は数千万～数億年前の植物が地中の熱や圧力によって変化したもので、炭化度の進行度合（炭素の濃さ）によって、褐炭、瀝青炭、無煙炭など多種類に分類される。

JISによる日本炭の分類

		分 類	石炭化度	水 分	粘結性	発熱量(kcal/kg)	用 途
石 炭	無煙炭	無煙炭	高 ↓	10%以下	非粘結	4500 ∧ 8000	焼結用 練炭
		瀝青炭		15%以下	強粘結 粘結	4500 ∧ 7000	製鉄用コークス 都市ガス用 ガス発生炉用
	有煙炭	亜瀝青炭		30～15%以下	弱粘結 非粘結	4000 ∧ 6000	一般用 ガス発生炉用
		褐炭	低 ↑	60～30%以下	非粘結	2500 ∧ 4000	一般用
		汚泥					

- ・石炭化度が高いと、熱量は増えるが、水素・酸素が低下するので燃焼性が低下する。
- ・発電用としては、瀝青炭が望ましい。

石炭の水分、灰分、揮発分、固定炭など物理的性質の違いによって、石炭の利用用途は多様である。従って、供給から利用までのシステムとしての総合的な検証と、利用の多様性に順応する石炭供給の固有性の検証のバランスをとり、石炭とその補完財、代替財との関係を総合エネルギー利用の観点から検証することが要請される。

石炭の利用は主として、①製鉄のためのコークスに加工するなど原料としての利用と、②燃焼させて熱エネルギーをとりだすエネルギー利用に大別される。(石炭の利用の違いから、前者に利用する石炭を原料炭(Coking Coal)、後者に利用する石炭を一般炭(Steaming Coal)と分類している。) おおよそ、世界全体で、石炭の場合、エネルギー利用が8割、原料利用が2割であり、両利用とも右上がりが増加しているが、原料利用に比べてエネルギー利用の伸びが大きく、石炭利用のエネルギー利用化が進んでいる。

本稿では石炭のエネルギー利用に軸足をおき検討しているものの、石炭について、熱エネルギー利用、原料利用とわけて考えるだけではなく、総合的に相互性もとらえることの重要性も指摘しておきたい。

また、人類が火を発見し、利用し始めたのは紀元前数100年前であり(石炭資源そのものの起源に比べると人が石炭に手をつけたのは新しいと言わざるをえないが)、その火を熱利用するために石炭を用い始めたのも紀元前であり、石炭利用の歴史は古い。

しかしながら、環境負荷に深刻な影響を与える石炭の熱エネルギーの大量消費は18世紀後半の産業革命からである。大量消費のための大量生産は生産費用の通減を求めた規模の経済性(Economics of Scale)が発揮されだしたからである。その実現のためには、技術の開発と資本主義経済の進行が重要であった。

もっとも、外部に影響を与える当時からの環境問題は、産業革命以降は、地域規模のばいじん、硫酸酸化物、窒素酸化物に起因する問題であり、地球規模の環境問題の対象である石炭燃焼がもたらす二酸化炭素排出問題の議論は、1990年代からであり、ごく歴史は浅い。1995年の京都議定書から地球環境問題は「不確実」な問題が「確実な真実」に近づいたとの認識が広がりつつある。(歴史が浅いということは被害が顕在化していなかったこと(被害が密ではなく、環境容量に近づいていないということ)、それゆえに対策

の歴史が浅かったということ及び対策のために必要なデータの蓄積が少ないことを意味すると留意すべきである。)

時の流れとともに変容する環境問題の変化に対して、影響を与える範囲の違い、対策すべき責任及び環境対策費用の負担者など環境問題にかかわる当事者も異なることを認識することが大事である。

ところで、石炭の熱エネルギー利用のための規模の経済性追求の加速は、先進国と発展途上国の所得格差にかかわり、それゆえに地球の各地ですべて同時に進出したのではない。

わが国では石炭の熱エネルギーを家庭で利用することはほとんどない（わが国では石炭の家庭利用に関する埋没費用はない）が、中国ではまだかなり家庭など民生分野で利用されている。

石炭火力発電所で大量に石炭を利用するばかりではない埋没費用の現実がある。このような石炭の熱エネルギー利用の多様性にも目を向ける石炭利用対策が必要と考える。

地球環境問題対策で重要な「共通だが差異のある責任」(Common but Differentiated Responsibility) の視点をふまえる世界の石炭政策が望まれる。

2-2. 固体の化石エネルギー資源としての石炭

石炭は固体の化石のエネルギー資源である。液体の状態となった化石をエネルギー資源として用いるのが石油であり、気体の状態となった化石エネルギー資源として用いるのが天然ガスである。

固体、液体、気体は温度、圧力を操作する技術、あるいは媒体を用いることで変換される。1気圧のもとで、氷が溶け液体の水となる温度は0℃であり、水が沸騰し、気化する温度は100℃である。

固体である石炭からエネルギーを燃焼させガス状にし、その気体となった熱エネルギーを利用することを、石炭のエネルギー利用とよんでいる。

なお、石炭層には炭層メタンガス（CBM：Coal Bed Methane）も含まれており、石炭採掘とは別に、回収、利用することもできる。

化石エネルギー資源を燃焼することによりえられる蒸気でタービンを動かし、エネルギーの効用をえることが産業革命の知恵である。

問題は、エネルギーを化石の固体、液体、気体どのような状態から利用すべきか、即ち石炭、石油、天然ガスどれを選ぶかのプライオリティづけである。歴史を辿って考えると、当初は、その場にどのような状態で賦存していたか地理上の制約に依存していたが、やがて輸送方法の開発により地理上の制約が緩和し、選択の幅が広がり、次に利用方法の開発が進み、さらに多様な選択が可能となった。

選択の制約が少なくなり、選択の自由が増すにつれ、取り引きの市場化が進み、取り引き者自身の取り引きに関する責任が重くなり、同時にリスクが大きくなりリスク対策の必要が生じてくる。一方、市場における量的拡大は環境問題の外部性への影響も広がり、政策が介入する余地も大きくなり、市場の自由化と政策による規制のバランスの重要性が増してきた。

当初は、化石エネルギー資源利用にあたって、どの化石エネルギー資源を利用するかプライオリティは地理上の制約に依存するだけで簡単であったが、現代では、たとえば、政策による一方的なプライオリティづけが強くなっても、その政策的なプライオリティづけを超える取り引きの自由を担保することもおろそかにするわけにはいかない。

エネルギー資源のプライオリティづけに関する問題点は、資源が有するエネルギー量すべてを利用段階で利用できないことと関連づけて考える必要がある。『エネルギー経済統計要覧』は、化石エネルギー資源を火力発電で利用する場合、現在では、 $1\text{kWh} = 860\text{kcal}$ のエネルギーをえるために、 2074kcal の化石エネルギー資源を必要であると述べている。このことは、発電のための熱効率（高位熱基準の発電発端率）が41.5%と理解している。化石エネルギーの41.5%は発電として利用されるが、残り58.5%は電力として

利用されないということである。化石エネルギー資源から電力エネルギーに変換する技術は、1950年代は発電のための熱効率20%程度であり、1kWhを発電するために、約4100kcalもの化石エネルギーを調達しなければならなかった。（発電における熱効率は、1950年20%程度であったが、現在は41.5%まで向上している。2016年9月26日付日本経済新聞では、IT技術を活用する熱効率向上の可能性を報じた際、1%の改善で年数億円以上のコスト削減の見込みを経済性の面から述べているが、西川榮一神戸商船大学名誉教授は、『経済No.251』2016年の中で、「革新的技術開発で高効率化が成ったとしても、それだけではCO₂排出量の大幅削減は期待できないことがわかる」と地球温暖化防止にブレーキがかからないことを述べている。）

利用されないエネルギーについては、一般的に、「捨てる」と理解されている。発電のための熱効率がたとえ一定であっても、熱電併給発電のような発電に必要な高温ではなく低温の低エクセルギー用途にも有効利用することがある程度は進んでいる（広義の熱効率を高めることで、いわゆる「省エネルギー」である）。

エネルギーを「捨てる」ことによって回収されないエネルギー資源採掘費用はだれが負担するのか。現行のエネルギー取り引きでは利用者が負担している。「捨てる」ことによる埋没費用は利用者につけがまわっていると理解することができる。発電のための熱効率が50%以下ということは「捨てる」部分の比率が50%以上と極めて高いことを意味する（「捨てる」エネルギーを有効に活用したのは天然ガスで、ガスタービン技術開発とともに複合発電システムを実用化させて、低い発熱量基準で石炭火力を上回る63%の発電のための熱効率をえている）。このことが電力供給の特徴である。発電のための熱効率の向上は、投入するエネルギー資源を削減してエネルギー利用価格を下げることになる。（もっとも、発電のための熱効率が向上し、埋没費用の負担が少なくなっても、発電のための熱効率向上のための技術開発費用、追加的設備投資費用によって負担が高くなることも考えられる。）

ここで注意すべきことは、エネルギーに関する価格について資源ベースの価格と利用ベースの価格を混同してはいけないことである。資源価格が高くとも、高い発電のための熱効率で利用できれば、質の差を超えた利用ベースの経済性がよい場合がありえる。価格だけではなく、石炭、石油、天然ガスの化石エネルギー資源を比較する場合、資源ベースのパフォーマンスと利用ベースのパフォーマンスの混同は化石エネルギー資源の不適切な利用に導く。この二つのパフォーマンスを発電のための熱効率を介して相互乗り入れさせて比較することが重要である。このために、発電のための熱効率向上のための技術開発の進展と「捨てるエネルギー」の削減あるいは有効利用に配慮することが大事である。

例えば、二酸化炭素排出量を利用ベースの電力量のkWh単位でみる場合、kWhあたりの二酸化炭素排出量は発電のための熱効率の向上で異なってくことに注目すべきであり、石炭、石油、天然ガスの相対比較にも影響を及ぼしてくる。

結論的に言えば、化石エネルギー資源の最適な使いわけを行うために、発電のための熱効率向上の技術開発は技術としても経済としても重要である。

技術面では、現在、気体の天然ガスは固定の石炭に比べて二酸化炭素が少ないといわれるため、石炭をガス化し、環境負荷の悪さを克服する努力が石炭利用サイドで進んでいる。この技術開発では、超高温高压下での気化にまつわるブレークスルーが期待されている。この技術開発は最終的に発電のための熱効率を向上させ、1kWhのアウトプットに対してインプットすべき石炭量を減らし、kWhあたり二酸化炭素排出量の削減をはかることになる。また、石炭の液化も長年の技術開発課題である。

化石エネルギー資源の利用のためには、変換技術を使いこなし、固体、液体、気体の化石エネルギー資源を代替関係で利用するのではなく、資源の補完関係から総合的な比較を行い、最終的には資源ベースではなく利用ベースでのプライオリティを重視し、その結果から遡る資源ベースの戦略を策定す

ることが望ましい。

しかしながら、詳しくは後述するが、わが国の化石エネルギー選択は、「どの資源を選ぶか」にウエイトをおく歴史を繰り返してきた。

ここでは、このことの理解を進めるために、わが国の都市ガス供給におけるガスを取りだす化石エネルギー資源の選択が石炭から石油、石油から天然ガスへと交替の積み重ねであったことを指摘しておく。その背景として、流体革命が進むと石油、石油危機を経験し、地球温暖化対策の重要性が言われたすと天然ガスと、社会情勢の力がわが国の都市ガス燃料選択に強い力を及ぼしていた。

以上のとおり、技術の視点から考えれば、上手に変換技術を用いることが重要となるが、経済の視点から考えれば、どこで変換するのか地理上の立ち位置も重要なこととなる。その立ち位置までの輸送、固体で輸送するか、液体で輸送するか、気体で輸送するか、輸送費用と貯蔵費用の最適化が変換する場所、そして石炭、石油、天然ガス利用の戦略に大きな影響を与え、現実解を導くことになる。

例えば、石炭をガス化し、そのガスで発電し、消費者がその電気エネルギーを利用する場合を考えてみる。一般的に、ガス化は発電所内でのプロセスで行う。その後、以下の二つの案を比べることになる。産炭地で山元の発電所をつくり、そこで電気エネルギーを発電し、送電線でそのエネルギーを長距離輸送するか、それとも、石炭を産炭地から電気エネルギーの消費地に近いところまで長距離輸送し、消費地隣接の発電所で発電し、電力輸送の最小化をはかるかどちらが経済性を有するかの判断を下すことが求められる。

電力輸送との比較は別の問題として、化石エネルギー資源輸送の比較に絞って考えてみると、輸送、貯蔵のための容器、港などの受入れ設備、輸送方法を思い浮かべればわかりやすいが、輸送、貯蔵のためのハンドリングのシンプルさは石炭、石油、天然ガスの順に容易である。もっとも、野積みのようなシンプルさは空気中の酸素と化石エネルギーが接合しやすく安全性と

相反することもある。

エネルギーの輸送方法

化石エネルギー	エネルギー資源の種類	輸送方法	混載の可能性
	石炭	鉄道、トラック、貨物船	○
	石油	タンカー、パイプライン	×
	石油製品(重油、軽油、ガソリンなど)	タンカー、パイプライン	×
	石油製品(LNG)	ボンベトラック、鉄道	○
	天然ガス	パイプライン、液化してタンカー	×
電力		送電線	×
		蓄電池→トラック、鉄道	○

