

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	01
第1章 カーボンニュートラルに向けた国内外の動向	03
1.国際的な枠組と世界の潮流	04
(1)パリ協定	04
(2)世界におけるカーボンニュートラル宣言の状況	04
2.カーボンニュートラルに向けた我が国の戦略・取組	05
(1)カーボンニュートラルを巡る国内の動き	05
(2)グリーントランスフォーメーションの推進	06
(3)カーボンニュートラルへの転換イメージ	07
(4)CO ₂ フリー水素・アンモニアの供給体制の構築	08
3.カーボンリサイクル技術の重要性と可能性	09
(1)CCUSとカーボンリサイクル技術の重要性	09
(2)国のカーボンリサイクル政策	10
(3)カーボンリサイクルビジネスの市場規模	11
(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	12
(5)世界的なCCUSの取組	14
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	15
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	16
2.県内の研究開発の取組	17
(1)国と連携した取組	17
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))	21
3.事業化に向けた取組	23
(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	23
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	27
ア CO ₂ 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	30
(1)再生可能エネルギー	30
(2)CO ₂ フリー水素	30
(3)輸出入・輸送インフラ	31
(4)多様な産業集積	32

(5) 豊富な自然環境(グリーンカーボン、ブルーカーボン)	32
ア グリーンカーボン(森林生態系に固定される炭素)	
イ ブルーカーボン(海洋生態系に固定される炭素)	
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	35
1.取組方針と目標 ～目指す姿～	36
(1)取組方針	36
(2)目標	36
2.「拠点化」に向けた今後3年間の具体的な取組	37
(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	37
(2)スタートアップ企業の創出・育成・誘致の強化	37
(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	38
(4)大崎上島カーボンリサイクル拠点との連携	38
(5)ビジネスへの需要拡大支援	38
(6)大規模な資金投入につながる環境整備	39
(7)県内研究事例や企業の取組の情報発信	39
3.「新産業集積」に向けた今後3年間の具体的な取組	40
(1)各種マッチングの拡充	40
(2)カーボンリサイクル技術に必要となるCO ₂ フリー水素の調達に向けた対応	40
(3)若手研究者の育成と次世代教育	40
4.今後の見直しについて	41

【略語表記一覧】

CCS	: CO ₂ の分離回収・貯留
CCUS	: CO ₂ 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肢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、選択肢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IGCC)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「ファーストペンギン」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。

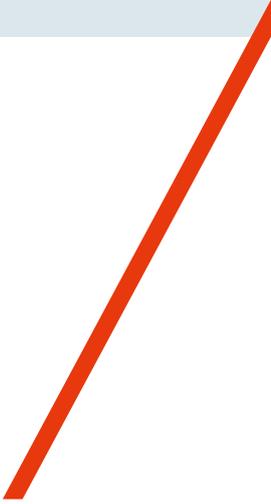
CO₂の排出を削減する。
生じたCO₂を回収する。
回収したCO₂を資源として利用する。

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。

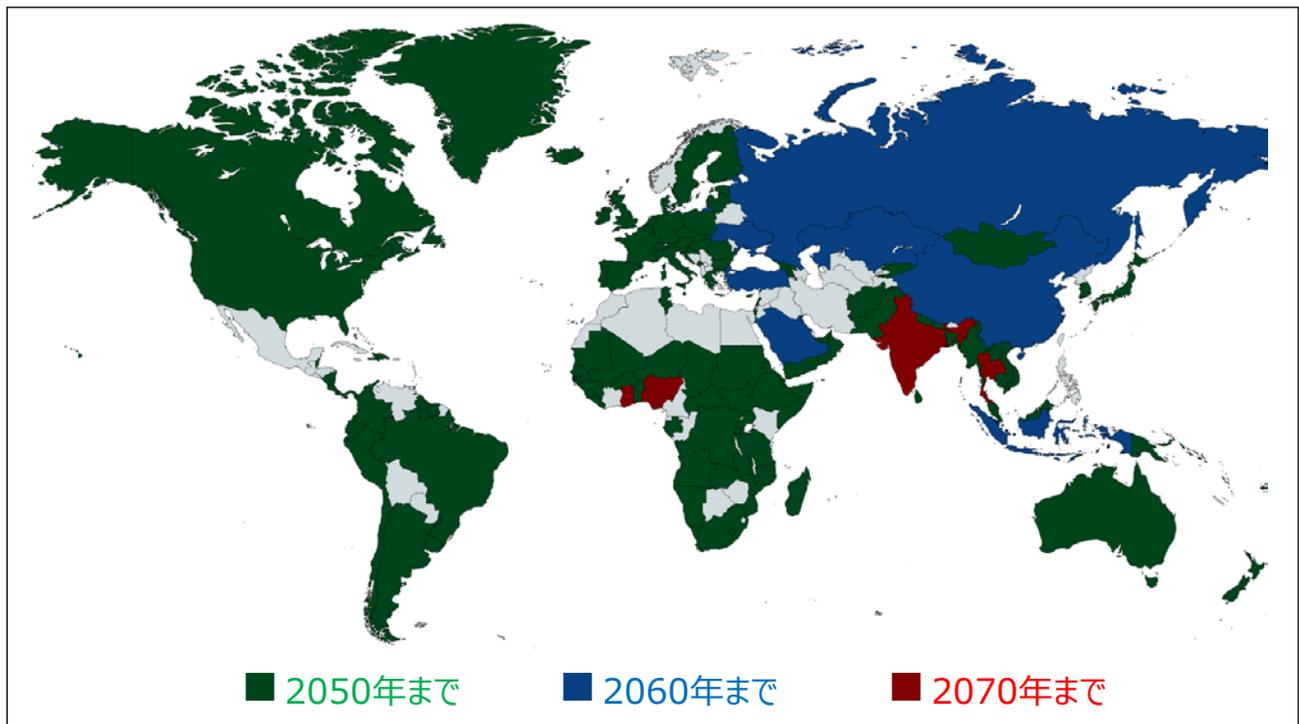
その中で、2015年12月にフランスのパリで開催された第21回会議(COP21)において、2020年以降の排出削減への新たな国際枠組みとして「パリ協定」が採択され、日本が京都議定書の成立以降に主張してきた全ての国による取組が実現することとなった。

(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CN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CNを表明する国・地域(2024年4月)



(出典) 経済産業省 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

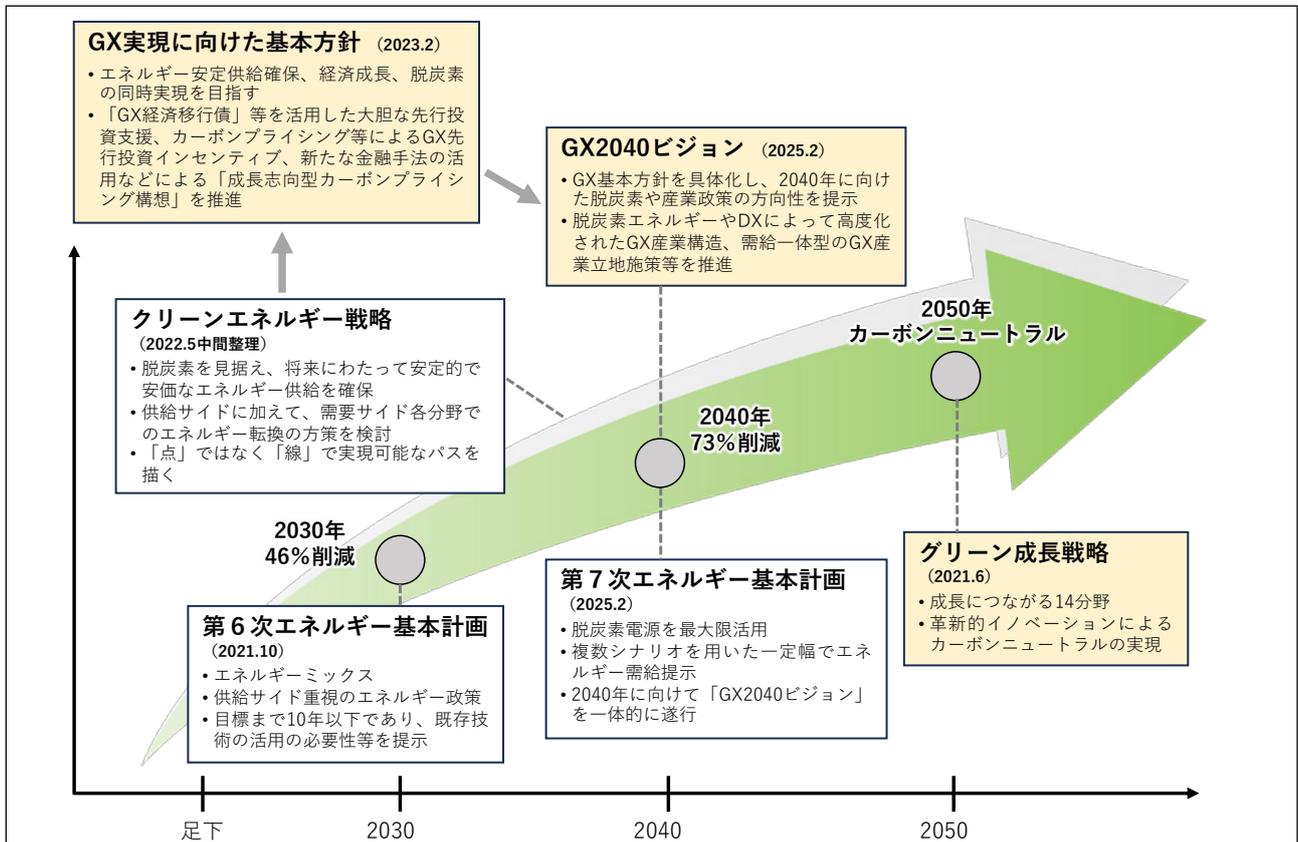
(1)カーボンニュートラルを巡る国内の動き

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。

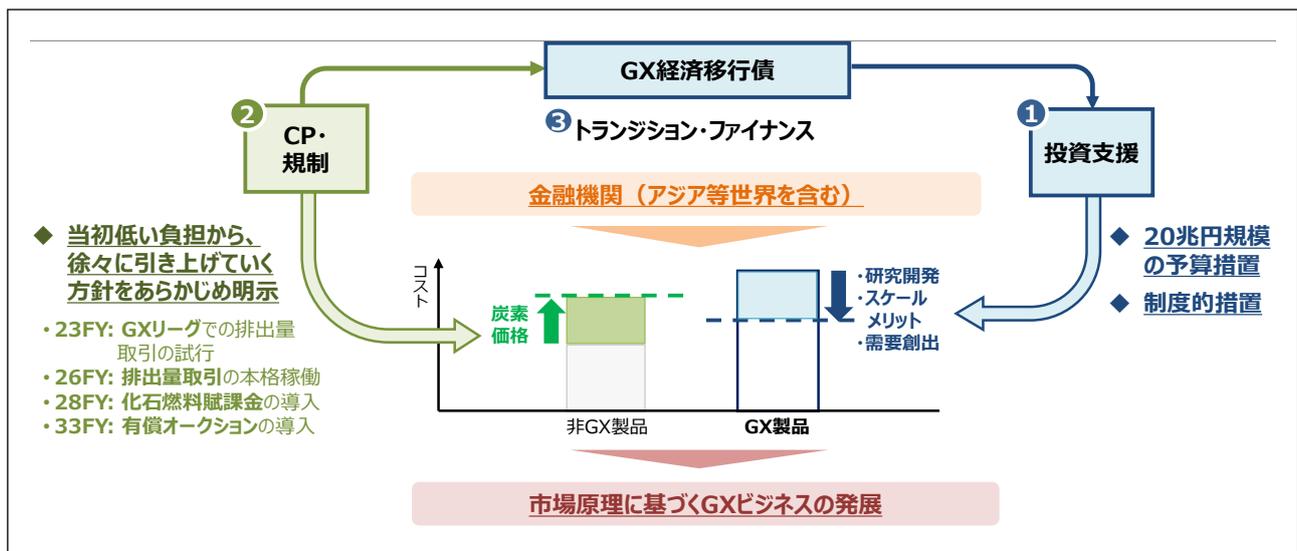
「成長志向型カーボンプライシング構想」とは、①「GX経済移行債」等を活用した大胆な先行投資支援、②カーボンプライシングや規制によるGX投資先行インセンティブ、③新たな金融手法(グリーン・ファイナンス、トランジション・ファイナンスなど)の活用をパッケージとして、GX製品と非GX製品の価格差を縮小させ、市場原理に基づくGXビジネスの発展を目指すものである(図表1-3)。

