

脱炭素化に向けた技術開発実証と 社会実装の取組み

かとう せい
加藤 聖

環境省 地球環境局地球温暖化対策課
地球温暖化対策事業室長

1. はじめに

2015年のCOP21において、2020年以降の気候変動対策について、すべての締約国が参加する公平かつ実効的な法的枠組みである「パリ協定」が採択された。

その後、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は、2018年10月に、世界全体の気温上昇が1.5℃を大きく超えないためには、2050年前後のCO₂排出量が正味ゼロとなることが必要との見解を示す『1.5℃特別報告書』を公表した。

この報告書が国際社会に与えた影響は大きく、それ以降、2050年カーボンニュートラルを目指すことを宣言する国が相次いだ。日本も、2020年10月の総理所信表明演説において、2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを宣言した。2021年6月に公布された改正地球温暖化対策推進法により、国の政策の継続性・予見可能性を高め、各主体の取組とイノベーションを加速する観点から、「2050年までの脱炭素社会の実現」が基本理念として同法に位置づけられた。

さらに、2050年カーボンニュートラル宣言と統合的な中期目標として、2030年度において温室効果ガスの2013年度比46%削減

を目指すこと、さらに50%の高みに向けて挑戦を続けることを表明した。この目標の実現に向けた対策・施策について、地球温暖化対策計画やエネルギー基本計画が2021年10月22日に閣議決定された。

2050年カーボンニュートラルに向けて、現時点で考え得る取組み、これを踏まえた環境省等の脱炭素化に向けた技術開発実証と社会実装の取組みをご紹介します。

2. 2050年カーボンニュートラルに向けた方策

2050年のカーボンニュートラルに向けては、技術的・経済的な不確実性が高いことから、確定的な方策の見通しはないが、参考となる資料としては、IEA（国際エネルギー機関）が2021年5月に公表した『Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector』がある（図1）。

(<https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>)

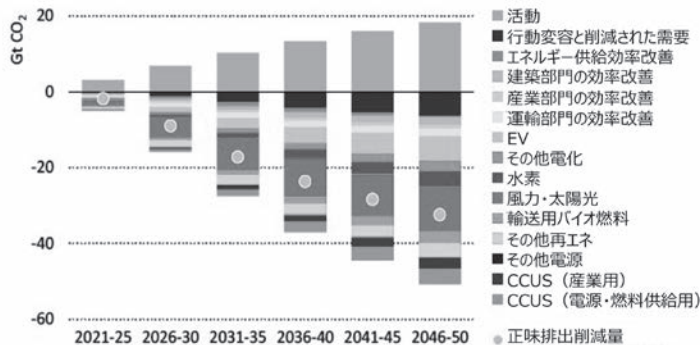
同報告書では、2050年までのネットゼロ排出シナリオ（Net Zero Emission by 2050 scenario: NZE: 世界全体のCO₂排出量を2050年までにネットゼロとするシナリオであり、2050年までのエネルギー需要やエネ

○「省エネ技術」、「再エネへのシフト」、「需要側機器の電化」は、全ての部門の排出削減に大きく貢献する。

○2050年までに全発電量の90%近くが再エネから発電される。

○排出削減が困難な部門では、「水素及び水素ベースの燃料」、「バイオエネルギー」、「CCUS」といった新しい燃料や技術が大きな役割を果たす。

【2050年までのネットゼロ排出シナリオ (Net Zero Emission by 2050 scenario: NZE) における2020年以降の平均年間CO2削減量】



(出所) International Energy Agency [Net Zero by 2050]

図1 国際エネルギー機関 (IEA) の「Net Zero by 2050」での対策

ルギーミックスのあり方を提示するシナリオ)として、以下のような内容がまとめられている。

- エネルギー効率の高い技術(省エネ)、需要側機器の電化(電化)、再エネへのシフト(再エネ)といった技術の急速な導入は、すべての部門の排出削減に大きく貢献する。
- 2050年までに全発電量の90%近くが再エネから発電され、また産業部門と建築部門における電気以外のエネルギー利用の約25%を再エネが占めるようになる。
- 特に排出削減が困難な部門では、水素及び水素ベースの燃料、バイオエネルギー、CCUSといった新しい燃料や技術が大きな役割を果たす。