輸送の経済性は輸送距離、輸送量、積載率の要素を考慮する必要がある。

石炭は、ハンドリング上のシンプルさから他の貨物との混載が可能である。輸送後の戻りがから輸送とならない場合、経済性はさらに良くする可能性がある。輸送ルートを選定は、短距離が必ずしも経済的であるとはかぎらない。混載で長距離を輸送しても荷物一単位あたりの経済性がよくなる場合がある。もっとも、その距離に許容できる輸送時間を勘案する必要がある。

資源エネルギー庁は、同じ効用を供する化石エネルギー資源の輸送について以下の試算を公表している。100万kWhの火力発電所を1年間運転するために必要な燃料の量と輸送方法についてである。いずれも定期点検などの停止期間を考慮し、ベースロード供給力として発電するとして設備利用率70%、発電端効率38.8%(平成4年度9電力会社平均値)の前提に基づいている。

100万kWの発電所を1年間運転するために必要な燃料

化石エネルギー資源	必要な燃料所要量	輸送手段
石炭	2360 千トン	20 万トン貨物船で 11.8 隻分
石油	1310 千トン	20 万トンタンカーで 6.6 隻分
天然ガス	970 千トン	20 万トンタンカーで 4.9 隻分 (天然ガスを液化して)

資料：資源エネルギー庁「原子力2004」より作成

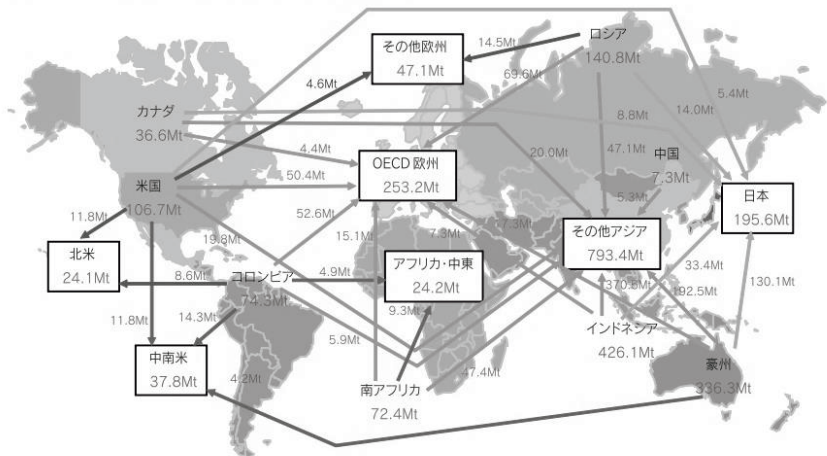
エネルギー利用としての石炭の供給と需要

100万kWの発電所のために石炭がもっとも量的に多くの燃料を必要とするが、量が多くともその石炭が国際間の商品として国際取引がなされている。

石炭の海上輸送が国際的に拡大したのは1960年代からである。世界的な製鉄需要を賄うための原料炭を輸送するためである。一般炭については、1970年代の石油危機以降、石油代替の推進から石炭火力向けの国際海上輸送が飛躍的に拡大した。

OECDのエネルギーバランスによれば、2013年には世界全体で3400百万トン（石油換算）の石油及び石油製品、850百万トン（石油換算）の石炭、900百万トン（石油換算）の天然ガスが国際取引されているが、これらの国際取引については、石炭が欧州市場、アジア市場の世界を二分する市場を核として世界縦横に輸送ネットワークが広がっていることが下図から推察できる。

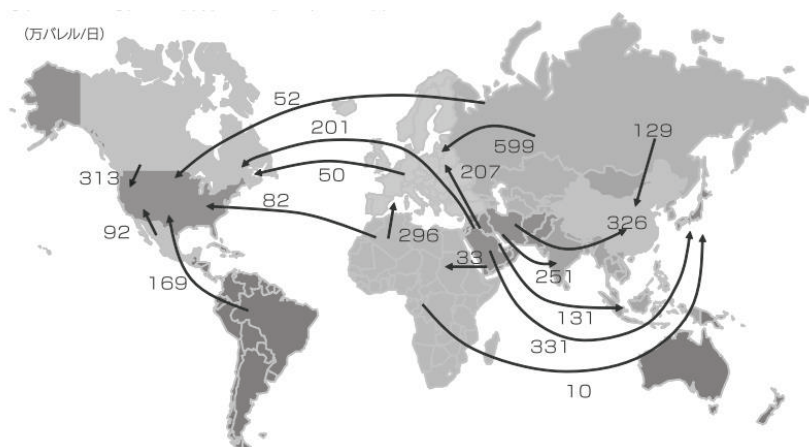
世界の主な石炭貿易（2013年見込み）



（注）褐炭を除く。400万トン未満のフローは記載しておらず、青字は対前年比増、赤字は対前年比減、黒字は増減なしを示している。輸入側の「北米」には、メキシコを含む。中国の輸入量は「その他アジア」を含む。出典：IEA「Coal Information 2014」を基に作成

資料：エネルギー白書2015

世界の石油の主な移動（2013年）

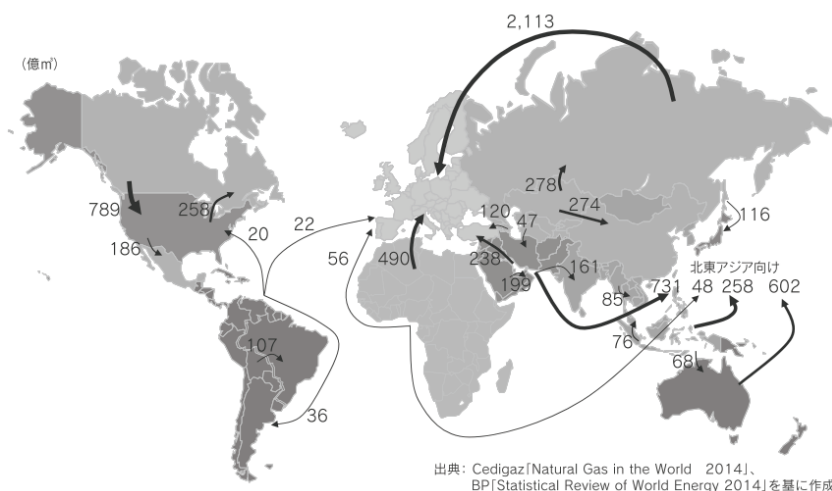


(注) 上図の数値には石油製品の移動も含む。

出典: BP[Statistical Review of World Energy 2014]を基に作成

資料: エネルギー白書2015

世界の主な天然ガス貿易（2013年）



出典: Cedigaz[Natural Gas in the World 2014]、
BP[Statistical Review of World Energy 2014]を基に作成

資料: エネルギー白書2015

石炭が他の化石エネルギー資源に比べて経済性を有している（本稿 3－4 参照）理由の一つは、固体のエネルギー資源であるため、輸送しやすく、貯蔵しやすいシンプルさに依存していると考えられる。

多量に輸送しなければならないとも、輸送上の優位性があれば取り引きは国際的に広がる。石炭資源の賦存が石油、天然ガスに比べて地理的な偏りがないことも合わせて、化石エネルギー資源のなかでもっとも世界全般に市場が拡大する可能性を石炭が有しているとも言える。

もっとも、市場が拡大すればするほど、市場取り引きにおけるリスク、不確実性は増える。また、輸送が長距離になればなるほど、安全な輸送に対するリスクに晒されることを覚悟しなければならない。

2－3．石炭の賦存量

石炭も含めて化石エネルギー資源は有限であり、その有限な制約の下で地理的な配分、世代間の配分のもと、最適な利用をはからなければならない。このような資源制約を考えることが環境へ与える負荷に配慮する環境制約を考えることとともに化石エネルギー資源利用に際しての重要なことである。

その資源制約についてここでは論述する。石炭は化石エネルギー資源のなかでは、石油、天然ガスに比べて最も賦存量が多く、緩和された資源制約と一般的に評価されている。

現在、石炭の可採年数はあと 110 年、石油は 53 年、天然ガスが石油とほぼ同じ 54 年と BP 統計では発表されている。

しかしながら、約 20 年前は、石油 45 年、天然ガスは石油の約 1.5 倍の 65 年、石炭は 200 年を越える可採年数といわれていた。

可採年数とは、ある年の年末における埋蔵量（R:Reserve）とその年の生産量（P:Product）を比べ、 R/P で求めた指標である。

埋蔵量が増え、あるいは生産量が減るならば、可採年数は増える。埋蔵量

エネルギー資源埋蔵量

		石油	天然ガス	石炭
可採年数	1995 年時点	45 年	65 年	231 年
	2014 年時点	53 年	54 年	110 年
確認可採埋蔵量	1995 年時点	10075 億バレル ＜中東依存度:48%＞	141 兆 m ³ ＜中東依存度:43%＞	10316 億トン ＜中東依存度: >＞
	2014 年時点	17001 億バレル ＜中東依存度:48%＞	187 兆 m ³ ＜中東依存度:43%＞	8915 億トン ＜中東依存度:0%＞
年生産量	1995 年時点	61.4 百万 b/d	218 百億 m ³	44.7 億トン
	2014 年時点	88.7 百万 b/d	346 百億 m ³	81.6 億トン

資料：BP 統計

が減り、あるいは生産量が増えるならば可採年数は減る。

この結果、この20年の間に、石油の可採年数は増え、石炭の可採年数は半減している。

石炭の場合、埋蔵量自体が減少し、生産量が倍増しているのに対し、石油の埋蔵量は7割増、生産量は4割増にとどまっている。

エネルギー資源量は、一般的に、総賦存量と可採埋蔵量の二通りの把握方法がある。総賦存量は、あらゆる見地から地球上に存在すると推定される総資源量である。総賦存量には、深海の海底などにもあり、取り出すには技術的にも経済的にも不可能に近い資源も含まれる。誰にも確認できない資源も理論的にあるはずであると推定できるならば、総資源量としてカウントされる。地質学の見地からの総資源量としてカウントされる。地質学の見地からの資源賦存量といえる。

可採埋蔵量には究極可採埋蔵量と確認可採埋蔵量がある。いずれも経済学の見地からの資源賦存量である。

究極可採埋蔵量は、技術、経済両面から将来、いずれかの時には採掘する価値があると判断できる範囲の資源量である。過去の累積生産量も究極可採埋蔵量のなかに入る。

確認可採埋蔵量は、現時点の技術と経済性（価格水準）で採掘し、取引可能な資源量を対象としており、現時点のエネルギー資源の地球在庫量であると考えている。現時点での資源量の概念であるので、確認可採埋蔵量には、過去の採掘量も将来、進む技術開発などによる採掘可能範囲の拡大可能な資源量も含まれないことに留意することが必要である。

以上から理解できるとおり、総賦存量は、エネルギーと社会経済の関係を見ようとする場合に適切な資源量の把握方法ではない。確認可採埋蔵量は、総賦存量を上限として、技術と経済の発達により増加する可能性がある。確認可採埋蔵量資源量は物理的な限界を示す概念ではない。確認可採埋蔵量は、将来に対する見方を排除しているので、高い精度で資源賦存の現状を理解する場合には妥当性をえる。しかしながら、将来を見通すためには、別途、将来を予測する別の見方を付け加えなければならない。

以上のことから、確認可採埋蔵量及び確認可採埋蔵量の概念を用いる可採年数の概念は増えることも減ることもありえることである。

ところで、性状の異なるエネルギー資源の賦存量を相対的に比較し、どの化石エネルギー資源が豊富なのか、どの化石エネルギー資源の有限性が限界に近づいているのか見極めるためには、資源を計測する単位を揃える必要がある。このために、可採年数の概念が用いられている。この20年の間に、石油は新たな資源を発掘する努力を続けていたといえる。また、石油危機以降の石油代替が進んだこと及びシェール革命進展のため石油生産量増加のペースが抑制されていたのに対して、石炭の生産量は時代の進展にあわせて着実に増加してきたといえる。このようなことから、化石エネルギー資源の埋蔵量の評価は著しく変化してきている。現在、可採年数が減っているが、技術、経済両面からのエネルギー情勢の変化によって今後、増える可能性もまだある。

もっとも、エネルギー資源量の把握については、概して、量的な側面に注目したエネルギーの価値が表現されることが多い。エネルギーの質に関心が

払われることは少ない。しかしながら、時間が経過すれば、あるいは周辺
の自然条件が変化すれば、エネルギーの形質は変化する。私たちはその価値
の変化にあわせてエネルギーの使い方を変えなければならない。これからは、
時間的な広がりの中かでエネルギー資源の価値がどのように変化する可能性
を有するかについても評価し、総合的にエネルギーの価値をとらえる必要が
ある。

