

四国中央市カーボンニュートラル実現に向けたロードマップについて

2023年3月30日

四国中央市カーボンニュートラル協議会

幹事会員：愛媛製紙株式会社
大王製紙株式会社
丸住製紙株式会社

事務局：株式会社日本政策投資銀行

要旨

1. 大王製紙、丸住製紙、および日本政策投資銀行は、愛媛県、四国中央市、伊予銀行、愛媛銀行、愛媛県紙パルプ工業会と連携して脱炭素社会の実現に向けた地域の取組を推進するために、2021年6月に「四国中央市カーボンニュートラル協議会」を設立。同協議会は、大王製紙、丸住製紙、愛媛製紙の3社を幹事会員、日本政策投資銀行を事務局とし、四国中央市の紙・パルプ産業関係者等も参加した経緯があり、後日内村教授・中原教授（両愛媛大学所属）も参画した。
2. 今般、外部講師を招聘して開催した会合および協議会内の各種議論を踏まえ、紙産業の集積地たる四国中央エリアにおけるカーボンニュートラル達成に向けた具体的な方策やロードマップを公表する。
3. 製紙業界においては、製造工程で必要な熱を供給するボイラーの燃料を石炭などの化石燃料から水素・e-methane（e-メタン）・アンモニア等へ転換することが必要であると考えられるものの、現時点では経済性があわず、サプライチェーンも確立されていないことからさらなる技術進展が必要であり、一足飛びにカーボンニュートラル達成が出来ない中、長期的なビジョンを持ちながら、地域の住民を巻きこんだ取組をまずは進めて行く必要がある。
4. 現時点の技術・制度において一足飛びに燃料転換を進めることは難しいものの、産・学・官・金が連携・情報共有し、当事者の意識を向上させながら、現時点で導入可能な技術の実装を地域で推進する。集積地域という特性を活かし新たな取組実施のリスク・コストを分散させトランジションを進めると共に、他地域と連携しながら中長期的な燃料転換・カーボンニュートラル達成を図る。
5. カーボンニュートラル達成に向けては、①2030年に向け、産・学・官・金が連携し既存の技術を実装していくとともに②技術/政策動向を集めながら実証実験や新技術の実装（燃料転換）を行うことが重要である。また、開発余地の少ない四国中央市においては各ステークホルダーが連携し、ヒト・モノ・カネ・リスクをシェアし、面的な取組を進めていくこととなる。
6. 四国中央市カーボンニュートラル協議会は今後も各ステークホルダーの結節点として継続的に活動を続けていき、2050年までのカーボンニュートラル実現に貢献する。

四国中央市カーボンニュートラル協議会について

概要

- 丸住製紙は、2020年3月から日本政策投資銀行とともに同社の経営課題に関する勉強会を開始
- 製紙産業の集積地である愛媛県四国中央市は石炭の使用量が多く、CO2を大量に排出(丸住製紙が石炭ボイラ4基、大王製紙が同3基を稼働)
- 脱石炭が製紙会社各社の経営課題となりつつある中、コスト負担軽減のため、個社レベルではなく、地域全体でエネルギー転換を図る方がはるかに大きいメリットが期待できるため、脱石炭に向けて、丸住製紙と大王製紙2社の協業が出来ないかという問題意識も併せて、略隔月で勉強会を実施
- かかる中、政府による2050年カーボンニュートラル(CN)実現目標等を踏まえ、四国中央エリアの面的な脱炭素化に向けた協議会設立を議論
- 2021年6月21日に協議会設立。プレスリリース・記者会見を実施(同年7月に愛媛製紙が協議会に参画)
- 協議会は、外部講師を招聘して開催した会合および協議会内の各種議論を踏まえ、紙産業の集積地たる四国中央エリアにおけるカーボンニュートラル達成に向けた具体的な方策やロードマップを検討

位置付け	構成メンバー(敬称略)
幹事会員	愛媛製紙(株) 大王製紙(株) 丸住製紙(株)
一般会員	四国中央市に事業所を有するエネルギー需要家等 (公表時点 24社)
オブザーバー	行政：愛媛県、四国中央市 地域金融機関：(株)伊予銀行、(株)愛媛銀行 業界団体：愛媛県紙パルプ工業会 教育機関：内村教授・中原教授(愛媛大学)
事務局	日本政策投資銀行(DBJ)グループ

開催月	議題(講師・報告内容)
2021年7月	DBJ 原田 (GRIT担当)執行役員
2021年10月	大阪ガス様
2021年12月	経済産業省様・環境省様・国土交通省様
2022年2月	川崎重工業様
2022年4月	DBJ 設備投資研究所 竹ヶ原エグゼクティブフェロー
2022年6月	IHI様/JERA様
2022年9月	DBJ中国地域事例/オブザーバー様
2022年12月	大豊産業様/REXEV様/DBJ(進捗共有)

第1章

第1章 カーボンニュートラルの潮流

- 1.1 世界的なカーボンニュートラルに向けた潮流
- 1.2 我が国におけるカーボンニュートラルに向けた潮流

第2章 カーボンニュートラル実現を目指す上で重要な考え方・技術

- 2.1 カーボンニュートラル実現を目指す上で重要な考え方
- 2.2 水素・アンモニア
- 2.3 メタネーション
- 2.4 バリューチェーンの構築
- 2.5 カーボンニュートラル燃料の経済性

第3章 四国中央市および紙・パルプ産業について

- 3.1 四国中央市の地理的特徴・産業の特徴
- 3.2 紙産業について

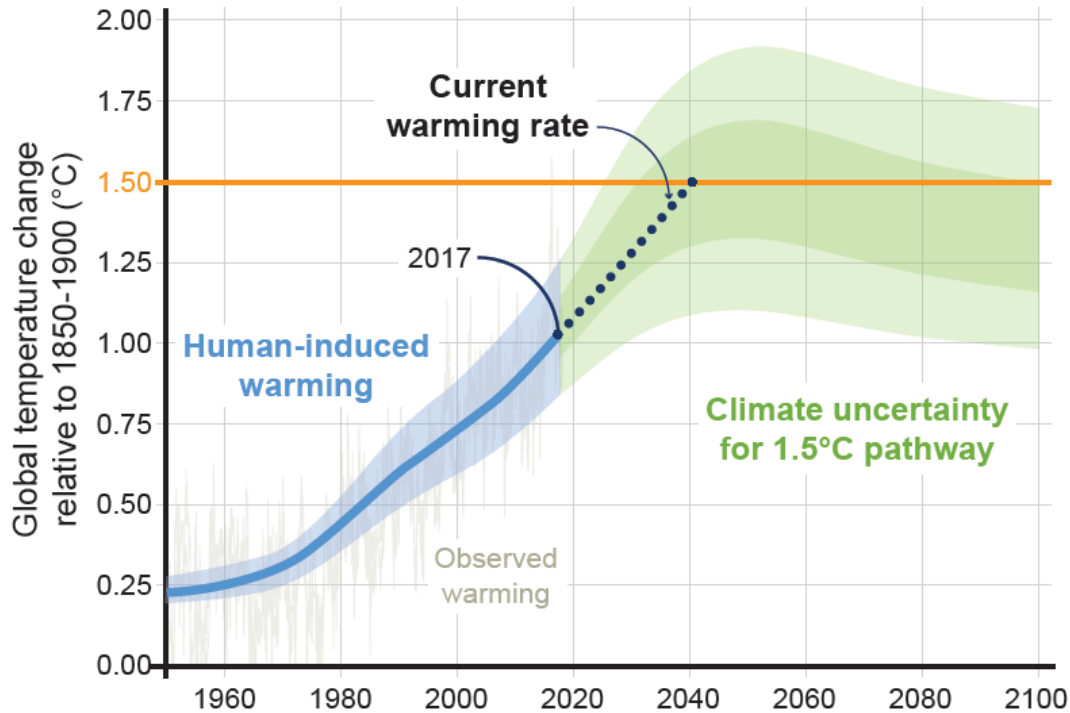
第4章 四国中央市の脱炭素ロードマップ

- 4.1 四国中央市における紙産業の脱炭素化の方向性
- 4.2 地理的特徴を踏まえた燃料転換
- 4.3 四国中央市における脱炭素ロードマップ
- 4.4 脱炭素ロードマップ実現の鍵

第5章 まとめ

IPCC (国連気候変動に関する政府間パネル) による報告

気候変動を防ぐためには温室効果ガス (GHG) 削減が必要という科学的根拠が存在



IPCCが示す気候変動の最新の科学的知見

- 気候システムの温暖化には疑う余地がない
- 温暖化の主な要因は、人間活動の可能性が極めて高い (95%以上)
- 温暖化対策をとらなかった場合、今世紀末の気温上昇は2.6~4.8°Cとなる可能性が高い
- 2°C目標の緩和経路は複数あり、どの経路においても以下を要する
 - ① 2050年までに40~70%削減(2010年比)
 - ② 21世紀までに排出をほぼゼロ

IPCC 1.5°C 特別報告書 (2018/10)

- 現時点で約1度上昇済み、現状のペースだと2030年~52年に1.5°C上昇する可能性が高い
- 1.5°Cを大きく超えないためには、50年前後に排出正味ゼロにする必要
- 各国が提出した2030年削減目標を実現しても、1.5°Cに抑制することはできず、将来の大規模な二酸化炭素除去方策導入が必要となる可能性あり

出典： IPCC “Special Report on Global Warming of 1.5 °C”
 環境省「気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 「1.5°C特別報告書 (*)」の公表 (第48回総会の結果) 」
 第2回四国中央市カーボンニュートラル協議会 (2021年12月22日) 環境省様 ご講演資料
 より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

パリ協定

IPCC1.5°C特別報告書等を踏まえ、世界的な温室効果ガス削減の協定が成立

- パリ協定とは、2015年にパリで開かれた、温室効果ガス削減に関する国際的取り決めを話し合う「国連気候変動枠組条約締約国会議（通称COP）」にて合意された、2020年以降の気候変動問題に関する国際的な枠組み。
- 「京都議定書」の後を継ぎ、国際社会全体で地球温暖化対策を進めていくための礎となる条約で、**先進国のみならず、すべての国・地域が参加する公平な合意。**
- 上記の実現に向けて、少なくとも今世紀後半の脱炭素（カーボンニュートラル）実現を目標としているもの。

パリ協定について

目的

- 世界共通の長期目標として、産業革命前からの気温上昇を2℃より十分下方に保持
- 1.5℃に抑える努力を追求

行動目標

- 今世紀後半に温室効果ガスの人為的な排出と吸収のバランスを達成できるよう、排出ピークをできるだけ早期に迎え、最新の科学に従って急激に削減

行動の枠組み

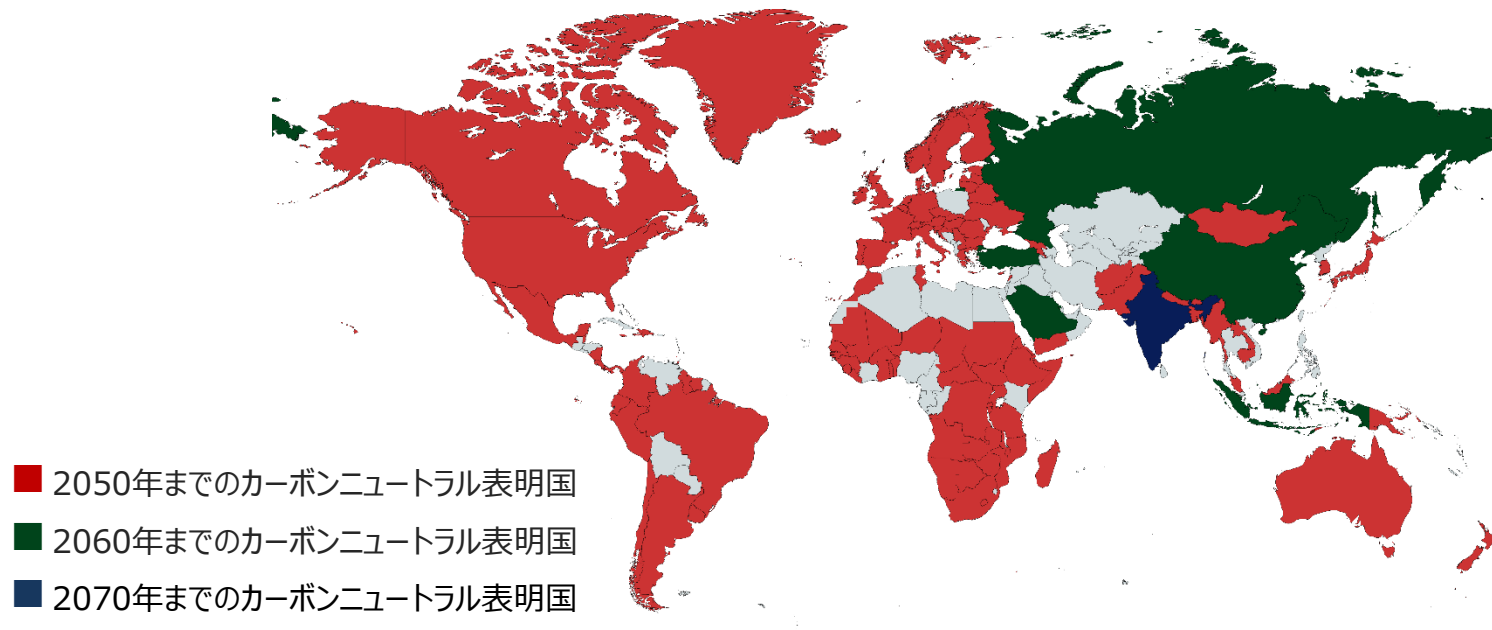
- 主要排出国を含むすべての国が削減目標（NDC）を5年ごとに提出・更新
- すべての国が長期戦略を作成し提出するよう努力すること
- 5年ごとに世界全体の実施状況を確認（グローバル・ストックテイク）

出典：第2回四国中央市カーボンニュートラル協議会(2021年12月22日) 環境省様ご講演資料より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

2050年カーボンニュートラルにコミットしている国・地域

パリ協定などを背景にカーボンニュートラルにコミットする国・地域が登場

- 2050年までのカーボンニュートラル（CN）に向けて取り組む国・地域¹⁾：142
- これらの国における世界全体のCO2排出量に占める割合は41.4%（2018年実績 ※エネルギー起源CO2のみ）
- 加えて、中国（28.4%）、ロシア（4.7%）、インドネシア（1.6%）、サウジアラビア（1.5%）、トルコ（CN達成目標：2053年、1.1%）、バーレーン（0.1%）は2060年まで、インド（6.9%）は2070年までのカーボンニュートラルを表明するなど、カーボンニュートラル目標を設定する動きが拡大。（これらの国を加えた場合の世界全体のCO2排出量に占める割合：85.8%）



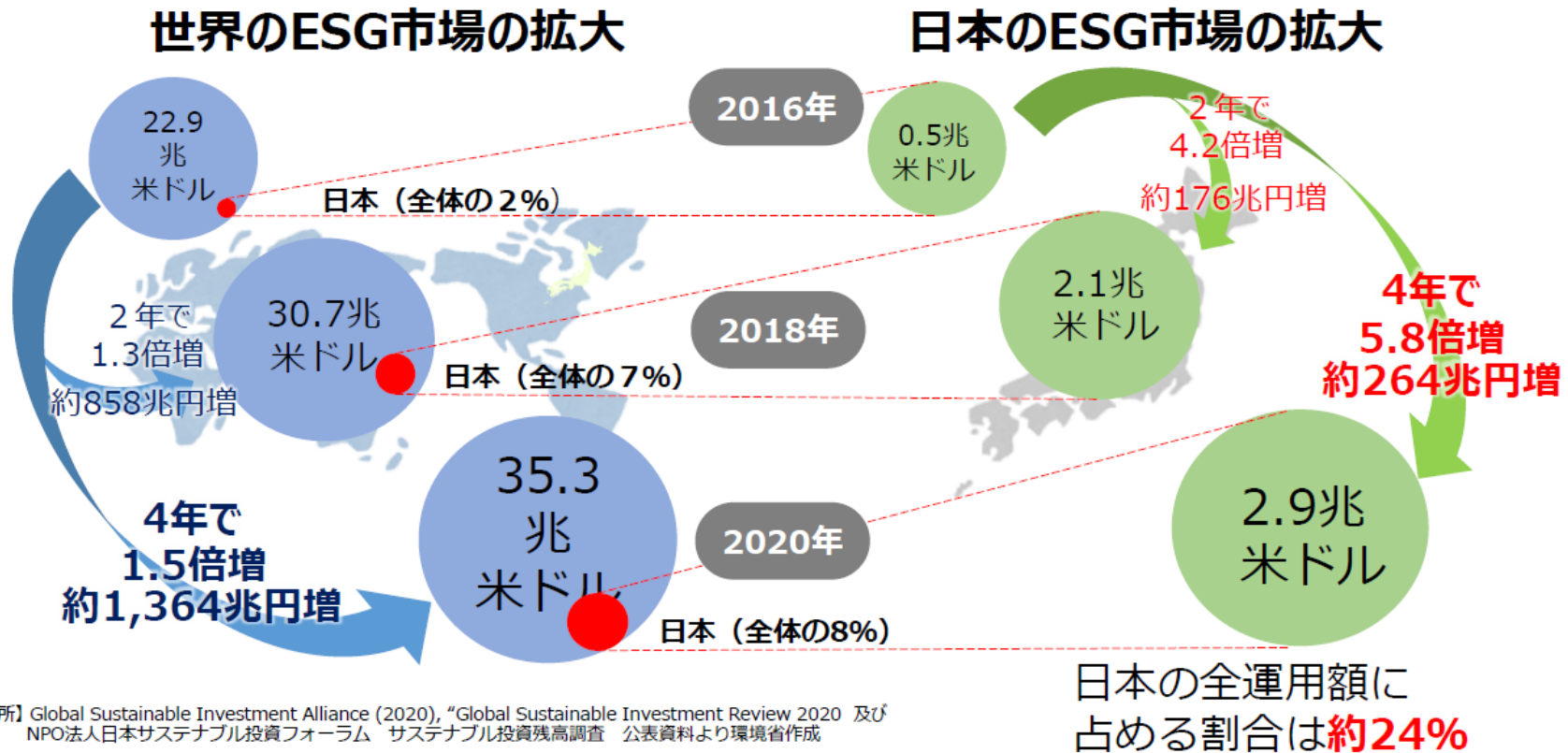
1) ①Climate Ambition Allianceへの参加国、②国連への長期戦略の提出による2050年CN表明国、2021年4月の気候サミットにおける2050年CN表明国等をカウントし、経済産業省作成（2021年11月2日時点）
 ①<https://climateaction.unfccc.int/views/cooperative-initiative-details.html?id=95>
 ②<https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>

出典：第2回四国中央市カーボンニュートラル協議会（2021年12月22日）経済産業省様ご講演資料より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

ESG投資の世界的な潮流

政策面のみならず、金融面でもカーボンニュートラルに向けた潮流が生まれている状況

- ESG金融とは、環境(Environment)、社会(Social)、企業統治(Governance)という非財務情報を考慮して行う投融資のこと。
- 過去4年で国内のESG投資は5.8倍(日本の全運用額の約24%)、2020年には世界全体の約8%となっている。



出典：第2回四国中央市カーボンニュートラル協議会(2021年12月22日) 環境省様 ご講演資料

菅 前総理大臣 所信表明演説（2020年10月26日）

日本でも他の国・地域と同様に2050年までにカーボンニュートラルを目指すことを表明

- 日本では、これまでカーボンニュートラル実現のタイミングを今世紀後半のできるだけ早期としてきたが、2020年10月26日、菅 前内閣総理大臣が所信表明演説において、2050年までにカーボンニュートラルを目指すことを表明。
- 2021年4月22日、菅 前内閣総理大臣は、気候変動サミットにおいて、2030年に向けた温室効果ガスの削減目標について、2013年度に比べて46%削減することを目指すことを表明。

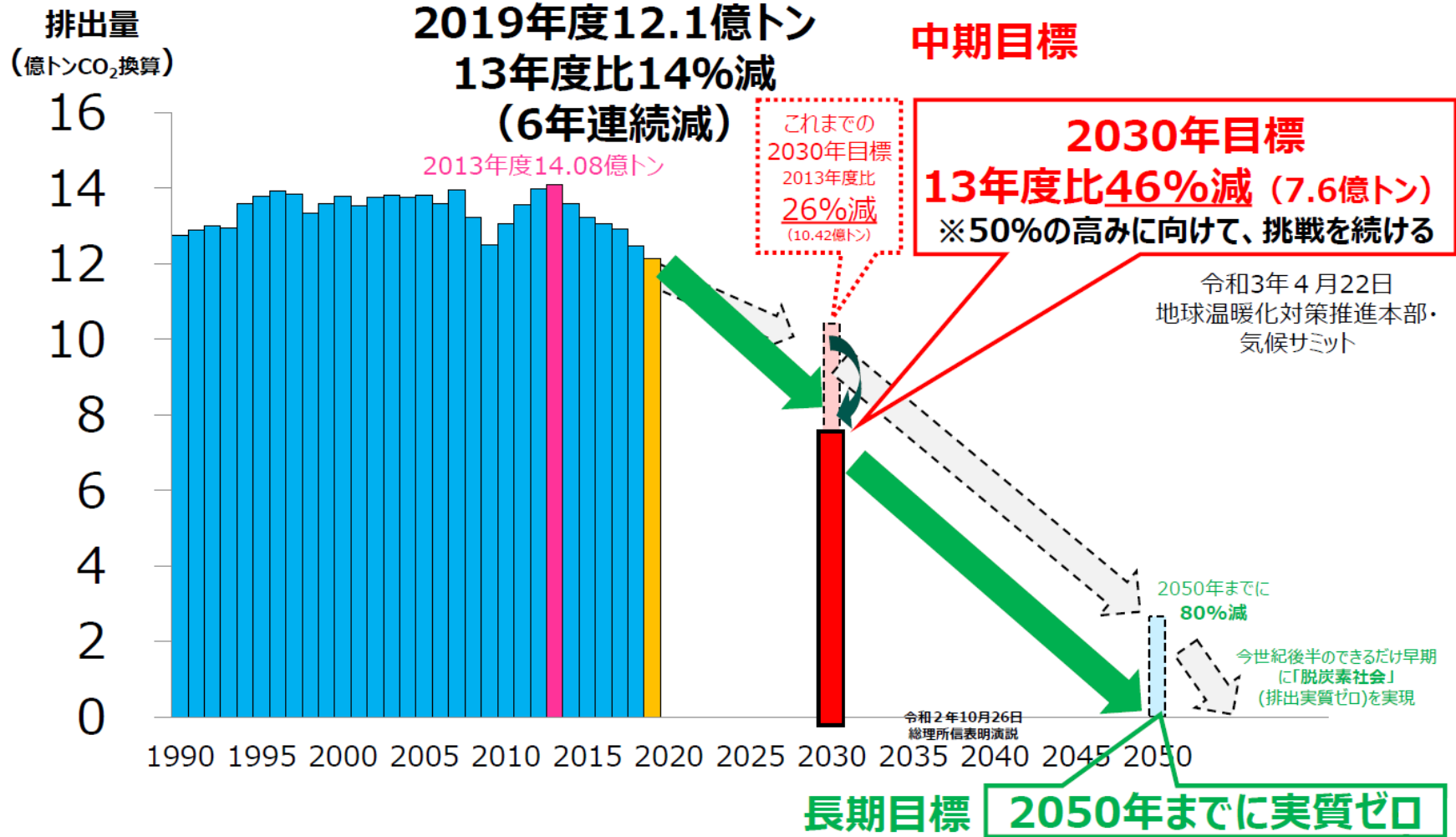
菅 前内閣総理大臣 所信表明演説（一部抜粋）

- 菅政権では、成長戦略の柱に経済と環境の好循環を掲げて、グリーン社会の実現に最大限注力してまいります。
- 我が国は、二〇五〇年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち二〇五〇年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言いたします。
- もはや、温暖化への対応は経済成長の制約ではありません。積極的に温暖化対策を行うことが、産業構造や経済社会の変革をもたらし、大きな成長につながるという発想の転換が必要です。

出典：首相官邸ホームページ

2050年脱炭素社会への削減シナリオ

2030年に2013年度比で46%削減という目標が掲げられた



出典：第2回四国中央市カーボンニュートラル協議会(2021年12月22日) 環境省様 ご講演資料

カーボンニュートラルに向けた主な会議体

2050年に向けて、各省庁の会議体でカーボンニュートラルに向けた議論がなされている

事務局	会議体名	概要・活動内容等
内閣官房	国・地方脱炭素実現会議	2021年6月地域脱炭素ロードマップ公表。脱炭素先行地域を募集中
	GX実行会議	2022年12月にGX実現に向けた基本方針（案）を公表
経産省・内閣府等	グリーンイノベーション戦略推進会議	グリーン成長戦略・グリーンイノベーション基金の遂行フォローアップ
経産省・環境省・金融庁	TCFDコンソーシアム	TCFD提言に基づく気候関連リスクの情報開示推進
	トランジション・ファイナンス環境整備検討会	トランジション・ファイナンスの基本指針策定
経産省	経済産業分野におけるトランジション・ファイナンス推進のためのロードマップ策定検討会	トランジション戦略に係る分野別ロードマップの策定(鉄鋼、化学、電力、ガス、石油、セメント、紙・パルプ、自動車)
	グリーンエネルギー戦略検討会合	産業構造審議会GX推進小委員会／総合資源エネルギー調査会2050年CNを見据えた次世代エネルギー需給構造検討小委員会の合同会合
	カーボンニュートラルコンビナート研究会	コンビナートにおける脱炭素化の進め方につき検討
環境省	カーボンプライシング小委員会	中央環境審議会に設置。国内におけるカーボンプライシング導入検討
国交省	カーボンニュートラルポート形成に向けた検討会	水素・アンモニア等受入および港湾機能の脱炭素化に係る検討
金融庁	サステナブルファイナンス有識者会議	金融機関・金融資本市場を通じた脱炭素化に貢献する投資の促進

出典：各省庁・各会議体HPより四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

カーボンニュートラルに向けた主な会議体(地方)

2050年に向けて、各地でも様々な会議体でCNに向けた議論がなされている

エリア	会議体名	主な参加者（◎幹事、●事務局、△オブザーバー）
四国	四国中央市カーボンニュートラル協議会	◎大王製紙、◎丸住製紙、◎愛媛製紙、●DBJグループ、 △愛媛県、△四国中央市、△伊予銀行、△愛媛銀行、△愛媛県紙パ ルプ工業会、△内村教授・中原教授（愛媛大学）ほか（一般会員）
	四国におけるCNP形成に向けた勉強会	●四国地方整備局、東亜合成、四国電力、四国ガス、三菱ケミカル、 川崎重工、住友化学、住友金属、住友重機、新居浜LNG、丸住製紙、 オーシャントランス、南海フェリー、大王海運、愛媛県、四国中央市、坂出 市、今治市、新居浜港務局、DBJ ほか
中国	中国地域カーボンニュートラル推進協議会	●中国経済連合会、中国経済連合会会員企業
	// 協議会カーボンニュートラル電力推進部会	●マツダ、宇部興産、中国電力、中国経済連合会 ほか
	山口県コンビナート連携会議	●山口県、三井化学、ダイセル、出光興産、トクヤマ、東ソー、宇部興産、 △中国電力、△マツダ、△山口銀行、△西京銀行、△DBJ ほか
	徳山下松港カーボンニュートラルポート検討会	●中国地方整備局、●山口県、周南市、出光興産、トクヤマ、東ソー、 岩谷産業、中国経済連合会、△DBJ ほか
九州	北九州市グリーン成長戦略アドバイザーレポート	●北九州市、九電みらいエナジー、西部ガス、トヨタ自動車九州、 日本製鉄、三菱マテリアル、三菱ケミカル、DBJ ほか
	北九州港カーボンニュートラルポート(CNP)協議会	●九州地方整備局、●北九州市、IHI、伊藤忠商事、岩谷産業、川崎 重工、ENEOS、九州電力、西部ガス、商船三井、大陽日酸、日本製鉄、 日本コークス工業、ブリヂストン、三菱ケミカル、J-POWER、DBJほか















出典：各省庁・各会議体・各社HPより四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

グリーン成長戦略 (2021年6月18日策定)

2050年に向けて成長が期待される14の重点分野を選定し、今後の方向性を提示

2050年に向けて成長が期待される、14の重点分野を選定。

・高い目標を掲げ、技術のフェーズに応じて、実行計画を着実に実施し、国際競争力を強化。・2050年の経済効果は約290兆円、雇用効果は約1,800万人と試算。

 洋上風力・太陽光・地熱 ・2040年、3,000~4,500万kWの案件形成【洋上風力】 ・2030年、次世代型で14円/kWhを視野【太陽光】 1	 水素・燃料アンモニア ・2050年、2,000万吨程度の導入【水素】 ・東南アジアの5,000億円市場【燃料アンモニア】 2	 次世代熱エネルギー ・2050年、既存インフラに合成メタンを90%注入 3	 原子力 ・2030年、高温ガス炉のカーボンフリー水素製造技術を確立 4	 自動車・蓄電池 ・2035年、乗用車の新車販売で電動車100% 5	 半導体・情報通信 ・2040年、半導体・情報通信産業のカーボンニュートラル化 6	 船舶 ・2028年よりも前倒しでゼロエミッション船の商業運航実現 7
 物流・人・土木インフラ ・2050年、カーボンニュートラルポートによる港湾や、建設施工等における脱炭素化を実現 8	 食料・農林水産業 ・2050年、農林水産業における化石燃料起源のCO ₂ ゼロエミッション化を実現 9	 航空機 ・2030年以降、電池などのコア技術を、段階的に技術搭載 10	 カーボンサイクル・マテリアル ・2050年、人工光合成プラを既製品並み【CR】 ・ゼロカーボンスチールを実現【マテリアル】 11	 住宅・建築物・次世代電力マネジメント ・2030年、新築住宅・建築物の平均でZEH・ZEB【住宅・建築物】 12	 資源循環関連 ・2030年、バイオマスプラスチックを約200万トン導入 13	 ライフスタイル関連 ・2050年、カーボンニュートラル、かつレジリエントで快適な暮らし 14

政策を総動員し、イノベーションに向けた、企業の前向きな挑戦を全力で後押し。

1 予算 ・グリーンイノベーション基金（2兆円の基金） ・経営者のコミットを求める仕掛け ・特に重要なプロジェクトに対する重点的投資	2 税制 ・カーボンニュートラル投資促進税制（最大10%の税額控除・50%の特別償却）	3 金融 ・多排出産業向け分野別ロードマップ ・TCFD等に基づく開示の質と量の充実 ・グリーン国際金融センターの実現	4 規制改革・標準化 ・新技術に対応する規制改革 ・市場形成を見据えた標準化 ・成長に資するカーボンプライシング
5 国際連携 ・日米・日EUとの技術協力 ・アジア・エネルギー・トランジション・イニシアティブ ・東京ビヨンド・ゼロ・ウィーク	6 大学における取組の推進等 ・大学等における人材育成 ・カーボンニュートラルに関する分析手法や統計	7 2025年日本国際博覧会 ・革新的イノベーション技術の実証の場（未来社会の実験場）	8 若手ワーキンググループ ・2050年時点での現役世代からの提言

出典：第2回四国中央市カーボンニュートラル協議会(2021年12月22日) 経済産業省様 ご講演資料

クリーンエネルギー戦略 (2022年5月19日中間整理)

産業部門につき、エネルギー需給構造の転換を通じた適切なトランジションの姿を提示

エネルギーを起点とした産業のGX

- 日本経済を次なる成長につなげる産業をどのように創出し、GXに向けて産業構造を転換していくか（→現状のビジネス環境、カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響、海外プレイヤーの動向の3つの視点から、GX時代のビジネス環境を分析し、議論を進めることが必要）
- 再エネ、水素、アンモニア、原子力、蓄電池、CCUS/カーボンリサイクル等の成長分野において、企業の大胆な投資を後押しするためのビジネス環境整備
- ネガティブエミッション技術等の将来期待される新技術について、どのように技術を磨き、ビジネスとして育成していくかの検討

GX時代の需要サイドのエネルギー構造転換

- 鉄・化学・セメント・紙等の基礎産業（製造業）は足もとで雇用・付加価値・技術力の維持・創出、あらゆる製品の部素材としての必要性といった面で日本経済の根幹を支えている
- これらの産業は、多くの場合、製造プロセスで化石燃料・原料を用いており、現実的かつ段階的にエネルギー転換をどのように進めていくべきか。その際、製造プロセスの転換に伴うコスト増やそれが産業競争力や国民生活に与える影響をどのように考えるか
- 家庭、業務、運輸部門における現実的かつ段階的なエネルギー転換をどのように進めるべきか

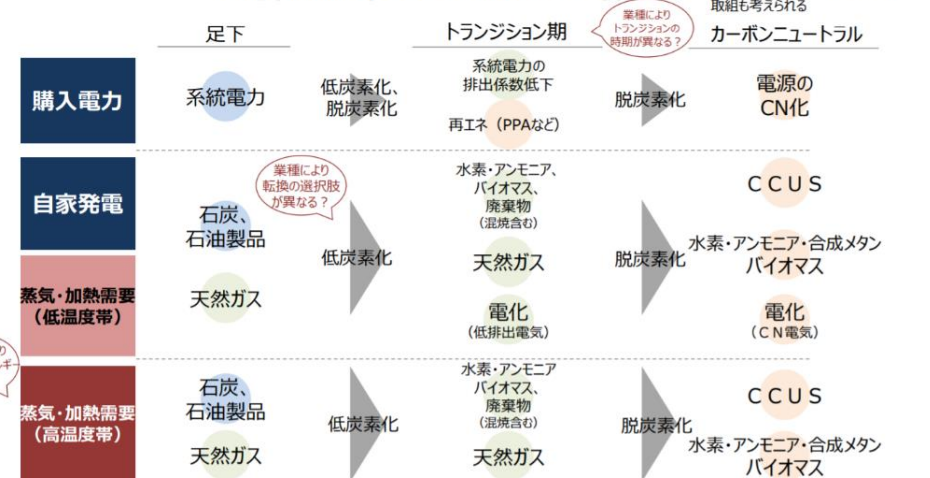
GX時代に必要な社会システム、インフラ

- 水素・アンモニア等新たな価値を生み出すエネルギーの市場投入、再エネの最大限導入などエネルギー転換等の社会システム・インフラをいかに整備すべきか

GXの分析例

	現状のビジネス環境	産業や社会に与える影響	海外プレイヤー動向
水素	<ul style="list-style-type: none"> ● CNのキーテクノロジー ● 世界の供給量は約9千万トン/年だが、ほぼグレー水素 	<ul style="list-style-type: none"> ● 世界で2050年に5億トン/年の利用を見込む ● グリーン水素製造が難しい国は輸入することを想定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 海上輸送技術や水素発電分野では日本企業が先行 ● 欧州等は水電解装置の技術開発・実証に注力
アンモニア	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存製造設備の余剰生産能力は少ない ● グレーアンモニアのみ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 石炭火力混焼（20%）の場合、50万トン/基・年必要に 	<ul style="list-style-type: none"> ● 船舶燃料としての関心高まりにより各国が生産拡大に乗り出す可能性大
洋上風力	<ul style="list-style-type: none"> ● 再エネ主力電源化の切り札 ● 近年、中国市場が急成長 ● 日本では2019年に再エネ海域利用法が施行 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2040年には120兆円の投資が見込まれる ● 今後アジア市場の急拡大が見込まれる 	<ul style="list-style-type: none"> ● 欧州では着床式洋上風力産業の育成が先行 ● 欧州企業はアジア拠点設置を進めている

製造業におけるトランジションのイメージ（案）

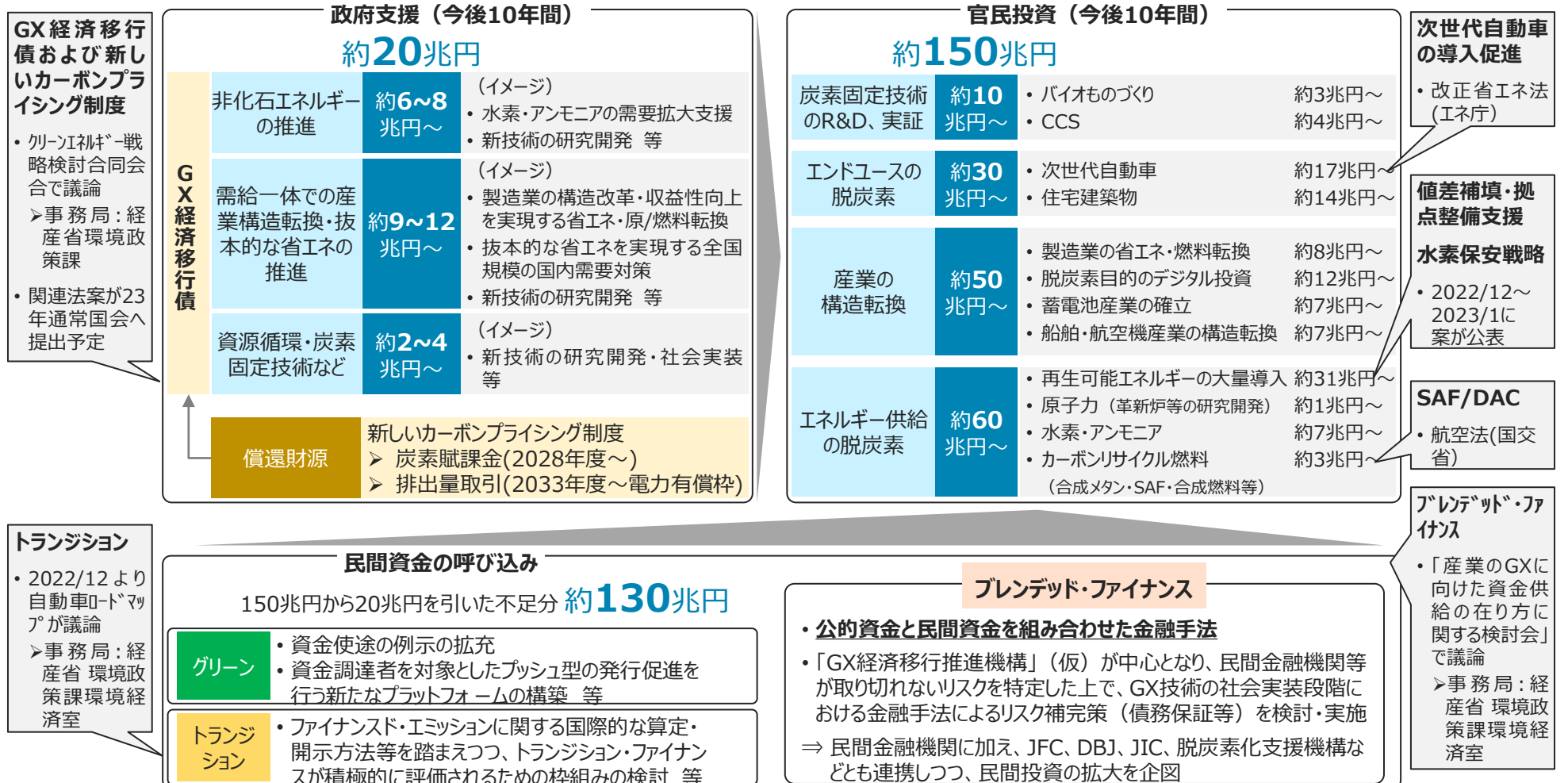


出典：経済産業省『クリーンエネルギー戦略 中間整理』（2022年5月19日）より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

GX基本方針

2030年150兆円のGX投資実現に向け、公的金融と民間金融の連携による投資拡大を企図

GX基本方針概要（2030年150兆円投資に向けた全体像）



出典：内閣官房資料

地球温暖化対策計画の改定 (2021年10月22日閣議決定)

成長戦略の策定のみならず、温対法も改定

※ 地球温暖化対策推進法に基づく政府の総合計画

排出量・吸収量 (単位：億t-CO ₂)		2013排出実績	2030排出量	削減率	従来目標
		14.08	7.60	▲46%	▲26%
エネルギー起源CO ₂		12.35	6.77	▲45%	▲25%
部門別	産業	4.63	2.89	▲38%	▲7%
	業務その他	2.38	1.16	▲51%	▲40%
	家庭	2.08	0.70	▲66%	▲39%
	運輸	2.24	1.46	▲35%	▲27%
	エネルギー転換	1.06	0.56	▲47%	▲27%
非エネCO ₂ 、メタン、N ₂ O		1.34	1.15	▲14%	▲8%
HFC等4ガス（フロン類）		0.39	0.22	▲44%	▲25%
吸収源		-	▲0.48	-	(▲0.37億トン)
二国間クレジット制度（JCM）		官民連携で2030年度までの累積で1億t-CO ₂ 程度の国際的な排出削減・吸収量を目指す。我が国として獲得したクレジットを我が国のNDC達成のために適切にカウントする。			-

出典：第2回四国中央市カーボンニュートラル協議会(2021年12月22日) 環境省様ご講演資料

第6次エネルギー基本計画 (2021年10月22日閣議決定)

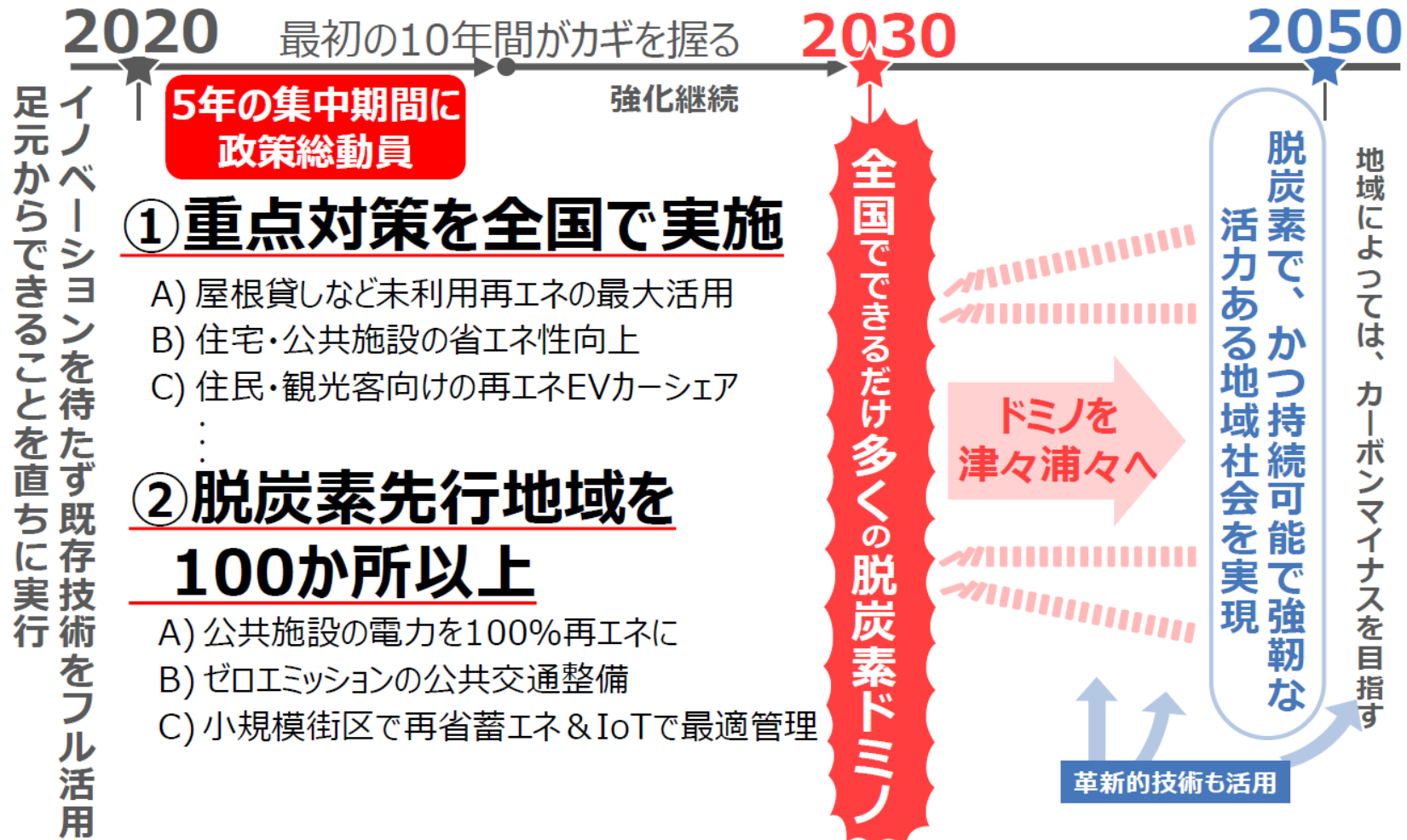
温対法のみならずエネ基も改訂され、2030年度エネルギーミックスは野心的な見通しとなった