また、2050年までにエネルギーシステムをネットゼロに移行させるための400以上のマイルストーンが提示されているが、代

表的なものとしては、以下のようなものが掲げられている。

2021年

「対策なしの新規の石炭火力発電所の建設は承認されない」「新規の油田・ガス田の開発承認がなくなる、新規の炭鉱・鉱山の拡張がなくなる」

2025年

「化石燃料ボイラの新規販売の禁止」

2030年

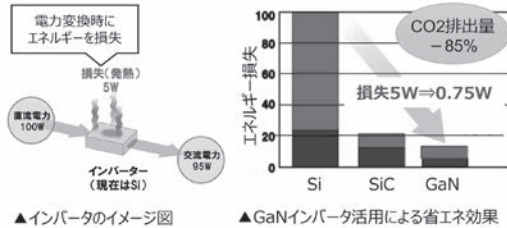
「普遍的なエネルギーアクセス」「新築建築物をすべてゼロカーボン対応に」「世界の新车販売の60%が電気自動車」「重工業における新しいクリーン技術の大半が示される」「年間1,020GWの太陽光・風力設備が増加」「先進国で排出削減対策なしの石炭がフェードアウト」

2035年

「ほとんどの機器と冷房システムを最高クラスに」「大型トラックの新车販売

- GaNは、エネルギー効率に優れた半導体材料であり、例えばSiインバータをGaNインバータに代替した場合、エネルギー損失を約85%削減可能である。
- また、GaNデバイスを活用すると、電気自動車で約20%、サーバ電源で約19%、レーザ加工機で約50%のエネルギー消費量を削減可能と推定され、我が国のCO2排出量の削減に大きく貢献すると期待されている。

GaNデバイスにおけるCO2削減効果



- ・ GaNインバータの採用により、従来材料のSiや競合となるSiCと比較して、デバイスレベルでエネルギー消費量を大幅に削減可能

例えば、5WのSiインバータを代替した場合、
年間のCO2削減量は17.5kg-CO2※

※1 5WのSiインバータを代替した場合のCO2削減効果 (試算条件：24時間365日稼働)

出典：大阪大学・名古屋大学「超高効率GaNパワー・光デバイスの技術開発とその実証」、名古屋大学・環境省 All GaN VehicleプロジェクトHPITECHNOLOGY

GaN活用製品におけるCO2削減効果

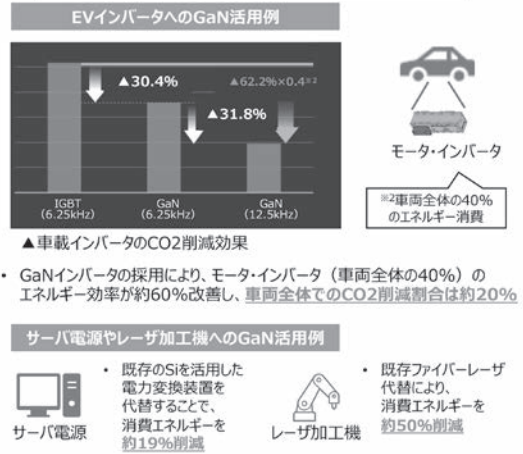


図2 GaN活用によるCO2削減効果の概要

の50%が電気自動車」「内燃機関搭載車の新車販売の禁止」「販売されるすべての産業用電動モーターは最高クラスになる」「先進国ではすべての電源がネットゼロ排出」

2040年

「既存建築物の50%がゼロカーボン対応に改修される」「航空機での燃料使用の50%を低炭素燃料に」「重工業における既存設備の約90%の投資サイクルが終了する」「ネットゼロ排出の電気が国際的に」「すべての対策なしの石炭火力と石油火力発電がフェードアウト」

