

環境ベテランズファーム Webセミナー

講演テーマ:「CCUS / カーボンリサイクルの展望と課題」

講師: 一般社団法人カーボンリサイクルファンド 理事 須山 千秋 様

講師略歴:

- 1981年 京都大学工学部資源工学科 (物理探査専攻)卒業。
- 1981年 三井鉱山株式会社 入社。
- 1992年 日揮入社。石炭新燃料製造中国合弁事業、バイオマス燃料開発、カタールLNGプロジェクト、原子力放射性廃棄物地下処分研究、褐炭改質インドネシア実証プロジェクト等を担当。
- 2017年より一般社団法人石炭フロンティア機構 (JC0AL)に出向、現在、カーボンニュートラル推進部担当参事。
- 2019年8月30日に一般社団法人カーボンリサイクルファンドを設立、現在理事を務める。技術士(資源工学)

CCUS/カーボンリサイクルの 展望と課題

一般社団法人
カーボンリサイクルファンド
須山 千秋

1. CCUS/カーボンリサイクルの動き
2. カーボンリサイクルファンドの概要
3. CCUS/カーボンリサイクルの課題と
社会実装に向けた今後の展望

日本のCO₂排出量(2020年度)

- ◆ 日本のCO₂排出量（2020年度確報値：環境省）における電力由来CO₂排出量は全体の約40%、石炭火力由来は27%。化石燃料火力発電を全廃してもCO₂削減量は半分にも満たない。

非エネルギー起源CO₂：0.7億t(7%)

工業プロセス0.4億t

廃棄物その他0.3億t

エネルギー起源CO₂：9.7億t(93%)

家庭部門0.6億t

(5%)

業務部門0.6億t

(6%)

運輸部門1.8億t

(17%)

産業部門2.5億t

(24%)

CO₂排出量

10.4億t

エネルギー転換

4.2億t (40%)

天然ガス火力

1.4億t (13%)

エネルギー転換
(製油所、発電所等)

石炭火力

2.8億t (27%)

(環境省データよりCRF作成)

