

2020 年度 政策提言書

「地球環境に対応したコールフロンティアを目指して」概要

2021 年 2 月 (一財) 石炭エネルギーセンター(JCOAL)

1. カーボンニュートラルに向けた石炭火力の位置づけ

- ・石炭火力は、自然災害等への強靱性・供給安定性を有するとともに、再エネ主力電源化を支える調整力のある電源であり、スクラップ&ビルドにより一定容量の維持が必要。
- ・非効率石炭火力フェードアウトの定義については、CO₂ 削減、電力安定供給、地域経済への貢献、産業分野での熱供給発電の総合効率や緊急用電源としての役割等を加味した合理的な評価が必要。

2. CO₂ 排出削減に向けた CCUS/カーボンリサイクルを含めた“革新的 CCT”の推進

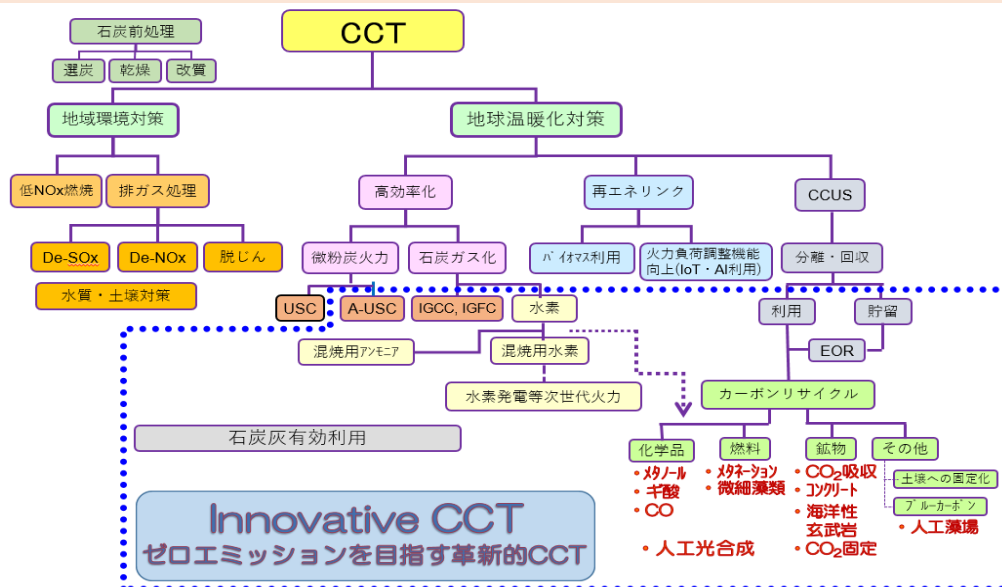
- ・カーボンニュートラルに向け、発電分野ではバイオマス、水素、アンモニア利用等の推進が重要。製鉄やセメント製造など産業分野における CO₂ 削減技術の開発への取組も必要。
- ・十分な財源を確保しつつ日本のリーダーシップで、個別技術の開発と実用化の強力な推進が重要。
- ・国内外の英知の結集と産官学が協力する体制作りを進め、CCUS/カーボンリサイクルを含めた“革新的クリーン・コール・テクノロジー(CCT)”の開発を加速することが重要。
- ・国内 CCS の実現に向けた貯留適地調査の加速が必要。

3. 海外への日本のクリーン・コール・テクノロジー展開

- ・日本の信頼性の高い高効率・低排出化技術の海外への普及・展開が、これからも石炭を必要とする国・地域における地域環境・地球環境の改善対策として重要。
- ・技術の導入、普及に際して、相手国の環境改善となる環境規制強化への政策支援が必要。

4. 石炭の安定供給確保・人材育成支援・広報活動強化

- ・石炭の安定供給の確保や新規供給国の開拓、関連人材育成支援、石炭広報活動強化が必要。



コールフロンティアを目指した“革新的クリーン・コール・テクノロジー (CCT)” の体系図

2020年度 政策提言書

地球環境に対応した クールフロンティアを目指して

2021年2月

JCOAL

(一般財団法人 石炭エネルギーセンター)

【提言骨子】

石炭は、安定供給性や経済性に優れた世界のエネルギー・ミックスの一翼を担う資源である。国際エネルギー機関（IEA）によれば、石炭の利用は将来に向けて微減となるものの2040年に世界の一次エネルギーの2割、電力の3割を供給する（IEA World Energy Outlook 2020、公表政策シナリオ）と予測しており、主要なエネルギー源として引き続き重要である。

一方、石炭は他の化石エネルギーに比べて燃焼時のCO₂排出量が多いというデメリットがあり、パリ協定に基づく温暖化ガス削減への取組においては、欧州を中心に脱石炭の動きが強まっている。我が国のエネルギー基本計画においては、再生可能エネルギーの主力電源化とともに非効率な石炭火力のフェードアウトがうたわれているが、非効率設備を高効率設備に置き換えるスクラップ&ビルドの視点が不可欠である。

SDGsの目標の一つであるエネルギーアクセス改善の観点においても、途上国を含めたすべての人々にaffordable、reliable、sustainableそしてmodernなエネルギーへのアクセス確保が求められていることから、供給安定性や経済性に優れた石炭の果たす役割は大きい。

2020年10月の所信表明で菅首相が示した「2050年カーボンニュートラル達成」に向けて、“革新的クリーン・コール・テクノロジー（CCT）”開発の更なる加速のための支援要請を含め、以下を提言する。

1.カーボンニュートラルに向けた石炭火力の位置づけ

エネルギー自給率の低い我が国においてエネルギー・ミックスは重要である。中でも石炭火力発電についてはベースロード電源として非効率設備から高効率設備へのスクラップ&ビルドを行いながら、一定の容量を維持していく必要がある。また、再生可能エネルギーの主力電源化を支える調整電源としての役割は、今後更に大きくなるため、その経済性とともに、大規模自然災害時における安定供給の観点から、石炭が持つ強靱性も評価するべきである。

非効率石炭火力フェードアウトの定義については、発電効率のみならず、バイオマス混焼比率や自家用発電設備としての熱利用も含めた総合効率や経済性、操業安定性や非常電源としての地域貢献等を加味した合理的な評価をすべきである。また、事業者・自治体に対するスクラップ&ビルドへの税制優遇等の支援により、地域毎の電力安定供給力の確保や雇用・経済への影響を考慮する必要がある。

2. CO₂排出削減に向けたCCUS/カーボンリサイクルを含めた“革新的CCT”の推進

発電分野では、カーボンニュートラルに向け、バイオマス利用、水素やアンモニア利用等を推進する必要がある。また、製鉄やセメント製造など産業分野におけるCO₂削減技術の開発にも取り組む必要がある。そのためには、十分な財源を確保しつつ、我が国がリーダーシップをとり、供給安定性やコストの問題を含め、個別技術の開発と実用化を強力的に推進していくことが重要である。

具体的には、国内外の英知の結集と産官学が協力する体制作りを進め、カーボンニュートラルを目指すCCUS/カーボンリサイクルを含めた“革新的クリーン・コール・テクノロジー”の開発を加速することが重要である。さらに、国内CCSの実現に向けた貯留適地調査の加速が必要である。

3. 海外への日本のクリーン・コール・テクノロジー展開

我が国では、石炭利用に伴う SO_x、NO_x、ばいじん等への対策は地域環境対策として解決済の課題であるが、多くの国では十分な対策が実施されていない。今後、石炭によるエネルギー供給が必要な発展途上国等に対し、こうした環境対策のためのシステムを導入するとともに、その運転・保守管理技術を着実に普及させることが基本的な課題である。