2045年

「熱需要の50%がヒートポンプによって満たされる」

2050年

「85%以上の建築物をゼロカーボン対応に」「重工業における90%以上の製品が低排出なものになる」「全世界の発電

量の約70%が太陽光と風力によって供給される」

3. 環境省等の脱炭素化に向けた技術開発実証と社会実装の取組み

〈2.〉でIEAの『Net Zero by 2050』が排出削減に大きく貢献するとして記載しているものを中心に環境省等の取組みを記載する。

3.1 省エネ

エネルギー消費量の削減が対策の王道であり、基本であることは、不変の原則となる。

環境省では、『革新的な省CO2実現のための部材 (GaN) や素材 (CNF) の社会実装・普及展開加速化事業』を実施し、デジタル化やEVや家電、電子機器等のパワー半導体の活用を見据え、次世代半導体 (GaN on GaN) の開発・実証に向けた取組みを

進めている。併せて、軽量（鋼鉄の約1/5）かつ高強度（鋼鉄の5倍以上）などの特徴を有する植物由来の高機能材料であるセルロースナノファイバー（CNF）の普及に向けた取組みを進めている。

また、『革新的な省CO₂型感染症対策技術等の実用化加速のための実証事業』では、コロナ禍等も踏まえ、安心・安全な社会を構築する革新的衛生関連技術として、高出力な深紫外線LEDや三密を回避する高度な空調・換気システム、乱雑性に強く少数データで学習可能な省エネ型革新的AI等を用いたデータセンター等におけるエネルギー削減の実証等を行っている（図2）。

社会実装としては、経済産業省や国土交通省と連携し、ZEH（ゼッチ）（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）やZEB（ゼブ）（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の普及拡大に向けた支援（『建築物等の脱炭素化・レジリエンス強化促進事業』『戸建住宅ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス（ZEH）化等支援事業』『集合住宅の省CO₂化促進

事業』）を実施している。

3.2 電化

モビリティの電動化、再生可能エネルギーと組み合わせたヒートポンプ（冷暖房、給湯等）の活用等の化石燃料の直接燃焼から電気を使用する需要側機器の活用の取組みである電化が世界的に進んでいる。

環境省では、『バッテリー交換式EVとバッテリーステーション活用による地域貢献型脱炭素物流等構築事業』を実施し、中小型トラック等地域の足であるモビリティ等、各用途に応じた車種に対してバッテリー交換式EV化開発・実証支援を行い、地域の脱炭素化×防災モデルの構築を目指している。