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



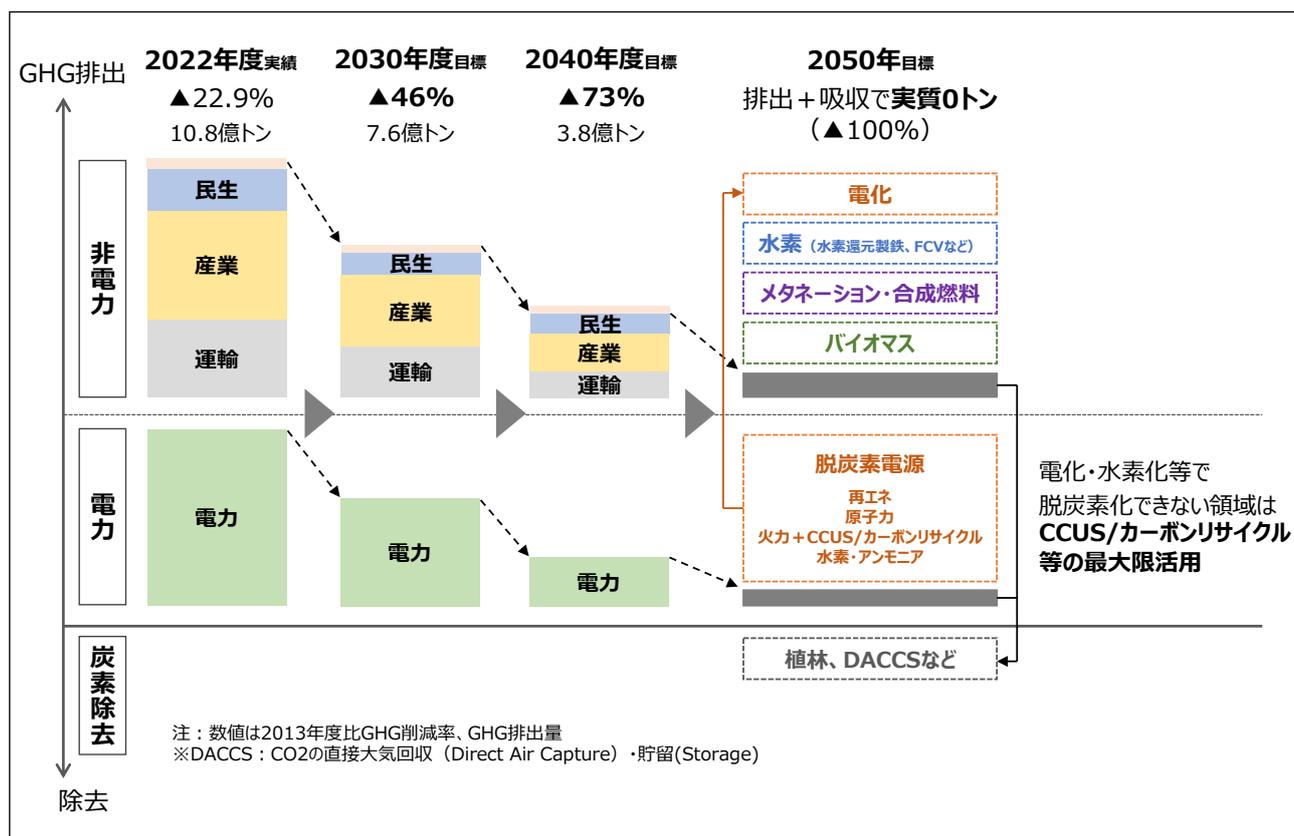
(出典)内閣官房 GX実行会議「我が国のグリーントランスフォーメーション実現に向けて(GX実行推進担当大臣兼経済産業大臣提出資料)」

(3)カーボンニュートラルへの転換イメージ

GX推進による2050年CN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。CN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 CN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」、
 内閣官房・環境省・経済産業省「地球温暖化対策計画の概要」、
 経済産業省「2050年カーボンニュートラル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。

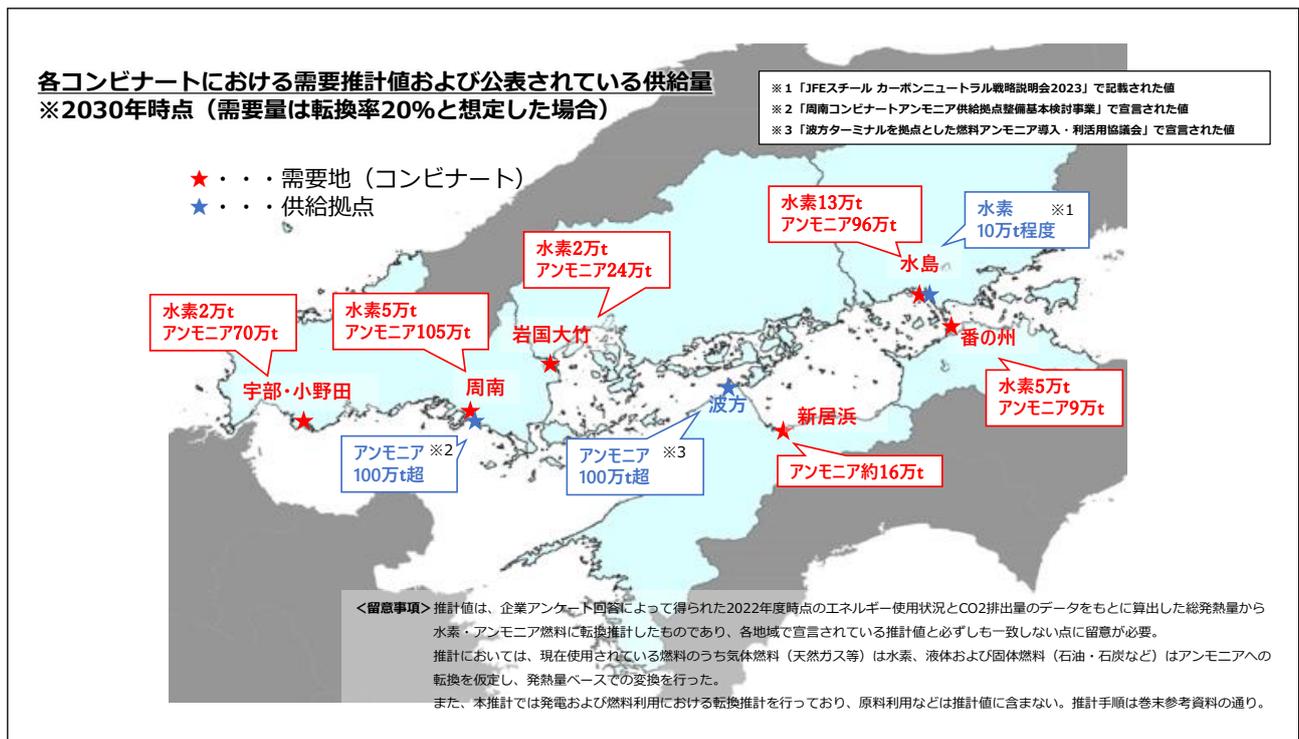
(4) CO₂フリー水素・アンモニアの供給体制の構築

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的整備が周南(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。

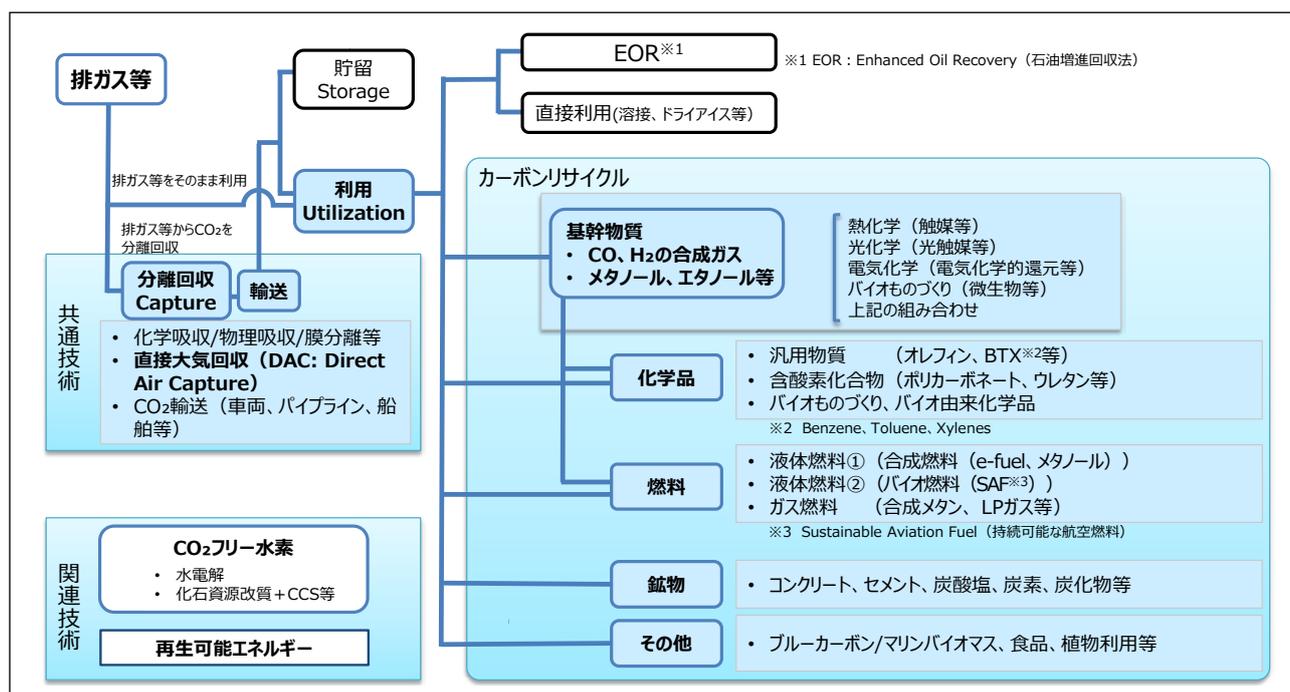
カーボンリサイクルはCO₂を有価物(資源)として捉え、これを分離・回収したのち、化学品や燃料、鉱物の原料として再利用することで、大気中へのCO₂排出を抑制し、CN社会の実現に貢献する取組である(経済産業省「カーボンリサイクルロードマップ」)。具体的には図表1-6のような技術で構成される。

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

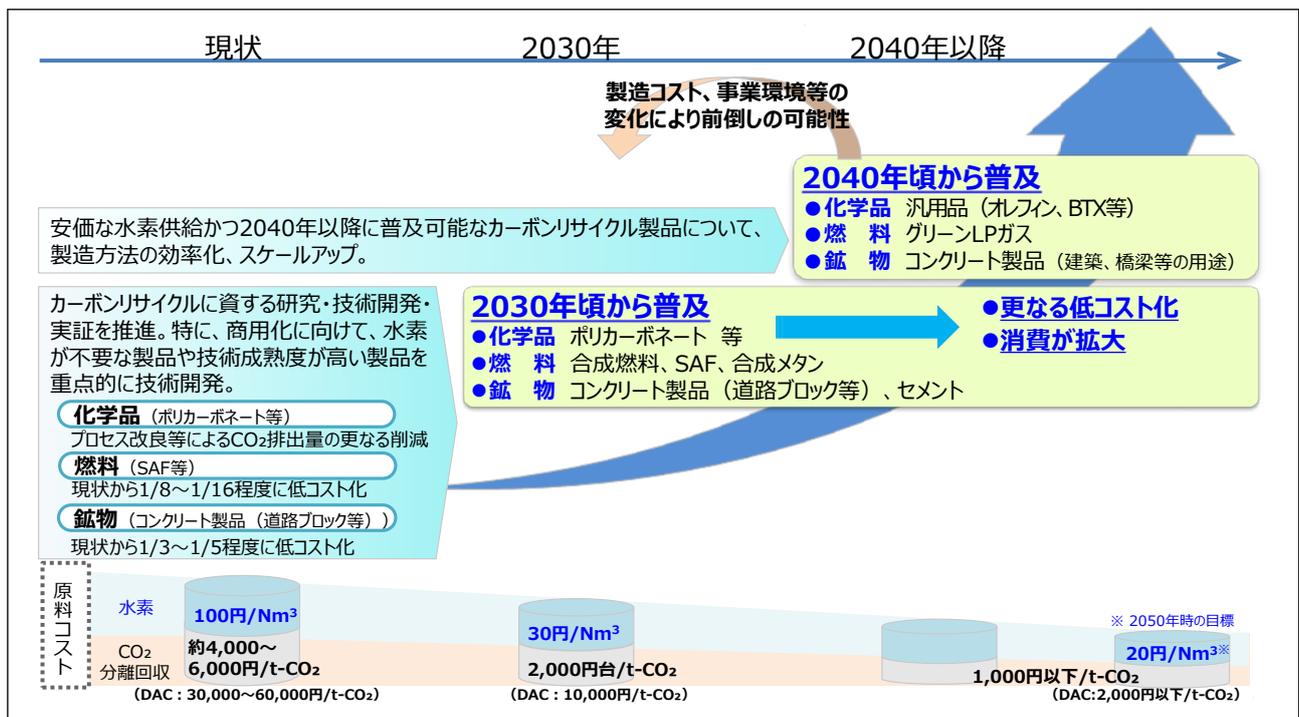
経済産業省では、これまで「カーボンリサイクル技術ロードマップ」を2019年に策定し、2021年の改訂を経て、カーボンリサイクルの一層の普及促進のため、技術面に限らず、意義や課題、具体的なアクション等を整理した「カーボンリサイクルロードマップ」を2023年6月に策定した。

