

【調査研究報告】

非効率石炭火力のフェードアウトに関する考察 ～動向と燃料転換技術オプション等について～

濱田 利幸[※]（プロジェクト試験研究部
参事）



徳永 貴道^{※※}（プロジェクト試験研究部
主任研究員）



橋上 聖^{※※※}（プロジェクト試験研究部
主任研究員）

1. はじめに

2020年10月、菅内閣総理大臣は所信表明演説の中で「わが国は、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す。」と宣言した。

2015年にパリで開かれた第21回国連気候変動枠組条約締約国会議（COP21）に先立って提出された日本の約束草案では、温室効果ガス（GHG）削減の目標として、2030年度に2013年度比26.0%減が掲げられた。この削減目標は目指すエネルギーミックス（電源構成）⁽¹⁾を達成することによって、日本のGHG排出量の9割を占めるエネルギー起源二酸化炭素（CO₂）の排出削減につながり、達成可能と考えられていた。

約束草案では石炭火力による発電電力量は総発電電力量の26%程度を占めることが想定されており、対策・施策としては超々臨界圧火力発電（USC）、先進超々臨界圧火力発電（A-USC）、石炭ガス化複合発電（IGCC）等火力発電の高効率化を進めることが考えられていた。

その後、2018年に策定された「第5次エネルギー基本計画」⁽²⁾では燃料としての石炭の

低い地政学リスク、安価な燃料費、石炭火力発電のベースロード電源としての役割と出力調整を担う必要性について触れつつ、非効率石炭火力を徐々に廃止していくフェードアウト（fade out）に取り組むことが述べられている。これに対し、海外では石炭火力を段階的に廃止していくことをフェーズアウト（phase out）と呼んでいるが、本稿では日本国内の説明に限り、エネルギー基本計画やその後の経済産業省の資料でも使われている用語「フェードアウト」を用いることとする。

2020年8月からは石炭火力のフェードアウトの進め方について「石炭火力検討ワーキンググループ」（石炭火力WG）による議論が開始され、2021年4月に「中間とりまとめ」⁽³⁾が公開されたところである。

さらに2021年4月には第45回地球温暖化対策推進本部において、2050年カーボンニュートラルの目標と整合的で野心的な目標値として2030年度のGHG排出削減目標を26%減から46%減まで引き上げることが表明された⁽⁴⁾。

本稿を執筆している2021年6月中旬にはまだ発表されていないが、「第6次エネルギー基本計画」ではこれらの上方修正されたGHG削減目標と整合的なエネルギーミックスの数値が定められることになると想定される。

本稿では、国内外の石炭火力のフェードアウトもしくはフェーズアウト（段階的廃止）の動向について整理するとともに、日本の石炭火力のフェードアウトによるエネルギー需給バランスへの影響および石炭火力発電事業者として考える事業もしくは燃料転換の技術オプションを整理する。

2. 世界の石炭火力段階的廃止の動向

欧州では、2010年に採択された欧州決定（2010/787/EU）において、欧州連合（EU）域内のエネルギーミックスに対する石炭の貢献度が低いこと、およびEUにおける再生可能エネルギー（再エネ）奨励と低炭素経済の政策と合致しないということから石炭産業への国家補助を禁止することとした⁽⁵⁾。

イギリスでは2013年に成立した火力発電所排出基準法によって新設もしくは更新する火力発電所について450g/kWhのCO₂排出基準値を適用することが定められ、石炭火力は炭素回収貯留（CCS）設備の設置を伴わなければ基準値を満たすことが困難となっている。

また、2017年にドイツのボンで開催されたCOP23においてイギリス政府とカナダ政府は石炭火力の段階的廃止を推進する初の政府主

導のプラットフォームである「脱石炭連盟」（PPCA：Powering Past Coal Alliance）を発足した。2021年6月時点では36の国家政府、38の自治体や都市、51の企業が加盟している⁽⁶⁾。

フランスでは2019年に成立したエネルギー・気候法によって2020年から火力発電所に550g-CO₂/kWhのCO₂排出基準値を適用することが定められるとともに2022年には石炭火力を全廃することを明言している。

図1に示すように、イギリスおよびフランスは発電電力量に占める石炭火力の寄与が少なく、2017年においてそれぞれ7%および3%であったため、石炭火力の段階的廃止の影響は限定的であると考えられる。

一方、2017年における発電電力量に占める石炭火力の寄与が39%と高かったドイツにおいても2020年に成立した脱石炭法において2038年までに石炭火力を全廃する方針が打ち出された。

