

広島県カーボン・サーキュラー・エコノミー推進構想の改定について

1 要旨

カーボン・サーキュラー・エコノミー※の実現に向け、令和4年2月に策定した「広島県カーボン・サーキュラー・エコノミー推進構想」（以下、「推進構想」という。）について、令和7年度以降の取組方針を定めるため、改定を行う。

〔※CO₂を資源と捉え、CO₂が生物や化学品、燃料等、様々なかたちに変化しながら、自然界や産業活動の中で、大気中のCO₂を増加させることなく、持続的に循環する社会経済のこと〕

2 現状・背景

- カーボンリサイクルの「研究拠点化」と「産業集積」を目指し策定した現在の推進構想は、社会情勢の変化への対応を考慮するため3年後の見直しを前提に、令和4年度から令和6年度までの取組方針としている。
- 国のカーボンリサイクルロードマップの改定や、県のこれまでの取組で見えてきた課題を踏まえ、有識者会議（推進構想ワーキンググループ）等による意見を参考としつつ、令和7年度からの3年間の取組方針を検討した。

（改定スケジュール）

令和6年4月	広島県カーボン・サーキュラー・エコノミー推進協議会に推進構想改定に係るワーキンググループを設置・第1回ワーキング開催
7月	第2回ワーキングにて骨子案への意見聴取
10月	第3回ワーキングにて中間まとめ案への意見聴取
令和7年1月	第4回ワーキングにて最終案への意見聴取
3月	「推進構想（第二版）」の公表

3 改定にあたっての視点

(1) 県のこれまでの主な取組と成果

- ・「広島県カーボン・サーキュラー・エコノミー推進協議会（R7.1月末時点会員161者）」を設立し、マッチングによる共同研究・開発案件を創出。
- ・CO₂の分離・回収や活用等に関する研究支援や県内企業を組み込んだ企業・産学間連携による本県での実証等を支援（計39件：本文P21-22参照）し、国プロジェクトへの研究ステップアップやCO₂活用コンクリートの部分的社会実装等を実現。
- ・2050年のカーボンニュートラルの中心世代となる、高校生等を対象とした学校への出前授業やワークショップ開催による次世代教育を実施（延べ1,180人）し、研究者や企業の取組の紹介等を通じて、カーボンリサイクルへの関心喚起や産業活動と環境施策を広い視点で考察する意識を醸成。

(2) 課題

- ・事業化に水素を必要とするケースをはじめ、コストの課題から、事業化・社会実装まで進められる案件は、現時点では限られている。
- ・これまでの本県の取組や国際会議の開催等により、「広島＝カーボンリサイクルの先進地」として認知度は高まっているが、広島スタートアップを含めたカーボンリサイクル関連企業の育成・誘致はこれからの状況にあり、広島での企業活動を促進する魅力拡大（例：販路の形成等）を進める必要がある。
- ・国の大崎上島研究拠点は企業を中心とした個別プロジェクト実証の性格から、連携による相乗効果が上手く図れていない。

(3) 改定のポイント

- ①2030 年頃の早期社会実装を睨んだコンクリート等カーボンリサイクル製品の導入支援の強化（サプライチェーン構築支援、公共調達の推進等）
- ②低コスト化や技術的ブレイクスルー等に挑むスタートアップへの支援や人材の育成
- ③人材育成講座等を通じた大崎上島のカーボンリサイクル実証研究拠点との連携強化
- ④カーボンリサイクルの普及に大きな影響を有する低炭素水素の調達手法の検討

4 今後の対応

今回の改定内容は概ね令和9年度末までの方針とする一方で、世界動向等を注視し最新情勢を踏まえて、必要に応じて、適宜、内容の見直しを行う。

5 予算額

5,410 千円（単県）

■【改定版推進構想の記載内容】（別添参照）

構成	内容
はじめに (知事メッセージ)	カーボン・サーキュラー・エコノミー実現に向けた広島県の考え方と意気込みを発信
第1章 「カーボンニュートラルに向けた国内外の動向」	各国の温室効果ガス削減目標や政府のエネルギー転換イメージを示しながら、国内外の動向と県内産業への影響について考察
第2章 「カーボン・サーキュラー・エコノミー実現に向けた広島県の強み」	広島県の強み（大崎上島の実証研究拠点、これまでの県の研究開発支援や事業化支援の取組など）を整理し、県がつなぎ役となって、多くの企業や研究者の連携によるカーボンリサイクルの技術開発や事業化を進めている状況をPR
第3章 「カーボン・サーキュラー・エコノミー実現に向けた具体的取組」	研究拠点整備による「拠点化＝ブランド化」と、スタートアップ企業を中心とした「新産業集積」を進めるため、概ね令和7年度～9年度の取組として下記を提示 ※ ■カーボンリサイクルの拠点化 ① 研究開発支援（カーボンリサイクルサンドボックス）の充実【拡充】 ② スタートアップ企業の創出・育成・誘致の強化【拡充】 ③ CHANCEを通じた企業間等のマッチングによる研究・事業化の促進 ④ 大崎上島カーボンリサイクル拠点との連携【新規】 ⑤ ビジネスへの需要拡大支援【拡充】 ⑥ 大規模な資金投入につながる環境整備 ⑦ 県内研究事例や企業の取組の情報発信 ■カーボンリサイクルを核とした新産業の集積 ① 各種マッチング機会の拡充 ② CR技術に必要となるCO ₂ フリー水素の調達に向けた対応【新規】 ③ 若手研究者の育成と次世代教育【拡充】

※拡充：取組内容を拡充・強化する項目、新規：新たな取組項目

■【推進構想ワーキンググループメンバー（16 者）】

産（10 者）	(株)ガルデリア、双日(株)、大成建設(株)、中国電力(株)、戸田工業(株)、(株)広島ベンチャーキャピタル、マツダ(株)、三菱ケミカル(株)、(一社)カーボンリサイクルファンド、(一社)日本微細藻類技術協会
学（3 者）	広島大学 市川貴之教授、県立広島大学 小林謙介准教授、国立研究開発法人産業技術総合研究所
官（3 者）	経済産業省、中国経済産業局、広島県



CARBON CIRCULAR ECONOMY

広島県
カーボン・サーキュラー・エコノミー
推進構想

第二版



広島県 令和7年4月



■目次

はじめに

第1章 カーボンニュートラルに向けた国内外の動向

1. 国際的な枠組と世界の潮流
 - (1) パリ協定
 - (2) 世界におけるカーボンニュートラル宣言の状況
2. カーボンニュートラルに向けた我が国の戦略・取組
 - (1) カーボンニュートラルを巡る国内の動き
 - (2) グリーン・トランスフォーメーションの推進
 - (3) カーボンニュートラルへの転換イメージ
 - (4) CO₂フリー水素・アンモニアの供給体制の構築
3. カーボンリサイクル技術の重要性と可能性
 - (1) CCUSとカーボンリサイクル技術の重要性
 - (2) 国のカーボンリサイクル政策
 - (3) カーボンリサイクルビジネスの市場規模
 - (4) カーボンリサイクルに向けた主要産業の取組の方向性
 - (5) 世界的なCCUSの取組

第2章 カーボン・サーキュラー・エコノミー実現に向けた広島県の強み

1. 広島県カーボン・サーキュラー・エコノミー推進協議会の設立と推進構想の策定
2. 県内の研究開発の取組
 - (1) 国と連携した取組
 - ア 大崎クールジェンプロジェクト
 - イ カーボンリサイクル技術の実証研究拠点化事業
 - (2) 県独自の取組（補助金による研究開発支援（HCCP））
3. 事業化に向けた取組
 - (1) 広島県カーボン・サーキュラー・エコノミー推進協議会の取組
 - ア 各種マッチングによる事業化の促進
 - イ ビジネスへの需要拡大・普及啓発の促進
 - ウ 県内研究・取組事例の情報発信、ブランド化
 - エ 次世代人材の育成
 - (2) 県内企業・会員企業の取組動向・事例
 - ア CO₂分離回収
 - イ 化学品、燃料
 - ウ 鉱物（コンクリート等）
4. カーボンリサイクル関連環境
 - (1) 再生可能エネルギー
 - (2) CO₂フリー水素
 - (3) 輸出入・輸送インフラ