		(2019年度 ⇒ 旧ミックス)	2030年度ミックス (野心的な見通し)	
省エネ		(1,655万kl ⇒ 5,030万kl)	6,200万kl	
最終エネルギー消費 (省エネ前)		(35,000万kl ⇒ 37,700万kl)	35,000万kl	
電源構成 発電電力量: 10,650億kWh ⇒ 約9,340 億kWh程度	再エネ	(18% ⇒ 22~24%)	36~38%* ※現在取り組んでいる再生可能エネルギーの研究開発の 成果の活用・実装が進んだ場合には、38%以上の高み を目指す。	
	水素・アンモニア	(0% ⇒ 0%)	太陽光 6.7% ⇒ 7.0%	1% (再エネの内訳)
	原子力	(6% ⇒ 20~22%)	風力 0.7% ⇒ 1.7%	20~22% 太陽光 14~16%
	LNG	(37% ⇒ 27%)	地熱 0.3% ⇒ 1.0~1.1%	20% 風力 5%
	石炭	(32% ⇒ 26%)	水力 7.8% ⇒ 8.8~9.2%	19% 地熱 1%
	石油等	(7% ⇒ 3%)	バイオマス 2.6% ⇒ 3.7~4.6%	2% 水力 11%
(+ 非エネルギー起源ガス・吸収源)				
温室効果ガス削減割合		(14% ⇒ 26%)	46% 更に50%の高みを目指す	

出典：資源エネルギー庁「第6次エネルギー基本計画の概要」

地域脱炭素ロードマップ

国と地方の協働・共創によるカーボンニュートラル達成に向け、政府は「地域脱炭素ロードマップ」を決定



出典：第2回四国中央市カーボンニュートラル協議会(2021年12月22日) 環境省様 ご講演資料

(2022年12月末時点で46の市町村が脱炭素先行地域に採択)

ゼロカーボンシティを表明する自治体の登場

我が国におけるカーボンニュートラルの潮流を受けて、自治体の中でもゼロカーボンシティを表明するところが登場

- 2022年12月末現在で823自治体（45都道府県、476市、20特別区、239町、43村）がゼロカーボンシティ宣言を表明（総人口で約1億2,436万人）。

ゼロカーボンシティ表明都道府県 (2022年12月31日時点)



四国地域におけるゼロカーボンシティ表明 自治体 (2022年12月31日時点)

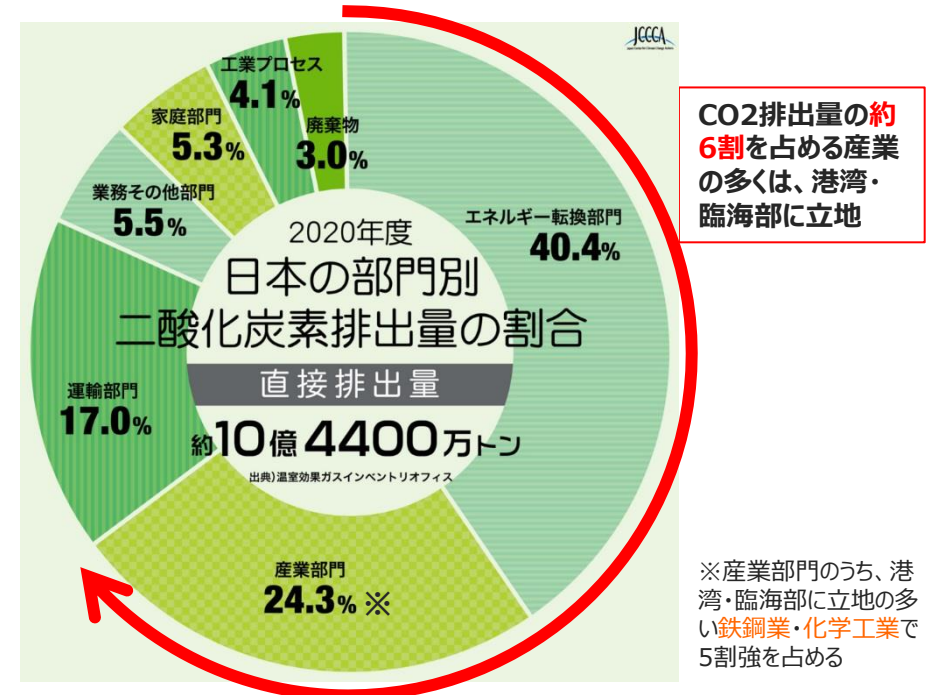
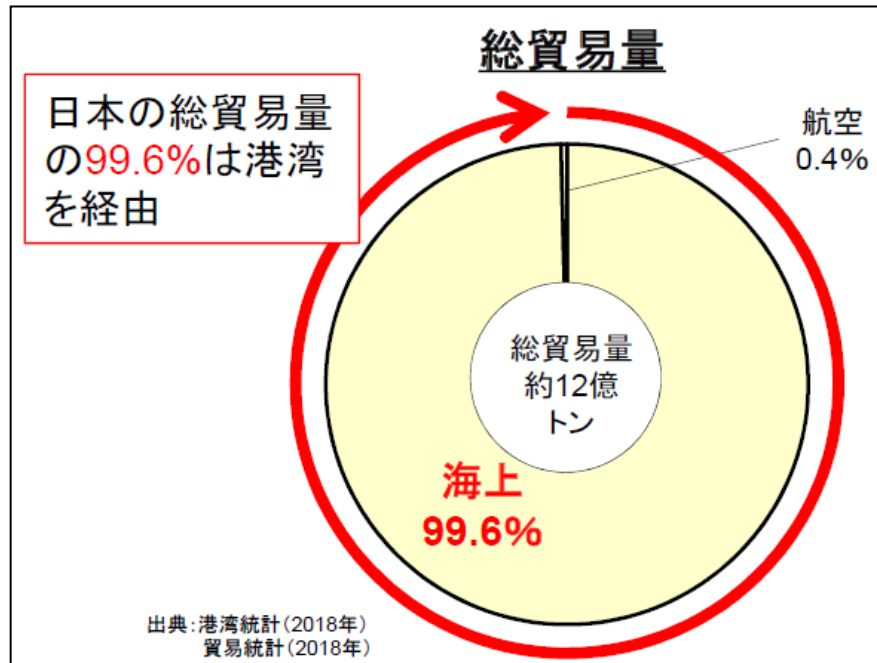
香川県	善通寺市	高松市	東かがわ市	丸亀市	坂出市
	観音寺市	三木町	多度津市	宇多津町	
徳島県	阿南市	北島町	三好市		
高知県	四万十市	宿毛市	南国市	高知市	黒潮町
	本山町	日高村	梶原町	いの町	香美市
	土佐清水市	三原村			
愛媛県	松山市	伊予市	新居浜市	八幡浜市	

出典：環境省資料より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

カーボンニュートラルポート(CNP)の形成

脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化等が必要

- 港湾は日本の輸出入の99.6%を取り扱う物流拠点であり、かつ日本のCO2排出量の約6割を占める産業の多くが立地する産業拠点である。
- 水素・燃料アンモニア等の大量かつ安定・安価な輸入や貯蔵・配送等を図るとともに、脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化や臨海部産業の集積等が必要。
- 上記の取組を通じて、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする「カーボンニュートラルポート（CNP）」を形成し、2050年までの港湾におけるカーボンニュートラル実現を目指す。



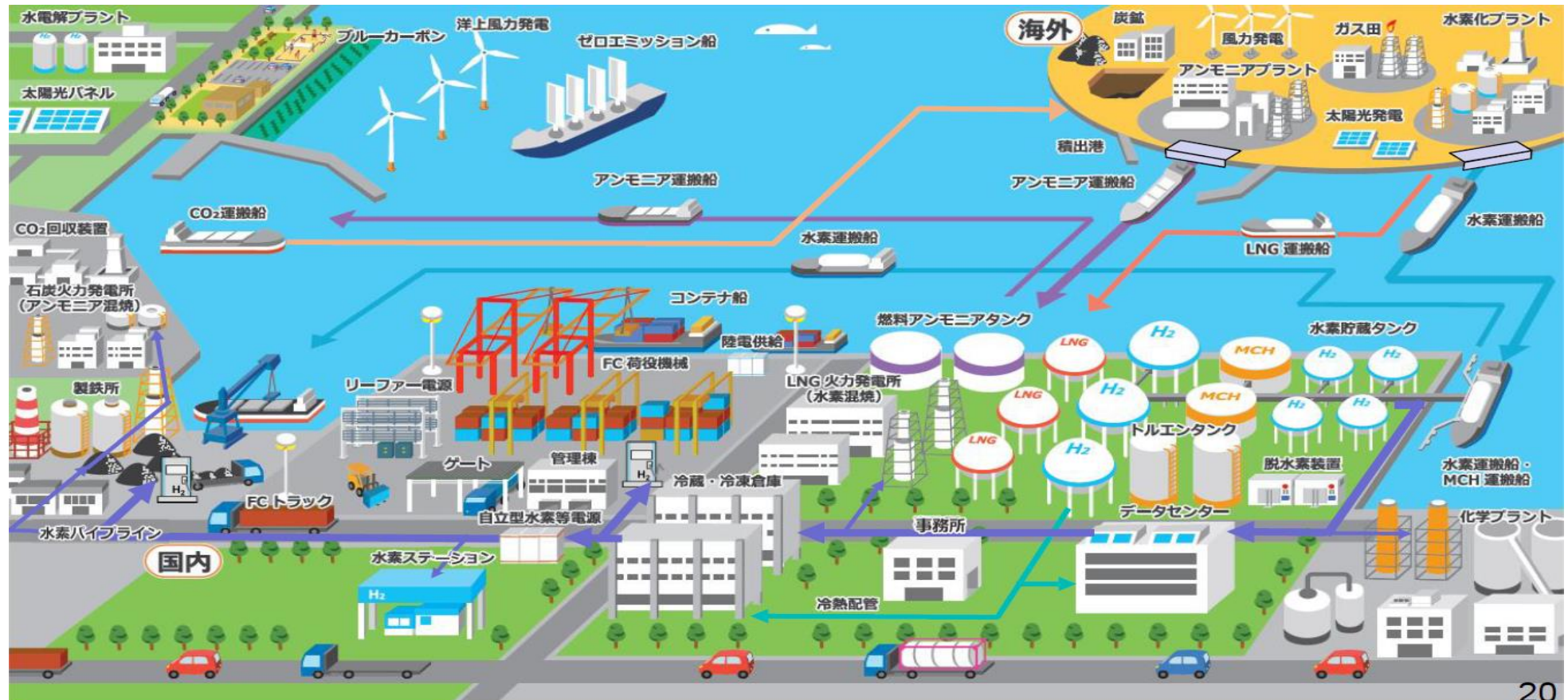
出典：令和3年6月8日 国土交通省港湾局 カーボンニュートラルポート（CNP）の形成に向けた検討会（第1回）資料

出典：全国地球温暖化防止活動推進センターHP資料より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

カーボンニュートラルポート(CNP)の形成

カーボンニュートラルポート形成イメージ

- 水素・燃料アンモニア等の大量・安定・安価な輸入や貯蔵等を可能とする受入環境の整備や脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化等を通じ、カーボンニュートラルポートの形成を推進する。



出典：令和3年6月8日 国土交通省港湾局 カーボンニュートラルポート（CNP）の形成に向けた検討会（第1回）資料

CNPによる水素・燃料アンモニア等のサプライチェーン構築

CNPは水素・アンモニア等のサプライチェーン構築の鍵

- 今後の水素や燃料アンモニアの需要に対応して大量・安定・安価な輸入や貯蔵を可能とするため、港湾における水素等の受入環境を整備。
- 国全体で最適な水素等サプライチェーンを構築するため、輸入拠点港湾の整備を促進。

サプライチェーンのイメージ(液化水素の例)



(出典)資源エネルギー庁資料(R3.8「水素政策の最近の動向等について」(第2回「CNPの形成に向けた検討会」資料)等から国土交通省様ご講演資料作成)

グリーンイノベーション基金事業(液化水素サプライチェーンの大規模実証)

日本水素エネルギー(川崎重工業の完全出資会社)、ENEOS、岩谷産業は、液化水素商用サプライチェーン構築のための商用化実証事業を実施(水素供給量:数万トン/年・チェーン※、事業期間:2021年度~29年度、事業規模:別途川崎重工業が実施する革新的液化技術開発とあわせ、約3,000億円)

※商用化に向けて既存事業の規模から大型化
 液化水素運搬船(水素タンク容量/隻):1,250 m^3 →16万 m^3
 受入基地(水素タンク容量/基):2,500 m^3 →5万 m^3

出典：第2回四国中央市カーボンニュートラル協議会(2021年12月22日)国土交通省様ご講演資料

2050年ネットゼロを宣言する企業の登場

政府・自治体(官)のみならず、様々な企業(民)がカーボンニュートラルに向けた取組を進めている

カーボンニュートラル宣言を行った主な企業

業種	主な企業（敬称略）
製造業（化学・製薬）	武田薬品工業、小野薬品工業、栗田工業、積水化学工業、中外製薬、デンカ、富士フィルム、三井化学、ライオン、花王
製造業（自動車）	アイシン精機、いすゞ自動車、イビデン、ケーヒン、トヨタ自動車、豊田自動織機、トヨタ紡織、日産自動車、ホンダ
製造業（電子）	コニカミノルタ、日立製作所、オムロン、シャープ、ソニー、ダイキン工業、NEC、パナソニック、富士通、マクセル、リコー、富士フィルム、ニコン、コニカミノルタ
製造業（その他）	大王製紙、古河電気工業、住友電気工業、TOTO、LIXIL、凸版印刷、大日本印刷
食料品	アサヒ、キリン、サッポロ、サントリー、味の素
エネルギー	JERA、東京ガス、ENEOS、四国電力、大阪ガス 他
運輸	JR東日本、東急、日本航空、ヤマトHD
建設・不動産	大成建設、東急不動産
商社・小売	住友商事、三井物産、イオン、J・フロントリテイリング、ファミリーマート、ローソン、セブン&アイ

出典：各社ウェブサイト・経済産業省「ゼロエミ・チャレンジ企業リスト」等より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成（2022年12月末時点）

カーボンニュートラル実現に向けた政策支援(事業者向け)

素材産業を含む事業者向けに様々なカーボンニュートラル支援メニューが存在

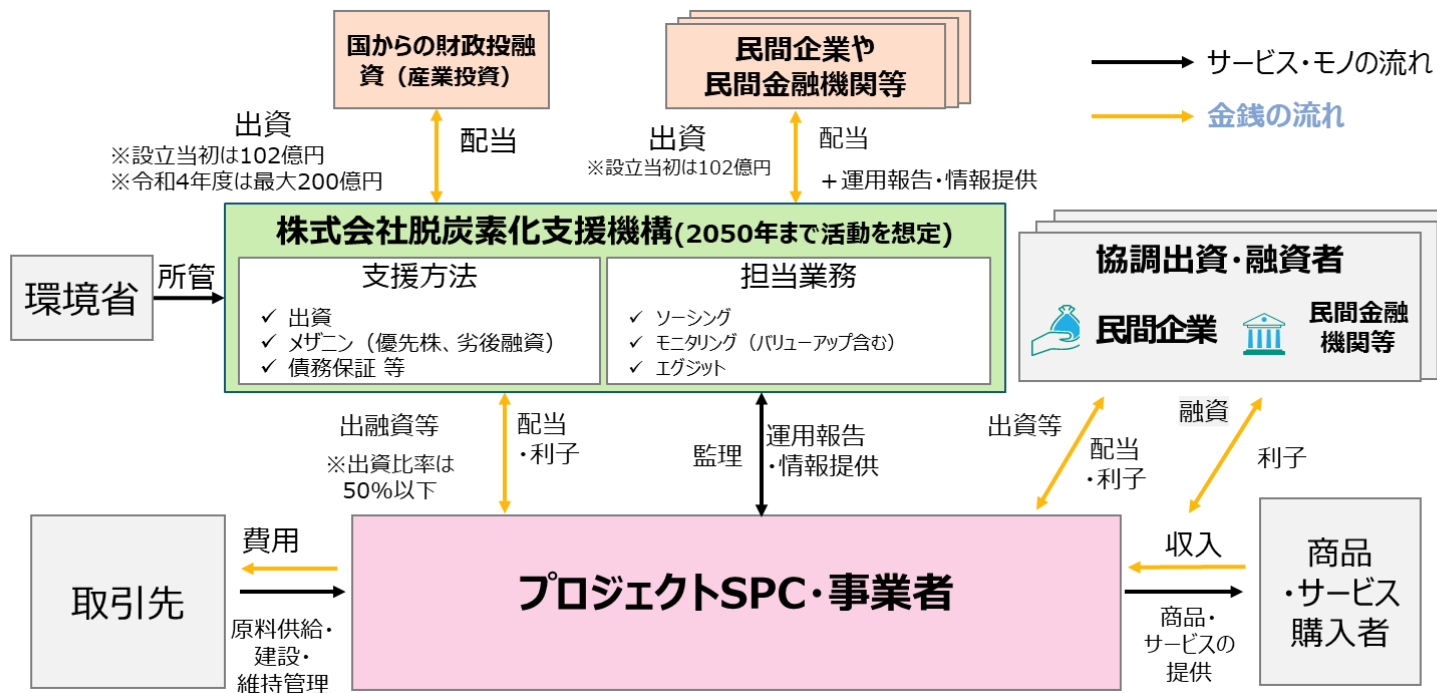
省庁	実装	実証	事業名(令和4補正・令和5当初。令和4補正のみ注記) / 事業の内容	予算規模
環境省	●	○	地域脱炭素移行・再エネ推進交付金、特定地域脱炭素移行加速化交付金 / 「脱炭素先行地域」向け予算(令和4補正含む)	400億円
	●		工場・事業場における先導的な脱炭素化取組推進事業 / 設備更新補助(令和4補正含む)	37億円
		●	脱炭素社会構築に向けた再エネ等由来水素活用推進事業 / 地域水素SC構築実証	66億円
		●	CCUS早期社会実装のための環境調和の確保及び脱炭素・循環型社会モデル構築事業 / CCUS一貫実証	75億円
		●	脱炭素型循環経済システム構築促進事業 / 資源活用の技術実証	47億円
経産省	●		省エネルギー設備への更新を促進するための補助金 / 省エネ設備導入補助(令和4補正)	500億円
	●		先進的省エネルギー投資促進支援事業費補助金 / 省エネ設備導入補助	261億円
		●	脱炭素社会実現に向けた省エネルギー技術の研究開発・社会実装促進プログラム / 省エネ技術開発支援	65億円
	●		需要家主導型太陽光発電及び再生可能エネルギー電源併設型蓄電池導入支援事業費補助金 / 発電設備等導入補助(令和4補正)	255億円
	●		需要家主導による太陽光発電導入促進補助金 / 発電設備等導入補助	105億円
		●	先進的CCS支援事業	35億円
		●	CCUS研究開発・実証関連事業	80億円
		●	カーボンリサイクル・次世代火力発電の技術開発事業 / 燃料多様化(バイオマス、アンモニア等)のための調査・研究	176億円
		●	産業活動等の抜本的な脱炭素化に向けた水素社会モデル構築実証事業 / 水素SC構築支援	60億円

出典：各省庁HPより四国中央市カーボンニュートラル協議会作成(2022年12月末時点)

【参考】脱炭素に向けた官民連携

脱炭素実現に向け、資金供給等支援を行う官民ファンド（脱炭素支援機構）が設立

- 脱炭素化支援機構は、国の財政投融資からの出資と民間からの出資（設立時は計**204億円**）を原資としてファンド事業を行う株式会社です。
- 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、脱炭素に資する多様な事業への投融資（リスクマネー供給）を行い、**脱炭素に必要な資金の流れを太く、速くし、経済社会の発展や地方創生への貢献、知見の集積や人材育成など、新たな価値の創造に貢献**します。



出典：株式会社脱炭素化支援機構（JICN）会社案内資料より

【参考】製紙業界における補助金の採択事例

「基礎素材産業の低炭素化投資促進に向けた設計・実証事業」への採択

- 「石炭火力発電の燃料転換支援」として、令和3年度に**61.0億円の補正予算**が組まれた。
- パルプ・紙・紙加工業からは、2企業が採択されている。

補助事業概要および事例紹介

補助事業概要

事業実施可能性調査支援事業

- エネルギー多排出産業である基礎素材産業各社が実施する**石炭等火力自家発電所の燃料転換に向けた事業実施可能性調査**(実証・設計含む)に係る費用の一部を補助するもの

<燃料転換等に向けたFS調査>

- ① 燃料の転換、廃プラ等の利活用による影響、効果等の検証・実証
- ② 低炭素設備の導入による効果の検証・実証
- ③ 燃料転換等の後のランニングコスト等の試算
- ④ 燃料転換等に向けた設備の詳細設計

等

王子製紙株式会社

- 苫小牧工場：6号ボイラ燃料転換実証事業

【詳細】

- 時期：2022年後半～：試験
- 内容：補助燃料の石炭を**木質のブラックペレット**へ転換
- 検証：①既存設備の改良の要不要、②コスト増の程度、等

【参考】

- ① 6号ボイラ（循環流動層ボイラ）
 - 稼働開始：2004年
 - 燃料(現在)：7割＝RPF・廃タイヤ、3割＝石炭
- ② ブラックペレットの利点
 - 従来の木質燃料に比して発熱量が高い
 - 水分量が少なく、取り扱いや、輸送・貯蔵性に優れる

レンゴー株式会社

- 金津工場：石炭火力発電設備における燃料転換実証事業

出典：各社HP、新聞記事より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

第1章まとめ

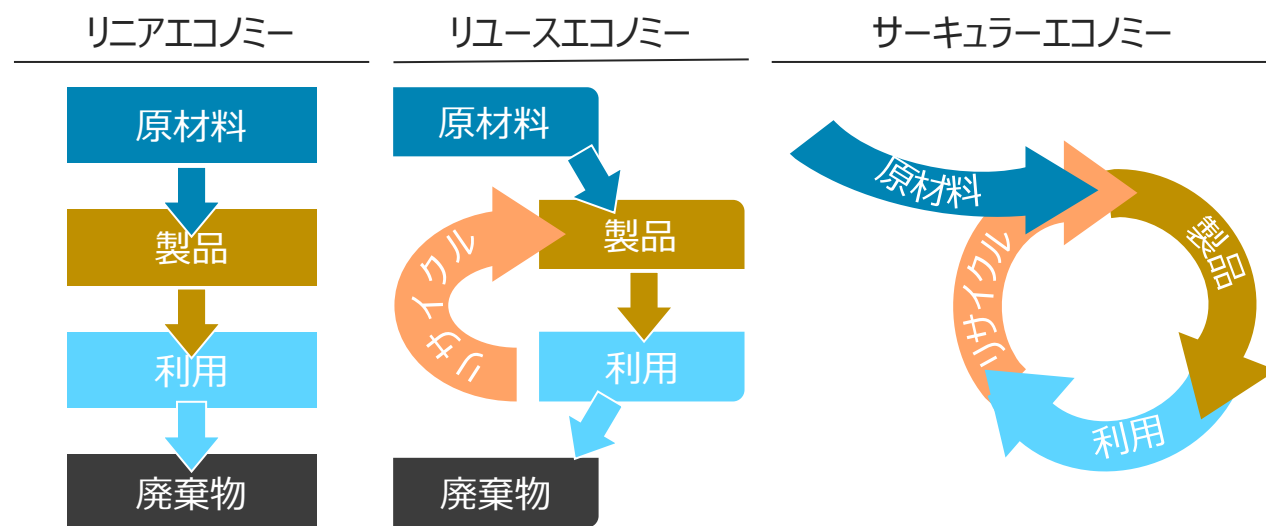
1. IPCC (国連気候変動に関する政府間パネル) による報告において、地球温暖化を防ぐためにはGHG削減が必要という科学的根拠が示されたこと等を契機として、世界的な温室効果ガス削減の協定 (パリ協定) が成立し、少なくとも今世紀後半の脱炭素 (カーボンニュートラル) 実現が目標に設定された。
2. 同協定をうけ世界各国において、目標年度を定めカーボンニュートラルにコミットする国・地域が登場しているとともに、達成に向けては、政策面のみならず、金融面でもカーボンニュートラルに向けた潮流が生まれている。
3. 日本においては、これまでカーボンニュートラル実現のタイミングを今世紀後半のできるだけ早期としてきたが、菅前内閣総理大臣が所信表明演説 (2020年10月26日) において、世界の他の国・地域と同様に2050年までにカーボンニュートラルを目指すことを表明している。
4. 2030年に2013年度比で46%削減、2050年で排出を実質的にゼロにするという目標が掲げられたこともあり、各省庁、地域における会議体でカーボンニュートラルに向けた議論がなされている。同時に地域脱炭素ロードマップが政府により公表されたこともあり、自治体の中でもゼロカーボンシティを表明するところが登場しており、日本全国の自治体でも取組に向けた議論が進んでいる。
5. 他方、日本におけるCO2排出量のうち約6割を占める産業の多くは、港湾・臨海部に立地していることから、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする「カーボンニュートラルポート (CNP)」を形成し、2050年までの港湾におけるカーボンニュートラル実現を目指す取組も進んでいる。
6. カーボンニュートラル実現に向けた水素・燃料アンモニア等のサプライチェーン構築に向けては、政府・自治体(官)のみならず、様々な企業(民)がカーボンニュートラルに向けた取組を進めているところであり、素材産業を含む事業者向けに様々な政策支援も行われている。

コラム | サーキュラーエコノミー（循環経済）

一方通行型の経済社会活動から、「循環経済」への移行を目指すことが世界の潮流となっている

- サーキュラーエコノミー（循環経済）とは、資源・製品の価値の最大化、資源消費の最小化、廃棄物の発生抑止等を目指す経済活動であり、これまでの経済活動においては廃棄されていた原材料等を「資源」として扱うという特徴が存在。
- 循環経済は自然資本の観点でも提言がなされており、例えば、IWA（国際水協会、International Water Association）は水資源の循環に関するフレームワークを提唱。

リニアエコノミー・リユースエコノミー・サーキュラーエコノミーの違い



水資源の循環(IWA提唱)



出典：オランダ政府“A Circular Economy in the Netherlands by 2050”、令和3年版 環境白書、IWA “Water Utility Pathways in a Circular Economy”
より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

コラム | リカレント・リスキリング

事業環境の変化を踏まえ、仕事で求められる能力を磨き続けていくための学び直しが求められている

- リカレントとリスキリングは、学校教育から離れた社会人が学び直すことを意味しており、一般的にはリカレント教育は就労と教育を交互に繰り返すこと（教育時は休職・離職等により職を離れる）を意味し、リスキリングは職を離れないものとされている。
- 昨今はカーボンニュートラルの潮流を受けて、新たな脱炭素にかかる新たな知識の習得の重要性が高まっており、グリーン成長戦略においても、リカレント教育の加速等を通じた人材育成に関する言及がなされているところ。
- 海外においても、イギリス政府(Gov.UK)と英国石油・天然ガス業界団体(OGUK)が2021年3月に締結したNorth Sea Transition Dealにおいて、2030年までに6,000万トンのGHG削減と同時に、英国大陸棚(UKCS)における石油・ガスの脱炭素化、CCUSおよび水素セクターにおいて、最大4万人の雇用につなげることを目標に掲げており、Energy Skills Allianceの支援を受けた人材育成計画を公表している状況。

グリーン成長戦略の記述 抜粋 <大学等における人材育成>

- 2050年を見据え、大学における人材育成や研究開発のための環境整備を速やかに行う。特に、大学等において、カーボンニュートラルに資する学位プログラムの設定や、**地方国立大学の限定的・特例的な定員増を活用した先進的な取組の創出、リカレント教育の加速等を通じて、社会のニーズに機動的に対応した人材育成を進める。**同時に、初等中等教育段階においても、STEAM教育をはじめとして地球環境問題等に関する教育の充実を図る
- 大学等コアリションの取組等を通じ、地域における大学等の「知の拠点」としての機能を強化するとともに、**地域の中堅・中小企業が必要とする人材を確保するため、大学と企業のネットワークの形成や、カーボンニュートラルの人材育成に資する大学等におけるインターンシップの取組の横展開を進める**

North Sea Transition Deal

5. People & Skills

Sector action to support the energy transition

Energy Skills Alliance

The sector will support the work of the Energy Skills Alliance and work programmes to ensure industry is prepared to meet the future demand for skills in oil and gas, and other related energy industries. The work will address:

- Mapping of future energy skills demand
- Development of all-energy training & standards
- Implementation of all-energy apprenticeships
- Development of the 'My Energy Future' programme

Integrated People and Skills Plan

The sector will create an integrated people and skills plan, with measurable objectives, to support its transition and diversification. Aligned with other established energy sector deals and the Energy Skills Alliance, as detailed above, and with strong commitment and support from the government, academia, trade unions and other relevant stakeholders, the plan will assess the industry's future skills, training and standards requirements, and how industry will support and enable the transition of the workforce. This action will be led by CPTI, in collaboration with other skills providers, and in a way that supports commitments to skills diversification made in other sector deals. The plan will be presented to the Government by March 2022.

Transferability of Skills

The sector will seek to ensure that the workforce's skills and competencies are mutually recognised across energy sectors enabling easier job transferability. The sector will promote the uptake of relevant existing initiatives and expand these as appropriate. The sector will complete an assessment of where this is needed which will be presented as part of the People & Skills Plan. The sector will seek to link up with initiatives on workforce transition and skills being undertaken through other Sector Deals (such as the Offshore Wind Sector Deal), where this will add value.

Industry support for The Centre for Doctoral Training (CDT) in Geoscience and its role in the low carbon energy transition and challenge to meet net-zero emissions targets (GeologyZero: GNZ)

The sector will provide continued support and previously committed matched funding for the UK Centre for Doctoral Training (CDT) in GeologyZero (GNZ), helping create the next generation of academic expertise in the energy transition.

石油・ガス、その関連するエネルギーセクターの将来的なスキルの需要に応じた人材育成等について言及

出典：グリーン成長戦略、イギリス政府(Department for Business, Energy & Industrial Strategy)及びOGUK "North Sea Transition Deal"
より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

第2章

第1章 カーボンニュートラルの潮流

- 1.1 世界的なカーボンニュートラルに向けた潮流
- 1.2 我が国におけるカーボンニュートラルに向けた潮流

第2章 カーボンニュートラル実現を目指す上で重要な考え方・技術

- 2.1 カーボンニュートラル実現を目指す上で重要な考え方
- 2.2 水素・アンモニア
- 2.3 メタネーション
- 2.4 バリューチェーンの構築
- 2.5 カーボンニュートラル燃料の経済性

第3章 四国中央市および紙・パルプ産業について

- 3.1 四国中央市の地理的特徴・産業の特徴
- 3.2 紙産業について

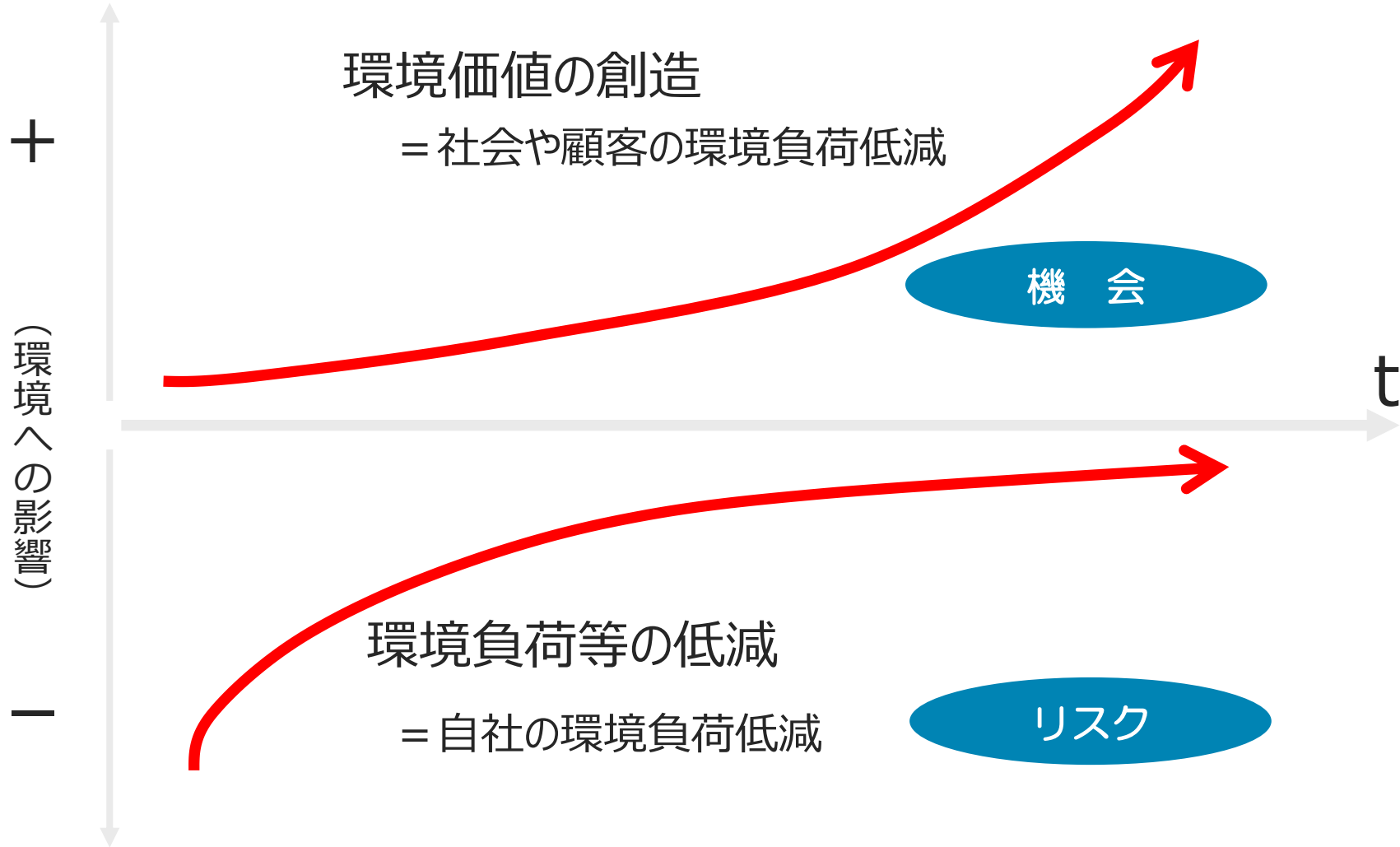
第4章 四国中央市の脱炭素ロードマップ

- 4.1 四国中央市における紙産業の脱炭素化の方向性
- 4.2 地理的特徴を踏まえた燃料転換
- 4.3 四国中央市における脱炭素ロードマップ
- 4.4 脱炭素ロードマップ実現の鍵

第5章 まとめ

カーボンニュートラルへの取組を通じたビジネス機会の創出

脱炭素に向けた取組には、機会の獲得とリスクの低減という2つの側面がある



出典：第3回四国中央市カーボンニュートラル協議会 (2022年4月13日) DBJ設備投資研究所 竹ヶ原エグゼクティブフェロー 講演資料

CO2排出に伴うリスク

カーボンニュートラルの潮流がある中、CO2を排出することはもはや経営上の新たなリスク

「リスク」の視点

- 規制強化への備え（カーボンプライシングによるコスト増等）
- サプライチェーン管理強化に伴うリスクへの備え
- 人材確保／事業承継への備え（ミレニウム世代の嗜好）



- 省エネ（エネルギーコスト削減）の徹底とその見える化
 - ✓ EMS（中小企業版）を活用したPDCA
 - ✓ 省エネコンサルを活用したポテンシャルの見出し
 - ✓ コスト削減効果と並んで、CO2削減効果の「見える化」 etc.
- 日々のオペレーションに隠れている「意図せざる環境経営」の把握（「サチらない」効果の把握と見せ方の工夫）
 - ✓ 適正な生産管理（SCM、在庫管理等）
 - ✓ 働き方改革に対応した営業業務・管理業務の効率化
 - ✓ 物流事故の減少 etc.

出典：第3回四国中央市カーボンニュートラル協議会（2022年4月13日）DBJ設備投資研究所 竹ヶ原エグゼクティブフェロー 講演資料

カーボンニュートラルへの取組を通じたビジネス機会の創出

むしろ、脱炭素に向けた取組を進めることは新たなビジネス機会を創出するもの

「機会」の視点

- 脱炭素社会転換に向けた膨大な投資がどこに向かうかの把握。それを自社の仕事にするには？
- サプライチェーン管理が強化されるなかで、「選ばれる」企業になるには？
- 脱炭素のプロセスを身近な問題として理解する
- 地域脱炭素ロードマップと自社事業との関連の把握
- 脱炭素ドミノに向けた5年間の集中期間に出来ることは？
- プラットフォームへの参画

 **「地域ESG金融」による事業性評価に接続！**

出典：第3回四国中央市カーボンニュートラル協議会(2022年4月13日) DBJ設備投資研究所 竹ヶ原エグゼクティブフェロー 講演資料

カーボンニュートラルへの取組を通じたビジネス機会の創出

むしろ、脱炭素に向けた取組を進めることは新たなビジネス機会を創出するもの

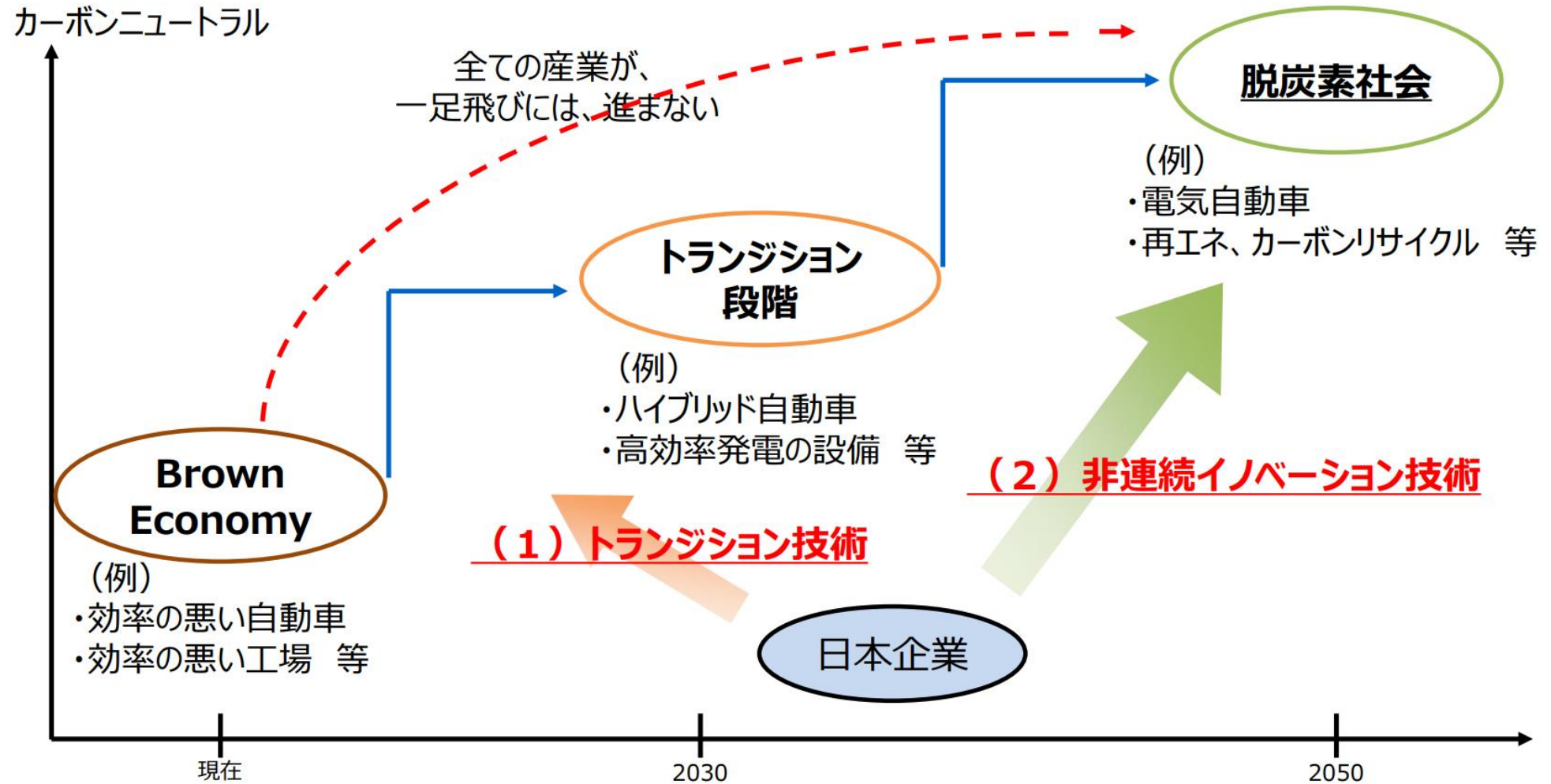
1. 製造業での事例

	課題	チャンス	環境経営方針
外部	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ製品の開発 販売競争激化 製品、サービスの顧客離れ 多品種少量発注など、顧客要求の変化への対応 原材料費、燃料費の上昇 製品のエネルギー効率が低い 顧客ニーズの多様化への対応 	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ製品の市場投入 新市場の開拓 顧客要求に応えることによる信頼性向上 独自製品の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 省資源、省エネの推進 環境配慮製品の開発 顧客との環境コミュニケーション推進 顧客満足度の向上
内部	<ul style="list-style-type: none"> 電気の大量使用 設備老朽化 人材不足 歩留まりが低い 不良品が多い 省エネのノウハウが不足 	<ul style="list-style-type: none"> 省エネによる競争力向上(コスト削減) 工程変更による不良率削減、歩留まりの向上 不良率削減 社員の意識向上 意欲的な若手社員がいる 	環境経営目標・活動計画 <ul style="list-style-type: none"> 電気使用量削減●% 製品歩留まり●% 廃棄物の削減●% 環境配慮製品の開発 工程の見直し、変更

出典：第3回四国中央市カーボンニュートラル協議会(2022年4月13日) DBJ設備投資研究所 竹ヶ原エグゼクティブフェロー 講演資料、
環境省「エコアクション2.1ガイドライン2017年版」より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

移行過程（トランジション）

一足飛びにカーボンニュートラルを実現することは困難であり、トランジションについても考慮することが重要



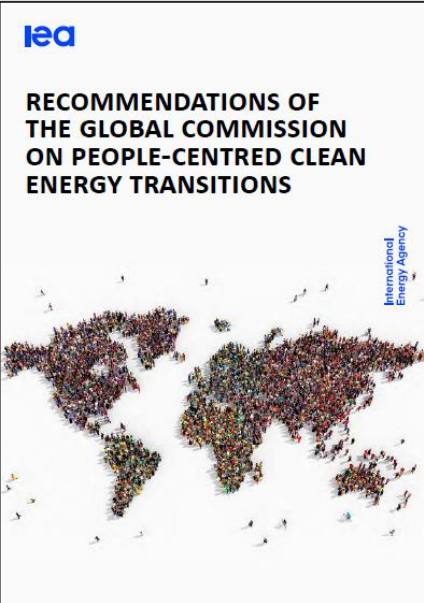
出典：経済産業省「クライメート・イノベーション・ファイナンス戦略2020」

JUST TRANSITION（公正な移行）

労働者を中心に、誰一人取り残さない公正な移行という考えに注目が集まっている

- フランスの黄色いベスト運動などを踏まえ、社会・経済的な弱者の立場を無視した移行（トランジション）は、気候変動対応を進める上で逆効果になるという認識が広まっており、公正な移行を意味するJust Transitionという考えに注目が集まっている。
- 欧州復興開発銀行(EBRD)は、Just Transitionについて「グリーン経済への移行によって得られる実質的な利益を広く共有すると同時に、国、地域、産業、コミュニティ、労働者、消費者など、経済的に損失を被る人々を支援すること」と定義。
- また、直近ではIEA(国際エネルギー機関)も労働者に着目したトランジションのレポートを発表。
- こうした中、地域におけるトランジションは産業のみならず、そこに住まう「人」のことも考えた取組が求められるであろう。

IEAレポート「人を中心としたクリーンエネルギーへの移行に関する提言」

 <p>iea RECOMMENDATIONS OF THE GLOBAL COMMISSION ON PEOPLE-CENTRED CLEAN ENERGY TRANSITIONS International Energy Agency</p>	<p>Just Transition に関して</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➢ クリーンエネルギーへの移行は、人々の生活を大きく向上させ、失われる仕事よりも多くの仕事を生み出す ➢ ただし、新しい仕事と同じ場所で、同じ労働者やスキルセットに適したものであるとは限らず、同じ品質や報酬であるとは限らない ➢ 政府がクリーンエネルギーへのトランジションを戦略的に設計し、既存の強み、インフラ、スキルセットに合わせ、イノベーションを促進し、新しい分野での機会を見極めることで、雇用の混乱を最小限に抑え、地域全体で質の高い新規雇用の機会を最大化することが可能
	<p>事例</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➢ デンマーク政府は、2050年までに北海での石油・ガス生産を段階的に廃止するという決定の一環として、炭素回収・利用・貯蔵（CCUS）や電化プロジェクトを通じて、石油・ガス労働者の既存スキルセットの地元雇用を確保するための援助パッケージを計画 ➢ カナダは、石油・ガス分野での既存の強みを活かして水素分野を発展させ、今後30年間で最大35万人の質の高いグリーンな雇用を創出することを計画