3.3 再エネ

地域の多様な主体により、地域資源を活用して普及を進めることが可能な再生エネルギーの主力化は脱炭素化に向けて取組みを加速化していく必要がある。

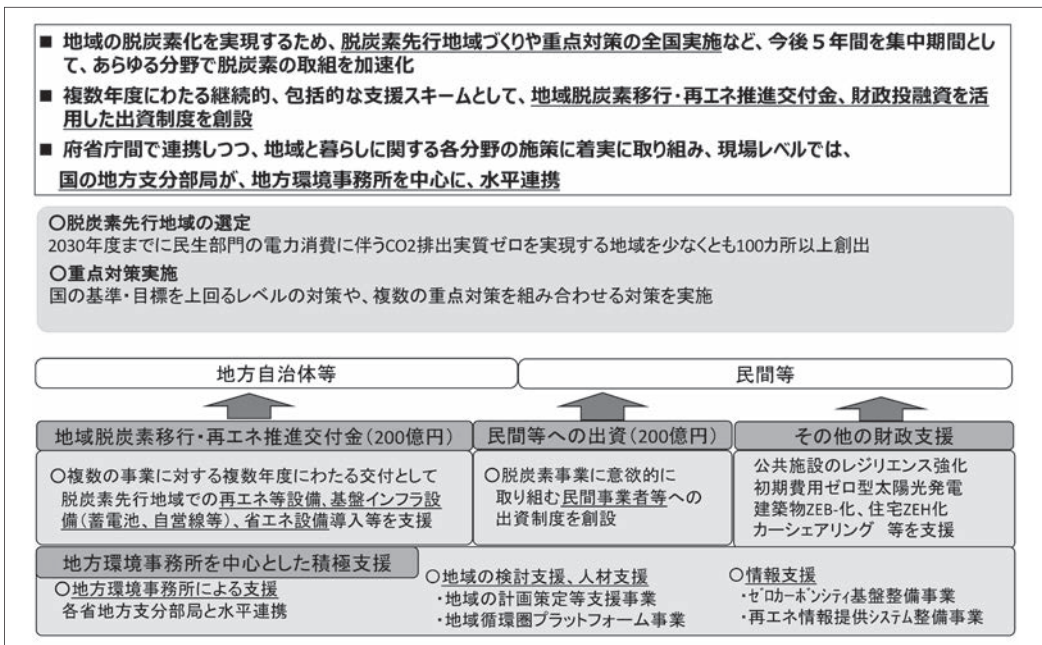


図3 地域脱炭素ロードマップ実現のための支援パッケージ

環境省では、『浮体式洋上風力発電による地域の脱炭素化ビジネス促進事業』『潮流発電による地域の脱炭素化モデル構築事業』など、地域資源を活用した再生可能エネルギーの社会実装に向けた取組みを進めている。

また、再エネ普及拡大に向けて、『地域脱炭素移行・再エネ推進交付金』『地域レジリエンス・脱炭素化を同時実現する公共施設への自立・分散型エネルギー設備等導入推進事業』『PPA活用等による地域の再エネ主力化・レジリエンス強化促進事業』『廃棄物処理施設を核とした地域循環共生圏構築促進事業』等により、再エネ電力・再エネ熱の導入への支援を行っている（図3）。

3.4 水素及び水素ベースの燃料、バイオエネルギー

再生可能エネルギーの拡大に伴う需給調整機能や電化が難しい分野（上述のIEA報告書では2050年に最終エネルギー消費に占める電力の割合（電化率）は5割程度まで

上がる（2020年の電化率は2割）と分析しているが、高温熱を必要とする産業や大型トラック、船、飛行機等の輸送などの分野で電化が難しいと見込まれている）での脱炭素化に向けて、水素や水素ベースの燃料（アンモニア等）、バイオエネルギー（バイオ合成燃料等）の開発・実証・社会実装を進めていく必要がある。

環境省では、『脱炭素社会構築に向けた再エネ等由来水素活用推進事業』を実施し、再エネ等由来水素を活用した自立・分散型エネルギーシステムの構築実証事業や、水素内燃機関活用による重量車等脱炭素化実証、水素社会実現に向け燃料電池バス等の導入支援を行っている（図4）。

3.5 CCUS

化石燃料由来でないプラスチック等の原料や航空燃料などの燃料を製造していくための技術としてのCCU（Carbon Capture and Utilization: 二酸化炭素回収・有効利用）や化石燃料やバイオマスを活用した際に発