- (4) 多様な産業集積
- (5) 豊富な自然環境（グリーンカーボン、ブルーカーボン）

第3章 カーボン・サーキュラー・エコノミー実現に向けた具体的取組

1. 取組方針と目標 ～目指す姿～

- (1) 取組方針
- (2) 目標

2. 拠点化に向けた今後3年間の具体的な取組

- (1) 研究開発支援（カーボンリサイクルサンドボックス）の充実
- (2) スタートアップ企業の創出・育成・誘致の強化
- (3) CHANCEを通じた企業間等のマッチングによる研究・事業化の促進
- (4) 大崎上島カーボンリサイクル拠点との連携
- (5) ビジネスへの需要拡大支援
- (6) 大規模な資金投入につながる環境整備
- (7) 県内研究事例や企業の取組の情報発信

3. 新産業集積に向けた今後3年間の具体的な取組

- (1) 各種マッチングの拡充
- (2) カーボンリサイクル技術に必要となるCO₂フリー水素の調達に向けた対応
- (3) 若手研究者の育成と次世代教育

【略語表記一覧】

CCS：CO₂の分離回収・貯留

CCUS：CO₂の分離回収・再利用・貯留

CHANCE：広島県カーボン・サーキュラー・エコノミー推進協議会

CN：カーボンニュートラル

CNP：カーボンニュートラルポート

GX：グリーントランスフォーメーション

LCA：ライフサイクルアセスメント

HCCP：広島県カーボンリサイクル研究・実証支援制度

NEDO：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

はじめに

カーボンニュートラルに向けた動きが世界的な潮流となる中で、我が国でも 2050 年までにこれを実現することを目指して、2021 年に「グリーンイノベーション基金」を創設し、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」において実行計画を策定した 14 分野への重点的な支援を始めるとともに、2023 年には「グリーン・トランスフォーメーション（GX）推進法」が成立し、カーボンニュートラルの実現と産業競争力の強化・経済成長の実現に向けて、取組が加速しています。

現在、私たちの暮らしを支えてきた全ての産業は、カーボンニュートラルを目指す社会の到来による社会経済構造の大規模な変革に直面しており、従来の延長線上にあるような対症療法的な対応ではなく、生業を根本から見直すところまで迫られています。

一方で、この変革期においては、社会の要請に応じて既存の産業に取って代わるような新たなビジネスが次々と誕生し、世界的な規模にまで市場が成長することが期待されています。

ここで大きく飛躍を遂げるためには、早期にカーボンニュートラルという社会の要請に対応しつつ、さらに先駆的な取組により、エネルギー・食糧問題や持続可能な経済活動等の総合的な見地から、自ら未来を牽引することを目指す挑戦が求められます。

広島県では、その鍵となる取組として、国の重点 14 分野の中から特に「カーボンリサイクル」に着目しています。カーボンリサイクルは、「CO₂を発生させないこと」にのみとられるのではなく、「大気中に排出しない」「大気中から回収する」「回収したCO₂を利用する」ことが問題解決の本質であることを踏まえた技術であり、世界が持続的に発展するための選択枝を準備するものです。特に、世界のエネルギーの安定供給において、選択枝として必要な化石燃料を含めたエネルギーミックスの実現に、非常に有効な技術として期待され、世界各国間の研究開発競争がはじまっています。

このような中、国は 2022 年 9 月に本県の大崎上島に、最先端の研究を行うカーボンリサイクル実証研究拠点を開所し企業等の研究を後押しし、環境課題の解決とビジネスチャンスの獲得を目指しています。CO₂分離・回収型酸素吹石炭ガス化複合発電（CO₂ 分離・回収型酸素吹 I G C C）の実証を含む大崎上島のプロジェクトは、カーボンニュートラル実現を目指す国の方針を牽引する中核的なプロジェクトの一つとして位置付けられるものであり、国内外の発電事情を踏まえた現実的かつ効果的な低炭素ソリューションとなることが期待されます。

広島県においても、カーボンリサイクルの「ファーストベンギン」になるべく、産学官連携や研究活動の集積に向けた取組にいち早く着手しました。2021 年 5 月に、推進母体として産学官で組織する「広島県カーボン・サーキュラー・エコノミー推進協議会」を設立し、2022 年 2 月には、「広島県カーボン・サーキュラー・エコノミー推進構想」（初版）を策定し、県独自の研究・実証支援やマッチング機会の提供など、積極的な取組を進めており、研究支援による成果も徐々に始まっています。

2023 年 9 月には、「第 5 回カーボンリサイクル産学官国際会議」を初の地方開催として広島県に誘致し、広島県や大崎上島の実証研究拠点の取組が発信され、「広島県＝カーボンリサイクル先進地」としての国内外からの認知も進んでいます。

この「推進構想」（第二版）では、CO₂を資源と捉え、CO₂が生物や化学品、燃料等、様々なかたちに変化しながら、自然界や産業活動の中で、大気中のCO₂を増加させることなく、持続的に循環する社会経済である「カーボン・サーキュラー・エコノミー」の実現に向けて、これまでの 3 年間の取組や国のカーボンリサイクルロードマップの改定などの国内外のカーボンリサイクルの最新情勢を踏まえ、広島県の強みを活かしながら、取り組む方向性を整理し、当面 2027 年度までの具体的な取組をまとめています。

カーボンリサイクル分野の取組と並行して、広島県では、「失敗してもいい」「広島県まるごと実証フィールド」をコンセプトに、AI/IoT、ビッグデータ等の最新のテクノロジーを活用することにより、様々な産業・地域課題の解決をテーマとして共創で試行錯誤できるオープンな研究開発・実証実験の場である「ひろしまサンドボックス」に 2018 年から取り組み、行政が新たなチャレンジを後押しする土壌を培っています。今回の改定では、若手研究者の育成・基礎研究の支援から、県内実証及びサプライチェーンの構築まで、研究者やスタートアップ、多くの企業の皆様のチャレンジを支援する「カーボンリサイクル サンドボックス」に取り組みます。

今後も、国との連携を強化しつつ、さらに多くの皆様に御参画いただき、あらゆるリソースが国内外から集まる魅力的な投資環境を構築し、本県を舞台にした研究や実証成果によるカーボンリサイクル技術の社会実装を進めていくことで、世界のカーボンニュートラルの実現に貢献するとともに、県経済が飛躍的に成長を遂げることを目指してまいります。

CO₂の排出を削減する。
生じたCO₂を回収する。
回収したCO₂を資源として利用する。

広島県は、そんな未来の世界をリードします。
ぜひ、私たちとともにチャレンジしましょう！

広島県知事

湯崎英彦



第1章 カーボンニュートラルに向けた国内外の動向

1. 国際的な枠組と世界の潮流

(1) パリ協定

気候変動問題は国際社会が一体となって取り組むべき重要な課題であり、国際社会では1992年に採択された国連気候変動枠組条約に基づき、1995年から毎年「国連気候変動枠組条約締約国会議（COP）」が開催され、世界での実効的な温室効果ガス排出削減に向けて精力的な議論が行われてきた。

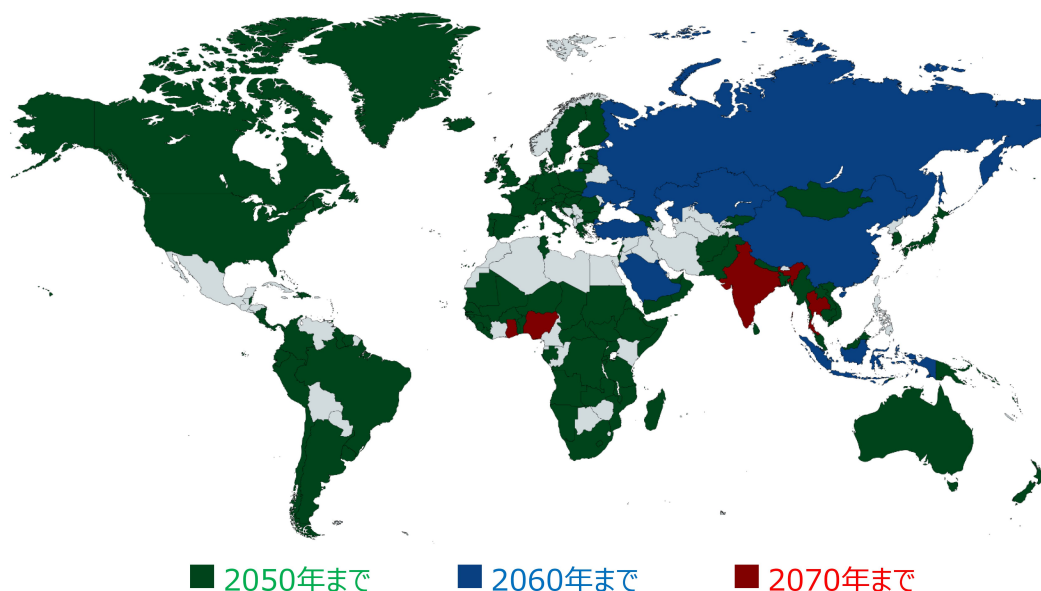
その中で、2015年12月にフランスのパリで開催された第21回会議（COP21）において、2020年以降の排出削減への新たな国際枠組みとして「パリ協定」が採択され、日本が京都議定書の成立以降に主張してきた全ての国による取組が実現することとなった。