その中で、カーボンリサイクルについては、2050年CN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・スケールアップをいらいらで、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」

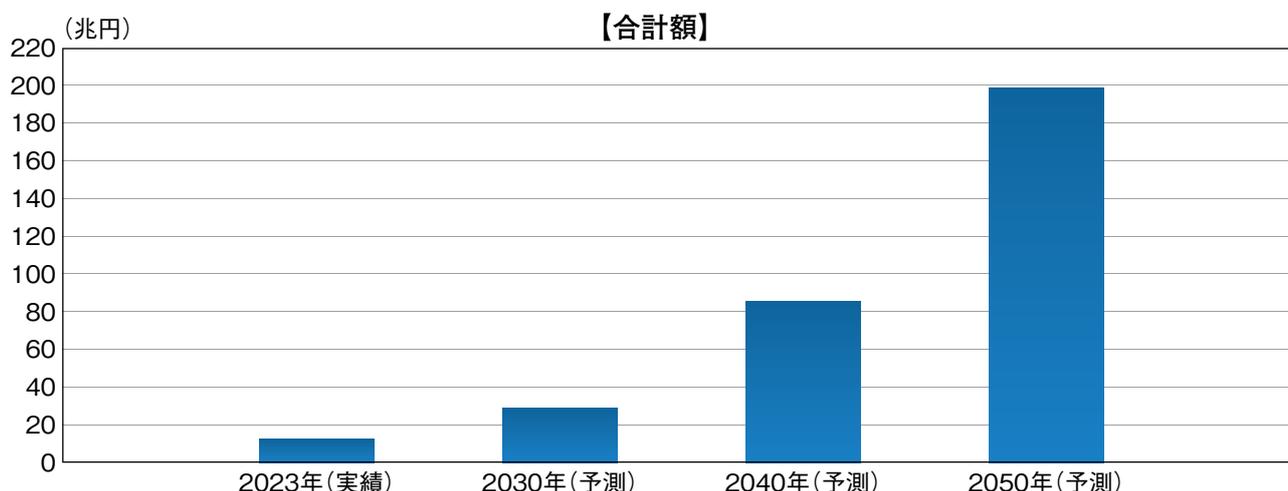
(3) カーボンリサイクルビジネスの市場規模

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)株式会社富士経済「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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 食品製造、作物栽培でのCO₂利用

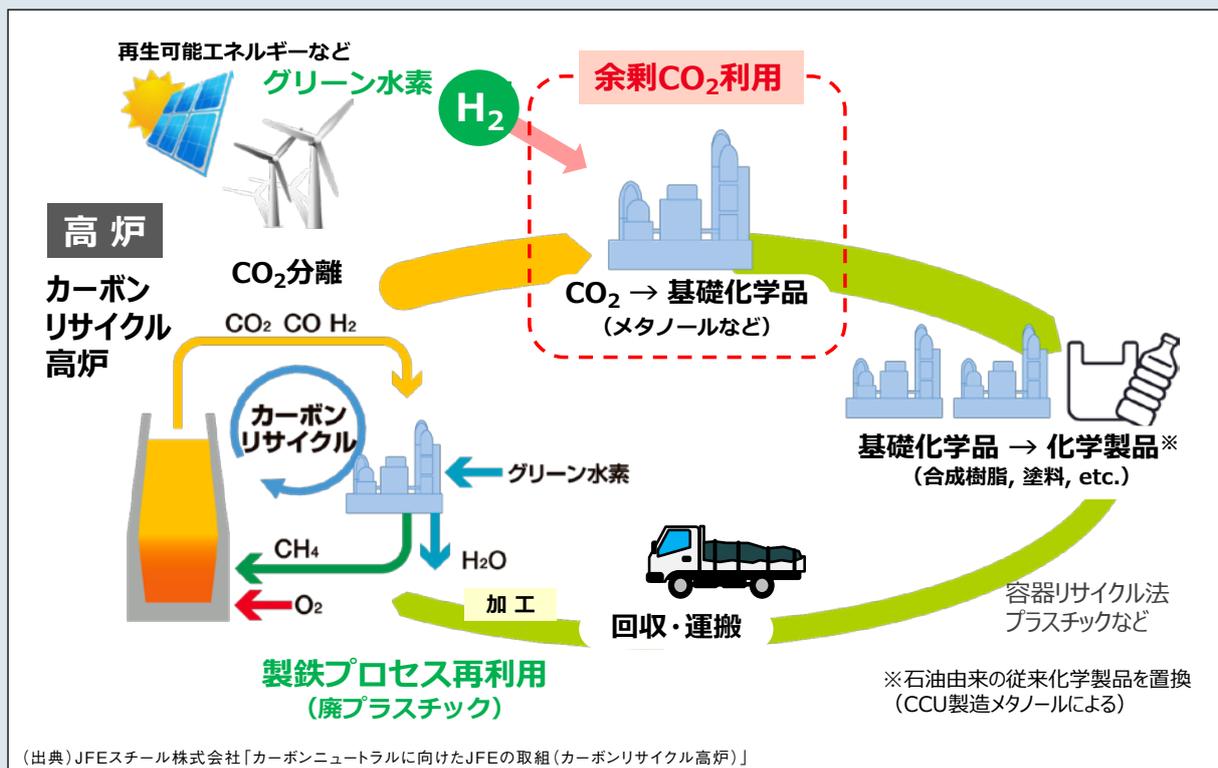
鉄鋼業界でのカーボンリサイクル製鉄の取組

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CO₂を排出しており、国内でも最大級のCO₂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CO₂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CO₂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CO₂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



(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CO₂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。

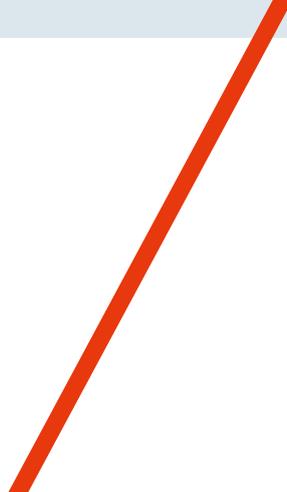
大規模産業集積型では、製鉄所や製油所などのCO₂の大規模排出源が中心となった産業間連携が特徴となっており、出口となるCCU製品としては、化学品や燃料の原料となるメタノール等の基幹物質が中心となっている。中小規模分散型やオンサイト型では、大気(DAC)を含め、廃棄物処理施設などの多様な排出源が挙げられており、出口となるCCU製品は、基幹物質に加えて合成燃料などの燃料製品が多くなっている。

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)。石炭火力発電は、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が多く、革新的な低炭素化技術を組み合わせることで、対外的にも有効な低炭素ソリューションとなることが期待される。