世界のCO₂排出量について見ると、図2に示すように、2018年時点で排出量第1位は中国で全体の28.4%を占め、第2位はアメリカで14.7%を占めている。

中国は2020年9月の国連総会において、2030年をピークにGHG排出量を減少させ、2060年に実質ゼロとするカーボンニュートラ

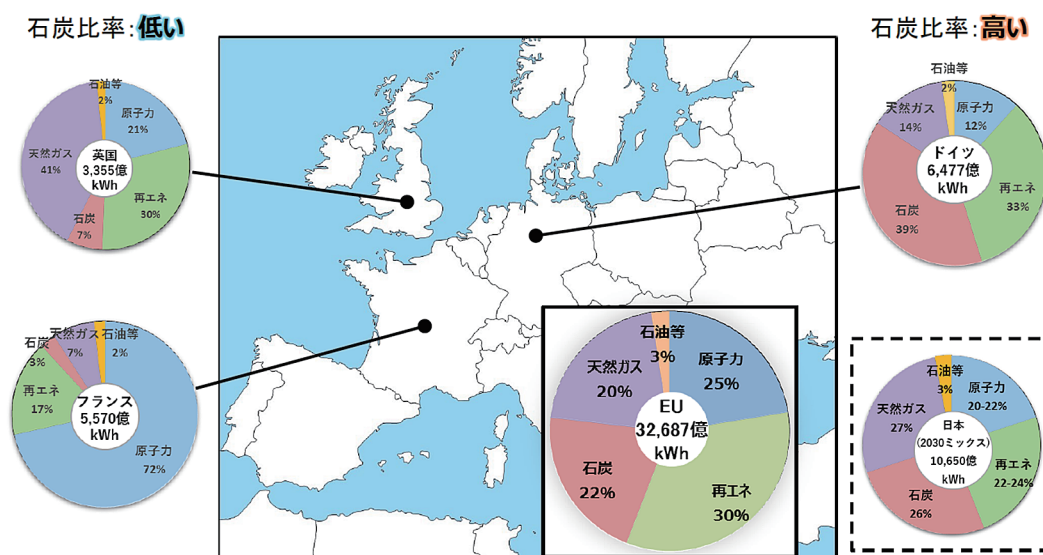


図1 欧州各国の2017年のエネルギーミックス（電源構成）⁽⁷⁾

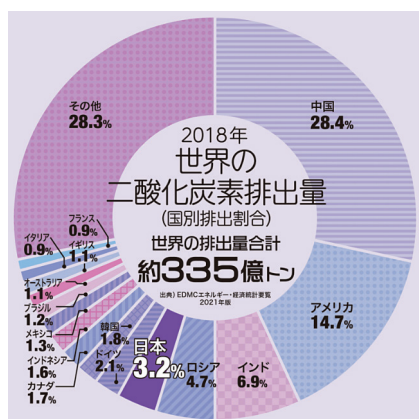


図2 世界のCO₂排出量 (8)

ルを宣言するとともに、脱石炭を約束した。現在は電力の60%弱を石炭で賄っているが、2021年3月に発表された新5カ年計画では、2025年までにエネルギーの20%を再エネで賄うとする目標を掲げた。

アメリカでは2010年以降、シェールガス供給が急増したことにより、石炭火力発電所の閉鎖が進んでいた。2021年1月に就任したジョー・バイデン大統領は就任初日にトランプ前政権で離脱したパリ協定の復帰にかかる文書に署名した。

また、石炭火力の段階的廃止の必要性については国際エネルギー機関（IEA）においても述べられている。2021年3月に発行された特別レポート“Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector”⁽⁹⁾では2050年までにネットゼロエミッションを達成する

シナリオ（NZE：Net-Zero Emissions by 2050 Scenario）を検討し、シナリオ達成のためには図3に示すような石炭火力の段階的廃止が必要であることを示した。

2030年までに最も効率が低いプラントから徐々に廃止し始め、2040年までにCCSなどの改修をしない限り完全に廃止すべきと述べている。

このように世界全体でも温暖化対策として石炭火力の段階的廃止が求められている状況にある。

3. わが国の石炭火力発電所とフェードアウトの議論

(1) 石炭火力に対する規制措置

第5次エネルギー基本計画⁽²⁾に基づいたわが国の石炭火力発電所に対する維持もしくは廃止の議論は、第26回総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会（2020年7月13日）において行われ、2020年8月からは前述の通り、石炭火力WGで非効率石炭火力のフェードアウトに向けた検討の方向性が議論された⁽³⁾。

石炭火力WGの「中間とりまとめ」では、石炭火力単独のベンチマーク指標の新設、発電効率目標43%への引き上げ、アンモニア混焼・水素混焼への配慮措置の新設などが示された。