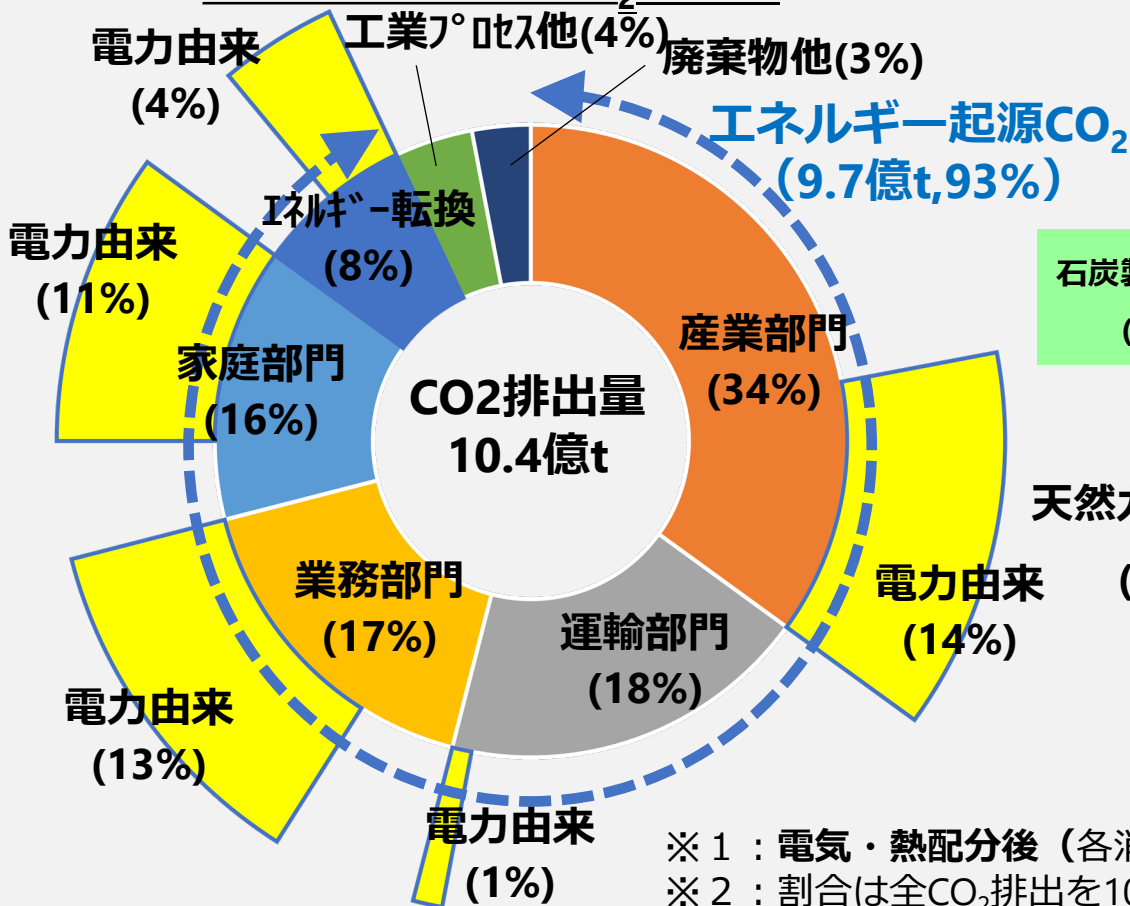
※ 1：電気・熱配分前（生産者側排出として計上）

※ 2：割合は全CO₂排出を100%とした場合

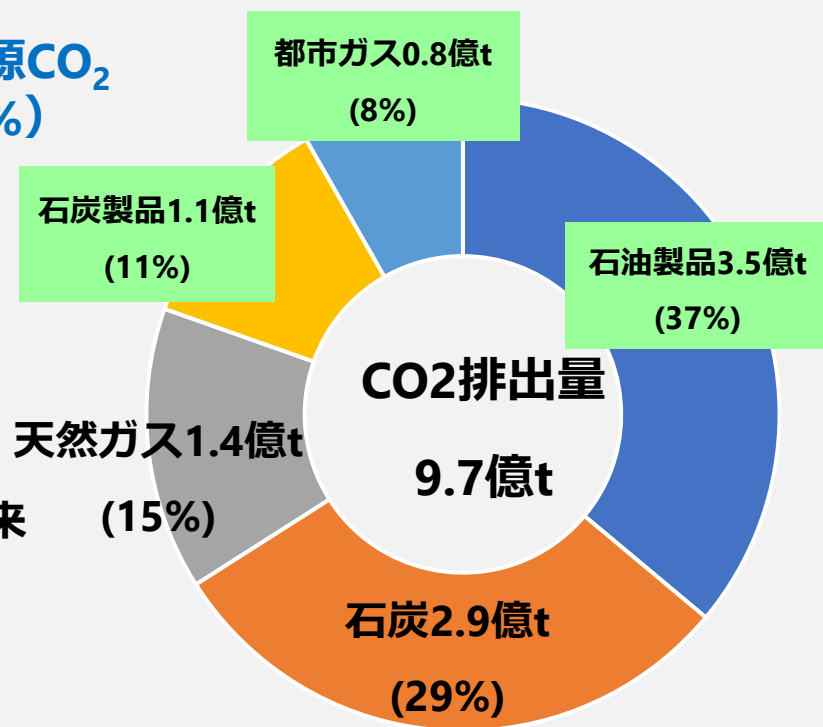
日本のCO₂排出量(2020年度)

- ◆ 電力以外でも化石資源の役割は大きい。**身の回りの多くのものは炭素**が含まれており、太陽光や風力等の**再エネから物質**を作ることはいできない。**熱需要対策**も課題。
- ◆ 将来、**化石資源が枯渇した後、炭素は何から得るのか？** → **CO₂は資源**