化石エネルギー資源は確かに枯渇性を有しており、そのことを認識して、
省エネルギーの促進、非化石エネルギー資源利用へシフトすることを検討す
ることは重要なことである。同時に、化石エネルギー資源の価値は技術と経
済性の進展により変化することを認識すべきである。化石エネルギー資源を
持続的に使うための鍵は、長期的な視野のみならず、化石エネルギー資源を
めぐる市場価格、資源の質的ハンディキャップを克服する技術の出現、ある
いは備蓄による調整、他のエネルギー資源との代替性に注目して、エネルギー
の価値を総合的に組み合わせる視野をもつことである。また、化石エネルギー
資源の開発から消費までの間には時間のずれがある。この時間に付随する不
確実性を考慮に入れ、開発の規模とスケジュールを調整することも大切であ
る。

エネルギー資源に関する見方としてもう一つ重要なことを指摘しておかな
ければならない。実際にエネルギー資源を調達にあたり、エネルギー資源が
世界のどこに賦存しているかということである。

世界全体のなかで、石油や天然ガスは世界のなかでも社会経済が安定しな
い中東などの地域に偏在しているという大変リスクな状況にある。石炭は、
偏在することなく、もっとも広範囲に賦存している。しかも、石炭は、北米、
大洋州など社会経済が比較的安定した地域に賦存している特徴を有し、石油、
天然ガスとの相違が明確となっている。

資源埋蔵の状況をふまえ、エネルギー資源の最適配分を考えると、将来の
不確実性へのリスクヘッジに配慮しつつ、地理上の制約による国際的取引

き範囲の現実性を理解することが重要である。

石炭資源について輸送上の優位性と広範囲な賦存状況を考え合わせると、もともと国際規模の市場が形成される可能性のあるエネルギー資源といえる。もちろん、石炭のもつマイナス面も考慮しながら、マイナス面の痛みに耐えながら、その市場形成の潜在性を総合エネルギー戦略にいかにか活かすか経済学の重要な課題である。

2-4. 環境への影響

化石エネルギーは燃焼によって、その主成分である炭素と水素が酸化反応を起こし、化学結合エネルギーとして熱が発生する。

その際、様々な大気汚染を引き起こす。その原因は、化石エネルギー資源そのものの变化として、燃焼後、未燃焼炭化水素成分が残り、さまざまな有機化合物となることで、微小粒子や有害気体となり大気に放出され環境問題を引き起こしている。また、化石エネルギー資源の燃焼により大気の窒素などが反応し窒素酸化物となるなど副次的な反応が原因となる環境問題もある。

石炭火力における大気汚染の対象は、ばいじん（燃焼生成物）、窒素酸化物、硫黄酸化物、塩素酸化物及び二酸化炭素の排出である。

さらに、石炭の場合は、燃焼により多量の灰分、超微量の水銀、ハロゲンなど金属類など固体となって発生し、環境問題となっている。これらは微粒子となって排ガスに含まれる場合もあり、排水や汚泥に混入される場合もある。

なお、石炭を原料として還元反応をおこさせる製鉄利用の場合は、固体廃棄物としてスラッグが発生する。

これらの環境問題に対する環境対策技術は大別して発生抑制と除去があるが、その現状は以下のとおりである。

(1) 二酸化炭素 (CO₂)

現在、発電効率向上及び環境負荷の小さい他資源との混焼により投入石炭量の削減をはかることで二酸化炭素排出を抑制することが環境対策となっているが、排出される二酸化炭素を回収、陸域海域の地中深くに貯留する CCS (Carbon Dioxide Capture and Storage) の開発、実用化を目指す長期的な取り組みが進められている。

(2) ばいじん

ばいじん対策として、サイクロンやバグフィルタがあるが、一般には、電気集塵機 (ESP : Electrostatic Precipitator) が設置されている。集じん効率は 99% 程度が達成されている (湿式脱硫装置と合わせると、集じん効率は 99.9% 程度である)。対策すべきわが国の環境基準は、通常、発電所が立地する自治体との間に国の規制値より厳しい値の協定が結ばれている。

(3) 硫黄酸化物 (SO_x)

硫黄酸化物の発生量は石炭中の硫黄分に依存する。環境対策として、発生した硫黄酸化物を除去する排煙脱硫装置の設置が必要である。

石炭火力発電所の脱硫装置としては、湿式石灰石石膏法が広く用いられている。湿式石灰石石膏法は、ボイラ排ガス中の SO₂ と石灰石を含むスラリー吸収液を気液接触させ亜硫酸カルシウムとし、この亜硫酸カルシウムを空気で酸化して石膏として取り出す方法である。この方式は原料の石灰石は日本に多く産出して安価であることや副生する石膏がセメント原料としてリサイクル有効利用できることから、わが国では極めて利用率が高い。

ただし、湿式石灰石石膏法は、大量の水が必要であることとその水を使用した後の排水処理が必要である。この欠点を補う方法は乾式脱硫法であり、現在は活性炭を利用した活性炭吸着法による同時脱硫脱硝技術が実用化されている。

（４）窒素酸化物（NO_x）

石炭燃焼に伴って発生するちっ素酸化物は、石炭中の窒素分が酸化されて発生したものと燃焼用の空気に含まれている窒素分が酸化されて発生したものがある。

石炭火力における窒素酸化物対策は、二段燃焼、低NO_xバーナなど、排ガスを循環させる技術対策と併用し、アンモニアを還元剤とする触媒を使った選択的接触還元法（SCR：Selective Catalytic Deduction）で発生した窒素酸化物を除去する方法が広く採用されている。

（５）その他

石炭灰は産業廃棄物として処理されるが、セメントなど製品として有効利用される他、埋立材として利用されている。

水銀については、人の健康や環境に与えるリスクを低減するための「水銀に関する水俣条約」（2013年）にそい、利用可能な最良の技術や環境に最良の慣行を集中することを経済産業省は求めている。

これらの環境問題のうち、二酸化炭素については、発生が世界のどこであっても世界に広く影響が及ぶため、二酸化炭素を排出する世界の各地は世界全体に対して責任を負う考え方が求められている。

一方、硫黄酸化物、窒素酸化物は排出地を中心とする地域に限定する範囲に影響（同じ広さを範囲でも自然環境、人文環境によって環境容量が違うことに留意すべき）が及ぶため、それぞれの地域がそれぞれの影響が及ぶ範囲に対して責任を負う対策が求められている。（ただし、硫黄酸化物、窒素酸化物排出に起因する酸性雨問題は世界全体に対してではないものの、国境を越える国際間に影響が及ぶことから地球規模の環境問題とみなされている。）

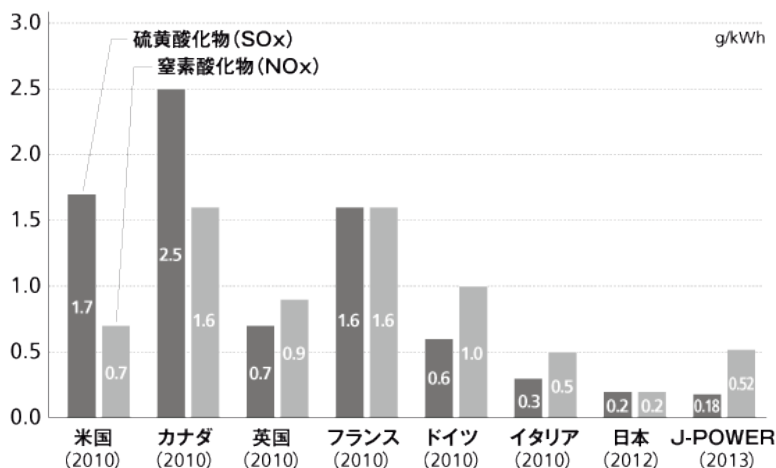
従って、地球規模の二酸化炭素対策は世界の中で熱心な国が一生懸命になればよいということよりも、熱心ではない国の底上げが大切な課題となる。

硫黄酸化物、窒素酸化物の対策は世界画一的な対策よりも、地域の事情及び発展度合に合わせる総合性の観点から自らの責任として地域固有の対策を選ぶ（対策が及ばない状況も甘んじて受け入れることも必要となる場合がある。）べきである。

二酸化炭素対策は地域の事情を勘案すること以上に世界の国々が足並みを揃えること、Common but Differentiated Responsibilityが大切となる。

地球温暖化防止のための二酸化炭素対策には先進国と発展途上国が同じ土俵にあがることが大切であるが、硫黄酸化物、窒素酸化物の対策は先進国発展途上国の格差が生じるばかりではなく、石炭火力の開発時期が異なることもあり、欧米諸国においてもわが国よりも排出量が多い現状にある。

火力発電における発電電力量あたり SO_x、NO_x 排出量の国際比較



※出典: 海外＝排出量：OECD.StatExtracts Complete databases

発電電力量：IEA ENERGY BALANCE OF OECD COUNTRIES 2012 EDITION

日本＝電気事業連合会調べ（10電力+J-POWER）

資料：電源開発株式会社

もっとも、環境へ与える負荷の大小はエネルギー資源の性状によって違うので、どこのどのような石炭を使うかによる分析が重要となる。

実際には、最新の環境対策が世界全体に効果があるわけではない。環境対策技術にはエネルギー、資金の投入が必要となる。そのエネルギー、資金の配分上、環境対策のプライオリティを考えることも大切である。

環境対策が負の便益を削減するという効果があり、または健康など抽象的な便益をもたらすと考えるならば、環境対策を行うということは環境対策費用という一種の埋没費用をきちんと負担することと考えることもできる。すると、この埋没費用の負担の最適なあり方は環境問題が発生する地域によって異なることに留意すべきである。

環境経済学では、汚染者負担の原則、受益者負担の原則、公共負担の原則など様々な負担のあり方を提示している。

また、この埋没費用の負担を石炭利用の取り引きにツケをまわさない観点でみると、二酸化炭素排出に関する排出権取り引き、あるいは環境税のように負担者を環境対策の責任者とは別に新たに考えることは注目する必要がある。

最後に、火力発電において排出される二酸化炭素は石炭が多く、以下、石油、天然ガスの順に小さくなるという常識について留意すべきことを指摘しておく。この常識は、以下に示すように電力1kWhの便益をえるために推測されたものであり、既存の火力発電所の発電のための熱効率をもとに試算されている。この排出量は資源一単位からえられる利用可能なエネルギー利用量の増加即ち発電のための熱効率の向上によって削減されることになる。わが国の石炭火力の平均発電のための熱効率は約40%である。今後、石炭火力の技術開発は、順調に進むと発電のための熱効率は約55%まで向上する目標がある。すると、約35～40%の効率改善がなされ、石炭火力 1kWhあたりのCO₂の発生量は500～550g-CO₂となり、現行の石油火力以下に水準となることになる。

火力発電所における化石エネルギー資源別kWhあたりCO₂発生量（日本）

単位：g-CO₂/kWh

石炭	石油	LNG
863.8	695.1	476.1

日本の火力発電所平均

資料：電力中央研究所（2009年）

3. 石炭エネルギー需給と石炭エネルギー政策

3-1. データからみる世界の石炭エネルギー事情

石炭エネルギー資源は化石エネルギー資源の中で最も輸送制約がないことからその貿易は国際的に行われている。

世界における石炭生産量に占める輸出量の割合及び消費量に占める輸入量の割合はともに約2割（2014年データ）も占めている。石炭は国際商品としての側面があるが、後述するが、同時に消費構造は各国の国内事情によって様々であり、この両面をみて、バランスをとることが重要である。

可採年数のような経済的な視点を除いて物理的な視点から石炭の埋蔵量を見ると、石油、天然ガスに比べて世界で資源が偏ることなく埋蔵されている特徴がある。石炭埋蔵量が多い国は米国、ロシア、中国、オーストラリア、インドネシアなどいわゆる大国に多く賦存しており（ただし、中国、インドネシアは可採年数が少なく生産過剰の傾向がうかがわれる）、また輸送方法について代替、補完がきき、石油、天然ガス以上に供給の安定性があることが石炭の国際性を支えている。

石炭がかつて国産エネルギー資源であったわが国では、現在では全くの輸入国となっているが（世界全体の輸入量の約13%第3位の輸入国）、その輸入先は必ずしも世界の賦存状況にあうものではない。現在の最大の輸入先であるオーストラリアは世界第4位の賦存量を有する国であり、オーストラリ

アに次ぐわが国石炭の輸入先はインドネシアであるが、インドネシアは世界10位の石炭賦存国である。（既に指摘したが、インドネシアの可採年数の少なさには留意が必要）

オーストラリア、インドネシアからの石炭輸入国はわが国全体の約8割を占めている。偏りのない世界的な石炭賦存に対して、わが国の石炭輸入は偏りがあることが特徴であり、国際市場性を活かしうる経済環境にあるとはいにくいこと（長期契約が多く、スポット契約が少ないなど取り引き方法が制約的である）を指摘できる。

国別に世界の石炭賦存量をみると、当然のように賦存状況は生産状況にほぼ合致する。賦存に対して政情など特殊な事情で生産が制約を受けていることがなく、安定的な供給体制にあると言える。

また、生産状況が消費状況にもほぼ似ていることが特徴である。ただし、石炭資源に恵まれないわが国が6位の消費国であり、韓国が9位であり、それ以外はほぼ石炭生産国イコール石炭消費国である。

このことは、前述したように国際貿易が盛んでありながら、一方、地産地消の傾向もあることであり、矛盾しているように思える。この奇妙な現象は、国内生産に恵まれた消費大国が世界の石炭貿易において輸入大国にもなっている特徴が作用していると考えられる。

