

# 要約版

## 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。

# 1. 四国中央市カーボンニュートラル協議会概要

## 脱炭素にむけた地域の面的な取組を推進

- 日本一の製紙業集積地である愛媛県四国中央市に拠点を有する、愛媛製紙(株)、大王製紙(株)、丸住製紙(株)、および(株)日本政策投資銀行(DBJ)、愛媛県、四国中央市、(株)伊予銀行、(株)愛媛銀行、愛媛県紙パルプ工業会が連携して脱炭素社会の実現に向けた地域の面的取り組みを推進するために、2021年度「四国中央市カーボンニュートラル協議会」を設立(公表時一般会員24社)。後日内村教授・中原教授(両愛媛大学所属)も参画した。
- 外部講師による講演および各種議論を踏まえ、四国中央市におけるカーボンニュートラル(CN)達成に向けたロードマップを公表。

	日時	講演者	講演タイトル
第1回	2021/7/28	DBJ(経営部サステナ室)	「カーボンニュートラルを巡る政策・技術動向と四国中央地域への示唆」
※	2021/10/19	大阪ガス(INV本部 エネルギー技術研究所)	「メタネーション関連技術を用いた都市ガスの脱炭素化への取組みと制度動向について」
第2回	2021/12/22	経済産業省(産業技術環境局 環境経済室)	「カーボンニュートラルに向けた動きと企業を取り巻く環境」
		経済産業省(製造産業局 素材産業課)	「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」
		国土交通省(港湾局 産業港湾課)	「カーボンニュートラルポート(CNP)の形成に向けた取組」
		環境省(大臣官房)	「気候変動と脱炭素社会実現に向けた動き」
※	2022/2/25	川崎重工業(水素戦略本部)	「川崎重工グループにおけるカーボンニュートラルへの取組み」
第3回	2022/4/13	DBJ(設備投資研究所)	「カーボンニュートラルを通じた事業機会創出～サステナブルファイナンスを味方につけるために～」
※	2022/6/23	IHI(戦略技術統括本部 戦略技術プロジェクト部)	「アンモニアに関連する技術動向・経済性等 カーボンニュートラルに向けたIHIの取組み」
JERA(脱炭素推進室/ゼロエミッション連携推進室)		「『JERAゼロエミッション2050』への挑戦と燃料アンモニアの展望」	
第4回	2022/9/7	DBJ(中国支店/地域調査部)	「中国地方のカーボンニュートラルに係る共同調査のご紹介」
		愛媛県(県民環境部)	「愛媛県における地球温暖化対策の取組について」
		四国中央市(みらい創造室)	「地球温暖化対策の推進について～2050年CNへの挑戦～」
		伊予銀行(法人コンサルティング部)	「カーボンニュートラルに向けた取組」
		愛媛銀行(経営管理部)	「四国中央市カーボンニュートラル協議会ご説明」
第5回	2022/12/5	DBJ(四国支店)	「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」(進捗共有)
大豊産業(第1営業部・営業企画部) REXEV(eモビリティソリューション営業部)		「再エネと電気自動車の未来をより付加価値高く」脱炭素ソリューション	

※幹事会員(愛媛製紙(株)、大王製紙(株)、丸住製紙(株))とオブザーバーのみで開催

# 2.CNの潮流

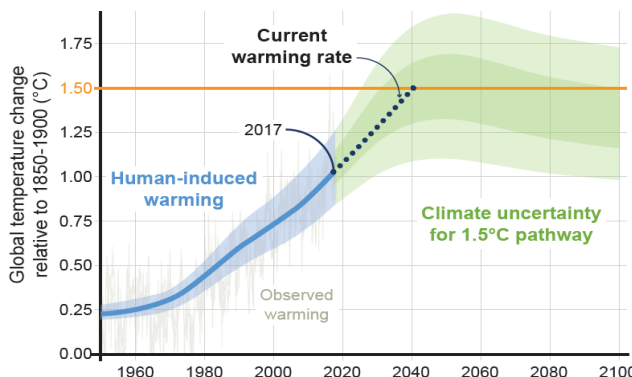
## 日本を含めカーボンニュートラルにコミットする国・地域が登場。2050年までのCN達成を目指す

- 気候変動防止には温室効果ガス（GHG）削減が必要（科学的根拠有）。2050年までにCN達成を目指す国・地域が登場。
- 日本では2020年に当時の首相が2050年CN達成を表明し、2030年に2013年度比で排出量を46%削減、2050年までに実質的な排出ゼロを目指すこととなった。

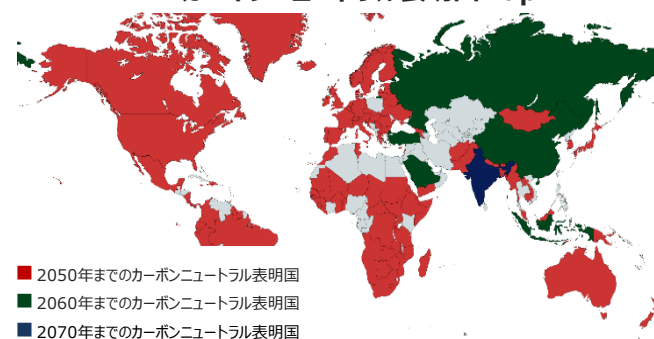
### 世界の潮流

#### 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）**
- 温暖化対策を未実施時、今世紀末の気温上昇は2.6~4.8℃となる可能性が高い
- 2℃目標の緩和経路は複数あり、どの経路においても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にすることを要する



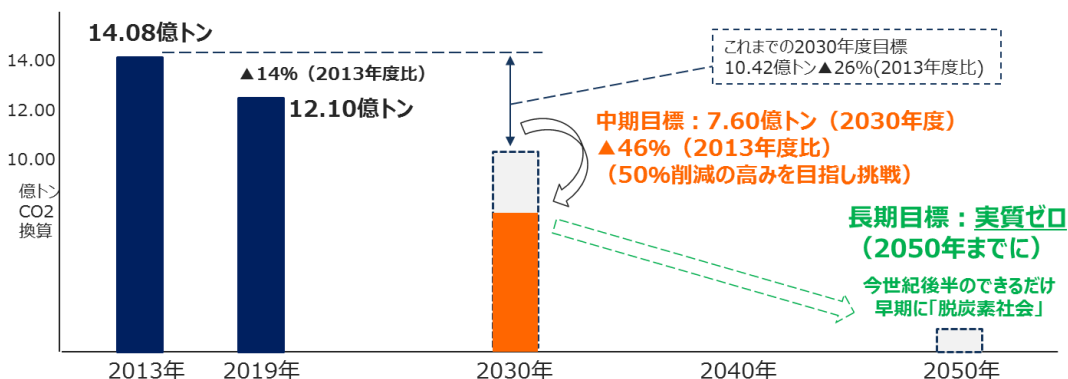
#### カーボンニュートラル表明国Map



### 日本の潮流

#### 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、2050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**2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言致します。**
- 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す、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 左上：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 ご講演資料ほかより四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

右上：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

下：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 ご講演資料ほかより四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

# 2.CNの潮流

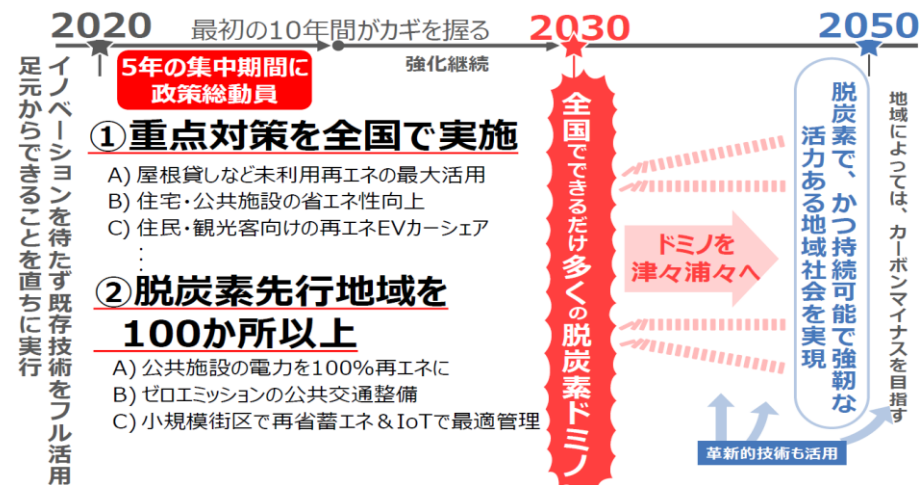
## 2050年に向け、各省庁・各地で様々な会議体が設立され、CN達成に向けた議論がなされている