その上で、我が国の信頼性の高い高効率化技術をこれらの発展途上国等へ展開することが現実的な地球レベル・世界レベルでの CO₂ 排出削減対策となる。

また、技術の導入・普及に際しては、相手国の環境改善を目的とした環境規制厳格化などの政策支援も必要である。

4. 石炭の安定供給確保、新規供給国の開拓

最近の石炭投資へのダイバーストメントの動きの中で供給構造の変化が顕在化してきており、石炭の安定供給を確保していくためには、主要産炭国との友好関係の構築、維持、深化が不可欠である。

また、石炭の戦略的な供給体制を確保すべく、我が国の企業が産炭国において権益を取得していくことも重要であり、海外で実施する探査、調査等の充実・強化等への支援が必要である。

5. 石炭関連人材育成への支援の強化

石炭・非鉄・石灰石等の業種横断的連携により、継続的な人材育成活動の推進が重要である。

また、国内の生産現場が縮小していることから、産炭国の炭鉱、石炭関連施設等において研修を実施しており、これら国家間を超えた人材育成活動には政府機関の支援も必要である。

同様に、世界全体の CO₂ 排出削減に寄与するクリーン・コール・テクノロジーや CCUS/カーボンリサイクルの普及に向けた人材育成も重要であり、研修機能の充実・強化が必要である。

6. 石炭広報活動の強化

そもそも、石炭は歴史的に人類文明の礎であり、現在も製鉄原料や発電燃料等として我々の生活に必要不可欠なものである。

また、日本の石炭関連企業は、世界でも最高レベルのクリーン・コール・テクノロジーを有しており、カーボンニュートラルに向けた“革新的クリーン・コール・テクノロジー”の開発に挑戦しつつある。

エネルギー・ミックスの中で石炭が担う役割を広く国民に理解してもらうため、広報活動への積極的な取組が必要である。これらの取組を石炭利用国や WCA 等の国際機関等と連携して進めるとともに、国際会議等の場や SNS などのツールを活用し、事業者にも一般市民に対しても、わかりやすく情報発信していくことが重要である。

以 上

【地球環境に対応したコールフロンティアを目指して】

はじめに

1. カーボンニュートラルに向けた石炭火力の位置づけ
2. CO₂排出削減に向けた CCUS/カーボンリサイクルを含めた“革新的 CCT”の推進
3. 海外への日本のクリーン・コール・テクノロジー展開
4. 石炭の安定供給の確保、新規供給国の開拓
5. 石炭関連人材育成への支援の強化
6. 石炭広報活動の強化

【参考資料】

- 図1. 世界の資源別エネルギー需要見通し
- 図2. 革新的クリーン・コール・テクノロジー（CCT）の体系
- 図3. 日本の石炭供給の動向
- 図4. 日本の発電電力量構成の推移
- 図5. イノベーション・アクションプランの概要
- 図6. カーボンリサイクル技術ロードマップ

はじめに

石炭は、安定供給性や経済性に優れた世界のエネルギー・ミックスの一翼を担う資源であり、世界の一次エネルギー需要においてその 26%（2019 年実績）、更に発電部門ではそのエネルギー需要の 44%を占める¹。

2020 年の IEA の見通しの内、これまで各国から公表された政策や目標を反映した「公表政策シナリオ」では、一次エネルギー需要量全体及び CO₂ 排出量は微増していくが、2040 年の石炭の比率は 20%を下回ると予想している(図-1A)。また、電力地域別の石炭需要量は 2040 年に向けて微減していくが、2040 年においても世界の電力需要の 31%²を支えるエネルギーとして重要である(図-1B)。なお、2040 年における石炭需要量の約 85%はアジア及びオセアニアでのエネルギー需要と想定されている(図-1C)。

一方、石炭は他の化石エネルギーに比べて燃焼時の CO₂ 排出量が多いというデメリットがあり、各地域・国ごとにパリ協定に基づく温暖化ガス削減への取り組みを行っているなかで、欧州を中心に脱石炭の動きが強まっている。

欧米の機関投資家を中心に、投資判断において ESG（環境、社会、ガバナンス）を重視する傾向にあり、一部の機関投資家は石炭火力からの資金の引き上げ(ダイベストメント)を進めるとともに、資産運用会社は投資先企業への環境重視を働きかけ改善を促す活動も見られる。国内のメガバンク等においては、海外のこのような動きに追従して、新設石炭火力への融資は原則行わない等のスタンスを示す一方、エネルギー安定供給に必要不可欠であり、かつ、温室効果ガスの削減を実現するリプレースメント案件等に対しては、慎重に検討した上で融資を行うと表明している。

我が国のエネルギー基本計画でも再生可能エネルギーの主力電源化と非効率石炭火力のフェードアウトがうたわれているが、エネルギー安定供給の観点から、“革新的クリーン・コール・テクノロジー（Innovative CCT、図-2）”³によるプラント高効率化や CO₂ の分離・回収・利用・貯蔵（CCUS）、カーボンリサイクルの推進等、低炭素化に向けた技術革新が進められている。非効率石炭火力設備を高効率設備に置き換えるスクラップ&ビルドを計画的に実施し、将来にわたる石炭の位置づけを明確にすることが重要である。

¹ IEA World Energy Outlook 2020（2020.10.13 発行）より引用。本資料では、「公表政策シナリオ」「遅延回復シナリオ」「持続可能な開発シナリオ」「2050 年までの正味ゼロ排出量シナリオ」下のエネルギー需要見通し等を想定している。

² IEA World Energy Outlook 2020、公表政策シナリオ

³ CCUS/カーボンリサイクル等、ゼロエミッションを目指すクリーン・コール・テクノロジーを革新的 CCT（Innovative CCT）と JCOAL にて表現した。

世界全体での気候変動問題とエネルギーアクセス改善問題の同時解決には、今後とも石炭を必要とする国々と協力・連携する必要がある。SDGs が示す「誰も置き去りにしない、持続可能で多様性と包摂性のある社会の実現」のために、途上国を含めたすべての人々に affordable、reliable、sustainable そして modern なエネルギーへのアクセスを供給安定性や経済性に優れた石炭を通じて確保することが必要である。

さらに、2020年10月の菅総理の所信表明演説では2050年までにカーボンニュートラルを目指す方針が示されたが、“革新的クリーン・コール・テクノロジー”開発と実用化に向けた更なる取組が必要である。

石炭が引続き必要なエネルギー資源として果たすべき役割があること、石炭の利用によってSDGsに貢献しつつ、“革新的クリーン・コール・テクノロジー”の活用によるカーボンニュートラルに挑戦することが重要であると認識して、以下を提言する。

1. カーボンニュートラルに向けた石炭火力の位置づけ

我が国の2018年度の石炭消費量は約1.8億トン(図-3)で、内訳はおよそ電力63%、鉄鋼31%、窯業・土石6%であるが、ほぼ全量(99%以上)を海外から輸入している。我が国のエネルギー事情を考えると、他国に比べて極端に低い自給率や、送電網やガスパイプラインに海外との接続や連携が無い島国であるという現状から、エネルギーの安定供給には特定のエネルギーに過度に頼らないエネルギー・ミックスが重要である。

2018年7月に発表された「第5次エネルギー基本計画」において、3E+S(安全性[Safety]を前提に、エネルギーの安定供給[Energy Security]、経済効率性の向上[Economic Efficiency]、環境への適合[Environment])の原則の下、石炭火力については、2030年のエネルギー・ミックスにおいて電源構成比率26%程度とすること、及び再生可能エネルギーの主力電源化に向けて、非効率な石炭火力⁴をフェードアウトさせることが示された。再生可能エネルギーについては、台風や集中豪雨などの自然災害により機能しなくなるリスクがあることから、供給力