電気・熱配分後 CO₂排出量



エネルギー起源CO₂排出量

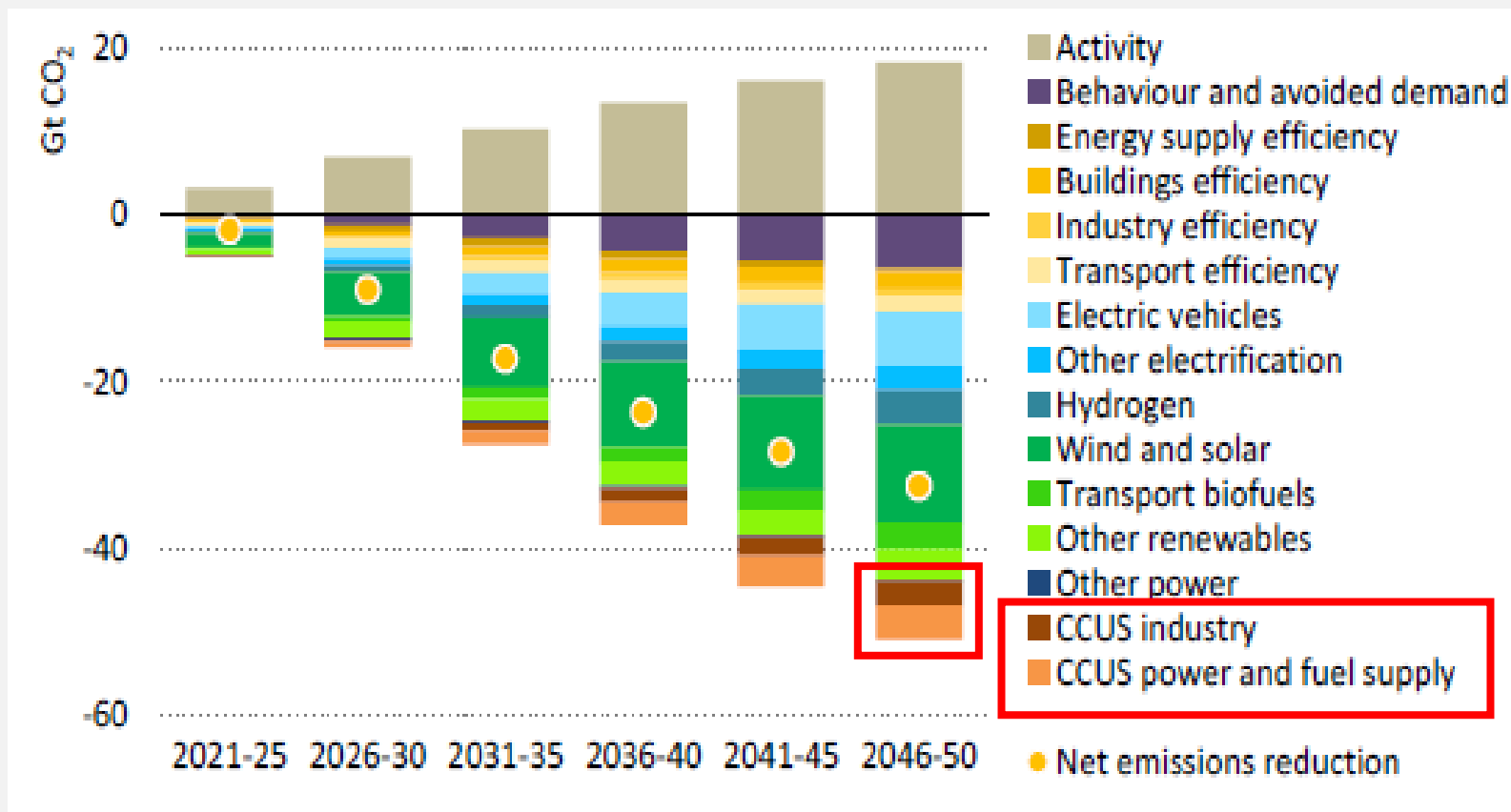


※ 1 : 電気・熱配分後 (各消費部門に配分して計上)

※ 2 : 割合は全CO₂排出を100%とした場合 (環境省データよりCRF作成)

IEAの2050年Net Zero ロードマップ (IEA Net Zero by 2050)

- ◆ CO₂削減は様々な技術を活用した総力戦
- ◆ 世界のCO₂排出は2020年で340億t、回収(CCUS)4,000万t、**2050年**CO₂排出ネットゼロにおいて**CCUSで76億 t**が期待されている。CO₂排出をゼロにすることは難しい。



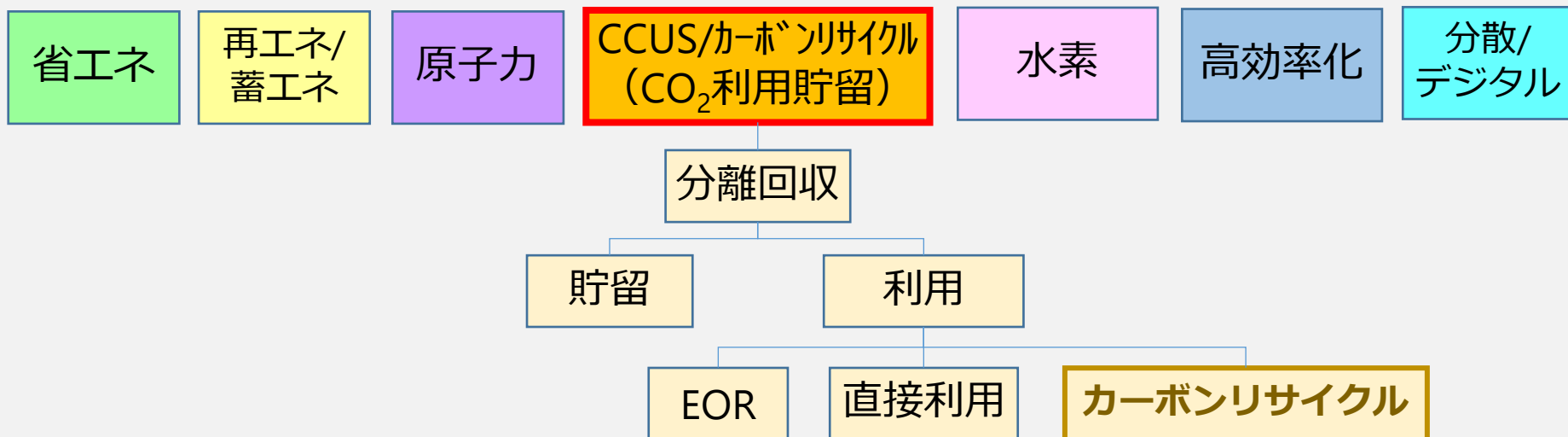
2050年ネットゼロに向けてのCO₂年平均削減量

(出典 : IEA Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector(July2021))