- 行政・民間・業界団体等がCN達成にむけた会議体を設立。温室効果ガス排出削減にむけた施策検討やロードマップ作成を実施
- 2050年CN達成を宣言する企業や自治体が出現し、具体的なCN実現に向けた議論・検討を開始

### 会議体・協議会等の設立

事務局	会議体名
内閣官房	国・地方脱炭素実現会議 GX実行会議
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
環境省	カーボンプライシング小委員会
国交省	カーボンニュートラルポータル形成に向けた検討会
金融庁	サステナブルファイナンス有識者会議
DBJ	<b>四国中央市カーボンニュートラル協議会</b>
四国地方整備局	四国におけるCNP形成に向けた勉強会

### 地域脱炭素ロードマップ



### 2050年CN達成を宣言した主な企業（敬称略）および四国のゼロカーボンシティ表明自治体（県・市町村）（2022年12月末時点）

業種	主な企業（敬称略）
製造業	花王、トヨタ自動車、シャープ、ソニー、大王製紙、TOTO 他
食料品	アサヒ、麒麟、サッポロ、サントリー、味の素 他
エネルギー	JERA、東京ガス、四国電力、大阪ガス 他
運輸/建設	JR東日本、東急、日本航空、大成建設、東急不動産 他
商社・小売	住友商事、三井物産、イオン、ファミリーマート、ローソン 他

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		
	四万十市	宿毛市	南国市	高知市	黒潮町
高知県	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 左上：各種資料より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成  
 右上：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  
 下：各種資料より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

# 3.CN実現を目指す上で重要な考え方

## 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と公正な移行（Just Transition）

- 脱炭素に向けた取組には“機会獲得”と“リスク低減”という2つの側面があり、CNに反した行動は経営上の大きなリスクとなりうる
- 一方で一足飛びにCN実現は出来ないため、長期的なビジョンを持ちながら、“いま実施できること”を進めていくことが必要。
- 同時に労働者を中心に、誰一人取り残さない公正な移行（Just Transition）が求められ、脱炭素社会への移行を進める中で、地域コミュニティ、地域住民も巻き込んだ面的な取組が必要。またTransitionに向けては“学び直し”も重要。

### 「機会」

- 省エネ商品/環境配慮型商品の市場投入
- 脱炭素を掲げる顧客の要求実現に伴う信頼向上

### 「リスク」

- カーボンプライシングによるコスト増
- 顧客嗜好の変化（低炭素・脱炭素商品嗜好）

サプライチェーン管理が強化される中で「選ばれる」企業となる機会

サプライチェーン管理が強化される中でコスト増かつ「選ばれなくなる」リスク

### Just Transitionとは？

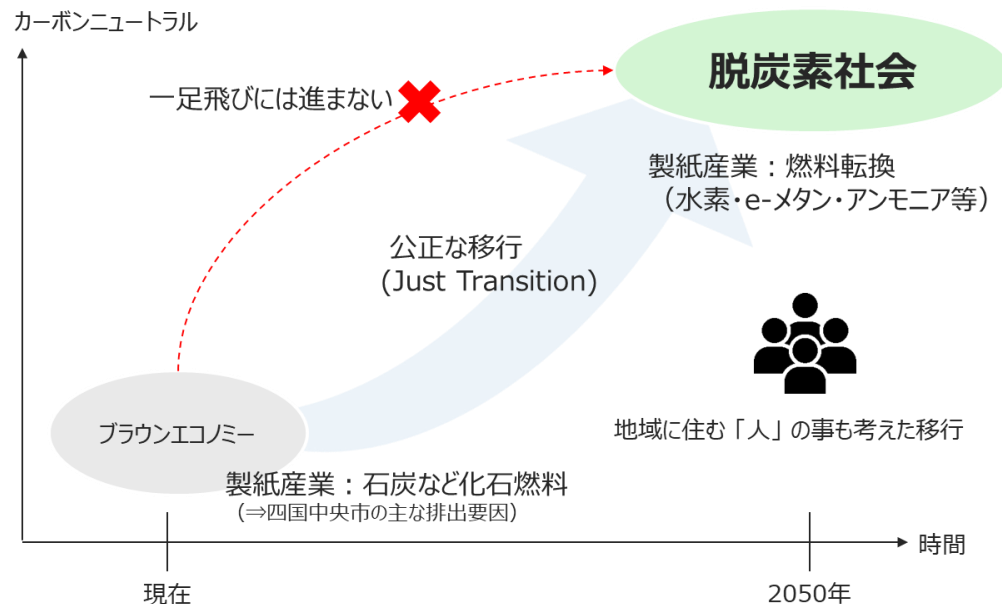
「グリーン経済への移行によって得られる実質的な**利益を広く共有**すると同時に、国、地域、産業、コミュニティ、労働者、消費者など、**経済的に損失を被る人々を支援すること**」（欧州復興開発銀行 定義）

#### ✓ Just Transition事例

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

#### ✓ Just Transitionに向けた “学び直し”

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**が求められており、就労と教育を交互に繰り返すリカレント教育と職を離れないリスキングが注目



出典：各種資料より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成



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

# 4. CN実現にむけた重要な技術

## CNを実現するためには化石燃料から水素・e-メタン・アンモニア等CNな燃料への転換が必要

- 製紙業界においてCNを実現するためには、製造工程で必要となる熱を供給しているボイラーの燃料を、化石燃料から水素・e-メタン・アンモニア等CNな燃料へ転換することが求められる（市におけるCN実現にも同様に必要）。同技術の動向は極めて重要。
- CN協議会では、最適な脱炭素に向けた方策を検討すべく、最も重要な技術である水素・e-メタン・アンモニア等への燃料転換をリードする大手企業による講演を聞くとともに、各技術の製紙業界での利活用可能性を議論してきた。

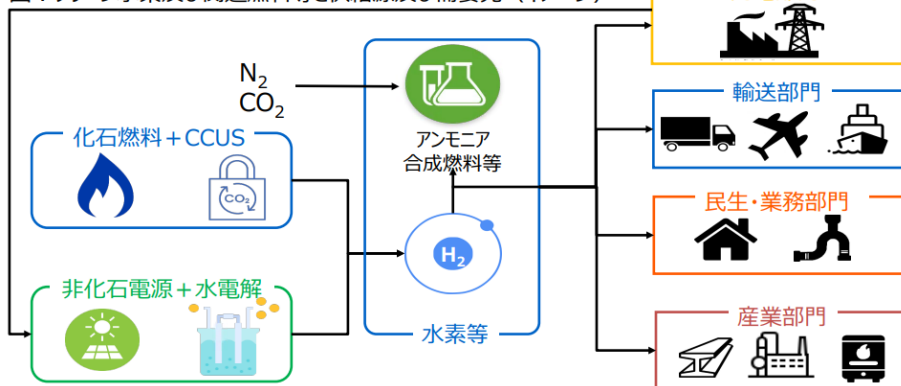
### カーボンニュートラル時代の水素等の位置づけ

- 2050年のカーボンニュートラルに向け、**水素等の脱炭素電源の活用**が期待
- 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（e-メタン）等も、その特性に合わせた活用が予想**

### 水素キャリアの比較

	水素	e-メタン	アンモニア
エネルギー密度	小	大	小
燃料保管に必要なインフラ規模	大	小	大
主な製造方法	水分解 $\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$	サバティエ反応 $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	ハーバー・ボッシュ法 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液化（気体→液体）により体積が1/800となる</li> <li>・液化には超低温（-253℃）が必要で液化にエネルギーを多く要する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存の都市ガスインフラとの親和性が極めて高い</li> <li>・燃焼時にCO<sub>2</sub>を排出。なお回収CO<sub>2</sub>を用いて合成するためネットゼロ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・毒性、腐食性、強い臭気を有する</li> <li>・常圧では-33℃で液化。常温でも0.9MPa程度で液化</li> </ul>
燃料用途	ガスボイラーなどで既に燃料として活用	ガスボイラーで燃料として活用	ボイラーを改修することで混焼利用可
その他	副生物として化学プラントで製造	CNとみなすためのルール整備が必要	既に肥料用途で大量に製造・流通

