



CARBON CIRCULAR ECONOMY

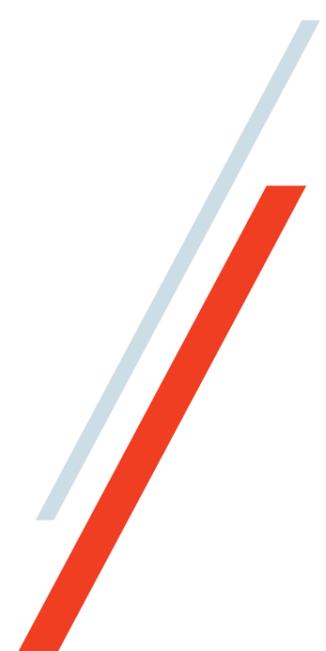
広島県
カーボン・サーキュラー・エコノミー
推進構想

初版

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 | 04 |
| 1.国際的な枠組と主要国の目標設定及び取組 | 05 |
| (1)パリ協定 | |
| (2)主要各国・地域の排出削減目標 | |
| (3)我が国の対応 | |
| (4)経済成長との関連付け | |
| 2.カーボンニュートラルへの転換と産業への影響 | 08 |
| (1)政府によるカーボンニュートラルへの転換イメージ | |
| (2)想定される産業への影響 | |
| (3)産業活動に求められる変化 | |
| 3.カーボンリサイクル技術の重要性と可能性 | 11 |
| (1)カーボン・サーキュラー・エコノミー実現に向けたカーボンリサイクルの位置付け | |
| (2)カーボンリサイクルビジネスの市場規模 | |
| 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 | 12 |
| 1.広島県の強み | 13 |
| 2.県内の研究開発 | 15 |
| (1)大崎上島での取組 | |
| 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)県内大学等における研究開発 | |
| 3.事業化に向けた取組例 | 18 |
| (1)鉱物(コンクリート) | |
| (2)CO ₂ 分離回収技術 | |
| 4.カーボンリサイクル周辺及びカーボンニュートラル関連技術 | 19 |
| (1)再生可能エネルギー | |
| (2)バイオ燃料 | |
| (3)バイオマス発電・バイオマス混焼発電 | |
| (4)排煙の脱硝・脱硫技術 | |
| 5.研究・実証等に関するその他の優位性 | 21 |
| (1)化学・機械・電子等多様な産業の集積 | |
| (2)豊富な自然環境 | |
| ア グリーンカーボン | |
| イ ブルーカーボン | |
| 6.広島県の取組の方向性 | 22 |
| 7.推進体制の構築 | 23 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 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 | 26 |
| 1.取組方針と目標 ～目指す姿～ | 27 |
| (1)取組方針 | |
| (2)目標 | |
| 2.カーボンリサイクル拠点化に向けた今後3年間の具体的な取組 | 28 |
| (1)研究開発支援の充実 | |
| (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 | |
| ア プロジェクトの創出 | |
| イ 個別企業の課題対応 | |
| (4)研究者の交流機会創出 | |
| (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具体的な取組 | 31 |
| (1)各種マッチング機会の拡充 | |
| (2)県内での裾野拡大 | |
| (3)若手研究者の育成と次世代教育 | |
| 4.今後の見直しについて | 32 |



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、「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など、その達成に向けた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より、従来の延長線上にあるような対症的な対応ではなく、これまで築いてきた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することを目指しつつ、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」に着目しました。

カーボンリサイクルは、「CO₂を発生させないこと」にのみ捉われるのではなく、「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ています。

また、カーボンリサイクルは、太陽光発電や風力発電のような海外に生産技術の優位性があるものと比べて、化学や機械等の高い技術力が求められる分野です。そして、我が国の企業や大学、研究機関は、世界に先んじて研究開発に取り組み、優位性の高い技術を数多く有しています。

現在はまだ、社会に実装する段階にある技術は少なく、その効果や実現可能性にお議論はあるものの、その大きな可能性への期待から、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、我が国の企業や研究機関は、優位性をさらに高めることで、近い将来、カーボンニュートラル実現を支える技術として巨大な成長市場を獲得し、ビジネスチャンス拡大させることが期待されています。

広島県では、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、いち早く着手しています。大崎上島には、我が国を代表するカーボンリサイクル技術の実証研究拠点に加えて、今後の新たな技術を生み出すスタートアップ企業も含めた基礎研究拠点も整備されます。また、2021年2月には、広島大学に「カーボンリサイクル実装プロジェクト研究センター」が設立されました。そして、2021年5月には、県内外の企業・大学・団体等による「広島県カーボン・サーキュラー・エコノミー推進協議会」を発足させるなど、既に歩みを始めています。

また、化学・機械・電子など様々な産業が集積し、オンリーワン・ナンバーワン企業を多数有する広島県は、新たな研究技術を開発に活かせる強みがあり、関係する企業・大学・団体等と連携しながら、カーボンリサイクル技術の基礎研究から社会実装まで幅広く取り組んでいくことで、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ます。

そうした未来の姿として、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を「カーボン・サーキュラー・エコノミー」と命名しました。

この「推進構想」では、そうした社会経済の実現に向けて、広島県の強みを活かしながら、進む方向性を整理し、広く社会に呼びかけ、共感し連携する仲間を拡大していくことを目的に、当面2024年度までの具体的な取組をまとめています。

今後は、カーボンリサイクル研究を推進するため、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するとともに、研究開発されたカーボンリサイクル技術の社会実装を進めてまいります。

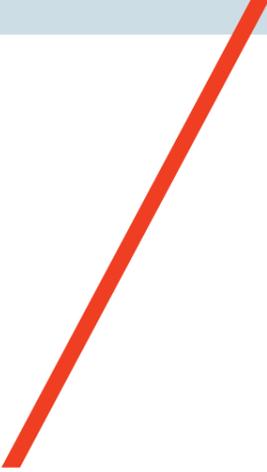
CO₂の排出を削減する。
生じたCO₂を回収する。
回収したCO₂を資源として利用する。

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. 国際的な枠組と主要国の目標設定及び取組

(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) 主要各国・地域の排出削減目標

パリ協定が発効したことで、海外でもカーボンニュートラル(実質排出ゼロ、以下「CN」という。)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。米国・EU・中国など主要国も、比較年次は異なるものの高い中期目標を掲げ、2050～60年のCN目標を提示している(表1-1)。

表1-1 米・EU・中国の目標設定と経済成長との関連付け

| 国・地域 | 中期／長期目標 | 経済成長との関連付け | 公的資金の投入 |
|---|---|---|---|
|  米国 | 2030年▲50～52% (2005年比)／2050年CN | 高収入の雇用と公平なクリーンエネルギーの未来を創造、近代的で持続可能なインフラを構築、連邦政府全体で科学的完全性と証拠に基づく政策を立案しながら、国内外の気候変動対策に取り組む | EV普及、建築グリーン化、エネルギー技術開発等の脱炭素分野に4年間で2兆ドル投資を公約 |
|  EU | 2030年▲55% (1990年比)／2050年CN | 欧州グリーンディールは、公正で繁栄した社会に変えることを目的とした新たな成長戦略 2050年に温室効果ガスのネットでの排出がなく、経済成長が資源の使用から切り離された近代的で資源効率の高い競争力のある経済 | 官民で10年間に1兆ユーロの「グリーンディール」投資計画 |
|  中国 | 2030年▲65% (2005年比、GDPあたりCO ₂ 排出量)／2060年CN | エネルギー革命を推進し、デジタル化の発展を加速 経済社会の全体的グリーンモデルチェンジ、グリーン低炭素の発展の推進を加速 | (未発表) |