出典：IEA “RECOMMENDATIONS OF THE GLOBAL COMMISSION ON PEOPLE-CENTRED CLEAN ENERGY TRANSITIONS”

カーボンニュートラル実現を目指す上で鍵となる技術

それでは、カーボンニュートラル・トランジションを進めるためには何が重要なのだろうか

- 四国中央市カーボンニュートラル協議会では、四国中央における、最適な脱炭素に向けた方策の候補を検討。
- 四国中央の地域特性を踏まえるに、バイオマス、水素の活用（直接利用及び水素キャリアでもあるメタン、アンモニア）が有力な候補と考えながら検討してきた経緯。

四国中央市カーボンニュートラル協議会設立（2021年6月21日）時点における検討内容※

評価要素（※1）	カーボンニュートラルに向けた方策						
	バイオマス	水素の活用			太陽光	風力	植林
		水素 （直接利用） H ₂	メタン （水素キャリア） CH ₄	アンモニア （水素キャリア） NH ₃			
①供給能力	×	△	△	△	×	×	—
②熱源としての安定性	○	○	○	○	×	×	—
③既存設備との相性	○	△	△	△	×	×	—
④燃料の入手可能性（※2）	△	△	△	△	△	△	—
⑤経済性（※3）	△	△	△	△	△	△	△
⑥用地・インフラ（※4）	○	○	○	○	×	×	△
⑦面的な展開可能性	×	△	△	△	×	×	×

（補足）四国中央の地域特性

i. 製紙産業の集積地である

- ・エネルギーの大量かつ安定的な供給が必要 → 評価要素①、②に対応
- ・インフラの入替が比較的容易かつコストを抑制可能 → 評価要素⑤に対応

ii. 受入インフラ機能を果たしうる港を有している → 評価要素⑥、⑦に対応

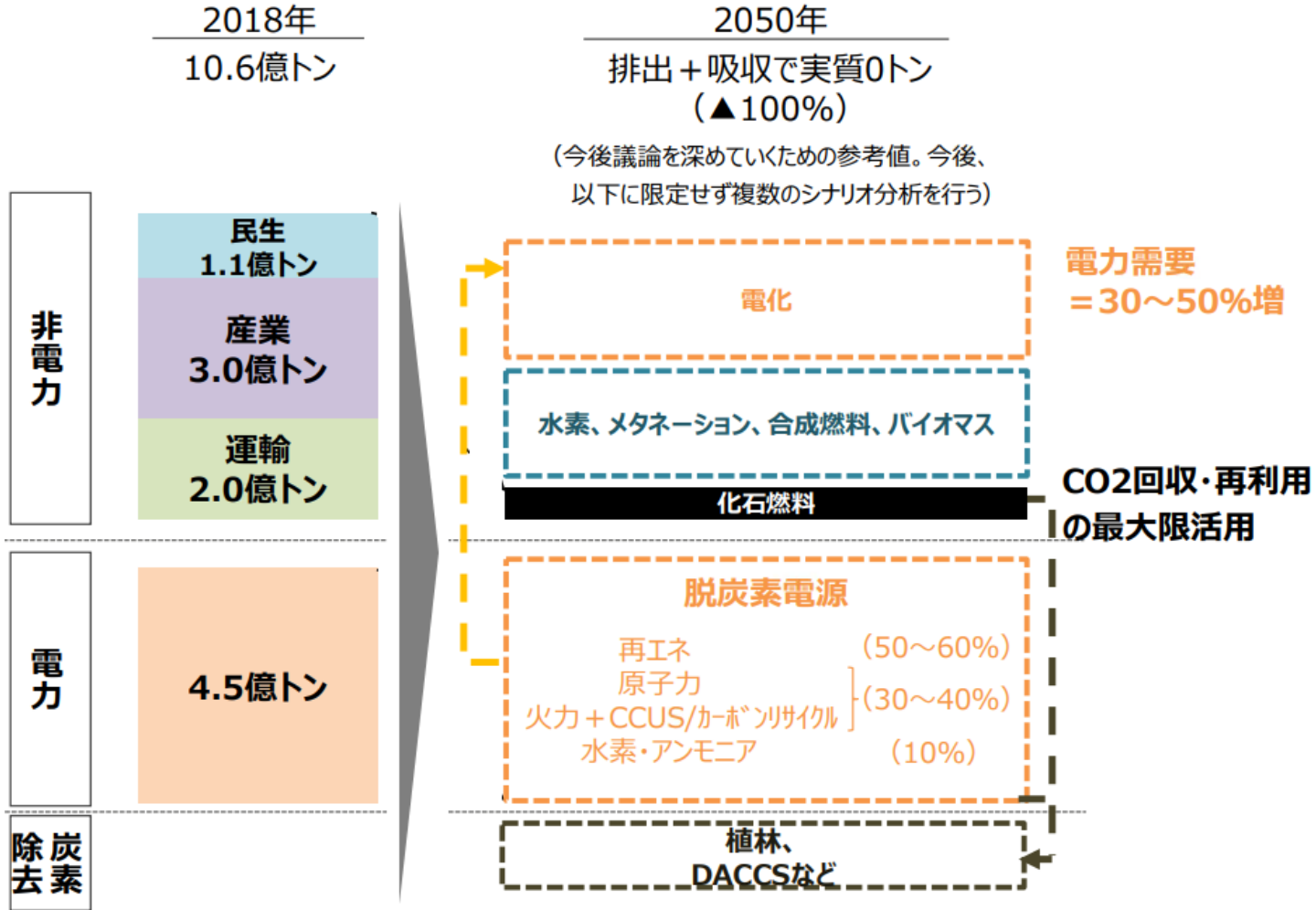
- （※1） △の箇所を中心に、今後協議会で検証していくことを想定
- （※2） 質、量ともに安定した燃料調達が可能か
- （※3） 投資額、投資回収期間
- （※4） 必要とされるインフラ設備を設置する用地等を確保できるか

出典：「四国中央市カーボンニュートラル協議会」の設立について（2021年6月21日）

※四国中央市カーボンニュートラル設立当時の仮説および認識。事実ではない点留意

なぜ水素等が重要なのか

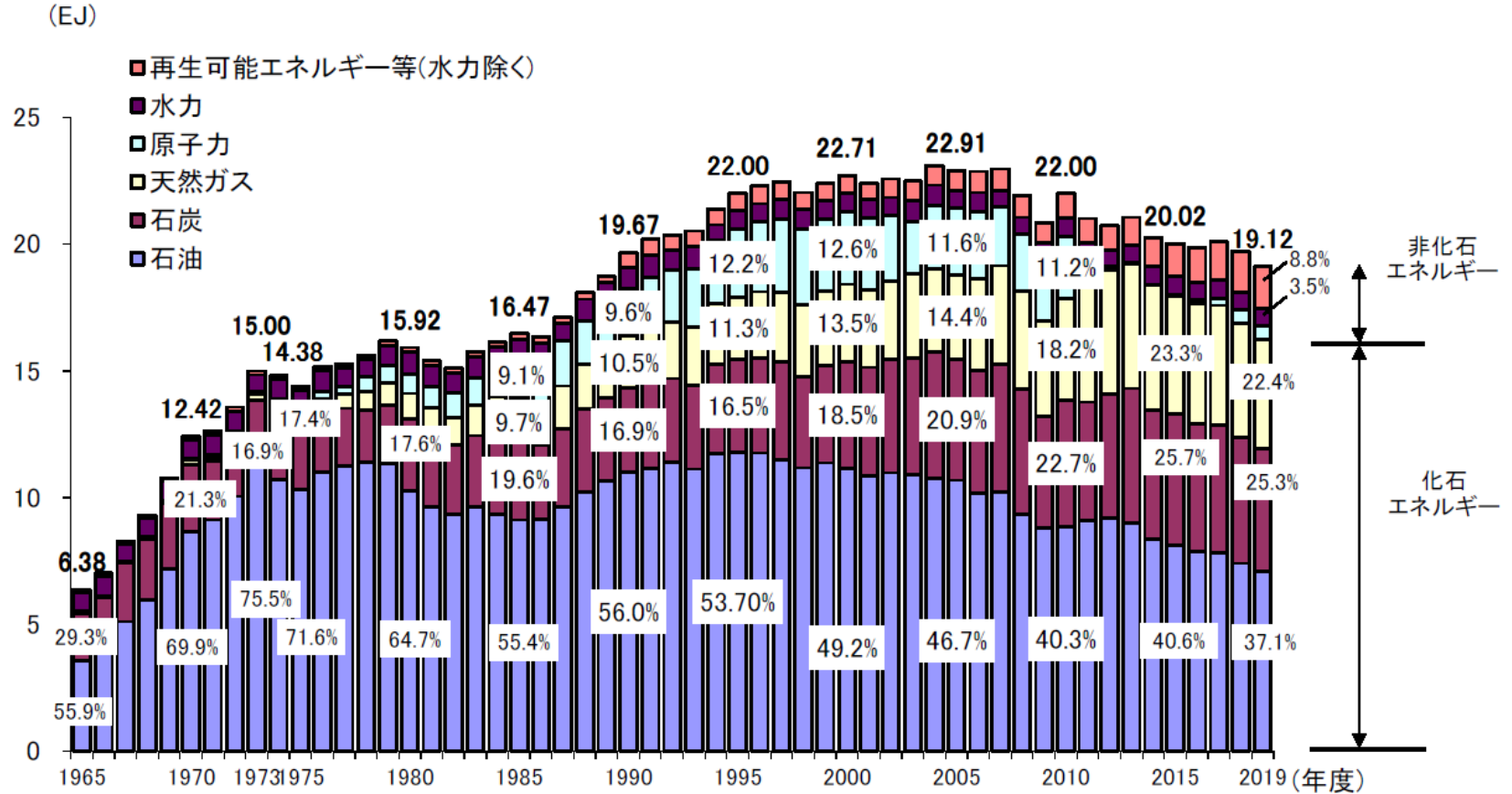
2050年のカーボンニュートラルに向けて、水素等の脱炭素電源の活用が期待されている



出典：経済産業省・資源エネルギー庁「今後の水素政策の課題と対応の方向性 中間整理（案）」（2021年3月22日）
 （第25回 水素・燃料電池戦略協議会 資料）より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

なぜ水素等が重要なのか

日本のエネルギー構造は化石燃料の輸入に依存しており、海外由来エネルギーの脱炭素化（水素化）が必要



(注1)「総合エネルギー統計」は、1990年度以降、数値について算出方法が変更されている。

(注2)「再生可能エネルギー等(水力除く)」とは、太陽光、風力、バイオマス、地熱などのこと(以下同様)。

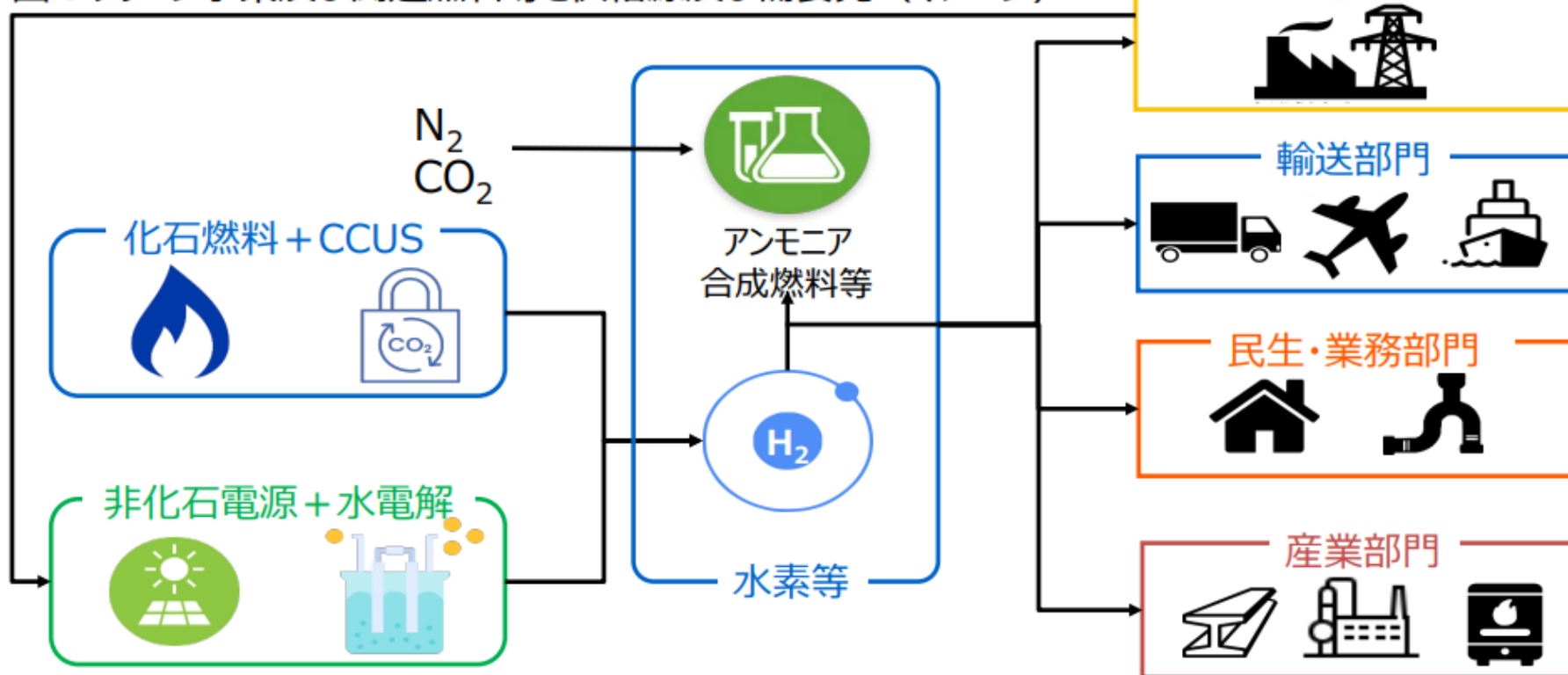
出典：エネルギー白書2021

カーボンニュートラル時代の水素等の位置づけ

水素は様々な部門・活用方法においてカーボンニュートラルに貢献

- 水素は直接的に電力分野の脱炭素化に貢献するだけでなく、余剰電力を水素に変換し、貯蔵・利用することで、再エネ等のゼロエミ電源のポテンシャルを最大限活用することも可能。
- 加えて、電化による脱炭素化が困難な産業部門(原料利用、熱需要)等の脱炭素化にも貢献。
- 水素から製造されるアンモニアや合成燃料等も、その特性に合わせた活用が見込まれる。

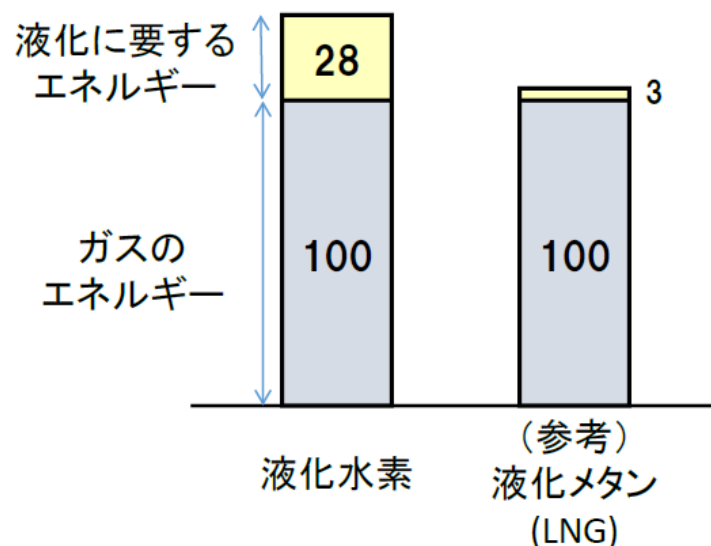
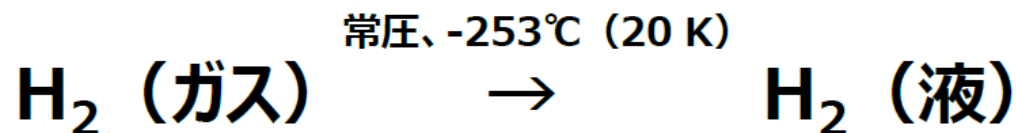
図：クリーン水素及び関連燃料等と供給源及び需要先（イメージ）



出典：経済産業省「第2回クライメート・イノベーション・ダイアログ（CID）」（2022年2月3日）

水素キャリアの特徴 (1)

液体水素の特徴

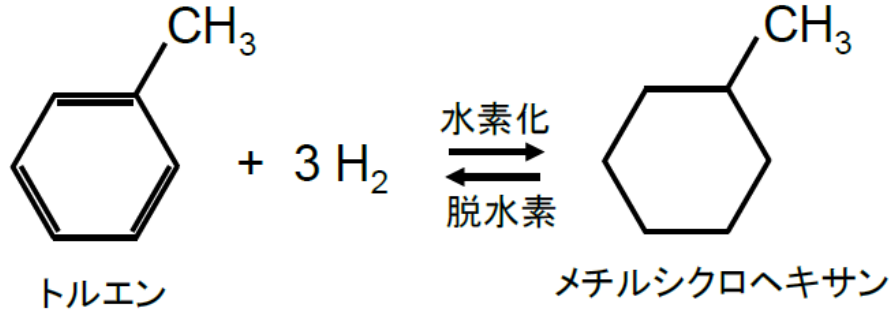


- 水素は、液化すると体積が、1/800になり、運搬が容易になる
- 気化させるだけで高純度な水素ガスになり、燃焼しても水になるだけ
- △液化に超低温が必要で、エネルギー消費が大きい
(参考：LNGの主成分であるメタンは、-160℃ [110 K] で液化)
- △輸送・貯蔵時のボイルオフが多い

出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第1回幹事会(2021年10月19日) 大阪ガス様 ご講演資料

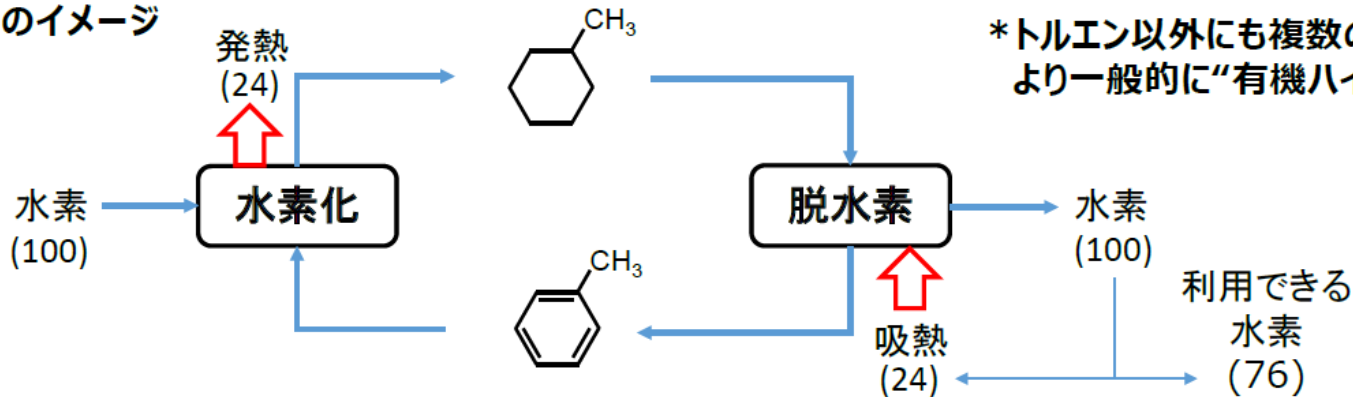
水素キャリアの特徴 (2)

メチルシクロヘキサン(MCH)の特徴



- ほぼ石油と同じ性状。タンカーで輸送できる。
- △直接燃焼利用はできず、水素を取り出す工程が必要
- △水素を取り出す際に、熱が必要
- △“水素の容器”トルエンは、返送する必要がある。

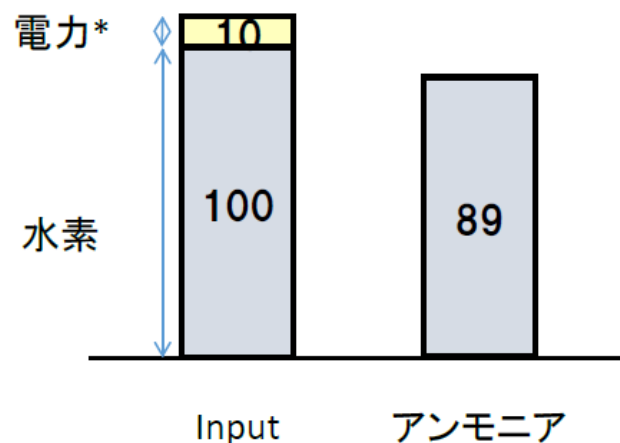
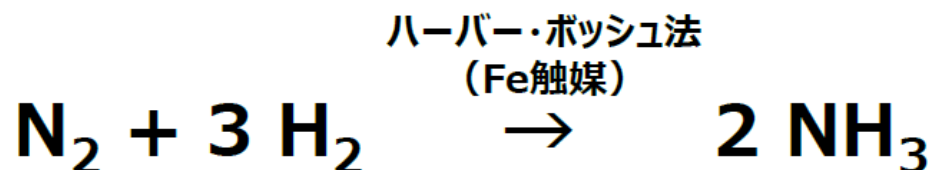
使い方のイメージ



出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第1回幹事会(2021年10月19日) 大阪ガス様 ご講演資料

水素キャリアの特徴 (3)

アンモニアの特徴



○肥料用途で、大量に製造され、流通している。

○常圧では-33℃で液化。常温でも0.9 MPa(G)程度で液化 (LPGと同様の取り扱いができる)

○ (他のキャリアと比較すると) 製造工程のエネルギーロスが小さい

△強い臭気および毒性がある

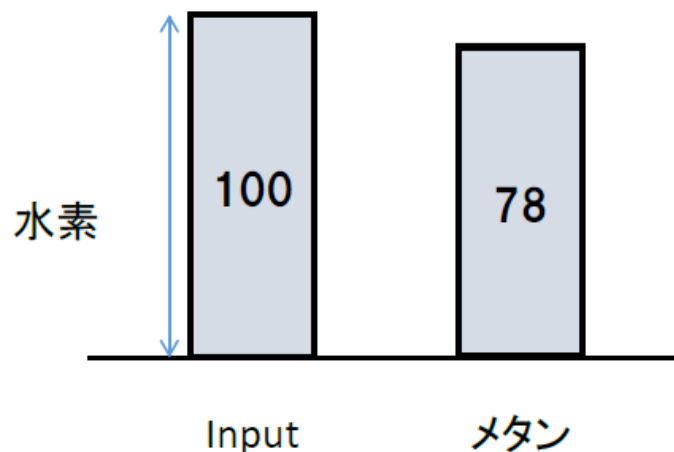
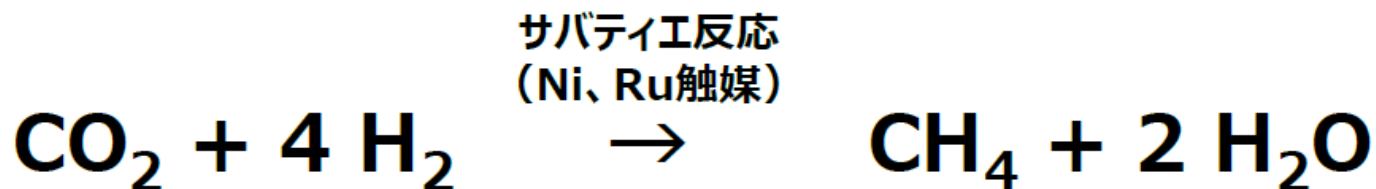
△燃焼方法によっては、窒素酸化物(NOx)が多く発生する

※アンモニア製造には、高圧 (10 MPa以上) が必要で、原料の圧縮などで、比較的大きな電力を消費する

出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第1回幹事会(2021年10月19日) 大阪ガス様 ご講演資料

水素キャリアの特徴 (4)

メタネーションの特徴



※
○既存のLNG、都市ガスのインフラ、消費機器がそのまま使える

○メタネーション工程は、過去の代替天然ガス（SNG）製造の技術が転用できる

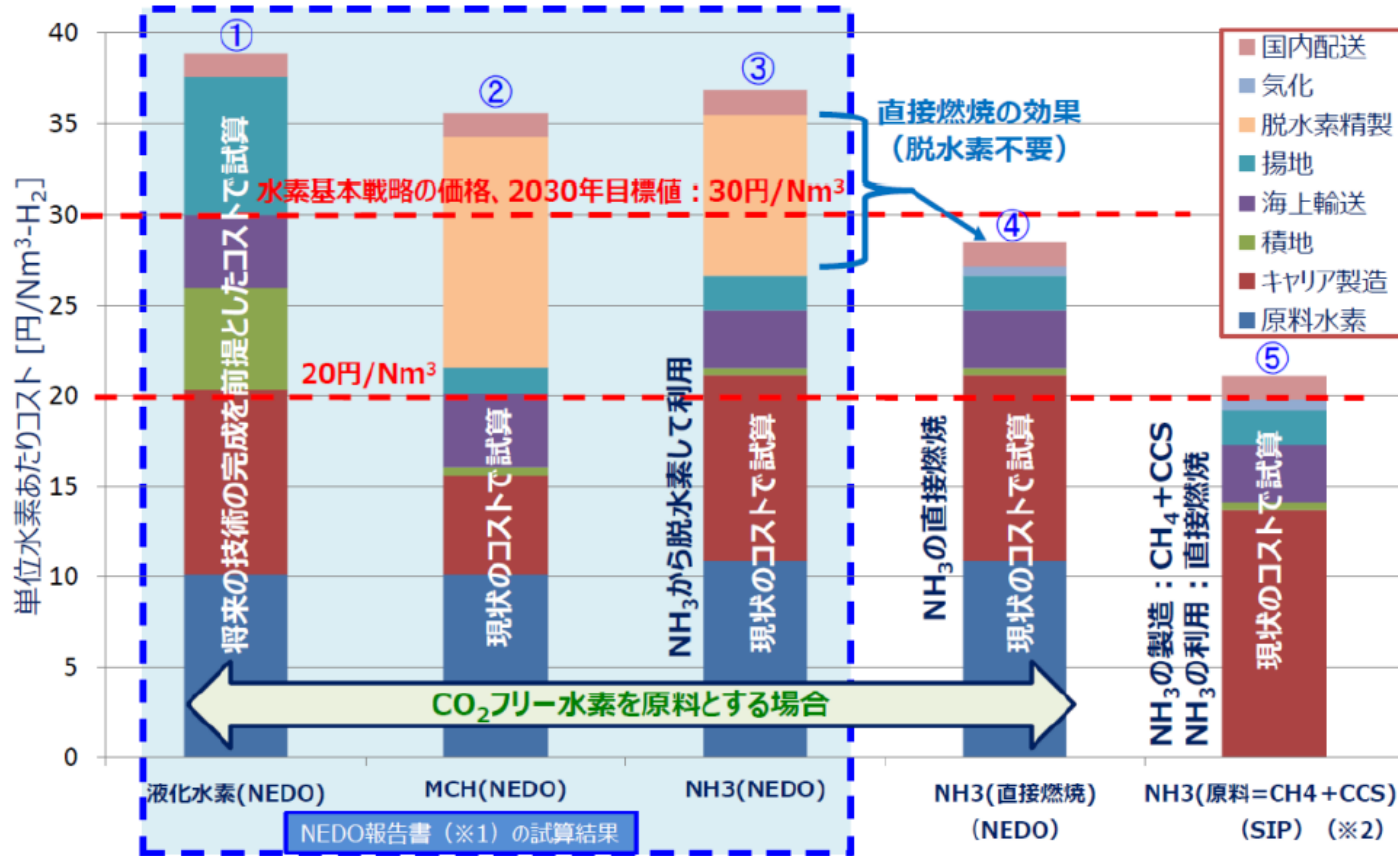
△CO₂源を必要とする
(カーボンニュートラルとみなすためのルールも未整備)

※既存のガス機器がそのまま使えるため、天然ガスからのシームレスなCN化が可能

出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第1回幹事会(2021年10月19日) 大阪ガス様 ご講演資料より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

燃料としてのアンモニアの特徴

アンモニアは直接燃焼が可能であるため、他のCO₂フリー燃料（液化水素、MCH）と比較して安価に利用可能



(※1) ①~③については、NEDO成果報告書（平成26~27年度成果報告書）「エネルギーキャリアシステム調査・研究エネルギーキャリアシステムの経済性評価と特性解析」による。④は、③から脱水素精製コストを減じ、熱量当量の水素価格換算したものを。

(※2) ⑤については、上記のNEDOの検討条件に準拠し、SIP「エネルギーキャリア」にて試算。



CLEAN FUEL AMMONIA ASSOCIATION

出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第3回幹事会(2022年6月23日) JERA様 ご講演資料



愛媛製紙株式会社



大王製紙株式会社



丸住製紙株式会社

Marusumi Paper Co., Ltd



株式会社日本政策投資銀行

海外から国内への水素輸送手段

アンモニア・有機ヒドライド・液化水素の比較

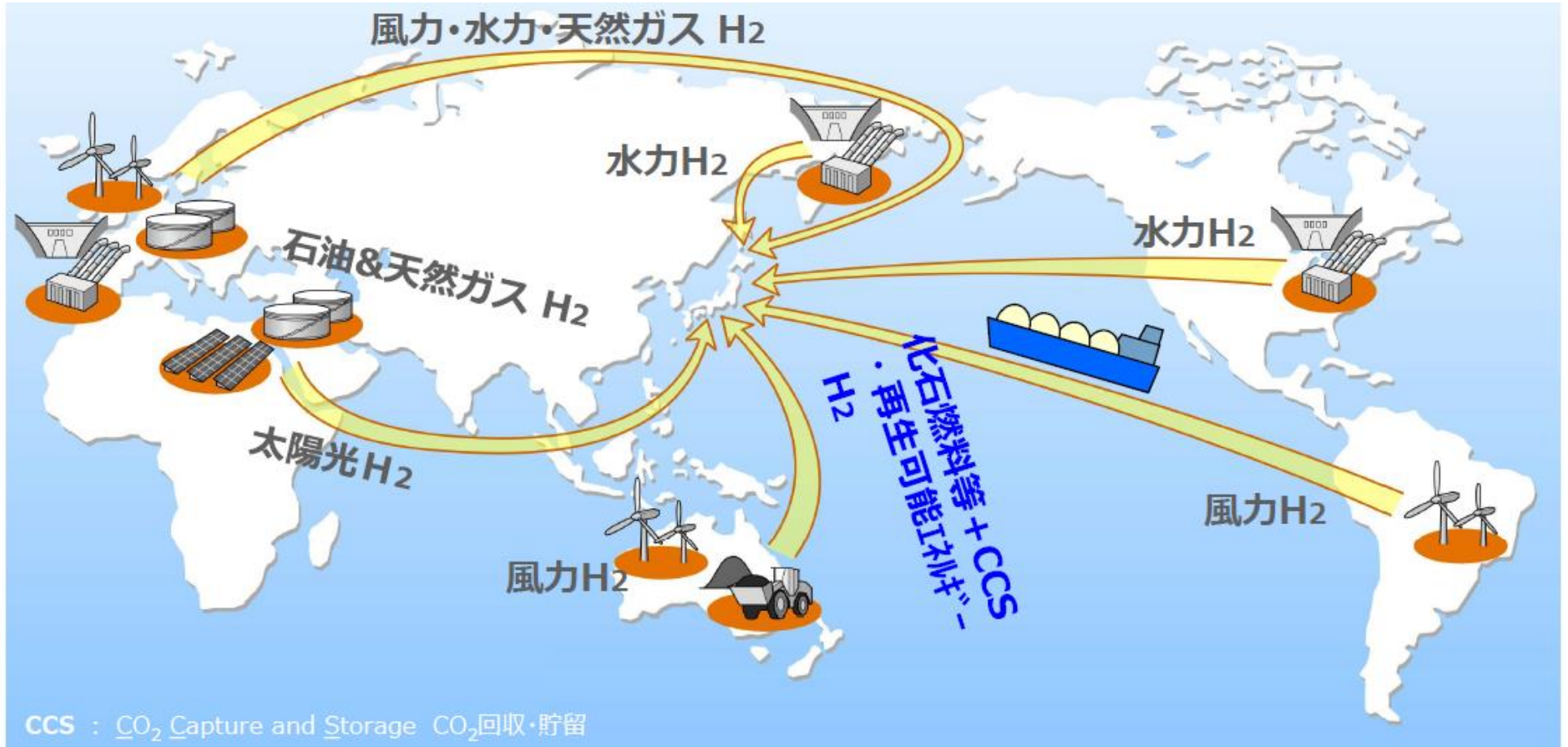
	アンモニア(NH ₃)	有機ヒドライド(MCH)	液化水素
体積 (対、気体)	1/1300	1/500	1/800
液体となる条件	-33℃・常圧	常温・常圧	-253℃・常圧
毒性	強い毒性・腐食性	トルエンに毒性	無
直接利用	石炭火力の混焼など (純水素は分離が必要)	不可 (水素分離が必要)	蒸発させてそのまま利用
輸送インフラ	既存技術で流通可 (アンモニアタンカーなど)	既存技術で流通可 (ケミカルタンカーなど)	国内流通は 産業規模で広く普及
利用拡大に向けた課題	大規模利用における毒性対策 脱水素設備の開発 直接利用の技術開発	水素分離の エネルギーロス削減	極低温での 大型国際輸送技術の開発

出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第2回幹事会(2022年2月25日)川崎重工業様ご講演資料より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

海外水素への期待

エネルギーセキュリティを確保できるうえ、レジリエンスが高い

- 水素は様々な資源から製造、様々な国から調達が可能 ⇒ エネルギーセキュリティを確保できる
- 電気と比較して、大量、長距離、長期さらにセクター間の融通が可能 ⇒ レジリエンスが高い



出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第2回幹事会(2022年2月25日)川崎重工業様ご講演資料

水素チェーンのコンセプト

CO2の排出を抑制しながらエネルギーを安定供給

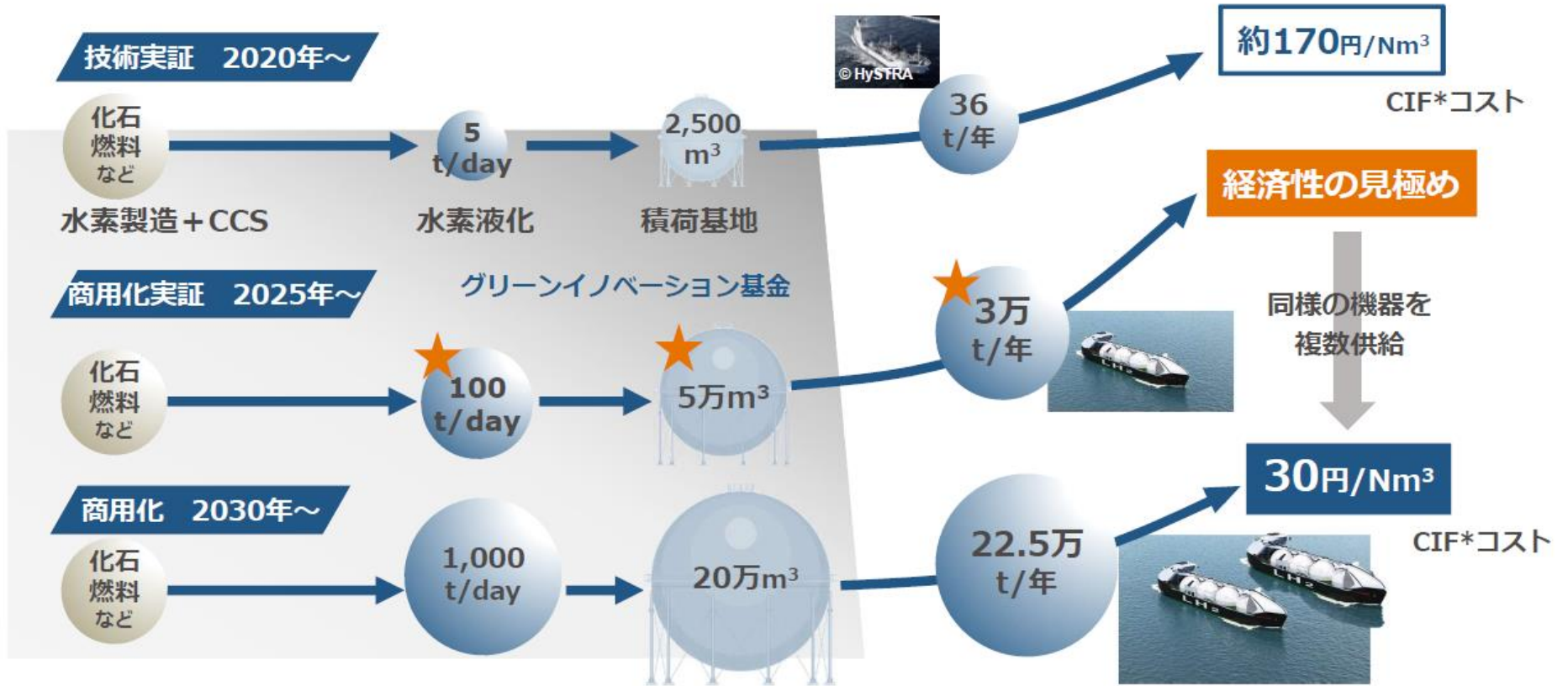


出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第2回幹事会(2022年2月25日)川崎重工業様ご講演資料

個社の取組：川崎重工業様

川崎重工業の水素チェーンの構築プロセス

★ 実証に必要な大規模設備は当社が供給することを想定



*CIFコスト：船上引渡しコスト（Cost Insurance and Freight）

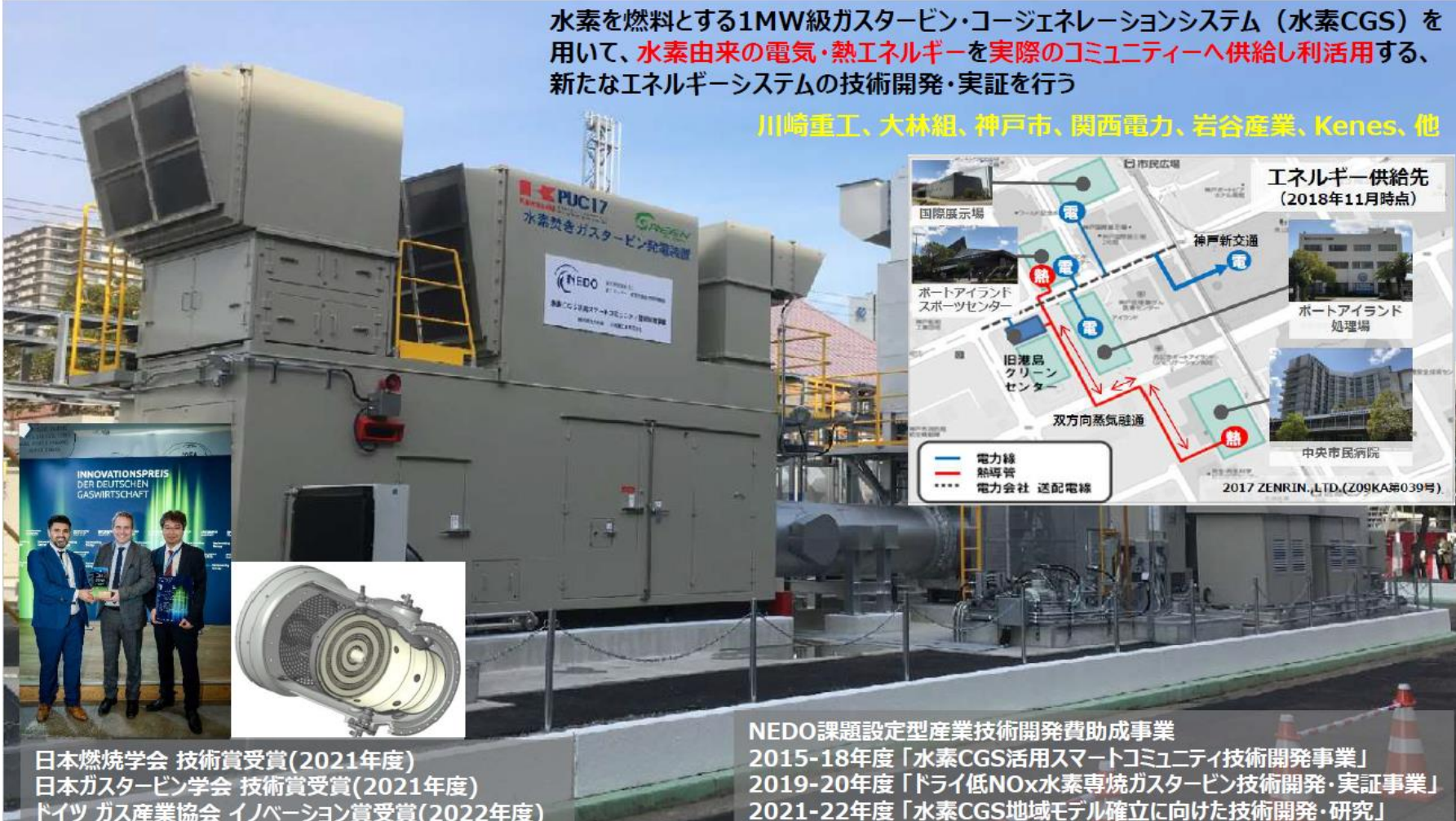
出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第2回幹事会(2022年2月25日)川崎重工業様ご講演資料

個社の取組：川崎重工工業様


水素焚きガスタービン発電設備の実証実験を2018年から実施

水素を燃料とする1MW級ガスタービン・コージェネレーションシステム（水素CGS）を用いて、**水素由来の電気・熱エネルギーを実際のコミュニティへ供給し利活用する、新たなエネルギーシステムの技術開発・実証を行う**

川崎重工、大林組、神戸市、関西電力、岩谷産業、Kenes、他



エネルギー供給先 (2018年11月時点)



— 電力線
— 熱導管
... 電力会社 送配電線

2017 ZENRIN, LTD. (Z09KA第039号)

INNOVATIONSPREIS DER DEUTSCHEN GASWIRTSCHAFT

日本燃焼学会 技術賞受賞(2021年度)
日本ガスタービン学会 技術賞受賞(2021年度)
ドイツ ガス産業協会 イノベーション賞受賞(2022年度)

NEDO課題設定型産業技術開発費助成事業
2015-18年度「水素CGS活用スマートコミュニティ技術開発事業」
2019-20年度「ドライ低NOx水素専焼ガスタービン技術開発・実証事業」
2021-22年度「水素CGS地域モデル確立に向けた技術開発・研究」

出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第2回幹事会(2022年2月25日)川崎重工工業様ご講演資料

個社の取組：川崎重工業様

水素混焼発電プラントの商用運転を開始したほか、専焼の実証に向けた協議を進める

西部石油(株)様

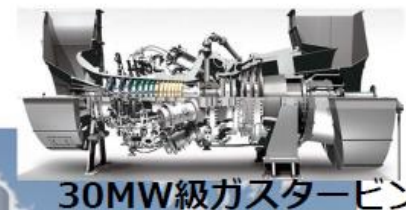
発電出力3.4万kW
(水素混焼 20~50%)