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）

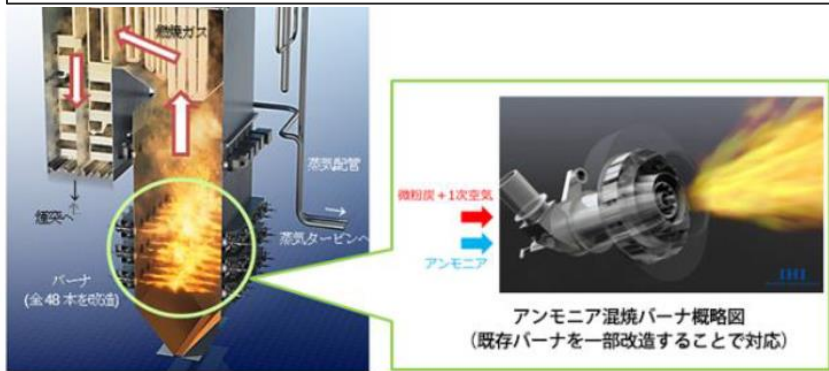
# 4. CN実現にむけた重要な技術

## 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

- 製紙以外の各産業においても、同様に製造工程や地域特性など踏まえた燃料転換の検討が進められており、一部発電所等ではアンモニアや水素の混焼実験などが行われている。他方、水素・アンモニア等燃料の保管に必要なインフラ規模が大きいことも影響し、**現時点では化石燃料比で経済性が低く、燃料のサプライチェーンを含む実装に向けては技術進展（含む経済性確保）が必須。**

### IHI様の取組

- 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



発電用ボイラ

### 川崎重工業様の取組

- 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



カーボンニュートラル燃料の経済性		液化水素	アンモニア	
※CAPEX = 資本的支出：事業の生産性や資産価値の向上を図るための投資コスト・設備投資				
熱量(1Lあたり)		8.5MJ/L	12.7MJ/L	
液体となる条件		常圧、-253℃	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3倍	
	LPG(25.5MJ/L)比	約3倍	約2倍	
	LNG(22.6MJ/L)比	約2~3倍	約2倍	
受入基地	タンク	貯蔵重量	0.36万t-H2	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	116億円
配送用パイプライン	高圧	耐用年数	40年	40年
		輸送量(年間)	3.8万トン	—
		CAPEX/km	0.6億円	0.3億円
	低圧	耐用年数	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	

出典 左上：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

左下：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

右：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

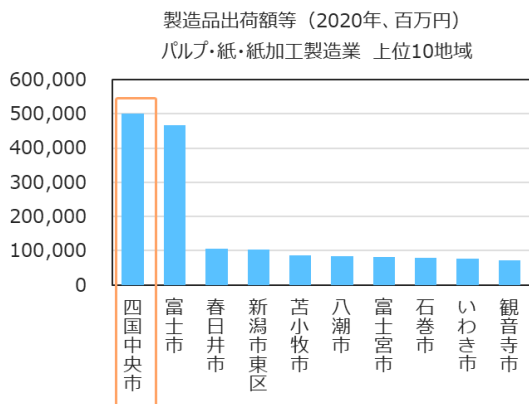


# 5. 四国中央市の特徴

## 基幹産業は製紙業であり、紙パルプ産業が四国中央市のCO2排出量の多くを占める

- 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（同市で勤務する人の67%が同産業に従事）。
- 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はすべて製紙産業が最多であり、四国地域におけるCN達成への寄与度が大きい産業。

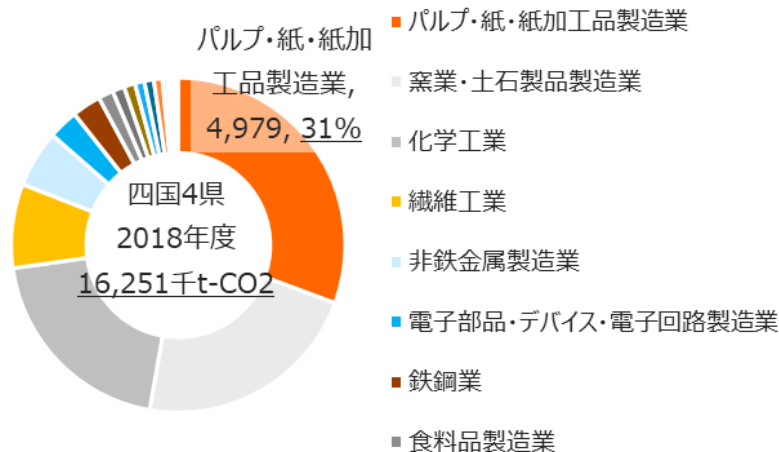
### パルプ・紙・紙加工製造業 製造品出荷額 従事者



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%
新湊市東区	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%

### 四国4県製造業における産業別CO2排出量



### 四国中央市の従業員数

(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%
食料品製造業	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%

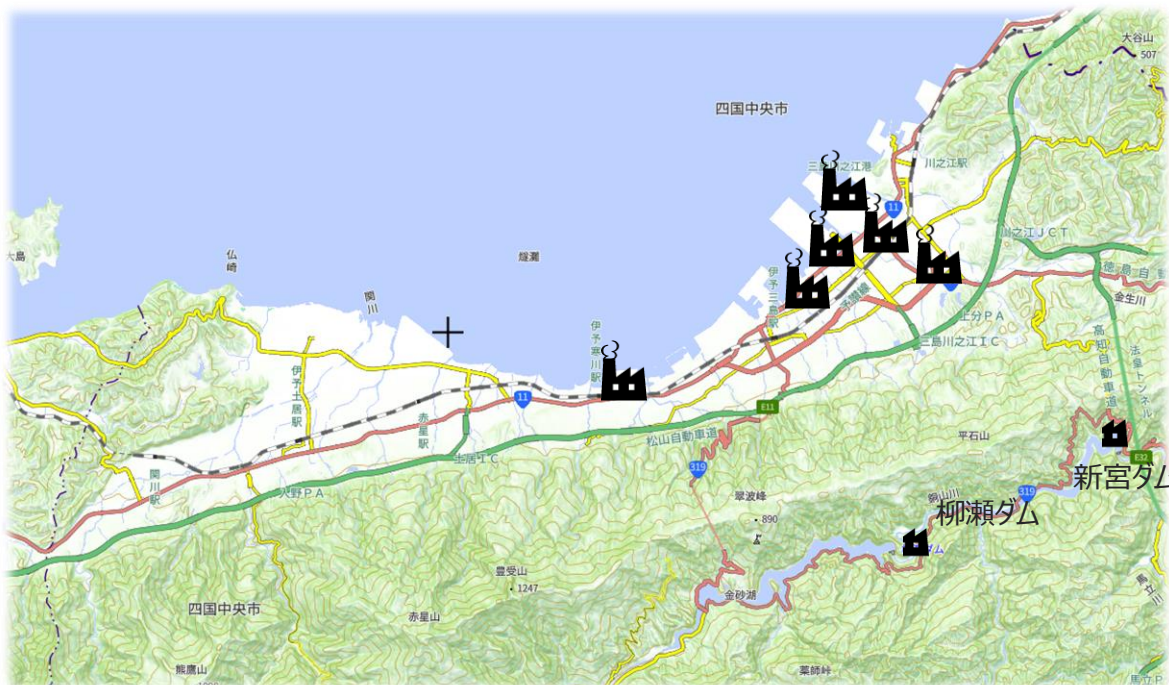
排出量 (上記同様)	愛媛県	四国中央市
総排出量	9,030千t-CO2	4,376千t-CO2
パルプ・紙・紙製品加工業 (同産業/総排出量)	4,354千t-CO2 (48%)	4,311千t-CO2 (99%)

出典 左：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  
右：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

# 5.四国中央市の特徴

## 四国中央市は豊富な自然資本を有するものの、開発可能余地が少ない

- 四国中央市の大部分は山間部であり（森林面積300km<sup>2</sup>（総面積421km<sup>2</sup>））、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。紙産業が集積している他市区町村（静岡県富士市等）と比較しても、可住地面積は限定的であり、他地域に比べて開発可能余地は少ない。
- 燃料転換に向けては、少ない開発余地を最大限活用できるように、産業集積エリアにおける燃料の共同調達、設備の共同利用など地域での面的な取組や、同市が有する自然資本（森林資源）の有効活用が求められる。