(出典) 環境省、経済産業省、JETRO資料等より作成

(3) 我が国の対応

日本政府は、このパリ協定を受けて2016年5月に閣議決定した「地球温暖化対策計画」において、「2030年度に2013年度比26.0%減(中期目標)、2050年までに80%を削減(長期目標)」を設定し、実現に向け国際的な協調の下で率先して取り組むと発表した。

その後、政府は、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、「2030年に46%削減(2013年度比)を目指す」、「さらに、50%の高みに向け、挑戦を続ける」と決意を表明した。

この「2030年46%削減」に向けては、再生可能エネルギーの普及やカーボンプライシングなど短期的には産業活動や国民生活への負担が増す可能性がある。その負担を緩和するとともに、長期的には排出削減が産業活動や国民生活と両立し、持続的な成長に向けた好循環を形成するためには、国主導だけでなく、各地域でのポテンシャルを活かした具体的な方策が求められる。

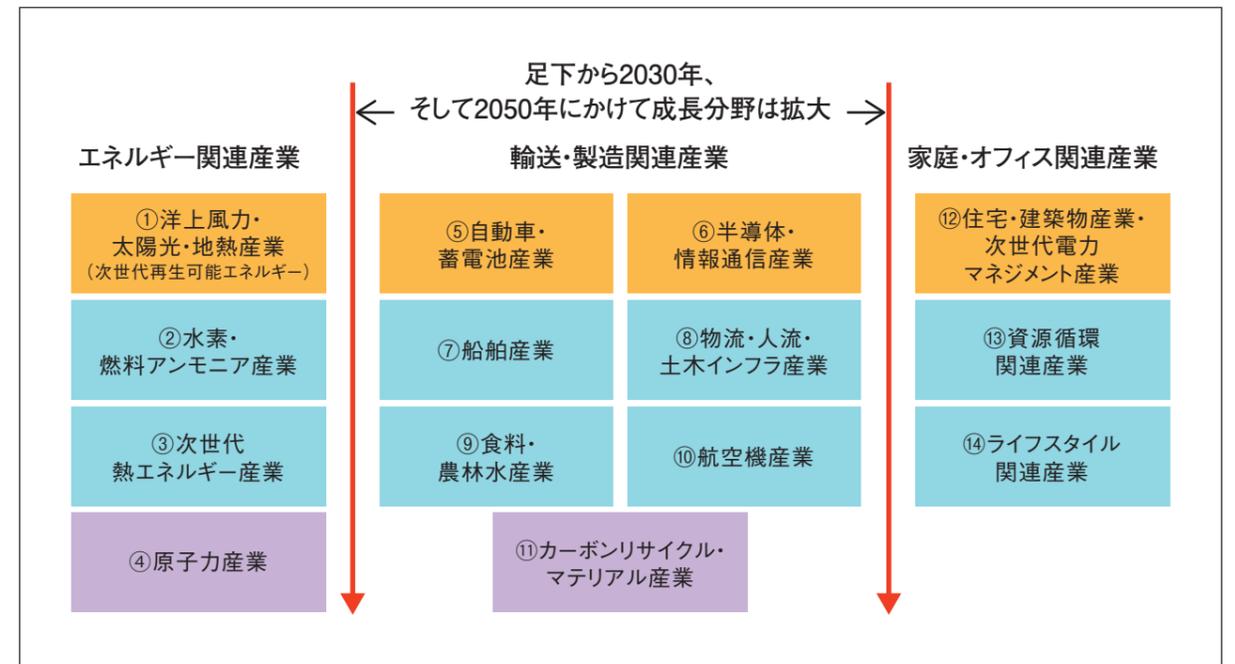
(4) 経済成長との関連付け

政府は、2050年のCNを目指すにあたり「温暖化への対応は経済成長の制約ではなく、産業構造や経済社会の変革をもたらす、大きな成長につながるという発想の転換が必要」との認識を示し、同年12月に「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略(以下、「グリーン成長戦略」という。)を発表した。

グリーン成長戦略では、

- ◆エネルギー(洋上風力・太陽光・地熱、水素・燃料アンモニア、次世代熱エネルギー、原子力)
 - ◆輸送・製造(自動車・蓄電池、半導体・情報通信、船舶、物流・人流・土木インフラ、食料・農林水産、航空機、カーボンリサイクル・マテリアル)
 - ◆家庭・オフィス(住宅・建築物・次世代電力マネジメント、資源循環、ライフスタイル)
- の14分野で実行計画を策定し(図1-1)、その経済効果として2030年で年額140兆円、2050年で年額290兆円程度を見込んでいる。

図1-1 「グリーン成長戦略」



(出典) 「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(令和3年6月)

2.カーボンニュートラルへの転換と産業への影響

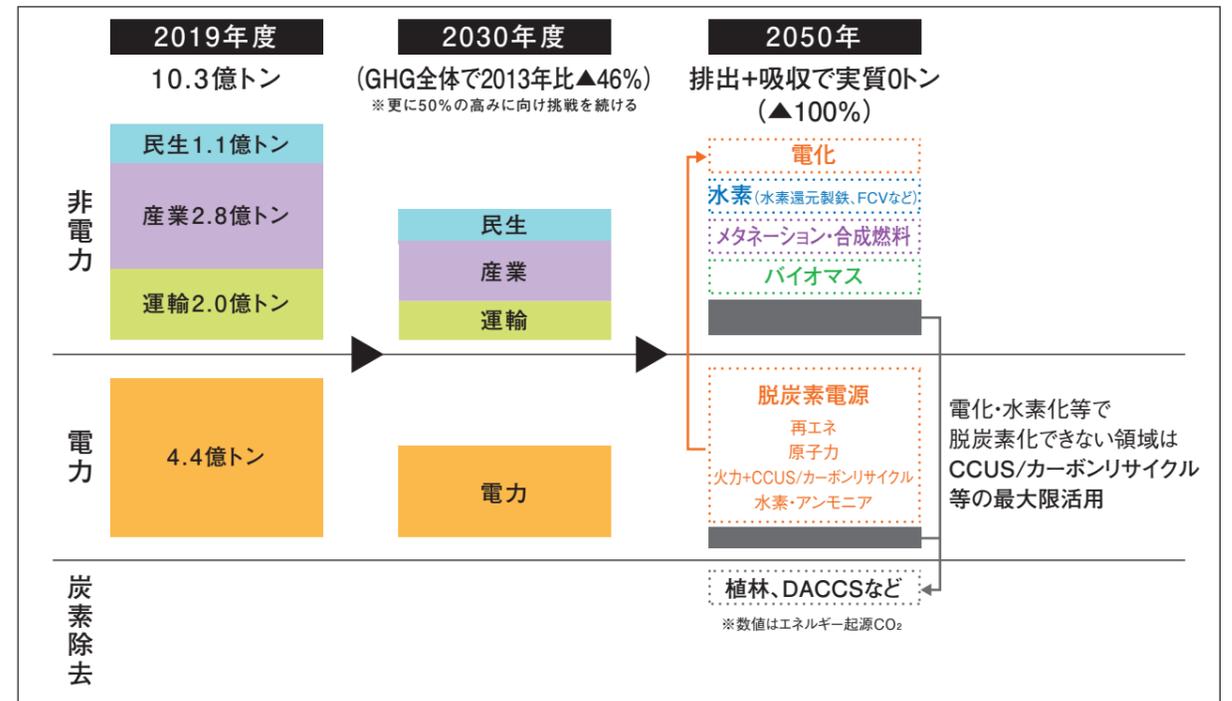
この実現のため、政府は「グリーンイノベーション基金」として国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)に2兆円の基金を造成した。特に重要なプロジェクトは、官民で野心的かつ具体的目標を共有した上で目標達成に挑戦することをコミットした企業に対し、民間企業の研究開発・設備投資を15兆円ほど誘発しながら、今後10年間、技術開発から実証・社会実装まで継続して支援を実施するとしている。