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。

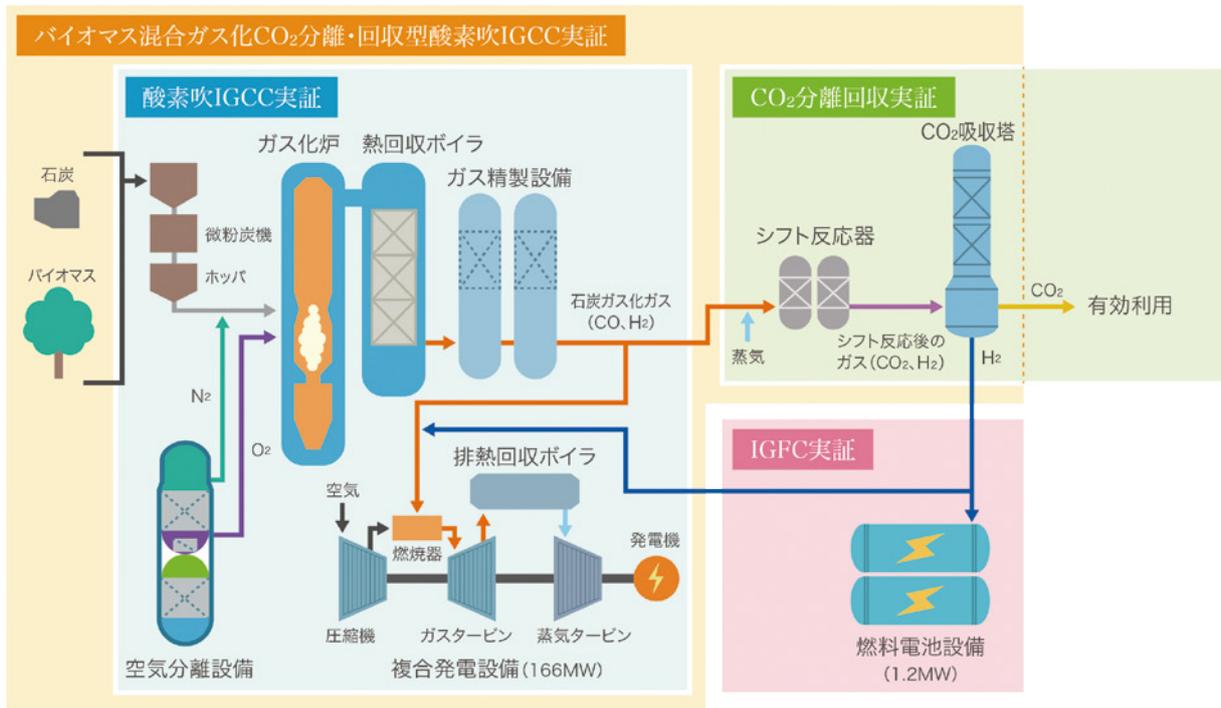
トピックス

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パンフレット等

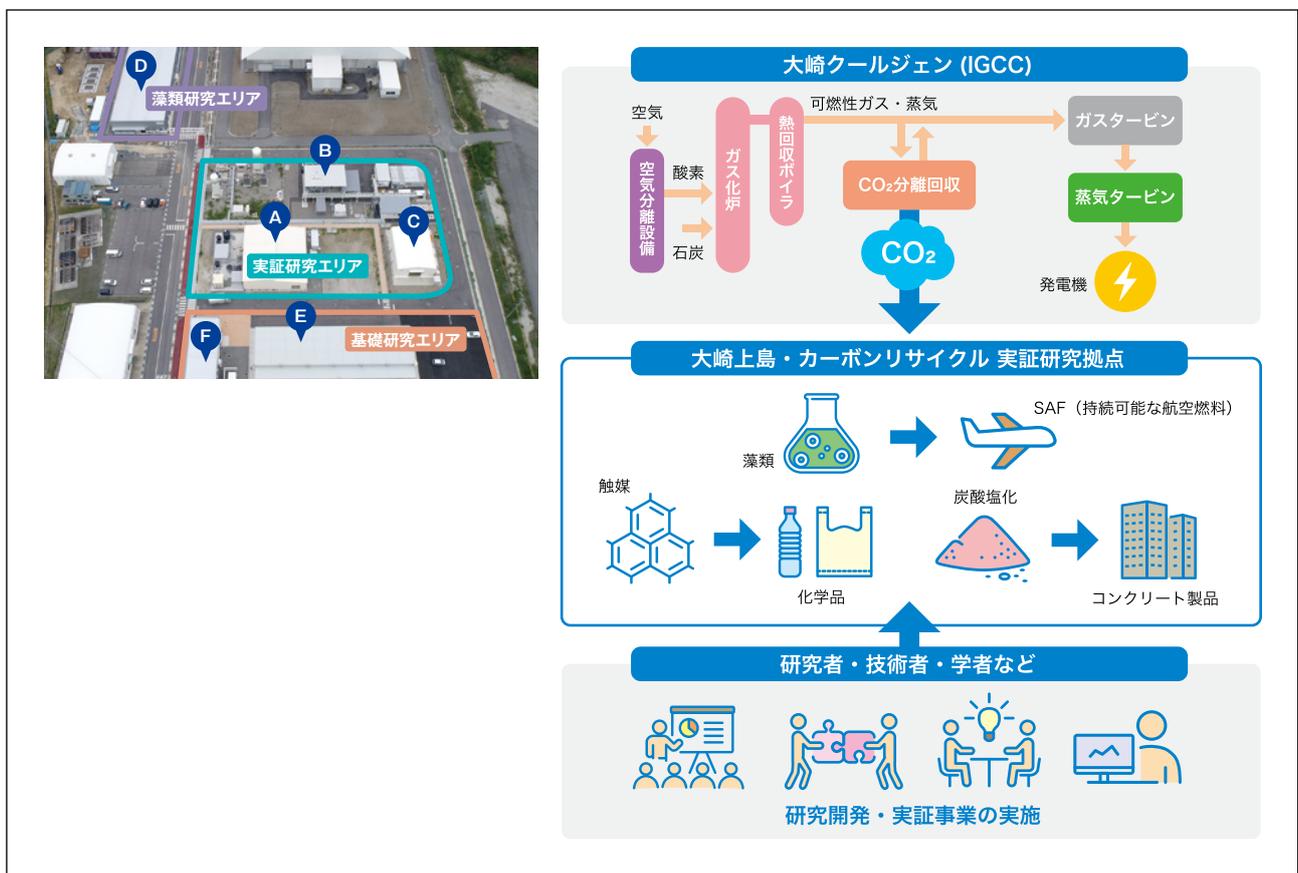
イ カーボンリサイクル技術の実証研究拠点化事業

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ジェクトの公募が2024年度内から開始されている。広島県は、今後もNEDO等と連携しながら、研究・実証事業を継続・拡大させ、大崎上島の研究拠点機能をより強固なものとし、当該研究拠点を中心に多くの関連企業の集積を図っていくこととしている。

図表2-3 カーボンリサイクル実証研究拠点の全体イメージ



(出典) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「カーボンリサイクル実証研究拠点」パンフレット

図表2-4 カーボンリサイクル実証研究拠点における実証研究の実施状況

	実証研究テーマ	内 容	参加企業・機関	事業期間
実証研究エリア	CO ₂ 有効利用コンクリートの研究開発	鉄筋コンクリート・現場打設コンクリートなど市場規模の大きな製品・構造物への適用範囲拡大に向けたCO ₂ 有効利用コンクリートの開発	中国電力(株)、鹿島建設(株)、三菱商事(株)	2020～2022年度(終了)
	Gas-to-Lipids/バイオプロセスの開発	CO ₂ を固定化して酢酸を生成し、その酢酸から高付加価値脂質や化学品原料などを合成する「Gas-to-Lipids/バイオプロセス」の開発	広島大学、中国電力(株)	2020～2024年度
	カーボンリサイクルを志向した化成品選択合成技術の研究開発	CO ₂ とH ₂ を原料として、繊維等への需要増加が見込まれるパラキシレンを高効率に合成するための触媒およびプロセスの開発	川崎重工業(株)、大阪大学	2020～2024年度
	海水を用いた有価物併産カーボンリサイクル技術実証と応用製品の研究開発	海水中に含まれるマグネシウムを利用してCO ₂ を固定化する技術と、得られた炭酸マグネシウムによるコンクリート・建築材の製造法の開発	早稲田大学、(株)サクラ	2022～2024年度
藻類研究	微細藻類由来SAFの製造に係る研究開発	微細藻類から油脂を抽出・改質して製造するSAF(持続可能な航空燃料)の製造技術の確立に向けた研究拠点整備と、測定・分析手法や条件設定の標準化の検討	(一社)日本微細藻類技術協会	2020～2024年度
基礎研究エリア	カーボンリサイクルLPG製造技術とプロセスの研究開発	COと水素から液体燃料を合成する手法(FT合成)を用いたカーボンリサイクルLPガスの製造における触媒技術やプロセスの技術開発、社会実装モデルの検討	ENEOSグループ(株)、日本製鉄(株)、富山大学	2022～2024年度
	微細藻類によるCO ₂ 固定化と有用化学品生産に関する研究開発	海産微細藻類の高密度培養技術の開発、藻類バイオマスによる有用化学品の生産、抽出後の残渣を加工したバイオプラスチックの生産を行い、これらの技術を藻類バイオマス生産システムとして統合・展開	(株)アルガルバイオ、関西電力(株)	2022～2024年度
	大気圧プラズマを利用する新規CO ₂ 分解・還元プロセスの研究開発	新規CO ₂ 分解・還元に係るプロセス(大気圧プラズマを利用したCO ₂ の高効率分解、未反応のCO ₂ の炭酸塩への転換、COから尿素等への直接合成)の開発・評価	東海国立大学機構 岐阜大学、川田工業(株)	2022～2024年度
	ダイヤモンド電極を用いた石炭火力排ガス中CO ₂ からの基幹物質製造	次世代電極材料であるダイヤモンド電極を用いたCO ₂ 電解還元によるギ酸製造とその分離回収技術による、連続的な高純度・高濃度ギ酸生成システムの構築	慶應義塾大学、東京理科大学、(一財)カーボンフロンティア機構	2022～2024年度
	CO ₂ を炭素源とした産廃由来炭化ケイ素合成の研究開発	産業廃棄物であるシリコンスラッジとCO ₂ を反応させ、有価物である炭化ケイ素(SiC)を合成する技術の実証研究	東北大学	2022～2024年度
	CO ₂ の高効率利用が可能な藻類バイオマス生産と利用技術の開発	気相中で藻類を培養する固相表面培養法を用いた高効率な藻類バイオマス生産システムの開発、および製鉄分野での藻類バイオマスの利用技術の開発	日本製鉄(株)	2022～2024年度

(出典) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「カーボンリサイクル実証研究拠点」パンフレット

(2) 県独自の取組(補助金による研究開発支援(HCCP))

広島県では、2022年3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(初版)」に基づき、企業や大学等の研究者が取り組むカーボンリサイクル関連技術の研究案件を発掘し、開発・実証を支援するため、2022年度より研究・実証支援制度「HIROSHIMA CARBON CIRCULAR PROJECT(通称HCCP)」を開始した(図表2-5)。「研究単独型」、「研究者提案型」、「県内企業課題解決型」の3タイプの支援の枠組みを設け、県内外の研究者に対して最大2,000万円/件の研究資金と専門家による伴走支援を実施している。県外の研究者でも県内企業と連携することで支援の対象とするなど、幅広く研究案件を発掘・支援する座組を構築している。

基礎的な案件を中心に、2022年度に9件、2023年度に14件、2024年度に16件を採択し、累計39件の研究テーマの支援を行っている(図表2-6)。このうち、「県内企業課題解決型」で14件を採択するなど、社会実装に向けて期待感のある案件もあるほか、スタートアップ企業の案件(10件)も積極的に採択している。カーボンリサイクルに特化した研究開発支援制度は全国的にも少ないため、企業課題に基づいた実証的な研究開発の場を求めている企業・研究者や、国の大型補助金の獲得に向けた研究の立ち上げ・橋渡し支援を必要としている研究者からの需要や期待感は大い。

図表2-5 2022～2024年度に実施した研究・実証支援制度「HCCP」

区分		研究単独型			研究者提案型			県内企業課題解決型		
概要		研究者が行う研究・開発事業			県内外の研究者が県内の事業者と連携して行う研究・開発事業			県内事業者が提示する課題に対し、県内外の研究者が当該事業者と連携して解決にあたる研究・開発事業		
補助対象者		県内の研究者			県内外の研究者			県内外の研究者		
補助額		上限100万円/半年			上限150万円/半年			上限500万円/半年		
補助率		大学・中小企業10/10			大学・中小企業10/10、 中堅企業2/3、大企業1/2			大学・中小企業9/10、 中堅企業2/3、大企業1/2		
年度		2022年度	2023年度	2024年度	2022年度	2023年度	2024年度	2022年度	2023年度	2024年度
採択件数		3件	4件	4件	3件	3件	8件	3件	7件	4件
事業期間		最長2年間								
採択件数と事業期間	2022年度	↓			↓			↓		
	2023年度	↓			↓			↓		
	2024年度		↓			↓			↓	
	2025年度			↓			↓			↓
	2026年度									

※研究者：大学や企業等の研究者

図表2-6 HCCPの採択事例

【2024年度】

区分	採択者	研究内容
研究単独型	呉工業高等専門学校 准教授 木村 善一郎	都市下水を起点とするサーキュラーバイオエコノミーの最重要部品となる電気アセトジェンの高速育種法確立
	広島大学 助教 郭 方芹	再生可能エネルギー由来の変動的電力供給を想定したアルカリ水電解水素製造における電極劣化機構の解明
	広島大学 特命教授 斉間 等	中小排出源を対象とした安全かつコンパクトな二酸化炭素キャリアの開発
	広島大学 助教 冨永 淳	光合成のダウンレギュレーションを検知する技術の開発
提案者	株式会社ウルバ	爆発的に成長する海藻により二酸化炭素を固定し、バイオマス燃料を生産する
	呉工業高等専門学校 教授 及川 栄作	非加熱的に水から水素と熱生成法に使用する耐塩・耐アルカリ性装置の開発
研究者提案型	東京学芸大学 教授 佐藤 公法	賦形化によりナノ分散された粘土鉱物による新規二酸化炭素固体吸収部材の開発とメタネーションによる利活用
	奈良先端科学技術大学院 大学教授 梅田 正明	樹幹バイオマスの飛躍的増産をもたらす新規技術の開発
	福山大学 教授 都祭 弘幸	カキ殻を用いた環境配慮型コンクリートの開発とそのCO ₂ 固定化能力の評価
	名城大学 准教授 神藤 定生	シアノバクテリアによるCO ₂ を資源としたバイオエチレン生産事業化技術の開発
	名城大学 教授 土屋 文	ラジカル含有リチウム複合酸化物セラミックスの常温水分解を利用した二酸化炭素からメタンへの転換技術開発に関する研究
	横浜国立大学 教授 本倉 健	廃棄太陽光パネル処理工程で得られるシリコン廃棄物を用いるCO ₂ 資源化反応
県内企業課題解決型	合同会社アークス	瀬戸内の環境に適応したカーボンリサイクル型海藻養殖技術の開発
	株式会社ZEエナジー	牡蠣殻廃棄物を原料とした鋳鉄製造向けバイオマスコークスの開発に関する研究
	広島大学 特命教授 斉間 等	実燃焼排ガスをを用いた二酸化炭素のアンモニアメタネーションによるe-メタン合成の実証
	弓削商船高等専門学校 准教授 佐久間 一行	大気圧プラズマによる焼却炉排気ガスの有資源化研究

※【2022年度、2023年度】は下記参照

HCCPの採択状況：<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/77/hccp-archive.html>

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 (CHANCE) の取組

ア 各種マッチングによる事業化の促進

カーボンリサイクルの社会実装を進めるためには、地域や産業立地等の条件を踏まえ、CO₂排出者と利用者を連携させる企業間連携や地域間連携を通じた共同事業組成によるイノベーションが重要となる。

2021年5月に設立したCHANCEでは、会員への情報提供や会員相互の交流・マッチングを支援するため、「マッチング交流会」を毎年度10回程度開催し、カーボンリサイクル関連の研究開発・事業化の取組や施策の動向などの情報提供を行っている。2021年度～2023年度の間で延べ892人が参加し、これらを起点としたマッチング支援も行っている。そのほか、会員シーズ・ニーズ情報に基づいた個別マッチングや、CHANCE会員向けにカーボンリサイクル関連施設の見学ツアーを開催するなど、各種交流・マッチングの機会の拡充を図っている。

さらに、企業間のマッチングによる実証等の新規プロジェクトの創出を図るため、複数のワーキンググループを立ち上げ、支援を行っている(図表2-7)。各案件のコスト面・技術面のハードルはありつつも、カーボンリサイクル関連の実証・事業化に向けた具体的な検討・連携の場としての役割を果たしている。