富郷ダム

紙のまち 市区町村別 可住地面積

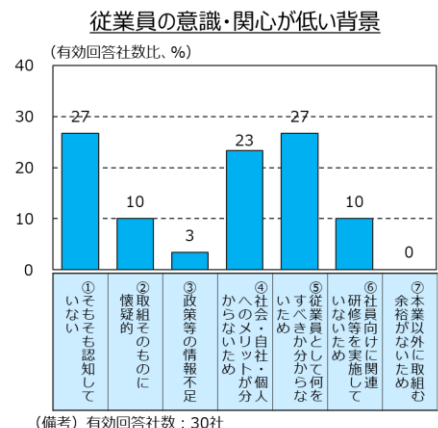
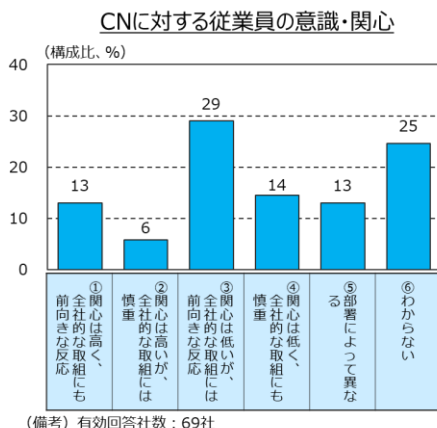
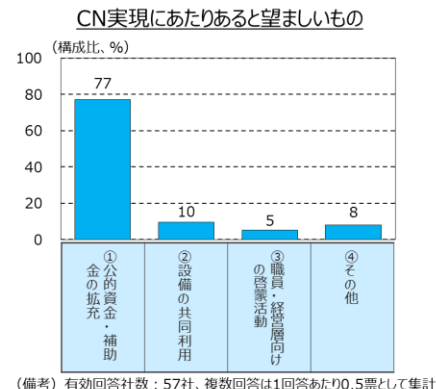
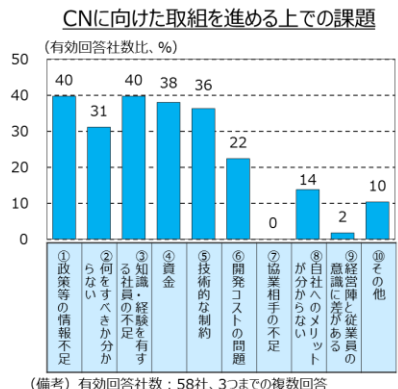
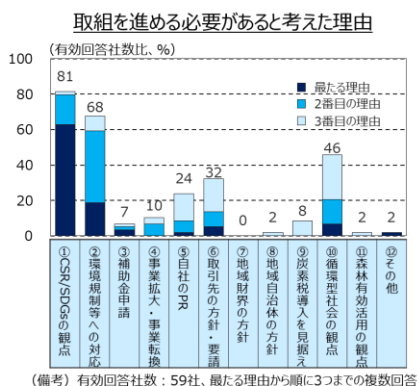
市区町村名	総面積 km <sup>2</sup>	可住地面積 km <sup>2</sup>	可住地面積 比率
四国中央市	421.2	90.8	21.6%
富士市	245.0	125.5	51.2%
春日井市	92.8	75.6	81.5%
新潟市	726.5	670.7	92.3%
苫小牧市	561.6	201.8	35.9%
八潮市	18.0	18.0	100.0%
石巻市	554.6	240.9	43.4%
富士宮市	389.1	141.4	36.3%
いわき市	1,232.0	351.4	28.5%
八戸市	305.6	203.5	66.6%

出典：総務省統計局「社会・人口統計体系 基礎データ」、国土地理院「地理院地図Vector」、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

# 6. 四国中央市に拠点を有する企業の意識調査

## 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必要

- 四国中央市に地盤を有する企業（70社）に対して意識調査を実施。多くの企業がCNに取り組む重要性は感じているものの、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、ソフト面をあげる結果。
- 課題解決に向けては、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が必要との回答があり、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を示唆。

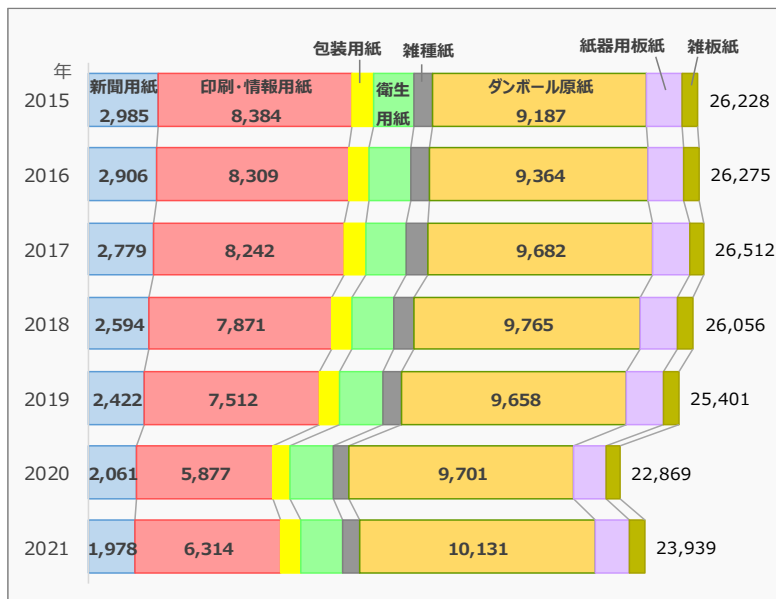


# 7. 製紙業界

## 生産量が減少し、用紙別の生産動向展望が分かれる中、生産拠点再編や生産品転換が実施

- 新聞紙等の洋紙需要減により業界の生産量は減少傾向も、EC需要の拡大により板紙（段ボール）の生産量は増加傾向。
- 業界動向に伴い、生産拠点の再編や生産品の転換（洋紙から他製品へ）が進みつつあると同時に、CNへの対応が求められる。

紙・板紙生産量（千トン）



今後の生産動向の展望

用紙種類	需要見通し	増減見込みおよび要因 (足下から2,3年以内の想定)
洋紙※	新聞用紙	<p>&lt;減少&gt;</p> <p>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</p>
	印刷情報用紙	<p>&lt;減少&gt;</p> <p>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</p>
衛生用紙	→	<p>&lt;横ばい&gt;</p> <p>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</p>
段ボール板紙	↗	<p>&lt;微増～増加&gt;</p> <p>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</p>
その他工業用(紙容器用等)	↗	<p>&lt;微増～増加&gt;</p> <p>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</p>

### 転換事例（洋紙から他製品へ）

王子HD：2020年度苫小牧工場の新聞用紙マシンをライナーとクラフト紙の生産設備に転抄

大王製紙：2023年度三島工場の洋紙生産設備をフラップパルプの加工原反となるロールパルプ生産設備に改造予定

※漂白工程等において必要な工程・熱量が多い（次頁参照）、CNに向けては他製品への転換が検討される

# 7. 製紙業界

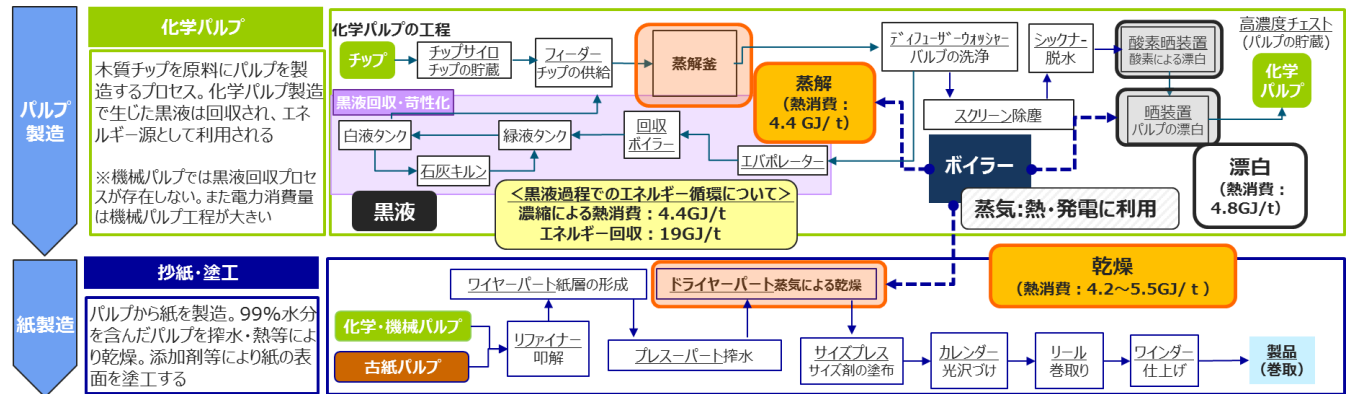
## 蒸解・漂白および乾燥工程においてエネルギーを多消費。CN実現に向けては追加的な取組は必須