なお、こうした分野は、自動車、発電、カーボンリサイクルなど県内企業の技術・製品が貢献できる内容も多く、今後の国際競争を見据えながら着実な研究開発を進めることが重要である。

(1) 政府によるカーボンニュートラルへの転換イメージ

経済産業省資源エネルギー庁・産業技術環境局によれば、2021年12月16日付の資料「クリーンエネルギー戦略の策定に向けた検討」において、2050年のCNへの転換イメージ(図1-2)を提案している。

図1-2 CNへの転換イメージ



(出典) 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会「クリーンエネルギー戦略の策定に向けた検討」(2021年12月)

この転換イメージにおいては、電力部門では非化石電源の拡大、産業・民生・運輸の非電力部門では脱炭素化された電力による電化、水素化、メタネーション、合成燃料等を通じた脱炭素化が必要とされている。特に、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)は、2021年10月閣議決定された「第6次エネルギー基本計画」において、電源構成における割合を36~38%とする「野心的な見通し」を示しており、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いる。

また、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。

※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。

(2) 想定される産業への影響

先述の転換イメージなどから、主な産業が取り組む方向性を想定したものが表1-2である。エネルギー部門では「化石燃料依存からの脱却」、産業・運輸部門では「生産方法・工程の効率化と、脱炭素技術の導入」、そしてサービス・その他部門では「省エネ、デジタル化等による効率的な管理・運用」への動きが読み取れる。

どのような産業であっても、CN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ビジネスへの影響を想定し、具体的な動きに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、検討を開始すべきタイミングであり、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、これまでのビジネスモデルや戦略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。

表1-2 CN実現に向けた主要産業における取組の方向性(想定)

| 部門 | 産業 | 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 高効率火力の活用(非効率火力のフェードアウト)、CO ₂ の分離回収 |
| | 石油・ガス | 燃料転換やエネルギーの効率的利用によるCO ₂ 排出量の低減 CO ₂ を活用するメタネーション、プロパネーション、水素利用などによる脱炭素化 |
| 産業・運輸部門 | 鉄鋼 | 還元プロセスでの水素利用、CO ₂ の分離回収 |
| | 化学 | 原料の脱炭素化、製造工程でのCO ₂ 分離回収と化学品・燃料等への転換 |
| | セメント | 製造工程で排出するCO ₂ を原料・コンクリート製品で再利用 |
| | 紙・パルプ | 熱源をバイオマスなどに転換 |
| | 自動車 | 電気自動車、水素・e-fuel燃料の需要増、製造工程での脱炭素化 |
| サービス・その他部門 | エレクトロニクス | 太陽電池や蓄電池、パワー半導体など創エネ・省エネ・蓄エネ機器の需要増、EMS(エネルギーマネジメントシステム)の利用拡大 |
| | 運輸 | CO ₂ 排出量の少ない輸送モード・燃料への転換 |
| | 建設・不動産 | ZEH(ゼロエミッションハウス)・ZEB(ゼロエミッションビル)の需要増 カーボンリサイクルコンクリートの普及 |
| | 食品・農業 | 廃棄ロス削減、リサイクル |

(出典)資源エネルギー庁「2050年カーボンニュートラルに向けたグリーンイノベーションの方向性(2020年11月)」を参考に作成

取組の方向事例②

ガス業界におけるCNに向けたアクションプラン

日本ガス協会による「カーボンニュートラルチャレンジ2050アクションプラン」では、2050年に都市ガスのCNを目指し、①徹底した天然ガスシフト・天然ガスの高度利用、②ガス自体の脱炭素化、③CCU/CCSや海外貢献等の取り組みを複合的に組み合わせ、都市ガス導管などの既存インフラを活用したメタネーションの実装、新たな導管敷設等による水素直接供給(ローカル水素ネットワーク)を計画している。

(3) 産業活動に求められる変化

各産業にCNへの取組が要請され、産業構造の転換が予測される中であっても、引き続き脱炭素の実現と、経済活動の持続的な発展が両立することが求められる。

このことから、産業活動から生じるCO₂の削減に取り組むだけでなく、CO₂を資源ととらえ積極的に回収・利用するとの発想に立ち、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、持続的に循環する社会経済の姿である「カーボン・サーキュラー・エコノミー」を実現することを企業の理念として考えていくことが重要となる。

取組の方向事例①

鉄鋼業界での製造工程におけるCO₂削減

一般的には、鉄鉱石と石炭(コークス)を高炉・転炉で還元・溶解したり、鉄スクラップを電炉により溶解して生産するが、石炭に代えて水素を直接吹き込む技術や、水素を高炉ガスから分離したCO₂と反応させ生成したメタンを吹き込むカーボンリサイクル技術、そして鉄鉱石を固体のまま還元ガスを用いて還元してから電気炉で溶解する技術などが検討されている。

3.カーボンリサイクル技術の重要性と可能性

(1)カーボン・サーキュラー・エコノミー実現に向けたカーボンリサイクルの位置付け

カーボンリサイクル(以下「CR」という。)とは、CO₂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、大気中への排出を抑制する取組である(経済産業省「CR技術ロードマップ」)。

欧米諸国では、大気中のCO₂を直接回収する技術(DAC)など、積極的なスタートアップ企業等による技術の研究開発が進む一方で、回収したCO₂は、地中・海底への貯留(CCS)や、原油増進回収(EOR)に利用されている。一方、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わずか100万t程度しかない。したがって、カーボン・サーキュラー・エコノミーを目指すにあたって、分離・回収したCO₂を再利用するこのCRは極めて重要である。

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CR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いる。

(2)カーボンリサイクルビジネスの世界市場規模

CRの世界市場規模は2019年実績で4兆8,500億円であるが、2030年(予測)では5兆7,000億円へと約17%の成長が予測されている。現時点での市場は、新興国向けの工業原料としての用途が大半を占めており、2025年以降は炭酸塩としての固定化やコンクリート用途でCO₂利用が進むと予測している(表1-3)。

表1-3 カーボンリサイクルビジネスの世界市場規模

| 内容 | 2019年 | 2030年予測 |
|---|-----------|-----------|
| CO ₂ 分離技術 | 579億円 | 654億円 |
| CO ₂ 分離材料 | 1,985億円 | 2,165億円 |
| CO ₂ 利活用プラント ^(注1) | 1,336億円 | 1,858億円 |
| CO ₂ 利活用製品 ^(注2) | 4兆4,669億円 | 5兆2,250億円 |
| 合計 | 4兆8,569億円 | 5兆6,928億円 |