世界第1位の石炭消費国は中国であり、第2位はインドであるが、世界の輸入シェアにおいても中国が第1位、インドが第2位である。

一方、世界の石炭生産の第2位は米国、第4位はオーストラリア、第5位はインドネシアであるが、これらの国々は有力な石炭輸出国でもある。

中国の主な石炭輸入先は、インドネシア、オーストラリア、ロシアであり、インドは、インドネシア、オーストラリア、南アフリカ地域から主に輸入している。ちなみに、中国の最大輸入先であるオーストラリアは中国輸入全体の約6割、インドの最大輸入先であるインドネシアはインド輸入全体の約3割であり、中国はわが国同様、特定国に依存する輸入国である。

以上の世界の石炭状況をまとめると、世界の国々は、①産炭国輸出型、②産炭国輸入依存型、③消費国輸入依存型に大別することができる。わが国は③のタイプである。

石炭のエネルギー資源の世界的需給については、②のタイプの特異的存在が特徴であり、今後の石炭需給を見直すとき、②の動向を見極めることが重要な鍵となる。とくに、石炭資源そのものに関する政策とともにこれらの国において、他のエネルギー資源選択との代替補完関係で石炭をどのように位置づけるか、相対的な石炭の位置づけに注目する必要がある。

とくに、可採年数が30年と石炭資源の逼迫が近づいている中国が現在、消費、輸入とも世界第1位の国であることから、中国の石炭政策のあり様が世界の石炭見通しに大きな影響を与えることを十分に認識しておくべきである。

以下では、石炭事情に関する世界の大別分類に従い、各国のエネルギー状況そして電力状況の中での石炭の立ち位置を理解する。

まず、③消費国輸入依存型は、目ざましい経済発展及び経済の維持のためにはエネルギー資源を輸入しなければならない経済大国であり、一人あたりエネルギー供給量の多さからエネルギー消費大国である。これらの国々では、エネルギーの多様化も進み、エネルギー供給上、バランスのとれた石炭利用を進めており、GDPあたりエネルギー供給量が少なく省エネルギーも進んでいると特徴をまとめることができる。

しかしながら、産炭国輸出型と産炭国輸入依存型の国々は総括する特徴がまとめきらず、各国それぞれの事情をかかえていることを推察することができる。

産炭国輸出型の国々のうち、ポーランド、インドネシア、オーストラリアはいわゆる資源大国といわれていた国である。インドネシアを除いてポーランド、オーストラリアとも石炭の国内消費比率が高く石炭大国といえる。オーストラリアは世界全体の可採年数以上の埋蔵量があり、将来も石炭資源大国

であり続けられると思われるが、ポーランド、インドネシアは世界全体の可採年数以下であり、将来ともこのタイプに評価され続けるか不確定なところがあり、これらの国々の石炭政策に注意を払う必要がある。

一方、一般的に、天然ガス、石油などは輸送手法としてパイプラインを用いるなどネットワーク型インフラに依存するため、輸送の可否をめぐり、国際戦略性が高いと考えられているが、石炭に関する世界の分類で産炭国輸出型の米国、ロシアでは輸送ネットワークの制約が少なく市場化が進んでいると考えられる石炭に関しても、いまだにエネルギー資源貿易が世界戦略上、重要な位置づけとなっているのではないかと推察することができる。

米国、ロシアはともにエネルギー供給全体に占める石炭依存比率が高くなく、石炭に対して国内エネルギー消費の面で柔軟的な見方ができ、貿易商品としての価値を高く与えていることがわかる。

次に、産炭国輸入依存型であるが、中国及びインドの背景とドイツの背景は異なり、産炭国輸入依存型には二つのタイプがわかれると考えるべきである。

ドイツは可採年数210年余りである。国産資源を温存しているといえる。その理由は、脱化石エネルギー資源をはかるための政策を志向しながら、実際には、石炭比率を低く抑制しながら国内の石炭の温存をはかり、石炭比率を海外炭でまかなっていると推察する。ドイツの主たる輸入先は、米国、ロシア、コロンビアである。米国、ロシアからはほぼ同等に輸入していることには極めて高い国際戦略を予感するところである。

一方、中国、インドはまさに目ざましい経済発展の途上にある国々であり、その経済発展をささえるエネルギー供給の安定性が緊要な課題となっている。そのために、国内生産に海外炭輸入を加えて両輪にしているといえる。

しかも、両国ともエネルギー供給上の石炭比率が高く、また、電源構成における石炭比率も高く、地球規模の二酸化炭素抑制の環境対策の世界的要請は、エネルギー需給の構造変革要請に直接結びつくことで、石炭政策の動向

が注目されている。

最後に、主要国の石炭利用状況をみると、発電などエネルギー利用比率が高いことは各国共通することであるが、日本、中国、インドにおいて産業における石炭利用が盛んであることを指摘することができる。わが国においては、セメント、紙パルプ、化学各工業における石炭消費量が多い。

これらの国々は、産業においてもエネルギー分野とともに石炭環境対策を進めていかなければならない。

また、家庭、業務用ビルなど民生分野での石炭利用はポーランド、中国、インドで高い。

中国における環境対策が進まない原因はここにあるとみられている。生活水準の向上が環境対策を進める上での前提となる領域であり（まさに埋没費用としての社会的費用の性格をもつ環境対策費用の負担のあり方の問題がつきつけられている）、これらの領域に対して社会構造変革を伴う地道な努力と地球規模での世界からの要請にこたえるバランスをとる難しさにこれらの国々は直面している。様々な方面から、また他国からの支援により、これらの国々は石炭から他のエネルギー資源に転換をはかることが期待される。

各国の石炭可採埋蔵量とわが国の輸入先

国名	確認可採埋蔵量 (百万トン)	可採年数 (年)	2014 年生産量 (百万トン)	2014 年日本の輸入 (百万トン)
世界計	891531 (100)	110	8164.9 (100)	187.7 (100)
米国	237295 (26.6)	262	906.9 (12.9)	6.2 (3.3)
ロシア	157010 (17.6)	441	357.6 (4.3)	15.0 (8.0)
中国	114500 (12.8)	30	3874.0 (46.9)	1.8 (1.0)
オーストラリア	76400 (8.6)	155	491.5 (7.1)	118.9 (63.4)
インド	60600 (6.8)	94	644.0 (6.2)	
ドイツ	40548 (4.5)	218	185.8 (1.1)	
ウクライナ	33873 (3.8)	500 年超	60.9 (0.8)	
カザフスタン	33600 (3.8)	309	108.7 (1.4)	
南アフリカ	30156 (3.4)	116	260.5 (3.8)	0.1 (0.1)
インドネシア	28017 (3.1)	61	458.0 (7.2)	35.2 (18.7)

(注) ()は構成比

資料：エネルギー・経済統計要覧2016、BP エネルギー統計2015 より作成

エネルギー利用としての石炭の供給と需要

世界の石炭現況（2014年）

	埋蔵量 (確認可採埋蔵量)	生産量	消費量	輸出量	輸入量
世界	8915 億トン	7858 百万トン	7923 百万トン	1384 百万トン	1424 百万トン
シェア	米国 (26.6%)	中国 (45.9%)	中国 (49.3%)	インドネシア (29.7%)	中国 (20.5%)
	ロシア (17.6%)	米国 (11.5%)	インド (11.4%)	オーストラリア (27.1%)	インド (16.8%)
	中国 (12.8%)	インド (8.4%)	米国 (10.5%)	ロシア (11.2%)	日本 (13.2%)
	オーストラリア (8.6%)	オーストラリア (6.3%)	ドイツ (3.0%)	米国 (6.4%)	韓国 (9.2%)
	インド (6.8%)	インドネシア (6.0%)	ロシア (2.5%)	コロンビア (5.8%)	台湾 (4.7%)
	ドイツ (4.5%)	ロシア (4.3%)	日本 (2.4%)	南アフリカ (5.5%)	ドイツ (4.0%)
	ウクライナ (3.8%)	南アフリカ (3.2%)	南アフリカ (2.2%)	オランダ (2.8%)	オランダ (3.8%)
	カザフスタン (3.8%)	ドイツ (2.4%)	ポーランド (1.7%)	カナダ (2.5%)	英国 (2.9%)
	南アフリカ (3.4%)	ポーランド (1.7%)	韓国 (1.7%)	カザフスタン (2.1%)	トルコ (2.1%)
	インドネシア (3.1%)	カザフスタン (1.5%)	オーストラリア (1.5%)	モンゴル (1.4%)	ロシア (1.8%)
データ	2014 年末	2014 年	2014 年	2014 年	2014 年
出典	エネルギー・経済統計 要覧 2016	コールノート 2015 年版			

世界の石炭現況（2014年）

単位:石油換算百万トン

国名	国内石炭生産	輸入	輸出	供給量計	消費量計
世界	4006.4	830.7	861.1	3927.8	3358.6
<産炭国輸出型>					
米国	477.2	5.1	68.1	432.1	419.5
ロシア	184.3	17.5	91.1	108.3	81.4
ポーランド	57.1	6.5	11.9	53.0	50.0
インドネシア	281.1	0.1	249.6	31.5	33.6
オーストラリア	263.8	0	217.1	45.7	44.8
<産炭国輸入依存型>					
ドイツ	45.1	37.5	1.2	81.6	74.2
中国	1943.0	174.1	7.1	2044.9	1643.5
インド	238.1	101.0	1.0	341.4	326.3
<消費国輸入依存型>					
日本	—	122.2	0.9	121.3	95.6
英国	7.5	31.2	0.5	37.3	33.3

資料：OECD ENERGY BALANCE 2014 より作成

主要国のエネルギー供給構成（2013年）

国名	エネルギー供給量 (TPES) 単位:石油換算 百万トン	構成比(%)					
		化石エネルギー 依存度 (A+B+C)	石炭 (A)	原油・石油 製品 (B)	天然ガス (C)	原子力	水力他
＜産炭国輸出型＞							
米国	2188.4	(83.3)	19.7	35.7	27.9	9.8	6.9
ロシア	730.9	(90.7)	14.8	21.9	54.0	6.2	3.1
ポーランド	97.6	(91.0)	54.3	22.7	14.0	0	9.0
インドネシア	213.6	(65.9)	14.7	35.9	15.3	0	34.1
オーストラリア	129.1	(93.9)	35.3	35.6	23.0	0	5.5
＜産炭国輸入依存型＞							
ドイツ	317.7	(81.1)	25.7	32.4	23.0	8.0	10.9
中国	3021.9	(88.1)	67.7	15.8	4.6	1.0	10.9
インド	775.4	(72.4)	44.0	22.7	5.7	1.1	26.5
＜消費国輸入依存型＞							
日本	454.7	(94.6)	26.7	44.5	23.4	0.5	4.9
英国	191.0	(84.0)	19.5	30.1	34.4	9.6	6.4
＜参考＞							
フランス	253.3	(48.3)	4.9	28.0	15.4	43.6	8.1

資料：OECD ENERGY BALANCE 2014 より作成

主要国のエネルギー需給パフォーマンス（2013年）

国名	エネルギー 供給量(A) ＜TPES＞	エネルギー 消費量(B) ＜TFC＞	総合エネルギー 効率 (B/A)	一人あたり エネルギー 供給量	GDP あたり エネルギー 供給量
＜産炭国輸出型＞					
米国	2188.4	1495.1	68.3%	6.92	0.15
ロシア	730.9	434.5	59.4%	5.11	0.74
ポーランド	97.6	67.0	68.6%	2.53	0.23
インドネシア	213.6	162.0	75.8%	0.85	0.47
オーストラリア	129.1	80.8	62.6%	5.55	0.14
＜産炭国輸入依存型＞					
ドイツ	317.7	224.9	70.8%	3.87	0.10
中国	3021.9	1814.1	60.0%	2.22	0.62
インド	775.4	528.3	68.1%	0.62	0.52
＜消費国輸入依存型＞					
日本	454.7	311.4	68.5%	3.57	0.10
英国	191.0	129.0	67.5%	2.98	0.07
単位	石油換算 百万トン	石油換算 百万トン		石油換算トン	石油換算トン /千米ドル (2005 年価格)