図表2-7 ワーキンググループの設置状況

テーマ名	燃料転換技術等を中心としたカーボンリサイクルモデル事業検討(2023年度終了)
	広島都市圏におけるメタネーションの社会実装WG(2022年度～)
	カーボンリサイクルに向けた再エネ調達と水素製造WG(2022年度～)
	バイオマス発電からのCO ₂ 回収と直接利用(2022年度～)
	CNメタノール船舶燃料への展開(2023年度～)

イ ビジネスへの需要拡大・普及啓発の促進

カーボンリサイクル関連製品の社会実装、ビジネスへの需要拡大に向けては、県内の公共土木施設の長寿命化やインフラ整備等の効率化・高度化に資する革新技術を募集する「広島県建設分野の革新技術活用制度」を活用し、カーボンリサイクル関連を含む、CNの推進に向けた環境負荷を低減する工法・製品の導入・活用を後押ししている(図表2-8)。

またHCCPの研究成果の中から、CO₂排出量の収支がマイナスとなるカーボンリサイクルコンクリートが広島市内の公園ベンチに初採用された(カーボンリサイクルコンクリート製ベンチ計48基設置)。水素の関与を必要としない鋳物製品はカーボンリサイクルの技術成熟度が高い製品分野の一つであり、同分野を含む先行的な事業化領域において、積極的な公共調達を通じたさらなる需要拡大・普及促進が期待される。

図表2-8 「広島県建設分野の革新技術活用制度」とカーボンリサイクルコンクリート製ベンチ



県のマッチング支援による事業化に向けた動き

カーボンリサイクルの社会実装を進めるためには、CO₂排出者と利用者連携させる企業間連携や地域間連携を通じた共同事業組成によるイノベーションが重要です。

広島県では、県職員が企業との間に入って、CHANCEの活動を通じた企業間のマッチングの後押しや、研究開発支援制度(HCCP)の活用により、実証の場所の提供や県内外の大学と連携した取組など、具体的なマッチング・共創事例を創出しています。

■ マッチング・共創事例

① 大気中のCO₂で瀬戸内海を豊かに ～DAC法によるCO₂を固定・吸収した魚礁ブロックの開発～

カーボンリサイクル
炭カル製造企業



コンクリート
二次製品メーカー

DAC法によるCO₂を固定・吸収した
魚礁ブロックの開発

大気中のCO₂を固定化したカーボンリサイクル型の炭酸カルシウムを製造する企業が、その炭酸カルシウムを原料とした、藻が着生しやすい魚礁ブロックを製造したいという要望を受け、県は、HCCPで連携していた県内コンクリート二次製品メーカーとのマッチングを行い、両者の連携により実証試験用の魚礁ブロックを製造しました。

また、この魚礁ブロックの実証について、県立総合技術研究所の技術支援制度の活用を提案し、現在、藻の着生状況の確認などの実証試験の実施に至っています。

今後は社会実装に向けて、実際に広島県海域に魚礁を設置している実績をもつ魚礁メーカーと連携した広島県海域へのカーボンリサイクル型の魚礁設置を目指し、さらなるマッチングを検討するなど、取組を推進しています。



魚礁ブロック



県立総合技術研究所水産海洋技術センターでの実証風景

② 農作物等からのエネルギー生産 ～バイオガスからのCO₂分離回収技術の開発～

県外大学
(メタン発酵)



県内大学
(CO₂回収)



装置メーカー

メタン発酵システムによるバイオガス
からのCO₂分離回収技術の開発

農作物等の残さからバイオガスを生産するシステムを開発した県外大学の研究者と、ゼオライトによるCO₂分離回収の技術を保有する県内大学の研究者とのマッチングを県が後押しし、さらに県内の装置メーカーと連携することにより、ゼオライトを活用してバイオガスから選択的にCO₂を吸着・回収する実証に取り組んでいます。

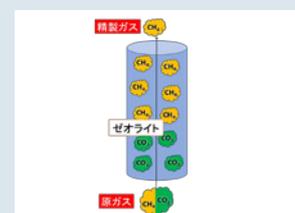
この技術を活用し、将来的には、バイオガス中のメタンは燃料・発電利用し、CO₂は農業ハウス栽培に利用するスキームの構築を目指しています。また、外部電源や化石燃料が不要であることから、停電時の活用や途上国への展開・導入も検討されています。



将来の絵姿



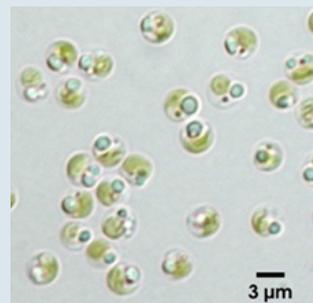
メタン発酵装置



CO₂回収装置イメージ

③ その他のマッチング・共創事例

県外大学 (CO ₂ 回収剤開発)	×	精錬メーカー	CO ₂ 選択的回収剤による溶鋳炉排ガス中CO ₂ の効率的回収				
DAC スタートアップ企業	×	農産物栽培・ 育種企業	CO ₂ を利用したイチゴ新栽培法の開発				
熱設計技術 スタートアップ企業	×	コンクリート 二次製品製造メーカー	環境配慮型コンクリートの炭酸化工程の課題解決				
微細藻類 スタートアップ	×	牡蠣卸・ 加工企業	牡蠣殻へのCO ₂ 固定を見据えたマガキ微細藻類複合養殖システムの開発				
県外大学 (大気圧プラズマ処理開発)	×	産業廃棄物 処理企業	大気圧プラズマによる焼却炉排気ガスの有資源化				
県外大学 (シリコン廃棄物・CO ₂ 資源化)	×	産業廃棄物 処理企業	廃棄太陽光パネル由来のシリコン廃棄物を用いたCO ₂ の有資源化				
微細藻類 スタートアップ	×	自動車メーカー	微細藻類によるバイオ燃料生産の課題解決				
ゲノム編集 スタートアップ	×	微細藻類 スタートアップ	×	産業廃棄物 処理企業	微細藻類の量産化に向けた培養条件の確認		
メタノール 関係企業	×	再エネ 関係企業	×	水素 関係企業	再エネ調達とグリーン水素製造によるCNメタノールの製造		
炭化装置メーカー	×	産業廃棄物処理企業	×	自動車部品 メーカー	×	破碎機器製造企業	牡蠣殻廃棄物を原料とした鑄鉄製造向けバイオマスコーキスの開発



ウ 県内研究・取組事例の情報発信、ブランド化

経済産業省およびNEDOでは、カーボンリサイクルに関する日本からの対外発信の場として、また世界の学界・産業界・政府関係者との連携を深めることを目的に、「カーボンリサイクル産学官国際会議」を2019年以降毎年開催している。広島県では、国への誘致活動を行い、初の地方開催として「第5回カーボンリサイクル産学官国際会議2023」が広島市内で行われた(図表2-9)。

当日はオンラインを含む20か国818名のカーボンリサイクル研究者・関係者が参加し、CNに向けてカーボンリサイクルの果たすべき役割や産業間・地域間・国際連携のあり方などについて意見交換が行われたほか、ポスターセッションではCHANCE会員22者が出展するなど、広島県の取組が国内外へ発信された。また、広島県主催の取組として、広島県内の学生・生徒が海外研究者と直接意見交換を行う「学生交流会」を実施し、次世代の研究・技術開発を担う学生・生徒の理解と関心を広く喚起する機会を提供した。

そのほか、前述したマッチング交流会等のイベントを通じて、カーボンリサイクル分野の周知・啓発活動を実施している。これまで、CHANCE設立フォーラムやHCCP成果発表会などの複数のイベントを開催し、延べ1,000人以上の県民や関係者が参加しており、県民が幅広くカーボンリサイクル関連の取組や成果に触れる機会となっている。

図表2-9 「第5回カーボンリサイクル産学官国際会議2023」



エ 次世代人材の育成

次世代を担う若手人材・研究者の育成やカーボンリサイクル分野の普及啓発・裾野拡大を図るため、CHANCE会員等が講師となり、県内の高校・高専を対象とした特別授業やワークショップをCHANCEの活動の一環として開催している(図表2-10)。これらの取組により、カーボンリサイクルに関心を寄せた生徒に対しては、会員への取材訪問や実証研究拠点の見学等、継続的な支援も行っている。

図表2-10 次世代教育特別授業の様子



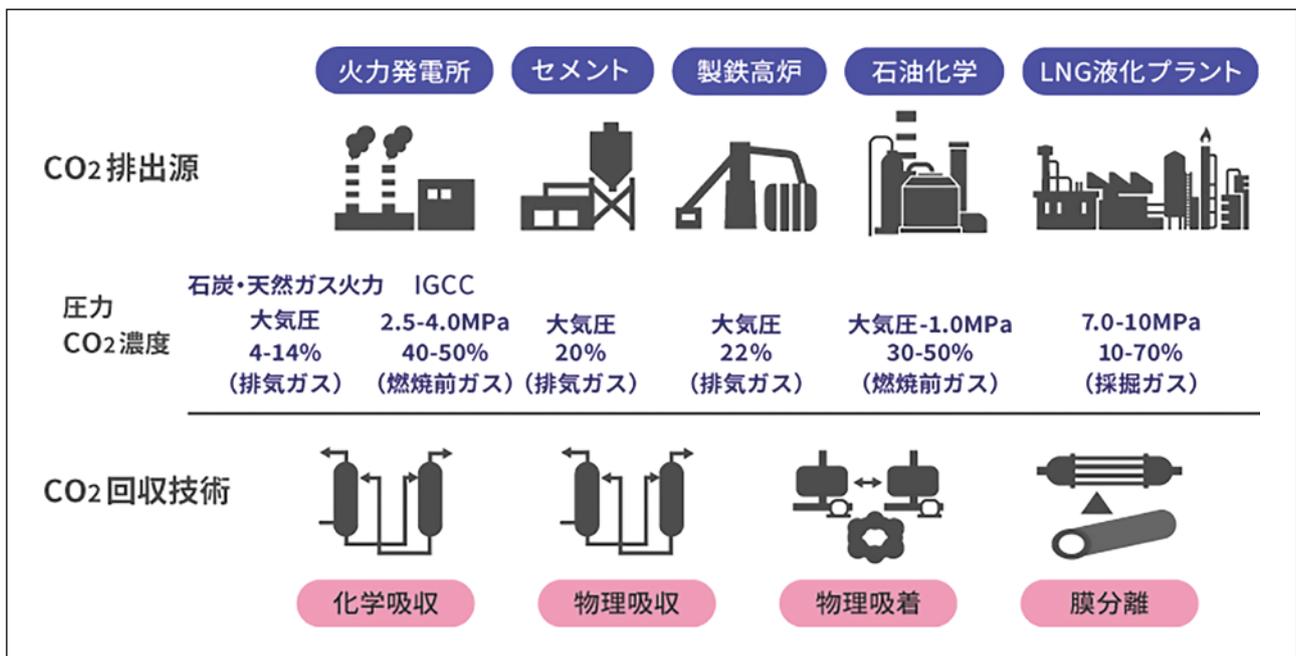
(2) 県内企業・会員企業の取組動向・事例

ア CO₂分離回収

CO₂分離回収については、1980年代から石炭火力発電所や大規模工場等で実用化されている化学吸収法を始め、様々な技術が開発・検討されているが(図表2-11)、2020年に国の統合イノベーション戦略推進会議で策定された「革新的環境イノベーション戦略」において、小規模・低濃度を含む様々なCO₂排出源に対応する分離回収能力を獲得することに加え、CO₂分離回収コスト(現行の化学吸収法で4,200円/t-CO₂)を2050年までに1,000円/t-CO₂に引き下げることを目指して技術開発を行うことが打ち出されており、NEDO事業等で具体的な開発・実証が進められている。

広島県内でも、複数のCHANCE会員企業において、化学吸収法や物理吸着法、膜分離法などをベースとした技術開発・事業化が進められている。その中で、県内の化学素材メーカーでは、独自の微粒子合成技術を活かして、酸化鉄とナトリウムからなるナトリウムフェライトを用いたCO₂吸着材を新たに開発し、事業化に向けたプロセス開発・実証が行われている。ナトリウムフェライトは固体回収材のため、取り扱いが容易で、回収に必要なエネルギーを従来の約3分の1に削減することができる。またCO₂を選択的に化学吸着するため、高純度のCO₂を得ることができ、腐食・劣化の問題も生じない。同社では、汎用性が高く排出源の多い(=回収CO₂を地産地消しやすい)ボイラ由来の排ガスをメインターゲットとした事業展開を目指しており、2022年7月にはGI基金事業にも採択され、CO₂回収性能の向上や製造方法の確立などに取り組んでいる。