(2) 世界におけるカーボンニュートラル宣言の状況

パリ協定が発効したことで、海外でもCN（Carbon Neutral：カーボンニュートラル、実質排出量ゼロ）や排出削減に向けた目標を設定・公表する国や地域が相次いでいる。世界のカーボンニュートラル目標を表明する国・地域は146カ国に及び（図表1-1）、そのGDP総計は世界の約90%を占めている。

日本は2020年10月に「2050年CN」を目標に設定し、2021年4月の米国主催気候サミットで、2050年への通過点として「2030年に46%削減（2013年度比）を目指す」と決意を表明した。

図表1-1 期限付きカーボンCNを表明する国・地域（2024年4月）



（出典）資源エネルギー庁「エネルギーを巡る状況について」

2. カーボンニュートラルに向けた我が国の戦略・取組

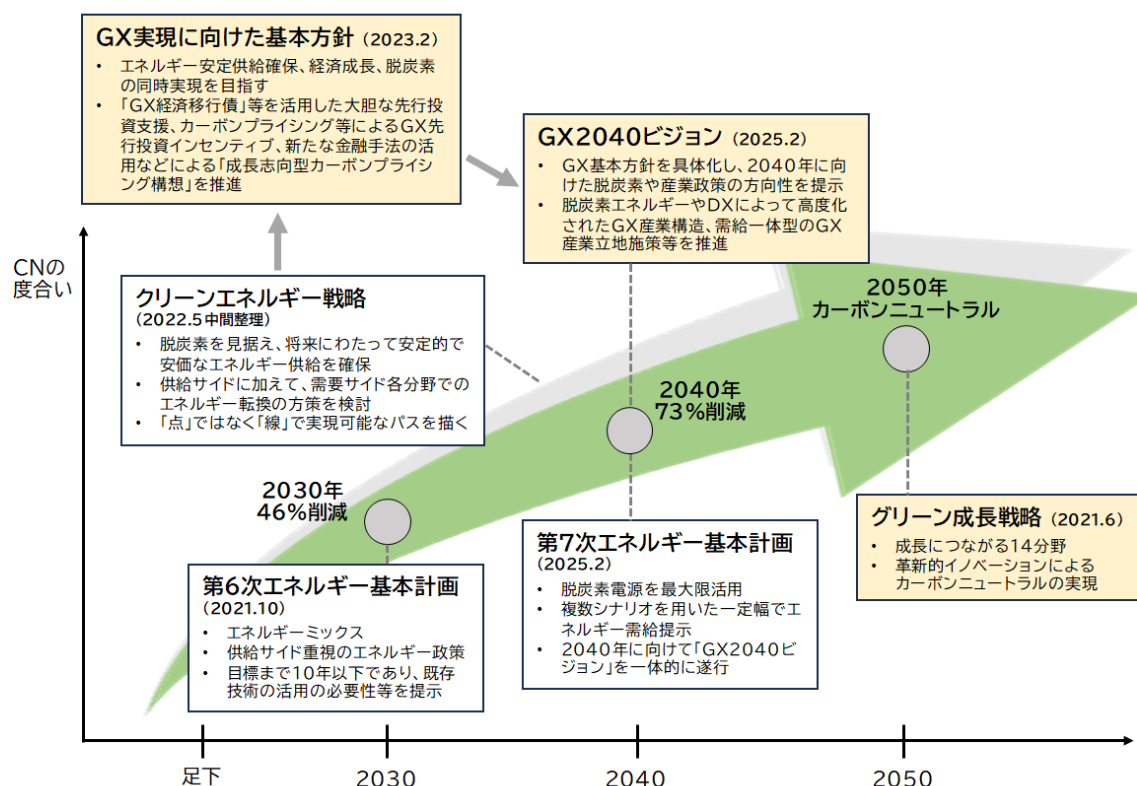
(1) カーボンニュートラルを巡る国内の動き

2020 年のCN宣言以降、国内ではCNに向けた計画・戦略策定の動きが相次いでいる（図表1-2）。まず、2021 年 6 月に「グリーン成長戦略」を策定し、CNを契機に成長が期待される 14 の重要分野における具体的な実行計画を示した。その政策ツールとして、2 兆円の「グリーンイノベーション基金」を造成し、社会実装までを見据えた長期・継続支援が必要な領域に対して重点的な支援を行っている。

同年 10 月には「第 6 次エネルギー基本計画」を閣議決定し、CNに向けたエネルギー政策の道筋を示した。そこでは、安全性・安定供給の確保を前提に、再エネの主力電源化の徹底、原子力の安定的利用、水素の新たな資源としての位置付けなどの方向性が打ち出され、再エネを中心としたエネルギーミックスの姿が具体化された。また、2021 年 5 月に中間整理が示された「クリーンエネルギー戦略」では、供給サイドに加えて、産業など需要サイドのエネルギー転換の道筋や具体的方策がまとめられた。

こうした流れを踏まえ、エネルギー安定供給確保、経済成長、脱炭素の同時実現を目指して、2022 年夏頃よりGX（Green Transformation：グリーントランスフォーメーション）の議論が加速し、2023 年 2 月に「GX実現に向けた基本方針」が閣議決定され、同年 5 月には「脱炭素成長型経済構造への円滑な移行の推進に関する法律（GX推進法）」が成立した。以降、「GX」をキーワードとして、CNに向けた各種施策や環境整備の検討・実施が積極的に進められている。

図表 1-2 CNを巡る計画・戦略策定の動き



（出典）経済産業省産業技術環境局・資源エネルギー庁「クリーンエネルギー戦略 中間整理」をもとに広島県追記・作成

(2) グリーン・トランスフォーメーションの推進

「GX実現に向けた基本方針」(2023年2月)では、GXの実現を通して、我が国の企業が世界に誇る脱炭素技術の強みをいかして、世界規模でのCNの実現に貢献するとともに、新たな市場・需要を創出し、日本の産業競争力を強化することを通じて、経済を再び成長軌道に乗せ、将来の経済成長や雇用・所得の拡大につなげるという基本的な考え方が示されている。そのためには、官民協調のもと、今後10年間で150兆円を超える規模のGX投資が必要とし、その実現に向けて「成長志向型カーボンプライシング構想」を推進することとしている。

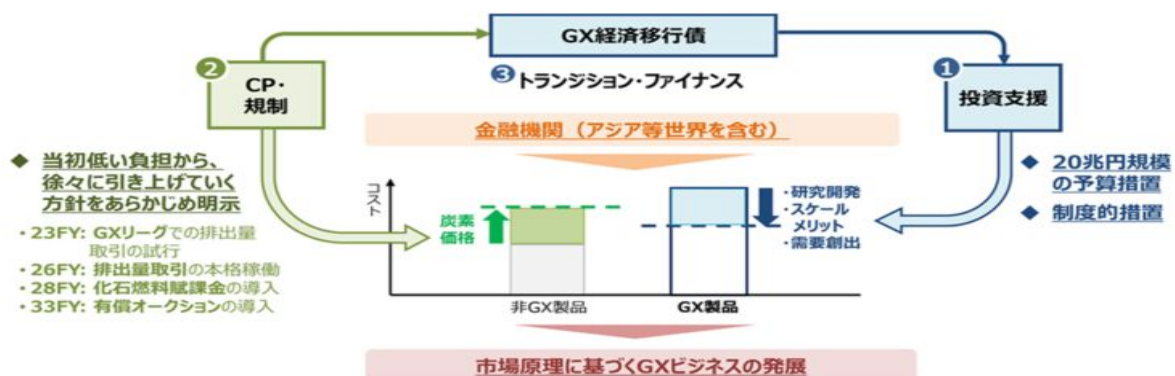
「成長志向型カーボンプライシング構想」とは、①「GX経済移行債」等を活用した大胆な先行投資支援、②カーボンプライシングや規制によるGX投資先行インセンティブ、③新たな金融手法(グリーン・ファイナンス、トランジション・ファイナンスなど)の活用をパッケージとして、GX製品と非GX製品の価格差を縮小させ、市場原理に基づくGXビジネスの発展を目指すものである(図表1-3)。