資料：OECD ENERGY BALANCE 2014 より作成

(注) TPES：Total Primary Energy Supply
TFC：Total Final Energy Consumption

主要国のエネルギー供給構成（2013年）

国名	供給ベース						需要ベース			
	エネルギー供給量 (TPES) ＜A＞	電力輸入 ＜B＞	エネルギー国内生産 ＜A-B＞	電力供給のためのエネルギー投入量 ＜C＞	電力輸出 ＜D＞	電力国内発電 ＜C+D＞	電力化率 ＜C+D / A-B＞	エネルギー消費量 (TFC) ＜E＞	電力消費量 ＜F＞	電力化率 ＜F/E＞
	単位：石油換算百万トン						%	単位：石油換算百万トン		%
	＜産炭国輸出型＞									
米国	2188.4	6.1	2182.3	885.2	1.0	886.2	40.6%	1495.1	325.3	21.8%
ロシア	730.9	0.4	730.5	233.3	1.6	234.9	32.2%	434.5	64.0	14.7%
ポーランド	97.6	0.6	97.0	34.1	1.1	35.2	36.3%	67.0	10.7	16.0%
インドネシア	213.6	0.2	213.4	64.8	—	64.8	30.4%	162.0	16.2	10.0%
オーストラリア	129.1	—	129.1	56.6	—	56.6	43.8%	80.8	17.7	21.9%
＜産炭国輸入依存型＞										
ドイツ	317.7	3.4	314.3	120.6	6.1	126.7	40.3%	224.9	44.6	19.8%
中国	3021.9	0.6	3021.3	1087.2	1.6	1088.8	36.0%	1814.1	386.3	21.3%
インド	775.4	0.5	774.9	281.9	—	281.9	36.4%	528.3	76.5	14.5%
＜消費国輸入依存型＞										
日本	454.7	—	454.7	193.2	—	193.2	42.5%	311.4	81.7	26.2%
英国	191.0	1.5	189.5	72.4	0.3	72.7	38.4%	129.0	27.3	21.2%
＜参考＞										
フランス	253.3	1.0	252.3	129.7	5.2	134.9	53.5%	157.6	37.9	24.0%

資料：OECD ENERGY BALANCE 2014 より作成

エネルギー利用としての石炭の供給と需要

主要国の電力構成及び発電効率

単位：石油換算百万トン

国名	電力供給のための エネルギー投入量 ＜A＞	電源構成（％）					電力供給・輸出の ための発電 ＜B＞	発電効率 （％） ＜B/A＞
		石炭	原油 石油製品	天然ガス	原子力	水力他		
＜産炭国輸出型＞								
米国	885.2	44.9	1.0	23.4	24.2	6.5	369.7	41.8
ロシア	303.6	18.4	1.1	59.7	14.9	5.9	92.5	30.5
ポーランド	34.1	100	—	—	—	—	14.5	42.5
インドネシア	64.8	44.8	10.2	17.7	—	27.3	18.5	28.5
オーストラリア	56.6	73.3	1.6	19.8	—	5.3	21.4	37.8
＜産炭国輸入依存型＞								
ドイツ	120.6	55.3	1.2	11.0	21.1	11.4	60.1	49.8
中国	1087.2	85.1	0.1	2.0	2.7	10.1	467.9	43.0
インド	281.9	79.1	2.8	4.9	3.2	10.0	102.6	36.4
＜消費国輸入依存型＞								
日本	193.2	36.1	15.7	37.3	1.2	9.7	89.3	46.2
英国	72.4	40.9	0.8	21.7	25.4	11.2	30.9	42.7
＜参考＞								
フランス	129.7	4.2	0.6	2.8	85.1	7.3	54.0	41.6

対象：Electricity Plants + CHP Plants

資料：OECD ENERGY BALANCE 2014 より作成

主要国の石炭利用内訳

国名	2013 年石油消費量 (石油換算百万トン)	利用内訳		
		エネルギー転換	産業用	民生他
世界	3358.6	72	23	5
日本	95.6	73	26	1
米国	419.5	95	5	0
英国	33.3	91	7	2
ドイツ	74.2	90	8	2
ロシア	81.4	86	11	3
ポーランド	50.0	75	7	18
中国	1643.5	63	29	8
インド	326.3	68	28	4
インドネシア	33.6	86	14	0

(注) 電力用：Electricity Plants + CHP + Heat Plants

資料：OECD ENERGY BALANCE 2014 より作成

3-2. 世界の石炭エネルギー需給及び政策の変遷

世界全般をみて、石炭エネルギー選択は、とくに他の化石エネルギー資源との係わりでどのような変遷であったのかふり返ることによって、石炭の時代的立ち位置を確認する。

石炭が偏りのない賦存であるということは、世界のどこにも賦存している（日本にも賦存している）ということであり、石炭はかつて生産イコール消費を可能とする地産地消に最も適した化石エネルギーであった。

その石炭が国境を越え、国際的な商品となった。国際市場の整備に向け、歩みを始めたのは、1951年。欧州石炭鉄鋼共同体の設立に遡る。

それまで、石炭資源をめぐる対立がドイツとフランスの間で繰り返されていたが、それぞれの国内における過度経済力集中を排除し、価格に市場原理を機能させることにより、公平性と効率性の確保を目指し、石炭取り引きの市場化と国際化を進めた。

欧州石炭鉄鋼共同体の設立は、欧州域内では、その後の欧州共同体、EUと展開する出発点となった。

エネルギー分野では石炭に始まるが、石油などの他のエネルギー資源消費拡大に連鎖し、欧州原子力共同体への総合エネルギー戦略に向かう道にも示唆を与えた。

このように、欧州石炭鉄鋼共同体は欧州に限定された範囲内でのエネルギー資源の一種である石炭に関する取り引きの新たな展開であるが、欧州の域を越えて、世界の総合的なエネルギー政策、そして経済一般の政策に大きな影響を与えた。

エネルギー分野では、価格が市場の動きを反映するため、欧州において、より経済性に優れる米国炭導入、石炭と競争できる化石エネルギーの多様な選択の合理性を進化させる扉をあけるきっかけとなった。化石エネルギー市場のEUというリージョナルな範囲から世界の拡大への発展は輸送、情報技術の発展も背に受け加速した。

欧州石炭鉄鋼体について、今ふり返ると、域内の市場活性化を目的として、成果をえているが、そのための生産、価格の管理が域内にも域外にも新たな刺激を与えたことが歴史上、重要なことである。

その後、流体革命により石油全盛期を迎え、エネルギー消費における石油比率が石炭比率を上廻るようになるが、石油賦存の地勢的アンバランスと価格支配から第一次石油危機が勃発した。第一次石油危機は産油国と石油消費国の対立を鮮明にした。このことは欧州石炭鉄鋼共同体設立と同様、エネルギーの生産イコール消費の単純な構図に対する視点から脱皮し、エネルギーの国際貿易の複雑な構図を改めて確認するきっかけであった。

その後、第一次石油危機以降、産油側はOPEC産油に対抗する非OPEC産油の勢力が抬頭したものの、従来の産油消費の構図に吸収され、バイラテラルな関係を維持したことは様々な方向に発展した欧州石炭鉄鋼共同体とは違うところである。その違いは、石炭が賦存の偏在性が少なく、輸送インフラの制約も少なく、従って、価格の強圧的な支配が他の化石エネルギーの場合に比べて容易ではないためと考えられる。

石油の方が市場の取引におけるINCUMBENT（既存者）の支配力が強く、石炭はエネルギー資源の中ではENTRANT（新規参入者）に対して開かれていると考えられる。

第一次石油危機に対する対策は、世界各国とも石油代替としてのエネルギー資源の開発であった。原子力開発の促進とともに、石炭と天然ガスの石油以外の化石エネルギーへのシフトであった。第一次石油危機以降、石炭と天然ガスはともにそれまでの石油シェアを分けあうこととなった。（化石エネルギー全体のシェアは石油危機後、低下し、石油代替と脱化石エネルギーが同時に進みだした。）

その後、90年代に入ってから地球温暖化防止への取り組みは、石油とともに石炭、天然ガスの化石エネルギーからの脱却の要請のはずだった。1990年代から2000年にかけては天然ガスは伸びがとまる現状維持に対して、

石炭の比率は石油とともに減少している。地球温暖化に対して化石エネルギー資源の中で石炭がもっとも厳しい状況となった。

しかしながら、2000年以降、アジア通貨危機を乗り越えたアジア諸国及び中国、インドなどBRICs諸国の経済発展の起動力として石炭需要が増加し始めた。2000年以降、石油危機以降の石油代替化が引き続き継続し、天然ガスの伸び悩むなかで化石エネルギーのなかで石炭需要が着実に増加し、化石エネルギー全体に対する依存を高める結果をもたらした。

この石炭需要増は、産炭国の中国などでは供給の確保のために地産に加えて海外からの輸入も増加しているほどであり、20世紀に入り、世界の石炭貿易を一変させた。

世界の地球温暖化対策をめぐる先進国と発展途上国のせめぎ合いが続くなかで、経済発展のためにハンドリングのよい石炭への要請が石炭の環境対策への要請を上廻ったといえるが、環境対策の埋設費用の負担を後世に申し送っているともいえる。

しかしながら、石炭の需要が増えるにつれ、地球温暖化対策の圧力は一段と強くなり、とくに、需要を増した石炭に対しては、米国が旗をふるシェール革命による化石エネルギーのシフトチェンジ（石炭離れ）及び非化石エネルギーである再生可能エネルギー優先の風潮が高まったため、石炭に逆風が吹き始めたのが最も新しい状況である。化石エネルギー資源のなかでもとくに石炭が槍玉に上がっているのは、かつて石油が槍玉に上がった石油危機を思い出させる。

以上のとおり、現在、21世紀に入り、需要が増えた石炭は今後、状況が変わることが予想される。需要増に対応した石炭供給インフラ及び体制をいかに変えて行けるか、そこに埋設費用の負担問題が生じてくる。

世界各国は世界的傾向である石炭離れにどう対処していくか、世界的な傾向に各国の固有な事情をどう調整していくか、各国それぞれの政策は異なっている。

エネルギー利用としての石炭の供給と需要

かつての石油危機の試練を受けた石油と今、試練を受けている石炭の違いは、石炭の場合、石油のように世界全体に影響する増産、減産のペタルがなく、石炭は市場原理にそい、各国固有な対策をとることができることである。シェアは下がりながらも、石油危機以前に比べて高価格になりながらも、増産減産のペタルを意図的に使いわけ、そのステータスを保ちつづけた石油と同じ道を石炭が歩むことができるか、注視しなければならない。

先進国は多様化してきたエネルギー供給を基礎に多くの機会費用との比較の上で石炭政策を策定するが、発展途上国は、十分、多様化できずに石炭依存度の高い状況下で、多くの機会費用を比べる前に探し求めることから始める、いわば、エネルギー供給の主力に変化を迫るショックであり、大幅な変更が必要となる。その大幅な変更は多くの埋没費用をかかえることになる。

石炭がこれまでのステータスを維持できるか、あるいは、地球温暖化対策に対して、改めて発展途上国を舞台にあげることができるか、20世紀末にできなかった課題に改めて挑戦しなければならない状況を迎えていることになる。まさに石炭は曲がり角にきている。

世界の一次エネルギー消費構成推移

世界の主な出来事		年	一次エネルギー消費量 (石油換算 百万トン)	構成比(%)					
				石油	石炭	天然 ガス	化石エネルギー計	非化石エネルギー	
								原子力	水力など再生可能エネルギー
1951	欧州石炭鉄鋼共同体								
1971	ニクソン・ショック	1971	5523	26.0	44.1	16.2	86.3	0.5	13.1
1973	第一次石油危機	1973	6100	24.5	46.2	16.0	86.7	0.9	12.4
1979	第二次石油危機								
		1980	7205	24.7	43.1	17.1	84.9	2.6	12.5
1985	ブラザ合意								
1989	天安門事件								
		1990	8768	25.3	36.9	19.0	81.2	6.0	12.8
1991	ソ連崩壊								
1992	地球サミット								
1993	EU 統合								
1997	アジア通貨危機								
		2000	10057	23.3	36.4	20.6	80.3	6.7	13.0
		2005	11481	25.7	31.9	20.5	78.1	6.3	12.6
2008	リーマン・ショック								
		2010	12789	27.4	32.3	21.4	81.1	5.6	13.3
2011	東日本大震災								
		2012	13228	28.3	31.8	21.5	81.6	4.9	13.5
		2013	13555	29.0	31.1	21.4	81.5	4.8	13.7

データ：エネルギー経済統計要覧2016より作成

3-3. 主要国の石炭エネルギー政策

各国の石炭エネルギー政策について、長期にその方向性をみれば、地球温暖化の影響を削減するために、排出される二酸化炭素の固定化を目指すCCSなどの技術開発を進める一方、資源制約も緩和する発電のための熱効率の向上技術開発を進め、あるいは石炭の熱エネルギーから水素利用など新たなシステム開発を進めるなど石炭利用の効率化向上をはかることでは一致する。化石エネルギーの中で、賦存量の点で最も可能性のあるという観点から石炭にも一定の立ち位置を与えている。

問題は、その長期の期間をどのくらいに見定めるか、その長期までのペースをどのように考えるかであり、そのとらえ方によって、目の前の短期の、そして短期と長期をつなぐ政策が異なってくる。

地球温暖化防止への長期的なターゲットに向けて、短期的に思い切って、石炭から離れ、技術的にも経済的にも長期的なターゲットが視野に入ってから行動するタイプから、短期的に石炭依存度を少しずつ下げ、長期的なターゲットに辿り着く、いわば、走りながら、長期的なターゲットへ向かうペースを調整するタイプまで様々である。

前者のタイプは石炭の補完代替が確保されている国々であり、後者のタイプは地産地消型で進んできた国々である。

前者のタイプは回収されない埋没費用を誰が負担するかの問題をかかえ、後者は、地球温暖化が進むことによる負の資産にかかわる埋没費用を誰が負担するかの問題がある。前者は現在の石炭火力などへの投資者が困る問題であり、後者は将来世代の人々が困る問題である。