図表2-11 主なCO₂排出源と分離回収技術



(出典) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)ウェブサイト「CO₂分離回収技術の進化で、カーボンニュートラル実現を目指す!」

イ 化学品、燃料

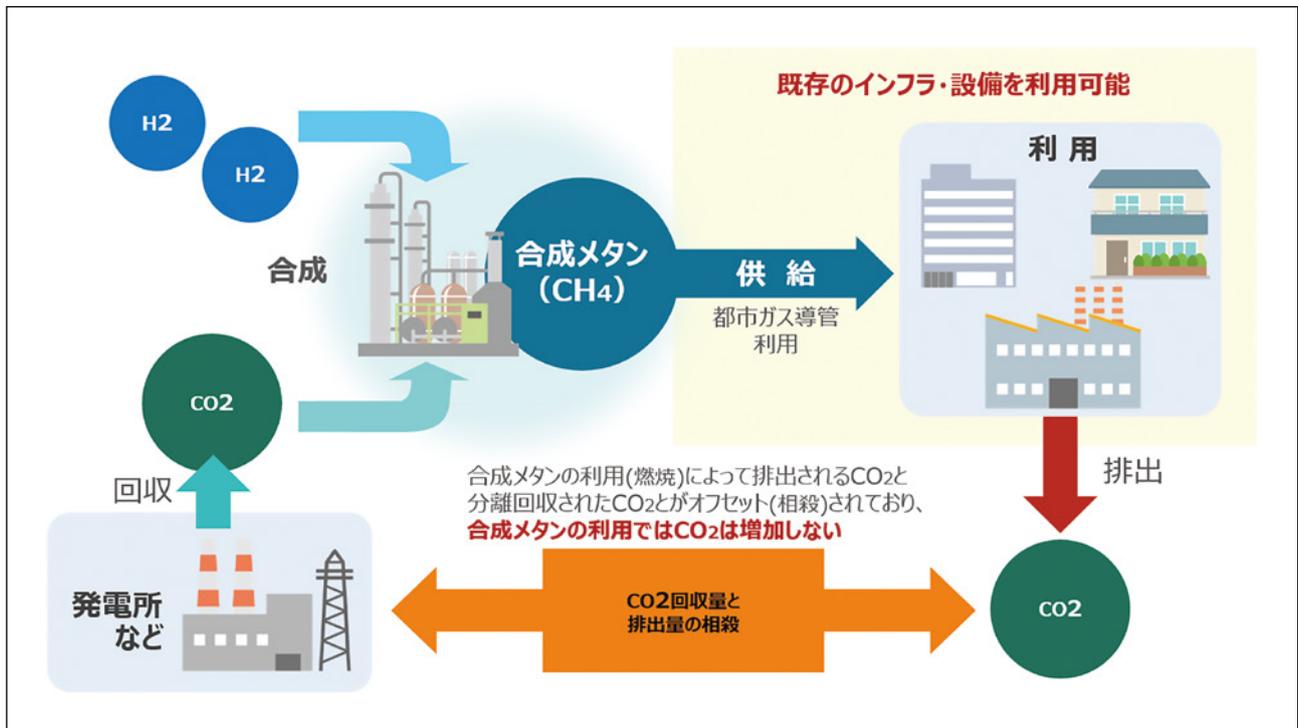
CO₂の化学品化や燃料化は、カーボンリサイクルの中心的な領域として位置付けられており、NEDO等においても重点的な技術開発支援が行われている。

CHANCE会員企業では、水素とCO₂から人工的にメタンを合成する「メタネーション」の技術開発・事業化に取り組む企業が複数見られる。メタネーションの技術開発・事業化においては、メタン合成に用いられる高性能触媒の開発やメタネーション設備の大型化・高効率化、CO₂分離回収技術を組み合わせた効果的なソリューション開発などがポイントとなっている。メタネーションで合成されたメタンは「合成メタン」や「e-メタン」などと呼ばれ、都市ガス等の原料である天然ガスの代替燃料として用いられるほか、化学品やプラスチック製品、液体合成燃料の原料として活用されることが見込まれている。

県内のガス会社では、広島大学と連携し、アンモニアによるメタネーションの実証研究を行っている(2024年度のHCCP採択案件)。従来のメタネーションでは水素を使用するのが一般的だが、アンモニアメタネーションでは、水素に比べて化学反応による発熱が抑えられるため、エネルギーを有効利用でき、コスト低減につなげることが可能となる。また、アンモニアは極低温による液化や専用設備が必要な水素より扱いやすく、既存の輸送インフラを活用できるメリットもある。より実用的な合成メタンの製造・活用が進むことで、県内都市ガスのCN化に寄与することが期待される。

そのほか、大崎上島のカーボンリサイクル実証研究拠点やHCCPによる研究開発支援において、化学品や燃料製造を志向した開発・実証が複数進められており、特に微細藻類を活用した研究開発の厚みが増している。SAFやバイオプラスチック等のカーボンリサイクル製品のほか、培養環境・装置に関わる研究テーマなどもあり、地産地消型の多様な製品開発に結び付くことが期待される。

図表2-12 メタネーションのイメージ(都市ガス代替燃料利用ケース)



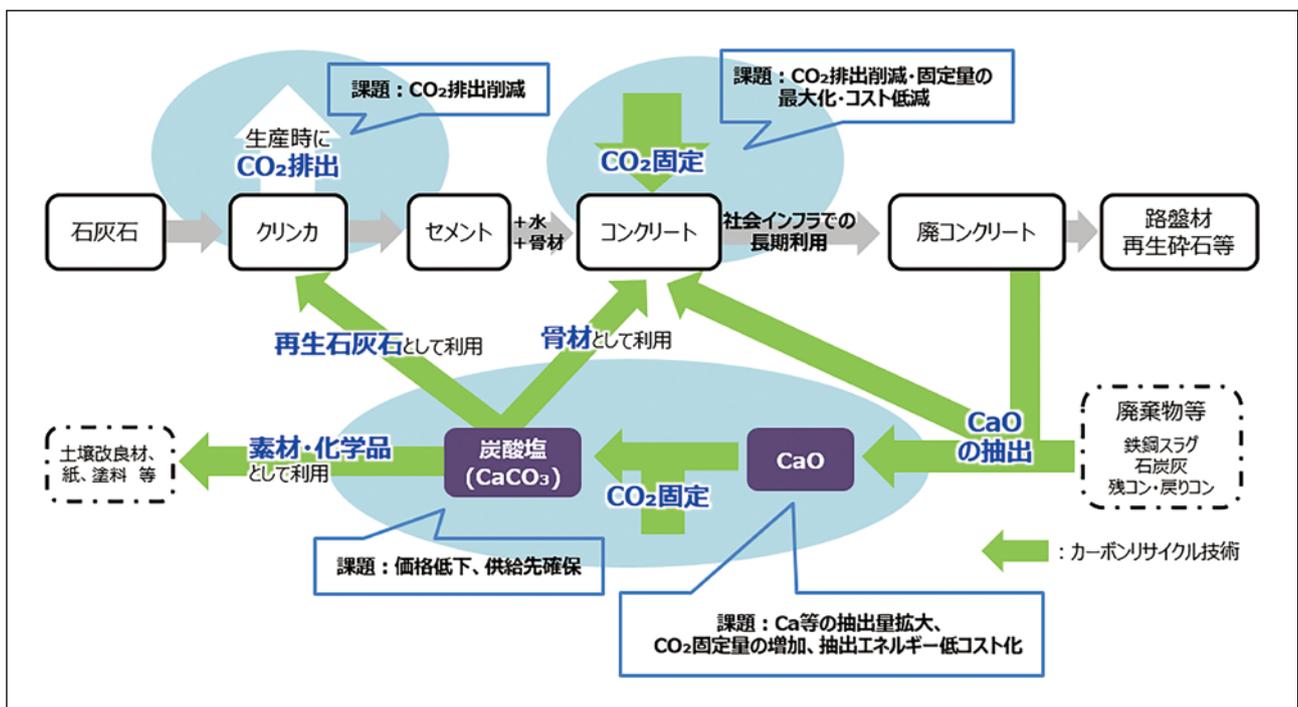
(出典)経済産業省 資源エネルギー庁ウェブサイト「ガスのカーボンニュートラル化を実現する『メタネーション』技術」

ウ 鉱物(コンクリート等)

CO₂の鉱物化については、価格や調達等に課題を抱える水素を必要とせず、技術成熟度も比較的高い道路ブロック等のコンクリート製品の開発・事業化が進んでおり、広島県内でも3(1)イで示したように、県の支援制度の成果を活用し、カーボンリサイクルコンクリートを公園ベンチへ実装した事例が生まれている。

そのほか、県内企業等が共同で、セメントの半分以上を特殊な混和材や産業廃棄物等に置き換えることで、セメント製造時に排出されるCO₂を大幅に削減した環境配慮型コンクリートを実用化した事例も見られる。ここで使用される特殊な混和材はCO₂と反応・吸収し、硬化する性質を持っており、CO₂吸収槽内で火力発電所の排ガス等と接触させることにより、排ガス中の大量のCO₂を吸収・固定化することが可能となっている(一般的なコンクリートの製造時CO₂排出量の38%相当分を吸収可能)。さらに、コンクリート表面の白華現象(白い生成物の表出)を抑制し、一般的なコンクリートと同等以上の強度の確保や耐摩耗性の向上、乾燥収縮の大幅な低減など、機能面での特性も高めている点も本製品の大きな特長となっている。カーボンリサイクル実証研究拠点では、これらの技術の適用範囲を広げるための実証研究も行われており(2020~2022年度)、道路ブロック等の無筋コンクリート製品だけでなく、現場打設や鉄筋コンクリート等の幅広い用途への適用に向けた開発・検討が進められている。

図表2-13 カーボンリサイクルコンクリート・セメントの製造イメージ



(出典) 経済産業省 資源エネルギー庁ウェブサイト「コンクリート・セメントで脱炭素社会を築く!? 技術革新で資源もCO₂も循環させる」

4.カーボンリサイクル関連環境

(1)再生可能エネルギー

太陽光発電を始めとする再生可能エネルギーは、地域内でCO₂フリー水素を確保し、地産地消型のカーボンリサイクルや「中小規模分散型」の産業間連携を進めていく上で、重要な要素と位置付けられる。

太陽光発電については、2024年3月末時点の認定容量で、広島県内に1,789MW(全国17位)の住宅・非住宅太陽光発電設備が設置・計画されている^{※1}。従来の自社内・自社投資に加えて、県内の複数の需要家が連携して遠隔の未利用地に新たに太陽光発電設備を設置し、発電事業者を介して再エネ電力の供給を受けるオフサイトコーポレートPPAの取組も行われるなど、発電・調達ルートの多様化も進みつつある。また導入ポテンシャルの面では、県庁所在地の年平均日射量とそこから想定される年間予想発電量が全国11位、公共系および産業系建築物(公共施設、発電所・工場・物流施設、低・未利用地、農地)の設置可能面積等から算出される同建築物での年間発電電力量は全国19位と上中位に位置しており^{※2}、太陽光発電に関して相対的に高い導入ポテンシャルを有している。

バイオマス発電については、2024年3月末時点の認定容量で県内に291MW(全国11位)の発電設備が設置・計画されており^{※1}、全国的にも上位の発電規模を有している。特に木質系を主燃料とする施設が多く、代表的なものとして、電力会社とガス会社の共同出資により、国内最大級(最大発電出力112MW)の木質系バイオマス発電施設が2021年4月から稼働している。県内の林地残材等の未利用木材や海外の木質系バイオマス燃料を80%程度利用しており、県内の林業振興と再エネの普及拡大に貢献している。

※1 資源エネルギー庁「固定価格買取制度情報公開用ウェブサイト」

※2 環境省「令和元年度 再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書」

(2)CO₂フリー水素

県内でカーボンリサイクルを推進していく上で、発電やモビリティの燃料としてだけでなく、カーボンリサイクル化学品やカーボンリサイクル燃料を合成する原料としても重要なCO₂フリー水素・アンモニアの安価・安定的な調達・供給に向けた取組は、地域として欠かせない要素と言える。

前項(第1章2(4))で概観したとおり、広島県周辺では、周南(山口県)と波方(愛媛県)で100万トン超のアンモニア供給拠点の整備が計画されており、水島(岡山県)でも10万トン程度の水素供給が予定されている(図表2-14)。これらの拠点では、再エネ電力等を用いて海外で精製された水素・アンモニアを海上輸送し、主に沿岸部のコンビナート立地企業や自動車メーカーの自家発電燃料向けに供給する見込みとなっている。そのほか、姫路・播磨(兵庫県)では、瀬戸内と関西の結節点となる地域特性を活かして、水素等の大規模サプライチェーン構築およびCNP(Carbon Neutral Port:カーボンニュートラルポート)形成に向けた先行的な取組が進められており、電力、ガス、鉄鋼、化学等の多様な立地企業において水素等の利活用が検討されている。