**CO₂（カーボン）を資源と捉え、これを回収し、
再利用（リサイクル）する**

「二酸化炭素は、一番優れた、しかも最も手に入れやすい、
多くの用途に適した資源になる可能性」

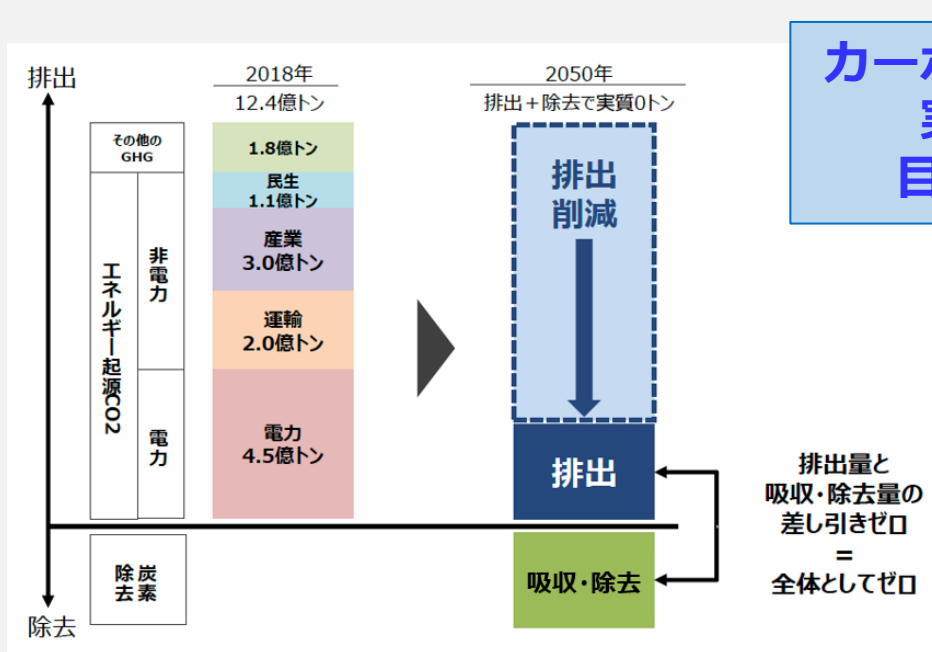
CO₂削減に向けた選択肢：排出削減＋CCUS/カーボンリサイクル



出典：METI, RIETIセミナー, 2019.4.11

■ カーボンニュートラルの達成には、カーボンリサイクルが不可欠

- 徹底した排出削減後にも、CO₂排出は残る。
- CO₂を資源として活用することで、
排出量と吸収・除去（利用、固定）量をバランスさせる。
- 海、森林、土壌への吸収含めた地球規模の炭素循環がカギ。



カーボンニュートラル
実現に向けて
目指すべき社会

循環炭素
社会

地球の力、生物の力も使った
地球規模の炭素循環
：カーボンリサイクル

世の中から炭素が無く
なることはない

—低炭素社会—

—脱炭素社会—

カーボンニュートラルのイメージ
出典：経済産業省資源エネルギー庁Webサイト

安倍元総理スピーチ（2019.1.23 World Economic Forum【ダボス会議】）

二酸化炭素というのは、皆様、事と次第によっては、一番優れた、しかも最も手に入れやすい、多くの用途に適した資源になるかもしれません。例えば、人工光合成です。これによって鍵を握るのが、光触媒の発見でしたが、手掛けたのは日本の科学者で、藤嶋昭という人です。メタネーションというと年季の入った技術ですが、CO₂除去との関連で、新たな脚光を浴びています。今こそCCUを、つまり炭素吸着に加え、その活用を、考えるときなのです。



菅前総理所信表明演説（2020.10.26 第203回国会）



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。

鍵となるのは、次世代型太陽電池、**カーボンリサイクル**をはじめとした、**革新的なイノベーション**です。実用化を見据えた研究開発を加速度的に促進します。

出典：首相官邸Web

萩生田前経産大臣の挨拶（クリーンエネルギー戦略検討合同会合（第8回））

- ・ CNへの挑戦は産業革命以来の産業構造の大転換
- ・ **世界規模で先に新しい市場を作ったところが勝ち残る、先行投資者優位の大競争が始まっている。**
- ・ **大競争を勝ち抜くための投資を引き出す5本柱※1で具体化を図っていく。**

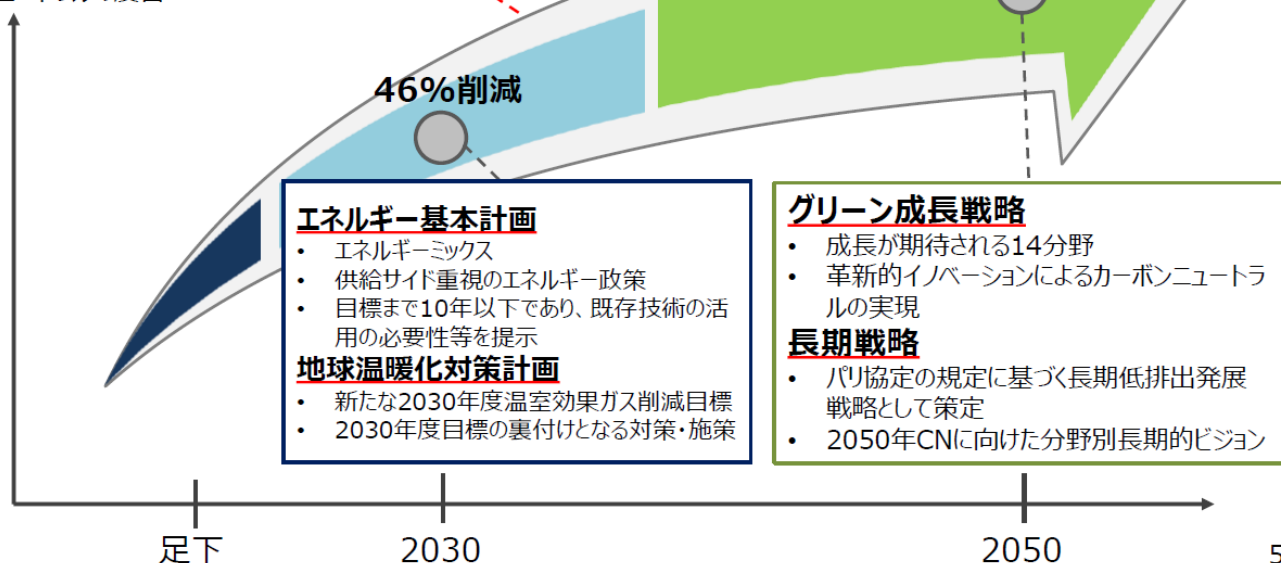
クリーンエネルギー戦略の位置づけ

- 2050年カーボンニュートラルや2030年度46%削減の実現を目指す中で、**将来にわたって安定的で安価なエネルギー供給を確保し、更なる経済成長につなげる**ため、「**点**」ではなく「**線**」で**実現可能なパスを描く**。