前者の典型は米国である。米国は2000年代前半までは発電電力量の50%以上を石炭火力発電に依存し、世界第一の埋蔵量を誇るまさに石炭大国であるが、2000年以降、拡大している世界の石炭需要のなかで生産量を減らしている。米国の石炭減産の要因はシェール革命である。（米国がシェール革命に踏み込むにあたっては、シェール革命が国内のみならず世界に普及

し、世界のエネルギー市場に大きな影響力をもつ見通しをえていたと考えられる。) エネルギー供給におけるそれまで主力であった石炭からシフトチェンジする代替財に見通しをえたことである。米国では2000年代後半から天然ガス価格が下落し、石炭価格水準に並んだ。もっとも、シェール革命を導いた経済的要因は1992年制定のエネルギー政策法による電力自由化である。シェールガス採掘、利用の技術進歩とともに、エネルギー市場の自由化がインフラの長期的固定費用回収の硬直性を乗り越えたといえる。また、シェール革命を後押しするように、2014年、第1次石油危機以降エネルギー安全保障の観点から続けられている米国産石油輸出の制限が40年ぶりに解禁された。

さらに、米国は、世界の地球温暖化防止の輪の外で、火力発電所への二酸化炭素対策に関する環境政策として、既存火力に対してクリーン・パワー・プラン、新設火力に対して炭素汚染基準を設定し、石炭の発電利用のハードルを上げ、火力発電所の石炭から天然ガスへの燃料転換を奨励し、シェール革命の推進、石炭離れの促進政策を進めた。

このような展開が進む中で、米国の石炭産業は輸出に活路を見い出す努力をするが、かつての国内市場規模の維持は難しい状況にあり、いくら米国のエネルギー政策が世界に大きな影響を与えるといっても、海外市場によって救われることは困難であった。

現に、昨年から、米国の大手の石炭企業の経営破綻が相次いでいる。(2014年にエナジー・フューチャー・ホールディングス、2015年にウォルター・エナジー、ペリオット・コールが更生手続きを申請し、2016年には、2014年に米国石炭生産の第2位アーチ・コール、そしてついに第1位のピーボディ・エナジーが破たんへの道を進んだ。)

後述するがわが国では、国内石炭産業のフェードアウトに政策支援がなされていたのとは対称的に、インフラ投資の未回収など埋没費用の負担を米国は石炭企業のみを負わせる問題をかかえることになった。

以上、米国は、市場メカニズムに政策を重ね石炭離れを急速に進めている。米国のこの動きは、地球温暖化防止の土俵に戻る大義とあいまって、世界に大きな影響を及ぼしている。(2016年米国大統領選挙の結果、勝利をえたトランプ候補は国内経済への影響を少なくする観点から石炭企業救済を目指すことを公言している。)

次に、EUの国々の政策動向をみることにする。EUにとって、欧州石炭鉄鋼共同体が、前節で触れたようにエネルギー政策の出発点であり、EUとしてのエネルギー政策は石炭から始まる。域内の活性化のために自由な取り引きの確保を目指したが、そのために様々な規制を制定しているので、米国ほどに市場メカニズムを活用するエネルギー供給のシフトチェンジができない。米国に比べて緩やかなそして各国事情を反映したシナリオで石炭離れを進めようとしている、進めざるをえない状況にある。

立正大学蓮美雄教授は、「EUは、インターフェースを標準化した様々な政策モジュールの集合体であり、課題に応じてフレームワークを設定し、既存の政策モジュールの最適な組み合わせを設定し、必要に応じて新しい政策モジュールを開発していく仕組みを備えている。」「EU経済の競争力強化のために、エネルギー政策のモジュールと気候変動対策のモジュールの最適な組み合わせが実現できるかどうか、が今後の課題」(2011.9.石油・天然ガスレビュー)と指摘している。

EUが打ち出しているエネルギー政策の基本は、供給の安定による持続可能を目指す一方、国際競争力を強化する経済と供給の安全保障に担保された、米国に比べて緩やかな石炭離れシナリオである。現実には、加盟国の国家主権の強いエネルギー政策を束ねようとする一方、エネルギーネットワークの域内接続に焦点をおいた需要サイドに軸足をおく規制色の強い協調策を志向している。

供給面では、ビジネスと政治の両側からEU全体としてロシア及びアフリカ、中央アジアとの連携による供給の安定性を模索しつつ、域内の老朽化した原

発対策とともに地球温暖化対策の再生エネルギー普及と石炭離れなど資源賦存状況を背景とする各国固有性の強い課題に直面している。

EUとしての石炭離れの政策は、高コストの炭鉱に対する各国の補助政策の有効性をEUとして審査し、承認するところから始めたが、各国固有の事情を考慮して判定しているのが現状である。EUの中でドイツも英国も国内発電における石炭の比率はまだ4～5割と高い。

英国では、老朽化している石炭火力の埋没費用を少なくする観点も考慮し、2025年までにCCSを設置しないすべての石炭火力を閉鎖する中期的政策を打ち出している。

英国の石炭火力はほとんどが国内炭燃焼を視野に入れ、1980年以前に建設されているが、現在では海外炭を燃焼している。

英国においては、国内炭生産が終了するスケジュールが進行しているために、国内での採炭、生産段階での埋没費用の問題は少なく、既存の石炭火力発電所を閉鎖するに当たっての埋没費用への対処のみが必要となる。この問題に対して英国は、発電事業者が保有する容量に対する補助金を用意している。

新規の火力発電所に対しては、脱炭素経済のために、炭素価格の上昇による誘導シナリオを排出性能基準あるいは固定価格買取制度（FIT）や差額支払契約（CFD）等による規制で誘導するシナリオの議論が続いているが、電力価格上昇を引き起こさない観点から長期的な安定性がえられる規制に頼るCFDを志向することによって、埋没費用の問題が起こるリスクを回避しようとしている。

英国ではこのような石炭の緩やかなフェーズアウト政策と原子力政策を組み合わせながら進めようとしているのに対して、ドイツは、脱原子力も前提としてエネルギー政策の変更を志向している。このため、ドイツは再生可能エネルギーを進める一方で、ネットワークインフラ整備を伴う天然ガスよりも石炭火力によってエネルギー需給のバランスをとる現状にある。

ドイツの石炭生産量は21世紀に入り、減少傾向を見せていたが、経済性の観点から国内炭を温存し（世界第6位埋蔵量、可採年数216年）安価な海外炭輸入に代替し、石炭消費ベースを安定化させたのが現状である。EUの地球温暖化対策に適合するために、ドイツでは再生可能エネルギー依存の安定性を政策で支えることが不可欠であり、このため、エネルギー全体の価格水準が高くなってしまい、石炭の経済性上の優位性が効いてエネルギー全体の価格水準が安定している。しかしながら、世界的な地球温暖化防止の要請だけでなく、地域規模のコンセンサスをえることも難しく新設の石炭火力建設立地も進まず、今後のエネルギー需給安定に不安要素が懸念されている。

ドイツにおけるエネルギー供給は、再生可能エネルギーが石炭代替となるのか、石炭と両輪となる立ち位置になるのかが今後の焦点となる。

再生可能エネルギーとしての課題も石炭としての課題も多く、長期的に石炭の代替候補が確保されていないのがドイツの状態であり、EUのなかでも英国とドイツでは異なる石炭政策をとっている。

一方、石炭に対する依存度の高いエネルギー供給構造であり、その依存度を下げるための長期的な石炭代替補完が定まっていない石炭消費大国は中国、インドである。中国は世界第1位の石炭消費国で、インドは第2位である。元来、自国に賦存する石炭を生産、消費する地産地消を基本としていたが、経済の発展により得た資金を活用し、現在では海外炭を輸入することで石炭需給のバランスをとっている状況である。

経済発展により、増加するエネルギー需要に対して、海外炭を導入しても需給バランスをとらなければならない事情が必要側にも供給側にもあり、さらに、石炭の供給が難しくなっても、代替するエネルギー供給の手段が用意されていない。その理由はエネルギー供給するためのネットワークインフラが整備されていないため、地産地消の自給型エネルギー供給に頼らなければならないからである。

石炭需要依存から脱却するためには送電線、石油天然ガスなどパイプライ

ンなどエネルギー供給のための流通インフラが整備される必要があり、投資と時間の調達が課題となる。

一方、国内埋蔵量をかかえながら需要を賄う石炭の安定供給ができない事情は、採炭、輸送などの技術と効率性に問題がある経営に原因がある。

中国では、石油や天然ガスは国营体制により大規模化が可能であったのに対して、石炭は地方営の小規模な郷鎮炭鉱が供給の中心であり、量産化に対応できず、安全体制や環境対策へ取り組む潜在力を備えていなかった。

このため、中国では、1996年をピークとして、国内体制の整備のために石炭需要抑制をはかったが、21世紀に入ってから経済発展によるエネルギー需要増加、その供給源として海外炭輸入増による補完政策をとらざるをえなかった。

もしも、海外炭の輸入が不可能であるとしたら、増大する需要に対して、従来のまま国内炭で賄い続けたとしたら（国内の埋蔵量から物理的には可能である）その非効率な供給は増大する需要ブレーキをかけ、地球温暖化防止の観点でも実際以上なマイナスの効果を引き起こしていたと考えられる。

中国、インドにとって海外炭へのシフトは経済発展のための貢献策であるが、世界全体からみれば、地球環境のためにも、有限な資源の配分のためにも好ましいことではない。

このための解決策として、石炭離れを促すことであるが、先ず、技術、経営の向上により国内の埋蔵量の活用をはかり、再び石炭の自給率を回復しながら（即ち、国内の埋蔵量を活用しながら）これまで進んできた石炭経済路線の円熟化をはかり、その期間内に、石炭の補完、代替を整備し、長期的な脱炭素化をはかり、最終的に地球温暖化防止に寄与することが期待される。遠回りするのが地球温暖化防止のための近道となる。

このためには、国産資源の活用にあたってできるだけマイナスを防ぐ技術協力、資金協力など国際的な協力が必要となる。

インドにおいて、海外投資を奨励する政策が進んでいるが、石炭は元来が

地産地消型のエネルギーであることからすれば、この投資を自ら吸収することが進むならば、この観点から望ましい政策といえる。

3-4. 石炭価格

化石エネルギー石炭、石油、天然ガスの経済性を比較するために、わが国到着価格であるCIF価格で比較すると、単位熱量あたりでは、①石炭がもっとも優位であること、②その価格動向は各化石エネルギー資源とも同じであり、石油、天然ガス、石炭の順に価格が高くなる傾向は時を追っても変わらないこと、③石油価格と天然ガス価格は時系列的な変動の傾向が似ており、天然ガス価格は石油価格に連動するが、石炭価格は独自の動きをしていることがわかる。

もちろん、CIF価格には輸送費が含まれており、どこから発掘する資源を輸入するのか、どのような質かによって価格は異なる。どのような質かによって、単位熱量をとりだす資源量も違うので利用するにあたって必要とする量が異なり、従って、輸送する量も違ってくる。また、露天掘りか坑内掘りか採掘方法によっても経済性の評価は大きく変わる。各国の国内炭から海外炭へのシフトはこのような要因がからみあう結果であり、輸送費を要しても、利用にあたっての経済性に優れる場合が生じる。

石油、天然ガスに比べて石炭は市場における需給状況が価格に反映されやすく、価格上昇に対してブレーキがかかりやすい。

化石エネルギー資源を利用する需要サイドでは、その利用の仕方によってエネルギー資源の選択が決まり、化石エネルギー資源の格差がそのまま需要家によるエネルギー選択にむすびつくわけではない。

化石エネルギー資源を燃料とする発電費用は燃料費だけではなく電力に変換する即ち発電プラントの建設費から割りだされる固定費との組み合わせで評価される。設備投資額に対する固定費は発電すればするほど発電量あたり

エネルギー利用としての石炭の供給と需要

化石エネルギー源別単位熱量あたり、CIF 価格比較（日本）

年度	石炭 (一般炭)	石油 (原油)	天然ガス (LNG)
1978	1.23	1.91	1.93
1979	1.57	3.62	3.03
1980	1.95	5.15	4.82
2000	0.60	2.15	2.12
2014	1.63	6.70	6.64

資料：エネルギー・経済統計要覧

の単価は安くなるが、燃料費などは発電量の多少にかかわらず発電量あたりの単価は一定で、燃料費総額は発電すればするほど増えることになる。石炭火力は固定費が高いが燃料費が安い。石油火力は固定費が安いが燃料費が高い。従って、この特徴から石炭火力は電力負荷曲線におけるベース供給力を担い、できるだけ発電量を増やすように、石油火力を高い燃料費をできるだけ節約できるようにピーク供給力を担うことになる。電力供給にあたり、石炭火力は量が評価され、石油火力は質が評価されることになる。

石炭火力では固定費となる初期投資額が大きいということは、政策の変更により、初期投資の設備費が回収されないうちに廃止することになると埋没費用の負担問題が大きくなるということであり、石炭に関する政策変更はこのことに留意することが大事である。