- 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。特に石炭ボイラーを用いた自家発電により相応のCO2排出量あり。
- 2050年のCNに向けては、従来から実施している製造工程の省エネなどの取組に加え、サプライチェーン全体での追加的な取組が必要（Scope3の観点：サプライチェーンの上流・下流を踏まえた排出量削減）。

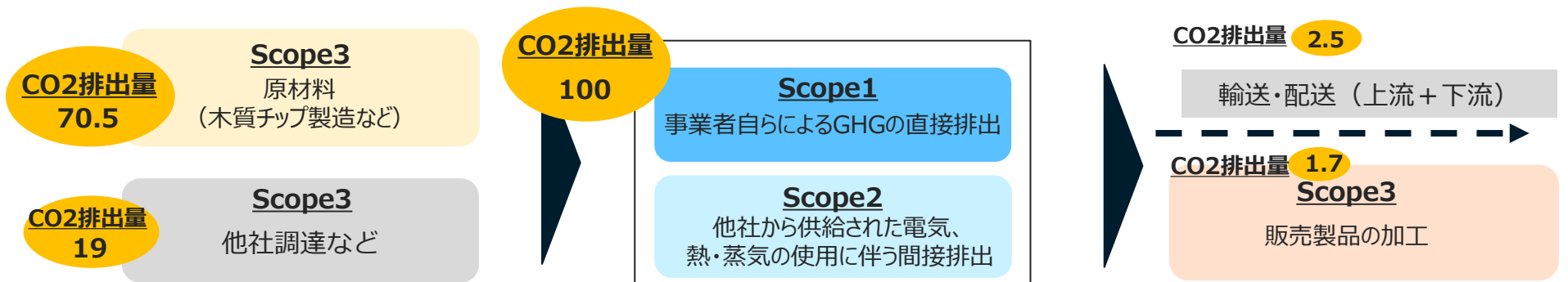
### 製紙業界のCO2排出要因

- (1) 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（石炭ボイラーの比率が相応に高い）
- (2) 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

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



### 製紙業におけるサプライチェーン全体でのCO2排出状況※（2020年度：数字はScope1-2の排出量を100とした場合の比）



※サプライチェーン排出量 = Scope1排出量 + Scope2排出量 + Scope3排出量（事業者自らの排出（Scope1-2）のみならず、事業活動に関係するあらゆる排出を合計した排出量。原材料調達・製造・物流・販売・廃棄など、一連の流れ全体から発生する温室効果ガス排出量）

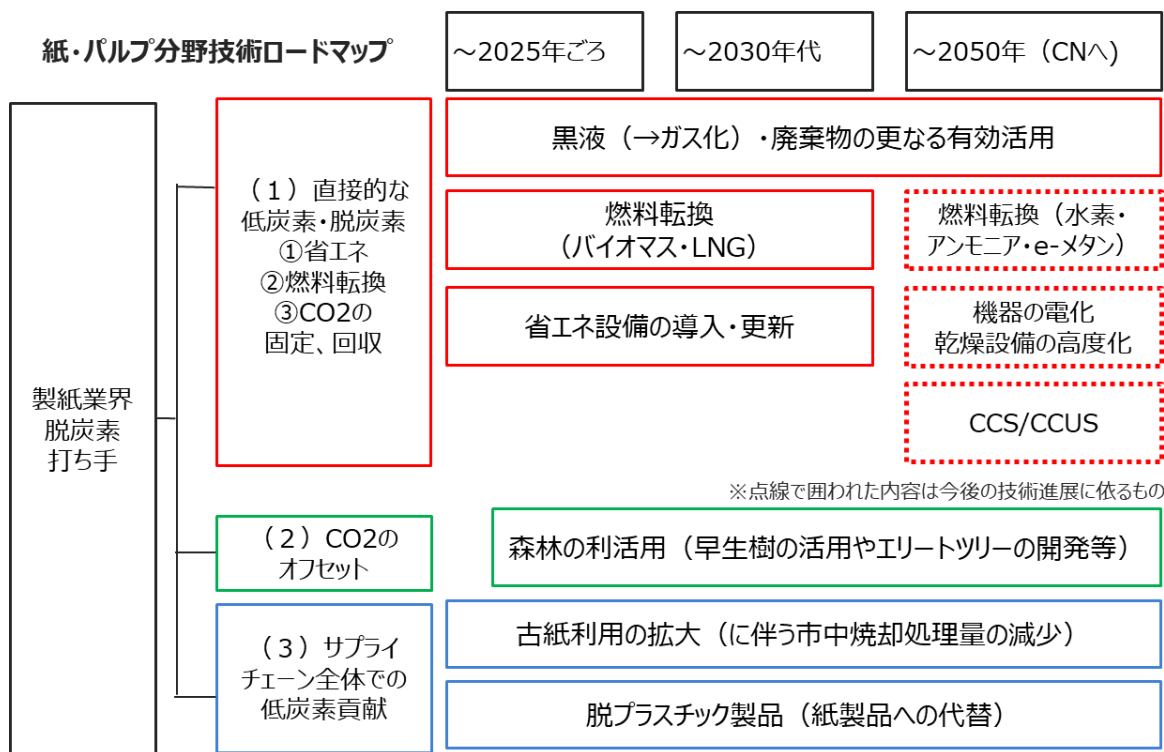
出典 上：経済産業省『「トランジション・ファイナンス」に関する紙・パルプ分野における技術ロードマップ（案）』（2022年2月）

下：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

# 8. 製紙業界におけるCNへの取組

## 脱炭素に向けては大きく3つの方向性を示唆

- 製紙業界のCNに向け、経産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、を打ち手と設定。中長期的には、水素・e-メタン・アンモニア等への燃料転換や森林の利活用も想定。なお各社や集積地で実施する場合には、実装にむけた詳細な時間軸や地域特性を考慮した検討が同時に求められる。
- 製紙会社各社においては、足下で省エネ・製造効率の改善、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を既に実施（今後も継続的に実施予定）。



### 製紙会社の具体的な取組事例

#### ①直接的な低炭素・脱炭素

##### 黒液の燃料利用

- 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

##### 木質バイオマス発電の実施・域内での燃料調達

- 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

#### ②CO2のオフセット

##### CO2をオフセットする手段としての森林利用

- 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（国内外植林活動）

#### ③サプライチェーン全体での低炭素貢献

##### 古紙利用

- 両面ラミネート紙など難処理古紙の原料利用

##### 脱プラ製品開発

- 従来プラスチック製品が主たるスプーンやマドラーの代替素材（e.g. 大王製紙エリプラペーパー）開発

CCS :Carbon dioxide Capture and Storageの略=「二酸化炭素回収・貯留」

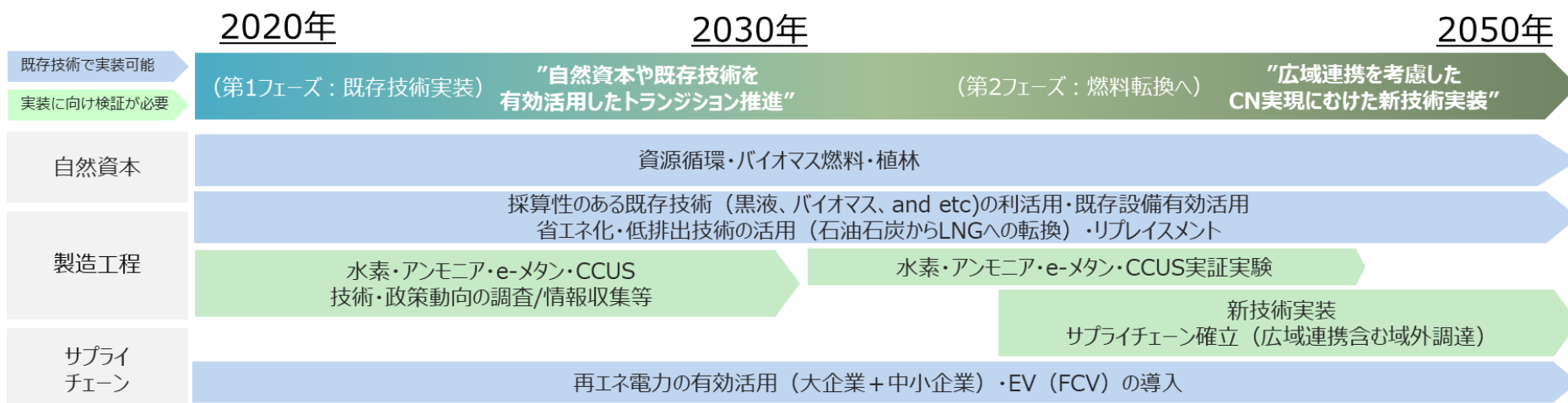
CCUS :Carbon dioxide Capture, Utilization and Storageの略=「二酸化炭素回収・貯留+「利用」」