国として長期・複数年度にわたって投資促進策を講じるため、カーボンプライシング導入による将来の財源を裏付けとした20兆円規模の「GX経済移行債」を発行し、これを活用することで、企業規模を問わず、非化石エネルギーへの転換や産業構造転換、省エネ、資源循環・炭素固定技術等に対して支援を実施し、民間事業者の予見可能性を高めていくこととしている。また、その投資促進策が新たな市場・需要の創出につながるよう、規制・制度的措置と一体的に講じていくこととしている。

カーボンプライシングは、炭素排出に値付けをすることにより、非GX製品に炭素価格を上乗せする一方、GX製品・事業の付加価値を向上させるものである。導入にあたっては、我が国経済への弊害が生じないように、GXに集中的に取り組む期間を設けた上で、徐々に負担を引き上げていくこととし、さらにその方針を予め示すことにより、GX投資の前倒しを促すこととしている。

これらの政策を実行するため、GX推進法に基づいて、2023年7月に「GX推進戦略」を閣議決定し、さらにその改訂版の位置付けで、より長期的な脱炭素や産業政策の方向性を示す「GX2040ビジョン」を2025年2月に策定した。GX需要を顕在化させるための投資促進・市場創造支援や、需給一体型のGX産業立地政策の方針などが盛り込まれている。

図表1-3 「成長志向型カーボンプライシング構想」による投資促進パッケージ



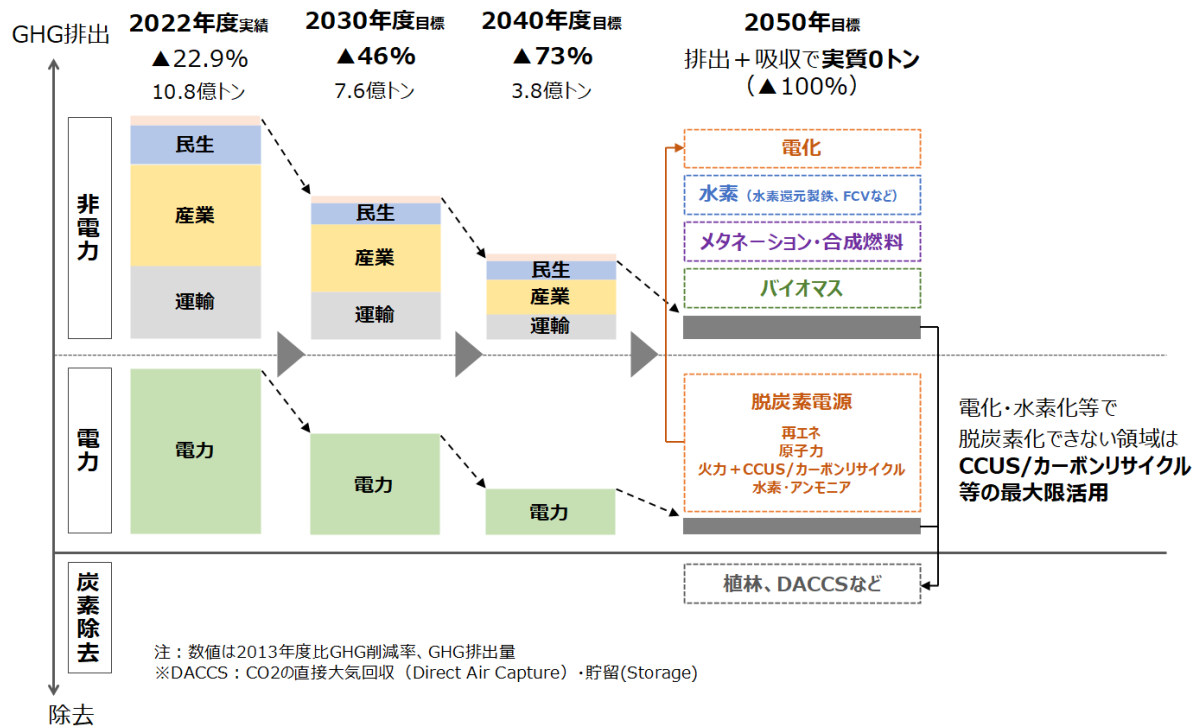
(出典) 内閣官房 GX実行会議(第10回)「我が国のグリーン・トランスフォーメーション実現に向けて(GX実行推進担当大臣兼経済産業大臣提出資料)」

(3) カーボンニュートラルへの転換イメージ

G X推進による 2050 年 C N の絵姿として、「グリーン成長戦略」では、電力・非電力部門におけるエネルギーの転換イメージが示されている。(図表 1- 4、最新データ・計画をもとに広島県一部改変) 産業・民生・運輸の非電力部門では、徹底した省エネによりエネルギー使用量を削減した上で、脱炭素化された電力による電化や、水素・メタネーション・合成燃料・バイオマス等の非化石エネルギーへの転換を通じて、CO₂排出量をゼロ近くまで削減した姿が描かれている。電力部門では再生可能エネルギー、原子力、火力+CCUS、水素・アンモニア等の非化石電源を最大限拡大させるイメージが示されている。2025 年 2 月に改定された「地球温暖化対策計画」では、2040 年度の温室効果ガス排出量を 73%減とする新たな目標が追加された。また、同年に策定された「第 7 次エネルギー基本計画」では、第 6 次計画の方針を継続しながら、2040 年度における再生可能エネルギー(太陽光、風力、地熱、水力、バイオマスなど)の割合を 4~5 割程度とする野心的な見通しが示されており、主力電源として最優先、最大限の導入に取り組むとしている。

一方、電化・水素化等で脱炭素化できない領域については、CCUS/カーボンリサイクル等を最大限活用することとしており、非電力部門においても、構造的・技術的に脱炭素化が難しい領域について、CCUS/カーボンリサイクル等のイノベーションの追及など、取組の方向性を議論すべきとしている。C N を実現する上で、今後、CCUS/カーボンリサイクルの重要性・必要性が高まってくると考えられる。

図表 1- 4 C N への転換イメージ



(出典) 国立環境研究所 温室効果ガスインベントリオフィス「日本の温室効果ガス排出量データ」、経済産業省「2050 年カーボンに伴うグリーン成長戦略」

をもとに広島県追記・作成

※CCUS…「Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage」の略で、分離したCO₂を再利用又は貯留する考え方。CO₂の利用先について、化学品原料やバイオ技術による燃料化の研究が行われている。