西部石油(株)様と水素(※)混焼発電プラントの
商用運転を開始

(※) 石油製品精製過程で発生した副生水素を活用

独・大手電力会社RWE社



30MW級ガスタービン

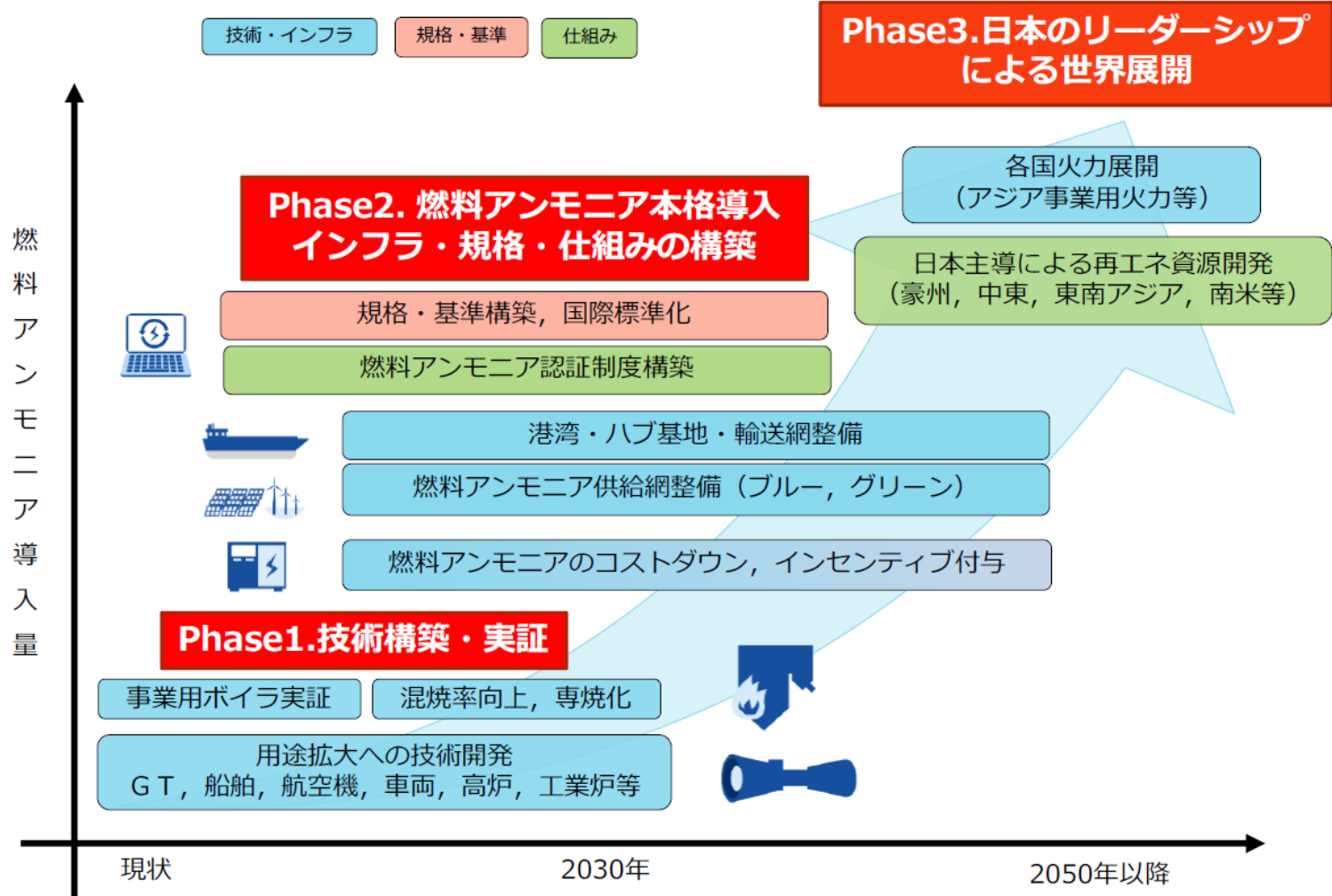


水素燃料100%の発電実証運転開始に向けた
協議を開始

出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第2回幹事会(2022年2月25日)川崎重工業様ご講演資料

個社の取組：IHI様

燃料アンモニアの社会実装に向けたロードマップを作成



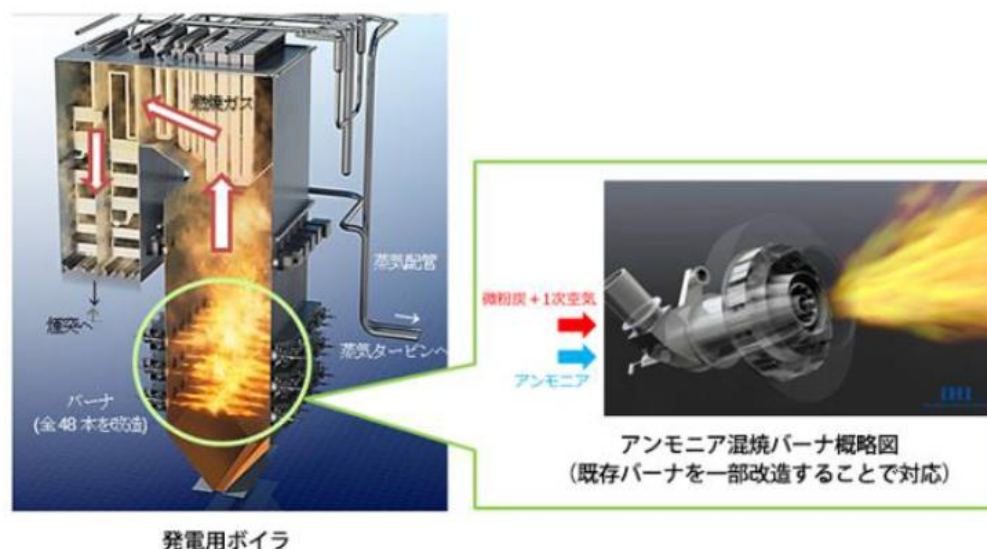
出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第3回幹事会(2022年6月23日) IHI様 ご講演資料

個社の取組：IHI様

JERA様と大型の商用石炭火力発電機におけるアンモニア混焼に関する実証実験を実施



参考1: 実証事業を行う碧南火力発電所（愛知県碧南市）



発電用ボイラ

参考2: ボイラおよび改造バーナの概略

出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第3回幹事会(2022年6月23日) IHI様 ご講演資料

個社の取組：IHI様

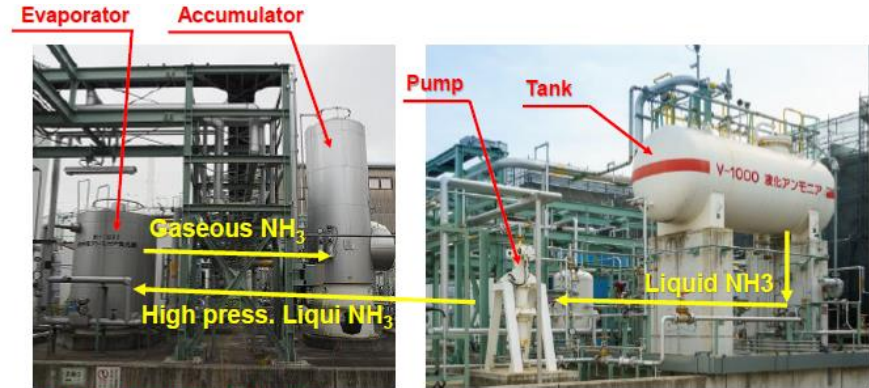
世界で初めて、液体アンモニア100%燃焼によるCO2フリー発電を実現

世界初、液体アンモニア100%燃焼によるガスタービンで、CO₂フリー発電を達成
 ~燃焼時に発生する温室効果ガスを99%以上削減~

-2022年06月16日- プレスリリース



IHIはこのたび、2,000kW級ガスタービンで液体アンモニアのみを燃料とするCO₂フリー発電を実現し、燃焼時に発生する温室効果ガスを99%以上削減することに成功しました。



Additional equipment for gaseous NH₃ supply

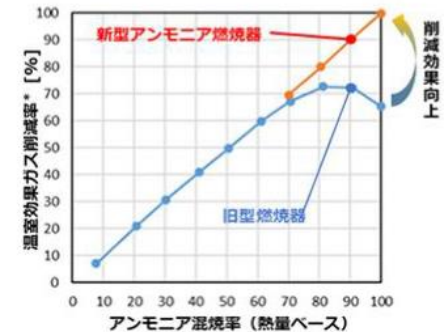
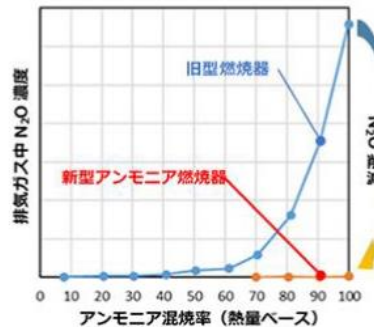
High pressure liquid NH₃ supply line

液体・ガスアンモニア供給設備



本研究開発に用いたIHI製2,000kW級ガスタービン「IM270」

【N₂O濃度および温室効果ガス削減率】



試験結果 (N₂O削減)

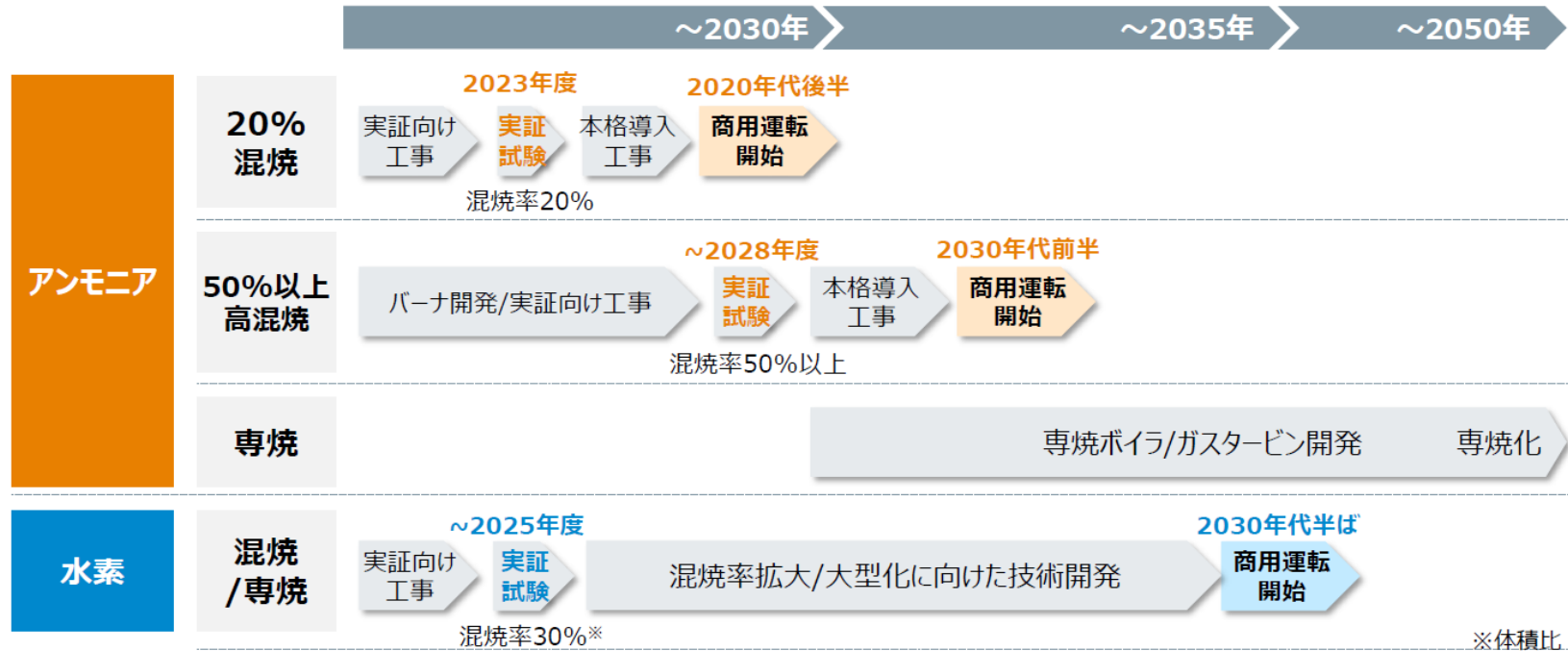
出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第3回幹事会(2022年6月23日) IHI様 ご講演資料

個社の取組：JERA様

アンモニア混燃(20%)については、水素より早い2020年代後半の商用運転開始を目指す

JERA環境コミットの達成に向けて、以下のタイムラインでの技術開発を目指す。

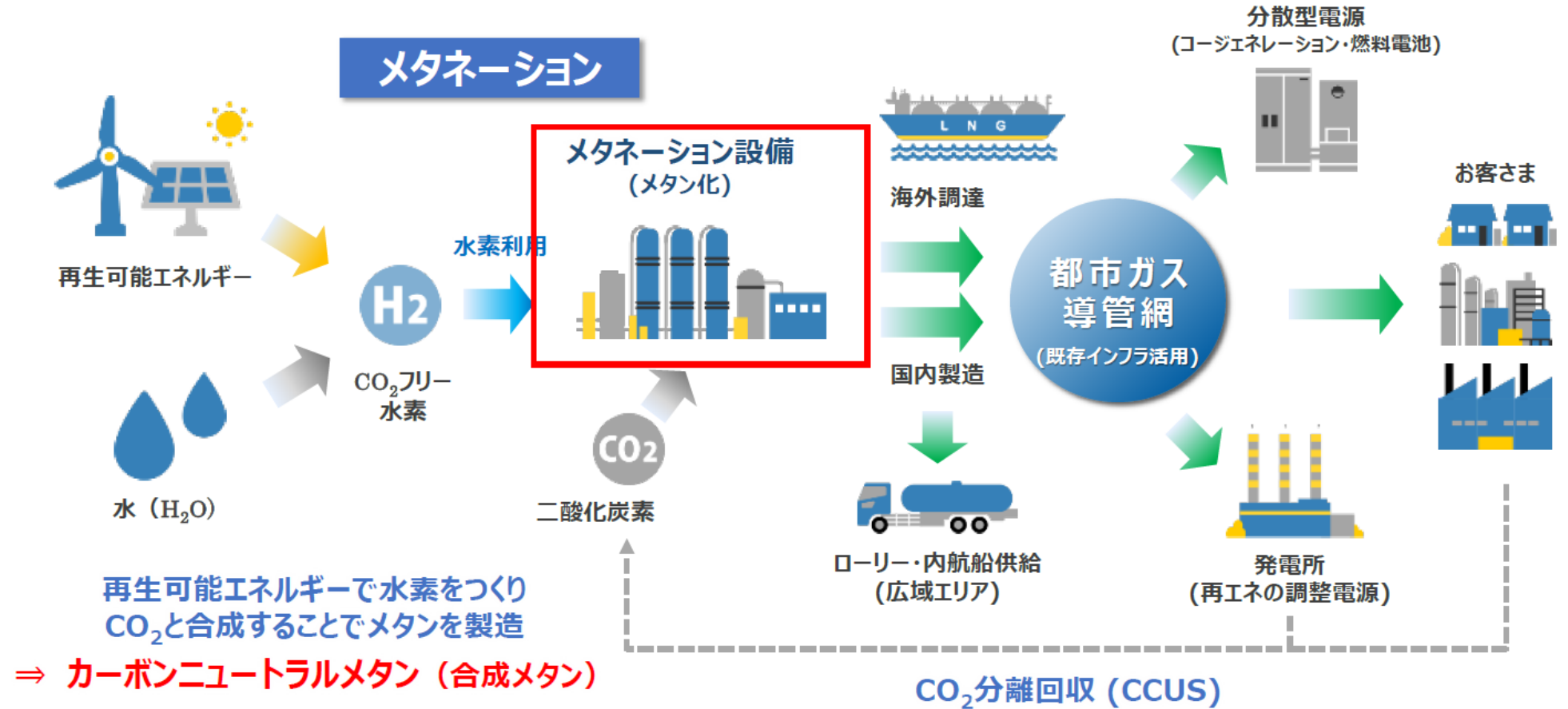
- アンモニアについては、**2024年度に碧南火力4号機において混焼率20%での実証試験を実施、更に2028年度までに碧南火力5号機において混焼率50%以上の高混焼試験を実施。同混焼率での商用運転を目指す。**
- 水素については、**2025年度までに自社のガスタービン燃焼器を用いた混焼率30%での実証試験を実施。2030年代半ばでの商用運転を目指す。**



出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第3回幹事会(2022年6月23日) JERA様 ご講演資料

カーボンニュートラルメタンの製造イメージ

再生可能エネルギーを活用したメタネーション



出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第1回幹事会(2021年10月19日) 大阪ガス様 ご講演資料

メタネーション取組マップ2022(案)

各社がメタネーションに関する取組を進めているところ

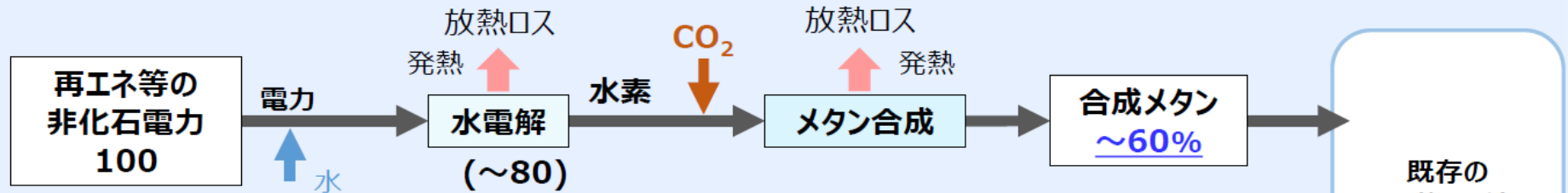
		社名	概要	2022.3	<2020年代前半>	2025	<2020年代後半>	2030
技術開発	サバティエ	INPEX	INPEX長岡鉦場（新潟県）内で回収したCO2を活用した合成メタン製造技術の開発。	400Nm3/h級（大阪ガス/NEDO事業）			10,000Nm3/h級	60,000Nm3/h級
		日立造船	① 環境省事業。小田原市の清掃工場から回収したCO2を活用したメタネーションモデル実証。地域共生圏構想にて、地域エネルギー活用技術の社会実装を目指す。 ② 中国榆林経済技術開発区にて副生ガス(H2、CO2)から合成メタンを製造し導管注入するFS調査。今後500Nm3/h級の実証を予定。	125Nm3/h級	500Nm3/h級		5,000Nm3/h級	数万Nm3/h級
		IHI	そまIHIグリーンエネルギーセンター（福島県）にて、再生可能エネルギーからのメタネーション全プロセスを実証中。数万Nm3/h級へのスケールアップを目指す。	12.5Nm3/h級～			数百～数万Nm3/h級	
		デンソー	愛知県安城工場で、メタネーションを活用した工場内CO2循環の実証。	実証			社外で実証	事業化
		東京ガス	神奈川県横浜市の研究開発拠点にて、サバティエの実証や革新技術の研究開発を実施。	12.5Nm3/h級～			数百～数万Nm3/h級	
		大阪ガス	大阪市のカーボンニュートラルサーチナブにて、SOECメタネーションの研究開発を実施。				SOECメタネーション	技術確立 スケールアップ
		GI基金	2050CN実現に向けた野心的取組を10年間、研究開発から社会実装までを継続して支援。				基盤技術の確立	
サプライチェーン	国内	関西電力	堺エリアで関西電力グループの設備を活用したメタネーション実証に向けたFS調査（2021年度までNEDO事業で実施）。					
		東京ガス・住友商事	ベトナムス/東京ガス/住友商事がマレーシアで製造した合成メタンを日本に導入するFS調査の開始を合意。					
		東京ガス・三菱商事	東京ガス/三菱商事が北米、豪州等で製造した合成メタンを日本に導入するFS調査の開始を合意。					
		大阪ガス	大阪ガス/ATCOオーストラリアが豪州で製造した合成メタンを豪州域内で供給・日本等への輸出することに関するFS調査。2022年中に実施。					
		JERA	米国で再エネ由来水素と火力発電所等から回収したCO2より合成メタンを製造し供給を行うFS調査（2021年度までNEDO事業で実施）。					
参考	船舶	商船三井	「CCR研究会 船舶カーボンサイクルWG」の幹事会社として、カーボンニュートラルな合成メタンを船舶の代替燃料として活用することにより、CO2排出抑制を目指す。					
		国際海事機関	メタネーションの原料として分離、回収したCO2が各国のGHG inventory に排出計上されている場合、そのCO2から合成したメタンの船上燃焼時のCO2排出をゼロと見做す案を日本等が提案					

出典：第4回 メタネーション推進官民協議会

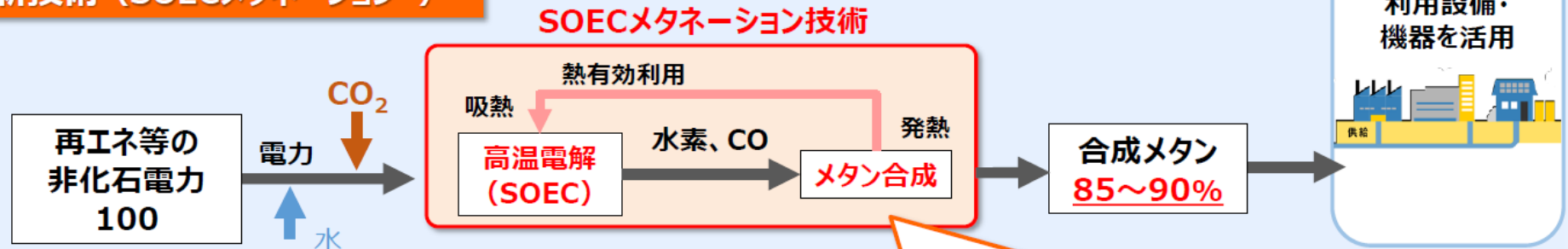
個社の取組：大阪ガス様

革新的メタネーション技術の開発

既往技術（サバティエメタネーション）



革新技術（SOECメタネーション※）



技術開発要素

- ① 低コスト化とスケールアップに適した高温電解セルスタック開発
- ② メタン等の生成を制御できる合成反応制御技術
- ③ 排熱を有効利用できる熱マネジメントシステム開発

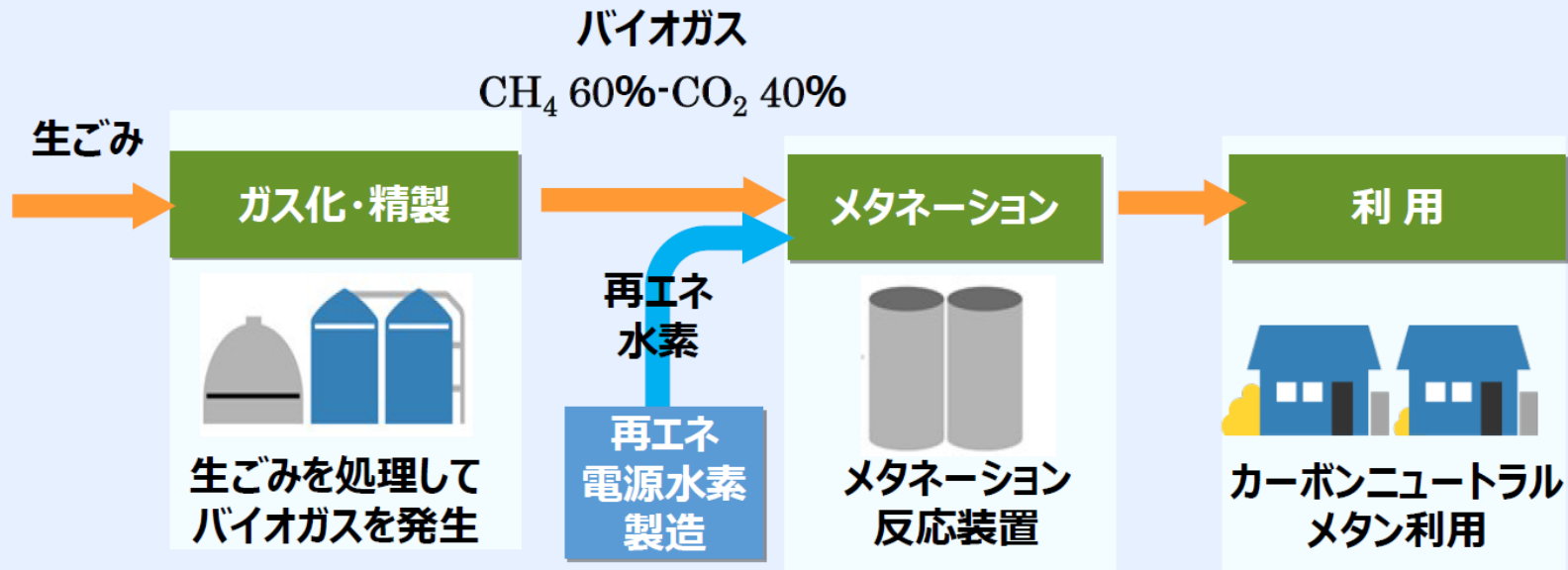
※ Solid Oxide Electrolysis Cell：固体酸化物を用いた電気分解素子

出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第1回幹事会(2021年10月19日) 大阪ガス様 ご講演資料

個社の取組：大阪ガス様

バイオガスを利用したメタネーション

大阪・関西万博との連動 ～ 未来社会ショーケースでのカーボンニュートラル実証



生ごみによるバイオメタネーション実証※

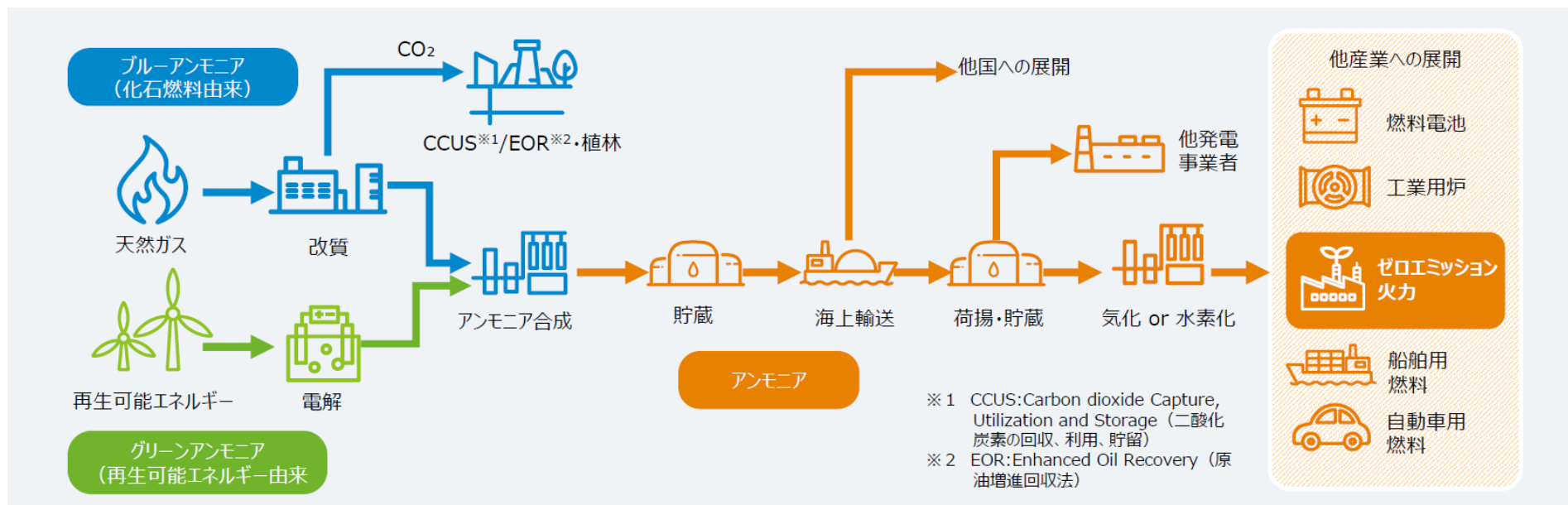
※ 2020年1月のPLL提案募集において当社より万博協会へ提出

出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第1回幹事会(2021年10月19日) 大阪ガス様 ご講演資料

個社の取組：JERA様

クリーン燃料のサプライチェーン全体の構築に参画予定

- JERAは、燃料の上流開発から、輸送・貯蔵、発電・販売までの一連のバリューチェーンに事業参画している。
- この強みを活かして、クリーン燃料のサプライチェーン全体の構築に参画するとともに、輸送用燃料等へのクリーン燃料の販売等を視野に入れた事業領域の拡大を検討。



出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第3回幹事会(2022年6月23日) JERA様 ご講演資料

個社の取組：JERA様

クリーン燃料のサプライチェーン全体の構築に参画予定

- 燃料アンモニアの利用に向けた実証事業の順調な進捗を受け、2022年2月には燃料アンモニア調達の国際競争入札を実施。

入札概要	入札案内送付数	約30社
	契約期間	2027年度から2040年代までの長期契約
	購入数量	最大50万トン/年
	引渡条件	FOB
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ・原則としてアンモニア製造時のCO₂は発生しない、もしくは回収・貯留されていること ・JERAに製造プロジェクトへの参画機会があること

【アンモニア/水素のサプライチェーン構築に向けた具体的取組例】

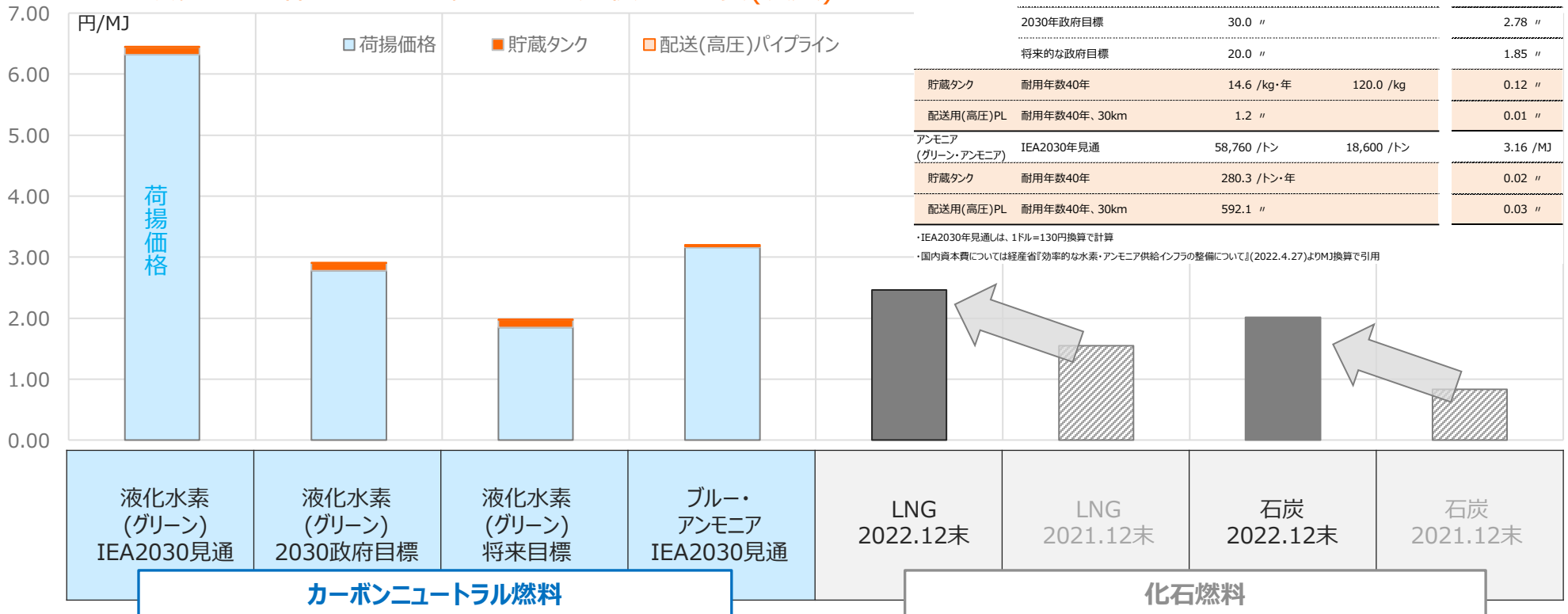


出典：四国中央市カーボンニュートラル協議会第3回幹事会(2022年6月23日) JERA様 ご講演資料

カーボンニュートラル燃料の経済性(1/2)

需要地での価格が経済性を持つためには、製造価格・国内設備費の低減等の課題解決が必要

- 熱量(ジュール)あたりの価格で、燃料の経済性を比較。
- 現段階では、各燃料の経済性に係る見通しにつき断定はできないため、引き続き技術開発・市場動向に係る情報収集は必須。
- また、今後、海外での製造価格(日本への荷揚価格)の低減に加え、国内での貯蔵・輸送に係るコストを圧縮する方法の検討も必要(次頁)。



出典：経済産業省『効率的な水素・アンモニア供給インフラの整備について』(2022年4月27日)より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

カーボンニュートラル燃料の経済性(2/2)

燃料の経済性確保には、広大な土地と多額のCAPEXを伴うインフラ整備が必要

- カーボンニュートラル燃料は、既存燃料に比べて単位あたりの熱量が少ないため、受入貯蔵設備(タンク)により**広大な土地**が必要。
- 加えて、燃料価格の経済性(年間費用ベース)を確保するには**規模の経済**を働かせる必要があり、十分な規模の受入・配送インフラを導入するにあたっては多額のCAPEXがかかる。⇒**燃料の共同調達/アセットの共同利活用を検討する必要**

燃料・キャリア		液化水素	MCH(トルエン)	アンモニア	
熱量(1Lあたり)		8.5MJ/L	5.5MJ/L	12.7MJ/L	
液体となる条件		常圧、-253℃	常温常圧	常圧、-33℃	
同じ熱量確保に必要なインフラ規模(容量換算)	重油(39.0MJ/L)比	約4~5倍	約7倍	約3倍	
	LPG(25.5MJ/L)比	約3倍	約4~5倍	約2倍	
	LNG(22.6MJ/L)比	約2~3倍	約4倍	約2倍	
受入基地	タンク	貯蔵重量	0.36万t-H2	6.16万t-Tol	5.67万t-NH3
		貯蔵日数	20日分の貯蔵容量を想定		
		CAPEX/基	384億円	42億円	116億円
配送用パイプライン	高圧	耐用年数	40年	40年	40年
		輸送量(年間)	3.8万トン	—	—
		CAPEX/km	0.6億円	1.2億円	0.3億円
	低圧	耐用年数	40年	40年	40年
		輸送量(年間)	365トン	—	—
		CAPEX/km	0.36億円	—	—
ローリー		CAPEX	0.2億円	0.2億円	0.2億円

- 既存燃料と同等の熱量を確保するためより**広大な土地**を必要とする
- **用地取得コスト**も別途発生

- **規模の経済**を働かせるために十分な**インフラ容量**を整備する場合、多額のCAPEXが必要

出典：経済産業省『効率的な水素・アンモニア供給インフラの整備について』(2022年4月27日)より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

第2章まとめ

1. カーボンニュートラル実現に向けた取組には、機会の獲得とリスクの低減という2つの側面がある。サプライチェーン全体での管理が強化されるなかで、取組を進めビジネス機会を獲得し、「選ばれる」企業になれるかどうかは極めて重要であり、他方、CO₂を排出することは、取引先から「選ばれない」理由になり得る等、もはや経営上の新たなリスクとなりつつある。
2. また、一足飛びにカーボンニュートラルを実現することは困難であり、脱炭素社会実現までの移行（トランジション）についても考慮することが求められている。とりわけ労働者を中心に、誰一人取り残さない公正な移行（JUST TRANSITION）という考えに注目が集まっている。同移行においては経済的に損失を被る可能性がある人々を支援しつつ、産業のみならず、そこに住まう「人」のことも考えた地域における取組が重要となる。
3. 製紙産業において、カーボンニュートラルを実現するためには、現在製造工程で使用している化石燃料をバイオマス、水素（直接利用及び水素キャリアでもあるe-メタン、アンモニア）等に転換することが有力だと考えられる。特に水素は直接的に利用、脱炭素化に貢献するだけでなく、余剰電力を水素に変換し、貯蔵・利用することで、再生エネルギー等のゼロエミッション電源のポテンシャルを最大限活用することも可能である。水素から製造されるe-メタンやアンモニア等も、その特性に合わせた活用が可能であり、脱炭素電源としての活用が期待されている。
4. 協議会においては外部講師を招聘し水素、アンモニア、e-メタンについて知見を深めてきた。それぞれ異なる特性を有しており、利用方法、輸送方法、保存方法が異なるため、導入する地域・産業の特性を考慮した開発が必要となる。各技術については様々な企業が取組を進めているものの、現時点では技術開発段階・実証実験段階のものが多く、かつ化石燃料に比べ経済性が低い。そのため実装に向けてはサプライチェーン全体での技術進展が重要である。

第3章

第1章 カーボンニュートラルの潮流

- 1.1 世界的なカーボンニュートラルに向けた潮流
- 1.2 我が国におけるカーボンニュートラルに向けた潮流

第2章 カーボンニュートラル実現を目指す上で重要な考え方・技術

- 2.1 カーボンニュートラル実現を目指す上で重要な考え方
- 2.2 水素・アンモニア
- 2.3 メタネーション
- 2.4 バリューチェーンの構築
- 2.5 カーボンニュートラル燃料の経済性

第3章 四国中央市および紙・パルプ産業について

- 3.1 四国中央市の地理的特徴・産業の特徴
- 3.2 紙産業について

第4章 四国中央市の脱炭素ロードマップ

- 4.1 四国中央市における紙産業の脱炭素化の方向性
- 4.2 地理的特徴を踏まえた燃料転換
- 4.3 四国中央市における脱炭素ロードマップ
- 4.4 脱炭素ロードマップ実現の鍵

第5章 まとめ

瀬戸内、四国、愛媛県、基礎情報・特徴

四国は他地域との繋がりが重要であり、四国中央市は高速道路の要衝である

- 四国は人口369万人の島であり、その中央部を四国山脈が東西に貫いていることから、降水量の少ない北部・降水量の多い南部と異なる気候を有する地域である。また、全国で唯一新幹線が通っていないこともあり、自家用車が主要な移動手段となっており、他地域とは、四国連絡橋（車および鉄道）、空路、海路を活用し交流している。域内の資源や人口からみても他地域との交流なく自立することは容易ではないため、引き続き新幹線の誘致や交通網の整備が行われている。
- かかる中、四国中央市は四国の各県庁所在地から同程度の距離、“中央”に位置しており、高速道路が交差する交通の要衝となっている。

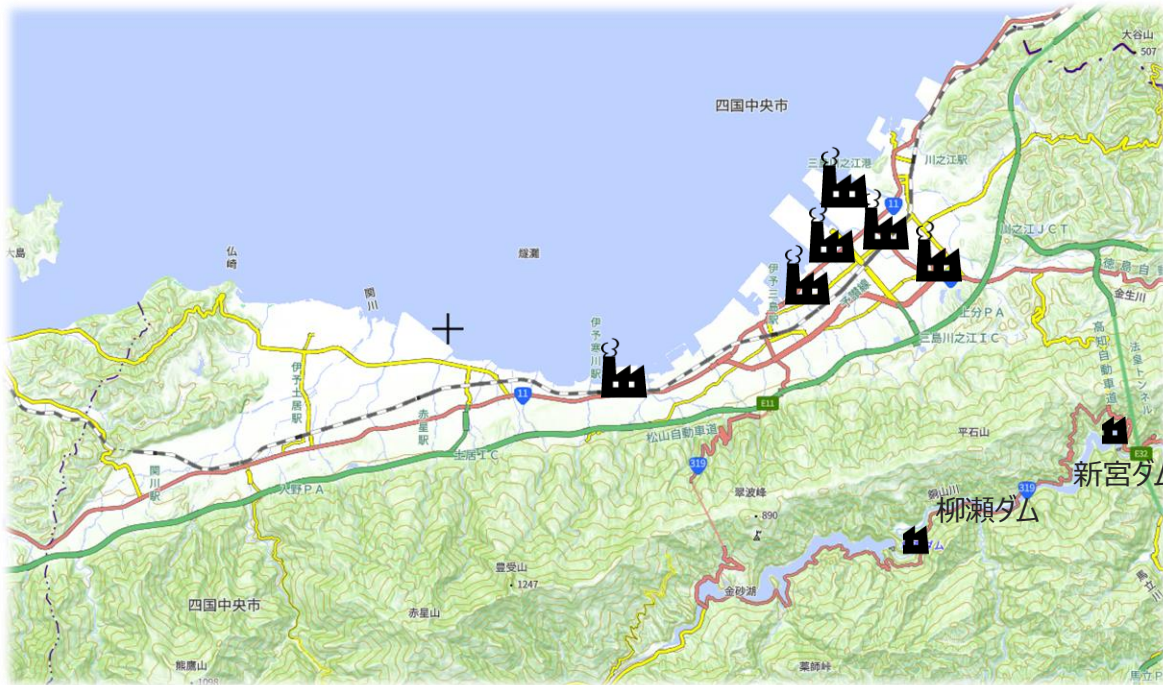


出典：電子地形図25000（国土地理院）より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

四国中央市の地理的特徴

四国中央市は瀬戸内海に面し、南部は山々に囲まれているため、開発余地が少ない

- 四国中央市の大部分は山間部（森林面積300km²（総面積421km²））が占めており、可住地面積比率は21.6%と愛媛県平均（29.5%）、全国平均（32.9%）と比べても低い。産業集積地域は瀬戸内海に面する港湾部に位置しており、同地域には入り組んだように工場が建ち並んでいる。
- 四国中央市は、紙産業が集積している静岡県富士市などといった市区町村と比較しても、可住地面積は限られており、**他地域に比べて開発可能地区が狭い。**



富郷ダム

紙のまち 市区町村別 可住地面積

市区町村名	総面積 km ²	可住地面積 km ²	可住地面積 比率
四国中央市	421.2	90.8	21.6%
富士市	245.0	125.5	51.2%
春日井市	92.8	75.6	81.5%
新潟市	726.5	670.7	92.3%
苫小牧市	561.6	201.8	35.9%
八潮市	18.0	18.0	100.0%
石巻市	554.6	240.9	43.4%
富士宮市	389.1	141.4	36.3%
いわき市	1,232.0	351.4	28.5%
八戸市	305.6	203.5	66.6%

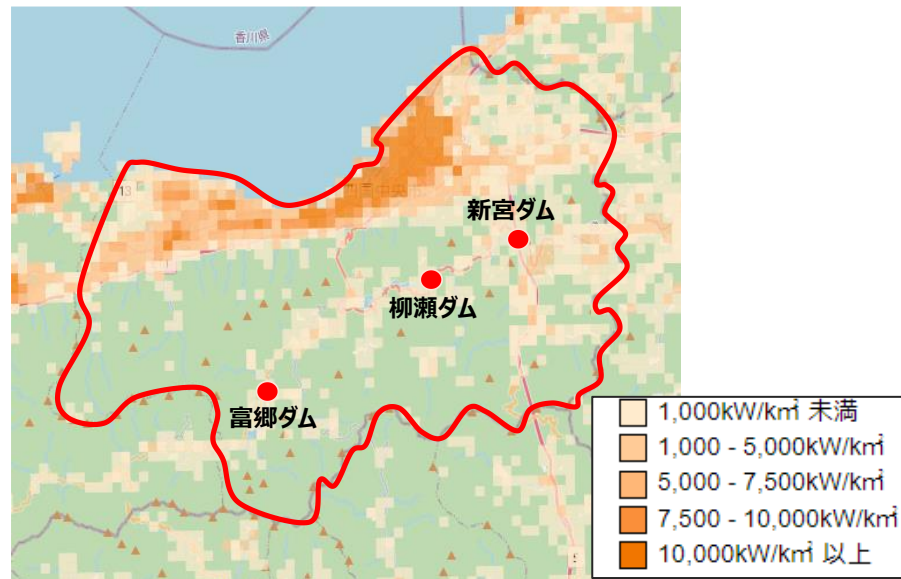
出典：国土地理院「地理院地図Vector」、各社HP、総務省統計局「社会・人口統計体系 基礎データ」より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

四国中央市の自然資本

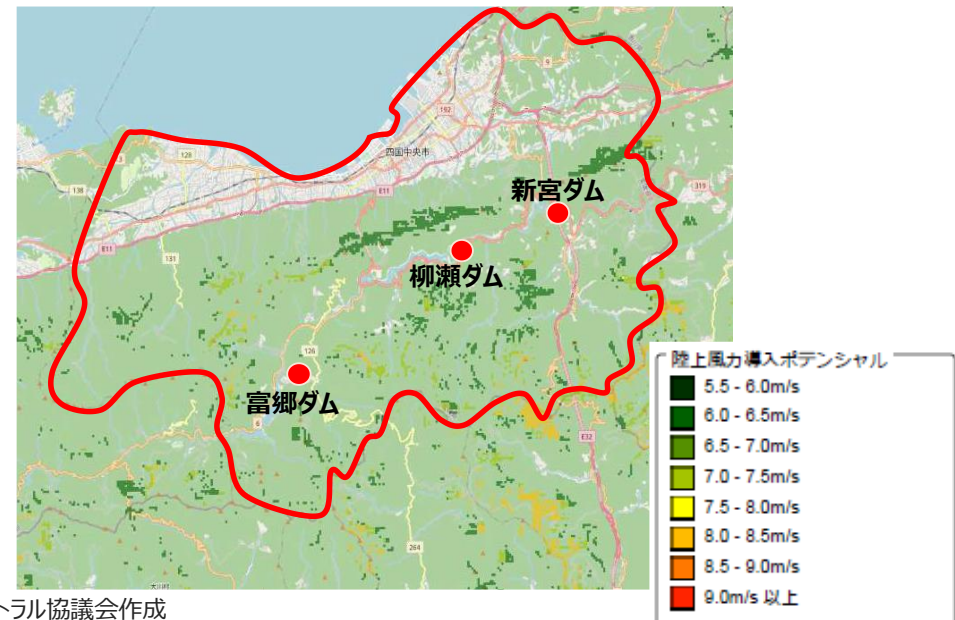
四国中央市は豊富な自然資本を有する

- 前述の通り、四国中央市の大部分は山間部であり、こちらは重要な水源（銅山川ダム群（富郷・柳瀬・新宮ダム））である。水・バイオマス資源は地理的に獲得しやすい環境にあり、同市は豊富な自然資源を有する。
- 一方で、温暖小雨の「瀬戸内海式気候」のため、晴天率が高く降水量が少なく、水不足に陥ることが多々ある（取水制限時、工業用水が先に制限）。古くより同市においては水不足が問題となっており、同水源は愛媛県・四国中央市が地元企業の協力も得ながら地域をあげて開発し、共同利用を可能にした過去がある（徳島県からの分水。戦後1954年柳瀬ダム完成）。
- また、同市においては、晴天率が高いこともあり、太陽光発電の導入ポテンシャルは一定程度あるものの、高いポテンシャルがある沿岸部には既に倉庫や工場が建ち並んでいることから、各主体が屋根等を有効活用し導入を進めることが求められる。一方、風力発電については“内海”であることから海岸部でのポテンシャルは低く、開発可能性はわずかに山間部に存在する程度である。