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）ほか各種資料より四国中央市カーボンニュートラル協議会作成

# 9. 四国中央市CNロードマップ及び方向性

## 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

- 同市でCNを実現する上では、（第1フェーズ）2030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、（第2フェーズ）技術/政策動向を見極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。また開発余地の少ない同集積地域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。



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）	・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	・実証実験（燃焼実験等） ・共同調達/アセット共同利用の検討	・（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）	・リカレント教育 ・啓蒙活動	・新技術関係の教育 ・人材育成	・CN実現にむけたリーダー育成
行政（官）	・補助金など再エネ導入支援策の構築・実行 ・啓蒙活動	・実証実験補助金制度の構築 ・啓蒙活動	・共同調達スキームへの出資、補助等
金融機関（金）	・既存技術への資金 ・啓蒙活動/排出量の見える化支援	・既存技術への資金 ・実装実験等に対するリスクマネー	・既存技術への資金 ・共同利活用枠組へのリスクマネー

# 10.四国中央市におけるCN達成の鍵

## 脱炭素ロードマップ実現の鍵は大きく6つ

- CN実現に向けては、①技術進展、②既存“技術”の利活用、③既存“設備”の利活用・リプレイスメント、④大企業・中小企業のトランジション・啓蒙活動、⑤従業員のリカレント教育・人材育成、⑥官民連携・地域連携、が鍵となる。

### ①技術進展

- 燃料転換に向けた技術進展
- サプライチェーンの構築
- 需要家からの能動的なアプローチ

### ②既存“技術”の利活用

- バイオマス・廃棄物・黒液の利用・再エネ・省エネ・植林等の既存技術の活用
- 各ステークホルダーによる“今できる”ことへの取組（石炭石油からLNGへの転換、見える化等）

### ③既存“設備”の利活用・リプレイスメント

- 既存アセットの有効活用、技術進展を踏まえた利用
- 最適なリプレイスメント

### ④大企業・中小企業のトランジション・啓蒙活動

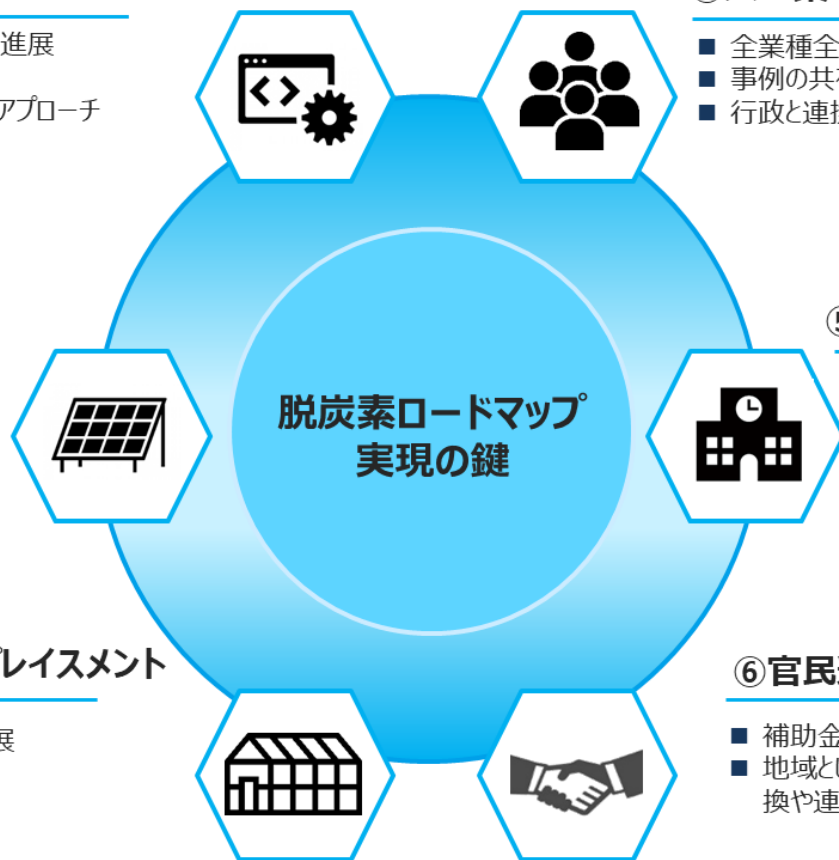
- 全業種全企業によるトランジション
- 事例の共有、啓蒙活動などによる裾野拡大
- 行政と連携した住民へのアプローチ

### ⑤従業員のリカレント教育・人材育成

- Just Transition(公正な移行)に向けた職員教育
- 次世代・若手リーダーの育成に向けた教育機関との連携

### ⑥官民連携・地域連携

- 補助金、税制、法改正等の行政支援
- 地域としての省庁や他地域との意見交換や連携



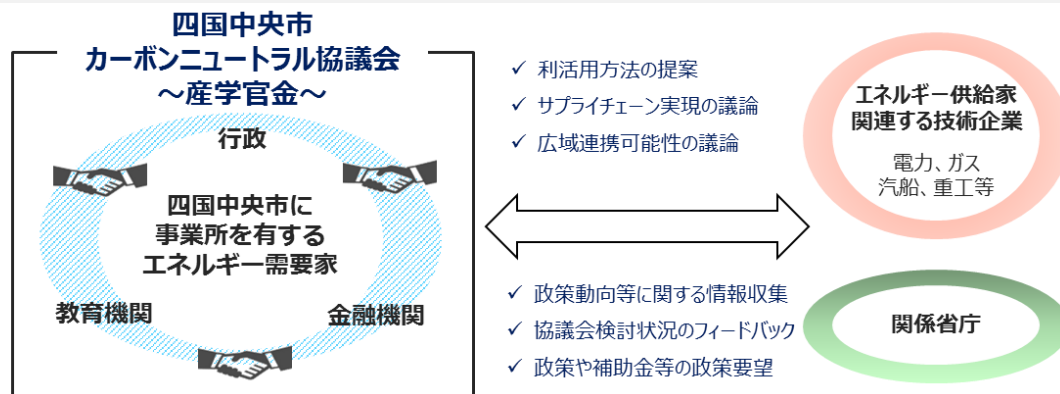


# 10.四国中央市におけるCN達成の鍵

## 『①技術進展』『②既存"技術"の利活用』

### ①技術進展

- 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。
- 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いないことに加え、商用化やサプライチェーンも実現されておらず、さらなる**技術進展が必要**。
- 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**を行うことも重要。



### ②既存"技術"の利活用

- 短期的には、省エネや再エネなどの既存技術・補助金等を有効活用し、各主体が既存"技術"を用いて**“いまできること”を進めること**が重要。
- 紙産業は装置産業であることから、**ボイラー等既存設備を活用した燃料転換に向けた実証実験**（詳細次頁）、**既存アセットの共同利用、開発余地が少ないことを考慮した共同調達**等を進めていくことも求められる。
- 燃料転換に向けては新たな技術を取扱う可能性が高く（水素取扱技術など）、従業員のスキルアップや理解を得ることも同時に必要となるため、Just Transitionの観点からも一足飛びにことを進めるのではなく、**既存アセットを利活用した“学び直し”も行いながらCN実現にむけた土台作り**を進めていく。