⁴ 2020年7月の経済産業大臣の非効率石炭火力のフェードアウトの具体化指示時点の非効率石炭火力の状況：石炭火力発電プラントの種類と発電効率(高位発熱量、送電端と想定)は、亜臨界圧(SUB-C)：発電効率38%以下、超臨界圧(SC)：38~40%程度、超超臨界圧(USC)：41~43%程度、石炭ガス化複合発電(IGCC)：46~50%程度、石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)：55%程度。(経産省、総合資源エネルギー調査会、電力・ガス事業分科会等資料)。次頁続石炭火力発電プラントの内、亜臨界圧及び超臨界圧が、非効率石炭火力と仮設定された。現在、国内の発電電力量の約32%が石炭火力からの供給とされ、この内、16%(114基)分はSUB-C+SC、13%(26基)分はUSC+IGCC、3%分は自家発自家消費となっている。

確保の面から、自然災害に対して強靱性を有する石炭火力について、再生可能エネルギーを支える調整力のある電源としての運用面とともに、災害発生時の供給力確保の面からも計画的に維持していく必要がある。

非効率石炭火力のフェードアウトにあたっては、非効率設備を高効率設備に置き換えるスクラップ&ビルドを計画的に実施する必要がある。

また、フェードアウトの対象となる非効率石炭火力設備の定義は、発電効率のみならず、バイオマス混焼比率、自家用発電設備として熱利用と発電利用を合わせた総合効率や、経済性、操業安定性や非常電源としての地域への貢献等を加味した合理的な評価をすべきである。また、事業者・自治体に対するスクラップ&ビルドの際の税制優遇等の支援により、地域毎の電力の安定供給力の確保や雇用・経済への影響等を十分に考慮する必要がある⁵。

例えば、CO₂ 排出量の削減に貢献するバイオマス燃料等の混焼が可能なプラントの中には、発電効率が低い小規模設備容量の亜臨界圧または超臨界圧プラントが運用されているものもある。しかし、自家消費や地域への熱電供給力を担っている場合や、再生可能エネルギーからの電力供給を優先するための予備電源として、出力抑制による発電実績効率の低下となる場合もあり、留意が必要である。

2. CO₂ 排出削減に向けた CCUS/カーボンリサイクルを含めた“革新的 CCT”の推進

カーボンニュートラルに向け、バイオマス利用、水素やアンモニア利用、製鉄やセメント製造など産業分野における CO₂ 削減技術の開発、CCUS/カーボンリサイクル等の技術開発を産学官共同で進めることが重要であり、国による資金支援及び政策支援を加速し、個別技術の開発と実用化を強力に進めるべきである。

とりわけ、水素は、燃料として利用した場合に CO₂ を排出しないだけでなく、エネルギーキャリアとして再生可能エネルギー等を貯蔵、輸送、利用できる特性も備えており、海外の豊富な再生可能エネルギーや褐炭等の未利用エネルギー資源の活用が期待される。エネルギー資源の乏しい日本にとって、水素はエネルギー安全保障及び温暖化対策の切り札として位置づけられている。水素利用にあたっては、EU を中心にグリーン/ブルー/グレーなど単なる水素の製造プロセスによる識別⁶

⁵ 評価指標として、SC、USC 等の単なる発電方式や設計効率、需給状況に応じたプラント運用のために発電量が抑制され機器性能が十分には発揮されていない発電実績効率等、様々なケースがある。また、バイオマス混焼の取組、地域の熱・電気供給状況等、多角的に評価手法を検討して適切に評価される必要がある。

⁶ グリーン：再生可能エネルギー由来の電力を利用して水を電気分解して生成される水素。ブルー：CO₂ 回収・貯蔵プロセス（CCS）の過程で生成される水素。グレー：化石燃料を原料とし、生成過程で CO₂ が大気中に放出される水素。

がなされる動きがあるが、これらは製造に伴う実質的な CO₂ の排出量によって区別されるべきものである。

また、カーボンリサイクル政策は極めて重要であり、2019年6月に「カーボンリサイクル技術ロードマップ」(図-6)が示された。同年9月に開催された第1回カーボンリサイクル産学官国際会議において発表された我が国の「カーボンリサイクル3Cイニシアティブ」⁷の取組が進捗し、2020年10月の第2回同国際会議において、カーボンリサイクルの意義と取組進捗・今後の方向性が発信され、カーボンリサイクルについての日米間の新たな協力覚書締結⁸、国際連携強化への取組が共有された。本分野は日本の技術的強みが発揮できる分野でもあり、イノベーションにより、CO₂削減策として大きく貢献できるものである。

広島県大崎上島で開始された「カーボンリサイクル実証研究拠点整備事業」では、国内外の英知の結集と世界に向けた情報発信が期待されている。今後、こういった拠点設備は他地域へも展開されることにより、地方創生にも貢献することが望ましい。温室効果ガスの国内外での排出削減に貢献するために2020年1月に策定された「革新的環境イノベーション戦略」⁹(図-5)等、日本のリーダーシップでCO₂削減を世界に広める取組みを、今後強力に推進することが重要である。

【発電分野の高効率化・次世代技術】

火力発電技術の高効率化・次世代化は、省エネの推進や再エネの導入拡大とともに、エネルギーセキュリティの向上やエネルギーコスト削減の観点から重要な課題である。石炭をガス化しガスタービンと蒸気タービンの2段階で発電することで発電効率を向上させる石炭ガス化複合発電(IGCC)については、福島県の勿来では2020年6月から石炭ガス化試運転を開始し、広野は2021年の運転開始予定である。また、広島県の大崎クールジェンプロジェクトは、2019年度よりCO₂分離・回収型IGCCの実証運転を開始し、石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)

⁷ カーボンリサイクル技術開発において、非連続なイノベーションを加速度的に推進するための3つのアクション、①相互交流の推進("C" aravan)、②実証研究拠点の整備("C" enter of Research)、③国際共同研究の推進("C" ollaboration)に取組む方針。

⁸ 日米両政府が、火力発電所などで化石燃料から生じる二酸化炭素を回収・再利用する「カーボンリサイクル」技術の共同研究を進める協力覚書を2020.10に締結した。

⁹ 本戦略は、世界全体でのGHGの排出削減のため、非連続なイノベーションにより社会実装可能なコストを可能な限り早期に実現することを目指した行動計画で、①イノベーション・アクションプラン(GHG削減につながる5分野・16技術課題・39テーマについてコスト目標、技術ロードマップ、実施体制等を明確化)、②アクセラレーションプラン(①を実現するための研究体制や投資促進策等提示)、③ゼロエミッション・イニシアティブ(社会実装に向けてグローバルリーダーとともに発信し共創し、本戦略で過去のストックベースでCO₂削減(ビヨンド・ゼロ)の実現を目指す)の3部構成の内容となっている。

¹⁰の実証事業も開始されている。さらに、微粉炭火力の更なる高効率化に向けた A-USC（先進型超々臨界圧発電）等、次世代石炭火力¹¹の早期実用化に向け、継続した支援が必要である。

[次世代水素利用技術]

水素社会実現に向けた取組では、燃料電池水素自動車、家庭用・事業用燃料電池等が市場普及で先行しつつ個々の技術開発が進展しているが、さらに、発電用エネルギー代替など大規模利用には以下の次世代水素利用技術を加速していくことが重要であり、国による資金支援及び政策支援の強化が必要である。

水素は、安価で大量に製造が可能な未利用褐炭等の活用が期待され、国家プロジェクトの技術実証事業¹²として、豪州褐炭水素等を利用した大規模な水素サプライチェーン構築実証事業が進捗している。