太陽光発電導入ポテンシャルマップ(土地、建物)



風力発電導入ポテンシャルマップ(陸上)



出典：環境省 再生可能エネルギー情報提供システム[REPOS(リーポス)]より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

四国中央市の自然資本

水資源の安定供給が課題

- 実際に四国中央市内の主要な水源である銅山川ダム群（富郷・柳瀬・新宮ダム）では、上水・工水(工業用水)併せて年に1～2回程度の割合で取水制限を行っている。
- 最近では、2021年11月下旬から2022年9月19日の全面解除まで計298日間にわたる取水制限が実施されており、産業界にも影響を及ぼした。今後発生しうる渇水に備え、地域一体となって水資源の安定供給に向けた取組を検討する必要がある。

2012年以降の銅山川ダム群の渇水状況

対象年度	取水制限回数	取水制限期間（合計）
2012年度	1回	21日間
2013年度	1回	125日間
2014年度	1回	40日間
2015年度	1回	27日間
2016年度	2回	29日間
2017年度	2回	150日間
2018年度	1回	101日間
2019年度	1回	113日間
2020年度	2回	88日間
2021年度	2回	260日間

出典：国土交通省 四国地方整備局 吉野川ダム統合管理事務所「過去の渇水状況（銅山川）」より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

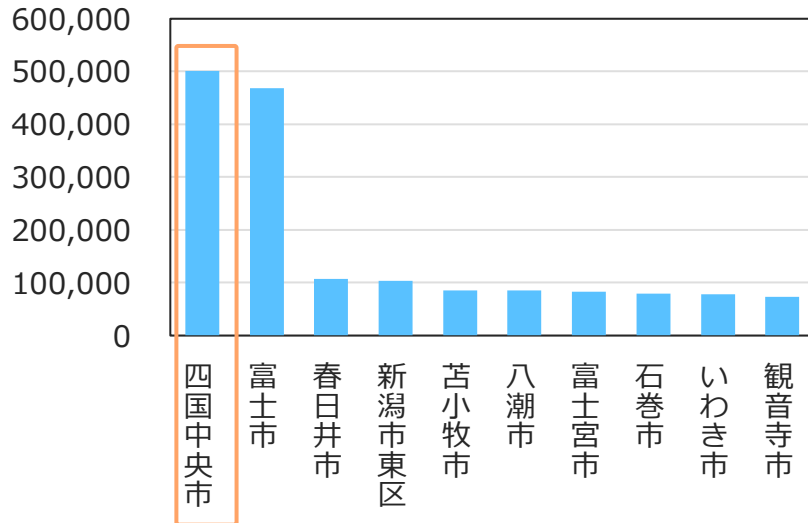
四国中央市の基幹産業

基幹産業は製紙業であり、国内有数の製紙企業の集積地である

- 市区町村別のパルプ・紙・紙加工品製造品出荷額は、**四国中央市が17年連続日本一**である。
- 次いで静岡県富士市、愛知県春日井市、新潟市東区、苫小牧市となっている。製造業における紙パルプ産業の割合は、**四国中央市は8割近く**を占め、他地域は5割未満である。
- 紙パルプ産業が盛んな3市区町村（四国中央市・富士市・春日井市）の産業別出荷額の割合を比較しても、四国中央市の紙パルプ産業の比率の高さが際立つ。

パルプ・紙・紙加工製造業 製造品出荷額

製造品出荷額等（2020年、百万円）
パルプ・紙・紙加工製造業 上位10地域



市区町村別 製造品出荷額等（百万円）

市区町村名	製造業計	紙パルプ	紙パルプ産業比率
四国中央市	635,212	500,275	78.8%
富士市	1,355,083	467,609	34.5%
春日井市	731,803	106,419	14.5%
新潟市東区	243,863	103,057	42.3%
苫小牧市	1,006,821	85,480	8.5%
八潮市	365,782	84,730	23.2%

出典：総務省・経済産業省「令和3年経済センサス - 活動調査結果」より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

四国中央市の従業員数

四国中央市において製紙業で働く人の割合は、他の地域よりもはるかに大きい

(単位：人)

	全国		四国		愛媛県		四国中央市		富士市		春日井市	
	数	割合	数	割合	数	割合	数	割合	数	割合	数	割合
製造業計	7,465,556	100.00%	213,462	100.00%	77,030	100.00%	12,849	100.00%	35,036	100.00%	23,516	100.00%
食品製造業	1,094,454	14.66%	38,993	18.27%	13,302	17.27%	679	5.28%	3,463	9.88%	2,140	9.10%
飲料・たばこ・飼料製造業	102,880	1.38%	2,029	0.95%	735	0.95%	49	0.38%	555	1.58%	99	0.42%
繊維工業	219,843	2.94%	13,471	6.31%	7,865	10.21%	465	3.62%	209	0.60%	216	0.92%
木材・木製品製造業（家具を除く）	86,067	1.15%	5,160	2.42%	1,487	1.93%	43	0.33%	503	1.44%	332	1.41%
家具・装備品製造業	86,078	1.15%	2,564	1.20%	489	0.63%	-	-	10	0.03%	293	1.25%
パルプ・紙・紙加工品製造業	179,189	2.40%	18,526	8.68%	10,462	13.58%	8,945	69.62%	9,379	26.77%	1,949	8.29%
印刷・同関連業	235,105	3.15%	6,316	2.96%	1,435	1.86%	276	2.15%	232	0.66%	890	3.78%
化学工業	377,971	5.06%	13,664	6.40%	3,644	4.73%	68	0.53%	3,130	8.93%	429	1.82%
石油製品・石炭製品製造業	28,027	0.38%	1,713	0.80%	679	0.88%	-	-	32	0.09%	30	0.13%
プラスチック製品製造業（別掲を除く）	440,660	5.90%	10,625	4.98%	3,643	4.73%	1,145	8.91%	2,018	5.76%	1,744	7.42%
ゴム製品製造業	111,724	1.50%	1,368	0.64%	415	0.54%	10	0.08%	158	0.45%	249	1.06%
なめし革・同製品・毛皮製造業	16,903	0.23%	614	0.29%	50	0.06%	50	0.39%	-	-	22	0.09%
窯業・土石製品製造業	232,706	3.12%	7,352	3.44%	1,978	2.57%	78	0.61%	302	0.86%	654	2.78%
鉄鋼業	218,553	2.93%	3,847	1.80%	1,442	1.87%	-	-	501	1.43%	41	0.17%
非鉄金属製造業	141,077	1.89%	2,901	1.36%	1,629	2.11%	-	-	30	0.09%	242	1.03%
金属製品製造業	582,642	7.80%	14,050	6.58%	3,385	4.39%	136	1.06%	1,713	4.89%	2,847	12.11%
はん用機械器具製造業	318,401	4.26%	10,865	5.09%	4,501	5.84%	56	0.44%	2,030	5.79%	1,573	6.69%
生産用機械器具製造業	606,843	8.13%	15,909	7.45%	7,054	9.16%	745	5.80%	2,337	6.67%	2,322	9.87%
業務用機械器具製造業	209,694	2.81%	1,225	0.57%	278	0.36%	-	-	516	1.47%	746	3.17%
電子部品・デバイス・電子回路製造業	412,146	5.52%	14,354	6.72%	2,273	2.95%	-	-	387	1.10%	593	2.52%
電気機械器具製造業	480,830	6.44%	11,862	5.56%	3,474	4.51%	37	0.29%	886	2.53%	4,980	21.18%
情報通信機械器具製造業	112,986	1.51%	82	0.04%	18	0.02%	-	-	9	0.03%	110	0.47%
輸送用機械器具製造業	1,017,610	13.63%	11,925	5.59%	5,941	7.71%	4	0.03%	6,192	17.67%	820	3.49%
その他の製造業	153,167	2.05%	4,047	1.90%	851	1.10%	63	0.49%	444	1.27%	195	0.83%

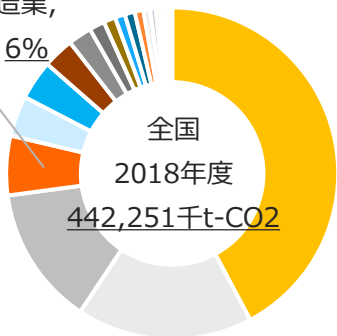
出典：総務省・経済産業省「令和3年経済センサス - 活動調査結果」より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

四国中央市の温室効果ガスの排出状況

多排出産業の一つである紙パルプ産業が四国中央市のCO2排出量の多くを占める

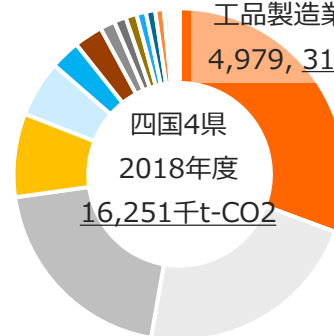
製造業における産業別CO2排出量（2018年度、千t-CO2）

パルプ・紙・紙
加工品製造業,
25,624, 6%



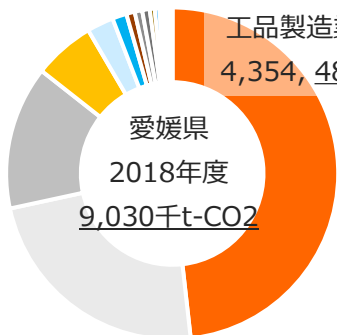
- 鉄鋼業
- 化学工業
- 窯業・土石製品製造業
- パルプ・紙・紙加工品製造業
- 輸送用機械器具製造業
- 電子部品・デバイス・電子回路製造業
- 食料品製造業
- 非鉄金属製造業
- プラスチック製品製造業（別掲を除く）

パルプ・紙・紙加
工品製造業,
4,979, 31%



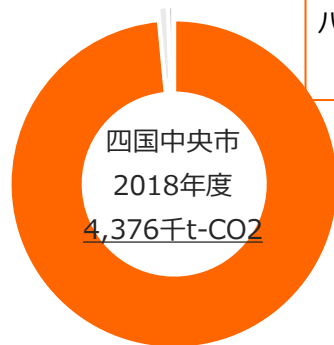
- パルプ・紙・紙加工品製造業
- 窯業・土石製品製造業
- 化学工業
- 繊維工業
- 非鉄金属製造業
- 電子部品・デバイス・電子回路製造業
- 鉄鋼業
- 食料品製造業

パルプ・紙・紙加
工品製造業,
4,354, 48%



- パルプ・紙・紙加工品製造業
- 化学工業
- 繊維工業
- 非鉄金属製造業
- 電子部品・デバイス・電子回路製造業

パルプ・紙・紙加工品製造業,
4,311, 99%



四国中央市CO2排出量
≒同市紙パルプ産業の排出
≒愛媛県の排出量の半分
≒四国4県の排出量の1/4

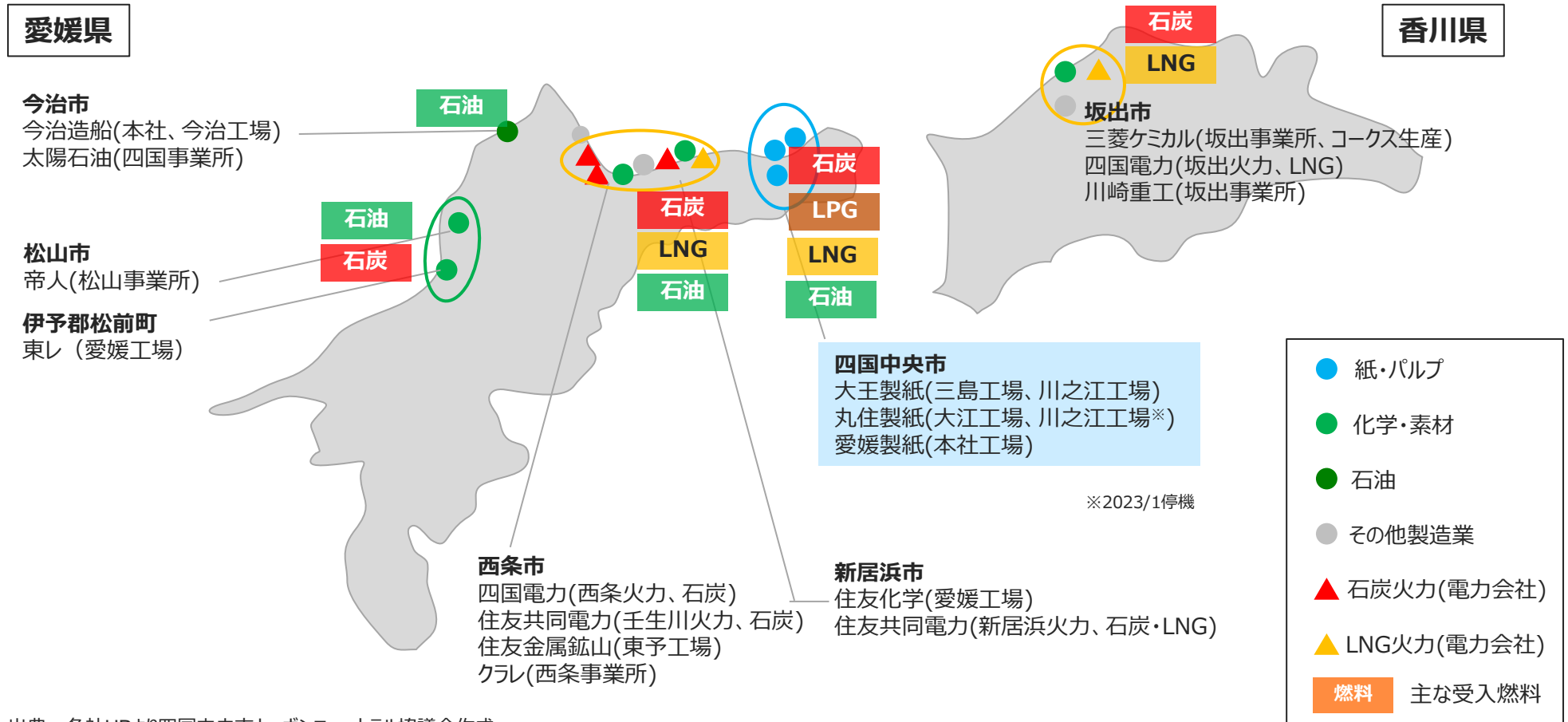
出典：環境省「自治体排出量カルテ」より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

（なお自治体排出量カルテは、都道府県別エネルギー消費統計等をベースとした全市区町村別の現況推計の排出量を足し上げた値であり、我が国の温室効果ガス排出インベントリに記載される排出量に必ずしも一致しない）

四国瀬戸内側での位置付け

四国瀬戸内側の主な工場・発電所の立地状況

- 四国瀬戸内側エリアの中でも、紙・パルプは四国中央市に集積。一方で、化学・素材といった他業種のエネルギー需要家や、火力発電所(石炭・LNG)も瀬戸内海側に連続して立地し、複数のエリアで**同時多発的**にトランジションの動きがある。



出典：各社HPより四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

近隣地域のCNPについて～新居浜港①～

企業が保有する専用岸壁の周辺に産業が集積し、石炭やLNGの取り扱いが多い

- 新居浜港は非鉄金属や化学工業などが各企業の専用岸壁を利用する形でコンビナートを形成。足下では2022年3月に世界最大級のLNGタンク（23万kl）が操業。またLNGを主燃料とする発電所が2022年度中に運転開始。
- 石炭は年間200万トン輸入、160万トンの移出も含めて港湾全体における取り扱い貨物量の3割を占める。
- アンモニアは化学工場に1.5万トンタンクが2基あり、水素に関しては製造工場を保有している他、副生水素も工場内で使用。



出典：新居浜港WG「新居浜港におけるCNP形成に向けた検討の方向性（案）」より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

近隣地域のCNPについて～新居浜港②～

CNP推進協議会が設置され、WGを通じて新エネルギーの需要ポテンシャル等を議論予定

- 新居浜港におけるCNPの具体的な検討は2021年12月から実施され、足下では四国の港湾において初となるCNP推進協議会も立ち上がり、複数のワーキンググループ（ターミナルWG、臨海部WG）にて新エネルギーの需要ポテンシャル等の議論を実施。
- エネルギー輸送に関しては今後新居浜港のみならず、他地域との兼ね合い（輸送ルート・エネルギー需要量等）についても議論が進められる見通し。

新居浜港におけるCNP検討の経緯

事務局	新居浜市
主な構成員	学識経験者：愛媛大学等 港湾関係団体：住友金属鉱山、住友化学、住友重機械工業、新居浜LNG等 行政機関：四国地方整備局、愛媛県等
検討の状況	2021.07 「四国におけるCNP形成に向けた勉強会」開催→新居浜港WGを設置 2021.12 第1回WG実施 2022.02 第2回WG実施 2022.04 第3回WG実施、中間取りまとめ（新エネルギーの需要算出等） 2022.06 第1回新居浜港CNP推進協議会 2022.11 第2回新居浜港CNP推進協議会

今後のCNP推進協議会における検討の方向性（事務局作成）

(1) LNGへの燃料転換による低炭素化の推進
(2) 水素・燃料アンモニア等の利用拡大と受入環境整備に関する検討：住友化学においてグリーンアンモニア導入に関する検討を実施
(3) 火力発電所等における低炭素化の取組推進：住友共同火力におけるバイオマス混焼や水素発電出力増等の対応
(4) 船舶における低炭素化
(5) 荷役機械、トラック等における低炭素化：新居浜市で二次電池用の原材料を生産。HVやPHVなどの導入を検討
(6) 水素STに関する検討
(7) 陸上電源の導入に関する検討
(8) 港湾工事の脱炭素化等に係る検討

出典：新居浜港WG「新居浜港におけるCNP形成に向けた検討の方向性（案）」および新居浜市HPより四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

四国中央市の主要なアセット

四国中央市には製紙産業に關係するアセットだけでなく、港湾やゴミ処理・下水処理施設がある



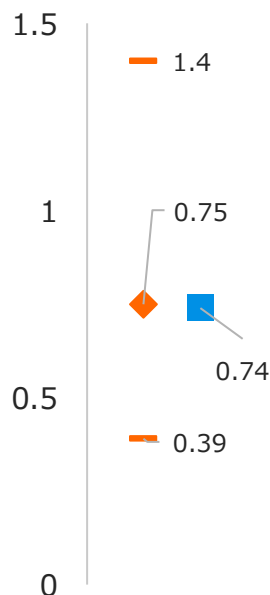
社名	自家発電（ボイラー・タービン） （名称（燃料）/蒸発量/稼働開始年）
大王製紙	11号（石炭、スラッジ）/60t/h/1972年 15号（石炭、スラッジ）/110t/h/1973年 17号（黒液）/258t/h/1985年 18号（石炭）/390t/h/1986年 19号（石炭）/390t/h/1989年 20号（石炭、スラッジ）/60t/h/1989年 21号（黒液）/260t/h/1993年 22号（石炭）/400t/h/2001年 23号（バイオマス）/100t/h/2004年 24号（黒液）/248t/h/2020年
丸住製紙	4号（石炭）/225t/h/1996年※ 4号（スラッジ）/32t/h/1988年 5号（石炭）/210t/h/1988年 6号（スラッジ）/58t/h/2000年 7号（石炭）/210t/h/2000年 8号（黒液）/206t/h/2007年 9号（石炭）/118t/h/2016年
愛媛製紙	1号（石炭・重油）/100t/h/1986年 5号（バイオマス）/77t/h/2021年

出典：各社提供資料、公表情報及び国土交通省国土地理院地図(電子国土Web)より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

四国中央市の財政状況

製紙業に支えられ比較的財政力に恵まれている一方、外的要因を受けやすい側面も持つ

財政力指数 0.74
(令和2年度決算基準)



類似団体内順位	全国平均	愛媛県平均
39/82	0.51	0.43

- 活発な地場産業に支えられ比較的財政力に恵まれている
- 類似団体平均とほぼ同水準で、全国平均や愛媛県平均より依然上回っている
- しかし、産業構造が「紙」に特化した単一構造のため、原油高や円安と言った外的要因を受けやすく脆さも併せ持っている

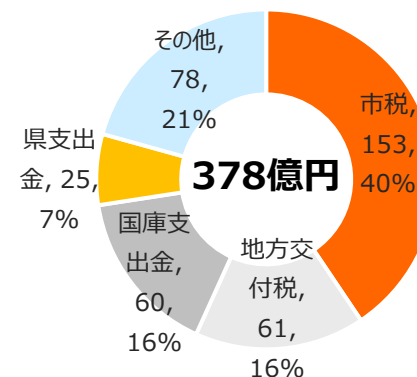
※財政力指数：地方公共団体の財政力を示す指数（基準財政収入額を基準財政需要額で除して得た数値の過去3年間の平均値）指数が高いほど、財源に余裕があるといえる

※「類似団体内順位」は、同じ市町村類型に属する市の中での、四国中央市の順位（四国中央市は令和2年度の市町村類型では「Ⅱ-2」に区分）

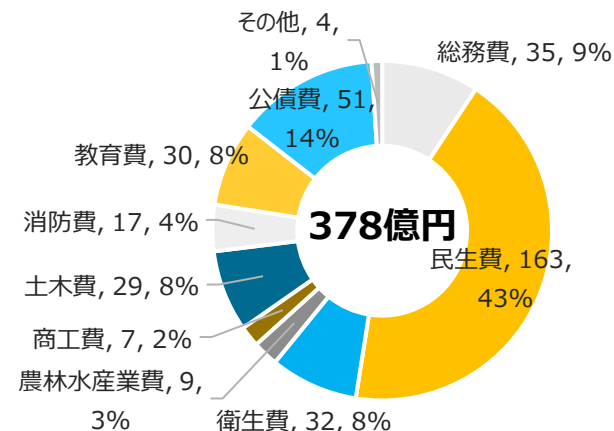
※グラフ上の「—」は類似団体内の最大値または最小値、◆は類似団体内平均値、■は四国中央市

令和4年度当初予算（歳入・歳出）

一般会計歳入予算額(単位：億円、%)



一般会計款別歳出予算額(単位：億円、%)



出典：令和2年度財政状況資料集（四国中央市財務課）、「令和4年度当初予算大綱」（四国中央市）より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

行政の動き

カーボンニュートラルに向けた取組（補助金等）や体制整備が進められている

- 本協議会のオブザーバーとして参加している愛媛県、四国中央市においてもカーボンニュートラルに向けた取組は実施されており、内部の体制を整えるとともに、補助金やセミナーでの啓蒙活動などを行い、地域ぐるみでのカーボンニュートラル実現を目指している。

足下の取組

--愛媛県温室効果ガス削減目標（基準年2013年）--

	目標年	削減目標
長期目標	2050年 (R32)	温室効果ガス排出実質ゼロの「脱炭素社会」
中期目標	2030年度 (R12)	2013年度比(H25)温室効果ガス排出量▲27%

※国の地球温暖化対策計画の改定(国の削減目標△26%→△46%)や地域の実情を踏まえ、令和5年度に中期目標の改定予定。

--四国中央市における今後の展開（予定）--

本市の地理的特性を踏まえた最適な取組の検討

- 「ゼロカーボンシティ宣言」の表明予定。
- 「脱炭素先行地域」への採択を見据えた取組推進。

先代たちから受継いだ「日本一の紙のまち」を持続可能なエコな街として次の世代に託すために全庁体制で、地域ぐるみで、取組を推進したい。

愛媛県

- 「環境先進県えひめ」の実現を目指し、CO2排出量の推定や地球温暖化対策実行計画の策定/改訂を実施
- 2022年度は「中小企業温暖化対策支援事業」におけるセミナーや個別相談の実施による中小企業の脱炭素に向けた取組を支援しているほか、「再生可能エネルギー及び水素エネルギー導入可能性調査事業」、「電動車導入加速化事業」等の補助金による支援を実施
- 令和4年11月、「県地球温暖化対策推進本部」を新たに設置し、県の温室効果ガス排出削減中期目標を国と同率の46%に暫定的に引き上げ、脱炭素化の取組みの加速化を図っている

四国中央市

- 2022年度、カーボンニュートラルやDX等を進めていく旗振り役として「みらい創造室」を設置
- また脱炭素推進プロジェクト会議を設置し、産業部門・民生部門それぞれを全庁体制で行うことを決定
- 足下ペーパーファイルの導入や公用車のEV化といった行政の脱炭素化を行うとともに、2022年度温暖化対策実行計画を策定し、市としてゼロカーボンシティ宣言を表明することを想定
- 今後についても地域ぐるみでの取組・施策を行う予定

出典：第4回四国中央市カーボンニュートラル協議会(2022年9月7日)愛媛県・四国中央市 講演資料より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

地域金融機関の動き

地域に根差す金融機関によるカーボンニュートラル実現に向けた民間企業支援

- 本協議会のオブザーバーとして参加している伊予銀行・愛媛銀行においても、地域企業・地域がカーボンニュートラルを実現するために、融資だけでなく、CO2排出の“見える化”等、包括的な支援を実施している。

地域金融機関の取組

伊予銀行

- TCFD宣言するとともに内部にサステナビリティ委員会を設置し体制を整備。実務部隊としてカーボンニュートラル対応支援チームを設置し、地域のカーボンニュートラルに向けた取組をサポートしている
- サステナブルファイナンスのみならず、CO2排出算定サービス、いざぎんSDGs診断サービス、SDGsカードゲーム、森林を育てる活動等を通じてSDGsやカーボンニュートラル実現に向けた門戸の広い取組を実施している
- カーボンニュートラル実現に向け企業の“知る”から実際に“減らす”までのステップを包括的に支援する

①取組みの動機付け
(知る)

②排出量の算定
(測る)

③削減目標・計画の策定
(減らす)

④脱炭素投資の実施
(減らす)

愛媛銀行

- TCFDをはじめとする外部イニシアティブへ署名・賛同しつつ、SDGs経営立ち上げ支援サービス、CO2排出量の見える化サービスの取り扱い（右図）、環境金融の拡大に向けた利子補給事業、SDGsローンなど幅広い取組を実施
- また自行西条支店の建て替えにあたってはZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビルディング）を導入する等、行政（西条市）が推進する「SDGs未来都市計画」への貢献を図るなど金融機関ができるカーボンニュートラルへの取組も進めるとともに、自治体とセミナーを開催する等地域社会に貢献する取組を進めている

CO2排出量の見える化サービスの取り扱い

- 法人向けにCO2排出量の見える化ツールを提供
- 3社と外部提携（e-dash、ゼロボード、アスエネ）
- お客さまの脱炭素経営の第一歩を後押し

出典：第4回四国中央市カーボンニュートラル協議会（2022年9月7日）伊予銀行・愛媛銀行 講演資料より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

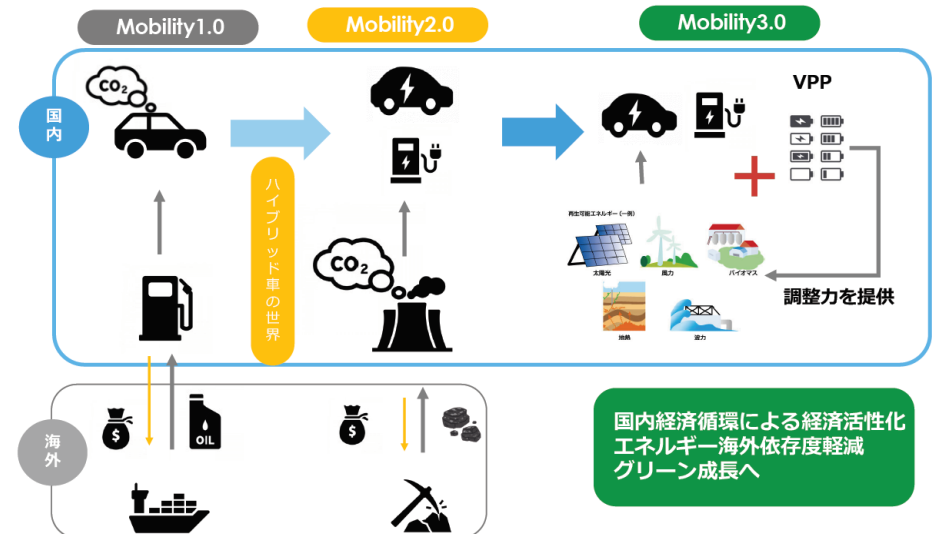
地域企業の動き

大豊産業×REXEV 四国地域でのEVシェアリング事業の普及へ

- 大豊産業（株）（香川県高松市本社）は、スタートアップ企業のREXEV（東京都千代田区本社）とフランチャイズ契約を締結し、四国における電気自動車（EV）等の**シェアリング事業**を開始。ガソリン車からEVへの切り替えを促進し、脱炭素社会実現に貢献する取組が四国でも進みつつある
- 少子高齢化が進む四国において、地域住民、地域企業、行政の**資産を有効活用**するとともに、**再エネ電源の調整弁（VPP）**・**災害時の緊急電源（BCP対策）**としての応用も期待



脱炭素化を目指す、EV普及のあるべき姿



BCP対策（自治体と連携して防災対策強化）

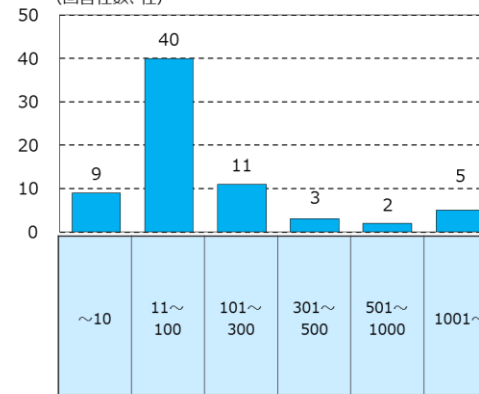
出典：第5回四国中央市カーボンニュートラル協議会（2022年12月5日）大豊産業・REXEV講演資料より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

四国中央市における紙・パルプ企業の意識・課題（アンケート結果）

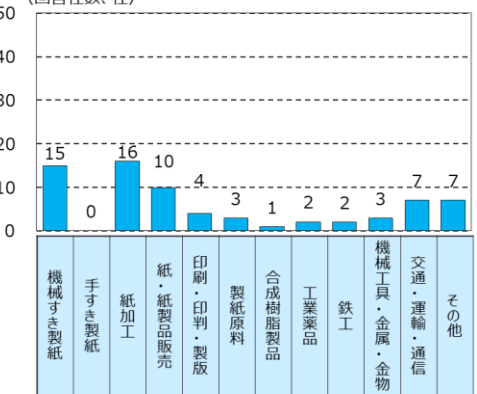
地元企業はカーボンニュートラルに取り組む必要性を感じている

- 本協議会では地元の企業に対してカーボンニュートラル実現に関するアンケートを実施。
- 四国中央紙産業振興協議会の構成企業481社に回答用紙を郵送し、**70社**より回答あり（回答率：14.6%）。
- 様々な企業規模の会社から回答が集まったが、中でも**従業員数100人以下**の企業が**7割**を占めた。
- 製紙、紙加工関連企業を中心に、各業界の企業から回答が集まった。

従業員数別回答社数



業種別回答社数

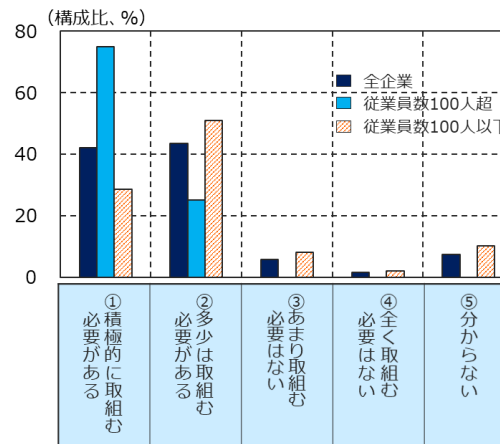


(備考) 複数回答の場合、四国中央紙産業振興協議会における登録業種にて集計

カーボンニュートラルに関する取組の意識、取組む必要がないと感じる理由

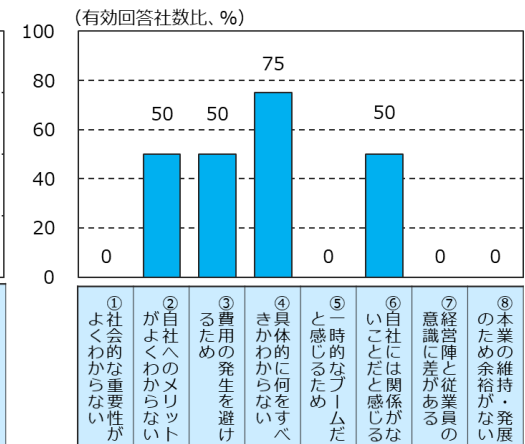
- 対象企業に対して、カーボンニュートラルに関する取組の意識・方針についての質問をしたところ、多くの企業が、取組む必要性を感じていることが判明した。
- 一方で、**中小企業**の中には取組む必要がないと感じている企業もあり、その理由としては「何をすべきか分からない」、「**自社には関係がない**」といった意見のほか、**費用面の懸念**などが挙げられた。

CNに関する取組の意識・方針



(備考) 有効回答社数：69社、うち従業員数100人以下：49社

取組む必要がないと感じる理由



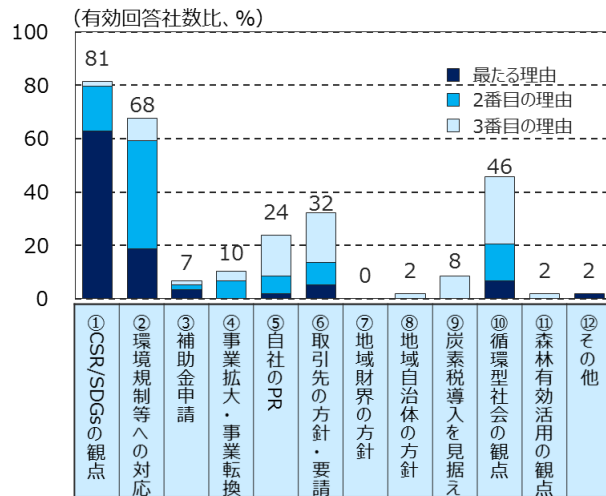
(備考) 有効回答社数：4社、3つまでの複数回答

四国中央市における紙・パルプ企業の意識・課題（アンケート結果）

CSR/SDGsの観点で必要性は認識するも、実現に向けては資金や情報などの支援が必要

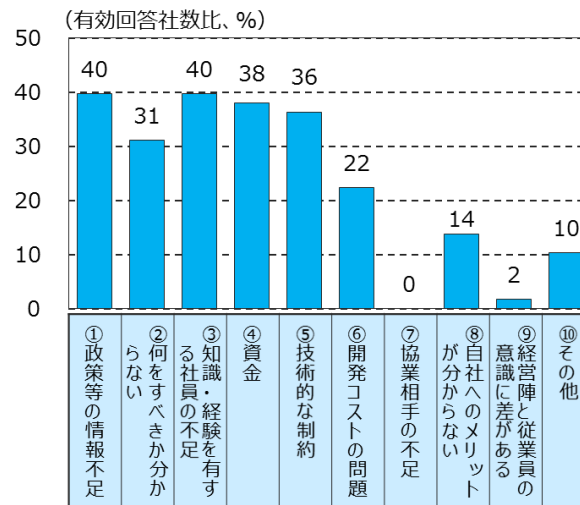
- カーボンニュートラルの取組を進める必要があると考える理由として、多くの企業がCSR/SDGsの観点を最たるものとして挙げたが、その他にも環境規制対応、循環型社会の観点や、取引先からの要請、自社のPRなども意識されている。
- カーボンニュートラルの取組を進める上での課題としては、技術や資金面に加え、情報不足や知識・経験を有する社員の不足など、ソフト面も上位に挙げた。
- カーボンニュートラル実現に向けては、公的資金・補助金の拡充が必要との意見が多数。また、設備の共同利用や啓蒙・教育活動に加え、その他の回答として取組事例等の情報共有、経済性を踏まえた適用可能な基礎技術などが挙げられた。

取組を進める必要があると考えた理由



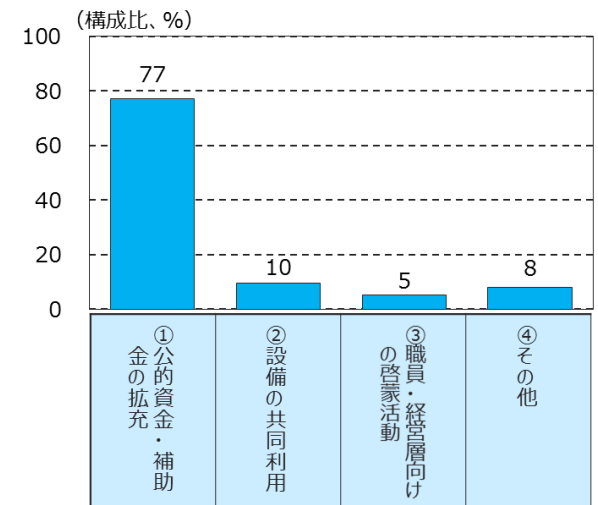
(備考) 有効回答社数：59社、最たる理由から順に3つまでの複数回答

CNに向けた取組を進める上での課題



(備考) 有効回答社数：58社、3つまでの複数回答

CN実現にあたりあると望ましいもの



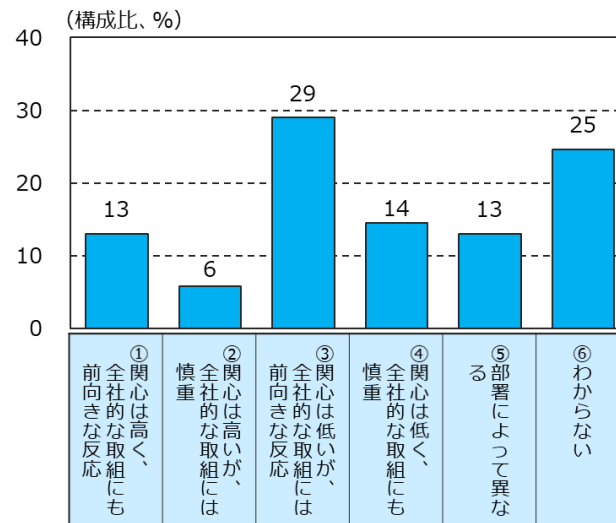
(備考) 有効回答社数：57社、複数回答は1回答あたり0.5票として集計

四国中央市における紙・パルプ企業の意識・課題（アンケート結果）

従業員の意識・関心を高めるため、啓蒙活動を進めるなどの工夫が求められる

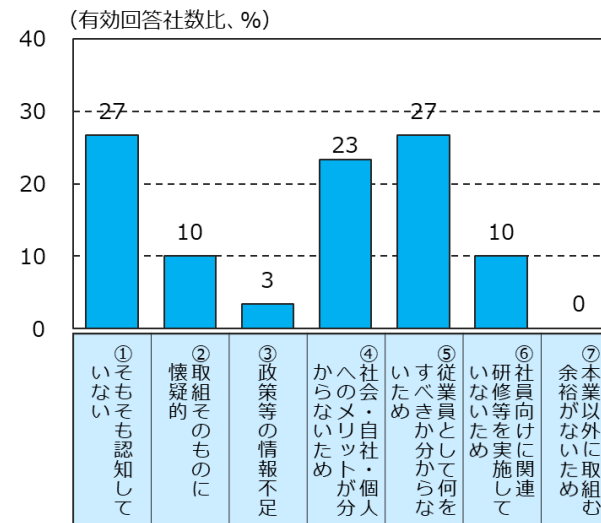
- カーボンニュートラルに関する従業員の関心については、現時点で従業員の関心が高いと考える企業は2割弱にとどまる。ただし、関心は低いものの仮に全社的にカーボンニュートラルに向けて取組むとなれば前向きな反応を示すとの回答が最多。また、従業員の意識・関心はわからないとの回答も一定数を占めた。
- 従業員の意識が低い背景として、カーボンニュートラルそのものや、取組によるメリット・具体的な行動などに関する**認識・知識不足**が挙げられる。

CNに対する従業員の意識・関心



(備考) 有効回答社数：69社

従業員の意識・関心が低い背景



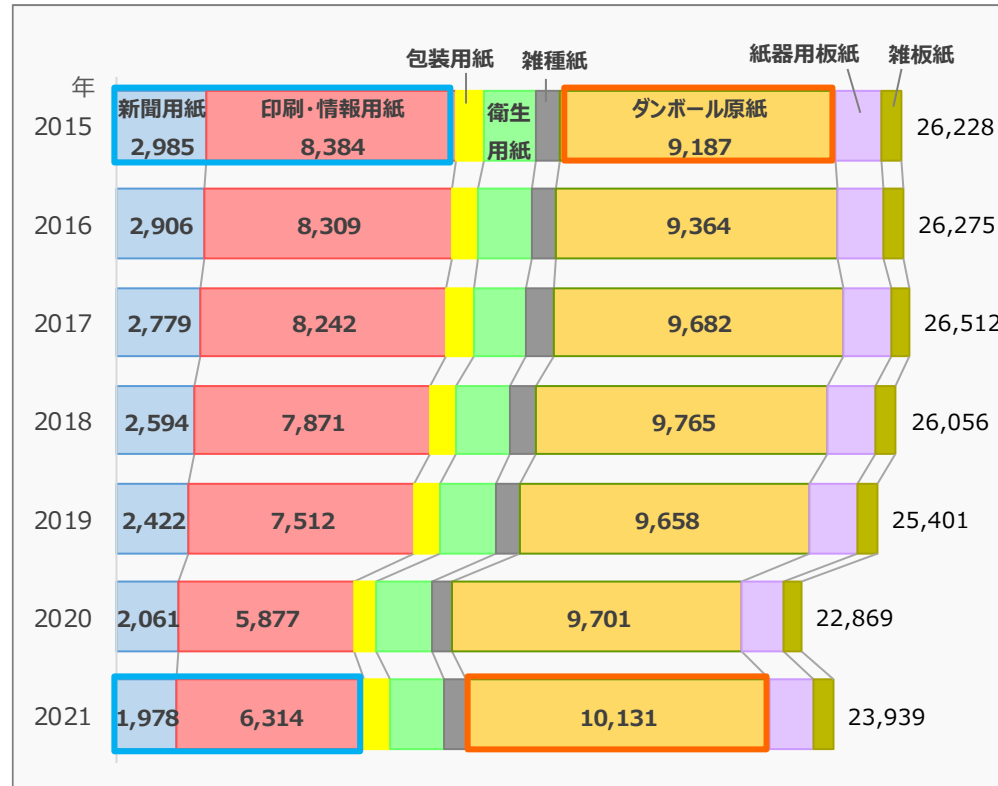
(備考) 有効回答社数：30社

製紙業界の特徴（1） | 生産量の推移および紙の種類

製紙業界の生産量は減少傾向で、生産量の内訳も変化しつつある

- 業界全体のトレンドとしてデジタル化の影響等で**新聞用紙**や**印刷・情報用紙**の生産量が**減少傾向**。一方でECの発達により、**段ボール原紙**の生産量は**増加傾向**。

紙・板紙生産量
(千トン)



紙・板紙の主な
種類と用途

紙・板紙			
情報	包装	衛生	その他
新聞用 ・新聞用紙	袋・包み袋用 ・両更クラフト紙 ・純白ロール紙 など	衛生用 ・トイレトペーパー ・ティッシュペーパー ・タオル用紙 など	工業用 ・壁紙 ・積層板 ・食器容器 ・電気絶縁紙 ・グラシン紙 ・ラisperーパー ・建材原紙 ・ワンプ など
情報用 ・情報用紙	段ボール用 ・外装用クラフトライナー ・内装用ライナー ・中芯原紙 など		
印刷用 ・上級印刷紙 ・薄葉印刷紙 ・特殊印刷紙 ・中級印刷紙 ・下級印刷紙 ・アート紙 ・その他塗工紙 ・微塗工上質紙 など	紙器用 ・白ボール ・マニラボール ・黄板紙 ・色板紙 など		家庭用 ・書道用 など