現行の「エネルギーの使用の合理化等に関

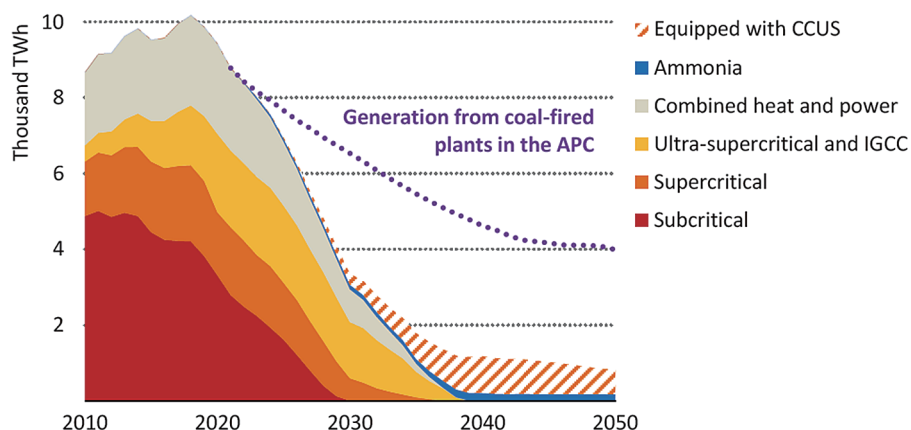


図3 2050年までにネットゼロエミッションを達成するシナリオにおける石炭火力の発電量推移⁽⁹⁾

する法律」(省エネ法)で示される火力ベンチマーク目標(燃料種毎の発電効率 A 指標, 火力発電の総合的発電効率 B 指標)は, 火力発電設備全体(石炭, 液化天然ガス(LNG), 石油)の目標であるため, 石炭, LNG, 石油それぞれの火力発電を所有する事業者は, 石炭以外の燃料による火力発電が高効率であれば, ベンチマークを達成することができていた。石炭火力 WG では非効率石炭火力のフェードアウトを確実に進めていくため, 石炭火力単独のベンチマーク指標を新設することとなり, 発電効率目標は「43%」と示された。この水準は, 現行の超々臨界圧発電方式(USC)であっても 2 基しか超えていないことから, 発電所単体では達成が難しいといえる。

それでは, 2030 年度以降に 43% を超えていない石炭火力発電所はすべて停止させなければいけないかというところではない。事業者単位で 43% を超えることによって, 運転を継続することができる。省エネ法で報告する事業者効率は, 設備の効率に対し, 設備ごとの発電電力量に応じた加重平均で算出される。そのため, 非効率な発電所は発電電力量を低下(設備利用率を下げる)または休廃止し, 一方で高効率な発電所の発電電力量割合を増やすことによって 43% を達成することができる。

また, バイオマスや副生物(生産過程において副次的に発生する可燃物, 可燃ガス等), もしくは, アンモニアや水素を混焼することによって, 図 4 に示す発電効率が向上するような算出式が用いられるため, 上述の非効率な発電所の利用率低下とバイオマス混焼を組み合わせ

ることによって, 2030 年度の基準達成を目指す事業者は多いのではないかと推察される。

さらに, 再エネの導入拡大に伴う需給変動幅の拡大に対して石炭火力の設備利用率を一定程度下げて運用することで発電効率が低下しているという実態があることに対し, 設備利用率の低下度合いに応じた補正値が設定されることとなった。

すなわち, 省エネ法に基づき報告する発電効率は, 以下の式のようにバイオマス混焼等の他の補正措置を講じた発電効率に調整力補正値を加算することで算出される。

$$\begin{aligned} & \text{省エネ法に基づき報告する発電効率} [\%] \\ &= \text{バイオマス混焼等の補正込みの発電効率} [\%] + \\ & \quad \text{調整力補正値} [\%] \end{aligned}$$

(2) 石炭火力フェードアウトの見通し

石炭火力 WG で示されている大手電力(旧一般電気事業者に加え, 電源開発, 旧一般電気事業者や電源開発が共同出資する共同火力を含む)および製造業等自家発電含むその他の事業者による 2030 年度に向けた非効率石炭火力削減見通しを図 5 に示す。

大手電力が保有する石炭火力は 2019 年度実績で 69 基(約 3,877 万 kW)であり, 内訳として, 超々臨界圧発電方式(USC), 石炭ガス化複合発電(IGCC), その他(加圧流動床複合発電方式(PFBC))の合計が 30 基で 2,267 万 kW, 超臨界圧発電方式(SC)が 17 基で 1,140 万 kW, 亜臨界圧発電方式(Sub-C)が 22 基で 470 万 kW となっている。

2030 年度における見通しでは, Sub-C と SC が 20 基で 900 万 kW と 2019 年度実績に対して半減することが検討されている。一方, USC, IGCC, PFBC については 35 基で 2,700 万 kW と 2019 年度実績よりも基数, 出力ともに増加していることが分かる。

石炭火力 WG の中間とりまとめでは規制措置の対象として発電効率を指標とすることが述べられているため, 一般的に発電効率が

$$\begin{aligned} & \checkmark \text{ 実績効率 } 39\% \Rightarrow \text{補正措置で } 43\% \\ & \left(\frac{39}{100} \Rightarrow \frac{39}{100 - 10} = 43.3\% \right) \\ & \quad \Rightarrow 10\% \text{ の混焼が必要} \\ \\ & \checkmark \text{ 実績効率 } 41\% \Rightarrow \text{補正措置で } 43\% \\ & \left(\frac{41}{100} \Rightarrow \frac{41}{100 - 5} = 43.0\% \right) \\ & \quad \Rightarrow 5\% \text{ の混焼が必要} \end{aligned}$$

図 4 混焼による目標水準達成の目安 (3)