豪州ビクトリア州の褐炭プロジェクトでは、ガス化して水素製造時に発生するCO₂を分離回収・貯留（CCS）することにより、豪州でCO₂フリー水素とする計画であり、その実現に向けて、日本国政府と豪州連邦・ビクトリア州政府との協力関係の構築が重要である。

有機ケミカルハイドライド事業では、水素を供給地から需要地へ輸送する国際間サプライチェーン構築の実証試験が2020年6月から開始されている。

また、水素キャリアの有望な候補の一つであるアンモニアは、官民によるアンモニア混焼を含めた利用の拡大、及び低コストでの安定供給等の取組が始まっており、2019年4月に設立されたグリーンアンモニア協議会¹³にはJCOALも会員団体として協力している。

¹⁰ IGFC（IGCCとSOFCを組み合わせたトリプル複合発電）とCO₂分離・回収を組み合わせた革新的低炭素石炭火力発電の実現を目指す目的で大崎クールジェンにてNEDO助成事業として実証事業が開始されている。

¹¹ 次世代技術事例、酸素水素タービン：高効率で経済性も期待される1400度級発電システムの基盤技術開発について、酸素水素燃焼タービン発電の2040年以降の社会実装を視野に課題抽出するNEDO事業が開始されており、水素社会の実現への成果が期待される。JCOAL、東工大、大阪大、産総研、JAXA、他、民間事業者が参画している。

¹² 2015年に開始された国家プロジェクト（NEDO助成事業）。褐炭水素、有機ケミカルハイドライド、大型及び小型の水素ガスタービンの技術開発実証事業。2030年頃の安定的かつ大量な水素供給体制確立を目指し2020年において商用レベルの1/100程度のプロトタイプ規模（数千万Nm³規模）のサプライチェーンを構築しシステムとして技術を確立する。

¹³ 本協議会は、アンモニアエネルギーの利用技術の社会実装に加え、CO₂フリーアンモニアの供給から利用までのバリューチェーン構築を目指し、技術開発・評価、経済性評価、政策提言、国際連携などに係る産学官のプラットフォームとして精力的に活動していく方針を掲げている。

[再生可能エネルギー利用と石炭火力のリンク（再エネリンク）]

国・地域によっては再生可能エネルギー利用の増加に伴い石炭火力がミドル電源として利用されることも考慮し、再生可能エネルギー利用とリンクして負荷変動に対応するシステム作り（IoT・AIの活用等による火力負荷調整機能向上）が必要である。

また、木質等のバイオマス燃料は、石炭との混焼がCO₂排出削減策の一つとなり重要であるが、国内未利用木材の確保が最大の課題となっている。経済産業省、農林水産省や環境省をはじめとする関係省庁と一体となり、林業関係者へのインセンティブや、成長が早くかつ燃料専用として活用するための早生樹プランテーション育成などを通じて、国内バイオマスの安定供給確保に努める必要がある。また、バイオマス混焼比率向上のため、バイオマス半炭化などの技術開発やバイオマスの地産地消に資する地域創生プロジェクトを展開することが重要である。既設石炭火力へのバイオマス混焼については、地産地消が基本であるが、海外から木質ペレット等を輸入する場合は、現地で森林破壊などが起きないように森林認証等の国際連携が重要である。

[CO₂の分離・回収]

CO₂の分離・回収については、広島県の大崎クールジェンにおける実証試験の継続等、研究・技術開発が進展しているが、CO₂貯留やカーボンリサイクルに繋げるためには、大幅な低コスト化が必要である。固体吸収法や膜分離法あるいはCO₂分離回収型化学燃焼技術（ケミカルルーピング）など、産業用として市場性を高められる可能性のある技術の開発が重要である。

[CCS]

CO₂の貯留については、国内では、我が国初の大規模CCS実証試験の苫小牧プロジェクトが2019年11月に累計圧入量30万トンを達成し、現在、モニタリング試験を継続実施中である。今後のCO₂の新たな貯留地点の調査選定作業の着実な実施とその加速が重要であるが、CO₂の発生地点と貯留地点が必ずしも近距離とは限らず、移動のためのツールとしてCO₂輸送等の流通システムの具体化が急がれる。また、CO₂を鉱物固定する技術について、海外の研究成果などから海洋性玄武岩によるCO₂固定化等が期待され、国内でも固定化のメカニズムや貯留地

点の基礎調査が必要である。GCCSI¹⁴等の国際機関と連携しながら、日本においても、太平洋南鳥島付近の海底下の貯留を想定しつつ、地下におけるCO₂の挙動把握を含めたCCSの総合的な研究開発を実行していくことが重要である。

[CCU/カーボンリサイクル]

回収したCO₂を資源として再利用するカーボンリサイクルの実証研究の一つとして、NEDOが大崎クールジェンの敷地内で研究拠点化事業の整備を開始した。大崎クールジェンのIGCCから分離回収されるCO₂を活用し、CO₂の炭酸塩化を利用したコンクリート製品の製造や、化学品や燃料等を製造する技術開発などが期待される。

また、ダイヤモンド電極によるギ酸製造等、CO₂を炭素資源として多様な炭素化合物として再利用するための色々な研究が進捗しており、今後注目される。

さらに、CO₂削減については地球規模での取組として海外との連携が重要である。米国ワイオミング州では革新的省エネ型CO₂分離技術実証や固定化実証事業、中国では榆林経済技術開発区をモデル地域としたカーボンリサイクル技術/メタネーションの国際実証等が推進されている。特に世界最大のCO₂排出国である米国と中国において、日本の協力の下でカーボンリサイクル事業が推進されることは重要である。

海洋における海草などのCO₂吸収・固定（ブルーカーボン¹⁵等）については、海洋国日本として重要であり、普及拡大のため、国交省など関係機関と連携しながら、民間企業が参入しやすいルール作りを早急に進める必要がある。

民間ベースのカーボンリサイクルへの取組では、2019年8月に「一般社団法人カーボンリサイクルファンド¹⁶」が設立され、カーボンリサイクルに係る広報活動や研究助成活動にイノベーション創出への期待がかかっている。

¹⁴ グローバル CCS インスティテュートは、国際的な気候変動目標の達成と 2050 年までにネットゼロへ到達する為に CCS（二酸化炭素回収・貯留）における世界的な権威組織で、会員構成は政府、グローバル企業、民間産業、学界と多岐にわたる。

¹⁵ 海洋において海草などが吸収・固定する炭素は「ブルーカーボン」と称される（2009. 国連環境計画[UNEP]）。JCOAL は人工藻場（魚礁）の実用化を秋田県岩館漁港にて実施中であり、全国展開を検討中。また、秋田県から「洋上風力発電設備への石炭灰利用に関する適用可能性調査」を受託し継続試験中である。

¹⁶ 本法人は、地球温暖化問題と世界のエネルギーアクセス改善の同時解決を目指し、カーボンリサイクルに係る研究助成活動や広報活動等により、カーボンリサイクルイノベーション創出支援を行うため、民間ベースで設立された。小林喜光 会長（(株)三菱ケミカルホールディングス 取締役会長）、北村雅良 副会長（電源開発(株) 特別顧問）。

【その他】

[製鉄技術等]

石炭は製鉄原料としても重要であり、我が国の製鉄技術は世界で最もエネルギー効率が優れている。革新的なコークス代替還元材料（フェロコークス）や COURSE50¹⁷等の省エネルギー化や低炭素化技術の進化を図っていくことが重要である。加えて、製鉄プロセスで発生する副生ガスの熱源としての利用のみならず、化学品の製造に活用していくことも重要である。

[石炭灰]

石炭は燃焼後、石炭重量比約 1 割の石炭灰が残る。現在のところ発生量の約 7 割がセメント分野で利用されているが、セメント分野以外も含め、一層の石炭灰有効利用を促進していく必要がある。制度面においては、JIS 等の規格化、利用ガイドラインの作成などにより、石炭灰を利用しやすい環境を整えていくべきである。