(注1) CCS、EOR、合成ガス化、メタネーション、メタノール化、ポリカーボネート、人工光合成

(注2) 製品:尿素化、ミネラル化

(出典) 株式会社経済 カーボンリサイクル CO₂削減関連技術・材料市場の現状と将来展望2020

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

「カーボン・サーキュラー・エコノミー(以下「CCE」という。)」の実現の鍵となるCR技術の研究開発は、今後産業活動に大きな影響を与えるとともに、その市場への参入は県内産業の振興に大きなチャンスとなる。このチャンスを掴むためには、県内企業が保有する優れた技術や実績、地域特性等、本県の強みをしっかりと認識したうえで、今後の取組を進めて行く必要がある。本章では、本県の強みとなる事項について整理する。

1. 広島県の強み

表2-1は、グリーン成長戦略に記された項目をベースとして再整理した脱炭素技術について、2030年と2050年時点での予測される市場規模、課題（ただし、装置・製品のコスト低減と関連する技術者の育成は、およそ全ての項目で課題となっているため除外）、そして広島県の強みを整理したものである。

表2-1のうち主なものについて、次項から説明する。

表2-1 CCE実現に向けた広島県の強み

| 部門 | 脱炭素技術 | 世界市場規模予測 | | 課題 (コスト低減・技術者育成以外) | 広島県の強み |
|------|----------------|-------------------|---|--|--|
| | | 2030年 | 2050年 | | |
| 電力部門 | 再生可能エネルギー | 5兆円 ^{※1} | 10兆円 ^{※1} 120兆円 ^{※2} | <ul style="list-style-type: none"> ●機器の発電能力向上 ●系統連系の制約 ●環境との調和 等 | <ul style="list-style-type: none"> ●太陽光・風力発電機器のサプライヤー(特に材料・部品)、及び施工・運営など関連事業者が存在 ●小水力電力プラントメーカーの立地(中四国地区唯一) ●木質バイオマス発電所の設立進展、木質バイオマス発電の燃料を供給できる製材・建材メーカーの立地 |
| | 火力+CCUS | 6兆円 (分離回収) | 10兆円 (分離回収) | <ul style="list-style-type: none"> ●CO₂分離・回収技術の確立 ●回収CO₂の用途開拓・拡大 等 | <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 |
| | 水素発電 | — | 23兆円 (水素タービン) | <ul style="list-style-type: none"> ●燃料供給インフラ・サプライチェーンの整備 ●水素混焼・専焼技術の開発・向上 等 | <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拠点や事業所の立地 ●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 |
| | アンモニア発電 | — | 1,7兆円 | <ul style="list-style-type: none"> ●燃料供給インフラ・サプライチェーンの整備 ●アンモニア混焼・専焼技術の開発・向上 等 | <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 ●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) ●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 | 電化 | — | — | <ul style="list-style-type: none"> ●電化設備の開発・性能向上 ●熱需要への対応 | <ul style="list-style-type: none"> ●機械・電気電子関連産業の集積 ●(検討が進む)デジタル化・製造業DXとの関連性 |
| | バイオマス活用(燃料・材料) | — | — | <ul style="list-style-type: none"> ●調達インフラ・サプライチェーンの整備 ●活用技術の開発・用途拡大 | <ul style="list-style-type: none"> ●県内の豊富な森林資源 ●先行的な利活用・開発企業(サーマルリサイクル・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 |

※1:太陽光発電 ※2:洋上風力発電

| 部門 | 脱炭素技術 | 世界市場規模予測 | | 課題 (コスト低減・技術者育成以外) | 広島県の強み |
|------|--|--------------------|-------|--|--|
| | | 2030年 | 2050年 | | |
| 産業部門 | 水素・メタン(メタネーション)利用 | — | — | <ul style="list-style-type: none"> ●設備の開発・性能向上 ●原料(水素・CO₂など)の供給インフラの整備 ●用途開発・拡大 | <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) ●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 |
| | 鉄(水素還元製鉄) | — | 40兆円 | <ul style="list-style-type: none"> ●還元技術の開発・向上 ●大量で安価な水素の調達・確保 | <ul style="list-style-type: none"> ●大型製鉄所の立地 ●CO₂分離・回収拠点、及びCO₂供給拠点としての可能性 |
| | セメント・コンクリート(CO ₂ 吸収型) | 15~40兆円 | — | <ul style="list-style-type: none"> ●分離・回収CO₂の大量で安価な調達 ●CO₂吸収量の定量化 ●CO₂吸収製品としての性能向上 | <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 ●県内での先行的な導入実績 |
| | CR化学品・燃料 | — | 数百兆円 | <ul style="list-style-type: none"> ●分離・回収CO₂の大量で安価な調達 ●変換技術の開発・性能向上(触媒・プロセスなど) ●用途開発・拡大 | <ul style="list-style-type: none"> ●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) |
| 運輸部門 | EV(電気自動車) | 10兆円 ^{※3} | — | <ul style="list-style-type: none"> ●車種拡充・性能向上 ●充電インフラの整備・充電技術の向上 | <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 ●産学官での連携体制 |
| | FCV(燃料電池車) | — | 300兆円 | <ul style="list-style-type: none"> ●車種拡充・性能向上 ●水素供給インフラの整備 | <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 |
| | 合成燃料 | 4兆円 | 19兆円 | <ul style="list-style-type: none"> ●製造プロセス、量産技術の開発 ●用途開発・拡大 | <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 ^{※4} BECCS ^{※5} 植林 | — | — | <ul style="list-style-type: none"> ●技術開発・向上 ●適地確保・拡張 | <ul style="list-style-type: none"> ●県内森林面積の広さ(県土の7割) ●県内での先行的な取組・実績(早生樹・藻場など) ●研究機関の立地 |

※3:車載用蓄電池 ※4:直接大気回収・貯留 ※5:バイオエネルギー-CCS

2. 県内の研究開発

(1) 大崎上島での取組

ア 大崎クールジェンプロジェクト

大崎上島では、酸素吹石炭ガス化複合発電(酸素吹IGCC)等の大型実証試験を実施することを目的とした取組「大崎クールジェンプロジェクト」が、2012年度から開始されている。高効率複合発電技術とCO₂分離回収技術を組み合わせた革新的な石炭火力発電を目指す実証事業であり、現行事業は2022年度まで実施される予定である。

IGCCでは、石炭のガス化でガスタービンを稼働させ、排熱による蒸気タービンと合わせた複合発電によって発電効率をさらに数%高めるとともに、CO₂排出量も低減させることが可能となる。

このプロジェクトは3段階で構成され、第1段階の酸素吹IGCCの大型設備実証試験では、17万kW級規模の実証プラントとしては世界最高レベルとなる発電効率40.8%を達成し、設備信頼性(長時間連続・耐久試験)やプラント制御性でも目標に達している。第2段階では酸素吹IGCCプラントにCO₂分離回収設備を付設し、CO₂回収効率90%以上、回収CO₂純度99%以上を達成している。現在は、第3段階として燃料電池を付設した石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)の実証に着手している。

イ カーボンリサイクル技術の実証研究拠点化事業

経済産業省が2019年9月に公表した「カーボンリサイクル3Cイニシアティブ(Caravan:相互交流の推進、Center of Research:実証研究拠点の整備、Collaboration:国際共同研究の推進)」及び2020年1月策定の「革新的環境イノベーション戦略」において、CO₂の分離・回収が行われている大崎上島をCR研究の実証拠点として整備する方針が示された。