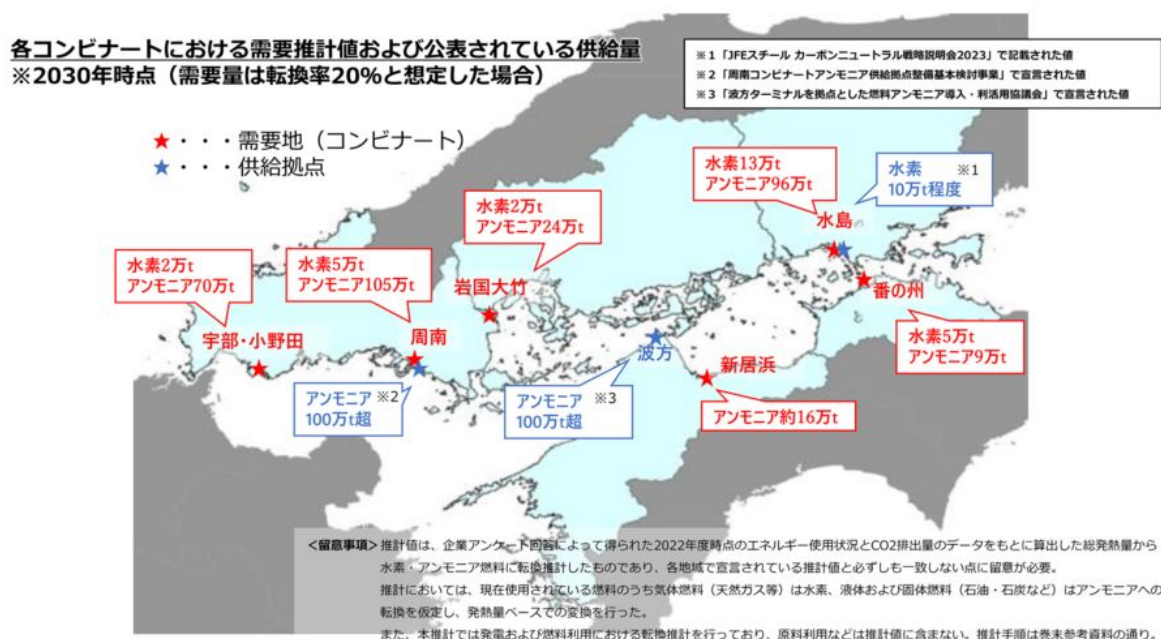
(4) CO₂フリー水素・アンモニアの供給体制の構築

非化石エネルギーや脱炭素電源への転換を図る上で、利用時にCO₂を排出しないCO₂フリー水素・アンモニアの供給は重要な要素となる。国では、水素・アンモニアをGXの重点分野に位置付け、導入支援の準備を進めている。供給インフラを整えるための拠点整備支援では、大都市圏を念頭に置く大規模拠点を3カ所、地域ごとに分散した中規模拠点を5カ所程度選ぶ方針で、瀬戸内海エリアでも拠点整備に向けた取組・連携が進んでいる。

中国経済産業局では、瀬戸内海地域の各コンビナートにおける2030年時点の水素・アンモニアの需給状況について取りまとめた（図表1-5）。需給ともにアンモニアが先行しており、100万トン超のアンモニア供給拠点の整備が周南（山口県）と波方（愛媛県）で計画されている。一方、広島県内では水素・アンモニアとも大規模な拠点整備計画はない状況であり、周辺地域との連携や県内における地産地消型サプライチェーンの構築等が課題となっている。

非化石燃料や脱炭素電源としてだけでなく、カーボンリサイクルの推進においても、多くの製品製造の原料として必要とされるCO₂フリー水素の供給は極めて重要であり、効果的・効率的な供給体制の構築が求められる。

図表1-5 瀬戸内地域の各コンビナートにおける水素・アンモニアの需給状況（2030年時点）



（出典）経済産業省 中国経済産業局「水素・アンモニアの利用拡大を中心とした瀬戸内エリアにおけるGXの実現について」

3. カーボンリサイクル技術の重要性と可能性

(1) CCUSとカーボンリサイクル技術の重要性

CCUSとは「Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage」の略で、CCU（カーボンリサイクル）と貯留（CCS）に分類することができる。

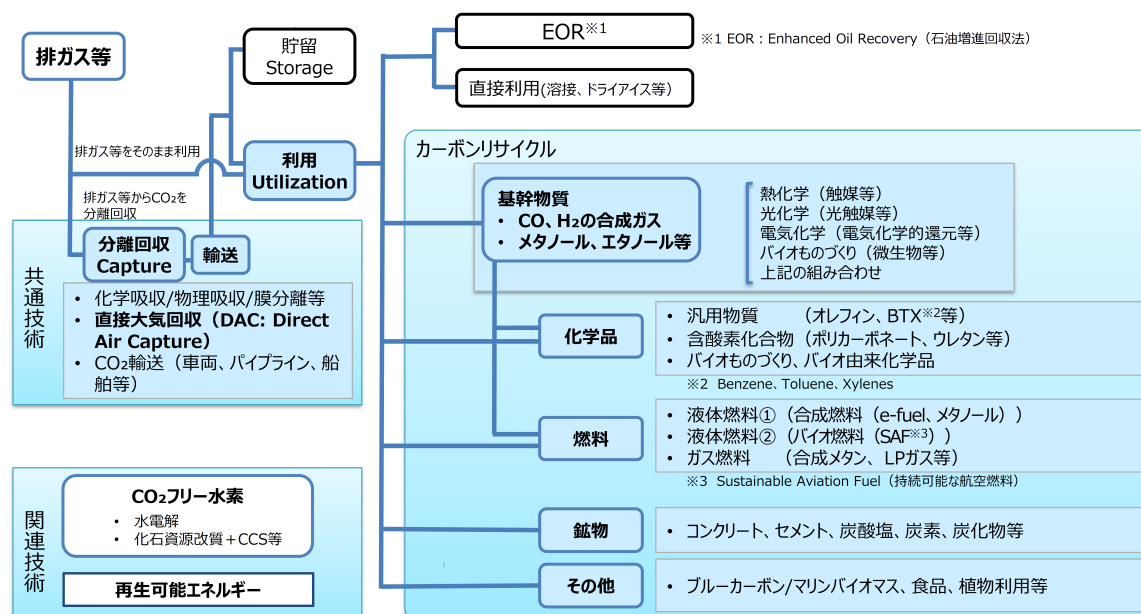
カーボンリサイクルはCO₂を有価物（資源）として捉え、これを分離・回収したのち、化学品や燃料、鉱物の原料として再利用することで、大気中へのCO₂排出を抑制し、CN社会の実現に貢献する取組である（経済産業省「カーボンリサイクルロードマップ」）。具体的には図表1-6のような技術で構成される。

一方、分離・回収したCO₂を地中・海底に貯留（Storage）するCCSについては、経済産業省では、2030年までのCCS事業開始に向けた事業環境を整備するため、「先進的CCS事業」として9案件を選定し、年間約2,000万トンのCO₂貯留を目指して、国内外の貯留エリアの調査や事業モデルの検討を進めている。

欧米諸国では、大気中のCO₂を直接回収する技術（DAC）などにより、回収したCO₂はCCSや原油増進回収（EOR）に利用されている。これに対し、日本では適用先となるフィールド（油田・ガス田など）が少なく、溶接・ドライアイスなど直接利用する産業用途も年間100万トン程度しかない。加えて、国土面積や社会環境等の制約から、国内での脱炭素電源の開発や非化石エネルギーの導入に関しても高いハードルがある。こうした面からも、特に日本においては、分離・回収したCO₂を再利用するカーボンリサイクルは極めて重要な技術・取組と言える。

政府は「グリーン成長戦略」において、「CO₂を資源として有効活用するカーボンリサイクル技術は日本に競争力があるとされ、鉱物（コンクリート製品など）、燃料（合成燃料やバイオ燃料など）、化学品（プラスチック原料など）のコスト低減や用途開発のための技術開発、社会実装を進める」としており、今後の注力分野として位置付けている。

図表1-6 カーボンリサイクル技術の構成



(出典) 経済産業省「カーボンリサイクルロードマップ」

(2) 国のカーボンリサイクル政策

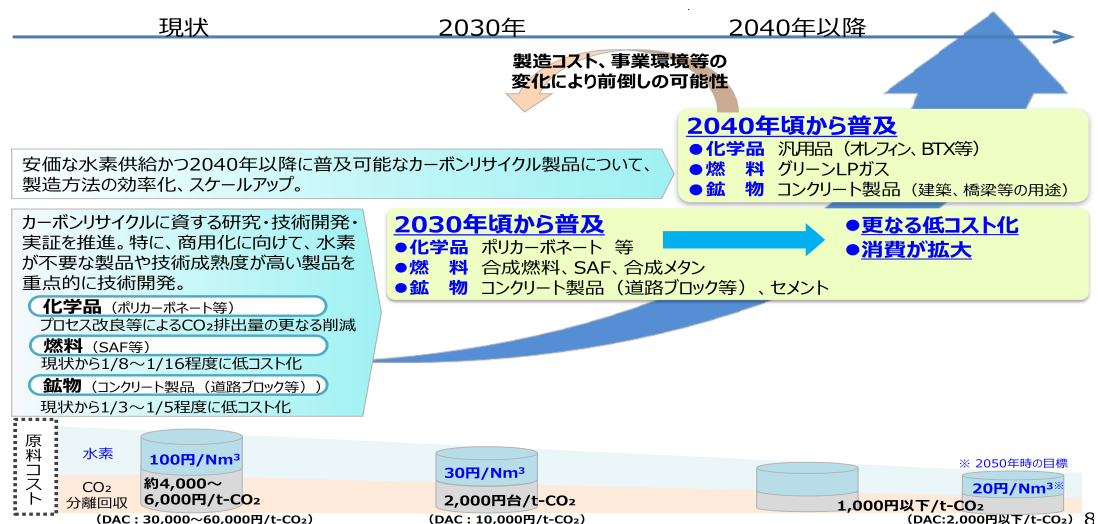
経済産業省では、これまで「カーボンリサイクル技術ロードマップ」を2019年に策定し、2021年の改訂を経て、カーボンリサイクルの一層の普及促進のため、技術面に限らず、意義や課題、具体的なアクション等を整理した「カーボンリサイクルロードマップ」を2023年6月に策定した。