また、日本では IGCC の稼働開始に合わせて、石炭ガス化スラグの規格化の整備を行っている。JIS 規格原案作成委員会（事務局：JCOAL）での原案作成に基づき、2020 年 10 月に規格化され、今後の有効利用拡大が期待される。

コンクリートの主な構成材料であるセメントの代替材料として、石炭灰や副生消石灰を原料とする特殊混和材（CO₂ 吸収コンクリート）等、環境負荷低減に貢献しうる石炭灰利用の新技术開発の継続も重要である。

さらに、石炭灰有効利用に関する日本の技術や経験を活かした開発・実証事業を海外のニーズに合わせて進め、今後石炭灰発生量が増加する見込みであるインドネシアやベトナム等アジア地域を中心とした海外への事業展開も重要である。

[自然発熱性評価法の標準化]

石炭の自然発熱のメカニズム解明や信頼性と経済性を兼ね備えた対策技術の確立、発熱性評価法の国際標準化 (ISO) に向けた取組も重要である。石炭の安全な運搬・利用・管理のために適切な自然発熱性評価方法の標準化が求められており、海上輸送時の管理を想定した ISO や IMO に関する関係国の動向にも注意が必要である。

¹⁷ CO₂ 排出の抑制と、CO₂ の分離・回収により、CO₂ 排出量を約 30%削減する技術を開発し、2030 年頃までに技術を確認し、2050 年までの実用化・普及を目指すため、NEDO「環境調和型製鉄プロセス技術開発」として、取組を継続中。

3. 海外への日本のクリーン・コール・テクノロジー展開

我が国では、石炭利用におけるSO_x、NO_x、ばいじん等について、既に、地域環境対策クリーン・コール・テクノロジーとして解決済の課題であるが、多くの国では十分な対策が実施されていない。今後、石炭によるエネルギー供給が必要な発展途上国等に対し、こうした環境対策のための装置を整備するとともに、その運転・保守管理技術を着実に普及させることが基本的な課題である。

その上で、我が国の信頼性の高い高効率化クリーン・コール・テクノロジーを、今後も経済発展に伴い石炭使用量の増加が見込まれる発展途上国等へ展開することが世界レベルでの現実的な地球温暖化対策となる。仮に、我が国のクリーン・コール・テクノロジーを国内での利用のみにとどめた場合には、世界に効率の低い設備が普及することとなり、世界全体のCO₂は更に増大することとなる。対象国政府・関係機関の適切な関与のもと、必要に応じて港湾等のインフラ整備も含め、戦略をもって、パッケージとして発電所プロジェクトの展開を図ることが重要となってくる。

この様な海外展開については、先進国、発展途上国、地域によってエネルギー政策等の状況が異なるため、事前にニーズを十分に把握し、JCMの制度等を活用しつつ、戦略的に実施することが重要である。

また、「石炭火力輸出への公的支援に関する有識者ファクト検討会」が2020年4～5月に開催され、石炭火力に係る業界団体（電力、プラントメーカー、JCOAL等）へのヒアリングにおいて、日本メーカーの強み（超低排出環境技術、高効率発電のシステム、プラントの保守運用、石炭灰等の廃棄物のリサイクルシステム等）が再認識された。これに基づき、石炭を利用せざるを得ない相手国の環境改善やCO₂排出削減に資する選択肢を提案していくと共に、支援のための資金協力が必要である。特に、世界の石炭消費量の約半分を占める中国との関係は重要であり、発電のみならず、石炭化学分野での協力関係を進展させるとともに、日中共同等による第三国支援等に取り組むことが重要である¹⁸。

¹⁸ 経協インフラ戦略会議において、インフラ海外展開に関する新戦略の骨子が策定され、「脱炭素移行政策誘導型インフラ輸出」として、我が国のUSC、IGCC、CCUS/カーボンリサイクル等の最先端技術を活用した支援の推進が謳われた（2020年7月9日）。また、インフラ海外展開懇談会において、エネルギー及びデジタル最終とりまとめ結果が公表され、インフラシステムの海外展開し、単なる技術・機器の輸出から価値共創への変革等が謳われた（2020年11月20日）。さらに、首相官邸の経協インフラ戦略会議からインフラシステム海外展開戦略2025が公開された（2020年12月10日）。

4. 石炭の安定供給確保、新規供給国の開拓

最近の石炭投資へのダイブストメントの動きの中で、世界的な石炭供給体制の寡占化等、供給構造の変化が顕在化してきており、良質な原料炭や一般炭の資源的制約も強まる中、経済性に優れた石炭の安定供給に大きな影響を及ぼす可能性がある。石炭の安定供給を確保していくためには、最大の輸入相手国である豪州やインドネシアに加え、今後、石炭輸入増加が期待されるモザンビーク等、主要産炭国との友好関係の構築、維持、深化が不可欠である。

そのため、産炭国等の石炭関連動向調査、産炭国政府機関等との共同探査事業が重要であるとともに、産炭国の炭鉱地域において、石炭資源の有効活用と環境負荷への影響を考慮しつつ、石炭開発、選炭、石炭火力発電、石炭加工業等を効率的に組み合わせた石炭関連産業の将来像を事業として具現化する取組が求められている。

例えば、モザンビークにおける民生用ブリケットの普及等にも貢献するとともに、ODA を活用しながら港湾・鉄道等石炭関連インフラの整備を進めるなど、産炭国との WIN-WIN の関係を更に深めていくことが重要である（クリーンコールタウン事業等）。

また、石炭の戦略的な供給体制を確保すべく、我が国の企業が権益等を取得していくことも重要であるため、海外で実施する探査調査等の充実・強化等の支援が必要である。

さらに、石炭開発においては、カントリーリスクや事業リスクも高く、民間企業のみでは対応しきれないケースもあり、石炭市場価格変動に起因し、優良売却案件の増加もある。官民一体となった炭鉱権益獲得を念頭に、操業中の炭鉱権益獲得（石油天然ガス及び鉱物資源分野と同様の資産買収出資）を対象とした支援策の創設が必要である。加えて、褐炭等、現在はあまり利用されていない低品位炭の活用は、石炭の長期安定供給に資するものであり、インフラ整備の推進、税制優遇など産炭国側での支援が得られるよう、政府間レベルでの一層の協力関係構築が必要である。併せて、品位の低い石炭を円滑に活用するため、課税の見直し¹⁹も重要である。

¹⁹ 現在の課税制度が、カロリーベースではなく重量ベースなので、品位の低い石炭が輸入されにくい。

5. 石炭関連人材育成への支援の強化

国内外の石炭関連人材育成活動については、石炭・非鉄・石灰石等の業種横断的連携による継続的な人材育成活動の推進が重要である。また、国内の生産現場が縮小していることから、資源開発人材育成には産炭国の炭鉱、石炭関連施設等との連携が有効であり、これら国家間を超えた人材育成活動には国等の支援も必要である。

同様に、世界全体のCO₂排出削減に寄与するクリーン・コール・テクノロジーの普及に向けた人材育成も重要であり、研修機能の充実・強化が必要である。

6. 石炭広報活動の強化

石炭は歴史的に人類文明の礎であり、現在も製鉄原料や発電燃料等として我々の生活に必要不可欠なものである。エネルギー・ミックスの中で石炭が担う役割を広く国民に理解してもらうため、広報活動への積極的な取組が必要である。

また、SDGsに掲げられた課題の同時解決や、多様で公平なエネルギーの確保のためには、石炭を利用しながら、地域・地球環境負荷の低減化となる革新的技術の開発と社会実証を進め、国際協調と相互理解を深めることが重要である。