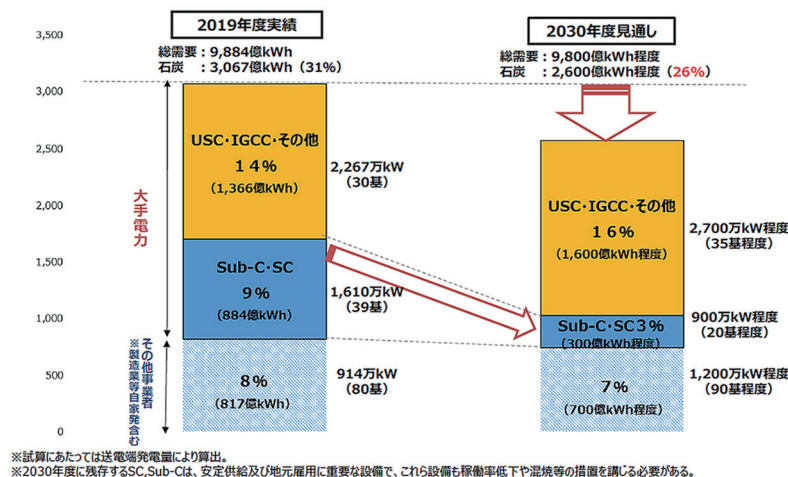


図5 非効率石炭火力のフェードアウトの見通し⁽³⁾

低いSub-CとSCは大幅に減少し、効率が低いUSC、IGCC、PFBCは新設計画も含めて維持もしくは微増する傾向にある。

なお、製造業等自家発電含むその他の事業者についてみると、エネルギー使用量が石油換算で1,500kl/年未満の事業者は省エネ法の対象外であり、1,500kl/年以上の事業者は省エネ法において、エネルギー多消費事業者として、毎年度のエネルギー使用原単位の改善や、各業種におけるベンチマーク目標の達成が求められている。このため、発電設備の利用にあっては、熱利用等の総合的な発電効率の向上に資する取組やバイオマス混焼等を行うことを義務として規定すること、高効率化に向けた取組の状況について毎年度の定期報告書において報告すること、出力が1,000kW以上の発電設備については毎年度発電効率等の詳細データを報告すること、といった措置を講ずることとして、フェードアウトの対象にはなっていない。

前述したIEAの予測(Net Zero by 2050)⁽⁹⁾では、2030年においてSub-Cがほぼ全て廃止、SCは2020年と比較して半分程度まで減少する結果が示されている。USCについては大きな削減はなく、半分以上の残存が予測されており、IEAの予測の方が2030年に向けた石炭火力による発電電力量の削減割合は大きいものの、発電方式別の段階的廃止の見込みはわが国の石炭火力フェードアウトの見通しと

同様の傾向にあることが分かる。

ただし、この見通しは「第5次エネルギー基本計画」⁽²⁾に基づいたものであるため、2050年カーボンニュートラルおよび2030年のGHG排出削減目標の46%減までの引き上げ⁽⁴⁾に対応するためには、規制が強化される可能性も考えておく必要がある。

4. 2030年の発電効率43%達成の技術オプション

(1) 石炭火力発電所の燃料転換事例

2030年発電効率43%達成に向けた技術オプションは、前述のようなバイオマスや副生物、もしくは、アンモニアや水素を混焼する技術の他、天然ガス火力発電所や廃棄物発電(炉の形式にもよる)への燃料転換が考えられる。国内における既に発表された事例として、運開した鈴川エネルギーセンター⁽¹⁰⁾をはじめ、建設中の福島いわきバイオマス発電所⁽¹¹⁾、住友商事(株)が手掛ける仙台市の発電所⁽¹²⁾など、石炭火力発電所の計画をバイオマス専焼へ変更した事業所も出てきている。これらは将来をいち早く見越した事業転換ともいえる。

また、2030年に事業転換を選択する場合は、送電インフラを利活用した太陽光発電設備の設置、蓄電池など蓄エネルギー設備の設置といった方法も考えられている。

海外では日本に先立って、石炭火力の燃料転換事例がいくつか見られる。

英国では2012年9月に英DRAX社が石炭火力発電所であるDrax Power Stationの6つのボイラ(3,900 MW)のうち、3つのボイラを100%バイオマスに転換する計画を発表した。現在では4つのボイラ(2,600 MW)が100%バイオマス発電に転換されている。さらに、英DRAX社は2021年にカナダのPinnacle Renewable Energy社を買収し、燃料調達体制を強化した他、バイオマス発電と排ガスからのCCSを組みわせることで、大気中のCO₂を減らす「ネガティブ・エミッション」技術の1つであるバイオマス炭素貯留(BECCS: Bio-energy with Carbon Capture and Storage)の実証を進めている⁽¹³⁾。

米国では、Intermountain Power Agency社がユタ州のIntermountain石炭火力発電所をガス火力発電に転換し、将来の水素発電を視野に入れている⁽¹⁴⁾。また、NRG Energy社がペンシルベニア州のShawville, New Castle, イリノイ州のJoliet, ルイジアナ州のBig Cajun II石炭火力発電所をガス火力発電に転換している⁽¹⁵⁾。

カナダでは、2030年までに石炭火力発電所の段階的廃止を目指すことを発表しているが、オンタリオ州では2014年に石炭火力の段階的廃止が完了している。

Ontario Power Generation社のAtikokan石炭火力発電所とThunder Bay石炭火力発電所は2015年にバイオマス発電へ転換した⁽¹⁶⁾。2018年には稼働率の低下とボイラ腐食の修繕にかかるコストが高いことを理由にThunder Bayバイオマス発電所は廃止された。カナダのアルバータ州のCapital Power社はGenesee石炭火力発電所を天然ガスコンバインドサイクル発電や100%天然ガス発電に転換している。