これを踏まえ、NEDOは①拠点化推進事業(拠点の整備、運用、研究支援など)、②研究拠点におけるカーボンリサイクル技術開発・実証事業(拠点での技術開発・実証)、③微細藻類に係る研究拠点整備事業に関して、2020~2024年度の5年間で約60億円を投入することを発表している。

ここでは、上記アのIGCCで分離・回収したCO₂をパイプラインで輸送し、そのCO₂を利用したCR技術の研究開発を実施する拠点として整備が進められている。整備される研究拠点は、「基礎研究エリア」、「実証研究エリア」、「藻類研究エリア」の3区域で構成され、このうち、「実証研究エリア」で進められている3件の研究(研究拠点におけるCO₂有効利用技術開発・実証事業)は表2-2のとおりで、県内外の企業や大学が参加している。また「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によるカーボンリサイクル推進のための研究開発を開始している(同表)。

さらに今後も、「基礎研究エリア」には基礎的な研究開発を行う研究棟を整備して2022年度から研究開発を開始予定、「実証研究エリア」でも新たな実証研究テーマが追加される予定で、研究開発拠点機能の一層の拡大が見込まれている。

広島県はNEDO等と連携しながら、国内外及び事業者規模を問わず案件発掘に取り組んでいる。また、研究・実証案件を継続・拡大させ、大崎上島の研究拠点機能を強固なものとし、当該研究拠点を中心に多くの関連企業の集積を目指している。

表2-2 「研究拠点におけるCO₂有効利用技術開発・実証事業」の内容

| エリア | 実証研究エリア | | | 藻類研究エリア |
|-------------|---|---|---|---|
| | CO ₂ 有効利用 コンクリートの研究開発 | 化成品(パラキシレン) 選択合成技術の研究開発 | 微生物を用いた CO ₂ 固定化技術開発 | 微細藻類研究拠点に おける基盤技術開発 |
| 内 容 | 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・ 構造物など広範囲に適 用できるCO ₂ 有効利用 コンクリートの開発 | 化成品原料であるメタ ノール合成、更にはメタ ノールから高収率でパラ キシレンを製造可能な触 媒及びプロセスを開発 | CO ₂ を固定化して酢酸 を生成、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」を開発 | 微細藻類由来バイオ ジェット燃料生産の産業 化とCO ₂ 利用効率の向 上に資する研究拠点及 び基盤技術の整備・開 発 |
| 参加企業 ・機関 | 中国電力(株)、鹿島建設(株)、 三菱商事(株) | 川崎重工業(株)、大阪大学 | 広島大学、中国電力(株) | (一社) 日本微細藻類技術協会 |
| 事業期間 | 2020年度~2022年度 | 2020年度~2024年度 | 2020年度~2023年度 | 2020年度~2024年度 |

(出典)NEDO「大崎上島における拠点整備事業及び拠点における技術開発実証事業の概要」を参考に作成

(2) 県内大学等における研究開発

広島大学は、CRを戦略的に推進すべき研究テーマとして設定し、総合大学の強みを活かして機械、化学、電力、生物など幅広い専門分野を持つ研究者が結集することにより、分野別研究では解決が困難なテーマについて多面的な観点での課題解決を目指すことを目的として、2021年2月に「カーボンリサイクル実証プロジェクト研究センター(HiCRiC)」を設置した。今後は、理工学分野のみならず、経済学や社会学など人文社会系分野の研究者も参集し、分野横断的な研究力でCRの基礎研究から社会実装まで具体的なプロジェクトを産業界と連携して実施することを計画している。

また、広島県内には広島大学の他に、公立大学5、私立大学15の計20大学、私立短期大学4校、高等専門学校2校が立地するなど、教育・研究機関が集積している。県立広島大学では理学関係、広島工業大学、福山大学、近畿大学(工学部)においては工学関係の学部を備え、幅広い研究分野の研究者を抱えるとともに、多くの人材を輩出している。

さらに、国、県、広島市の公設研究試験機関が複数開設されており、工業、農林水産業等、幅広い分野にまたがる研究リソースを有している。

表2-3 広島大学の主要な関連シーズ

| テーマ | 研究者 | 内 容 |
|--------------------------------------|--------------------------------|--|
| ■CO ₂ 分離回収 | | |
| CO ₂ 分離用有機- 無機ハイブリッド膜 | 大下浄治 教授 都留稔了 教授 金指正言 准教授 | ●水分離膜の研究をCO ₂ 分離に展開、工場排ガスからのCO ₂ とN ₂ の分離を指標 ●柔軟で高耐熱性の無機骨格(シロキサン)と、機能を担う有機基で構成するポリ シルセスキオキサン(PSQ)で高耐久性と高加工性を備えたCO ₂ 分離膜を目指す ●架橋基にCO ₂ と親和性の高いものを導入し、CO ₂ を選択的に透過させる |
| シリカ系分子ふるい膜 の開発と各種ガス分 離プロセスへの応用 | 金指正言 准教授 | ●シリカネットワークを形成するカーボンの数で細孔径を制御し、透過選択性を発現 ●シリカのアモルファス構造にアニオンをドーピングしてフッ素を導入することで均一性 を高める ●薄膜形成が容易、分離膜と一体化した触媒膜も可能 |
| CO ₂ 吸収材の 精密合成 | 津野地直 助教 | ●ゼオライト、メソポーラスシリカ、層状ケイ酸塩、無機酸化物、有機無機複合材 料の触媒、自動車排ガス処理、CO ₂ 分離への応用 ●NEDO「未踏チャレンジ2050」ではゼオライトやその他複合材料の精密合成に よってCO ₂ 回収・資源化プロセスの省エネ化技術を研究中 |

表2-3 広島大学の主要な関連シーズ

| テーマ | 研究者 | 内 容 |
|--------------------------------------|----------|--|
| ■水素製造 | | |
| 再生電力を活用したCO ₂ フリー水素の低コスト化 | 市川貴之 教授 | <ul style="list-style-type: none"> ●太陽光による発電を「価値分離」し、高価値電力を売電、低価値電力で水素を製造するビジネスモデルを提案 ●蓄電池を組み合わせ、低価値電力の出力を平準化して水素を製造することで、水電解装置の利用率を向上 ●設定によって2050年の水素製造コスト20~30円/Nm³の達成も可能 |
| バイオマスからの水素製造 | 松村幸彦 教授 | <ul style="list-style-type: none"> ●カーボンリサイクルで必要となるCO₂フリー水素をバイオマスから製造 ●高温高压の超臨界水は反応性が高く、バイオマスを投入して分解、可燃性ガスを得る(超臨界水ガス化) ●生成ガスにはタールが含まれず、チャーの生成も抑制でき、水との分離も容易なため含水性の高いバイオマスでも利用可能 |
| 低温熱化学による水素製造 | 宮岡裕樹 准教授 | <ul style="list-style-type: none"> ●ナトリウムレドックスサイクルで多段階の化学反応と平衡制御を利用して水を熱化学的に分解、特にナトリウムの高い反応性と低融点(98℃)を利用して、500℃以下で水から水素を生成 ●金属分離反応でのNa₂O、Na₂O₂の腐食が問題、腐食回避可能な材料探索や反応技術を研究 ●反応機のコストなどに条件を設定しているものの、電力換算で10円/kWhでの水素製造が可能 |
| ■化学品・燃料でのCO₂再利用 | | |
| 二酸化炭素を原料とするオレフィン重合助触媒(メチルアルミノキサン)の合成 | 塩野毅 教授 | <ul style="list-style-type: none"> ●CO₂を酸素源とする助触媒メチルアルミノキサン(MAO)を合成 ●従来法(安息香酸)と同等の助触媒性能を発現、残留芳香族副生物も少ない |
| アナターゼ型二酸化チタン単結晶表面の価電子バンド構造と光触媒活性の相関 | 中島伸夫 准教授 | <ul style="list-style-type: none"> ●アナターゼ型の酸化チタンに着目、表面バンドの折れ曲がりを実体化(表面での吸着・分解・脱離での電子とホール)の動きを分析) ●CO₂吸着プロセスへの適用を目指す |
| 有機膜-金属表面の協奏によるCO ₂ 電解還元 | 久米晶子 准教授 | <ul style="list-style-type: none"> ●不溶性・ネットワーク状の有機構造と金属表面原子を共存した触媒空間を、金属銅表面に電気化学的に構築 ●有機物と金属表面との反応場を調整して高活性を発現 ●精密設計の可能な有機物を選択し、金属表面に配置することで触媒活性をチューニング可能 |