その中で、カーボンリサイクルについては、2050年C/N目標の実現に向けて、火力発電所の脱炭素化やCO₂の排出が避けられない分野を中心に、カーボンマネジメントの一環として最大限活用する必要性が指摘されるとともに、日本の脱炭素化と産業政策やエネルギー政策を両立するための鍵となる重要なオプションの一つとして位置付けられている。

カーボンリサイクルの普及拡大に向けては、水素の調達状況や技術成熟度等を踏まえつつ、当面は水素が不要な製品や技術成熟度が高い製品（ポリカーボネート、道路ブロック等）の技術開発・普及を重点的に進めながら、中長期的には安価な水素供給や製造方法の効率化・スケールアップををにらんで、より汎用的な製品・用途へと拡大していく絵姿を描いている（図表1-7）。また、これらの技術開発の留意点として、多くのカーボンリサイクル技術において安価なCO₂フリー水素が重要であること、カーボンリサイクル技術の評価にはLCAの視点が重要で、規格化・標準化の取組も必要であること等を指摘している。ロードマップでは、これらの製品開発・取組の結果、2050年時点でのカーボンリサイクルによるCO₂循環利用の最大ポテンシャルを約2億～1億トンと試算している。

カーボンリサイクルの産業化に向けては、①産業間連携、②国際連携、③担い手の創出、エコシステムの確立が具体的な取組テーマとして挙げられている。産業間連携では、現状では直接利用分野を除きほぼ存在しないとされるCO₂等のサプライチェーン構築（CO₂分離回収・輸送・利用の連携）が必要との認識のもと、連携のタイプを「大規模産業集積型」、「中小規模分散型」、「オンサイト型」の3つに分類し、これらのモデルケースの創出と横展開、特に排出源の分散状況を踏まえた「中小規模分散型」の連携パターンや可能性の深掘りを今後の重要課題として挙げている。また、各類型に横断的な課題として、需給のマッチングやバランス調整、全体マネジメント等の役割を担うCO₂マネジメント事業者の重要性が指摘されている。

図表1-7 カーボンリサイクルを拡大していく絵姿



(出典) 経済産業省「カーボンリサイクルロードマップ」

(3) カーボンリサイクルビジネスの市場規模

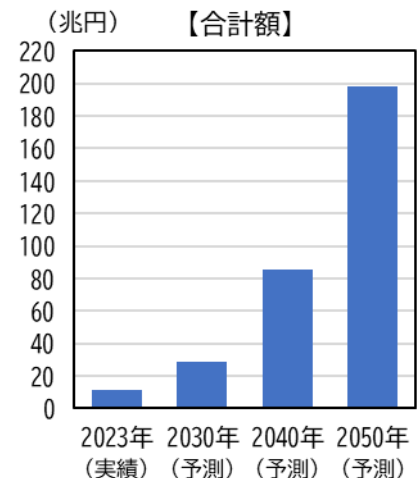
民間の市場調査によると、カーボンリサイクルの市場規模は2023年実績で11兆4,624億円となっており、2050年には17.3倍に拡大し、200兆円近い市場になると予測されている（図表1-8）。特にカーボンリサイクル燃料の普及加速を背景に、2040年以降、大幅に市場規模が拡大すると見込まれている。

内訳を見ると、「CO₂利活用製品」が市場の95%以上を占めており、中でも製造プロセスで発生するCO₂を利用した工業原料（尿素）が大半を占めているが、2030年以降、CO₂固定コンクリートや燃料・エネルギー用途のメタノール、メタン、e-fuelなどが実証段階から実用化・普及段階へと進み、市場規模拡大に寄与すると予測される。また、化学品製造プロセスや天然ガスの精製技術等で実用化されてきた「CO₂分離技術（装置型）」や、それに紐づく形で市場形成されている「CO₂分離技術材料」は、主に化学吸収法や固体吸収法の成長により、市場規模が拡大する見通しである。そのほか、自然界植物を利用したCO₂吸収技術である「CO₂分離技術（自然吸収型）」は、カーボンクレジット創出の動きが活発化する一方で、CO₂吸収量の把握や生態系への影響懸念などの課題を有しているが、すでに市場が確立しているグリーンカーボン（特にバイオ炭）の安定的な拡大が見込まれる。

図表1-8 カーボンリサイクルビジネスの市場規模

内 容	市場規模（億円）		成長度（倍）
	2023年（実績）	2050年（予測）	2050年/2023年
CO ₂ 分離技術（装置型）	1,164	14,520	12.5
CO ₂ 分離技術（自然吸収型）	238	8,141	34.3
CO ₂ 分離技術材料	2,622	9,708	3.7
CO ₂ 利活用製品	110,601	1,949,486	17.6
合計	114,624	1,981,855	17.3

（出典）株式会社経済「カーボンリサイクル CO₂削減関連技術・材料市場と将来展望 2024」



(4) カーボンリサイクルに向けた主要産業の取組の方向性

カーボンリサイクルを推進していく上では、関連する各産業がそれぞれの事業内容や製造プロセスに応じてCO₂を分離回収・有効利用する取組を進め、環境価値の高い製品開発や脱炭素型の事業構造の転換につなげていく必要がある。図表1-9は、広島県に立地する主な産業を念頭に、カーボンリサイクルに向けて想定される取組の方向性について示したものである。各産業で非化石燃料・原料への転換や再エネ電源の拡大を進めながら、工場や発電所等から排出されるCO₂を効果的に分離回収し、化学やセメント、運輸、食品・農業など多様な産業部門でCO₂の有効利用を進めていくことが求められる。そのためには、産業機械やエレクトロニクス産業などにおいて、デジタル技術やプラント製造技術等を用いた支援・貢献も重要な要素となる。

どのような産業であっても、CN／カーボンリサイクル実現に向けた将来イメージからのバックキャストで既存事業への影響を想定し、具体的な動きを展開する必要がある。個別の企業レベルでも、CNへの転換を経営判断における重要ファクターとして位置付け、検討を開始すべき時期に至っており、中小企業にとっても早期の着手が必要な状況となっている。こうした

取組は、これまでの事業構造や製造プロセスを根本的に変えていく必要も生じるが、新しい時代をリードしていくチャンスでもある。

図表 1- 9 カーボンリサイクルに向けて想定される主要産業の主な取組の方向性

部 門	産 業	主な取組の方向性
エネルギー部門	電力	・再エネ電源の拡大・主力化及びそれを支えるネットワークの強化 ・発電プロセスでのCO₂の分離回収
	石油・ガス	・CO₂を活用するメタネーションなどカーボンフリー燃料への転換 ・カーボンフリーな水素・アンモニアの供給
産業部門	鉄鋼	・高炉ガス等からのCO₂の分離回収 ・還元プロセスでの水素利用（水素還元製鉄、カーボンリサイクル製鉄）
	化学	・原料の脱炭素化、製造工程でのCO₂分離回収 ・CO₂分離技術・材料の提供 ・CO₂を原料とした化学品・燃料等の開発・供給
	セメント	・製造工程で排出するCO₂を原料としたコンクリート製品の開発・供給
	自動車	・次世代自動車におけるCO₂を原料としたe-fuel 燃料エンジンの採用
	産業機械・エレクトロニクス	・CO₂の分離回収・利用に関わる装置・プラント設備の開発・供給 ・再エネ電源の拡大を支える発電・蓄電設備、EMS（エネルギーマネジメントシステム）の開発・供給
運輸・その他部門	運輸	・CO₂排出量の少ない輸送モード、CO₂リサイクル燃料への転換
	食品・農業	・食品製造、作物栽培でのCO₂利用