石炭火力発電所の燃料転換事例は、英DRAX社のように完全にバイオマス転換する例やカナダのようにガス火力に転換するなど地域に応じて様々である。

事例としては記載していないが、段階的に廃止した石炭火力の中には規制による廃止だけでなく、プラントの寿命が来て廃炉にしたものや、価格競争力がなくなったために閉鎖を決断したものも含まれる。

(2) バイオマス混焼の技術と課題

2030年発電効率43%達成に向けた技術オプションで示したものうちバイオマス混焼は、バイオマスが石炭火力との親和性が高いことから、比較的即効性のある解決策といえる。(一財)石炭エネルギーセンター(JCOAL)の調べによると⁽¹⁷⁾、石炭火力発電所の内、40基以上でバイオマス混焼の実績があるといわれており、混焼するためのプラント側の工夫や原料バイオマスの改質の工夫などを組み合わせることによって、バイオマス混焼が進められている。

以下、バイオマス混焼に関わる技術と課題について述べる。

①プラント側の工夫

・石炭ミルによる混合粉碎

微粉炭焚きボイラの石炭の搬送コンベアにバイオマスを数%混合し、石炭ミルで混合粉碎して、微粉炭バーナで燃焼する方法である。国内の混焼事例ではバイオマスの混焼率が3%程度の事例が多いことから、混焼率を大きく上昇させることは難しく、熱量ベースで2~3%が安定運転域と考えられる。

・バイオマスミルによる粉碎、混合燃焼

微粉炭焚きボイラの石炭ミルのうち最大半数を木質ペレットミルに改造、木質ペレットを熱量ベースの高比率(25~50%:バーナ総数の4分の1~2分の1)で混焼する方法である。専用ミルを石炭兼用とした例もあり、各社それぞれ燃焼に工夫を凝らしているが、当然、燃料系が2つになることから、燃料受入ヤードからバーナに至るまで2系列が必要となり、これらのコストアップも発電コストに影響を及ぼす。

・ 混焼の課題

バイオマス混焼による発電効率低下が問題になる。低炭素電力供給システムに関する研究会での試算⁽³⁾では、混焼率1%につき、発電効率が0.08%低下すると仮定されており、発電事業者としてはどこまで混焼率を上げるべきか、悩みの1つとなる。

②原料バイオマスの工夫

- ・ トレファクション（Torrefaction：半炭化、Torrefied Pellet／Black Pellet）は、炭化寸前の200～300℃程度の温度域でバイオマス燃料化する熱分解技術の1つで、石炭火力混焼率と輸送・貯蔵効率向上を目指したペレットの改良版である。チップ、ペレットとの性状の比較を表1に示す。

現在、出光興産⁽¹⁸⁾、日本製紙⁽¹⁹⁾、宇部興産⁽²⁰⁾などがトレファクション技術の導入に取り組んでいる。原料栽培からエネルギー利用のサプライチェーンを一貫した事業運営としてどのように進められるかを見守る必要がある。

・ 原料調達の課題と対策

原料の調達に目向けると、仮に、国内の既設の石炭火力にバイオマスを5%混焼する場合、少なくとも1,000万t/年のバイオマスが必要となると言われている⁽¹⁷⁾。今後混焼率を上昇、専焼発電所が増加すると、バイオマス原料の安定的な調達先の確

保が問題となる。国内原料の大量安定調達には限界があり、北米、東南アジアなどからの輸入に頼らざるを得ない。これに対し、Enviva社やPinnacle Renewable Energy社などからの大量調達も進んでいる⁽²¹⁾。

国内バイオマス発電大手のイーレックス^(株)は、前述の英DRAX社と同様に大手電力などから石炭火力発電所を買収し、環境負荷が少ないバイオマス発電に転換する。4基程度を、専用設備を導入して2022年以降の運転開始を目指すとしている⁽²²⁾。

買収した火力発電所は、順次30%から100%へと混焼率を上げ専焼とする方針であり、原料の調達（現地での栽培からの原料確保）までをサプライチェーンとして傘下に収め、年3回の収穫可能なソルガムを利用している。

バイオマス混焼／専焼の戦略は、原料栽培からエネルギー利用のサプライチェーンと、焼却灰の廃棄までの一貫した事業運営をどう見込むかが鍵となる。海外での燃料製造も単純な栽培と加工だけでは採算性に欠ける。現地のエネルギー事情への配慮、バイオマスの飼料としてのカスケード利用など、コストを下げる工夫や、廃棄物の取り込みなどの有効利用、輸送や貯蔵など複合的な判断のもと事業展開も必要になる。