3. 事業化に向けた取組例

(1) 鉱物(コンクリート)

県内企業等が共同でコンクリートを炭酸化させてCO₂を固定化させる技術を開発し、CO₂吸収コンクリート「CO₂-SUICOM」として事業化している。

ダイカルシウムシリケートγ相(γ-C₂S)を主成分とする特殊混和材は、水とは反応しないが、CO₂と反応させる炭酸化反応によってコンクリートを緻密化して強度を発現する。従来の石灰石(CaCO₃)を原料とするγ-C₂Sは、脱炭酸プロセスでCO₂を大量排出するが、副生水酸化カルシウムを用いたγ-C₂Sでは、炭酸化による強度発現を維持しつつ大幅にCO₂を削減(γ-C₂S製造時の1トンあたり670kg⇒159kg)させることができる。

一般的なコンクリートは1m³あたり288kgのCO₂排出量であるが、「CO₂-SUICOM」は上記γ-C₂Sや火力発電所の石炭灰をセメント代替として用いることによって91kgに削減し(▲197kg)、さらに炭酸化によって109kgのCO₂を固定化しているため、トータルで18kgのネガティブエミッションを実現できる。既に、県内の歩道ブロック等で導入が始まっている。

(2) CO₂分離回収技術

県内の化学素材メーカーは、ナトリウムフェライトでCO₂を回収する実験を開始し、2024年度までに自社工場内にCO₂分離回収設備を設置して実証を進めることとしている。CO₂はアミン溶液で回収する手法が広がっているが、溶液の漏洩対策など大規模施設にしか適用できず、また独特の臭気や空気と接触して劣化するなどの問題がある。ナトリウムと鉄、酸素が層状に重なる化合物であるナトリウムフェライトを使用することで、回収に必要なエネルギーを約1/3に削減し、臭気や劣化の問題もなくなる。同社は、小規模運用が可能な設備を開発して自社工場から排出するCO₂を分離回収して製品原料とし、工場などの中小企業施設での実用化に向けた開発も計画している。

4.カーボンリサイクル周辺及びカーボンニュートラル関連技術

(1)再生可能エネルギー

再生可能エネルギーに関しては、太陽光発電設備の施工運営事業者や風力発電のエンジニアリング企業などが事業を展開しており、今後の再エネ導入率の向上に資するものと考えられる。

特に、太陽光発電については、県内に1,757MW(2021年9月末時点認定容量)の公共・産業用太陽光発電施設が設置・計画されている(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」)。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は全国11位と上位に位置しており(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」)、全国平均を上回る発電量が想定できる。

また、小水力発電について、県内に中四国地区で唯一の中小水力発電用プラントメーカーが存在し、固定価格買取制度(FIT)の対象となり売電価格が大幅に上がったこともあり、農協や自治体から設備の引合いが増加している。また、新たな事業者も小水力発電事業に参入している。

再生可能エネルギーについては、主力電源化はもちろんのこと、自然条件による出力変動が大きいことから、蓄電池などエネルギー貯蔵技術を利用した平準化や、余剰電力によるグリーン水素の製造も期待されている。グリーン水素は、自動車や発電の燃料として直接利用するだけでなく、回収したCO₂と合成して化学品や燃料を製造できるなど、CRの実現に向けて必要不可欠である。

(2)バイオ燃料

ひろしま自動車産学官連携推進会議を中心とした企業群では、バイオ燃料の普及拡大に向けた広島での実証事業計画「ひろしま“Your Green Fuel”プロジェクト」に基づき、微細藻類油脂や使用済み食用油を原料とする次世代バイオディーゼル燃料の原料製造・供給から利用に至るまでのバリューチェーンを構築し、県の公用車や企業の社用車向け等に供給を開始している。今後は、広島県内の事業者が排出したCO₂などを活かした広島での微細藻類の培養に加え、微細藻類残渣を用いた農・畜・水産向け肥料・飼料への活用等を検討し、広島自治体、企業、地域、そして、本プロジェクトの賛同企業と共に、地産地消モデルの構築を目指している。

このほか、県内では、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構とバイオテクノロジー企業による、観光型高速クルーザー「シースピカ」に次世代バイオディーゼル燃料を使用した試験航行が実施されるなど、内航船舶への利用可能性も高まっている。

(3)バイオマス発電・バイオマス混焼発電

生物資源を直接燃焼したり、ガス化するなどで発電するものであり、技術開発が進んだ現在では、間伐材や食品廃棄物など、様々な生物資源が有効活用されている。

県内では、木質バイオマス発電を中心に取組が進んでおり、2015年に稼働した建材メーカーの自家発電用の発電所(5,800kW、間伐材や工場残材などを利用)や海田にある全国トップクラスの発電出力を誇る電力供給用の発電所(11.2万kW、林地残材・輸入材を約80%利用)など、6箇所の発電所が稼働している。今後も、製材メーカーの発電所(9,990kW、工場残材や間伐材などを利用)などの整備が計画されている。

また、竹原にある大手電力事業者の発電所では、2020年6月に稼働開始した新1号機でバイオマス燃料の混焼率10%を目指している。

(4)排煙の脱硝・脱硫技術

火力発電で生じる排ガス中の窒素酸化物(NO_x)を、アンモニアと触媒により無害な窒素と水蒸気に分解する「脱硝技術」や、二酸化硫黄(SO₂)を取り除き浄化する「脱硫技術」も、県内企業が技術力の高さと豊富な実績を有する分野である。

県内に拠点を持つ重工メーカーが生産している脱硝装置は、世界に1,400基超を納入しており、高い脱硝率(90%以上)と、長期的な性能維持のための触媒製造、供給が可能であることなどが特徴である。また、脱硫装置も国内外に300基を超える納入実績を持ち、脱硝装置や電気集じん装置などと連動して大気汚染物質を浄化する等、総合環境設備技術拠点として高い評価を得ている。

5. 研究・実証等に関するその他の優位性

(1) 化学・機械・電子等多様な産業の集積

広島県は、中四国地区においては例年「製造品出荷額等」が最多であり(経済産業省各年「工業統計表 産業別統計表」による)、特に製造業においては、自動車などの輸送用機械、鉄鋼、一般機械、電気機械等の産業が県経済の大きなけん引力となっているとともに、優れた製造技術により、他にない製品や技術を持つ「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」と呼ばれる企業が数多く存在する。