とりわけ、世界石炭協会（WCA）は、石炭逆風の風潮に対してクリーン・コール・テクノロジーによる石炭のクリーンな活用を推奨した中長期戦略を新たに策定し、石炭に係る上流から下流まで幅広い世界の民間企業と協力を進めている。また、アセアンエネルギーセンター（ACE）は、アセアン地域において石炭利用のクリーン化を推進しており、こうした国際機関との連携強化が重要である。

日本の石炭関連企業は、世界でも最高レベルのクリーン・コール・テクノロジーを有しており、カーボンニュートラルに向けた革新的クリーン・コール・テクノロジーの開発に挑戦しつつある。これらの取組を石炭利用国や国際機関等と連携して進めるとともに、国際会議等の場やSNSなどのツールを活用し、事業者にも一般市民に対しても、わかりやすく情報発信していくことが重要である。

以 上

【参考資料】

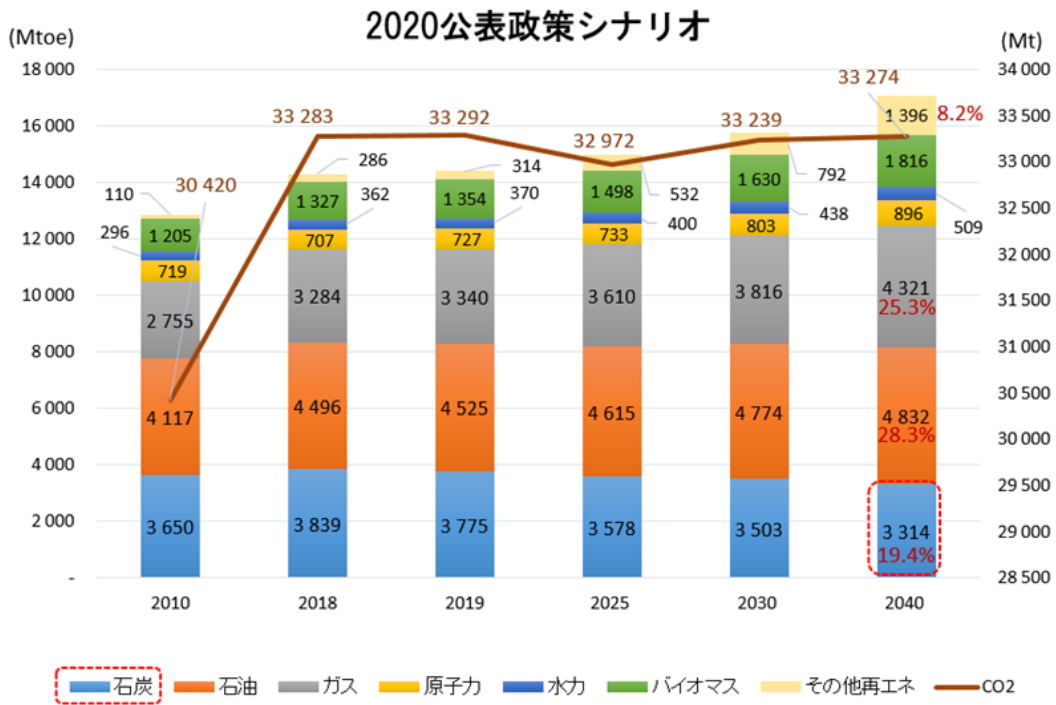


図 1-A. 世界の資源別エネルギー需要見通し

出典：IEA World Energy Outlook 2020

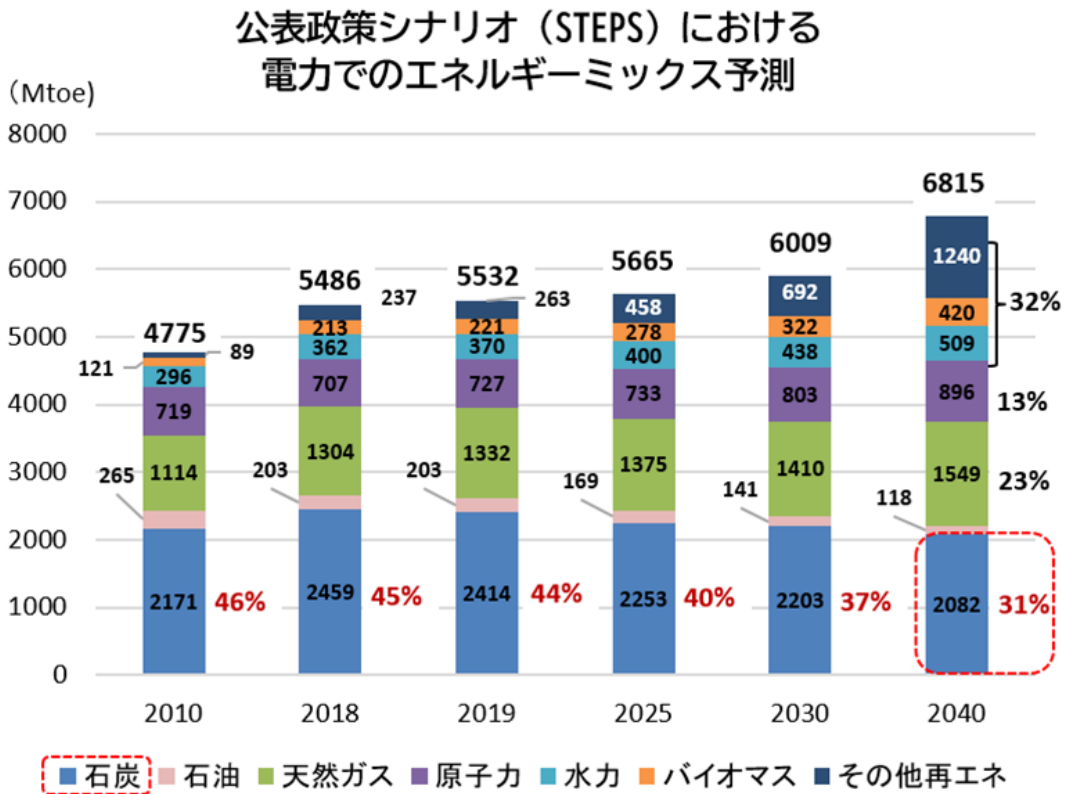


図 1-B. 電力におけるエネルギー需要見通し

出典：IEA World Energy Outlook 2020

公表政策シナリオ（STEPS）における石炭の地域別需要予測

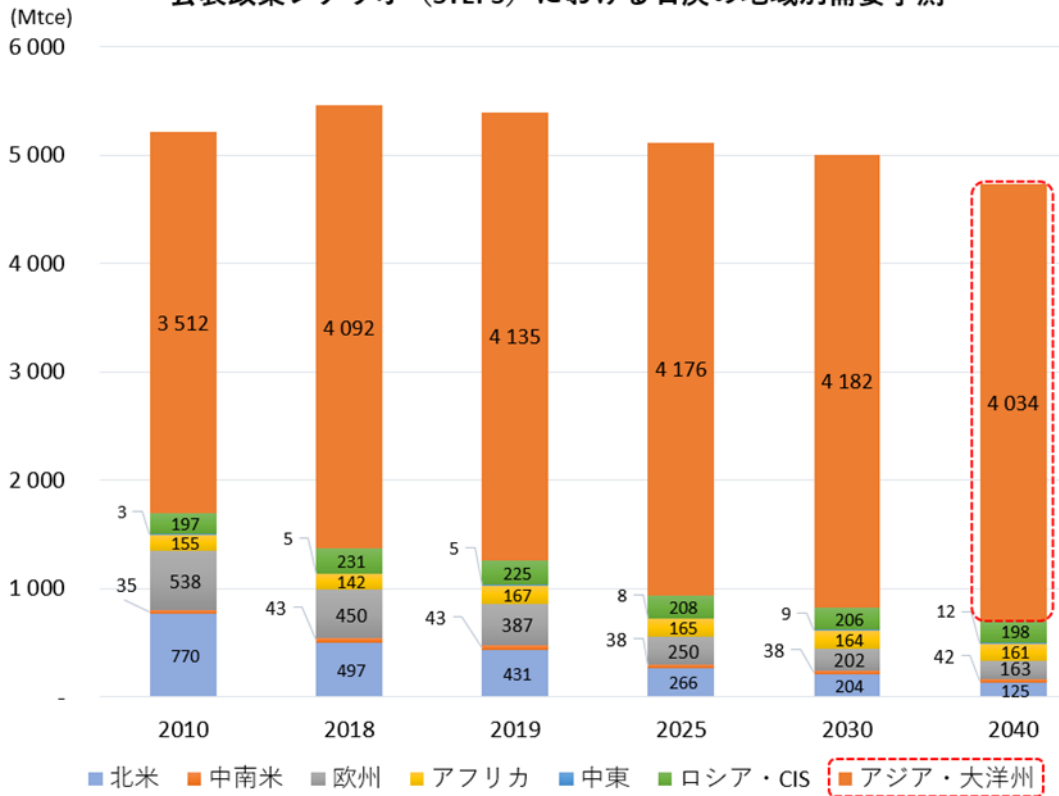


図 1-C. 世界の石炭需要見通し

出典：IEA World Energy Outlook 2020

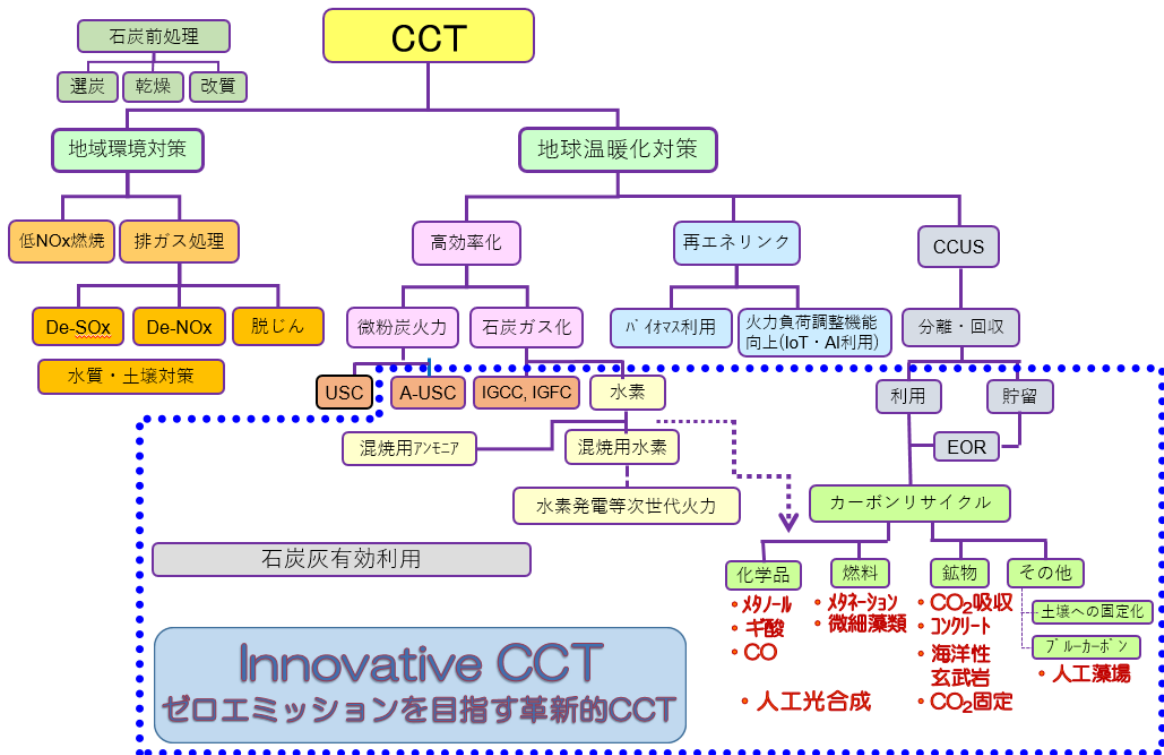
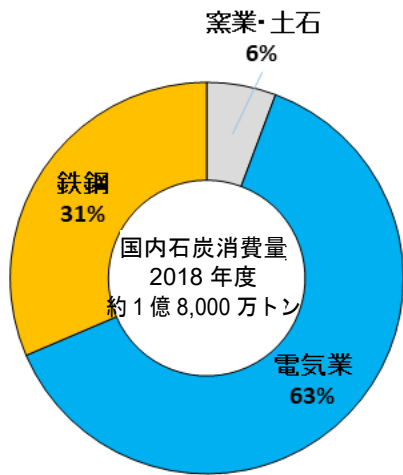