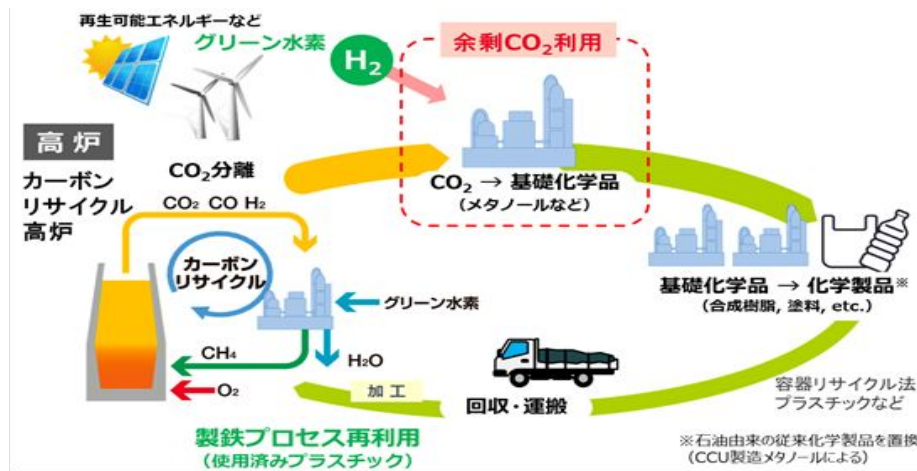
【トピックス①】鉄鋼業界でのカーボンリサイクル製鉄の取組

鉄鋼業は、高炉で鉄鉱石と石炭（コークス）を還元する際に大量の CO_2 を排出しており、国内でも最大級の CO_2 多排出産業となっている。石炭の代わりに水素を使用する水素還元製鉄や鉄スクラップを原料とする大型電炉などと並び、鉄鋼業の CN 化に向けた革新的な技術開発として進められているのが「カーボンリサイクル製鉄（高炉）」である。

カーボンリサイクル製鉄は、既存の高炉技術をベースとしながら、還元時に発生するガスから CO_2 を分離回収し、グリーン水素とのメタネーションによって合成したe-メタンを CN 還元材として再利用する製鉄プロセスであり、プロセス内で CO_2 を循環利用する仕組みとなっている。また、循環利用し切れない CO_2 は外部の CCUS （メタノール、合成樹脂など）でカバーする取組を想定しており、これらの組み合わせで CN 化を目指している。

カーボンリサイクル製鉄+ CCUS の実現のためには、カーボンリサイクル高炉の技術的課題（メタネーション設備の大規模化、水素高温予熱など）に加えて、周辺企業等との連携による CCUS の体制・インフラ構築やグリーン水素の安定調達が重要な課題となっている。

カーボンリサイクル高炉+ CCUS の取組イメージ



(出典) JFE スチール株式会社

(5) 世界的な CCUS の取組

CN に向けた世界的な潮流を背景に、海外でもカーボンリサイクルを含めた CCUS の取組が活発化している。特に欧米諸国では近年、 CCUS テックへの投資額が急増しており、スタートアップ企業の立ち上げ・資金調達、大規模企業による連携プロジェクト、大学・研究機関の研究開発等が活発化している。また、こうした状況の背景として、政府による税優遇施策、特定産業界での CO_2 利用促進・コミット、事前買取制度による戦略的なコスト差低減、カーボンクレジット価格の上昇といった動きが整いつつある点も指摘されている（Deloitte Japan）。

こうした取組・状況の一端として、経済産業省のカーボンリサイクルロードマップ資料をもとに、海外における CCU （カーボンリサイクル）の取組事例を整理したのが図表1-10である。上述の3.（2）で触れた産業間連携の3つの類型に従って分類されており、イギリスやドイツを中心とした欧米のプロジェクトが多くを占めている。また、すでに稼働しているものもあるが、多くは2025～2030年頃に本格的な商用運転を開始する予定となっている。

大規模産業集積型では、製鉄所や製油所などの CO_2 の大規模排出源が中心となった産業間連携が特徴となっており、出口となる CCU 製品としては、化学品や燃料の原料となるメタノール等の基幹物質が中心となっている。中小規模分散型やオンサイト型では、大気（ DAC ）

を含め、廃棄物処理施設などの多様な排出源が挙がっており、出口となるCCU製品は、基幹物質に加えて合成燃料などの燃料製品が多くなっている。

今後は、化石燃料の脱炭素化を踏まえた資源外交の多様化や国際的なカーボンリサイクル市場の創造を念頭に、日本企業のカーボンリサイクルの研究開発や国際展開、連携プロジェクトも活発化していくことが期待される。

図表 1- 10 海外におけるCCU（カーボンリサイクル）の取組事例

類型	事業名・実施国	●CO ₂ 排出源、○CCU製品	概要
大規模産業集積型	Carbon2Chem Project（ドイツ）	●製鉄、廃棄物処理場、セメント工場 ○メタノール、アンモニア、その他アルコール類、高分子、合成燃料、肥料など	・製鉄プロセス等で発生する排ガスを利用して化学品、燃料などを製造するプロジェクト ・2025年の稼働を目標に事業性検討を進めながら建設計画を実施中
	Hydrogen Lab Leuna E-CO ₂ Met（ドイツ）	●製油所 ○メタノール	・製油所から排出されるCO ₂ と、固体酸化物水電解によるH ₂ を用いて、様々な製品に利用される基幹物質（グリーンメタノール）を製造 ・2024年にパイロット試験終了予定
中小規模分散型	Haru Oni Project（チリ）	●大気（DAC） ○メタノール、e-fuel（合成ガソリン）	・風力発電によるグリーン水素と、大気から回収したCO ₂ からメタノール、e-fuel（合成ガソリン）を製造 ・2022年12月生産開始
	Altalto（イギリス）	●廃棄物（都市ごみ） ○合成燃料（ガソリン、ディーゼル、ジェット燃料）	・都市ごみ（家庭ごみやオフィスごみ）を引き取り、ガス化・精製後、FT合成で合成燃料を製造 ・2028年商用運転開始予定
オンサイト型	Project Air（スウェーデン）	●化学工場残渣 ○メタノール	・化学工場からの残渣物をバイオガス化し、廃水を利用した水電解由来の水素を用いてメタノールを合成 ・2026年メタノール製造開始予定

（出典）経済産業省「カーボンリサイクルロードマップ【別冊2】産業間連携の事例」より広島県作成

第2章 カーボン・サーキュラー・エコノミー実現に向けた広島県の強み

1. 広島県カーボン・サーキュラー・エコノミー推進協議会の設立と推進構想の策定

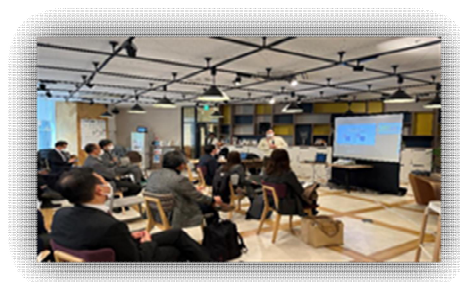
広島県では、第1章で示した国内外の動向や、後述する大崎上島でのカーボンリサイクル技術の実証研究拠点の整備等の取組を踏まえて、県庁内にカーボンリサイクルの推進部署を設置し、カーボンリサイクルの取組促進や相互連携の母体として、「広島県カーボン・サーキュラー・エコノミー推進協議会（以下、「CHANCE」）（Council of Hiroshima for a carbon Circular Economy の略）という。」（会長：広島大学大学院先進理工系科学研究科 市川貴之教授）を2021年5月20日に設立した（図表2-1）。会員数は、2025年2月末時点で160者以上に拡大しており、広島県や瀬戸内エリアに拠点を持つ企業・機関だけでなく、国内各地から大手企業、スタートアップ、業界団体や公的機関など幅広く参加している。