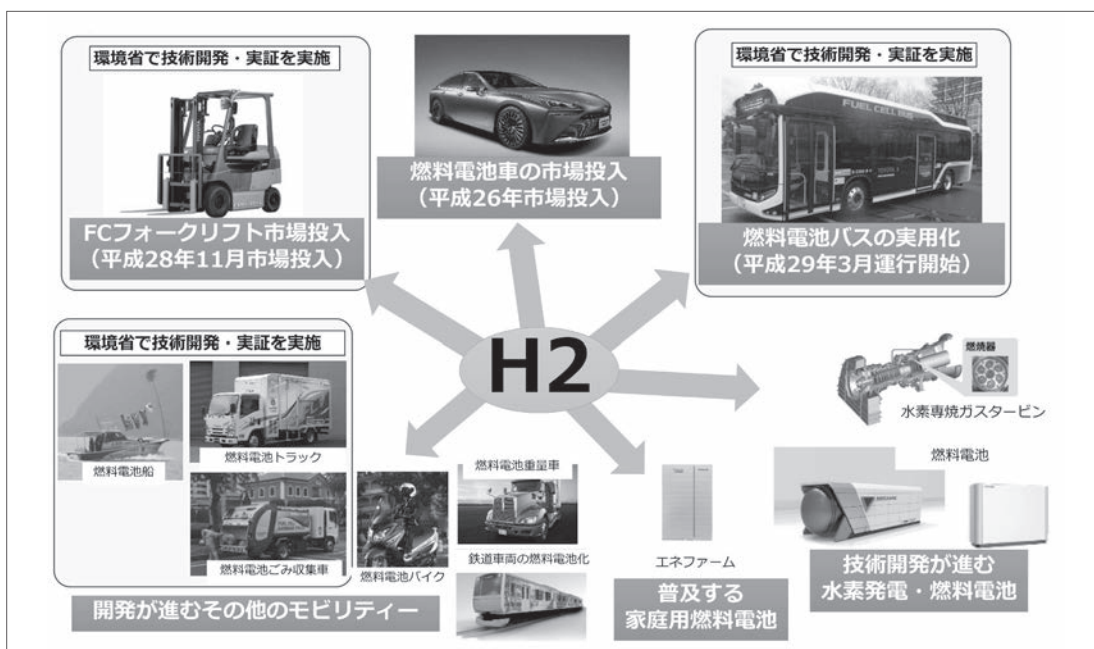


図4 様々な水素活用機器

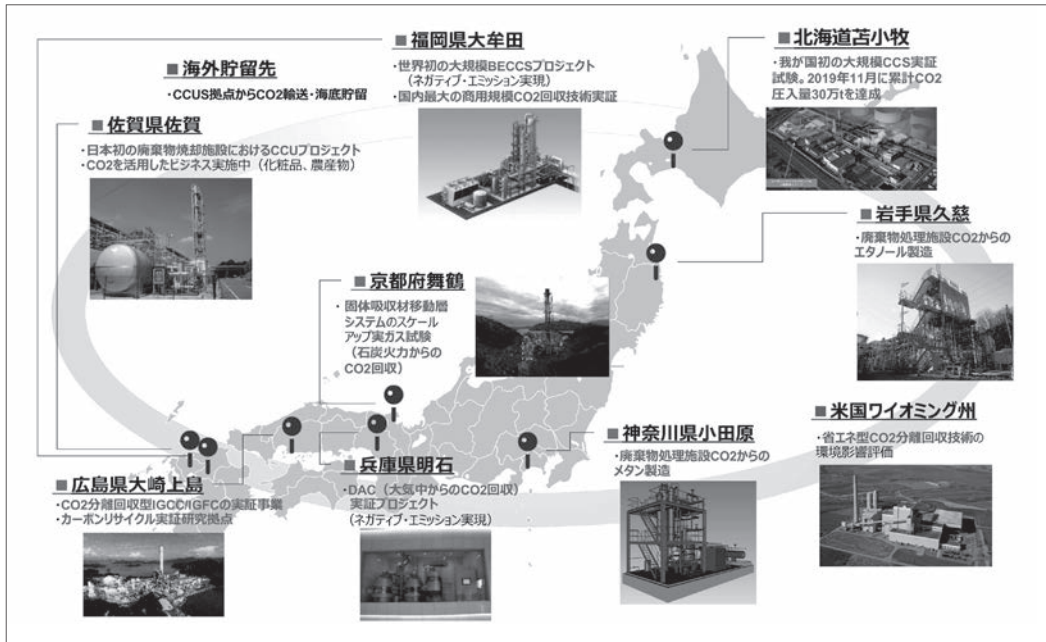


図5 環境省や経済産業省におけるCCUS実証拠点

生ずるCO₂のCCS (Carbon Capture and Storage: 二酸化炭素回収・貯留) がカーボンニュートラルを目指す上では必要となる。

環境省では、経済産業省とも連携し、『CCUS早期社会実装のための環境調和の確保及び脱炭素・循環型社会モデル構築事業』を実施し、廃棄物からメタン、エタノールなどを生成する取組み、バイオマス発電由来のCO₂を貯留するBECCSの実証に向けた取組みなどを行っている(図5)。

3.6 CN×CE

循環型社会形成推進基本計画では、資源を大きく4つ(化石系、金属系、非金属鉱物系、バイオマス系)に分類している。カーボンニュートラル(CN)を目指すということは、地下にある化石系資源である化石燃料を採掘、利用する量を減らす(利用する場合はCCSなどの対策を行う)必要があるが、化石燃料を使わない製品・システム等の生産量を増やしていこうとすると金属系資源やバイオマス系資源の資源制約に直