石炭についての政策は、石油、天然ガスの石炭よりも長期の視野が必要となる。

4. わが国の石炭政策

4-1. わが国石炭政策の変遷と特徴

かつて、石炭はわが国の有力な国産エネルギー資源であった。この資源が

海外の資源に比べて優位であるかどうか考える以前に、民生、運輸、産業とあらゆる分野で有効に利用していた。

エネルギー利用も発電、都市ガスの燃料として利用されていた。一次エネルギー国内供給に占める石炭の比率は7割に達しており、エネルギー需給は石炭依存の単層構造であったといえる。

すでに、第二次大戦以前、わが国の国内石炭生産量は5000万トンを超えていた（コールノート2015年版によれば、最高値は1940年5630万トン）。

戦争により2000万トンまで生産ペースを落としたが、5000万トンの大台を回復したのは朝鮮動乱による特需に対応することもあり、1950年であり、比較的早く、回復した。その後、戦争の経済復興の原動力として、1961年には国内生産の最高値5540万トンを記録した（ただし、量的には油主炭従となる）。

ここまでの段階は、基礎的部門の生産を早急に引き上げるために、「傾斜生産方式」（1946年閣議決定）として、石炭と鉄鋼の増産を最優先に位置づける政策としての強力な後押しによって、石炭鉱業は国産管理下におかれ、増産を実現した。

米国ニューディール政策をならう形で、政策が機関車役となり、国内資源を活用することから外貨の資本制約を回避する効果は大きかった。しかしながら、坑内の維持、保安を後まわしにする突貫事業であった強引さ及び、海外に目を向けさせたドッジプラン（1949年）の実施は石炭増産が続いていたものの、短命のうちに石炭供給の立ち位置を変えさせた。国家管理の臨時石炭工業管理法は1948年から1950年までであった。

その後、国内炭増産体制を変えさせた大きな力は、①自給型エネルギー政策にも国際的な流体革命の影響が及んだこと、②国内エネルギー供給サイドでは流体革命を受け入れた石油へのエネルギー選択の変更、③石炭供給の内部サイドでは石炭生産の整理合理化の要請である。わが国のエネルギー自給率が急激に下がったことについては、この三つの要因が重なっている。

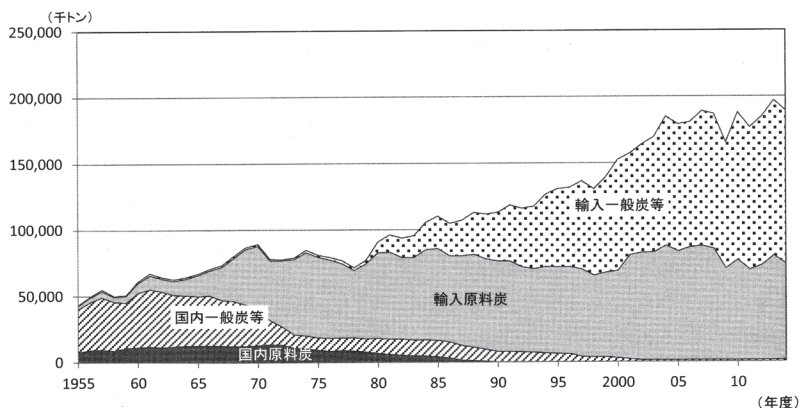
国内炭を利用する石炭の立ち位置が変わったことについて、1953年から一次エネルギー国内供給石炭比率が5割を切った事実を自給率の低下としてとらえることが重要である。我が国の石炭利用は、その後、一般炭の海外からの輸入が始まるまでにしばらく時間があり、海外炭に積極的になったのは80年代以降である。今、ふり返ってみると、当時、石炭から簡単に石油に靡いた風潮があったことは否めない。この時期、けしてエネルギーの多様化が始まったのではなく、従来どおりのエネルギー需給単層構造であり、主役が石炭から石油に交替しただけであり、エネルギー供給の安定性確保の重要性を省みる関心はあまりなかったといえる。

IEA（国際エネルギー機関）は第一次石油危機以降、石炭の見直しを世界諸国に求めていたが（1979年、IEAは石油火力新設禁止を打ち出し石炭火力へのシフトを支援することになった）、石炭代替として石油を選択していた日本は石炭の復活には十分には順応しきれなかった。

流体革命への対応は国際化への対応であることを先に述べたが、第一次石油危機の影響を受け対処することも国際化された状況下での対処である。

従って、第一次石油危機後、わが国では、国際的な要請としてのエネルギー多様化に対する石炭政策の答は、終焉する国内炭から海外炭へ改めて目を向けることであった。このためには、国内炭を生産していた経験、石炭を利用する技術経験を活かし、さらに、当時、表面化した公害問題に対して環境対策を備える時間が必要であった。また、国内炭体制のフェードアウトに注目が集まり、国内炭の細々した延命策として国内炭専焼火力を政策として続けていたため、石炭利用には積極的な姿勢がとれなかった。その背景に政策の長期的展望のチャンスをつかみそこなったことを指摘したい。

わが国では、石炭について海外に目を向けることは、石炭をエネルギー利用する一般炭よりも原料炭が先行していた。すでに、1950年代には製鉄向け原料炭の輸入が始まり（弱粘結炭である国内炭を海外からの強粘結炭と混合させコークスを製造するため）、1960年代にはわが国の資本による開発輸



出所 輸入データは平成12年(2000年)度までは経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、平成13年(2001年)度より財務省貿易統計。国内データは通商産業省「石炭生産年報」、日本石炭協会・JCOAL「主要会社別石炭生産年報」(注)一般炭等には無煙炭・セメントを含む。国内炭は生産量のみで在庫からの供給を含まず、輸入炭は入着ベース。

化石エネルギー源別単位熱量あたり、CIF価格比較(日本)

資料：コール・ノート 2015年版

入にものりだしていた。

一般炭の輸入は、第一次石油危機以降10年経過した1980年代からである。

海外炭の導入による火力発電は輸送費も含めて調達コストに関して経済的な優位性があること、国内炭利用技術の経験と環境対策技術の適応に成功したために可能となった。

一般炭の海外輸入促進までに時間を要した背景として、わが国では、国内炭の需給確保のために、石炭輸入に関して輸入許可制度をとってきた政策敬意を指摘したい。この制度は、海外炭導入が普及し始めた1992年に廃止され、1996年には事前確認も必要なくなった。

このため、わが国の海外炭石炭火力の運転開始は1980年代以降である。第一次石油危機以降、石炭火力が国際的に要請されてからタイムラグがあり、石油代替としての石炭への注目は、先進国のなかでは後発である(ただし、

エネルギー利用としての石炭の供給と需要

後発であるゆえに高効率、厳しい環境基準を火力発電所に要請した)。

また、後発であるゆえに、さらなる環境対策技術開発のトップランナーとして邁進する立場をえているが、現在の地球温暖化対策の観点から、再び、石炭火力のフェードアウト要請に対して、後発ゆえに埋設費用を多くかかえる事態を招く問題を引き起こしているともいえる。

わが国石炭火力の変遷

わが国における 1次エネルギー- 国内供給 化石エネルギー比率	わが国における 1次エネルギー- 国内供給 石油比率	わが国における 1次エネルギー- 石炭比率	石炭火力へ影響を 与えた出来事 注：(ノ)は石炭火力にとつての暴風、 (ハ)は石炭火力にとつての逆風	年度区分	現存する石炭火力発電所 運転開始年度及び出力計
47%	1%	45%	1946 「傾斜生産方式」閣議決定(ノ)	1959 と 1972	242 万 kW
81%	41%	39%	1961 日本・1次エネルギー-国内供給・油主炭従(ハ)		
86%	53%	32%	1963 日本・電源構成・火主水従(ハ)		
87%	57%	30%	1964 日本・電源構成・油主炭従(ハ)		
94%	77%	15%	1973 第1次石油危機(ノ)	1973 と 1982	220 万 kW
91%	72%	14%	1979 IEA 石油火力新設禁止(ノ) 第2次石油危機(ノ)		
88%	64%	18%	1981 海外炭導入(ノ)		
85%	58%	16%	1992 海外炭輸入許可制度廃止(ノ) 地球サミット(ハ)	1993 と 1992	824 万 kW
82%	54%	17%	1997 OGP3・京都議定書(ハ)	1993 と 2002	1880 万 kW
86%	47%	22%	2008 リーマン・ショック(ハ)	2003 と 2012	747 万 kW
91%	47%	22%	2011 東日本大震災(ノ)		
94%	45%	25%	2014	2013 と 2016	242 万 kW

資料：エネルギー・経済統計要覧2016、コールノート2015年版より作成

4-2. 石炭の複合利用と総合利用

石炭を燃焼し、エネルギー利用することで環境問題を引き起こすことは確かなことであり、石炭が与える環境負荷を軽減する環境対策をおこなうことは当然のことである。

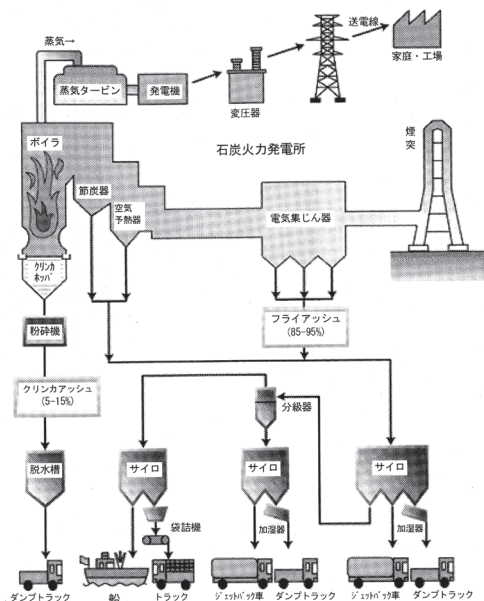
石炭の環境対策はこのように直接的にアプローチするだけではない。広義で石炭の環境対策をとらえると、①石炭の利用について複合化し、システム化をはかり、石炭による便益を拡大する方法と、②石炭の供給に際して副生される資源の有効利用をはかり、石炭による便益を顕在化する方法がある。

いずれも石炭の環境問題を分担する側の当事者を増やし、石炭を受けいれやすくする方法である。

①の例として、石炭エネルギーを水素製造、利用システムに適用する総合エネルギーシステムや、産地地域における石炭コンビナート構想がある。

②の例として、採炭にあたり回収するメタンガス利用、排出される二酸化炭素からオレフィンを製造し、プラスチック原料と活用する方法の技術開発が進んでいる。また、燃焼後の石炭灰あるいは脱硫により発生する石膏などの有価物の活用による便益を石炭利用に付加することも進んでいる。

石炭は他の化石エネルギー資源に比べて利用後、副生する資源が多く、これを負の物質として廃棄物として処理すれば、費用がかさみ便益が減少することになるが、リサイクルし、さらなる便益を付加する可能性もある。



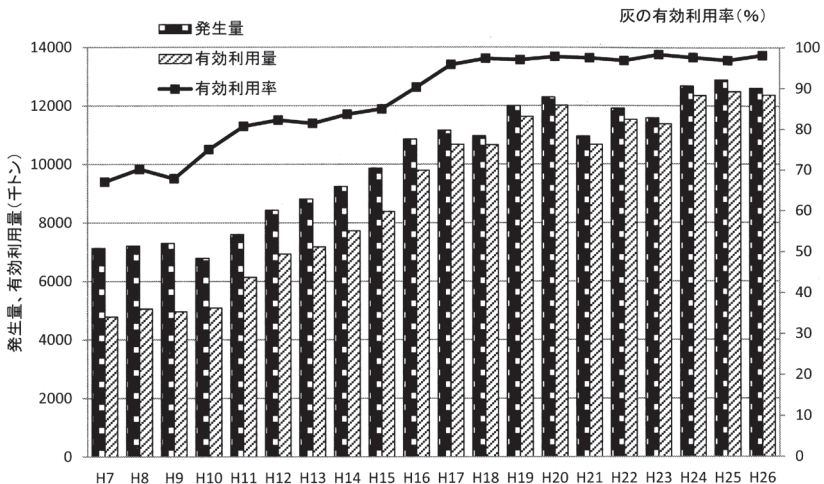
石炭火力発電所から石炭灰の発生までのながれ
資料：石炭エネルギーセンター

エネルギー利用としての石炭の供給と需要

以下、本節では石炭灰の処理と有効利用について現状をまとめ、今後の課題を整理する。

石炭灰は石炭が燃焼しきれなかった残分であり、石炭の約1割から1.5割程度である。

発電事業者がこの石炭灰を廃棄する場合は、廃棄物処理法で定める産業廃棄物（炉内に貯まるクリンカは「燃えがら」の扱い、集じん装置で捕捉されるフライアッシュやシンダーアッシュは「ばいじん」の扱いとなる。）として発電事業者の責任で処理されなければならない。発電事業者自らの責任とは廃棄物処理の費用を自ら負担することである。発電事業者が自ら費用を負担することは発電原価の一部となり売電価格に織り込み、最終的に電力の購入者である消費者が負担することになる。



(注) 有効利用には土地造成材としての埋立処分も含む

わが国における石炭灰の発生量・有効利用量
ならびに有効利用率の推移（電気事業及び主要一般産業）

資料：コール・ノート 2015年版

しかしながら、石炭灰が原材料などに有効利用されるために有価物として取り扱われる場合は廃棄物処理法により廃棄物とはならない。そして、リサイクルにより正の便益をもたらすことになる。