また、古くから瀬戸内海や山陽道を通じて「東西文化の結節点」の役割を担い、物流や往来を支えてきた実績を通じて、商工業全般に亘り地方圏有数の産業規模を誇っている。

これらの産業は、一方では生産段階等において大量のCO₂を排出しており、生産活動の継続と成長を目指す上で大きな課題となっている。こうした課題の解決と社会実装に向けて、カーボンリサイクルの実証環境として大きな可能性がある。

(2) 豊富な自然環境

ア グリーンカーボン(陸上植物に固定される炭素)

広島県では、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。

県産材の生産量は増加傾向にあり、今後、県産材が安定的に生産される持続的な林業経営を進めるためには、主伐後の再生林を着実に実施することが重要であり、再生林の樹種としてスギ・ヒノキ等に比べて成長が早く、短期間で伐採・収穫が可能な早生樹が注目されている。植物のCO₂吸収は樹齢が増すと低くなる傾向があり、早生樹は、短期間で高い炭素固定量が期待できる。

庄原市には、早生樹「コウヨウザン」の国内最大の造林地(0.6ha)があり、幹が通直、材質が良好であるといった特徴があり、伐採後の切り株から萌芽で再生するため低コストでの森林経営も期待できる。広島県では、将来のコウヨウザンの利活用に向け、全国に先駆けて苗木生産技術や造林・育林技術の確立、及び材質の評価等に取り組んでいる。

イ ブルーカーボン(海洋生態系に固定される炭素)

瀬戸内海には、広域的に藻場(アマモ場、ガラモ場)、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。

また、国立研究開発法人水産研究・教育機構が廿日市市にある庁舎(旧:水産総合研究センター 瀬戸内海区水産研究所)で、藻場のブルーカーボンに関する研究を実施しており、瀬戸内海のアマモ場による炭素の隔離・貯留の諸過程の解明を進め、数千年にわたり長期的に有機炭素の貯留場所として貢献していることなどを明らかにしている。

藻場の修復にあたっては、県内の電力会社が石炭火力発電所で排出される石炭灰の有効活用として、水質や悪臭を浄化する「Hi ビーズ」等の商品を開発しており、水辺環境の改善やビルの多い都市の緑化、ブルーカーボン生態系(干潟、藻場等)の構成材料としても期待されている。干潟で利用すると表面が海藻類で覆われ、光合成によりCO₂を吸収するなど、広島大学と有用性について共同研究を実施している。

6. 広島県の取組の方向性

これまでの内容を踏まえた、本県のポテンシャルとしては、

- ・電力部門では、再生可能エネルギーと次世代発電技術の普及拡大に向け、県内での関連機器・設備やプラントに関する技術蓄積、発電所や製造業などエネルギー消費産業での低炭素の取組実績、そして産学官による連携体制が大きな強みである。
- ・産業・民生・運輸部門では、これまで製造業やエネルギー産業での長年にわたる低炭素化に向けた取組実績を基に、都市ガス導管や港湾などのインフラを活用しながらCNを進める土台があり、既に大崎クールジェンププロジェクトや、バイオ燃料、コンクリートなど県内でCRに関する実証試験や社会実装の先行的取組が進んでいる。
- ・県内の発電所や製鉄所、大規模製造業での自家発電設備から排出される高濃度のCO₂を分離回収し、それを資源として県内の産業技術で転換した化学品や燃料を、県内で利用することで炭素循環社会を足元から形成できる素地があることも、広島県の強みである。

以上を踏まえ、県が優位性を持つCR分野の技術開発に積極的に取り組むとともに、CR以外のCO₂削減技術についても幅広く支援・育成し、県経済に好循環をもたらすことを目指す。

7. 推進体制の構築

広島県は、「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 A for a carboN Circular Economyの略)という。)」(会長：広島大学カーボンリサイクル実装プロジェクト研究センター長 市川貴之教授)を2021年5月20日に設立し、設立総会ではこの協議会を広島県の目指すべき姿や地域振興策、協議会参加者の取組を進展させるための協議・意見交換の場などとして活用し、産業の活性化を推進することを確認した。この協議会の参加者は、2022年1月末時点で69者に拡大しており、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、スタートアップ企業、業界団体や公的機関など幅広く参加している。

2021年10月に行った、国内のCR技術の研究開発を実施している企業や、関連する支援団体等を対象とするヒアリング調査によると、本県のCR拠点機能として、特に関連する技術や企業動向等の情報収集や、産学官関係者の交流、具体的なニーズ把握等の取組が期待されている。

これを受けてCHANCEでは、

- ・ 公開フォーラム等を通じたCR等の動向に関する情報提供・情報共有
- ・ 会員からの情報・ニーズ発信を契機とする会員間のマッチング
- ・ 協議会参加企業と連携しながら具体的なプロジェクト創出

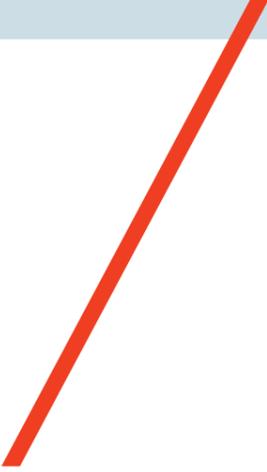
などの取組を始めている。

また、広島県では、世界から「カーボンリサイクル＝広島」との認知を高めるため、2020年から、経済産業省とNEDOが主催する「カーボンリサイクル産学官国際会議」に参加している。湯崎英彦広島県知事が基調講演者として登壇し、広島県がCR技術の研究開発や人材育成に積極的に取組む姿勢や、県内企業の先進的研究事例を世界に向けて発信するとともに、同国際会議の誘致にも取り組んでいる。

表2-4 広島県カーボン・サーキュラー・エコノミー推進協議会の参加者(R4.1.31時点)

| | |
|--------------------------------------|------------------|
| (会員) | |
| i Smart Technologies株式会社 | イーセップ株式会社 |
| 株式会社Eプラス | 岩谷産業株式会社* |
| ウシオ電機株式会社 | 株式会社エックス都市研究所 |
| M行政サービス | 一般財団法人エンジニアリング協会 |
| 一般社団法人カーボンリサイクルファンド | カルビー株式会社 |
| 環境省 中国四国地方環境事務所 広島事務所 | 環境ネットワークいわくに |
| 株式会社QJサイエンス | 株式会社X-Scientia |
| 公立大学法人県立広島大学 小林 謙介* | 株式会社サムライインキュベート |
| 国立研究開発法人産業技術総合研究所* | 株式会社サン・フレア |
| 株式会社島津製作所 | 株式会社商船三井 |
| 住友商事株式会社* | 双日株式会社 |
| ダイキョーニシカワ株式会社 | 大成建設株式会社 |
| 株式会社ダイセル* | 太平電業株式会社 |
| 株式会社 竹中工務店 | 中国経済産業局* |
| 一般社団法人中国経済連合会* | 中国電力株式会社* |
| 株式会社寺田鉄工所 | 電源開発株式会社* |
| 株式会社デンソー | 東友会協同組合 |
| 戸田工業株式会社* | 日東電工株式会社 |
| 公益社団法人日本技術士会中国本部 | 日本コークス工業株式会社 |
| 日本CCS調査株式会社 | 株式会社日本触媒 |
| 日本製紙株式会社 | 株式会社日本パーカーライジング |
| 一般社団法人日本微細藻類技術協会 | 株式会社日立プラントサービス |
| 広島ガス株式会社* | 一般財団法人広島県環境保健協会 |
| 広島県庁* | 公益財団法人ひろしま産業振興機構 |
| 公益財団法人広島市産業振興センター | NPO法人広島循環型社会推進機構 |
| 国立大学法人広島大学 市川 貴之* | 富士機械工業株式会社 |
| 株式会社前川製作所 | マツダ株式会社* |
| マナック株式会社 | 丸紅株式会社 |
| 三井化学株式会社 | 三井住友信託銀行株式会社 |
| 三菱ケミカル株式会社* | 株式会社三菱総合研究所 |
| 三菱電機株式会社 | 三菱重工業株式会社* |
| 三菱重工業パワーインダストリー株式会社 | 株式会社三菱UFJ銀行 |
| 株式会社メタルワン西日本 | 株式会社ユーグレナ* |
| 横河電機株式会社 | ランデス株式会社* |
| 若築建設株式会社中国支店 | |
| (オブザーバー) | |
| 呉市、竹原市、東広島市、大崎上島町、株式会社広島銀行、株式会社もみじ銀行 | |