2022年3月には、「広島県カーボン・サーキュラー・エコノミー推進構想（初版）」を策定し、広島県がカーボンリサイクルの先進地としてカーボンリサイクル研究開発の「拠点化」を図り、我が国のカーボンリサイクル技術をリードする地域ブランドを確立すること、カーボンリサイクルに資する商品開発やサービス提供に取り組む県内企業への支援や、関連企業の県内への積極的な誘致により「新産業の集積」を図ることを方針として定め、具体的な取組を進めている。

以降においては、推進構想に基づいて進めてきた広島県の研究開発支援、事業化支援の取組や国との連携による取組（大崎クールジェンプロジェクト、カーボンリサイクル実証研究拠点事業）を整理・紹介するとともに、県内企業・会員企業の取組動向・事例や県内のカーボンリサイクル関連環境について概観する。

図表2-1 「広島県カーボン・サーキュラー・エコノミー推進協議会（CHANCE）」

CHANCE 広島県
カーボン・サーキュラー・エコノミー
推進協議会
Council of Hiroshima for a carbon Circular Economy



2. 県内の研究開発の取組

(1) 国と連携した取組

ア 大崎クールジェンプロジェクト

大崎上島では、高効率複合発電技術「石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）」とCO₂分離回収技術を組み合わせた革新的な低炭素石炭火力発電を目指す実証事業「大崎クールジェンプロジェクト」が2012年度から実施されてきた（2015年度までは経済産業省補助事業、2016年度以降はNEDO助成事業として実施）。

本プロジェクトは3段階で構成され（図表2-2）、第1段階ではIGFCの基盤技術である「酸素吹石炭ガス化複合発電（酸素吹IGCC）」の大型設備実証試験を行い、商用機レベルで最新鋭の微粉炭火力発電（40%）を上回る発電効率（送電端HHV）46%を達成する見通しを得た。第2段階は酸素吹IGCCにCO₂分離・回収設備を付設してCO₂回収率90%以上を達成し、さらに第3段階では燃料電池を付設した「石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）」により、CO₂の分離・回収によって低下する発電効率を改善して、商用機レベルで47%を達成する見通しが得られた。

この中で、カーボンリサイクルとの関連で重要となる第2段階のCO₂分離・回収の取組では、化学吸収法に比べてコスト優位性の高い物理吸収法を採用し、回収コスト2,000円台/t-CO₂、回収CO₂純度99%以上、1日あたり400トンのCO₂回収を実現しており、その一部を隣接するカーボンリサイクル実証研究拠点に供給している。

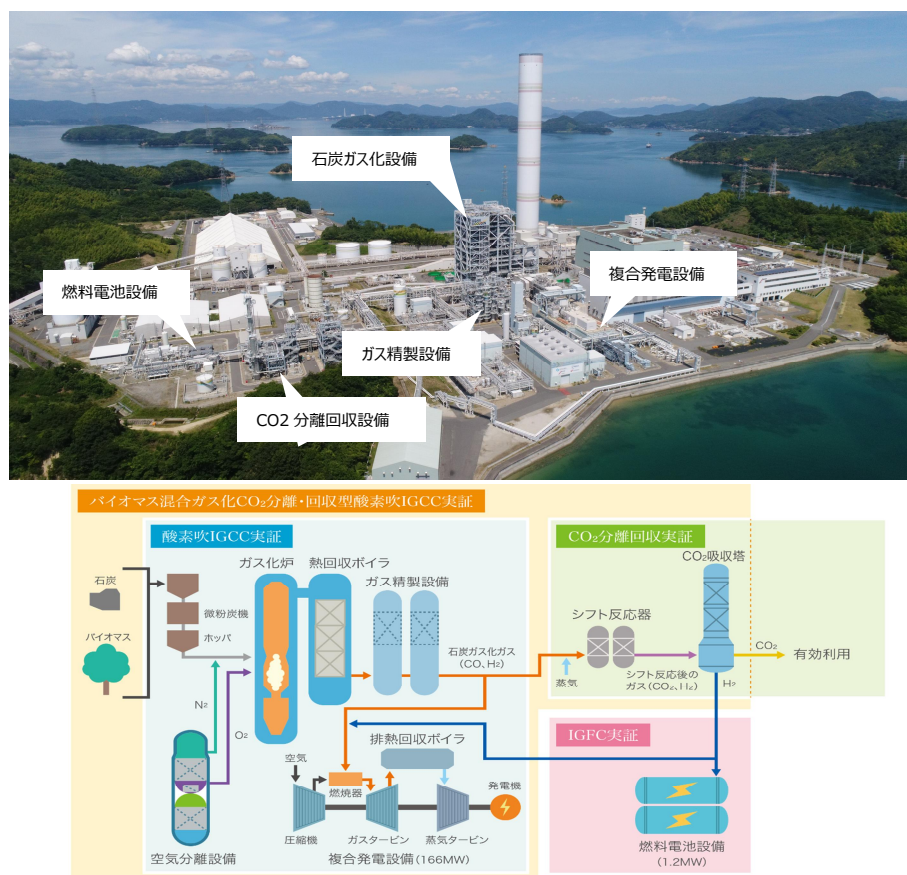
さらに2023年度からは、カーボンネガティブの実現を目指して、燃料の一部にバイオマス燃料を導入する「バイオマス混合ガス化技術開発」の取組においては目標達成の見通しが得られ、様々なオプションを有する脱炭素と高効率発電を両立した革新的石炭火力発電の可能性を示している。こうした成果を踏まえ、大崎クールジェンプロジェクトの実証技術を用いた商用機の導入に向けた取組が進められている。

【トピックス②】石炭火力発電の高効率化の取組

石炭火力発電は、LNG火力等と比べて温室効果ガス排出量が多く、国内外で規制が強化されているが、経済性や発電効率等の面から、途上国を中心に継続使用している国も多い。第7次エネルギー基本計画では、非効率な石炭火力のフェードアウトを促進する一方で、「石炭ガス化複合発電（IGCC）等の次世代の高効率火力発電技術の開発を推進する」ことが明記されている。

IGCCを基盤とする大崎クールジェンプロジェクトは、こうした国の方針を牽引する中核的なプロジェクトの一つとして位置づけられるものであり、国内外の発電事情を踏まえた現実的かつ効果的な低炭素ソリューションとなることが期待される。

図表 2- 2 大崎クールジェンにおける革新的な低炭素石炭火力発電の実証事業の概要



(出典) 大崎クールジェン株式会社

イ カーボンリサイクル技術の実証研究拠点化事業

2019年9月に経済産業省が示した「カーボンリサイクル3Cイニシアティブ」及び2020年1月に策定された「革新的環境イノベーション戦略」において、大崎クールジェンプロジェクトでCO₂の分離・回収が行われている大崎上島をカーボンリサイクル研究の実証拠点として整備する方針が示され、NEDOによる計画・運営のもと、2022年9月にカーボンリサイクル実証研究拠点が開所した（図表2-3）。本拠点では、カーボンリサイクルの要素技術開発や実証研究を一つの場所で集中的・横断的に実施することにより、当該分野のイノベーション・実用化を加速させることを目指しており、またこれらの内容や成果を紹介することで、日本の最先端技術を世界に向けてアピールすることも企図されている。

2024年現在、「実証研究エリア」で3件、「藻類研究エリア」で1件、「基礎研究エリア」で6件の計10件の研究開発が行われており、全国の大学、電力会社、商社、建設会社、鉄鋼メーカー、藻類バイオテックベンチャー企業等のほか、県内企業や広島大学が参加している（図表2-4）。「実証研究エリア」では、2022年度で終了した事業も含めて、技術成熟度が相対的に高い鉱物化に関する研究開発や化学品、高付加価値脂質を出口とした研究開発が行われている。「藻類研究エリア」では、（一社）日本微細藻類技術協会が、CO₂利用効率の向上を含む微細藻類の基盤技術の高度化に向け、微細藻類に由来するバイオジェット燃料（SAF）の製造技術開発を実施している。また最も件数の多い「基礎研究エリア」では、CO₂を原料とした新たな有用物質の合成方法や新規CO₂分解・還元プロセス、高効率な藻類バイオマス生産システムの構築などの基礎的・基盤的な研究開発が進められている。

上記の10件のプロジェクトの一部は2024年度末で終了するが、2025年度以降の研究プロ