クリーンエネルギー戦略

- ・ 脱炭素を見据え、将来にわたって安定的で安価なエネルギー供給を確保
- ・ 供給サイドに加えて、産業など需要サイドの各分野でのエネルギー転換の方策を整理

カーボンニュートラルの度合い



※1投資を引き出す5本柱

- ① 予算措置
- ② 規制・制度的措置
- ③ 金融パッケージ
- ④ GXリーグの段階的发展
- ⑤ グローバル戦術

国のカーボンリサイクル政策

- NEDOを通じ、カーボンリサイクル技術（CO₂分離回収、鉱物、燃料、化学品等）の開発、実証、拠点整備を実施（480億円）。
- **グリーンイノベーション基金（2兆円）**を活用し、**2050年カーボンニュートラル**に向けて、**革新的な技術開発・社会実装**に取り組む。
- 脱炭素分野で少なくとも**10年で150兆円超の投資が官民で必要**：クリーンエネルギー戦略中間整理（2022年5月）。必要な政府支援額として20兆円規模と試算、GX経済移行債で先行して調達する。

グリーンイノベーション基金（NEDO事業）

令和2年度補正予算額 2兆円

カーボンリサイクル分野を含む14分野について、10年間、研究開発・実証から社会実装までを継続して支援。

エネルギー関連産業

- ① 洋上風力・太陽光・地熱産業（次世代再生可能エネルギー）
- ② 水素・燃料アンモニア産業
- ③ 次世代熱エネルギー産業
- ④ 原子力産業

輸送・製造関連産業

- ⑤ 自動車・蓄電池産業
- ⑦ 船舶産業
- ⑨ 食料・農林水産業
- ⑥ 半導体・情報通信産業
- ⑧ 物流・人流・土木インフラ産業
- ⑩ 航空機産業
- ⑪ **カーボンリサイクル・マテリアル産業**