(注)※は、設立時会員



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CRの先進地としてブランドを確立し、長期的にもCR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CRへの関心・理解を深めること、そしてCRが本県の新たな産業の柱の一つとなることが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。

| | |
|-----|---|
| 方針1 | <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CRの研究強化、「拠点化」を図り、我が国のCR技術をリードする、本県の「ブランド化」を進める。</p> <p>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。 |
| 方針2 | <p>CR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。</p> <p>具体的には、</p> <ul style="list-style-type: none"> ●県内企業のCR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

| | |
|-------|--|
| 2030年 | <ul style="list-style-type: none"> ●CR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CRやCN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 |
| 2050年 | CRに係る事業が県産業の柱の一つとなっており、世界のカーボンニュートラルに貢献している。 |

2.カーボンリサイクル拠点化に向けた今後3年間の具体的な取組

(1)研究開発支援の充実

CRに関連する数多くの研究案件を発掘し、その要素技術開発・基礎研究開発を促進するため、地域独自の研究資金支援制度を創設する。また、NEDOと連携し、大崎研究拠点の基礎研究・実証事業の維持・拡大を支援する。各研究をスケールアップしていくために、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、「ひろしまデジタルイノベーションセンター」のクラウド型スーパーコンピュータによるシミュレーション解析等、公的な研究施設・設備を提供し、研究を支援する。

推進方策例

- 研究案件に対する助成事業
- 研究案件と民間資金等のマッチング企画

(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、CR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。また、こうしたスタートアップ企業にとって魅力的な環境を整備し、国内外からの誘致を図る。

推進方策例

- 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

ア プロジェクトの創出

広島県や瀬戸内エリアに集積する産業技術、大学等の技術シーズ、エネルギーインフラ(発電所、ガス導管、再エネ資源など)など、強みを活かせるテーマを設定し、CR技術の社会実装に向けたプロジェクト創出を目指していく。また、県内企業との共同研究案件に対する支援制度を設け、企業の研究開発を後押しすることで、世界に貢献できるCR技術の発展へと促す。

イ 個別企業の課題対応

生産現場におけるCO₂やCO₂化合物の排出課題とCRビジネスを模索する企業とのマッチングを進めるとともに、横展開による事業化を支援する。

推進方策例

- 新規プロジェクト組成に向けたワーキングの開催
- 県内実証プロジェクトに対する助成事業
- 企業間マッチングを促すための各種交流会の開催
- 県内企業の課題解決につながるマッチングの企画

(4) 研究者の交流機会創出

大崎上島町での研究従事者や広島大学カーボンリサイクル実装プロジェクト研究センター(HiCRiC)を中心に、国内外のCR研究者をネットワーク化し、県内の拠点や研究施設での交流機会を創出する。また、県内で進行中の研究・実証事業を基盤として、CR研究事業の創出・継続・拡大や、拠点をはじめ県内で生活するCR研究者の居住・生活環境や、国内外から県内の拠点に訪れるCR研究者のアクセス等の課題について、県内自治体と連携して取り組むとともに、必要な事項について国に要望していく。

推進方策例

- 研究者による研究発表会の実施
- CRをテーマとした視察又は見学コースの設定
- 大崎上島を中心とした関係機関の連絡会議の開催

(5) ビジネスへの需要拡大支援

CR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、公共調達を利用した販路開拓・拡大支援や、特区制度を利用した規制緩和策を検討するなど、需要拡大やコストダウンにつながる施策を展開する。

また、国が検討しているカーボンプライシングは、その動向を注視しながら、必要な対応を検討する。

推進方策例

- CR製品の公共調達を利用した普及促進
- CR製品の民間企業の導入支援

(6) 大規模な資金投入につながる環境整備

CR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。そのためには、研究案件の支援のみならず、権威ある研究者の招致や有望な研究者の発掘・支援を並行して行う等、有効な施策を検討、実施していく。

(7) 県内研究事例や企業の取組の情報発信

国内外の企業等に向けて、CRに関する県内の取組を広く情報発信するため、国際会議の誘致や、マスメディア等の積極的な活用を図る。また、広島大学をはじめとする研究機関や県内企業等における研究開発や実証等の現状や有用性、今後の展望や課題を県内外に広く示すことで、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。

推進方策例

- カーボンリサイクル産学官国際会議の誘致

3.新産業集積に向けた具体的な取組

(1)各種マッチング機会の拡充

CCE実現に資するCR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、大手企業、外資系企業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。

加えて、より効果的に多くの企業の取組を加速させるマッチング手法の検討を進める。

このほか、県内における実証試験の場を開拓し、プロジェクトの実証フィールドを模索する企業を支援していく。

(2)県内での裾野拡大

取組が進んでいる大手企業だけでなく、中小企業や県民などにCNの重要性、さらにCRビジネスの大きな発展可能性を認識してもらい、意識や行動の変容、機運醸成を促すため、公開フォーラムやセミナーの開催等、周知啓発を図る。

また、県内企業等が今後CNに取り組む上でCRビジネスが有用であると認識するには、自らCO₂をどれだけ排出しているかを把握し、削減目標やコストを確認した上で取組に向き合うことが重要であることから、これに資する「CO₂の見える化」を後押しする。

(3)若手研究者の育成と次世代教育

県内でのCR等研究を発展させるため、大学等での若手研究者の育成を重点化させるとともに、初等・中等教育でのCR等教育機会を設定することで、職場見学や研究者との交流機会を創出し、社会問題に向けた早期からの実践教育を図る。本県には、社会の持続的な平和と発展に向け世界のリーダーとなる人材を育成する「学びの変革」のモデルとなる公立学校、広島叡智学園中学校・高等学校が大崎上島町にあるなど、実社会の課題解決に向き合う学習を積極的に行っており、こうした学校と連携して、次世代に向けた特色ある教育に取り組む。

推進方策例

- 公立高校等と県内大学が連携した出前講座の開催
- 大学や研究機関への社会見学会の開催

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、CR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、世界規模での研究、実証、社会実装、及び市場の形成は分野によって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2024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。