出典：経済産業省「生産動態統計」より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

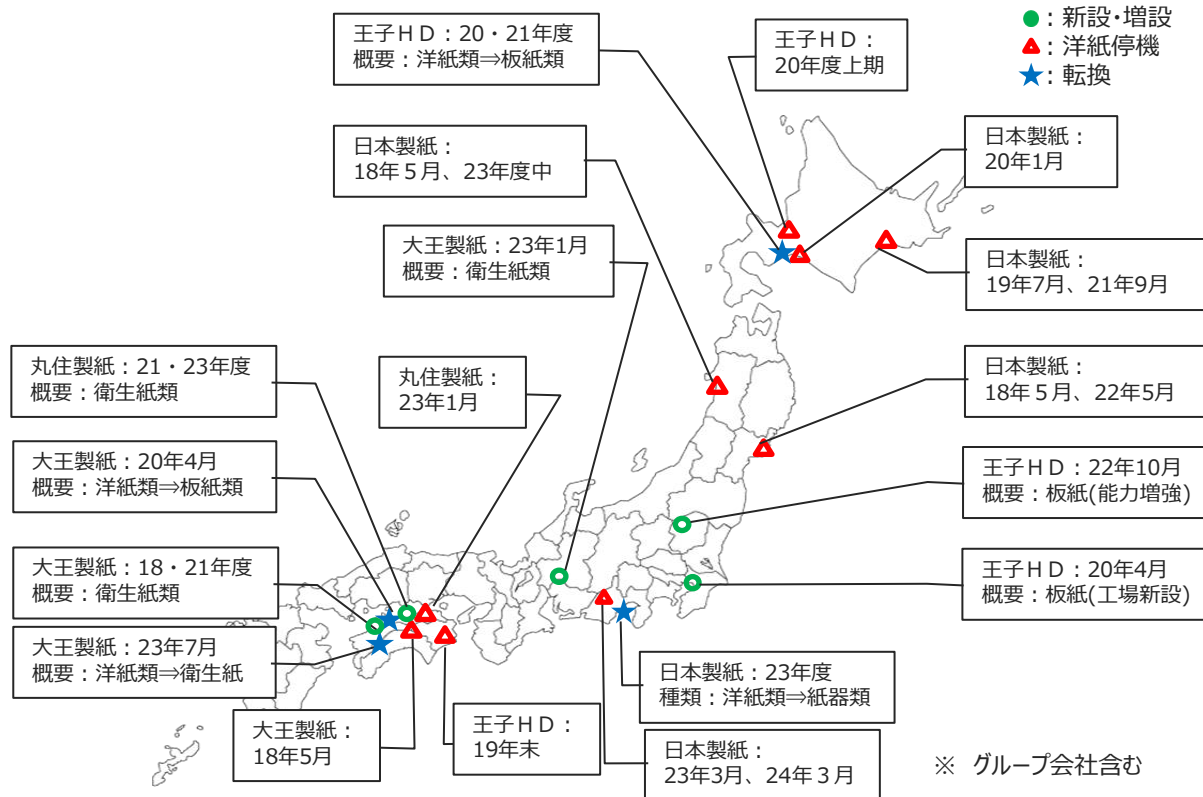
出典：経済産業省『「トランジション・ファイナンス」に関する紙・パルプ分野における技術ロードマップ(案)』(2022年2月)

製紙業界の特徴（1） | 設備の稼働状況と各企業の対応

近年、洋紙類の生産能力を縮小し、板紙類の生産能力を増強する動きが見られる

- 2018年以降、各社において洋紙製造向け機械を停機（工場の閉鎖も含む）、および改造する動きが見られる。
- 今後の市場動向を鑑みて、板紙・衛生用紙(家庭用紙)向けの製造設備や工場の増設・新設の流れが加速している。

設備停止/生産品種転換



左図記載の4社による取組の生産への影響

種類	影響	単位
洋紙類	約▲1,400	千t/年
板紙 (原紙)	約600	千t/年
衛生紙類	約145	千t/年
板紙 (段ボール)	約3,100	万㎡/年

※ グループ会社含む

※ 単位の都合上、「板紙(段ボール)」は別で計上

出典：各社HP・プレスリリースより四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

製紙業界の特徴（1） | 用紙別の今後の展望

市況および生産工程の違いから用紙別で今後の生産動向の展望が分かれる見通し

- 市場動向およびカーボンニュートラル対応の必要性が今後の企業戦略の方向性（拠点の集約・閉鎖等）に影響を与える見込み。

用紙種類	今後の需要見通し (生産量の近時の 推移から)	エネルギー多消費工程 (=今後のCN対応を見据えた検討)		増減見込みおよび要因 (足下から2,3年以内の想定)	
		乾燥： エネルギー 消費量	漂白： エネルギー 消費量		
洋紙	新聞用紙	↘	大	<減少> 新聞・出版業界の紙需要減少に加えてCN対応を見据えて、他用紙への転換が進む見込み	
	印刷・情報用紙	↘	大	大	<減少> 広告業界等の紙需要減少や企業のDX化等に加えてCN対応を見据えて、他用紙への転換へ
	衛生用紙	→			<横ばい> 生活必需品であることから、今後も一定程度の需要が見込まれる。乾燥工程ではエネルギー消費が比較的少ない
	段ボール板紙	↗	大		<微増～増加> EC需要は今後も相応に拡大することが見込まれ、生産工程においても漂白工程を経ないことでエネルギー消費量を抑えられる
	その他工業用 (紙容器用など)	↗	N.A.	N.A.	<微増～増加> 脱プラの潮流を受けて、紙容器の需要が増加することが予想される

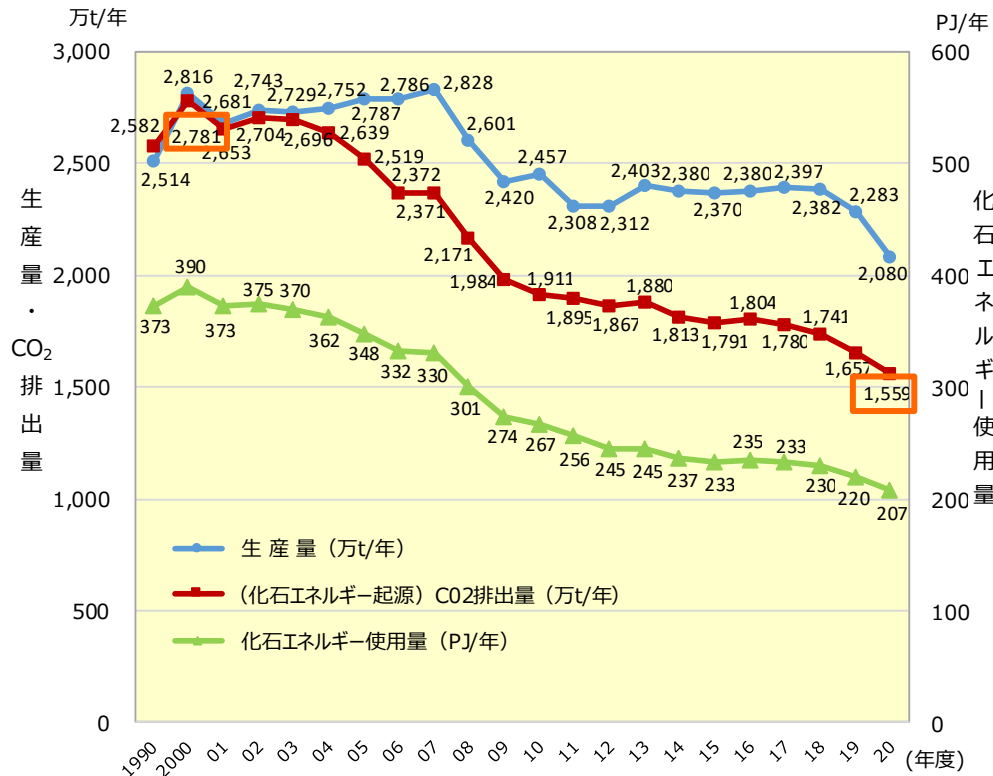
需要動向およびCNの影響から大きな流れとして「洋紙→衛生用紙/板紙」への転換が進行することが見込まれる

製紙業界の特徴（2） | カーボンニュートラルに向けた取組

CO2排出量は減少傾向にあるが、現時点でも相応の排出量

- CO2の排出量は企業・設備統合等を要因として減少傾向にある（2000年からの20年間で約1,250万t 減少）が、製紙業界が産業全体のCO2排出量のうち6%を占めるなど、足下でも**相応のCO2排出およびエネルギー消費が発生**。

生産量とCO2排出量および化石エネルギー使用量の推移



製紙業界のCO2排出要因

- 自家発石炭ボイラー
 - 他業種と比しても**自家発電の割合が高い産業**
 - 足下でも**石炭ボイラー**の比率が相応に高い
- 製造工程でのエネルギー多消費
 - 乾燥や漂白の工程でエネルギーを多消費（詳細後述）

製紙業界は**産業全体のCO2排出量のうち6%**を占める
 (→今後のカーボンニュートラル対応は喫緊の課題)



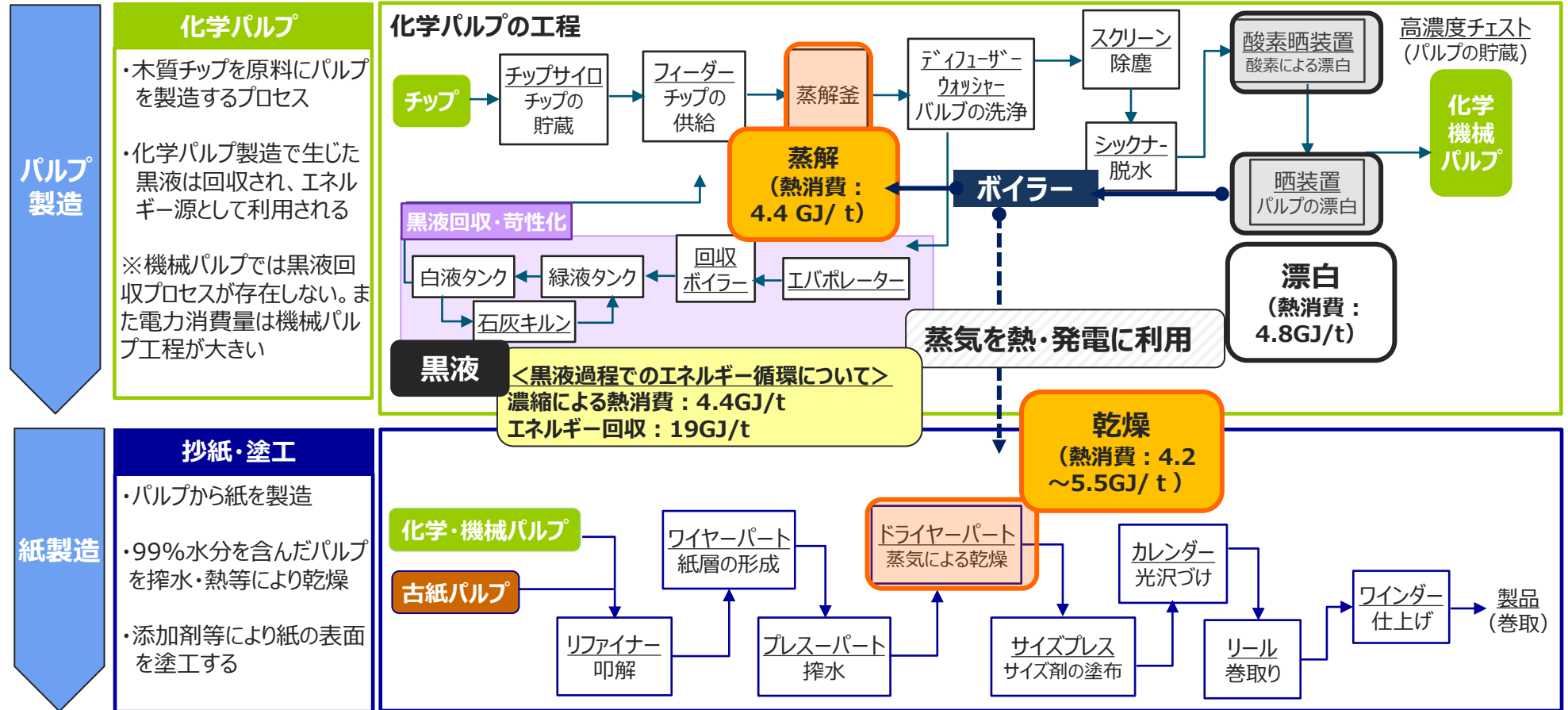
←四国中央市内の港湾部における工場群の様子

出典：日本製紙連合会HPおよび環境省「2020年度（令和2年度）温室効果ガス排出量（確報値）について」より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

製紙業における製造工程の全体図

蒸解・漂白および乾燥工程においてエネルギーを多消費

- 木質チップを薬品で溶かす**蒸解**や酸素による**漂白工程**と、水分を含んだパルプの**乾燥工程**においてエネルギーを多消費。
- パルプ製造を内製化している企業は黒液回収工程において、**消費量以上のエネルギーを得ることが可能**。

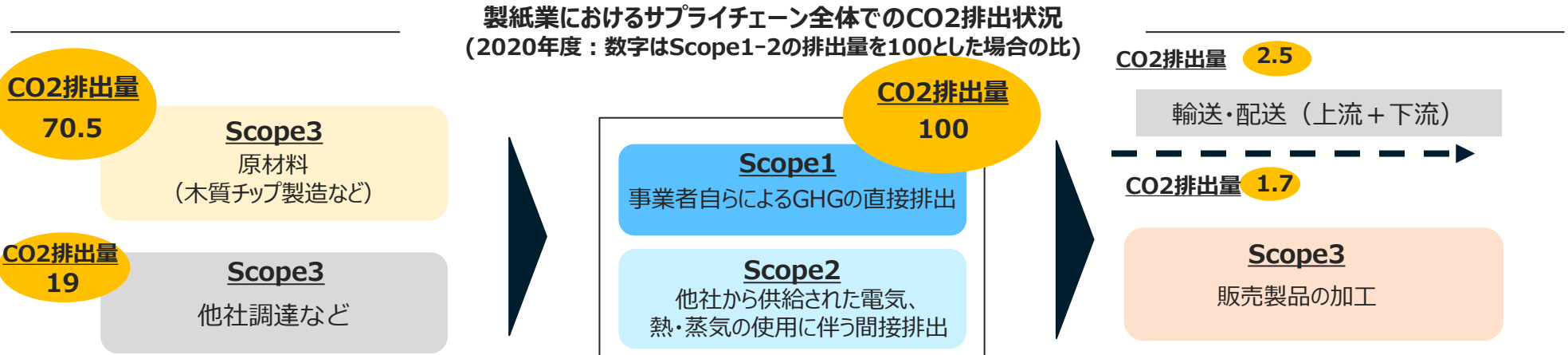


出典：経済産業省『「トランジション・ファイナンス」に関する紙・パルプ分野における技術ロードマップ（案）』（2022年2月）

製紙会社のサプライチェーン

自社によるCO2排出量も相応だが、原材料調達においても一定規模のCO2を排出

- 紙・パルプのサプライチェーンにおけるCO2排出状況は、自社製造工程でのエネルギー使用に伴う排出が最も多くなっている。次いで川上にあたる**原材料(木質チップ)**の製造でも相応の排出量があり、**カーボンニュートラルに向けて取組余地**がある。



参考：本協議会幹事会員2021年度排出量（四国中央市のアセットから排出される化石燃料由来のCO2）

幹事会員	Scope1	Scope 2	Scope3
大王製紙	2,957千トン	73千トン	集計中
丸住製紙	1,372千トン	2千トン	集計中
愛媛製紙	209千トン	14千トン	集計中

CN
への
打手

・森林の利活用促進（木質チップ製造の内製化など）

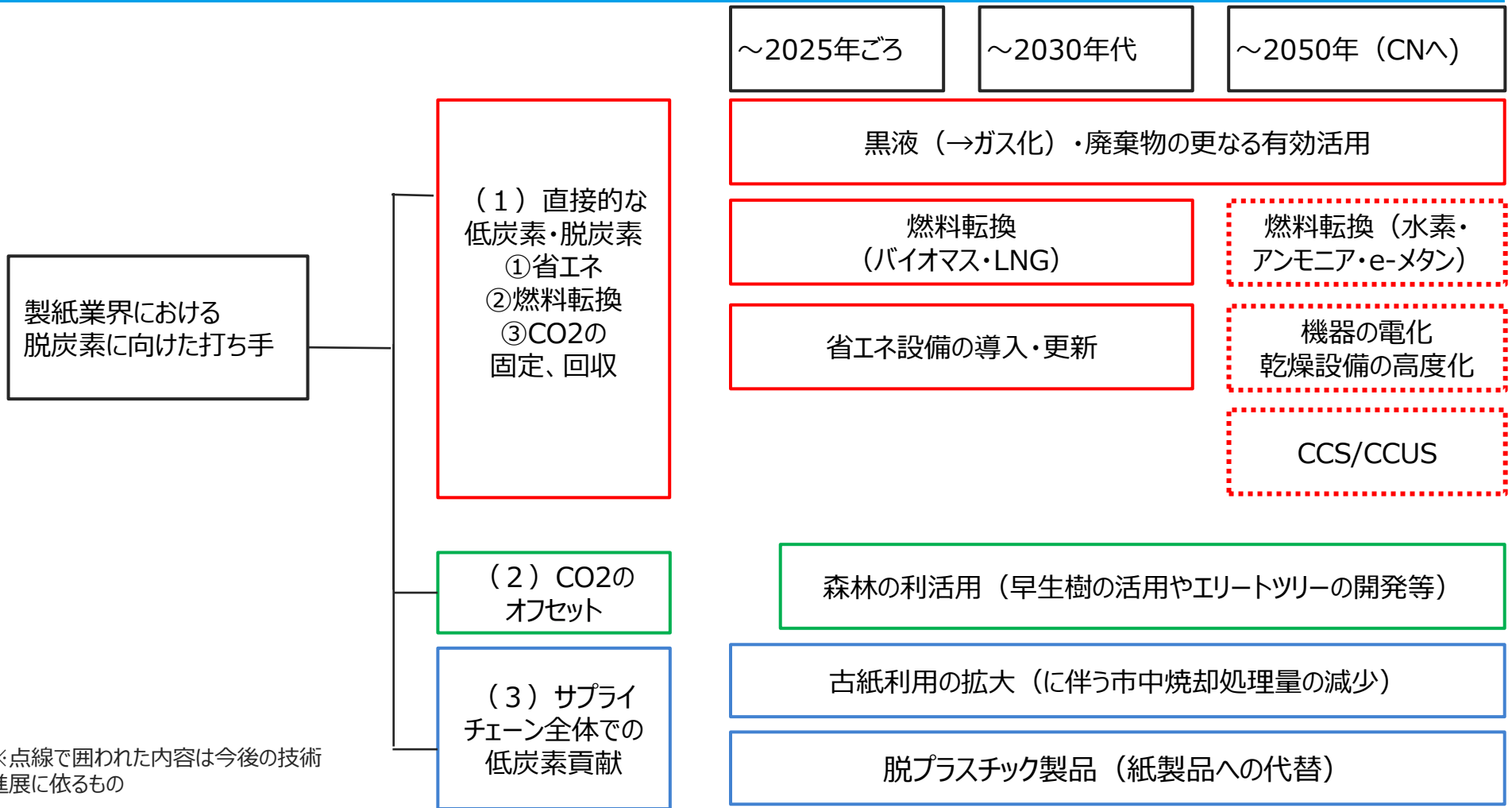
・省エネおよび高効率技術の導入
・廃棄物のさらなる有効活用
・燃料転換
・CO2の固定・回収

・古紙利用の拡大
・脱プラスチック製品

出典：各社IR資料より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

経済産業省のトランジションロードマップを基にした脱炭素に関する具体的な打ち手の整理

脱炭素に向けては大きく3つの方向性が検討される



※点線で囲われた内容は今後の技術進展に依るもの

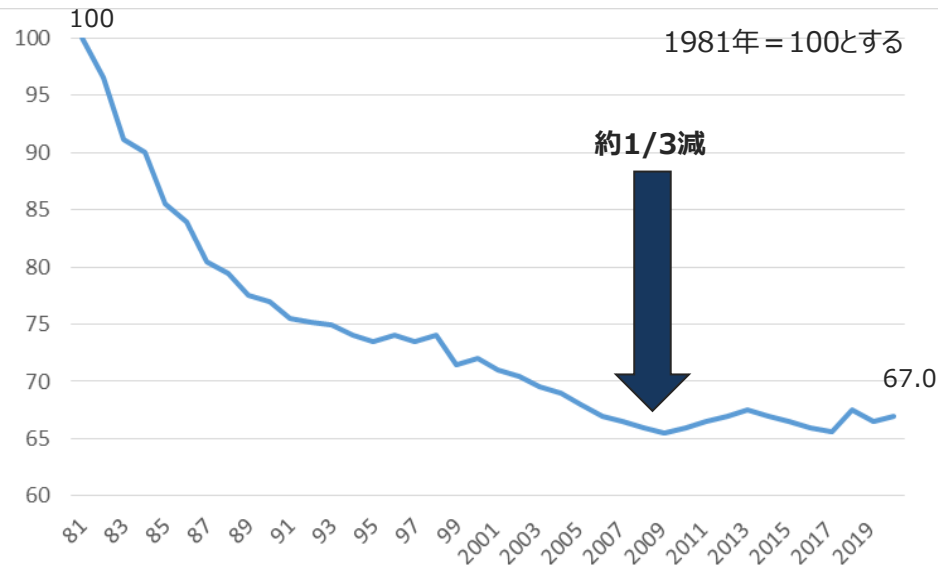
出典：経済産業省『「トランジション・ファイナンス」に関する紙・パルプ分野における技術ロードマップ（案）』（2022年2月）より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

(1) 直接的な低炭素・脱炭素①省エネ・高効率技術の導入

継続した省エネが実施され、主に製造プロセスにおいて取組が先行している

- 製紙業界では2度のオイルショック等を経て省エネ型設備の導入や操作方法の改善が進められており、この40年間で紙・板紙生産トン当たり総エネルギー原単位指数は約1/3減となっている。
- 四国中央市に立地する企業においては主に製造プロセスにおいて省エネが進められてきており、後述の燃料転換と併せて両輪で取組が進められていく方向性が考えられる。

紙・板紙生産トン当たり
総エネルギー原単位指数



本協議会幹事会員における
部門別の省エネ対策事例

部門	内容
エネルギー供給部門 (発電プロセス)	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電の導入 ・熱交換器の更新、インバータ導入
エネルギー消費部門 (製造プロセス)	<ul style="list-style-type: none"> ・操業改善による継続的な省エネ ・照明のLED化、空調機の更新 ・ドレンによる熱回収 (→再利用)
全般	<ul style="list-style-type: none"> ・温水製造設備にヒートポンプ技術の適用 ・製造工程の見直し (統合・縮小) ・省エネ船導入等による物流部門の省エネ

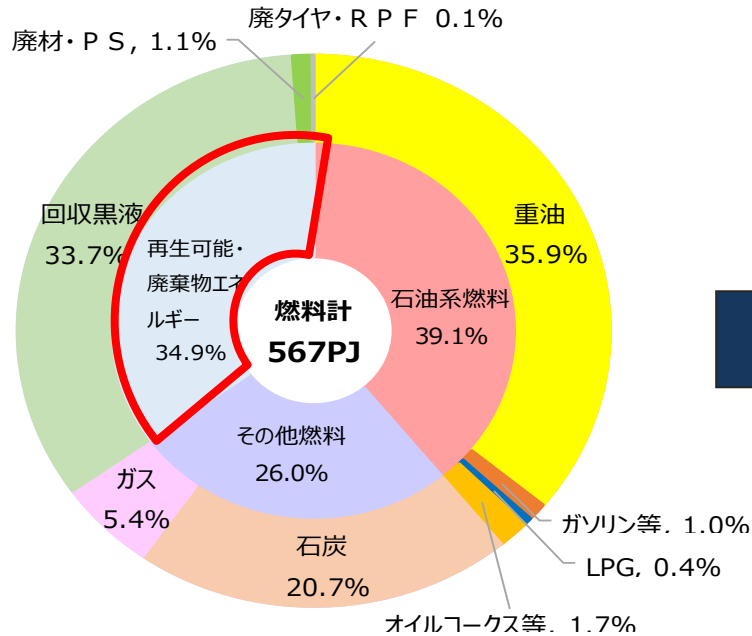
出典：経済産業省「石油等消費動態統計」より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

(1) 直接的な低炭素・脱炭素②燃料転換：これまでの製紙業のエネルギーについて

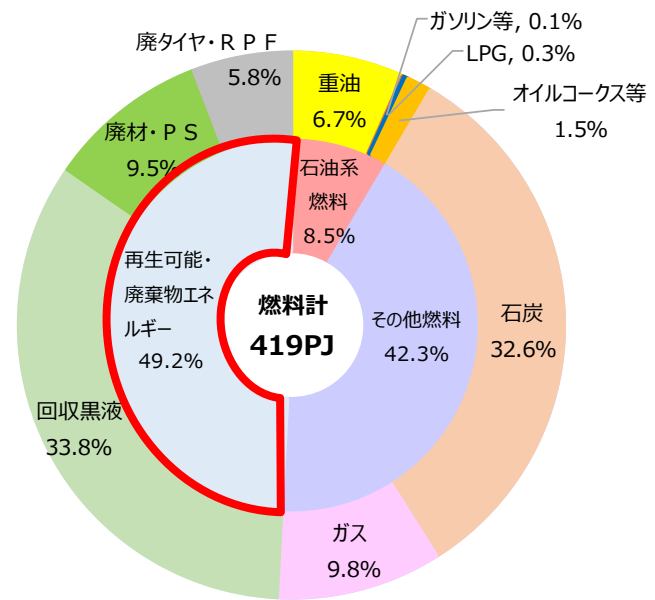
燃料は重油→石炭→バイオマス・廃棄物へと移行中

- 2000年からの20年間で最も消費割合の多い燃料が**重油**から**石炭**へと移行。
- 廃タイヤや廃材等の活用がこの20年で急拡大しており、足下では**非化石燃料**の割合が**全体の約半数**を占める。

紙パルプ産業のエネルギー構成(2000年)



紙パルプ産業のエネルギー構成(2020年)



	2000年	2020年	排出量減少要因
化石燃料起源のCO2排出量	2,781万 t	1,559万 t	<ul style="list-style-type: none"> ● 産業全体で消費する熱量の総量が減少 ● エネルギーの消費構成の変化（非化石燃料の増加）
熱量1PJあたりのCO2排出量	4.90万 t/PJ	3.72万 t/PJ	

出典：経済産業省「石油等消費動態統計年報」より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

(1) 直接的な低炭素・脱炭素②燃料転換：これから

化石燃料由来エネルギーの割合低下とバイオマス由来燃料の割合増加が見込まれる

- エネルギー消費の総量を削減する中で、化石燃料は、環境対応や価格高騰により、今後エネルギー構成に占める割合は減少する見込み。一方、非化石燃料は、**カーボンニュートラル対応**や**資源の有効利用**の観点から、今後も利用が維持増進される見込み。
- 非化石燃料のうち、黒液は、パルプの内製化を進めた場合、生成量も増加することが予想されるため、構成割合は増加する見込み。また、廃棄物についても、資源の有効利用の観点から、今後も構成割合は維持・増加する見込み。

エネルギー構成の現状と今後の見込み

		エネルギー源	単価 (22年12月)	前年同月比	発熱量	構成割合増減要因 ([今後]2030年までの見通し)
化石燃料	↓	A重油 (参考_大型)	88.1円/L	+ 5.8%	38.9MJ/L	・足下、供給不足(社会情勢)による価格高騰 ・今後、脱炭素に向けた使用量の削減
		石炭 (通関統計価格)	48.7千円/MT	+ 101.5%	26.1MJ/kg	同上
		液化天然ガス (通関統計価格)	134.9千円/MT	+ 58.8%	54.7MJ/kg	・足下、供給不足(社会情勢)と需要拡大(石炭代替)による価格高騰
非化石燃料	↓	黒液	-	-	13.6MJ/kg (絶乾重量)	・パルプ内製化を進めた場合、黒液生成量が増加 ・化石燃料の使用量減による反動増
		廃タイヤ	-	-	33.2MJ/kg	・廃棄物利用によるサーマルリサイクル ※廃棄物量の影響を受ける
		廃材 <small>※パーク・木くず等を含む</small>	-	-	17.1MJ/kg (絶乾重量)	同上

出典：【単価・前年比】石炭・液化天然ガス：財務省「貿易統計」、A重油：資源エネルギー庁「石油製品価格調査」より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

【発熱量】資源エネルギー庁「石油等消費動態統計月報(令和4年4月分)」より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

四国中央市の製紙会社による燃料転換に向けた取組

廃棄物のエネルギー利用の取組が進展

- 廃棄物の調達には、**工場内で発生するものと工場外で発生するものに大別**される。
- 廃棄物の利用に併せて、木質バイオマスによる燃料転換の取組も行われている。かかる中で製紙業界においては上流の森林の利活用に関する取組も行われている（詳細は後述）

本協議会幹事会社事例

	工場内	工場外
①RPFの燃料利用例	<ul style="list-style-type: none"> ● 古紙を溶解する機械（パルパー）から出されるパルパー粕を、自社の設備で脱水処理し、燃料(RPF)として利用 	
②黒液の燃料利用例	<ul style="list-style-type: none"> ● 木材パルプ(繊維質の紙原料)を作る工程において、木材チップを化学的に分解・分離する際に発生する蒸解液を濃縮し、燃料(黒液)として利用 	
③クラフトパルプ排水の燃料利用例	<ul style="list-style-type: none"> ● 黒液濃縮の際に発生する排水(クラフトパルプ排水)を、嫌気性処理(メタン発酵処理)し、燃料(メタンガス)として利用 	
④廃材(RPF含む)・廃タイヤの燃料利用例		<ul style="list-style-type: none"> ● 工場外で発生した、建築廃材、廃プラ、廃タイヤなどを燃料として利用

各取組のメリット・デメリット

事例	メリット	デメリット
①	<ul style="list-style-type: none"> ● 脱水設備が小規模で導入コストが小さい 	<ul style="list-style-type: none"> ● 燃料化条件が厳しく、一部しかRPFにできない
②	<ul style="list-style-type: none"> ● 量の確保が容易 ● 植物由来の廃棄物であり環境負荷が小さい 	<ul style="list-style-type: none"> ● 黒液回収のための設備投資が必要(アルカリ分による設備腐食もある)
③	<ul style="list-style-type: none"> ● 排水負荷の低減 ● CO2排出量のさらなる削減 	<ul style="list-style-type: none"> ● 嫌気性処理のための設備投資が必要
④	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域への環境貢献 ● 設備投資が不要 	<ul style="list-style-type: none"> ● 外部調達のため、供給が不安定

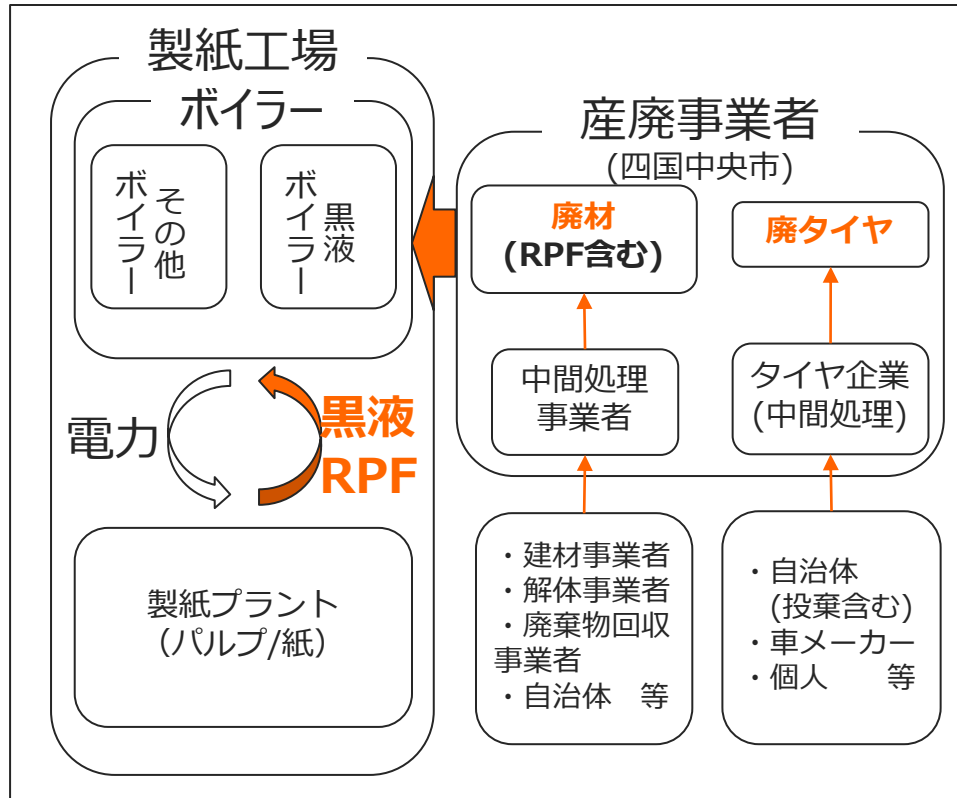
出典：公表情報など四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

【参考】製紙業界における既存資源の有効活用と今後について

廃棄物の有効利用は、燃料転換および域内の経済循環に資する

- 廃棄物の利用量を増やすことにより、化石燃料の使用量が減少し、CO2の削減に貢献する。また、地域から排出される廃棄物を活用することで、域外への資本流出を抑制し、域内の経済循環に資する。
- すでに活用されている廃棄物については、今後の利用量の維持増進に向けて、産官連携や共同調達の可能性を探ることが必要。

廃棄物の利用フローおよび活用課題と今後の展望



出典：公表情報などより四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

種類	活用課題	今後の展望
黒液	① 木材パルプの自社生産が前提 ② 設備コストが大きい	① 木材パルプの国産化 ⇒チップの共同調達 ② 設備の共同保有の可能性を探る
廃材/ RPF	① 調達量が不安定	① 産官連携や共同調達の可能性を探る
廃タイヤ	① 調達量が不安定 ② 供給量の限界 ③ 使用可能量の限界	① 産官連携や共同調達の可能性を探る ② 廃タイヤ処理過程の改良 ③ 燃焼技術の向上

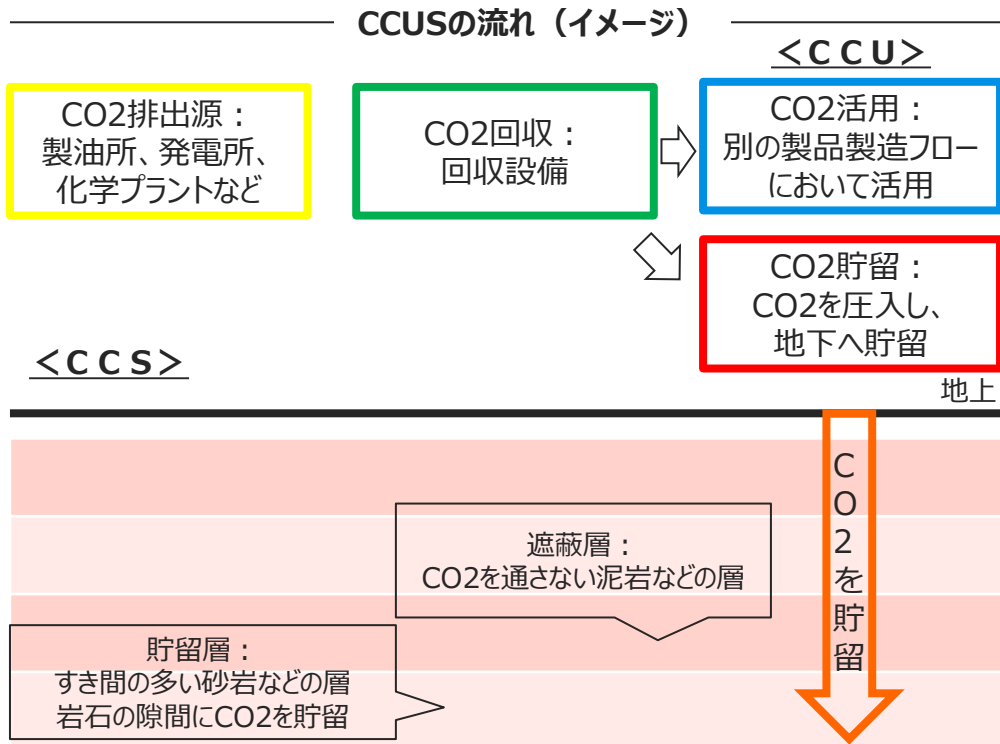
【評価方法の新設】

- ✓ 廃棄物の燃料利用は、現時点でScope 1, 2の自社排出のCO2の削減には寄与しない
⇒廃棄物の利用を評価する仕組み作りが必要

CCUSの概要

CO2排出を回収・活用する技術で、カーボンニュートラルに向けて有力なアプローチの1つとされる

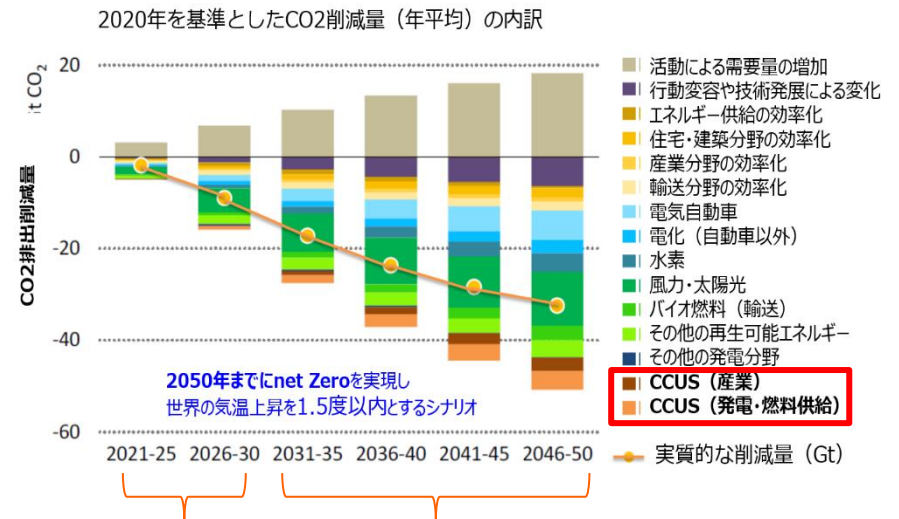
- CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage) は発電所や化学工場から排出されたCO2を回収し、貯留/活用する技術のこと。
- 国際エネルギー機関 (IEA) はCCUSによるCO2削減量を、2030年までに全世界で年間16億トン (1.6Gt)、2050年にはその約5倍の年間76億トン (7.6Gt) にまで増やすことを見込む。



出典：資源エネルギー庁「知っておきたいエネルギーの基礎用語 ～CO2を集めて埋めて役立つ「CCUS」」、
「高いポテンシャルのあるアジア地域のCCUSを推進！「アジアCCUSネットワーク」発足」より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

CO2削減量の内訳

※国際的な見通しでは、今後も世界全体では活動量の増加によるエネルギー消費増加が一定量見込まれるため、それを打ち消す位置づけとしてCCUSが検討されている



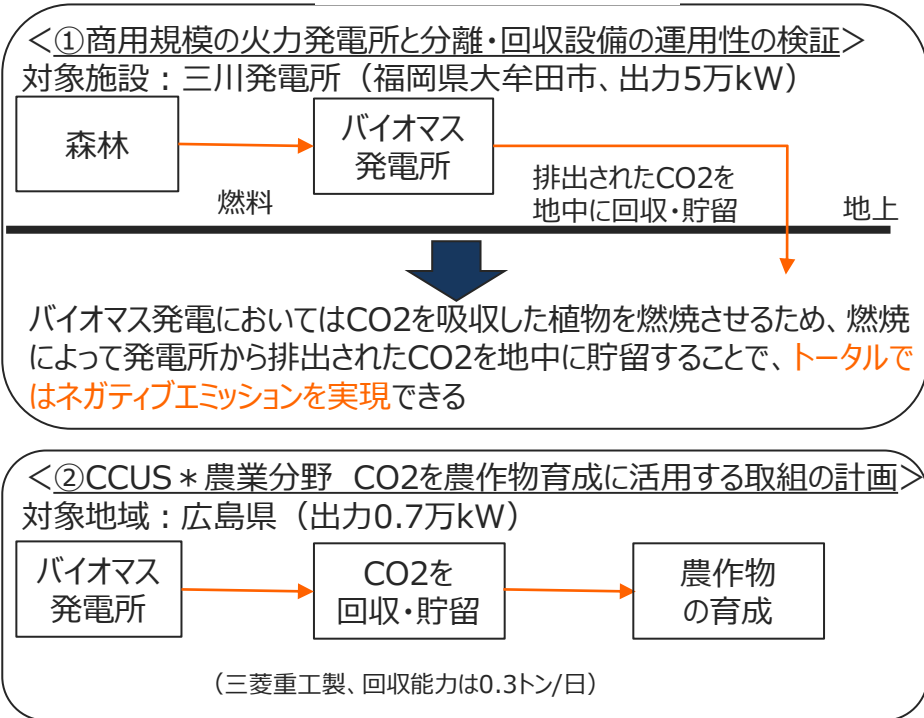
2030年までに年間16億トン 2050年までに年間76億トン

CCUSの今後の活用可能性

事業化へは相応の時間を要する見込み

- 足下では小規模事業において運用実証が進められており、**バイオマス発電所とCCUSを組み合わせ**てネガティブエミッションを実現する枠組みも始まっている。また広島県においては**農業分野におけるCO2利活用の取組**も進められている。
- CCUSにおいて基盤となるCO2分離回収技術については、経済産業省が主導する形で低コスト化の動きが進められている。現状では2025年頃の技術確立が目指されているが、CCUS**実用化の具体的な見通しは立っていない**。

足下の取組状況



出典：環境省「CCUSを活用したカーボンニュートラル社会の実現に向けた取り組み」より
四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

カーボンリサイクル産業の成長戦略「工程表」

2022年～2023年	2024年～2030年	～2040年	～2050年
○排ガス由来 高効率なCO2分離回収技術の開発	大規模実証	更なるコスト低減による導入拡大	
○大気由来 大気からのCO2直接回収(DAC)技術の開発		実証による低コスト化	

※国内における実用化に向けた取組（一例）

○北海道苫小牧市におけるCCS大規模実験

- 2012年2月から日本初の本格的な実証プロジェクトが始動（CO2を貯留できる地層および近隣にCO2を多排出する産業が立地）
- **CO2の累計圧入量が30万トンを達成し、課題等を整理中**

出典：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」、苫小牧市HPより
四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

(2) CO2のオフセット 森林の利活用

排出したCO2のオフセットとして森林の保有

- 燃料や水源等で製紙業界とも関わりの大きい森林に関して、カーボンニュートラルの潮流等を踏まえ、足下で利活用の動きが加速。
- 具体の取組としては「CO2のオフセット」「パルプ・木材製品の活用」「バイオマス発電の燃料調達」等が挙げられる。
- 上記の直接的な内容に止まらず、水源の涵養や生物多様性の保全など複合的な意味合いのある取組である。

具体の取組

①CO2をオフセットする手段としての森林

(取組例)

- ・ 自社林での森林認証の取得
- ・ 植林地面積の拡大によるCO2オフセット
(海外(例:チリ等)で植林しているケース有り)

②パルプ・木材製品等の活用等

(取組例)

- ・ 製紙原料における国産材比率上昇をKPI設定

③木質バイオマス発電の燃料調達

(取組例)

- ・ 国内の未利用木材資源を活用した燃料用チップの調達増
- ・ 工場内に国産材のみを用いた売電用のバイオマス発電所保有

現状・背景

- ・ カーボンニュートラルに向けた取組の中で上流部分まで含めた包括的な動きの加速
- ・ 石炭・原油・ガス等のエネルギー価格の高騰
- ・ 国産材を有効活用する方向性(建造物への導入等)

今後の可能性

- ・ 国土や生活環境の保全(防災)
- ・ 水源の涵養
- ・ 生物多様性の保全等

↓
将来的な企業価値(環境面、経済面)向上に寄与

出典：公表情報等より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

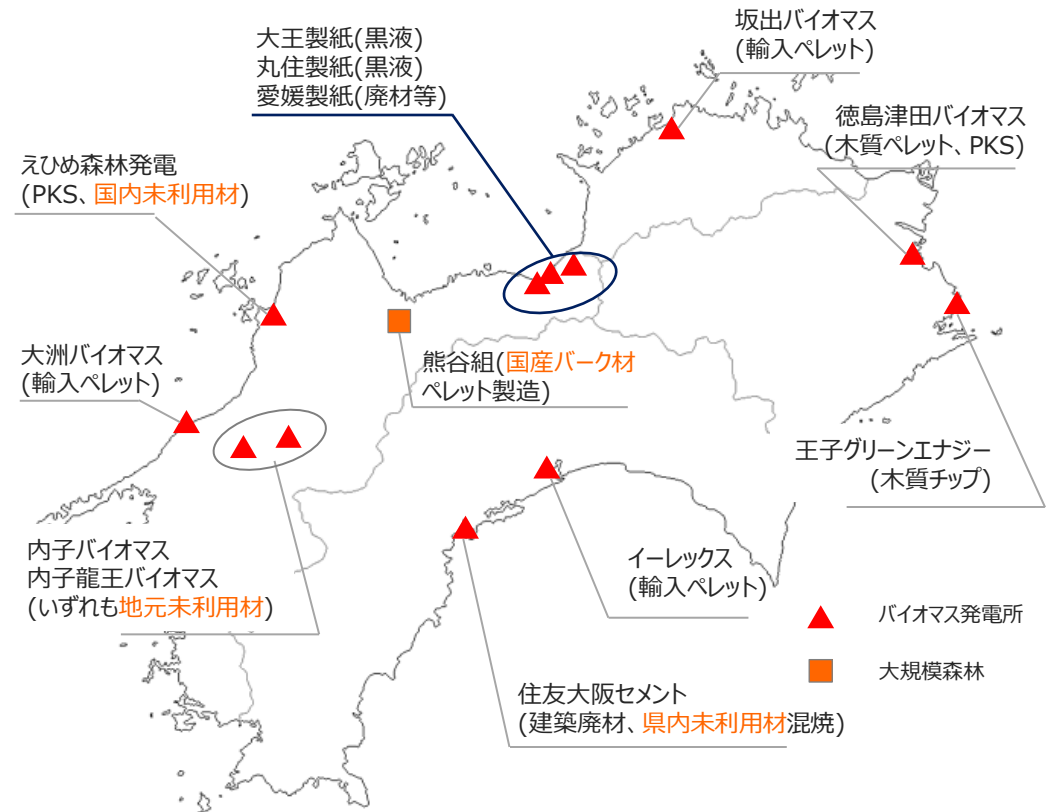
愛媛県/四国地域のバイオマス発電導入実績

一部のバイオマス発電設備では未利用材・廃材など地域資源も活用

- 四国地域では、FIT事業者のみならず自家発電設備保有者もバイオマス発電設備を導入している。
- このうち一部は、地元で発生する**未利用材**や廃材等を燃料として利用。地域資源を活用した低炭素化を目指している。