家庭・オフィス関連産業

- ⑫ 住宅・建築物産業・次世代電力マネジメント産業
- ⑬ 資源循環関連産業
- ⑭ ライフスタイル関連産業

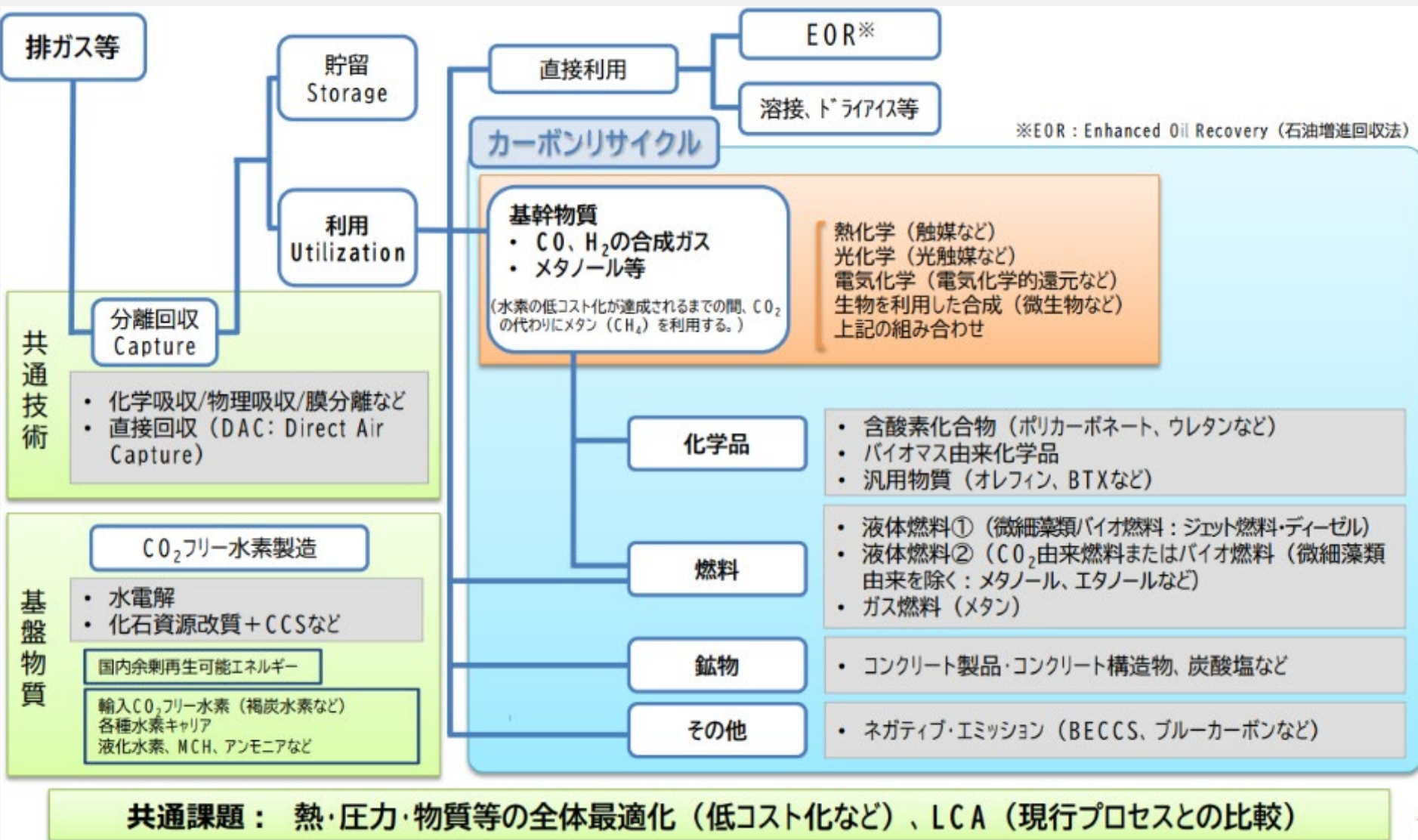
（参考）日本における2030年の脱炭素関連投資の見込み

- 主要な分野における脱炭素に関連する投資額を、それぞれ一定の仮定のもとで積み上げた場合、2050年CNに向けた投資額として、**2030年において単年で約17兆円が最低限必要**となる。

合計	年間 約17兆円	10年間で約150兆円	投資の例	投資額
電源脱炭素化／燃料転換	年間 約5兆円		✓ 再エネ（FIT制度/FIP制度等による導入） ✓ 水素・アンモニア（水素・アンモニアインフラ整備のための投資） ✓ 蓄電池の製造（車載用・定置用）	約2.0兆円 約0.3兆円 約0.6兆円
製造工程の脱炭素化等	年間 約2兆円		✓ 製造工程の省エネ・脱炭素化（次世代製造プロセス技術、CN発電等設備等） ✓ 産業用ヒートポンプ、コージェネレーション設備等の導入	約1.4兆円 約0.5兆円
エンドユース	年間 約4兆円		✓ 省エネ性能の高い住宅・建築物の導入 ✓ 次世代自動車の導入	約1.8兆円 約1.8兆円
インフラ整備	年間 約4兆円		✓ 系統増強費用（マスタープラン） ✓ 電動車用インフラ整備（充電ステーション、水素ステーション） ✓ デジタル社会への対応（半導体製造拠点、データセンターの整備）	約0.5兆円 約0.2兆円 約3.5兆円
研究開発等	年間 約2兆円		✓ カーボンリサイクル（CO₂分離回収、合成メタン、合成燃料、SAF等） ✓ カーボンニュートラルに資する製造工程の開発（水素還元製鉄等） ✓ 原子力（革新炉等の研究開発） ✓ 先進的なCCS事業の実施	約0.5兆円 約0.1兆円 約0.1兆円 約0.6兆円