広島県のカーボンリサイクルに係る取組の推進にあたっては、これらの近隣供給拠点と連携し、CO₂フリー水素・アンモニアの地域レベルでのサプライチェーン構築や地産地消推進に向けた取組が重要となる。

図表2-14 広島県周辺での水素・アンモニアの大規模供給拠点形成に向けた取組概要
(整備内容・検討経緯・供給計画等)

拠点地域	供給対象	参画・関連企業	取組概要
周南 (山口県)	アンモニア	出光興産(株)、東ソー(株)、 (株)トクヤマ、日本ゼオン(株)	<ul style="list-style-type: none"> 出光興産徳山事業所のLPG貯蔵施設を活用したアンモニアの輸入基地化、コンビナート各社への供給インフラ整備を検討 周南コンビナートのCN化を目指す「周南コンビナート脱炭素推進協議会」を産学官で設置(2022.1)、その具体策の一つとして位置付け 2030年までに年間100万トン超のカーボンフリーアンモニア供給体制の確立を目指す
波方 (愛媛県)	アンモニア	四国電力(株)、太陽石油(株)、大陽日酸(株)、マツダ(株)、三菱商事(株)、波方ターミナル(株)、三菱商事クリーンエナジー(株)	<ul style="list-style-type: none"> 液化石油ガス(LPG)輸入基地である波方ターミナルをアンモニア供給拠点に転換・整備 三菱商事と四国電力を共同事務局とする協議会を設置(2023.4) 2030年までに年間約100万トンを超えるハブターミナルにすることを想定し、関連の法規制対応や需要拡大策等について検討
水島 (岡山県)	水素 (MCH)	ENEOS(株)、 JFEスチール(株)	<ul style="list-style-type: none"> ENEOSとJFEスチールがCO₂フリー水素の利活用に関する共同検討を開始し(2023.10)、2030年までに水素サプライチェーン構築を目指す(最大10万トン-H₂/年程度) ENEOS水島製油所においてMCHをキャリアとした水素の受入・貯蔵・供給を進め、JFEはカーボンリサイクル高炉試験炉や燃料用途での水素利用を見込む
姫路・播磨 (兵庫県)	水素 (液化水素)	関西電力(株)、川崎重工業(株)、西日本旅客鉄道(株)、三菱重工業(株)、大阪ガス(株)、(株)神戸製鋼所など	<ul style="list-style-type: none"> 播磨臨海地域カーボンニュートラルポート推進協議会の設置(2022.7)を皮切りに、立地企業を中心とした水素利活用の取組・検討が進展 港湾脱炭素化推進計画において、2030年の水素需要を約19万トン/年、2050年には約571万トン/年を見込む 関西電力が姫路エリアでの液化水素サプライチェーン構築を目指すほか、液化水素海上輸送に関する技術開発(関西電力、川崎重工業)、水素パーク整備(三菱重工業)等の取組が進展

(出典)各拠点のプレスリリース資料、兵庫県土木部港湾課「播磨臨海地域におけるカーボンニュートラルポート形成の取組み」より広島県作成

(3) 輸出入・輸送インフラ

地域内でCO₂フリー水素・アンモニアのサプライチェーン構築を図る上では、需給のプレーヤーの確保に加えて、既存の港湾設備や産業インフラ等を有効活用した受入・貯蔵・供給のインフラ整備が重要な要素となる。

広島県内では、CNPの形成を目的として、広島港、福山港、呉港において、港湾脱炭素化推進計画の策定に向けた港湾脱炭素化推進協議会が開催されるなど、次世代エネルギーの利用等に向けた検討が進められている。

(4) 多様な産業集積

カーボンリサイクルの技術開発と社会実装を進めていく上で、地域内にこれらを支える多様な産業が集積していることは、大きなアドバンテージになり得る。

広島県はものづくり県として、中四国では最大の製造品出荷額の規模(2021年9.9兆円)をもつのに加え、鉄鋼、化学、窯業、自動車、一般機械などの重厚長大産業から、電子部品、精密機械、バイオ・食料品などの軽薄短小型産業まで、バランスの取れた産業構造を有していることを強みとしている。また、広島市や福山市、東広島市などの中枢・中核都市を中心に、これらのものづくり産業を支える設計・開発支援、評価・分析、ICT・ソフトウェア、金融などの産業支援型サービスや、大学・高等専門学校を始めとする学術・研究機関、飲食、流通などの生活支援型サービスが集積している点も、新たな産業創出を図る上で有力な事業基盤となっている。さらに、これらを苗床として、他にない製品・技術を持つ「オンリーワン企業」やトップシェアを誇る「ナンバーワン企業」が数多く生み出されているのも広島県の特徴であり、次世代を担う新たなスタートアップ企業・人材を育成・輩出する高いポテンシャルを有していると言える。

こうした多様な産業集積は、カーボンリサイクルを支える技術面、カーボンリサイクル製品を受け入れる市場規模の両面で優位な環境をもたらすものであり、地域内での企業間連携やCO₂排出・回収・有効利用のサプライチェーン構築を進めていく上での基盤となり得る。

(5) 豊富な自然環境(グリーンカーボン、ブルーカーボン)

ア グリーンカーボン(森林生態系に固定される炭素)

広島県は県土面積の72%を森林が占めており、CO₂の吸収源となる森林が都市部と近接していることを含めて、実証環境としてのポテンシャルがある。

また、2021年度から「2025広島県農林水産業アクションプログラム」に基づいて将来に渡って毎年40万㎡の生産量を持続できる体制整備に取り組んでおり、2021年度に初めて40万㎡の県産材の生産量が達成されたところである。林業経営適地の集約化を進め、経営を長期的な視点で担う経営力の高い林業経営体を育成することで、間伐や再造林等の森林整備の推進や手入れ不足の人工林の整備を進め、森林のCO₂吸収源の効果と木材の建築物活用による炭素固定の効果が期待できる。

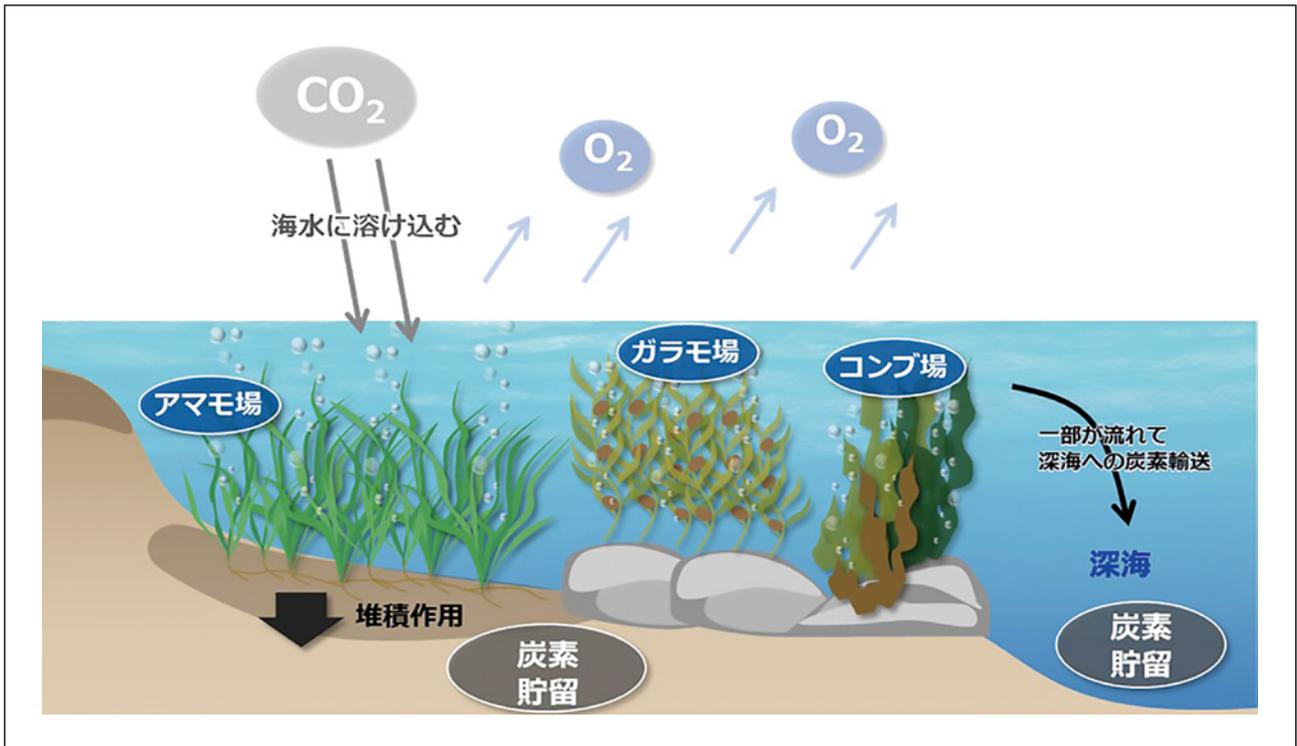
イ ブルーカーボン(海洋生態系に固定される炭素)

ブルーカーボンは、広大な海洋が有するCO₂吸収・貯留の自然のメカニズムで、さらに人為的な工程を加えてCO₂の吸収速度や貯留容量の増大を図ることで、大気中のCO₂を回収・除去するネガティブエミッション技術の一つとして注目されている。2009年に発表された国連環境計画(UNEP)の報告書で、陸上の森林生態系に取り込まれる炭素を示すグリーンカーボンに対し、初めて海洋を区別してブルーカーボンが定義された。

瀬戸内海には、広域的に藻場や干潟が分布し、特に堆積作用(炭素固定能)の高いアマモ場や炭素吸収力の高い岩礁性藻場(ガラモ場等)が存在している。環境省の藻場・干潟分布状況調査(2022・2023年度)によれば、瀬戸内海全体で16,963ha(東京ドーム約3,628個分)の藻場面積を有しており、前回調査(2015~2017年度)から約9%増加している。また、国立研究開発法人水産研究・教育機構が日本の海域で算定した藻場タイプ別のCO₂吸収ポテンシャル(海草・海藻の現存量1g当たりのCO₂貯留量)では、瀬戸内海のアマモ場は東北太平洋に次いで高いCO₂吸収ポテンシャルを示している。

こうした優位性・ポテンシャルを背景に、尾道市では、「尾道の海のゆりかご(干潟・藻場)再生による里海づくり」というプロジェクトにおいて、国土交通省中国地方整備局が造成した干潟(高尾、海老、灘、百島)を地元の漁業協同組合が適切な維持管理を行うことで、藻場の再生や生態系の回復に取り組んでいる。この取組により、2022年12月に130.7tのJブルークレジットが認証され、翌年2月にクレジットを取得し、干潟・藻場の保全・再生活動やそれに向けた各種調査、普及啓発のための環境学習や講演会等の実施に充てている。