四国地域の主なバイオマス発電所設備

所在地	事業者名 (主要株主)	最大出力 (千kW)
愛媛県	大王製紙	511.9 (9基)
	丸住製紙	35.4 (3基)
	愛媛製紙	16.8
	大洲バイオマス発電 (JAPEX、四国電力G、前田建設、新光電装)	50.0
	えひめ森林発電 (豊田通商G)	12.5
	内子バイオマス発電(合) (シン・エナジー、NECキャピタルソリューションほか)	1.1
	(株)内子龍王バイオマスエネルギー (内藤鋼業、竹中工務店ほか)	0.3
	香川県	坂出バイオマス(合) (四国電力、東京ガス、イーレックス)
徳島県	徳島津田バイオマス(合) (レノバ)	74.8
	王子グリーンエナジー徳島	74.9
高知県	イーレックスニューエナジー	29.5
	住友大阪セメント	122.5 (2基)



出典：環境省「REPOS」、エネ庁「事業計画認定情報」、幹事会員HPより四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

(3) サプライチェーン全体での低炭素貢献

サプライチェーン全体での脱炭素への取組として脱プラや古紙利用の促進

- サプライチェーン全体での脱炭素貢献として、古紙利用の推進や脱プラスチック製品といった取組があげられる。古紙回収に関しては**原料の共同調達**や**設備の共同利用**等、地域内で取組をスケールすることで経済性を担保していく方向性が考えられる。
- 脱プラに関しては製紙業の中での開発等以外では、同じく脱プラの動きを進める**小売業との協働**が1つのきっかけとなりうる。

本協議会幹事会員の古紙回収に おける取組および今後の展望

各社の取組事例

<原料の観点>

- 従来は廃棄物として処分されていた**難処理古紙**（両面ラミネート紙など）を**段ボール原紙の原料**として利用
- 取組を進める中で、足下での板紙原紙製造における古紙利用率が99%を越える企業も

<設備の観点>

- 工場内に**DIP設備（脱墨古紙パルプ設備）**を併設し、古紙利用の取組を強化



今後の展望

- 原料調達の安定性の確保および今後の設備投資の観点で、**地域内での原料の共同調達**や**設備の共同利用**を行い、規模をスケールすることで経済性を担保していく方向性が考えられる

脱プラの取組

大王製紙の取組概要

- プラスチック代替素材である「エリプラペーパー」を開発し、従来ではプラスチックで製造されていたスプーンやマドラーの素材として活用されている。拡大に際しては食品小売業との協働も



(参考) 大手小売業の脱プラについて

- イオングループ：使い捨てプラスチックの使用量を2018年比で2030年までに半減にする目標
- セブン&アイホールディングス：当社オリジナル商品で使用する容器は環境配慮型素材への切り替え（2030年：50%、2050年：100%）へ

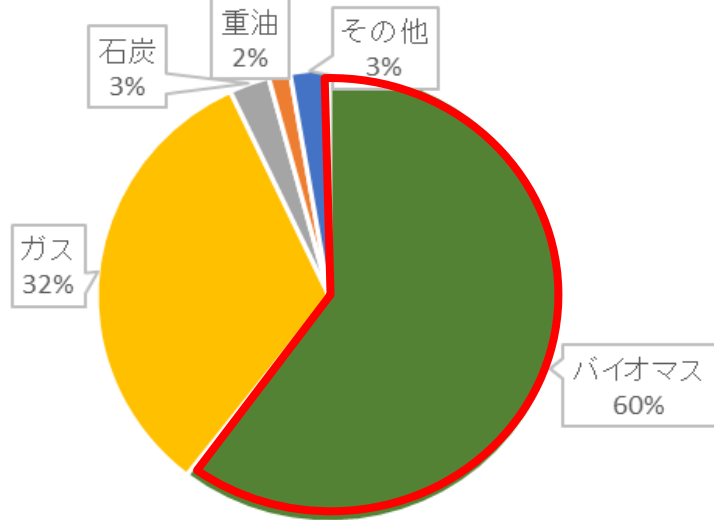
出典：各社公表資料より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

【参考】世界の紙・パルプ産業の動向（日本の取組との比較）

豊富な森林資源の活用による環境配慮の取組を推進

- 欧米では日本と比較して**森林資源を有効活用できる環境**（＝地形などが要因）となっており、安価なパルプを大量生産することで大量の黒液を得ている。同時に**バイオマス燃料も安価に入手可能**であり、最大限に活用しており、日本国内でも今後森林の利活用を促進し、低炭素のエネルギー構成を実現していく方向性が考えられる。
- 海外の主要企業に目を向けると再エネを中心としたCO2フリーエネルギーの活用拡大等が進められており、各国の方針に合わせた特徴的な取組が見られる。

欧州連合における紙パルプ産業のエネルギー構成（2020年）



■ バイオマス ■ ガス ■ 石炭 ■ 重油 ■ その他

世界の紙パルプ業界の主な動向

①フィンランド企業

毎年1%のエネルギー効率化を実現するとともに、木材ベースのバイオマスの活用やコスト効率的な水素発電の使用、原子力を含むCO2フリーエネルギー由来の電力の購入により、2030年までに2015年比で65%の排出削減を実現予定。また国が掲げる「サーキュラーエコノミー」の動きに準拠し、廃棄物ゼロに向けて**バイオディーゼルの精製**などを推進。

②英国企業

LED照明の採用、バイオマスボイラーの最新設備の導入等に加え、再生可能エネルギー電力への転換やWaste to Energy、嫌気性ガスタービンなどの導入により2030年までに2019年比40%削減、2050年ネットゼロを目指す。また**脱プラの動きに合わせて紙ストロー事業の拡大**をはかる。

③中国企業

省エネルギーの実践とともに、2025年末までにDongguan地域にあるすべてのボイラーを石炭からガス火力ボイラーに代替することで、2060年カーボンニュートラルとの国の目標実現に対応予定。

※いずれも2022年2月時点での方向性

出典：経済産業省「『トランジション・ファイナンス』に関する紙・パルプ分野における技術ロードマップ（案）』（2022年2月）、各社HPより四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

【参考】J-クレジットについて 制度改正の詳細

制度改正によってクレジットの対象範囲が拡大し、森林の利活用が促進される見通し

- J-クレジットとは温暖化対策としてCO2吸収量を認証およびその権利を売買できる制度のこと。
- 2022年8月のJ-クレジット運営委員会において改定案が決定され、**森林管理におけるJ-クレジットのあり方が大幅に変更**。
- 特にこれまで評価対象を外れていた「伐採木材の炭素固定」について、条件付きで吸収クレジットの算定対象に追加されたことで、利用期を迎えた**森林資源を活用した循環システム**（伐る・使う・作る）の構築が促進される見込み。

J-クレジット制度における森林管理プロジェクトに係る制度の見直しについて（新旧比較）

	従来の制度	制度改正後
項目①：追加性要件	認証対象期間中の収支見込みが赤字であることを証明する必要あり	再造林を計画する場合や保育・間伐等を計画する場合に証明は不要に
項目②：再造林によるCO2吸収の認定	主伐（木材としての利用を目的とした伐採）は「排出計上」されるため、クレジット認証量が少ない	主伐後に再造林すれば、排出量から控除
項目③：伐採木材のクレジット認定	森林のみが吸収クレジットの算定対象	伐採された木材が製品として使われることにより、固定される炭素量の一部を算定対象に追加
項目④：天然生林の扱い	育成林のみが吸収クレジットの算定対象	森林保護に係る活動を実施すれば算定対象に
その他：認証対象期間の延長	原則8年間	最大16年間に延長

森林を保有している企業が制度改正によって得られるメリット（例）
オフセット分以上のCO2をクレジット化することによる収益力強化、不動産における国産材利用促進、等

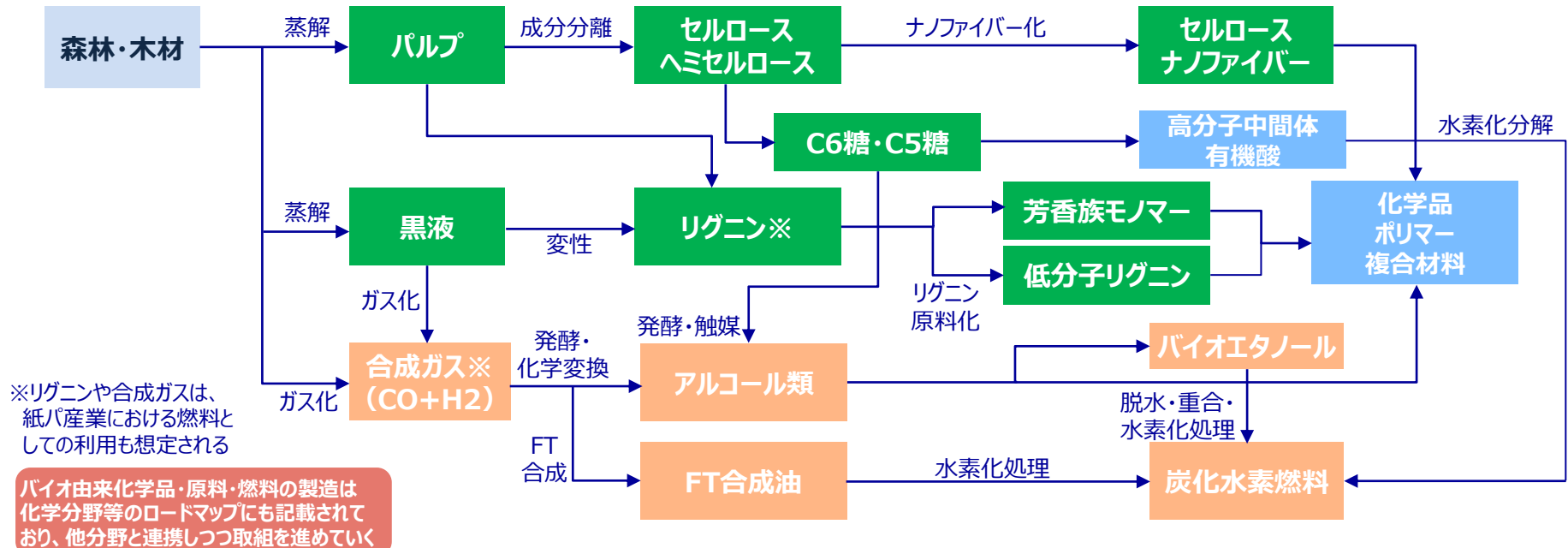
出典：林野庁「J-クレジットに制度における森林管理プロジェクトに係る制度の見直しについて」より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

【参考】森林の利活用の今後

木材活用を媒介

- 製紙業界では、木質バイオマスを原料とした化学製品の製造技術の開発を行っており、カーボンニュートラル社会の実現に資する取組の1つと位置づけられている。
- 中長期的に森林の利活用が進むと木材活用を媒介として、**地域内で産学官の連携やスタートアップ企業の誘致**といった切り口の取組を進める方向性も考えられる。

木材活用のイメージ



出典：経済産業省『「トランジション・ファイナンス」に関する紙・パルプ分野における技術ロードマップ（案）』（2022年2月）

第3章まとめ

1. 四国中央市は、人口369万人の島である四国の“中央”に位置する交通の要衝である。市区町村別のパルプ・紙・紙加工品製造品出荷額は、四国中央市が17年連続日本一であり、同市は歴史的に製紙産業が盛んな集積地域であるものの、南部が山地に囲まれているなど、開発余地が少ない。
2. 製紙産業は、四国4県、愛媛県、四国中央市それぞれにおける産業別温室効果ガス排出量の多くを占めており、カーボンニュートラル達成への寄与度が大きい産業である。
3. 他方、四国瀬戸内側エリアには、紙・パルプ産業の他にも化学・素材といった他業種のエネルギー需要家も存在しており、新居浜でのCNPをはじめ複数のエリアで同時多発的にトランジションの動きがある。また行政や地域金融機関も同地域におけるカーボンニュートラル実現に向けた支援を実施しており、多様な関係者が連携した取組が進みつつある。
4. 四国中央市カーボンニュートラル協議会では地域を巻きこんでCNを実現すべく、同地域に根ざす企業（70社）に対して意識調査（アンケート）を実施。多くの企業がCNに取組む重要性は感じているものの、取組を進める上での課題として技術や資金面に加え、情報不足や知識・経験を有する社員の不足など、ソフト面も挙げる形となった。同課題解決に向けて望ましいものとして、公的資金・補助金による支援、従業員の教育・啓蒙活動、取組事例の共有などの回答が挙げられており、同市に事業基盤を有する企業と共にCNを実現するためには、“カネ”や“モノ”だけでなく、“ヒト”の意識を向上させる取組が求められることが示唆された。
5. また、製紙業界においては、洋紙の生産量は需要減により減少傾向にあるものの、EC需要の拡大により板紙の生産量は増加傾向にある。かかる潮流の中でCN対応も必要となり、生産拠点の再編や生産品の転換等が進むことが考えられる。製造プロセス（特に乾燥や漂白）においてエネルギーを多消費すること、および石炭ボイラーを用いた自家発電が行われていることから、相応のCO2排出量（全産業CO2排出量のうち6%）があり、2050年のCNに向けては今後も追加的な取組が必要となる。
6. 製紙業界のCNに向け、経済産業省はロードマップにて①直接的な低炭素・脱炭素、②森林の利活用によるCO2のオフセット、③サプライチェーン全体での低炭素貢献、を打ち手としている。同産業においては、足下で省エネ・製造効率の改善や（重油・石炭から）バイオマスや廃棄物への燃料転換など自然資本や既存技術を有効活用した取組が進められている。また中長期的には、水素・e-メタン・アンモニア等の新エネルギーへの燃料転換や森林の利活用といった打ち手も想定されており、実装に向けた時間軸や地域特性を考慮した取組検討が重要となる。

第4章

第1章 カーボンニュートラルの潮流

- 1.1 世界的なカーボンニュートラルに向けた潮流
- 1.2 我が国におけるカーボンニュートラルに向けた潮流

第2章 カーボンニュートラル実現を目指す上で重要な考え方・技術

- 2.1 カーボンニュートラル実現を目指す上で重要な考え方
- 2.2 水素・アンモニア
- 2.3 メタネーション
- 2.4 今後のエネルギー
- 2.5 カーボンニュートラル燃料の経済性

第3章 四国中央市および紙・パルプ産業について

- 3.1 四国中央市の地理的特徴・産業の特徴
- 3.2 紙産業について

第4章 四国中央市の脱炭素ロードマップ

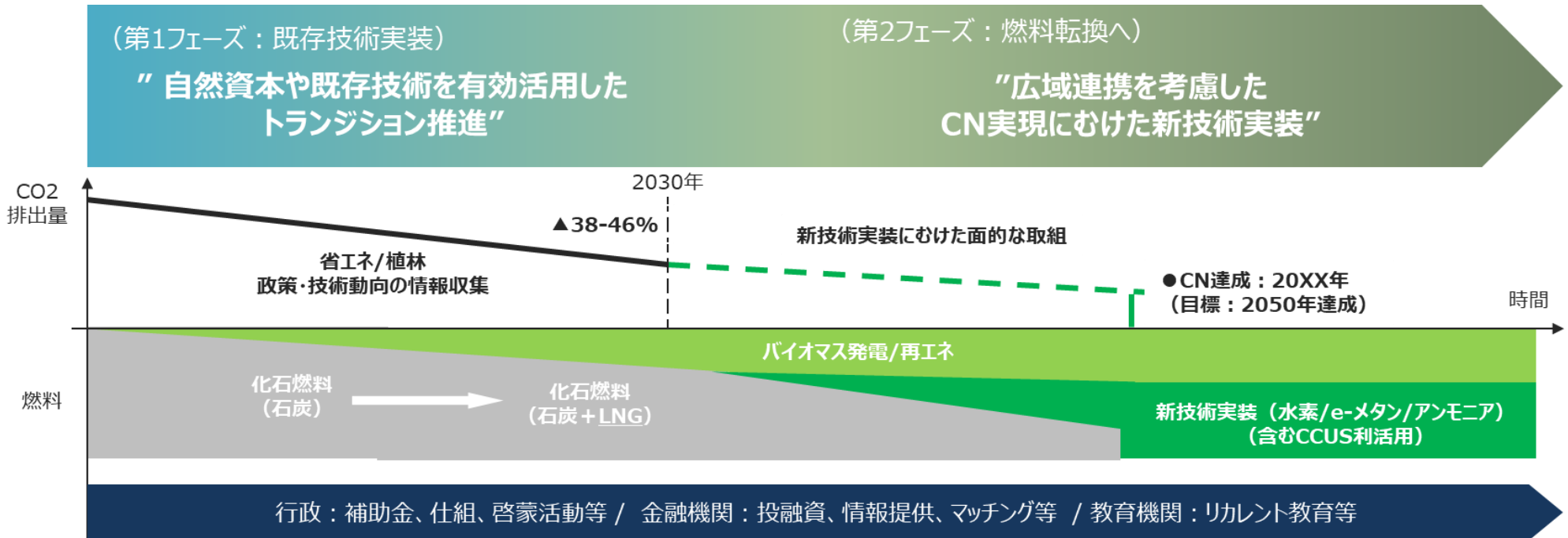
- 4.1 四国中央市における紙産業の脱炭素化の方向性
- 4.2 地理的特徴を踏まえた燃料転換
- 4.3 四国中央市における脱炭素ロードマップ
- 4.4 脱炭素ロードマップ実現の鍵

第5章 まとめ

四国中央市における紙産業の脱炭素化の方向性

四国中央市の脱炭素化は、“既存技術実装”と“燃料転換”、の2段階で考えるべきである

- 2030年に向け、既存の補助金等を活用しながら、既存の技術ならびに地域の自然資本を活用した取組（発電・植林等）を実施・実装するとともに、官民・周辺地域と連携しながら継続的に政策および技術動向をウォッチする（第1フェーズ）。
- 来たる2050年に向けては、トランジションに向け上記を着実に進めるとともに、域内外関係者と連携したサプライチェーン確立および新技術（水素・e-メタン・アンモニアなど）の実装、双方を達成すべく、製紙産業以外の産業や住民も含めた多様なステークホルダーを巻きこんだ利活用方法の検討および実証実験や新技術の実装を行う（第2フェーズ）。
- 実証実験・実装に向けては集積地域である特徴を活かし、**各ステークホルダーが連携・ヒト・モノ・カネ・リスクをシェアし、森林資源の利活用、燃料の共同調達、発電・貯蔵等設備の共同利用など地域での面的な取組を進めていくこととなる。**



(※) 以下、本章においては、記載のない限り「CN協議会」とは「四国中央市カーボンニュートラル協議会」を指す

地理的特徴を踏まえた燃料転換

技術動向・政策動向を注視しながら、情報収集を行い、中長期的な燃料転換を実現する

- 地域特性（製紙産業集積地、開発余地等）や燃料の経済性を踏まえると、現在の技術動向や制度において一足飛びに燃料転換を進めることは困難であり、性急に燃料転換を進めることは座礁資産を産むリスクと紙の供給責任を果たせなくなるリスクを有する。
- 短期的には、トランジションに向け既存アセットとバイオマス・廃棄物・黒液・LNG導入などの既に確立されている技術を組み合わせた排出量削減、省エネ化、植林などを製紙産業だけでなく地域の多様な産業と共に実施する。また政策・技術動向の情報収集を行い、官民連携した燃料転換を検討することが求められる。中長期的には、地域住民や従業員からの理解を得ながら他地域とも連携しつつ、実装可能な技術を見極め、経済性が確保されたタイミングで円滑に化石燃料から水素・e-メタン・アンモニア等への燃料転換を進める。

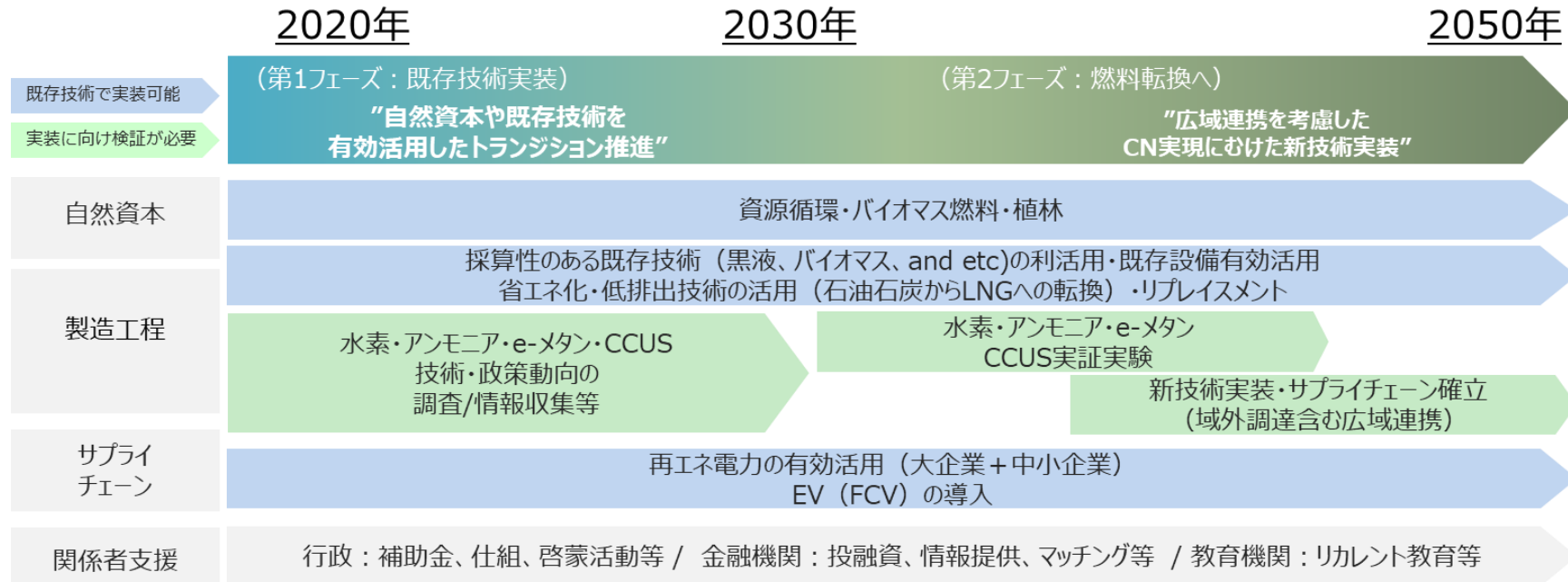
カーボンニュートラルに向けた方策と現時点での評価

評価要素	バイオマス	水素H ₂	e-メタンCH ₄	アンモニアNH ₃
経済性	△	×	×	×
熱源としての安定性	△（エネルギー密度：小）	△（エネルギー密度：小）	○（エネルギー密度：高）	△（エネルギー密度：小）
既存設備との相性	○ （既に一部利用開始）	○ （混燃可能性有@ボイラー）	○ （LNG供給網活用可能）	○ （混燃可能性有@ボイラー）
燃料の安定調達	△	×	×※	△
用地・インフラ	△ （受入・貯蔵設備要）	△ （受入・貯蔵設備要）	○ （LNG供給網活用可能）	△ （脱硝対応/受入・貯蔵設備要）
評価要素以外				
2030年までのTo do	既存技術積極活用	技術政策動向確認	技術/e-メタン認証動向確認	技術動向/混燃実験事例収集
四国中央市の特性	豊富な資源（四国山脈）を収集しやすい立地	近郊の港湾（新居浜等）との連携可能性有り	四国セントラルエナジーによるLNG供給網有り	近郊に既にアンモニアを活用中の地域（新居浜）有り
その他	発電コストが現状高い 県政策との整合性高い	再エネ導入や水素利活用等の今後の政策との兼ね合い密接	e-メタンのCO ₂ カウントルールには留意 （同市でe-メタンの原料収集が必要な場合、既存工場付近に巨大CCS設備を建設する事が課題）	毒性が有りパイプラインでの供給は困難。地産地消向けの製造技術が開発されつつある

※ e-メタンそのものの調達は現時点では困難。他方既存のLNGで代替調達は可能（LNGからe-メタンへのシームレスな移行ができる点、仮にe-メタン供給が途絶した場合も既存のLNGを調達し供給継続可能な点はメリット）

四国中央市における脱炭素ロードマップ

各関係者が役割を果たしながら、中長期的な燃料転換を実現していく（詳細別添参照）

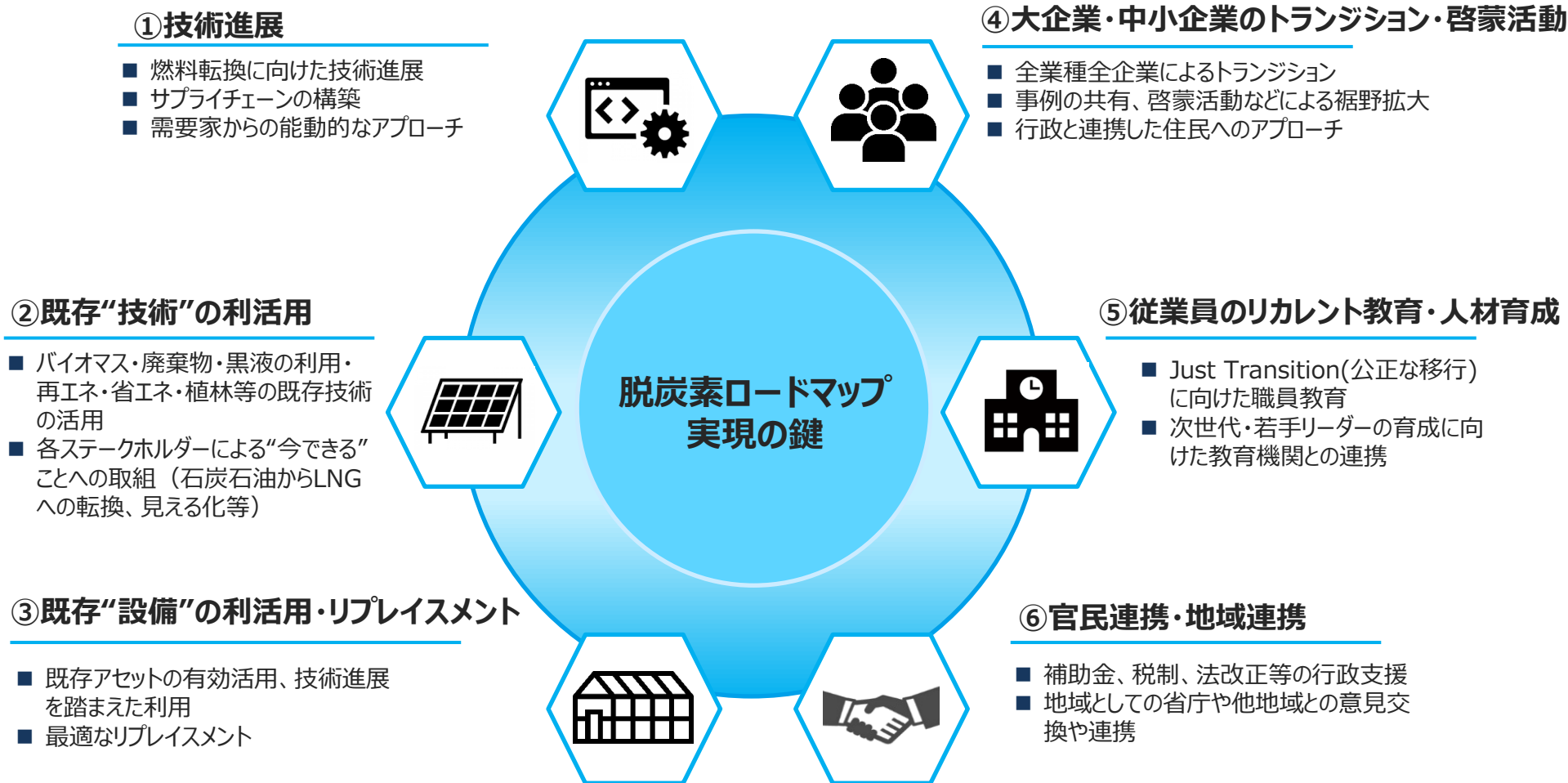


各関係者に期待される主な役割

各関係者に期待される主な役割	第1フェーズ	端境期	第2フェーズ
テーマ	バイオマス、再エネ	燃料転換候補/スキーム検討	燃料転換の実装
CN協議会/事業者(産)	<ul style="list-style-type: none"> バイオマス・黒液・再エネの利活用 既存設備のエネルギー効率改善 	<ul style="list-style-type: none"> 実証実験(燃焼実験等) 共同調達/アセット共同利用の検討 	<ul style="list-style-type: none"> (検討踏まえて)共同調達/アセット共同利用のスキーム実装
教育機関(学)	<ul style="list-style-type: none"> リカレント教育 啓蒙活動 	<ul style="list-style-type: none"> 新技術関係の教育 人材育成 	<ul style="list-style-type: none"> CN実現に向けたリーダー育成
行政(官)	<ul style="list-style-type: none"> 補助金など再エネ導入支援策の構築・実行 啓蒙活動 	<ul style="list-style-type: none"> 実証実験補助金制度の構築 啓蒙活動 	<ul style="list-style-type: none"> 共同調達スキームへの出資、補助等
金融機関(金)	<ul style="list-style-type: none"> 既存技術への資金 啓蒙活動/排出量の見える化支援 	<ul style="list-style-type: none"> 既存技術への資金 実装実験等に対するリスクマネー 	<ul style="list-style-type: none"> 既存技術への資金 共同利活用枠組へのリスクマネー

脱炭素ロードマップ実現の鍵

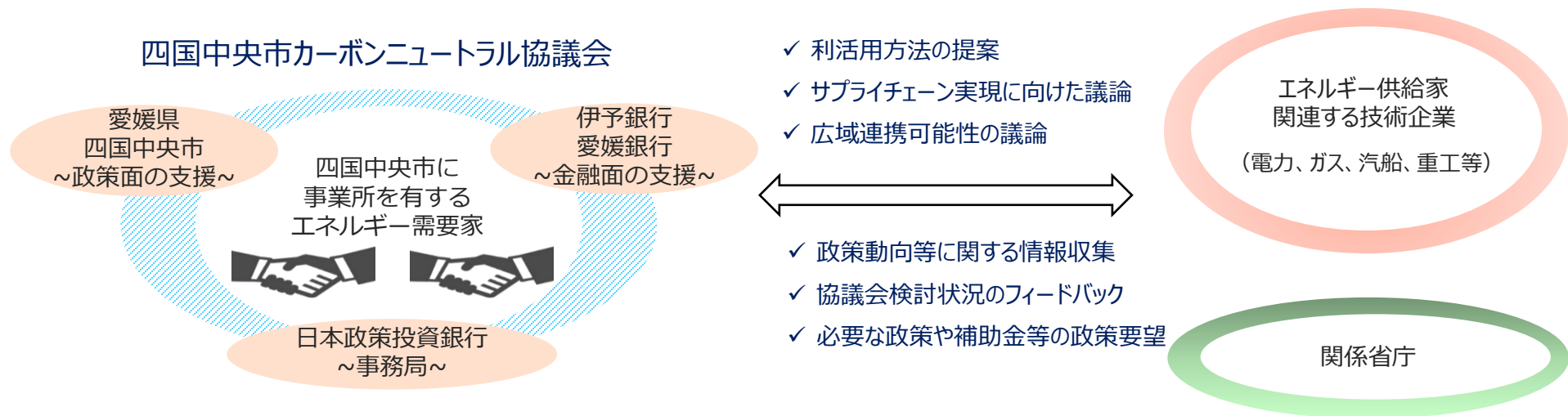
脱炭素ロードマップ実現の鍵は以下の6つ



脱炭素ロードマップ実現の鍵『①技術進展』

エネルギー需要家・供給家、関係省庁等との間で技術・SC構築に係る議論をしていくことが重要

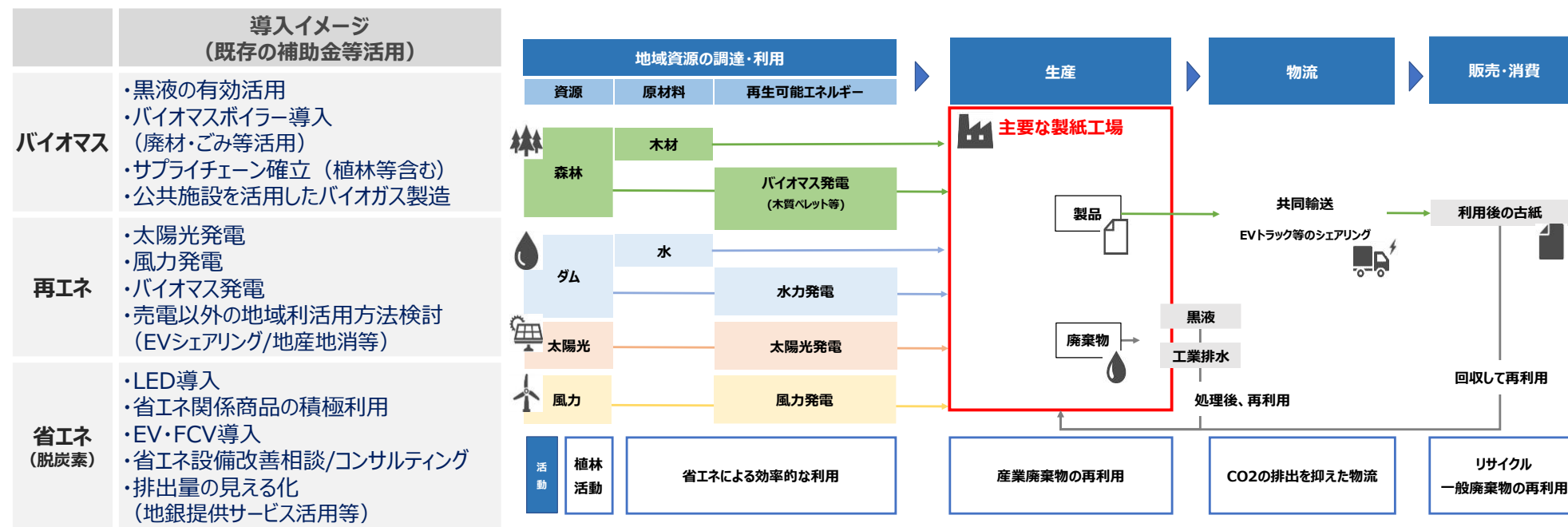
- カーボンニュートラル実現のためには中長期的な水素/アンモニア/e-メタン等への燃料転換は必須である。他方で同燃料は現時点で化石燃料よりも高価で経済性が確立されておらず、商用化やサプライチェーン（SC）は実現されていないため、さらなる技術進展が求められる。
- 技術進展についてはサプライヤー等の同分野への投資/取組だけではなく、需要家側からの発信も求められるため、政策・技術動向を把握するとともに、技術進展に向け**需要家サイドから利活用方法の提示やサプライヤー等との議論**を行うといった活動も重要となる。
- また四国中央市の地理的特徴を踏まえると、必要となる全ての燃料を域内で地産地消することは難しく、燃料をどこから・どのように調達するのかを検討する必要があり（船・パイプライン・ローリー/コンテナ・港湾整備・貯蔵施設等の検討含む）、サプライヤー等の動向を把握するとともに実現可能な**サプライチェーン（SC）のあり方を域内外の関係者とともに議論**していくことも求められる。
- よってCN協議会として、技術進展に向け、**関係者の目線を統合し、関係省庁やエネルギー供給家にアプローチ**することが重要となる。



脱炭素ロードマップ実現の鍵『②既存"技術"の利活用』

第1フェーズではバイオマス（廃棄物含）・再エネ・省エネの利活用を実施していくことが重要

- 短期的にはバイオマス・廃棄物・黒液などの確立されている**既存技術を活用した排出量削減**を実施していくことが重要である。
- 域内には自然資本が豊富であり、これら資源を域内で循環利用、維持（植林：吸収源拡張）していくと共に、既に**域内で実用化されている技術（廃材のバイオマス利用など）**を中心に個社のみならず地域で導入を進めていくことが求められる。
- 再生可能エネルギーのポテンシャルもあることから、大企業・中小企業・個人が導入できる体制（含む地域での有効活用検討）を整備するとともに、既に行政が提供している補助金等の制度を有効活用し、目標達成に**向け各主体が既存の技術で“いまできること”を実施していくことが重要**である。
- 各主体が省エネ含む既存技術を円滑に導入していくにあたり、地域金融機関が提供している排出量の見える化を活用した目標設定や、既に導入実績がある主体が事例を地域に共有するなど、域内で実績/経験を蓄積し、面的に取り組んでいくことが求められる。

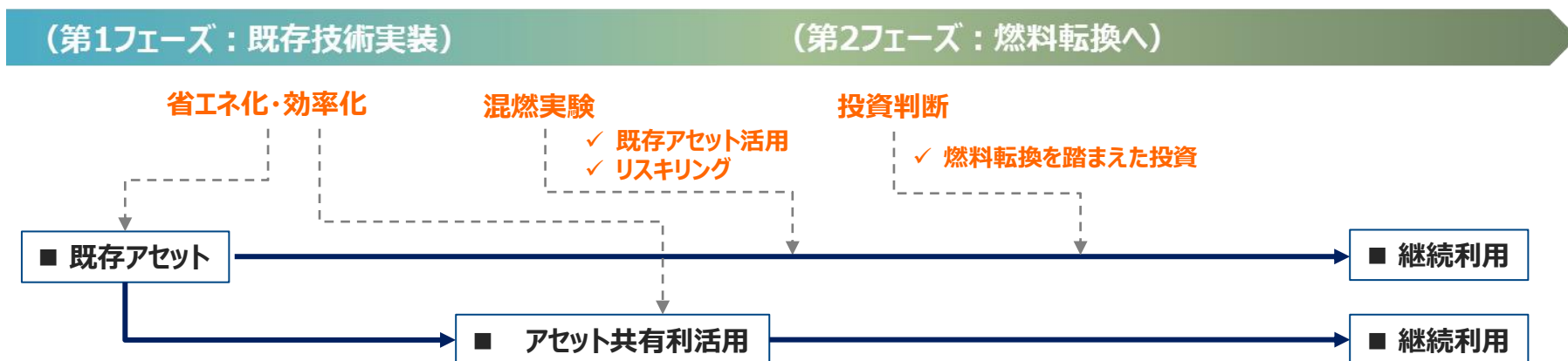


脱炭素ロードマップ実現の鍵『②既存"技術"の利活用』

既存技術の利活用およびクリーン燃料実装の場として、既存"設備"を活用すべき

- 紙産業は装置産業であり、地域特性を踏まえると主要工場近辺の土地開発には制限があるため、既存技術を活用する上でもまずは**既存施設の利活用**が重要であり、以下の利活用などを進めていくことが求められる。
- また中長期的に燃料転換を進めるにあたり、新たな設備や技術を取り扱う可能性が高く、従業員のスキルアップや理解を得ることも必要となるため、Just Transitionの観点からもまずできる範囲で既存アセットを利活用し、リカレント教育やリスキリングも行いながら、中長期的なカーボンニュートラル実現に向けた土台作りが求められるものと思料される。

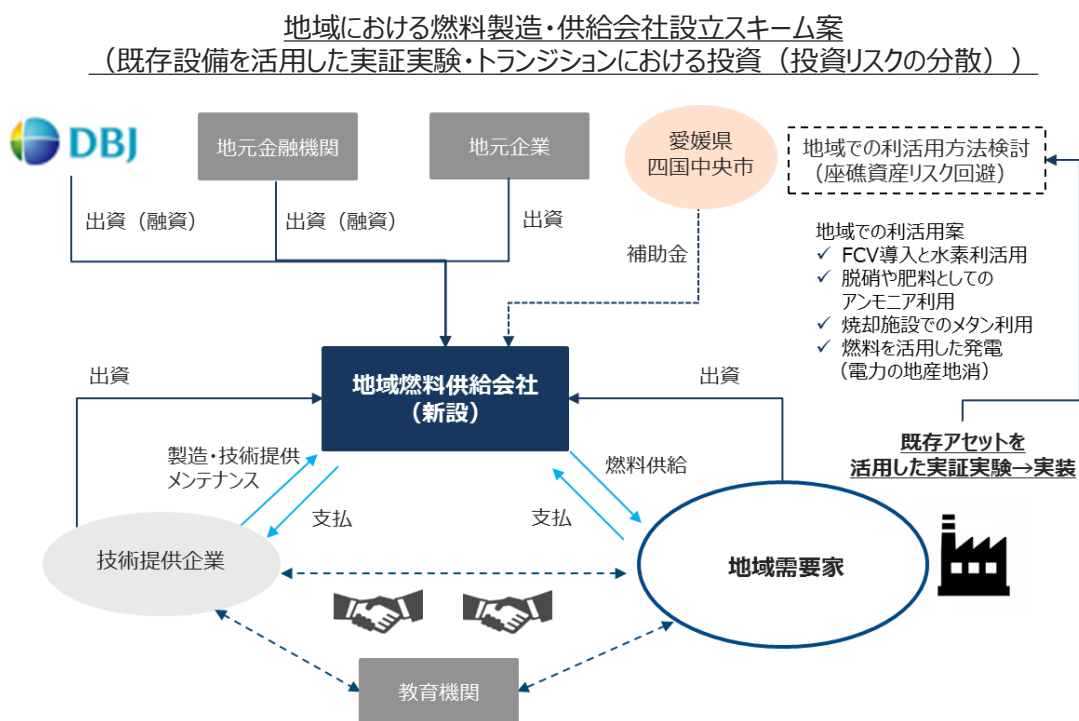
	既存施設の利活用案
燃料転換	水素/アンモニア/e-メタン/ブラックペレット等の混焼実証実験において、既存ボイラーを改修しつつ利活用する（今後の“技術進展”に向けて既存施設を活用）
省エネ/効率化	既に行政が実施している補助金や金融機関の支援策（排出量の見える化等）を有効活用し、既存設備の省エネ化・効率化を実施（あらたに大規模投資を行うのではなく、既存設備に既存“技術”を追加的に導入）
共同利用	大企業・中小企業を問わず、地域に存在するアセットや調達網等を共有し利活用する（倉庫/物流施設等の共同利用、原燃料・バイオマス・廃材・廃棄物等の共同調達）



脱炭素ロードマップ実現の鍵『②既存"技術"の利活用』

既存"設備"の活用に併せて、コスト・リスクをシェアするスキームを検討すべき

- 水素、e-メタン、アンモニア等への燃料転換を進めて行く上で、中長期的には大型の投資が求められる。他方、実装に向け不確実性が高い状況において、大規模なインフラ投資、新燃料の調達契約を締結することは困難であり、まずは**既存施設を利活用しつつ、混焼実証実験等を進めていく**ことになるものと思料される。
- 実証実験・トランジション段階では、既存のインフラを活用しつつ様々なプレイヤーで**コスト・リスクをシェア**することが重要である。
- CN協議会では、リスク分散等を目的に**地域で燃料製造・供給等を行う会社を設立**することを想定しており、同会社で製造または仕入れた水素、e-メタン、アンモニア等の燃料を地域需要家の既存アセットで利用（実証実験や実装）することを進めていく。