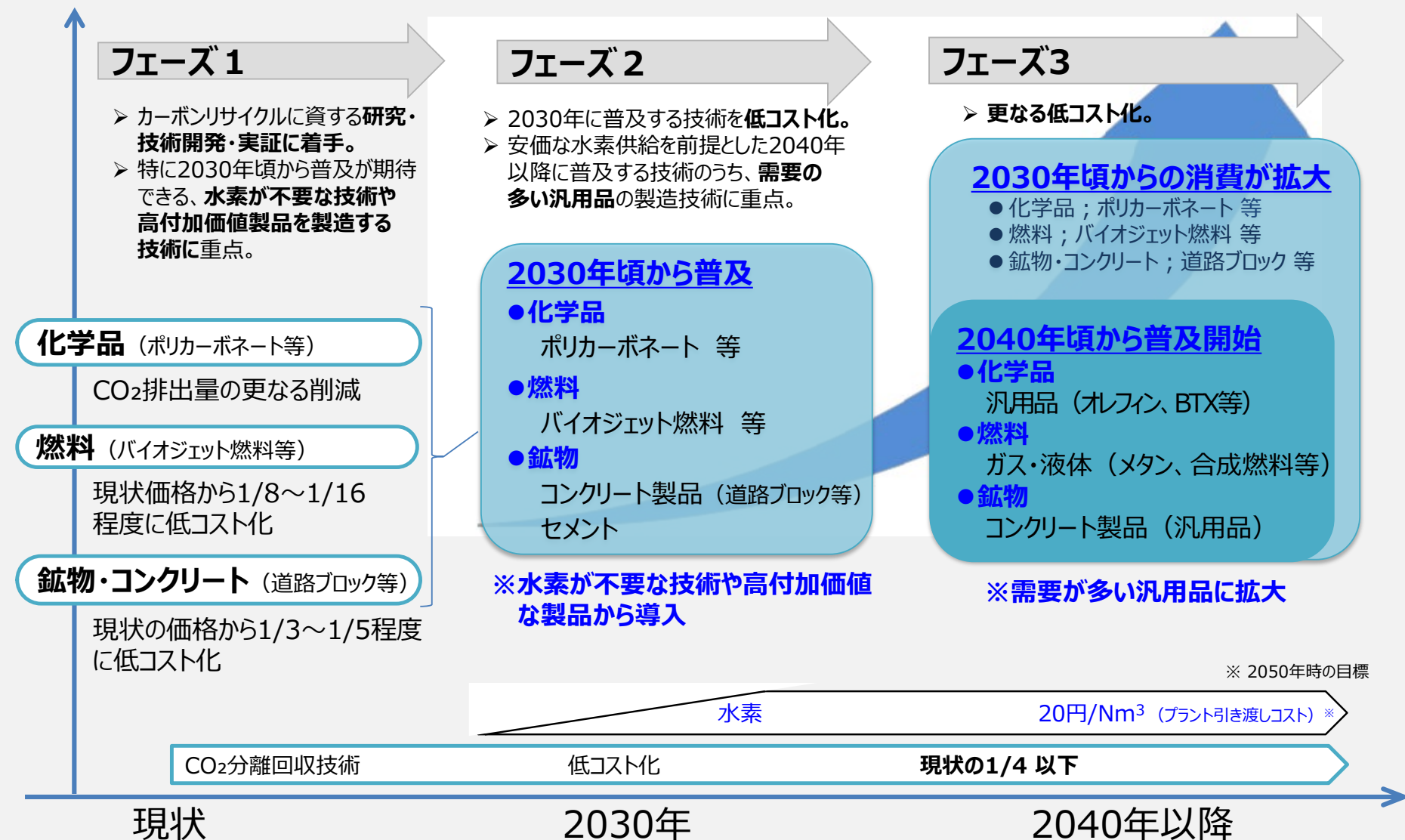
出典：経済産業省資料：カーボンリサイクル政策について をもとにCRF作成

カーボンリサイクルの主な分野



出典: 経済産業省カーボンリサイクル技術ロードマップ

CO₂利用量



出典：METIカーボンリサイクル技術ロードマップ

⑪カーボンリサイクル産業の 成長戦略「工程表」

- 導入フェーズ： 1. 開発フェーズ 2. 実証フェーズ 3. 導入拡大・コスト低減フェーズ 4. 自立商用フェーズ
- 具体化すべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

※代表事例を記載	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
●コンクリート コスト目標 2030年 30円台/kg (=既製品と同等)	・大阪万博（2025年）における導入を検討 ・新技術に関する国交省データベースにCO ₂ 吸収型コンクリートを登録。地方自治体への周知拡大。 さらに、 公共調達の拡大等 による販路拡大、コスト低減 ・ 防錆性能を持つコンクリート の技術開発 ・ 防錆性能を持つコンクリートの実証 ・ 日米の産学官 の関係者が CO₂炭酸塩化（コンクリート化） に関する 共同プロジェクト を実施 ・関係国とのカーボンリサイクル協力 MOC を締結し、 共同研究・実証を推進					・国際標準化や大規模な国際展示会でのPR等を行い、 途上国等へも販路拡大		
●燃料 コスト目標 2030年 100円台/L (=既製品と同等) 藻類の培養によるバイオ燃料	・2030年頃の商用化に向けた 大規模実証、コスト低減 ・国際航空に関し、 ICAO により、2019年比でCO ₂ 排出量を増加させないことが制度化（2021～2035年） （※ICAO：国際民間航空機関） ・CO ₂ 吸収効率の向上や藻の安定的な増殖による 生産性向上、品質改良の技術開発 を継続					・ バイオジェット燃料の国際市場の動向 に応じて、航空機へ競争力のある藻類ジェット燃料の 供給拡大		
●化学品 コスト目標 50年100円台/kg (=既製品と同等) 人工光合成	・大規模実証に必要な 生産性の高い光触媒 を開発 ・関連規制の緩和、保安・安全基準を制定					・ 大規模実証		・補助金等による コスト低減・導入支援
●分離回収 コスト目標 (/CO ₂ 2t) 低圧ガス： 30年2千円台 高圧ガス： 30年千円台 DAC： 50年2千円台 目標規模 50年 世界で約25億CO ₂ t	○排ガス由来 ・ 高効率なCO₂分離回収技術を開発し、コスト低減 ・ 大規模実証 ○大気由来（DAC） ・ムーンショット型研究開発制度等を活用した、 大気からのCO₂直接回収（DAC）技術の研究開発 （エネルギー効率向上、 コスト低減 ）					・更なるコスト低減による 導入拡大		・ 実証による更なる低コスト化 ・さらなる低コスト化・補助金等による 導入拡大

出典：経済産業省尾Webサイト

53

グリーンイノベーション基金を活用したカーボンリサイクル技術開発等（まとめ）

- グリーンイノベーション基金を活用し、プラスチック原料製造、燃料製造、コンクリート等製造、CO₂分離回収の4プロジェクトを組成。予算規模は合計で約3365億円。

- このほか、現在、バイオものづくりに関するプロジェクトについて実施を検討中。

合計550億円

コンクリート製造技術※ 350億円

- CO₂削減量の最大化・用途拡大・低コスト化が課題。
- CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの開発等に取り組み、社会実装を目指す。



CO₂を吸収する混和材

セメント製造※ 200億円

- セメントの主な原料である石灰石の脱炭素反応によりCO₂が必然的に発生。
- 石灰石由来のCO₂を全量近く回収する、セメント製造プロセスの開発等に取り組み、社会実装を目指す。