現実は、循環型社会推進の観点から有効利用が進み、発生する石炭灰のほとんどが有効利用されている。

現在、統計上、石炭灰の有効利用に埋立処分も含めている。しかしながら、石炭灰の埋立処分は、廃棄物処理法ではあくまで廃棄物であり、埋立地は管理型産業廃棄物処分場としての条件を満たさなければならないことになっている。

石炭灰の埋立処分を海面埋立として発電事業者が自らその用地を用意する場合は、公有水面埋立法に従う必要もある。

かつては、発生する石炭灰の処分は埋立処分が基本であったが、すでに1955年頃から石炭灰を有効利用することが始まった。当初は、コンクリート用混和材としてダム建設に活用されていたが、その後、石炭灰の化学的成分構成や、保水性、吸着性、軽量性などの特徴を活かした研究開発が進み、現在では、セメント分野（セメント粘土代替材として、セメント混和材として）を中心に、土木、建築、農林・水産など多分野で有効利用が進んでいる。

石炭灰の処理状況（2013年）

単位万トン

有効利用	分野	処理状況
	セメント分野	840(65%)
	土木分野	171(13%)
	建築分野	44(3%)
	農林・水産分野	15(1%)
	その他	179(14%)
	最終処分(埋立)	40(3%)
	計	1289(100%)

資料：石炭エネルギーセンター

石炭灰の有効利用をはかるためには、石炭の性状によって、また燃焼方法によって石炭灰の性状が異なることから灰の性状管理が必要で、有価物として安定供給するには難しさを伴うが、石炭灰の有効利用が進んだ背景として、埋立処分場の確保の困難性が増していたことと循環型社会のためのリサイクル促進運動が追風となった事実がある。埋立処分よりも経済性が良いことも期待された。

しかしながら、石炭灰の有効利用にはいくつかの問題点がある。

最大の問題は、石炭灰を有効利用するためには何らかの加工作業を加えて価値を付加する必要があるが、その加工に要する費用（加工のために運搬する必要も含まれる）をだれが負担するのかという問題である。有価物として取り引きするためには、有価物の引き取り者がその代価として加工に要する費用を負担しなければならないが、実際には、逆有償で石炭灰排出者が費用を負担して、あるいは補助金として公的負担を導入して加工された「有価物と称する物」を引き取り者に引き渡している。いわゆるティッピングフィーの問題が発生している。発電会社として逆有償が埋立の代替と考えると埋立費用を最大として費用負担することが可能であるとの考え方である。

これでは、廃棄物を引き取り者に引き渡し、廃棄物処理費用を石炭灰排出者が負担した上で、石炭灰有効利用の結果である新たな製品が市場価値を生み、市場取り引きされる（その取り引きにおける原価は石炭灰排出者が負担していることになる）ことになる。

また、廃棄物処理法上、費用負担することによって、産業廃棄物排出者としての責任をはたしているように思えるが、産業廃棄物としての取り扱い上の問題が残る。有価物として廃棄物ではないとのとらえ方で自由に持ち出し、加工していることになり、廃棄物処理法上、問題である。

また、石炭灰排出者が費用負担しているということは電気料金に上乗せされるということである（石炭灰排出者即ち石炭火力発電事業者の逆有償費用は火力発電原価の約4%）。

電力自由化が進む現在、大気汚染環境対策費用の上乗せに加えて、「有価物と称する物」に係わる費用を電力消費者は負担しているのみならず、発電市場において石炭の相対的な経済性が不利となる一因となっている。「有価物と称する物」の便益者が費用負担していないという不公平の問題を引き起こしている。

ここにも埋没費用負担の問題が生じている。この問題の解決のためには、石炭灰有効利用有価物取引市場を整備することが大事となり、具体的には、石炭灰を加工するなど有価物とするための費用の削減をはかること（このためには、加工工程の合理化の他に、排出される石炭灰の性状が安定するような発電方法の工夫が考えられる）及びこの市場への新たな参加者（ENTRANT）を見い出すことENTRANTが費用負担できる状況をつくること、他に公的負担、CO₂排出権取引のように新たな負担者を見い出す工夫などが市場整備のためのきっかけになると考えられる。

また、市場のためには、取引のための情報流通、需要開拓のためのマーケティングが必要となる。

このためには、第一に、循環型社会では様々な廃棄物に関してマニフェストが明らかにする役割をはたしているが、石炭灰に関しても循環型社会の共通の課題でもある物量、資金のながれをトレースし、分析することから石炭灰有効利用情報をつくり出す必要がある。

石炭灰は循環型社会でいうところの静脈を流通する物質である。静脈における石炭灰の有効利用有価物市場が整備されれば、石炭灰と同じ性状をもつ代替財、補完財が集まり市場が拡大し、有価物の安定供給が実現する。このため、例えば、鉄鋼スラグ有効利用などと協調し、市場を整備し、拡大することを第二の課題として指摘したい。

第三の課題は、石炭灰の輸出が始まっていることである。

きっかけは、現在の石炭灰有効利用の最大の需要先であるセメント需給が緩和し、国内のセメント産業の石炭灰引き取りが厳しい見通しとなったこと

である。

輸出された石炭灰は輸出先のセメント需要増加に呼応し、セメント原材料として有効利用されている。

有害廃棄物の国際間越境問題についてはバーゼル条約をクリアする必要があるが、有価物であり、最終処分、リサイクルは対象としていない解釈で進めている。

石炭灰の輸出問題については、技術上の整合、防疫上の相互理解に基づく多くの問題が今後浮上するものと思われるが、基本的には、石炭がグローバルな取り引き慣行についてかなり蓄積されているにもかかわらず、静脈の石炭灰についての経験は乏しい。相互の国々のウインウインな関係を求めるバイラテラルな推進をはかるだけではなく、その基礎としてマルチな合意形成が急務であると指摘したい。

そして、輸出を進めるにあたって、石炭灰の物量、資金のながれに関する情報流通をはかり、国内での安定した静脈市場形成が基盤となる整備をはかり、さらに発展問題である国際問題として、その市場の国際化を官民協調して目指すのが常道ではないと思われる。

5.（結章）石炭政策の課題、課題に対する私論

地球温暖化防止を目的とする環境問題の特徴は、影響が地球規模に及ぶこととその主たる原因は人間にとって不可欠な化石エネルギーを燃焼することであり、従って、原因者が不特定多数で被害者も不特定多数であるということである。

もう一つの特徴は、その被害が及ぶのは22世紀であるので、長期の取り組みが求められるということである。もっとも、被害は原因の蓄積であるので、何もしないで22世紀になるのを待てばよいということではなく、22世紀まで取り組みを持続させなければならないことである。

以上、二つの特徴を考え合わせると、汚染者に責任及び費用支払を求める汚染者負担の原則が望まれるのではない。対策ができることから、進める確実性を持続させることが大事であり（できないところをそのままにしておけばよいということではなく、費用対効果を考え時間をかけて確実に進める順位づけが求められている）、その確実さを選定するために経済効率性に着眼し、排出権取り引きなど市場経済メカニズムに基づく政策の効果が重視されている。経済効率性の高いところから順に地球温暖化対策を進めている。その経済効率性が高いところが、地球のどこにあるのかは問わない、即ち地域性は重視しないということである。

現在まで、石炭は、地球温暖化を促進する原因であったこと、さらに今後もしその事実が続くことは明らかである。その事実をふまえて、地球温暖化防止に貢献するためには、石炭を今後どう扱えばよいのか、そのために有効な政策はどうあるべきか。

石炭を利用しないことがもっとも地球温暖化防止に役立つように思えるが、石炭を利用しないことが地球温暖化防止の基盤を崩し、防止の原動力不足を招き、ブレーキをかけてしまうことが懸念される。このために失うマイナスについて考えなければならない石炭のベーシックな埋没費用の問題がある。

マイナスをプラスに転化させることを期待するのではなく、我慢しながら、マイナスを少しでも減らしながら、マイナスのおきどころ（だれがマイナスの引き受け者なのか）をみつける石炭政策を探し出すことが課題である。

上述した地球温暖化防止対策の特徴を考え合わせると、今、すぐに、地球上のすべてで石炭離れをする必要はない。石炭離れの急ブレーキをかけることの反作用の少ないところから石炭離れを進めればよいことになる。ところが、石炭離れの旗をふる国々から石炭離れをすればよいと短絡的に考えることは禁物である。石炭はエネルギー資源として人々にとって必需性が高かった遺産に配慮しながら、石炭離れの代替、補完への信頼性を確認すること（埋没費用がどのくらいでだれが負担するのか注目すること）が大事である。

この点で、3章で述べた「産炭国輸出型」の国々の石炭政策には長期の視野から政策を改めて見直すべきだと述べたい。

化石エネルギー資源を比較すると、石炭にはさまざまな特徴があるが、供給するために大型のインフラ整備を必要とする（埋没費用問題を引き起こすことにつながる）が、取り引きに自由さがあることに注目したい。この自由さがあるために、多様な石炭離れが可能となる。今後の石炭政策は、むしろ、石炭離れの多様性を活かし、豊富な石炭の有効な配分を行うことが大事である。配分は地理軸で世界全体に対して行うことであり、次世代との時間軸で行うことである。埋没費用を石炭市場取り引きに含めることが無理であれば、短絡的に公的な負担に結びつけない方法もこの自由さがあれば可能と考えたい。

このためには、地域の固有性を勘案しながら、石炭の便益と費用（地球温暖化への影響を防ぐ費用や既に投資したインフラの未回収となる費用も含む）を正確に把握し、費用対効果を石炭政策の基準に固定し、石炭利用の責任を明確にすることが第一に重要となり、次に、その範囲内での費用の支払い者を明らかにすることである。責任者が必ずしも実施者、支払い者であるとは限らない。支払い者には必ずしも支払う原資があるわけではない。

輸送技術を世界で共有する前提にたち、世界全体を範囲として、採掘、利用技術の相互活用し、石炭を有効に利用しながら、世界全体として石炭離れを目指すべきである。

このためには、国際間の合意、ルールづくりが重要となる。

その際、他の化石エネルギー資源の利用に比べて大型のインフラ整備が必要となり、地域の固有性に依存する部分が多いため、一方で地域の自主性を尊重すること、また、石炭そのものの取り引きだけではなく、利用後の静脈での取り引きに関する合意、ルールづくり、情報開示及び分析にも注目し、費用の支払い者の分担をならし、分散することも今後の課題である。

わが国では、既存の石炭火力の有効活用をはかり埋没費用の削減をはかること、地域経済への貢献度が強いことから、東日本大震災後の復興策との相互性を求めるなど石炭利用地域を限定し、埋没費用の発生を特定化し、長期的な視野から十分な管理を行うこと、また、世界レベルの埋没費用負担者に率先してなる観点（広義の国際貢献）から、これまでに蓄積し、今後も発展の可能性のあるクリーンコールテクノロジーなど技術の費用負担者を世界広く探すことなどより一層、世界に視野を向け、地球温暖化に対する短期ではなく長期のビジョンのもと、わが国独特の政策を構築することが期待される。その際、わが国の技術の世界的普及は埋没費用管理と両輪であることが大切なことである。

＜謝意＞ 本稿については、特に技術的側面から東京海洋大学毛利邦彦先生から多くのアドバイスをえることができました。厚く御礼申しあげます。

＜備考＞ 本稿の石炭国際輸送に関するところは、愛知大学国際問題研究所の研究プロジェクト「輸送大動脈に関する展望と課題、中国一帯一路計画をめぐる」の成果の一部である。

参考文献

- ・松井賢一編著『エネルギー戦後50年の検証』電力新報社、1995年
- ・電力中央研究所『電気事業小史』電力中央研究所報告、1993年
- ・電気事業講座編集委員会編『電気事業と燃料（電気事業講座11）』エネルギーフォーラム、平成19年
- ・楊慶敏、三輪宗弘著『中国のエネルギー構造と課題』九州大学出版会、2007年
- ・松井賢一『国際エネルギー・レジーム』エネルギーフォーラム2006年
- ・自然エネルギー財団『2016年10月 世界の石炭ビジネスと政策の動向』2016年
- ・有沢広巳・川村泰治編『エネルギー産業（現代日本産業講座）』岩波書店、

エネルギー利用としての石炭の供給と需要

1960年

- ・ 隅谷三喜男『日本石炭産業分析』岩波書店、1968年
- ・ 木本協司『石炭火力が日本を救う』現代書館、2013年
- ・ 村井了『海外炭が日本を救う』河出書房新社、2003年
- ・ 定方正毅『中国で環境問題にとりくむ』岩波書店、2000年
- ・ 岩瀬昇『石油の『埋蔵量』は誰が決めるのか?』文春新書、2014年
- ・ 大島堅一『原発のコスト』岩波新書、2011年
- ・ 杉山大志『地球温暖化とのつきあいかた』ウェッジ、2014年
- ・ 日本フライアッシュ協会『石炭灰ハンドブック 平成27年』
- ・ 石炭エネルギーセンター『コール・ノート 2015年版』
- ・ 経済産業省『エネルギー白書 2015』平成27年