図 2. 革新的クリーン・コール・テクノロジー（CCT）の体系

出典：JCOAL作成

国内石炭消費量（業種別）



石炭の輸入先

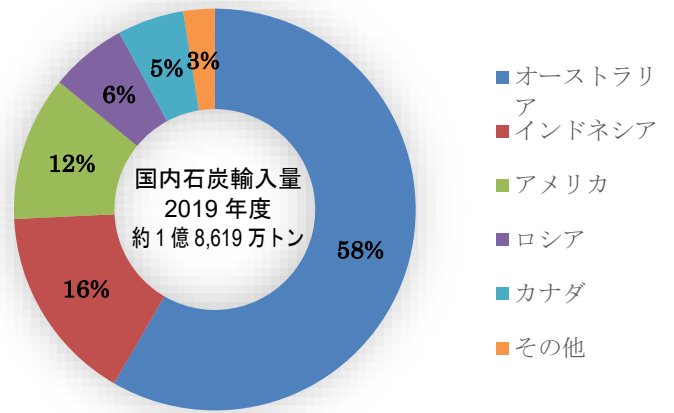


図3. 日本の石炭供給の動向

出典：経済産業省 エネルギー白書 2020

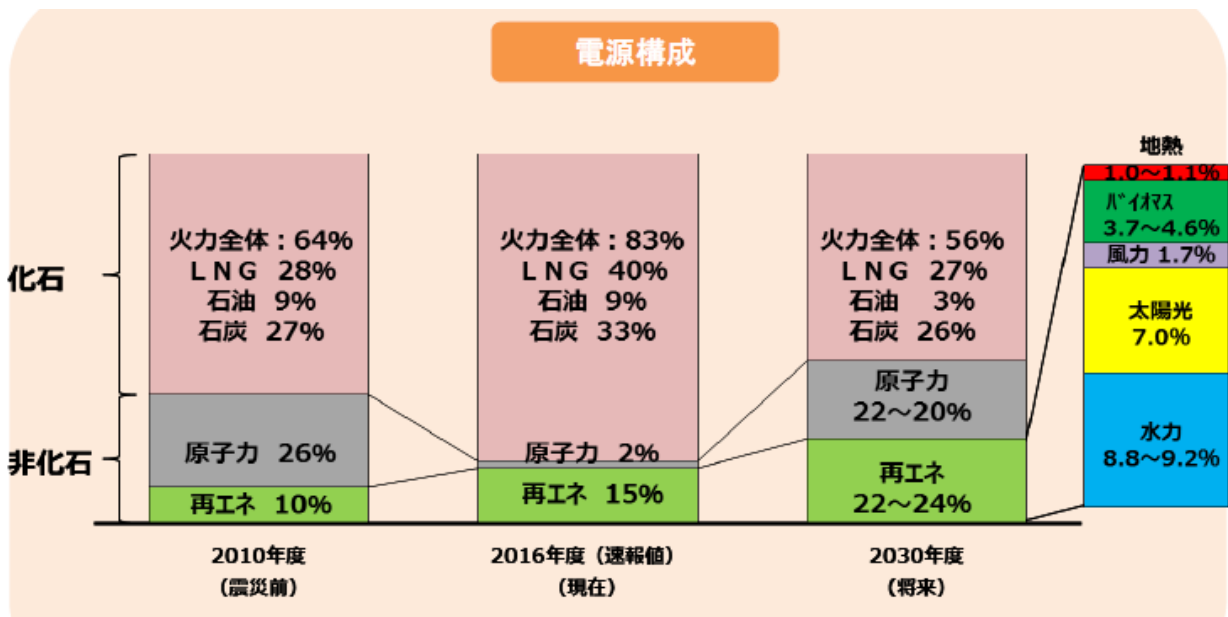
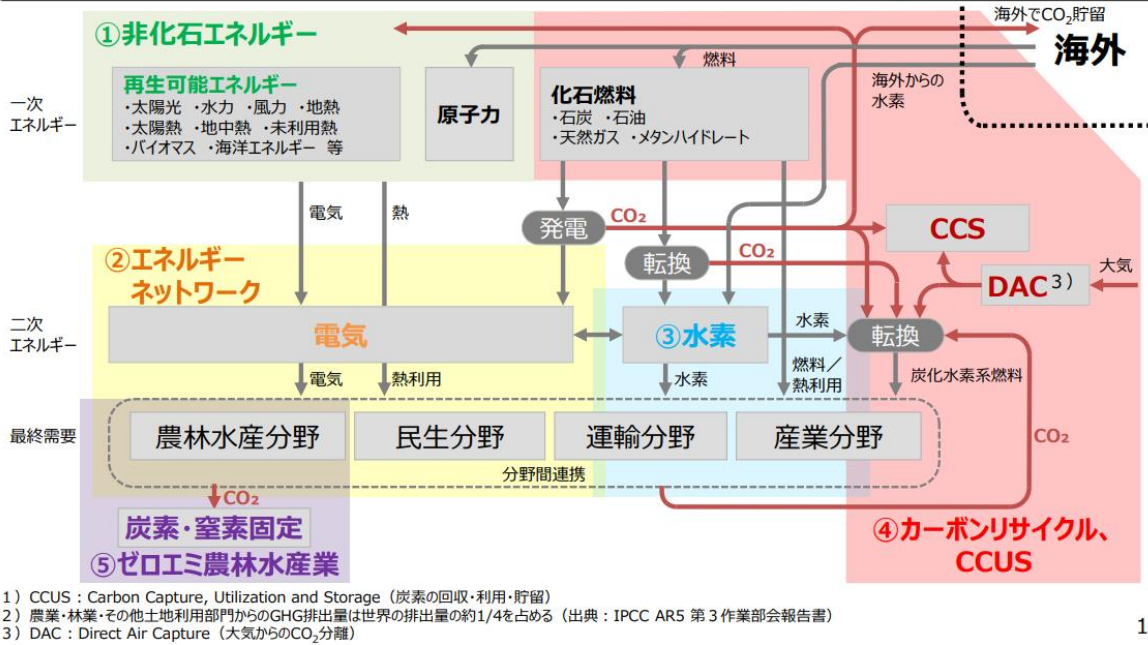


図4. 日本の発電電力量構成の推移

出典：経済産業省 第5次エネルギー基本計画

イノベーション・アクションプランの重点領域

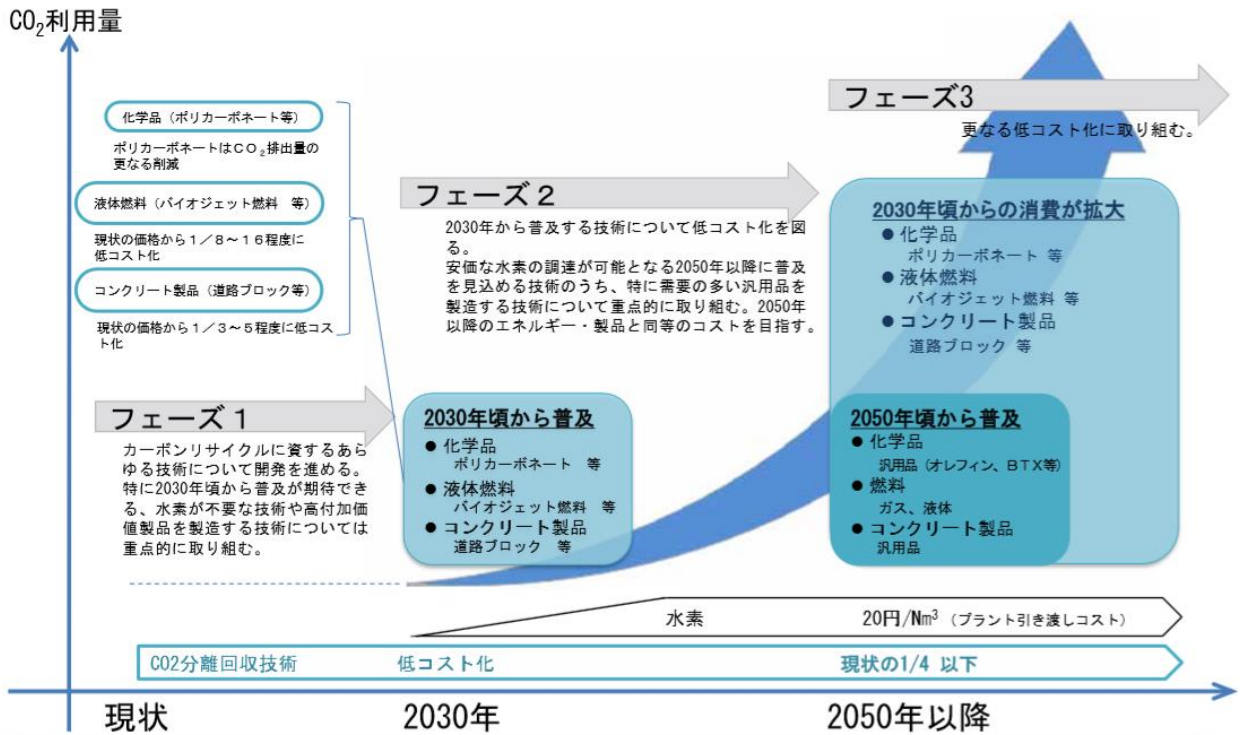
技術領域で整理すると、①電力供給に加え、水素・カーボンサイクルを通じ全ての分野で貢献する非化石エネルギー、②再生可能エネルギー導入に不可欠な蓄電池を含むエネルギーネットワーク、③運輸、産業、発電など様々な分野で活用可能な水素、④CO₂の大幅削減に不可欠なカーボンサイクル、CCUS¹⁾、⑤世界GHG排出量の1/4²⁾を占める農林水産分野の5つが重点領域となる。



16

図5. イノベーション・アクションプランの重点領域

出典 : 内閣府 革新的イノベーション戦略



<見直し>カーボンサイクル産学官国際会議などを通じて得られた国際的な技術の状況や新しい提案を踏まえて柔軟に技術の追加をおこなうとともに、5年を目安として、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略(仮称)(案)」の改訂等の動きを見つつ、必要に応じて見直す。

図6. カーボンサイクル技術ロードマップ

出典 : 経済産業省 カーボンサイクル技術ロードマップ