表1 チップ、ペレット、トレファイドペレットの性状比較

種類	チップ	ペレット	トレファイドペレット
概要	木質原料を粗粉碎した燃料、製紙用が主体	事前に異物除去、粉碎・乾燥、圧縮成形した燃料	原料を焙煎もしくは蒸気爆砕して含水率を低下
含水率	35～50%	10%以下	1～3%
発熱量	10MJ/kg以上	16MJ/kg以上	20MJ/kg以上
粉碎性	△	○	◎
メリット	屋外貯蔵が可能、価格が安い	発熱量が高い 輸送性に優れる	発熱量がペレットより高く、発電所の改造が不要
デメリット	含水率が高く、発熱量が低い 含水率、形状等のばらつきも多い	屋外貯蔵には向かない 粉塵対策も必要 価格が高い	ペレットよりも割高 屋外貯蔵も可能 現在発展途上、大量調達は 今後に期待
評価	専焼発電にコスト的に有利	石炭混焼／混焼率に限り	石炭同様に扱える

（出所：各種資料を基に筆者作成）

5. 2050年のカーボンニュートラルを見据えた技術オプション

2050年のカーボンニュートラルに向けた技術オプションは、バイオマス、アンモニア、水素などの燃料に転換したり、石炭火力発電所の土地やインフラを利用して、太陽光発電、蓄電池設備、水素製造設備、圧縮空気エネルギー貯蔵装置（CAES）や蓄熱などエネルギー貯蔵設備、蓄熱オプションの1つである岩石発電などに事業を転換することが考えられる。これに加え、CCSや炭素回収・有効利用・貯留（CCUS）の併設なども考えられる。

環境省では令和3年度（2021年度）に「岩石蓄熱技術を用いた蓄エネルギー・サービス事業の実現可能性評価・検証委託業務」を実施している。蓄熱技術を用いることにより、石炭火力発電の蒸気タービンを活かして、CO₂フリーな電力を作り出すことも可能な技術の評価が始まったところである⁽²³⁾。

以下に、(株)JERAと電源開発(株)（J-POWER）が発表している2050年に向けた取り組みを紹介する。

① JERA アンモニア混焼技術

JERAは、図6の2020年に「JERA ゼロエ

ミッション2050」を示しており、石炭火力については非効率な発電所（超臨界以下）全台を停廃止すること、高効率な発電所（超々臨界）へのアンモニアの混焼実証を進める目標を掲げている。

政府が示す2030年度の長期エネルギー需給見通しに基づく、国全体の火力発電からの排出原単位と比べて20%減を実現するとも述べている⁽²⁴⁾。

また、JERAおよび(株)IHIは、(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の助成事業「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」（2021年6月～2025年3月）に採択され、JERAの碧南火力発電所4号機（発電出力：100万kW）において、2024年度にアンモニア20%混焼を目指す計画である。さらに、アンモニアの大量混焼を確実にを行うため、同発電所5号機（発電出力：100万kW）において、2021年8月から12月の間、実証用バーナの開発に必要な条件を確認する予定である。