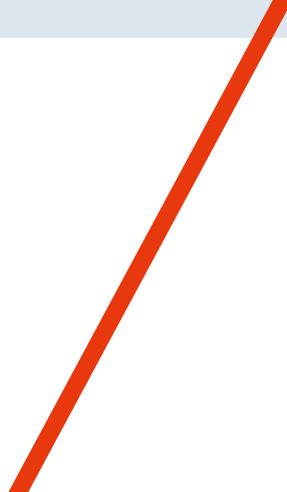
図表2-15 ブルーカーボンの生成イメージ



(出典)ENEOS株式会社プレスリリース資料「産官学連携による大規模ブルーカーボン創出の検討開始について」

【参考】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・ポテンシャル

	カーボンリサイクル関連技術	広島県の強み・ポテンシャル
電力部門	再生可能エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ・豊富な年平均日射量と年間予想発電量の高さ(全国中上位) ・太陽光・風力発電機器のサプライヤー及び施工・運営など関連事業者の集積 ・木質系を中心としたバイオマス発電規模の大きさ、バイオマス発電所(専焼・混焼)の設立進展 ・小水力電力プラントメーカーの立地(西日本唯一)
	火力+CCUS	<ul style="list-style-type: none"> ・大崎クールジェンプロジェクトの進行 ・高濃度CO₂の排出拠点(発電所・製鉄所など)の集積 ・発電プラント・主要設備メーカーの技術開発(脱硝・脱硫)や事業所の立地
	水素・アンモニア発電	<ul style="list-style-type: none"> ・発電プラント・主要設備メーカーの技術開発(脱硝・脱硫)や事業所の立地 ・水素・アンモニア大規模供給拠点計画地(周南、波方、水島)への近接性 ・県内港湾(広島港、福山港)でのCNP認定に向けた取組・検討 ・県内産業利用でのニーズ(エネルギー多消費型産業の集積) ・水素・アンモニア製造・貯蔵・利用に関する県内大学のシーズ、産学官での連携体制
産業部門	CO ₂ 分離回収	<ul style="list-style-type: none"> ・大崎クールジェンでのCO₂分離・回収の大規模実証 ・県内企業等での新規事業開発
	水素・メタン(メタネーション)利用	<ul style="list-style-type: none"> ・都市ガスインフラのネットワーク(受入・製造拠点、パイプライン) ・水素・アンモニア大規模供給拠点計画地(周南、波方、水島)への近接性 ・県内港湾(広島港、福山港)でのCNP認定に向けた取組・検討 ・県内産業利用でのニーズ(エネルギー多消費型産業の集積) ・水素製造・貯蔵・利用に関する県内大学のシーズ、産学官での連携体制
	水素還元製鉄	<ul style="list-style-type: none"> ・大型製鉄所の立地 ・カーボンリサイクル高炉の技術開発・実証の進展 ・CO₂分離・回収拠点、及びCO₂供給拠点としての可能性
	CO ₂ 吸収型セメント・コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> ・県内企業による研究開発、製品化事業所の立地 ・大崎上島実証研究拠点での技術開発プロジェクトの進展 ・県内での先行的な導入実績
	カーボンリサイクル化学品・カーボンリサイクル燃料	<ul style="list-style-type: none"> ・大崎上島実証研究拠点での技術開発プロジェクトの進展 ・微細藻類関連の研究シーズ・研究開発機能の集積 ・瀬戸内沿岸の企業・技術集積 ・輸出入インフラ ・県内産業利用での可能性(県内での循環形成)
	バイオマス活用(燃料・材料)	<ul style="list-style-type: none"> ・県内の豊富な森林・海洋資源(グリーンカーボン、ブルーカーボン) ・先行的な利活用・開発企業(サーマル/マテリアルリサイクル)の存在 ・県内大学シーズ、産学官での連携体制
運輸部門	EV/FCV	<ul style="list-style-type: none"> ・自動車メーカーの研究開発拠点、及び自動車関連産業の集積 ・水素製造・貯蔵・利用に関する県内大学のシーズ ・産学官での連携体制 ・県内SU企業による商品化
	合成燃料	<ul style="list-style-type: none"> ・自動車メーカーの研究開発拠点、及び自動車関連産業の集積 ・造船会社・船舶用機器・部品メーカーの集積 ・県内で走行・運行する自動車・船舶・産業利用でのニーズ ・社会実装プロジェクトの進行(自動車・船舶)
炭素除去	DACCS 植林 ブルーカーボン	<ul style="list-style-type: none"> ・県内森林面積の広さ(県土の7割)、瀬戸内海の藻場・干潟の豊富さ ・グリーンカーボン・ブルーカーボンに関する県内での先行的な取組・実績(早生樹・藻場再生など) ・研究機関の立地



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

前章において把握した、広島県の強みをもとに、広島県がカーボンリサイクルの先進地としてブランドを確立し、長期的にもカーボンリサイクル研究の拠点性を高めて世界に貢献すること、また広島県内企業や県民がカーボンリサイクルへの関心・理解を深めること、そしてカーボンリサイクルが本県の新たな産業の柱の一つとなることを目指すべき方向である。それを踏まえ、2つの方針を定める。

<p>方針1 「拠点化」</p>	<p>国等と連携した大崎上島研究拠点の機能の充実等により、本県におけるカーボンリサイクルの研究強化、「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、本県の「ブランド化」を進める。 具体的には、</p> <ul style="list-style-type: none"> ●県内大学での研究案件を増やし、研究の高度化・多様化を進める ●研究成果を起業や産学連携により社会実装させようとするマインド醸成 ●研究者が信頼できる経営パートナーとマッチングしやすい環境の構築により、社会実装の早期実現と県内ベンチャー企業や新事業を多数創出する。
<p>方針2 「新産業の集積」</p>	<p>カーボンリサイクルに資する製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。 具体的には、</p> <ul style="list-style-type: none"> ●県内企業のカーボンリサイクルに係る研究や事業化の取組を増加・発展させる ●県内企業が抱えるニーズや課題に対する解決策検討や企業間連携の環境づくりに取り組む ●広島でのビジネスチャンスを示し、国内外の経営者等を県内に引き寄せることにより、企業等の各取組を前進させ、社会実証の実績を増やしていく。

(2)目標

<p>2030年</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●カーボンリサイクル関連のスタートアップ企業が広島で育ち、集まっている ●県内企業によるカーボンリサイクルに寄与する製品やサービス等の開発、事業化の取組が活発になっている ●革新技术やコスト低減のブレイクスルーに向けた研究が継続され、一部が社会実装されている
<p>2050年</p>	<p>カーボンリサイクルに係る事業が県産業の柱の一つとなっており、世界のCNに貢献している。</p>

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

2050年に向け、カーボンリサイクルに関連する研究案件を発掘し、その要素技術開発・基礎研究開発を促進する。また、各研究をスケールアップしていくため、制度融資の優遇適用、金融機関と連携したプロジェクトファイナンスの構築、VC等への情報提供など、研究ステージに応じた調達機会の設定や資金調達方法の多様化を図る。さらに、2030年頃からの早期に実用化が見込まれる分野に関しては、具体的な事業化に向けた支援を実施する。

推進方策例

- サプライチェーン構築に対する助成
- カーボンリサイクル研究に対する助成
- スタートアップ等による広島での実証助成
- 若者の研究参画支援

(2) スタートアップ企業の創出・育成・誘致の強化

経済の持続的な発展に、イノベーションの連続的な創出が必要である中、カーボンリサイクル研究のシーズを有し、新規性の高い製品による新市場の創出を目指す「イノベーションの担い手」として高く期待される、スタートアップ企業の研究を加速するよう積極的な支援を行うとともに、有望なシーズの研究段階からの起業とその育成を推進する。特に、県外のスタートアップを広島へ呼び込むため、実証場所としての活用促進を強化する。

推進方策例

- スタートアップ等による広島での実証助成
- スタートアップ企業や起業家をサポートし、事業成長を促進するアクセラレーションプログラムの実施
- 企業人材転入助成(本社機能移転時に経営者、雇用者及びその家族に対し助成)
- 研究開発機能拠点化助成(県内に移転・新設する研究開発部門の研究開発者に対し助成)

(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

課題を有する企業と課題対応する研究者、研究シーズを有する研究者と研究成果が生かせる企業とのマッチング機会を提供し、共同研究や実証事業への助成を行い、カーボンリサイクルの研究・事業化を支援する。また、水素の価格に影響を受けないカーボンリサイクル製品の早期の事業化を図るため、CO₂回収から製品販売までの企業群によるサプライチェーンの構築を促進する。

推進方策例

- 企業間・産学間マッチングを促すための各種交流会の開催
- サプライチェーン構築に対する助成
- サプライチェーン構築に向けたワーキングの開催

(4) 大崎上島カーボンリサイクル拠点との連携

カーボンリサイクル研究拠点の魅力づくりおよび認知向上を図るため、NEDOからの委託により広島大学が実施する「NEDOプロジェクトを核とした人材育成、産学連携等の総合的展開/カーボンリサイクルに係る特別講座」(以下「特別講座」という。)と連携したイベントや研究支援を実施する。また、先進的なカーボンリサイクル技術のショールーム化やオープンラボ化に向けて、カーボンリサイクル研究拠点で開発された技術や製品の展示、カーボンリサイクル研究拠点の設備の貸出等、国に要望していく。さらに大崎上島町や島内のカーボンリサイクル研究拠点と連携し、島内の研究者と県内外の企業・研究者・学生との交流機会を創出する。

推進方策例

- NEDOの特別講座と連携した拠点イベント実施や特別講座参加者への研究支援
- 拠点研究者等による研究発表会の実施
- 国へのカーボンリサイクル研究拠点のショールーム化・オープンラボ化等による魅力づくりの提案
- 学生等に対するカーボンリサイクルをテーマとした視察促進

(5) ビジネスへの需要拡大支援

カーボンリサイクル技術を活用した製品・サービスの購入・調達は、従来の化石燃料由来製品等と比較してコストアップとなる可能性が高いため、特に社会実装が比較的早期に進むと想定される製造に水素を必要としないカーボンリサイクル製品について、モデル的に公共調達を含めた具体の出口を企業へ提供しつつ、県民のカーボンリサイクル製品への認知・導入の意義等の理解を促進する取組を実施する。

推進方策例

- カーボンリサイクル製品の公共調達を利用した普及促進(モデル導入検討)
- カーボンリサイクル製品の民間企業の導入促進

(6) 大規模な資金投入につながる環境整備

カーボンリサイクル技術の社会実装に向けては、大規模な研究資金が必要となる。拠点化推進の各取組により支援する研究開発や共同事業などを呼び水として、更なる国の研究資金や国内外のVC等からのインパクトの大きい投融資の獲得を目指す。

推進方策例

- 研究案件に対する助成
- スタートアップ等による広島での実証助成

(7) 県内研究事例や企業の取組の情報発信

県内で大学や企業等による研究開発や実証等の現状や有用性、今後の展望や課題等を県内外に広く示すことにより、取組への社会的理解を深めていくとともに、関心を寄せる企業等を広島県へ誘致することや、ビジネスチャンスの創出に繋げていく。また、広島への注目度を上げるため、カーボンリサイクル関連会議の誘致・参画やマスメディア等の積極的な活用を図る。

推進方策例

- イベントによる情報発信
- カーボンリサイクル関連会議の誘致・参画

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

カーボン・サーキュラー・エコノミー実現に資するカーボンリサイクル等技術の開発を進める県内企業や県内外のスタートアップ企業等のシーズ及びニーズに関する情報を収集し、企業間での技術マッチング促進や、ファンド(VC・CVCなど)とのビジネスマッチング機会を拡充していく。このほか、県内における実証試験の場を開拓し、スタートアップ企業等の実証フィールドを模索する企業を支援していく。

推進方策例

- 製品開発や実装に向けた地域連携等を促す企業間・産学間のマッチング交流会の開催
- スタートアップ等による広島での実証助成

(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

多くのカーボンリサイクル技術に重要となるCO₂フリー水素の調達について、水素・アンモニアの供給拠点整備を先行的に進めている周辺地域との水素等サプライチェーン構築に向け、コスト・用途・需給量・スケジュール等の観点から情報収集を行う。また、研究開発支援やワーキンググループ等の支援メニューにおいて、「カーボンリサイクル活用を目的とした水素等の利活用」を加えることにより、将来的なCO₂フリー水素活用を見据えたモデルな地産地消プロジェクトの創出を推進する。

推進方策例

- 水素等サプライチェーン構築に向けた広域連携の推進
- 水素等の地産地消に向けた取組の推進

(3) 若手研究者の育成と次世代教育

カーボンリサイクルの認知や重要性への理解を広めていくため、初等・中等教育でのカーボンリサイクル等教育機会を設定し、職場見学や研究者との交流機会を創出することにより、社会問題に向けた早期からの実践教育を実施する。その延長線上に、将来的なカーボンリサイクル人材の排出を見据え、高校生や大学生を中心とした若者コミュニティづくりに着手する。また、大学生以上の若手研究者の裾野を広げる支援メニューを創設する。

推進方策例

- 高校等へ出前講座の実施や大学や研究機関への社会見学会の開催
- 将来的なスタートアップ育成を見据えた若者コミュニティの形成
- 若者の研究参画支援

4. 今後の見直しについて

CNを目指し、世界の動向は刻々と、時に大きく変化することが予想される。また、カーボンリサイクルをめぐる研究開発は未だその多くが実用段階に至っていないものの、研究、実証、社会実装に向けた取組が世界規模で加速しており、分野によって市場形成が急速に進む可能性がある。

広島県においても、今後の動向を注視し、概ね2027年度まではここまで記載した内容に取り組むこととする一方、最新情勢を踏まえて、より効果的な取組を実施していくため、適宜、本構想の内容の見直しを行うこととする。



広島県商工労働局
環境・エネルギー産業課
電話：082-513-3368