面することが見込まれる。

このため、DX(デジタルトランスフォーメーション)を最大限有効に活用しながら、サーキュラーエコノミー(CE)により、既に地上にある化石系(プラスチック等)、金属系(金銀銅、白金族、レアメタル等)、非金属鉱物系(コンクリート等)を循環利用し、バイオマス系の資源制約を補完するCO₂の原材料利用(前述のCCU等)を組み合わせしていく必要がある。CNのためには、CEとDXの活用が必須であり、CN×CEはGX(グリーントランスフォーメーション)とも言えることから、GX(CN×CE)とDXを車の両輪として対策を進めていくことが必要となる。

環境省では、『脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業』『脱炭素型金属リサイクルシステムの早期社会実装化に向けた実証事業』『脱炭素社会構築のための資源循環高度化設備導入促進事業』などの実証や社会実装のための取組みを推進している。また、『地域資源循環を通じた脱炭素化に向けた革新的触

媒技術の開発・実証事業』を令和4年度から実施し、地域資源（廃プラスチック、未利用の農業系バイオマス等）の活用・循環を可能とし、大幅なCO₂削減やCEを実現する革新的で比較的安価な触媒技術等に係る技術開発・実証を行うこととしている。

3.7 統合的アプローチ

上述の省エネ、電化、再エネ、水素及び水素ベースの燃料、バイオエネルギー、CCUS、CN×CEは、独立した取組みではなく、地域の実情を踏まえつつ、組み合わせ対策を実施していくことで相乗効果を発揮させることが可能となる。

環境省では、『地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・実証事業』により、公募型の横断的な技術開発・実証に取り組むとともに、ここまでに記載した実証や国内外の成果・知見も活用しつつ、『地域脱炭素移行・再エネ推進交付金』（再掲）などを有効に活用し、脱炭素先行地域を構築、横展開していくこととしている。

4. 政府全体の脱炭素化に向けた技術開発実証等の取組み

政府全体における脱炭素化に向けた技術開発実証等の取組みとしては、『パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略』及び『統合イノベーション戦略2019』に基づき、我が国が強みを有するエネルギー・環境分野において革新的なイノベーションを創出し、社会実装可能なコストを実現、これを世界に広めていくために、『革新的環境イノベーション戦略』（2020年1月21日統合イノベーション戦略推進会議決定）が策定されている。

また、経済産業省等の関係省庁において『2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略』（2020年12月策定、2021年6月18日改定）し、革新的な技術開発に

対する継続的な支援を行う2兆円のグリーンイノベーション基金を創設するとともに、『統合イノベーション戦略2021』（2021年6月18日閣議決定）をとりまとめている。

2022年1月18日には、岸田総理が総理大臣官邸で『クリーンエネルギー戦略に関する有識者懇談会』を開催し、以下のとおり、総理指示が行われている。この総理指示に基づき、今後、関係省庁によるクリーンエネルギー戦略のとりまとめと新しい資本主義実現会議への報告が予定されている。

＜クリーンエネルギー戦略に関する有識者懇談会における岸田総理発言（抜粋）＞

「萩生田経済産業大臣取りまとめの下で、山口環境大臣と共に、送配電インフラ、蓄電池、再エネ始め水素・アンモニアなど非炭素電源、安定、低廉かつクリーンなエネルギー供給の在り方、需要側の産業構造転換や労働力の円滑な移動、地域における脱炭素化、ライフスタイルの転換、資金調達の在り方、カーボンプライシング、多くの論点に方向性を見いだしてください。特に、地域社会が主体的に進める脱炭素の取組みの後押しや、国民一人ひとりの理解促進、暮らしの変革については、山口環境大臣に具体策の検討をお願いします。その上で両大臣から、検討の結果を山際大臣が担当する新しい資本主義実現会議へ報告してください」

5. おわりに

気候変動問題に対応し、我が国の経済社会を炭素中立型にしていくという歴史的な変革を実現するためには、産官学等すべてのステークホルダーが一体となった検討と実行が必要不可欠となります。関係の皆さまのご理解、ご協力、ご尽力を宜しくお願いいたします。