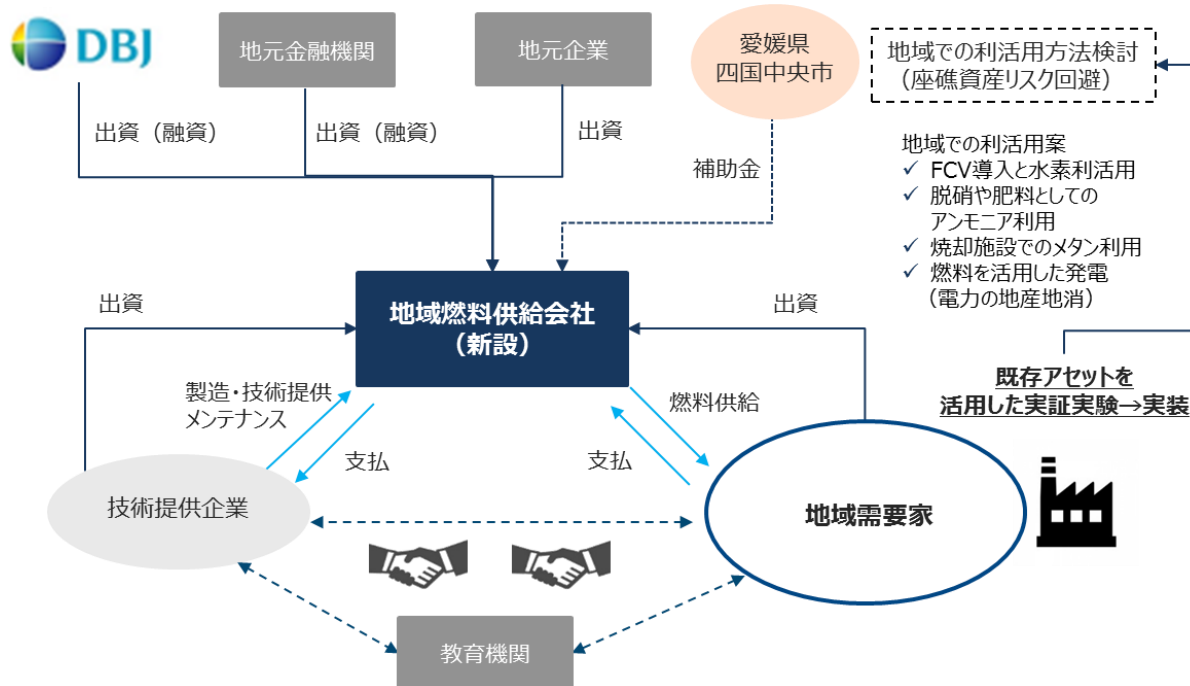
	既存"技術"の導入イメージ（既存の補助金等活用）
バイオマス	黒液の有効活用/バイオマスボイラー導入/植林等含むサプライチェーン確立
再エネ	太陽光発電/風力発電導入/売電以外の地域利活用方法検討
省エネ（脱炭素）	LED導入等省エネ関係商品の積極利用/EV・FCV導入 排出量見える化（地域金融機関提供サービスの活用）
	既存施設の利活用案
燃料転換	水素/アンモニア/e-メタン/ブラックペレット等の混焼実証実験にて既存ボイラーを改修しつつ利活用する（今後の“技術進展”に向けて既存施設を活用）
共同利用	大企業・中小企業を問わず、地域に存在するアセットや調達網等を共有し利活用する（倉庫/物流施設等の共同利用、原燃料・バイオマス・廃材・廃棄物等の共同調達）

# 10.四国中央市におけるCN達成の鍵

## 『②既存“技術”の利活用』に併せて、地域でコスト・リスクをシェアするスキームを検討

- 水素、e-メタン、アンモニア等への燃料転換を進めていく上で、実装に向けて不確実性が高い状況において、大規模な設備投資や新燃料の調達契約の締結を**1社単独で行うことは容易ではない**。
- **実証実験・トランジション段階では、既存施設を活用しつつ、多様なプレイヤーでコスト・リスクをシェアすることが重要となる**。
- CN協議会では、リスク分散などを目的に、**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**。同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）することを検討中（同時に燃料以外での域内での活用方法も検討）。

**地域における燃料製造・供給会社設立スキーム案**  
**（既存設備を活用した実証実験・トランジションにおける投資（投資リスクの分散））**



### 地域燃料供給会社設立から実装までのイメージ

- |      |   |
|------|---|
| 設立   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 政策及び技術動向をウォッチ。関係者と議論を継続</li> <li>✓ 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</li> <li>✓ 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、関係者で出資会社を設立</li> <li>✓ 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</li> </ul> |
| 実証実験 | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 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</li> <li>✓ 中長期的に実装していく上での課題等を地域で議論し、実証実験を踏まえた方向性を検討</li> </ul>   |
| 実装   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 実証実験を踏まえて地域で実装</li> <li>✓ 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（ボイラーへの投入以外の活用方法検討）</li> <li>✓ 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</li> </ul>  |

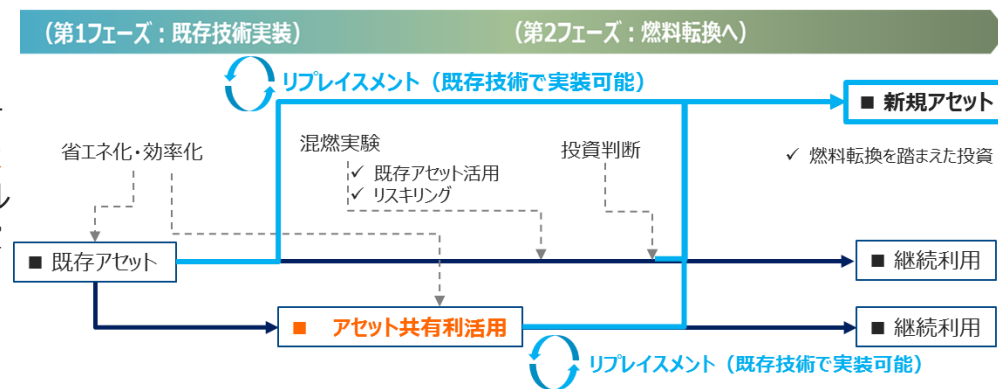
# 10.四国中央市におけるCN達成の鍵

## 『③既存"設備"の利活用・リプレイスメント』『④大企業・中小企業のトランジション・啓蒙活動』

### ③既存"設備"の利活用・リプレイスメント

- 既存アセットの有効的な利活用とともに、アセットの退役時に、排出を抑えたものに置き換えることが重要（リプレイス時の低炭素・脱炭素化）。
- 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、**CN実現に向けては省エネ対応のものなどにリプレイスすることが求められ**、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を活用しつつ、各企業が可能な限り排出を抑えたものへ投資することが求められる。

（※例：愛媛県 環境保全資金融資制度、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等が活用可能）



### ④大企業・中小企業のトランジション・啓蒙活動

- 市全体のCN実現には、大手のみならず中小企業の取組が必須。
- アンケート結果によれば、CSRやSDGsの観点などから多くの企業が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CNに関する意識の差があるため、まずは**中小企業のCN促進に向けて地域内での連携強化・情報共有が必要**。
- 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、実現に向けた重要な鍵となる**。
- CN協議会では次年度以降も啓蒙活動や機運醸成にむけた取組（右表）を実施予定。

※ 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)オブザーバー講演資料より

#### 中小企業向け取組案

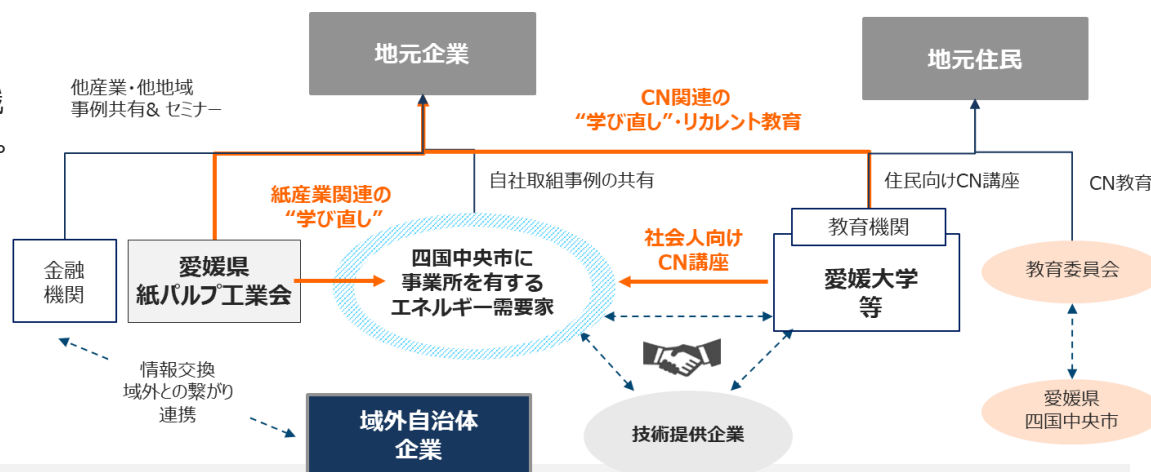
愛媛県 紙パルプ工業会	<ul style="list-style-type: none"> <li>● アンケート回答先企業向けのCN説明会</li> <li>● 情報交換会、専門家による講演会</li> <li>● 人材育成講座におけるCN講座開講</li> </ul>
行政	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 中小企業向けCN関連補助金の説明会</li> <li>● 行政としての取組・事例説明会/相談窓口対応</li> <li>● 植林活動や再エネ導入事例共有</li> </ul>
金融機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>● CN事例紹介（中小企業の取組共有）</li> <li>● 排出量の“見える化”支援※<sup>2</sup></li> <li>● 企業研修でのCN/SGDs紹介</li> <li>● 再エネや省エネ化実施時のリターン・コスト事例紹介</li> </ul>