時間軸

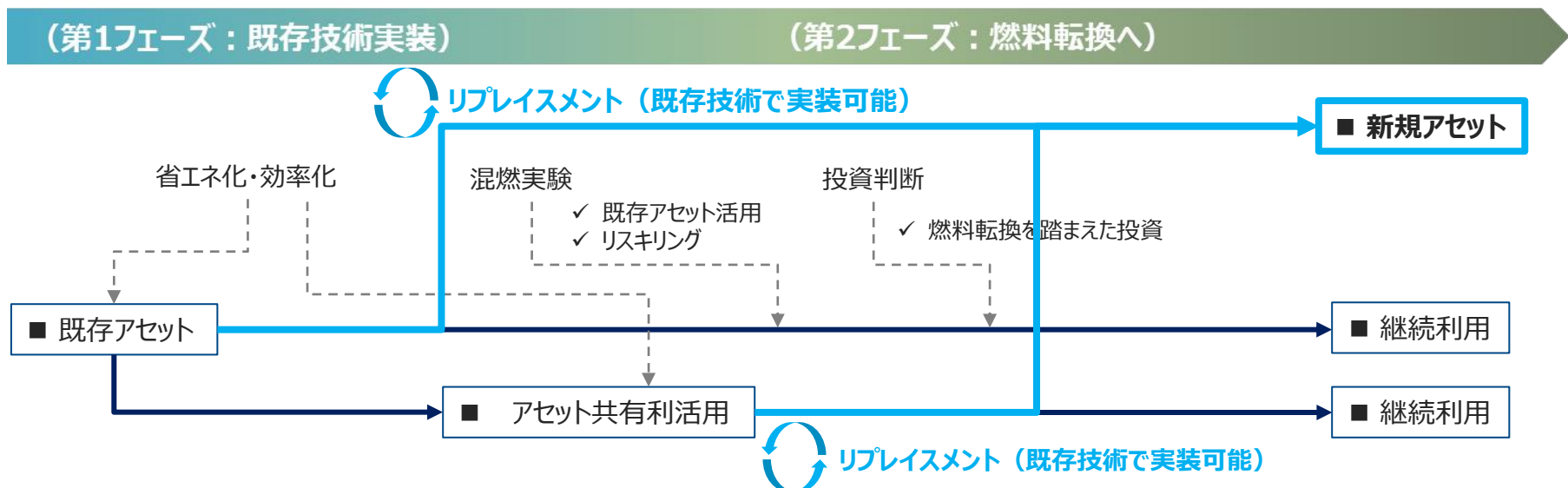
地域燃料供給会社設立から実装までのイメージ

- | 時間軸 | イメージ |
|------|---|
| 設立 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 官民・他地域と連携し継続的に政策及び技術動向をウォッチ ✓ 同スキーム実現に向け、技術提供可能な企業候補や行政等と議論継続 ✓ 地域の需要家と議論し、地域での燃料転換のあり方を検討 ✓ 燃料転換の方向性が見えつつある段階で、CN協議会が中心となり、地域としての燃料転換・共同調達・共同でのアセット利用のコンセンサスを取得し、関係者で出資し会社を設立 ✓ 工場で使用される燃料としての用途以外にも、地域での利活用方法を検討し、座礁資産リスク回避策を模索 |
| 実証実験 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 地元企業及び技術提供企業、また教育機関とも連携し、既存アセットでの実証実験(含む既存アセットの改修)を実施 ✓ 中長期的に実装していく上での課題等を地域で議論し、実証実験を踏まえ方向性を検討 |
| 実装 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 実証実験を踏まえて地域で実装 ✓ なお実装できない可能性も踏まえ、常に域内での別の利活用方法も検討(初期的なコストリスクを分散させることで、1社あたりの損失・投入リソースの損失を低減) |

脱炭素ロードマップ実現の鍵『③既存"設備"の利活用・リプレイスメント』

リプレイスメントに際して、カーボンニュートラル対応設備の導入を促進する制度の充実を図るべき

- 既存アセットの有効的な利活用を進めるだけでなく、アセットの退役やリプレイスが必要な場合は、**GHG排出を抑えたもの等を導入することが重要**である。カーボンニュートラル実現に向けては、大企業が有する排出量の多い石炭ボイラーのみならず、中小企業が持つアセットについてもリプレイスが必要になるため、企業群によらず可能な限りGHG排出を抑えたものへの投資を促していくことが求められる。
- 省エネ設備や工場のエネルギーマネジメント等も含むGHG低排出なものへのリプレイスメント促進のために、**既存の補助金・制度、地域金融機関の提供するサステナブルファイナンス等の積極的な活用**も求められる（例えば愛媛県においては環境保全資金融資制度にて、省エネ施設・EV充電施設等を用途とした低金利融資、水素ステーション導入の補助金などが既に活用可能）。
- また中長期的には、水素/アンモニア/e-メタン等への燃料転換実現を踏まえたリプレイスメント（同燃料が活用可能なFCVトラック導入等）も求められるものと思料され、短期・中長期それぞれの観点でリプレイスメント時に**カーボンニュートラルに寄与するものが選好されるような補助金・制度の確立**が求められるとともに、行政などと連携し啓蒙活動を実施し、選好される土台を築いていく。



脱炭素ロードマップ実現の鍵『④大企業・中小企業のトランジション・啓蒙活動』

四国中央市全体のカーボンニュートラル実現にあたっては、中小企業の取組促進も重要

- 紙の町である四国中央市においては、多数の紙産業に関連する企業が集積していることから、大手のみならず**中小企業のCNを促進**しない限り、市全体のCNは実現できない。一方、アンケート結果をみるにCSRやSDGsの観点等から多くの企業がCNに取組む必要性は感じているものの、大企業と中小企業（従業員数100名以下）には意識の差があるため、まずは中小企業のCN化促進に向けて、**地域内での連携・情報共有の強化が必要**である。
- そもそも、CNに取組むにあたり「何をすべきかわからない」・「費用面での懸念」をもつ企業が存在することから、**協議会、業界団体、行政、金融機関などが中小企業向けの取組を実施し、CNとは何か、また各社にとってのリスクや機会を啓蒙することが重要**となる。

中小企業向け取組

愛媛県紙パルプ工業会

- アンケート回答先企業向けのCN説明会
- 情報交換会、専門家による講演会
- 人材育成事業におけるCN講座開講
- 工業会内部での補助金申請方法の共有

行政

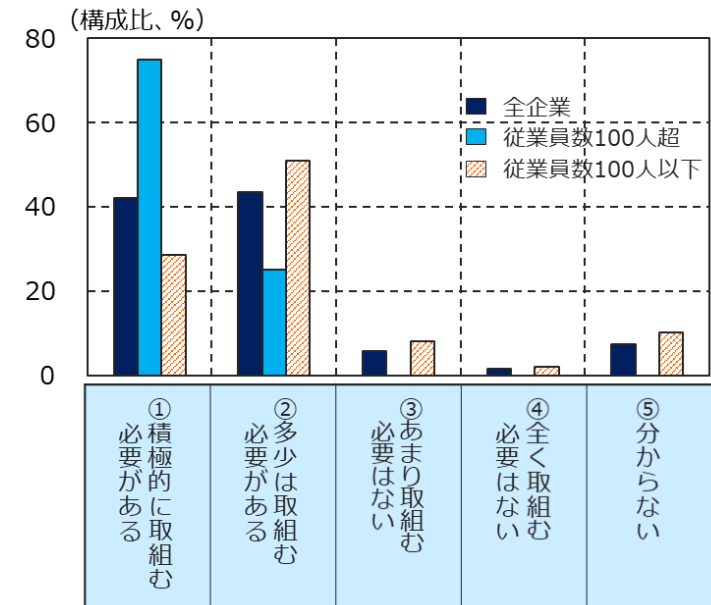
- 中小企業向けCN関連補助金の説明会
- 補助金告知の実施
- 行政としての取組・事例説明会/相談窓口対応
- 植林活動や再エネ導入事例共有

金融機関

(第3章 地域金融機関の動きより)

- 取引先と連携したCN事例紹介
- 中小企業の取組集約/情報共有
- 排出量の“見える化”支援
- 企業研修でのCN/SGDs紹介
- 再エネや省エネ化実施時のリターン・コスト事例紹介
- 関連企業の資金調達事例の紹介

CNに関する取組の意識・方針

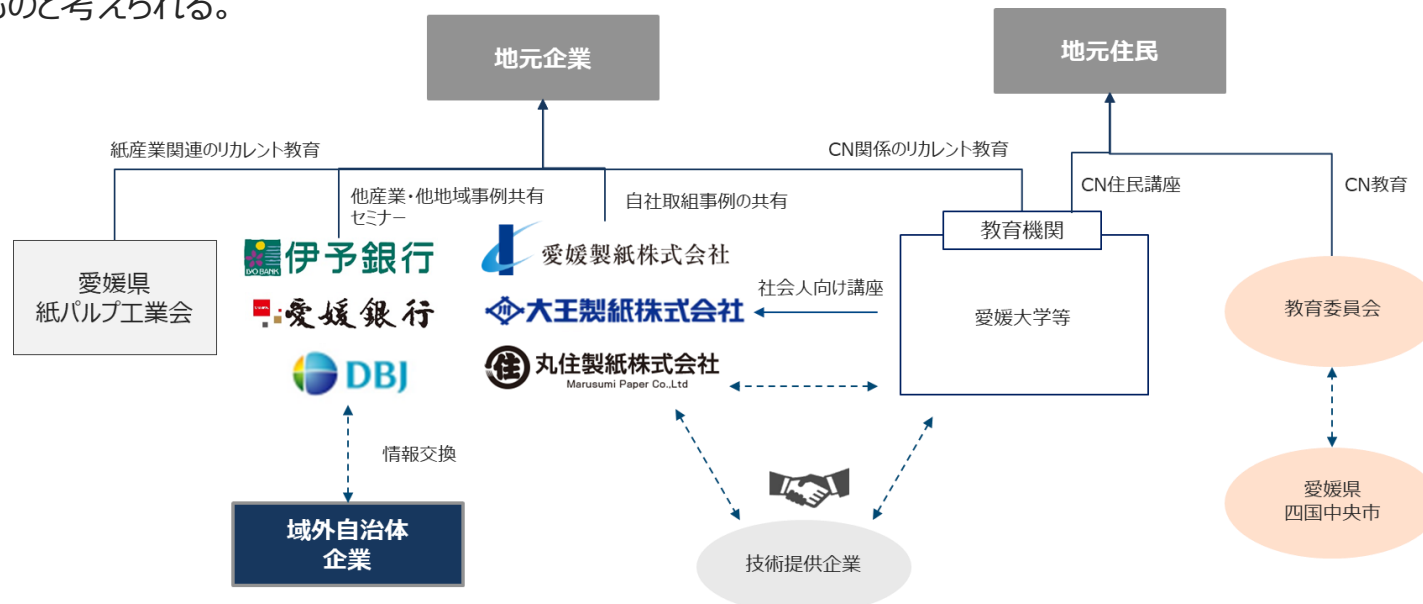


(備考) 有効回答社数：69社、うち従業員数100人以下：49社

脱炭素ロードマップ実現の鍵『⑤従業員のリカレント教育・人材育成』

産学官金が連携し、トランジションおよびCN実現を担う人材を地域で育成することが必要

- アンケート結果によると、課題として、“情報不足”や“知識・経験を有する社員の不足”との声も有り、Just Transition(公正な移行)のためには、既に実施されている取組（地域金融機関によるSDGsカードゲーム、各セミナー開催など）を広げ当事者意識を向上させるとともに、四国中央市で働く人々のリカレント教育も求められるものと思料される。
- 中長期的には四国中央市および地域の教育機関等が中心となりリカレント教育を行うことがCN実現に向けたキーとなるものの、まずは今後こういった教育が求められるのかを理解する上で、従業員（≒住民）の認識や意識を把握すること（住民向けアンケートの実施）が重要と思料される。今後は行政、さらに広域の教育機関（四国・近接地域の大学・高校・中学（私立含む））等と協力しつつCNを浸透・教育する取組および実現に向けた人材育成が求められる。
- また他地域の取組事例（含む他地域との交流）や今後の燃料転換可能性等も併せて教育していくことで2050年CN達成に向けた次世代・若手リーダーの育成や一般家庭での需要拡大（水素/アンモニア/e-メタンの利用促進＝域内での利用方法拡大）にも寄与するものと考えられる。



脱炭素ロードマップ実現の鍵『⑥官民連携・地域連携』

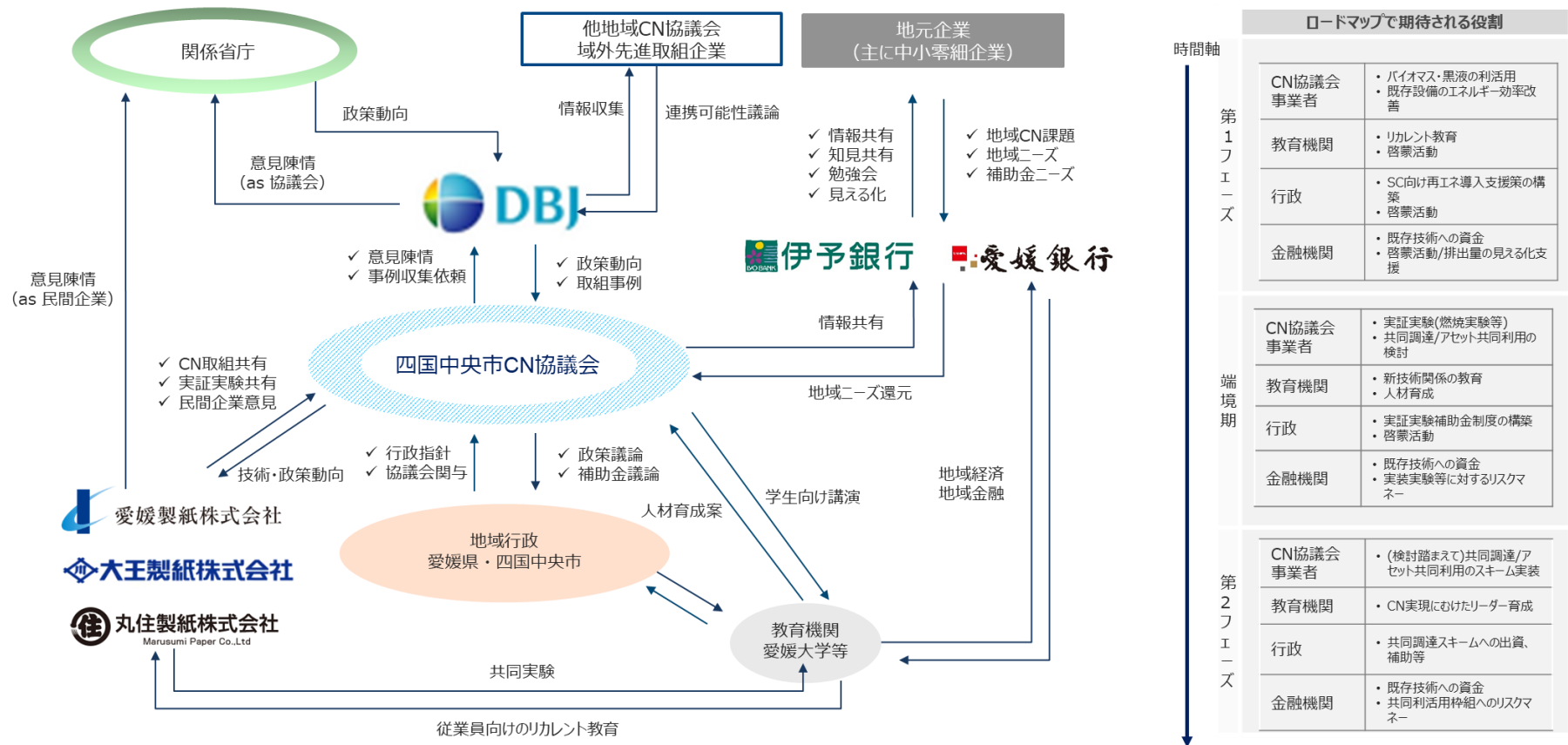
技術・政策に係る意見交換、補助金・税制等の制度設計のための連携が不可欠

- CNに向けては企業努力が重要であるものの、自社努力のみでは地域のCN化は達成できず、大企業から中小企業までさまざまな企業がCNに向けた取組を進めていく上では、**補助金等の資金面でのサポートや地域としての面的な取組**が重要であり、CN協議会としては、同サポートを得るため、行政とも議論を進めていく。
- まずは短期的にはバイオマスや既存アセットの有効活用に取り組むが、中長期的に燃料転換を進めていく中では、そのサプライチェーン実現に向け、地域内の官民連携だけでなく、**域外（例：瀬戸内・関西・九州）との連携**も極めて重要な側面であり、意見交換などしながら**広くあまねく官民連携することが鍵**となる。
- とりわけ四国中央市単独で燃料を賄うことはできないため、どこから、どのようにして（船・パイプライン・ローリー/コンテナ・港湾整備・貯蔵施設等）必要な量の燃料を調達するのかを検討する上でも、域外との連携は必要不可欠であると考えられる。

行政	ステータス	主体	補助金/ルール改正/制度設計/連携に向けた取組
愛媛県	議論開始	CN協議会	実証試験を実施する際の費用補助など
	議論開始	CN協議会	域内循環を考慮したバイオマス利活用への補助など
四国中央市	議論開始	CN協議会	ゼロカーボンシティ宣言表明に向けた連携
	議論予定	CN協議会	次世代ゴミ処理（トンネルコンポスト・他地域の焼却施設シェア）と地域企業のCN事業推進
	議論予定	CN協議会	水処理施設のバイオガス事業
	議論予定	CN協議会	森林管理・廃材・廃棄物管理

第4章まとめ

- 現時点の技術・制度において一足飛びに燃料転換を進めることは難しいものの、産・学・官・金が連携しCN実現に向け情報を共有し、当事者の意識を向上させながら、現時点で導入可能な技術の実装およびそれを支援する仕組みや制度を地域で推進していくことが重要である。たゆまずに連携・情報収集し、集積地域という特性を活かしつつ、CNに関連する新しい取組のリスク・コストを分散させながらトランジションを進め、他地域とも連携しながら地域をあげ中長期的な燃料転換・CN達成に向かっていく。



ロードマップで期待される役割									
第1フェーズ	<table border="1"> <tr> <td>CN協議会事業者</td> <td>・バイオマス・黒液の利活用 ・既存設備のエネルギー効率改善</td> </tr> <tr> <td>教育機関</td> <td>・リカレント教育 ・啓蒙活動</td> </tr> <tr> <td>行政</td> <td>・SC向け再生エネ導入支援策の構築 ・啓蒙活動</td> </tr> <tr> <td>金融機関</td> <td>・既存技術への資金 ・啓蒙活動/排出量の見える化支援</td> </tr> </table>	CN協議会事業者	・バイオマス・黒液の利活用 ・既存設備のエネルギー効率改善	教育機関	・リカレント教育 ・啓蒙活動	行政	・SC向け再生エネ導入支援策の構築 ・啓蒙活動	金融機関	・既存技術への資金 ・啓蒙活動/排出量の見える化支援
CN協議会事業者	・バイオマス・黒液の利活用 ・既存設備のエネルギー効率改善								
教育機関	・リカレント教育 ・啓蒙活動								
行政	・SC向け再生エネ導入支援策の構築 ・啓蒙活動								
金融機関	・既存技術への資金 ・啓蒙活動/排出量の見える化支援								
端境期	<table border="1"> <tr> <td>CN協議会事業者</td> <td>・実証実験(燃焼実験等) ・共同調達/アセット共同利用の検討</td> </tr> <tr> <td>教育機関</td> <td>・新技術関係の教育 ・人材育成</td> </tr> <tr> <td>行政</td> <td>・実証実験補助金制度の構築 ・啓蒙活動</td> </tr> <tr> <td>金融機関</td> <td>・既存技術への資金 ・実証実験等に対するリスクマネー</td> </tr> </table>	CN協議会事業者	・実証実験(燃焼実験等) ・共同調達/アセット共同利用の検討	教育機関	・新技術関係の教育 ・人材育成	行政	・実証実験補助金制度の構築 ・啓蒙活動	金融機関	・既存技術への資金 ・実証実験等に対するリスクマネー
CN協議会事業者	・実証実験(燃焼実験等) ・共同調達/アセット共同利用の検討								
教育機関	・新技術関係の教育 ・人材育成								
行政	・実証実験補助金制度の構築 ・啓蒙活動								
金融機関	・既存技術への資金 ・実証実験等に対するリスクマネー								
第2フェーズ	<table border="1"> <tr> <td>CN協議会事業者</td> <td>・(検討踏まえて)共同調達/アセット共同利用のスキーム実装</td> </tr> <tr> <td>教育機関</td> <td>・CN実現にむけたリーダー育成</td> </tr> <tr> <td>行政</td> <td>・共同調達スキームへの出資、補助等</td> </tr> <tr> <td>金融機関</td> <td>・既存技術への資金 ・共同利活用枠組へのリスクマネー</td> </tr> </table>	CN協議会事業者	・(検討踏まえて)共同調達/アセット共同利用のスキーム実装	教育機関	・CN実現にむけたリーダー育成	行政	・共同調達スキームへの出資、補助等	金融機関	・既存技術への資金 ・共同利活用枠組へのリスクマネー
CN協議会事業者	・(検討踏まえて)共同調達/アセット共同利用のスキーム実装								
教育機関	・CN実現にむけたリーダー育成								
行政	・共同調達スキームへの出資、補助等								
金融機関	・既存技術への資金 ・共同利活用枠組へのリスクマネー								

第5章

第1章 カーボンニュートラルの潮流

- 1.1 世界的なカーボンニュートラルに向けた潮流
- 1.2 我が国におけるカーボンニュートラルに向けた潮流

第2章 カーボンニュートラル実現を目指す上で重要な考え方・技術

- 2.1 カーボンニュートラル実現を目指す上で重要な考え方
- 2.2 水素・アンモニア
- 2.3 メタネーション
- 2.4 今後のエネルギー

第3章 四国中央市および紙・パルプ産業について

- 3.1 四国中央市の地理的特徴・産業の特徴
- 3.2 紙産業について

第4章 四国中央市の脱炭素ロードマップ

- 4.1 四国中央市における紙産業の脱炭素化の方向性
- 4.2 地理的特徴を踏まえた燃料転換
- 4.3 四国中央市における脱炭素ロードマップ
- 4.4 脱炭素ロードマップ実現の鍵

第5章 まとめ

第5章 まとめ（要旨の再掲）

1. 大王製紙、丸住製紙、および日本政策投資銀行は、愛媛県、四国中央市、伊予銀行、愛媛銀行、愛媛県紙パルプ工業会と連携して脱炭素社会の実現に向けた地域の取組を推進するために、2021年6月に「四国中央市カーボンニュートラル協議会」を設立。同協議会は、大王製紙、丸住製紙、愛媛製紙の3社を幹事会員、日本政策投資銀行を事務局とし、四国中央市の紙・パルプ産業関係者等も参加した経緯があり、後日内村教授・中原教授（両愛媛大学所属）も参画した。
2. 今般、外部講師を招聘して開催した会合および協議会内の各種議論を踏まえ、紙産業の集積地たる四国中央エリアにおけるカーボンニュートラル達成に向けた具体的な方策やロードマップを公表する。
3. 製紙業界においては、製造工程で必要な熱を供給するボイラーの燃料を石炭などの化石燃料から水素・e-methane（e-メタン）・アンモニア等へ転換することが必要であると考えられるものの、現時点では経済性があわず、サプライチェーンも確立されていないことからさらなる技術進展が必要であり、一足飛びにカーボンニュートラル達成が出来ない中、長期的なビジョンを持ちながら、地域の住民を巻きこんだ取組をまずは進めて行く必要がある。
4. 現時点の技術・制度において一足飛びに燃料転換を進めることは難しいものの、産・学・官・金が連携・情報共有し、当事者の意識を向上させながら、現時点で導入可能な技術の実装を地域で推進する。集積地域という特性を活かし新たな取組実施のリスク・コストを分散させトランジションを進めると共に、他地域と連携しながら中長期的な燃料転換・カーボンニュートラル達成を図る。
5. カーボンニュートラル達成に向けては、①2030年に向け、産・学・官・金が連携し既存の技術を実装していくとともに②技術/政策動向を集めながら実証実験や新技術の実装（燃料転換）を行うことが重要である。また、開発余地の少ない四国中央市においては各ステークホルダーが連携し、ヒト・モノ・カネ・リスクをシェアし、面的な取組を進めていくこととなる。
6. 四国中央市カーボンニュートラル協議会は今後も各ステークホルダーの結節点として継続的に活動を続けていき、2050年までのカーボンニュートラル実現に貢献する。

参考 次年度取組案

CN協議会は目標達成に向け、次年度以降も活動を継続し、地域でのCN達成の機運醸成に貢献

次年度取組案※	取組イメージ（今後要検討）	想定／関係者との協議・調整事項等
啓蒙活動 （講演会/情報共有等）	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 専門家による講演会 ▶ 愛媛県紙パルプ工業会によるCN講座開講 ▶ 省エネ事例/CO2見える化事例紹介 ▶ 再エネや省エネ化実施時のリターン・コスト事例紹介 他 	開催頻度、講演対象、テーマ、主体等を整理・議論しつつ各関係者（四国中央市、紙パルプ工業会、愛媛大学、地銀、幹事会社、事務局（DBJ）と連携し啓蒙活動を継続
CN協議会	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 有識者講演等の実施 ▶ CN協議会検討状況や進捗の共有 他 	6ヶ月に一回、検討状況やロードマップ進捗および有識者などによる講演会をCN協議会関係者向けに実施
域内資源の有効活用議論	<ul style="list-style-type: none"> ▶ バイオマス資源の活用可能性議論 ▶ 廃棄物の有効活用方法議論 ▶ 水資源の安定調達等について議論 他 	域内のバイオマス資源（主に森林）、廃棄物（ごみ・廃材・RPF）、水資源（含む排水の資源化）等の有効利用につき議論
地域燃料供給会社設立に向けた関係者との議論	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 混焼実験に向けた地域での共同調達利用等議論 ▶ 地域燃料供給会社設立に向けた関連技術企業との議論 	最新動向を情報収集しつつ、地域燃料供給会社実現に向け、地域での利活用方法、調達先候補などを検討。また関連技術企業と議論
行政との補助金等議論	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 脱炭素実現にむけた補助金議論 ▶ 必要な制度に関する意見交換（地元企業ニーズの共有） 他 	脱炭素実現に資する新しい補助金・制度について愛媛県・四国中央市と継続的に議論。地元企業のニーズを伝えつつ、必要な制度立案に貢献できるように活動。
ゼロカーボンシティ宣言・脱炭素先行地域への連携	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 四国中央市のゼロカーボンシティ宣言にむけた議論・連携 ▶ 脱炭素先行地域への採択に向けた議論・連携 他 	同宣言や先行地域に採択されるためには、官民が連携する必要がある、今後具体的な連携方法などにつき議論。市、幹事会社、事務局（DBJ）で定期的にMtgを開催
最新動向収集	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 技術動向収集/関係者への共有（主に燃料転換関係） ▶ 政策動向収集/関係者への共有（主に省庁検討事項） 他 	事務局（DBJ）や幹事会社の取引先やDBJが参加している研究会（総合資源エネルギー調査会等）などを通じて引き続き最新動向を収集し、関係者に共有/技術動向に関しては実査も想定
関係省庁との意見交換	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 経産省、環境省、国交省などとの意見交換/議論 他 	“ロードマップ”を関係省庁に共有済。次年度以降も関係省庁に進捗報告や意見陳情を実施
エネルギー供給企業等への情報発信・議論	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 面的な需要家として四国域内外の企業へニーズを発信 ▶ エネルギー供給企業や関係企業との議論も実施 他 	関係者を増やしていくためにも、面的な取組（市＝大規模需要家）として四国域内外の企業へ情報発信（ロードマップを持って連携可能性を模索）

Appendix 用語集①

頭文字	キーワード	略語	概要	初出頁
C	CAPEX	CAPEX	資本的支出。不動産や機械設備の価値を高めるための設備投資などにかかる支出のこと。	62
	CCUS	CCUS	Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage の頭文字を取った略称。二酸化炭素を回収し、有効利用し、貯留する技術。	13
	CIF	CIF	Cost Insurance and Freight の略語。運賃保険料込み条件。	48
	CO2	CO2	CO2=二酸化炭素。温室効果ガスの大宗を占める。	2
	CO2フリー発電		二酸化炭素を排出しない発電方法。	53
	COP(C onference of the P arties)	COP	国連気候変動枠組条約締約国会議。 C onference of the P artiesの頭文字を取った略称。	5
	CSR	CSR	企業の社会的責任。 C orporate S ocial R esponsibilityの略。利益追求だけでなく社会的に求められる義務を果たすこと。	81
D	DACCS	DACCS	大気中のCO2を直接回収し貯留する技術。	37
E	e-methane (e-メタン)		合成メタンのうち、グリーン水素等の非化石エネルギー源を原料としたメタネーションによって製造されたもの。	1
	EMS	EMS	E nvironmental M anagement S ystem（環境マネジメントシステム）の略称。	31
	ESG	ESG	環境(E nvironment)、社会(S ocial)、企業統治(G overnance)の頭文字を取った略称。	7
	ESG投資		非財務情報であるESGを考慮して行う投融資。	7

Appendix 用語集②

頭文字	キーワード	略語	概要	初出頁
F	FCV		燃料電池自動車。燃料電池で水素と空気中の酸素を化学反応させて作った電気で走る車。走行時に排出するのは水のみで、CO2や大気汚染物質は出さない。（ガソリンスタンドではなく）水素ステーションで水素（燃料）を補給する。	110
	FIT	FIT	Feed In Tariff の略語。再生可能エネルギーの固定価格買取制度。	98
	FOB	FOB	Free On Board の略語。本船渡条件。	60
G	GHG (Green House Gas)	GHG	温室効果ガス。 Green House Gas の頭文字を取った略称。CO2以外にもメタン、N2O（一酸化二窒素）、フロンガスも含まれる。	4
	GRIT	GRIT	Green Resilience & Recovery Innovation Transition / Transformation の頭文字を取った略称。DBJが2050年の持続可能な社会の実現に貢献するべく、長期ビジョンを踏まえ2030年に向けた具体的な戦略（「GRIT戦略」）として掲げているもの。	2
	GX	GX	グリーントランスフォーメーションの略称（読みはジーエックス）。脱炭素化社会に向けて、化石燃料をできるだけ使わず、クリーンなエネルギーを活用していくための変革や実現に向けた活動を指す。	13
I	IPCC (I ntergovernmental P anel on C limate C hange)	IPCC	国連気候変動に関する政府間パネル。 I ntergovernmental P anel on C limate C hangeの頭文字を取った略称。	4
	IPP	IPP	I ndependent P ower P roducerの略語。独立系発電事業者。	60
J	JCM (二国間クレジット制度、 J oint C rediting M echanism)	JCM	二国間クレジット制度。パートナー国（途上国）と協力して温室効果ガスの削減に取り組み、削減の成果を両国で分け合う制度。日本はこれまでに25か国と署名済。	15
	J-クレジット		P101参照。温暖化対策としてCO2吸収量を認証およびその権利を売買できる制度。	101
K	KPI	KPI	Key Performance Indicator の略語。目標達成の為の重要業績評価指標。	97
M	MCH(メチルシクロヘキサン)	MCH	メチルシクロヘキサン。水素を運ぶための手段（キャリア）の1つとして注目されている。	41
N	NDC(N ationally D etermined C ontribution)	NDC	国の削減目標。 N ationally D etermined C ontributionの頭文字を取った略称。パリ協定以降各国が削減目標を定めており、5年ごとに提出、更新する義務がある。	5

Appendix 用語集③

頭文字	キーワード	略語	概要	初出頁
P	PKS (Palm Kernel Shell)	PKS	植物油のパーム油を搾った後のヤシ殻。乾燥して異物を取り除くことで発電用のバイオマス燃料として利用できる。	98
	PPA	PPA	Power Purchase Agreement (電力販売契約) の略称。太陽光パネルなどの発電設備を第三者 (PPA事業者など) が用意し、需要家 (個人、企業や自治体など) が保有する施設の屋根や遊休地を提供し、発電した電気を需要家が利用し、資産保有をすることなく再エネ利用、脱炭素化できる仕組み。	13
R	RPF	RPF	Refuse Paper & Plastic Fuel の略語。産業廃棄物として分別収集された古紙、プラスチックを原料とする固形燃料。	25
S	SCM (サプライチェーンマネジメント)	SCM	サプライチェーンを管理 (マネジメント) すること。	31
	Scope 1-3		一連の流れ全体から発生する温室効果ガス排出量。サプライチェーン全体での排出量 = Scope1排出量 + Scope2排出量 + Scope3排出量	88
	SDGs	SDGs	Sustainable Development Goals の略語。持続可能な開発目標。	78
	SNG (Substitute Natural Gas)	SNG	代替天然ガス。ナフサなどを原料として製造。	43
T	TCFD	TCFD	Task Force on Climate-related Financial Disclosures の略称。気候関連財務情報開示タスクフォース。G20からの要請を受け、金融安定理事会 (FSB) により2015年に設置、2017年6月に提言をまとめた最終報告書を出している。最終報告書では気候関連リスクに関して4項目 (ガバナンス、戦略、リスク管理、指標と目標) の情報を開示推奨項目としている。	10
Z	ZEB	ZEB	Net Zero Energy Building (ネット・ゼロ・エネルギー・ビル) の略称 (読みはゼブ)。建物で消費する年間の一次エネルギーの収支をゼロにすることを目指した建物のこと。省エネによって使うエネルギーを減らし、太陽後発電などエネルギーを作る創エネによってエネルギー消費量を正味 (ネット) でゼロにする。	12
	ZEH	ZEH	Net Zero Energy House (ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス) の略称 (読みはゼッチ)。ZEBの住宅版。住宅で消費する年間の一次エネルギーの収支をゼロにすることを目指す。	12

Appendix 用語集④

頭文字	キーワード	略語	概要	初出頁
あ	アンモニア	NH3	アンモニア = NH ₃ 。燃烧時にCO ₂ を排出しないことから、化石燃料に代わるクリーンなエネルギー源として有望視されているもの。肥料や化学製品の原料（原料アンモニア）として既に利用されており、貯蔵や運搬技術は既存技術を応用可能。	1
い	板紙		厚手の（板のように厚い）紙。通称ボール紙。日本では板紙用途のリサイクル利用率は9割以上と高い。	83
え	エネルギー転換		今使っているエネルギーを別のエネルギーに転換していくこと。石油や石炭などの化石燃料から、脱炭素のエネルギーに変えていくことを指している。	2
	エネルギーミックス		火力、水力、原子力、再生可能エネルギーなど、複数の発電方法を効率的に組み合わせ、社会に必要な電力を安定的に供給すること。	16
	エリートツリー		品種改良によって生まれた新しい樹木。成長性が改良され二酸化炭素（CO ₂ ）の吸収量も改良。	89
か	カーボンニュートラル	CN	温室効果ガス排出量を、実質ゼロにすること。温室効果ガスの「排出量」から、植林、森林管理などによる「吸収量」を差し引いて、合計を実質的にゼロにすること。	1
	カーボンニュートラルコンビナート	CNK	コンビナート全体でのカーボンニュートラル化を実現するだけでなく、カーボンニュートラル社会において、①脱炭素エネルギーの受入/生産/供給、②炭素循環マテリアルの受入/生産/供給、③脱炭素技術のテストベッドといった機能を通じて、カーボンニュートラル社会の持続的な発展、製造事業者等の競争力強化、地域経済・日本経済の活性化に貢献する存在。	10
	カーボンニュートラルポート	CNP	脱炭素化に配慮して港湾機能を高度化することなどで、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにすることを指している。	10
	カーボンプライシング		CO ₂ 排出量に価格を付け、排出量に応じて企業等がコスト負担する仕組み。CO ₂ 排出量に応じ課税する「炭素税」、企業ごとに排出量の上限を定め超過した企業と下回る企業との間で排出量を売買する「排出権取引」等がある。	10
	カーボンマイナス		排出される温室効果ガスよりも、植物等に吸収される温室効果ガスが多い状態	17
	カーボンリサイクル		CO ₂ を炭素資源（カーボン）と捉え、これを分離・回収し、多様な炭素化合物として再利用（リサイクル）するとともに、大気中へのCO ₂ 排出量を抑制していくこと。	12

Appendix 用語集⑤

頭文字	キーワード	略語	概要	初出頁
か	化石燃料		石炭、石油、天然ガスなどの燃料。地中深くにあり採掘する。埋蔵量は有限。燃やすと二酸化炭素などを排出するため温暖化の原因となる。	1
	環境配慮製品		環境に配慮あるいは環境保全に貢献している製品。	33
き	気候変動サミット		米国主催で2021年4月22日～23日に向け、世界の40の国・地域の首脳を招待して開催された気候サミット（「Leaders Summit on Climate」）。菅前内閣総理大臣が参加しスピーチを行っている。	8
	京都議定書		1997年に京都で開催されたCOP3で採択された温暖化に対する国際的な取組のための国際条約。京都で採択されたことから京都の名前がつけられている。	5
く	グリーンアンモニア		再生可能エネルギー由来のアンモニアを指している。	59
	グリーンイノベーション基金		令和2年度第3次補正予算で確保された2兆円の基金。グリーン成長戦略の実行計画策定の重要分野において、特に政策効果が大きく、社会実装までを見据えて長期間の取組が必要な領域に対し、具体的に取組む企業等を対象に、10年間、研究開発・実証から社会実装までを継続して支援する仕組み。	12
	グリーン水素		再生可能エネルギーを利用し、水を電気分解することで環境への悪影響を与えずに作る水素。製造が難しく、コストが高いことが難点。	13
	グリーン成長戦略		正式名称は「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」、2020年10月に日本が宣言した「2050年カーボンニュートラル」の実現に向けて産業政策や産業分野の実行計画をまとめたもの。	12
	グリーン社会		カーボンニュートラルと温暖化対策への積極的な投資による経済成長の両方を実現する社会。	8
	グレーアンモニア		グレー水素同様、従来の化石燃料を利用して作られたアンモニア。	13
	グレー水素		化石燃料を利用して作られる水素。製造工程で水素と二酸化炭素に分解され、二酸化炭素を大気排出するのがグレー水素（回収するのがブルー水素、水素に色がついているわけではない）。CNの観点からはグレーでは評価されない。	13

Appendix 用語集⑥

頭文字	キーワード	略語	概要	初出頁
く	グローバル・ストックテイク	GST	パリ協定で定められた目標の進捗状況を評価する仕組み。	5
こ	コージェネレーションシステム		1次エネルギー（燃料）を使用してガスタービンを駆動し、複数の2次エネルギー（電気、蒸気など）を連続的に取り出すシステム。	49
	黒液		パルプの製造工程で発生する廃液の一種。黒色の液体。バイオマス燃料として利用できる。	75
	混焼		ある物体と別の物体を混ぜて燃焼すること（例えばアンモニアと石炭）。読みはこんしょう。一般的に、熱効率や発電コストは専焼より混焼にメリットがある。	13
	コンバインドサイクル発電		ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせた二重の発電方式。	47
さ	サーキュラーエコミー	CE	P27参照。循環経済。	27
	サステナブルファイナンス		持続可能な社会の構築に向け、気候変動等の環境問題や貧困等の社会課題の改善を意図する資金調達手段のこと。環境・社会課題の解決に資するプロジェクトを適格資産とした資金用途限定型とサステナビリティ経営に取り組む企業を対象とする資金用途非限定型に大別される。	10
	サバティエ反応		ニッケル（Ni）やルテニウム（Ru）等を触媒として、水素（H ₂ ）と二酸化炭素（CO ₂ ）からメタン（CH ₄ ）と水（H ₂ O）を生成させる化学反応。	43
	サプライチェーン	SC	製品の原材料や部品調達（上流）から販売（下流）に至るまでの一連の流れを指し、自社事業だけでなく取引先やユーザーなども含めた物の流れ全体をとらえる。	1
	産・学・官・金		企業（産業の産）、大学等研究機関（学）、行政（官）、金融機関（金）が連携して、新技術の研究開発や実証実験、実装、新事業の創出に取り組むこと。	1
し	自然資本		自然環境（森林、土壌、水、大気、生物資源など）を生活や企業の経営基盤を支える重要な資本の1つとして捉える考え方。	27
	需要家		電気やガスなどの供給を受ける側、個人、企業などの消費者。	2
	蒸解		パルプの製造工程で、木質チップを加熱・加圧し、薬剤で木材に含まれるリグニンを溶解・除去すること。（薬品で溶かして木の繊維を取り出す工程。）	87

Appendix 用語集⑦

頭文字	キーワード	略語	概要	初出頁
し	抄紙		紙をすくこと。読みはしょうし。	87
す	水素	H2	水素=H2。燃焼時にCO2を排出しないことから、化石燃料に替わるクリーンなエネルギー源として有望視されているもの。	1
	水素ステーション		FCV（燃料電池自動車）に水素を補給するステーション（ガソリン車でいうところのガソリンスタンド）。	113
	水素チェーン		水素における製造から利用までのサプライチェーン。	47
	ステークホルダー		直接的または間接的に影響を受ける利害関係者のこと。	1
	スラッジ		下水処理や工場廃水処理の過程で生じる汚泥（Sludge）。	75
せ	石炭ボイラ		燃料を燃やして高温高压の蒸気を生じさせて、発電用の蒸気タービンに供給する装置（ボイラー）の中で、燃料を石炭とするもの。	2
	ゼロエミッション火力		CO2を出さない燃料を活用した火力発電。	59
	ゼロカーボンシティ		「2050年二酸化炭素排出実質ゼロ」を目指すことを表明した地方自治体。	18
	専焼		ある物体のみを燃焼すること（例えば水素のみ）。読みはせんしょう。	50
た	脱炭素先行地域		CNに先行して取組むモデル地域。地域特性や気候風土に応じた様々な取組を通じて地域の脱炭素化を図る。	10
	脱炭素ドミノ		脱炭素化先行地域が積極的にCNに取組み、他の地域にも取組が波及して、全国的に（ドミノのように）脱炭素化を拡大していくこと。	17
	脱硫		硫黄化合物を含んだ物質（原油など）から（有害である）硫黄分を除去すること。	47
ち	蓄電池		充電して電気を貯めておくことができる電池。（太陽光発電などで得られたエネルギーを貯め、発電できない夜間などに利用することが可能になる。）	13

Appendix 用語集⑧

頭文字	キーワード	略語	概要	初出頁
ち	チップ		パルプの原料となる木材を細かく切ったもの。	87
と	トランジション		移行、変化、過渡を意味する用語。ある段階から次の段階へと移行すること。	1
	トランジション・ファイナンス		炭素集約型事業や環境負荷の高い事業活動を、脱炭素型あるいは低環境負荷型に「移行」させるための投融資のこと。	10
ね	ネガティブエミッション技術	NETs	排出され大気中にあるCO ₂ を人為的に回収・除去する技術のこと。CNには欠かせない技術と考えられている。CCS、CCUS、DACなどはこの技術の関連用語。	13
	燃料転換		CO ₂ 排出量削減のため、使用する燃料の種類を変えること。石炭や石油などの化石燃料から水素やe-メタン、アンモニア等の非化石燃料への転換を指している。	1
は	ハーバーボッシュ法		鉄（Fe）触媒上で水素（H ₂ ）と窒素（N ₂ ）を直接反応させアンモニア（NH ₃ ）を生産する方法。	42
	バイオガス		微生物の発酵などの力を利用し、生ゴミなどから発生させたメタンが含まれるガス。	58
	バイオマスプラスチック		植物などの再生可能な有機資源を原料とするプラスチック。サトウキビやトウモロコシ由来の製品などが商品化され、従来のプラスチック製品からの代替を促進。	12
	パリ協定		2015年にパリで開かれた、温室効果ガス削減に関する国際的取り決めを話し合う「国連気候変動枠組条約締約国会議（通称COP）」にて合意された、2020年以降の気候変動問題に関する国際的な枠組み。	5
	パルプ		紙の原料。木材その他植物から繊維を取り出したもの。	1
ふ	副生水素		製鉄所やプラントなどで他の目的物を製造する際に副産物として生じる水素（一定量の水素を含むガスなど）。	73
	ブラックペレット		バイオマス燃料の一つ。木材を粉砕・乾燥して焙煎処理し半炭化したもの。炭素中立の燃料とされ、既存の燃焼設備を使いながら混ぜた分だけ脱炭素に貢献できる。石炭の代替燃料として注目。	25
	ブルーアンモニア		天然ガスなどの化石燃料由来のアンモニアを指している。	59
ほ	ボイルオフ		気化。ここでは輸送・貯蔵時に発生する気化によるエネルギーロスについて触れている。	40

Appendix 用語集⑨

頭文字	キーワード	略語	概要	初出頁
め	メタネーション		水素と二酸化炭素から天然ガスの主成分であるメタンを合成する技術。	43
り	リカレント教育		P28参照。学校教育から離れた社会人が学び直すことを意味。一般的に就労と教育を交互に繰り返すこと（教育時は職を離れる）。	28
	リスキリング		P28参照。学校教育から離れた社会人が学び直すことを意味。一般的に就労と教育を交互に繰り返すこと（教育時に職を離れない）。	28
れ	レジリエンス		回復力、しなやかさ（弾性）を表す言葉。困難な状況にうまく適応する能力。	46

著作権 (C) Shikokuchuo City Carbon Neutrality Council 2023

当資料は、四国中央市カーボンニュートラル協議会により作成されたものです。

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引などを勧誘するものではありません。本資料は当協議会が信頼に足ると判断した情報に基づいて作成されていますが、当協議会はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しましては、ご自身のご判断でなされますようお願いいたします。

本資料は著作物であり、著作権法に基づき保護されています。本資料の全文または一部を転載・複製する際は、著作権者の許諾が必要ですので、当協議会(事務局である株式会社日本政策投資銀行)までご連絡ください。著作権法の定めに従い引用・転載・複製する際には、必ず『出所：四国中央市カーボンニュートラル協議会』と明記してください。