② J-POWER のロードマップ

J-POWERは、J-POWER“BLUE MISSION 2050”⁽²⁵⁾を示しており、図7で分かるように、

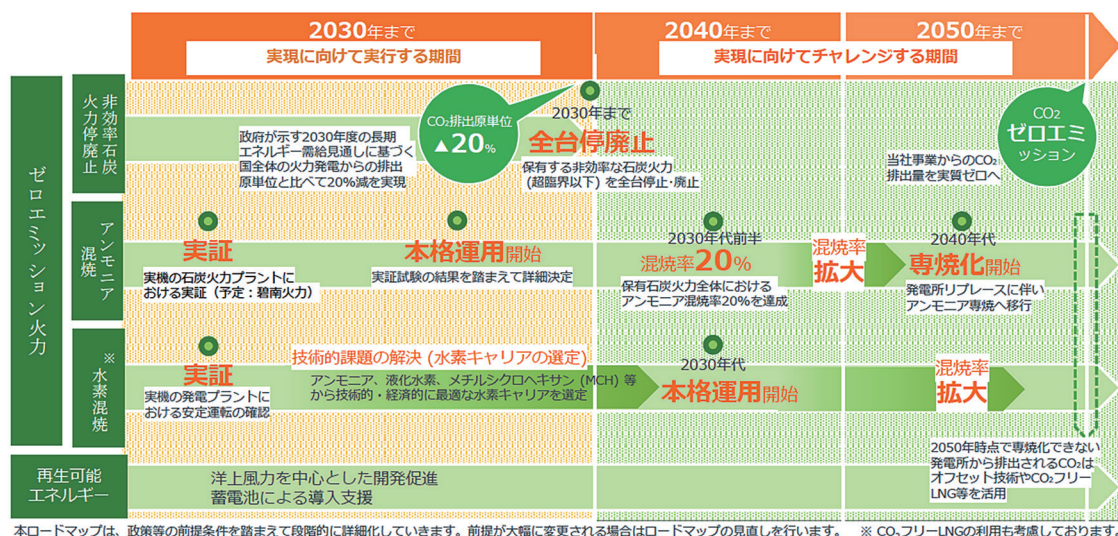


図6 JERA ゼロエミッション2050 日本版ロードマップ⁽²⁴⁾

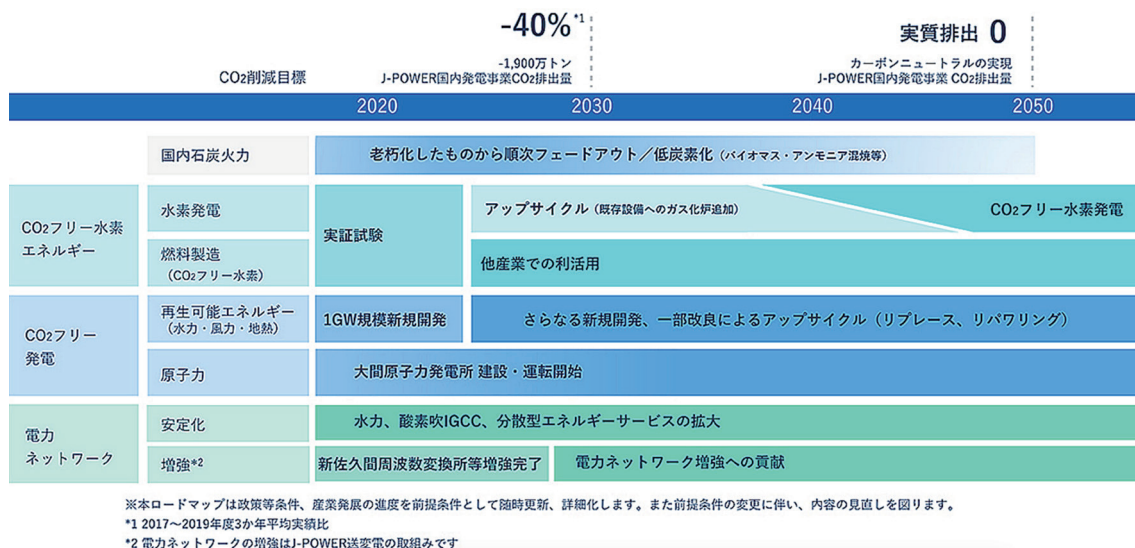


図7 J-POWER "BLUE MISSION 2050" (25)

2050年のカーボンニュートラルの実現に段階的に取り組む中で、そのマイルストーンとして、2030年のCO₂排出量を40%削減するとしている。

2050年の水素サプライチェーンとして、これまでの石炭から電気への転換から、石炭によるCO₂フリー水素製造とそれを利用した水素発電への移行を開始するとともに、多様な用途への水素供給による事業拡大の可能性も追及としている。

旧一般電気事業者およびJ-POWERのロードマップにはフェードアウトの記載の有無、バイオマスや水素・アンモニアの表現の網羅、

時期などに若干の違いはあるが、石炭火力削減の方針は一致している。

6. おわりに

これらの情報を基に石炭火力発電所の技術オプションを整理すると図8のように考えられる。

既に石炭火力新設の計画を断念し、バイオマス専焼に、また、既設の設備をバイオマス混焼／専焼へ切り替える事業判断に踏み切った事業者もあるが、今後、「第6次エネルギー基本計画」や炭素税導入検討など、より事業

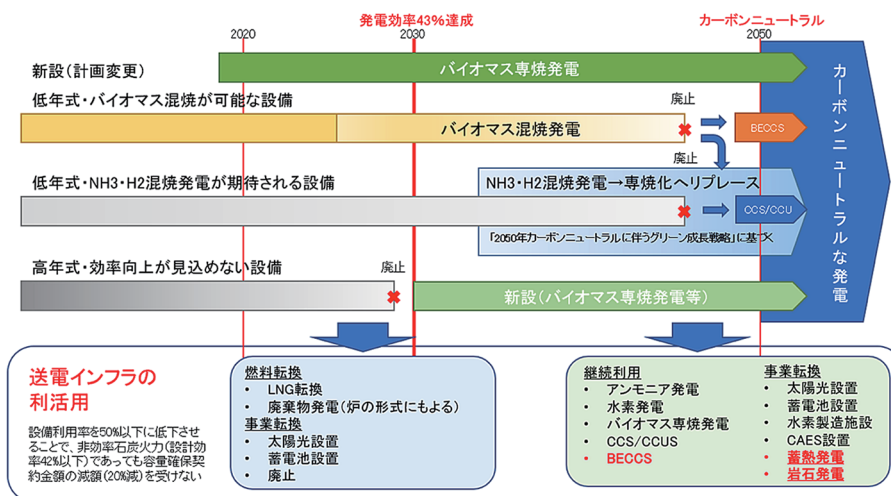


図8 石炭火力発電所の技術オプション

運営が見通しにくい時代となる。各事業者が2030年、2050年を目指し、どのような戦術を打ち出すか、見守る必要がある。

バイオマス利用には、大量調達への懸念や持続安定性のほか、現時点では、日本に運ばれた燃料は、発電所で燃焼時にCO₂が発生するが、日本の排出量としてはカウントされていないことや、ライフサイクルGHG評価はしていないなど将来的に不利に働く懸念材料もあるが、石炭火力の既存プラントを有効活用しつつ、CO₂削減することは当面間違いなく有効な手段だと考える。

既に述べたように、英DRAX社ではBECCSに取り組んでいる。バイオマスはカーボンニュートラルなので、バイオマスの燃焼によって排出されたCO₂はゼロカウントとなる。これを捕捉して貯蔵し排出しなければ、その分は更にCO₂を削減したと見做される。これは2050年以降の「国連気候変動に関する政府間パネル」(IPCC)のネガティブエミッションシナリオの切り札と位置付けられている。従い、バイオマス混焼を行なっている石炭火力発電所に将来CCSを設置すれば、石炭分のCO₂排出がゼロとなり、更にバイオマス分はマイナスになるという効果が期待できる。