# 10.四国中央市におけるCN達成の鍵

## 『⑤従業員のリカレント教育・人材育成』『⑥官民連携・地域連携』

### ⑤従業員のリカレント教育・人材育成

- アンケートによれば、課題として、“情報不足”や“知識・経験を有する社員の不足”との声もあり、Just Transition(公正な移行)のためには、既に実施されている取組を続け当事者意識を向上させることが必要（まずは初期的に啓蒙活動を実施）。
- 中長期的には、**四国中央市、地域教育機関、業界団体等が中心となりリカレント教育（学び直し）を行うことがCN実現にむけた鍵**となるため、関係者と議論を進めていく。
- なお学び直しを検討する上では、今後どういった技術や知識が従業員に求められるのかを理解することが必要であり、従業員（≒住民）の認識や意識を把握するために住民向けアンケートを実施することも重要となる。



### ⑥官民連携・地域連携

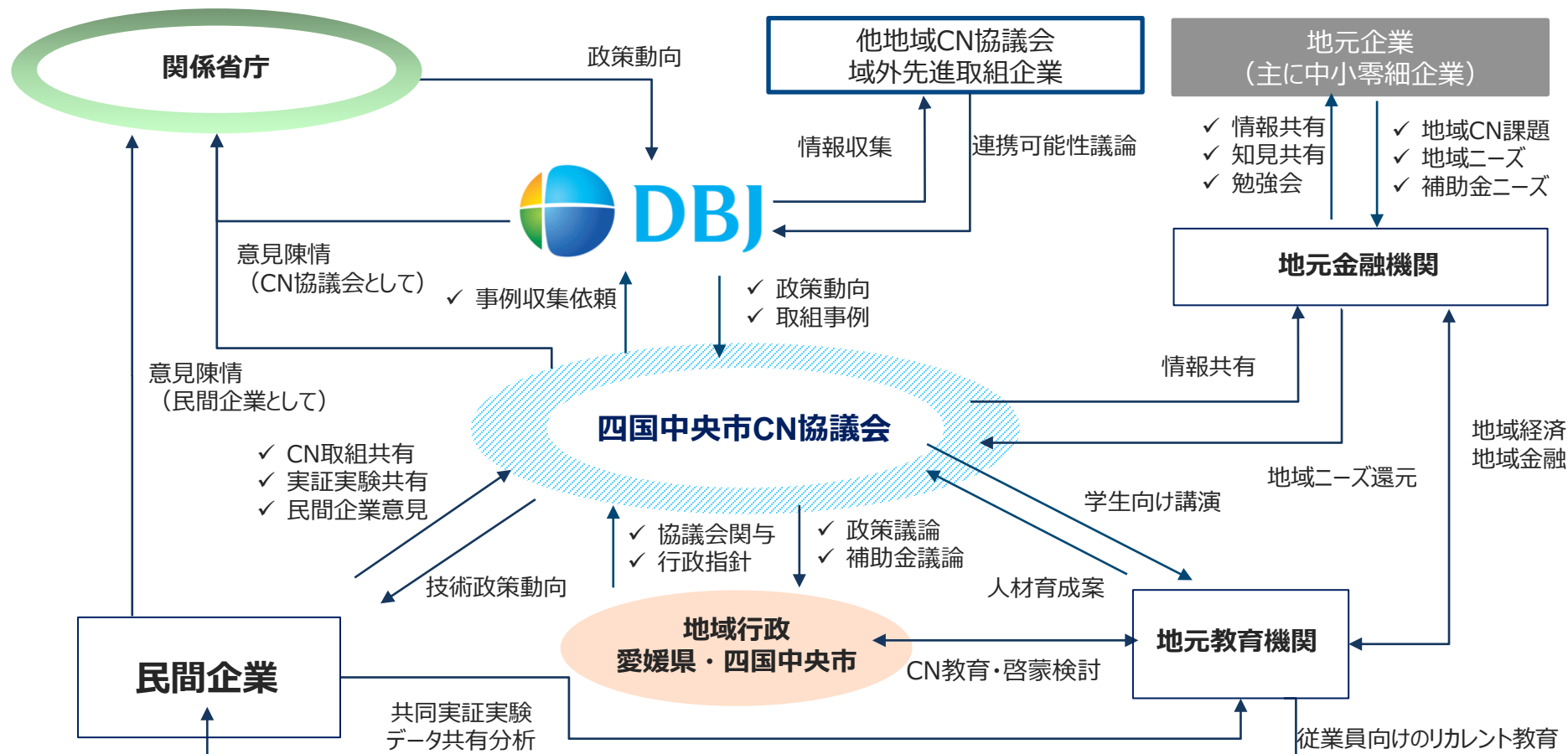
- CNに向けては、補助金などの資金面でのサポートが重要。**CN協議会として、必要な資金・制度について行政と議論を継続。**
- 中長期的に燃料転換を進めていく中では、サプライチェーン実現に向け、地域内の官民連携だけでなく、**域外（例：瀬戸内・関西・九州）との連携も極めて重要**であり、他地域との意見交換を行いながら、広くあまねく官民で連携していくことが鍵となる。
- とりわけ四国中央市単独で燃料を賄うことは難しいため、どこから、どのようにして（船・パイプライン・ローリー/コンテナ・港湾整備・貯蔵施設等）必要な量の燃料を調達するのかを検討する上でも、域外との連携は必要不可欠である。

行政	状況	補助金/ルール改正/制度設計/連携にむけた取組
愛媛県	議論開始	実証試験実施時の費用補助等
	議論開始	バイオマス利活用への補助等
四国中央市	議論開始	ゼロカーボンシティ宣言表明にむけた連携（脱炭素先行地域関係含む）
	議論予定	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）
	議論予定	水処理施設のバイオガス事業
	議論予定	森林管理・廃材・廃棄物管理

# 11. まとめ

## 協議会が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し、2050年までのCN実現を目指す

- 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、CNに関連する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ともに、他地域とも連携しながら中長期的な燃料転換・CN達成を図る。



# 12. 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"> <li>▶ 専門家による講演会</li> <li>▶ 愛媛県紙パルプ工業会によるCN講座開講</li> <li>▶ 省エネ事例/CO2見える化事例紹介</li> <li>▶ 再エネや省エネ化実施時のリターン・コスト事例紹介 他</li> </ul>	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"> <li>▶ 有識者講演等の実施</li> <li>▶ CN協議会検討状況や進捗の共有 他</li> </ul>	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"> <li>▶ バイオマス資源の活用可能性議論</li> <li>▶ 廃棄物の有効活用方法議論</li> <li>▶ 水資源の安定調達等について議論 他</li> </ul>	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"> <li>▶ 混焼実験に向けた地域での共同調達利用等議論</li> <li>▶ 地域燃料供給会社設立に向けた関連技術企業との議論</li> </ul>	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"> <li>▶ 脱炭素実現にむけた補助金議論</li> <li>▶ 必要な制度に関する意見交換（地元企業ニーズの共有） 他</li> </ul>	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"> <li>▶ 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</li> <li>▶ 脱炭素先行地域への採択に向けた議論・連携 他</li> </ul>	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"> <li>▶ 技術動向収集/関係者への共有（主に燃料転換関係）</li> <li>▶ 政策動向収集/関係者への共有（主に省庁検討事項） 他</li> </ul>	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"> <li>▶ 経産省、環境省、国交省などとの意見交換/議論 他</li> </ul>	“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"> <li>▶ 面的な需要家として四国域内外の企業へニーズを発信</li> <li>▶ エネルギー供給企業や関係企業との議論も実施 他</li> </ul>	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）



**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。