当研究所の小野崎と橋崎は、既存の膨大なインフラであるLNGや石炭火力発電を活かしながら、日本においてゼロエミッションを実現する方策を検討した。その結果、海外の高再エネポテンシャル地域で安価な再エネを用いて製造するアンモニア、メタン、メタノールを併用して、エネルギーミックスを維持しつつ、CO₂排出ゼロエミッションを実現することが可能であることが試算された。過度に国内の再エネに頼ることなく、国際的なカーボンリサイクルを適用し、既存の火力発電設備を活用して、安定した電源が確保できることを明らかにしている⁽²⁶⁾。

英DRAX社のようにバイオマス戦略の要は、原料栽培からエネルギー利用のサプライチェーンを一貫した事業運営としてどう見込

むか、必要に応じたM & Aを含めた事業選択が鍵となってきそうだと。

これまで述べてきたように、石炭火力発電を取り巻く社会は、今、急激な変化を求めている。しかしながら石炭火力がこれまで受け持ってきた役割を忘れてはならない。

電力の安定供給に資する大きな発電容量を有することや調整力としての役割である。そして火力発電の中では最も発電コストが安いことも重要である。

今後、再エネの主力電源化を実現するためにも一定数の調整力を持った発電所の確保が必要と考えられるが、将来、水素、アンモニアの時代となり持続的・安定的に供給されるまでは、バイオマス利用は過渡期として必要なものと考えられる。

参考文献

- (1) 地球温暖化対策推進本部、日本の約束草案(2015)
- (2) 経済産業省、エネルギー基本計画(2018)
- (3) 経済産業省、石炭火力検討ワーキンググループ
- (4) 首相官邸、地球温暖化対策推進本部(2021)
- (5) 欧州委員会、2010/787/EU(2010)
- (6) Powering Past Coal Alliance (PPCA, 脱石炭連盟), <https://www.poweringpastcoal.org/>
- (7) 資源エネルギー庁、海外の石炭火力政策動向について(2020)
- (8) JCCCA、世界の二酸化炭素排出量(2018年)
- (9) IEA, Net Zero by 2050 -A Roadmap for the Global Energy Sector(2021)
- (10) 中部電力、プレスリリース(2019) https://www.chuden.co.jp/publicity/press/3272165_21432.html
- (11) 関西電力、福島いわきバイオマス発電所, https://www.kepc.co.jp/energy_supply/energy/newenergy/biomass/fiwaki.html
- (12) 住友商事、宮城県仙台市におけるバイオマス専焼火力発電所の着工について(2021), <https://www.sumitomocorp.com/ja/jp/news/release/2021/group/14580>
- (13) Drax, <https://www.drax.com/>
- (14) IEEFA, Conversion of 1,800MW Intermountain coal plant in Utah to 840MW gas-hydrogen facility moving forward(2020), <https://ieefa.org/conversion-of-1800mw-intermountain-coal-plant-in-utah-to-840mw-gas-hydrogen-facility-moving-forward/>
- (15) POWERGRID International, NRG Energy completes four coal to gas projects(2016) <https://www.power-grid.com/news/nrg-energy-completes-four-coal-to-gas-projects/#gref>
- (16) Canadian Biomass Magazine, From pellets to power:

- Inside North America' s first power plant to be converted from coal to biomass (2021), <https://www.canadianbiomassmagazine.ca/from-pellets-to-power/>
- (17) 塚本修, バイオマス発電と石炭火力発電の共存 (2017), <http://iju.jp/noutokaigi/kyokai/20170718tsukamoto.pdf>
- (18) 出光興産(株), ブラックペレット, <https://www.idemitsu.com/jp/business/coal/environment.html#environment01>
- (19) 日本製紙グループ, 統合報告書 2020 (2020)
- (20) 宇部興産(株), ニュース 木質バイオマス炭化燃料実証設備の建設について (2018), https://www.ube-ind.co.jp/ube/jp/news/2018/20180419_02.html
- (21) 満田夏花, 大規模バイオマス発電の問題点 (2021), https://www.foejapan.org/forest/biofuel/pdf/210124_Mitsuta.pdf
- (22) 日本経済新聞, イーレックス, 石炭火力発電所買収へバイオマスに転換 (2021), <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC09EBR0Z00C21A6000000/>
- (23) 環境省, 令和3年度岩石蓄熱技術を用いた蓄エネルギー・サービス事業の実現可能性評価・検証委託業務 (2021), https://www.env.go.jp/kanbo/shotatsu/20210415_115137.html
- (24) JERA, JERA セロエミッション 2050 (2020), <https://www.jera.co.jp/corporate/zeroemission>
- (25) J-POWER, BLUE MISSION 2050 (2021), <https://www.jpowers.co.jp/bluemission2050/>
- (26) 小野崎 正樹, 橋崎 克雄「火力発電の脱炭素化に向けたカーボンリサイクル活用の検討」, 火力原子力発電 (2021)