カーボンリサイクル燃料※ 合計1,146億円

○SAF 292億円

- 国際航空輸送分野のCO₂排出量削減に向け、SAFの活用が必要不可欠。
- SAFの製造技術（ATJ）を開発し、製造コスト100円台/Lを目指す。

○合成燃料 576億円

- 電化が困難なモビリティ等の脱炭素化には、合成燃料の社会実装がカギ。
- 製造プロセス全体のさらなる高効率化等の技術開発に取り組む。

○合成メタン 242億円

- ガス体エネルギーの脱炭素化には、合成メタンの社会実装がカギ。
- 水電解反応とメタン合成反応を一体的に行うことで高効率にメタン合成できる技術開発に取り組む。

○グリーンLPG 36億円

- カーボンニュートラルの達成には非化石燃料由来のLPガス合成技術の確立が必須。
- グリーンなLPガス生成の基盤技術となる触媒や合成方法等の開発に取り組む。

化学産業※ 合計1,235億円

- 化学産業から排出されるCO₂の約半分がナフサを分解してエチレン、プロピレン等の基礎化学品を製造する過程等に起因。
- グリーン水素とCO₂からの化学品製造技術（人工光合成）や、熱源のカーボンフリー化によるナフサ分解炉技術等の開発に取り組む。



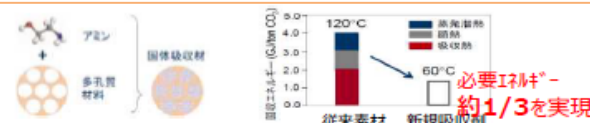
光触媒パネルの大規模実証

バイオものづくり

- ゲノム改変技術の急速な進歩とデジタルとの融合により、バイオものづくりで実現できる製品が拡大。
- CO₂を原料として直接利用する水素細菌などを用いたバイオプラスチック等の製造に向けて、微生物設計プラットフォーム事業者と異分野事業者との共同開発の促進等を検討中。

CO₂分離回収技術 合計377億円

- 分離回収に必要なエネルギーコストの低減が課題。
- 分離素材の革新などに取り組み、低コスト化、国際競争力の強化を図る。

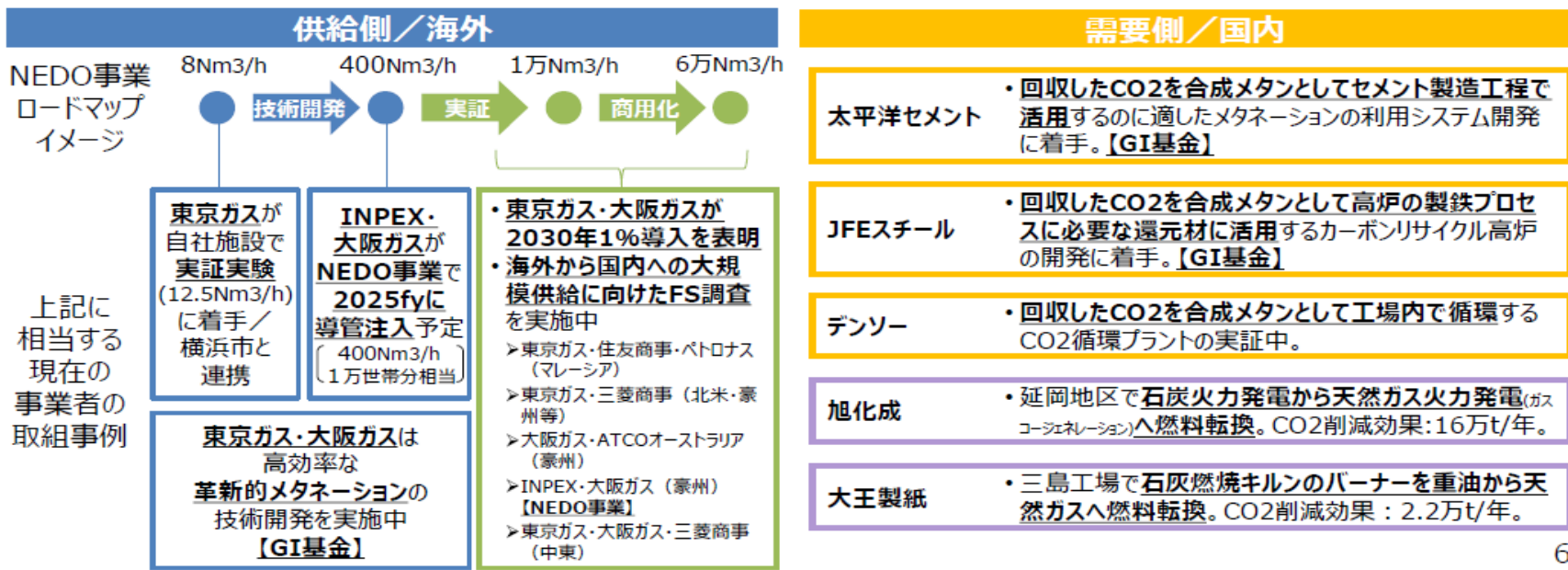


新規アミン吸収剤の開発例

※については実施事業者を採択済み：コンクリート・セメント製造（1/28）、プラスチック原料製造（2/18）、カーボンリサイクル燃料（4/19）

グリーンイノベーション基金を活用したカーボンリサイクル技術開発等（合成メタン）

- 供給サイドでは、現時点で世界最大規模の400Nm³/h級メタネーション設備を開発し、2025年度までに導管注入を実施（NEDO事業）。合成メタン製造の高効率化が期待できる革新的メタネーションの技術開発にも取り組む（GI基金）。また、将来的なアジア等への展開も視野に入つつ、海外から国内への大規模供給に向け、北米・豪州・マレーシア等でFS調査を実施中。
- 需要サイドでは、工場等から排出されるCO₂を回収して合成メタンとして再利用することで低炭素化・脱炭素化を実現するための技術開発・実証を実施中（GI基金等）。また、将来的な天然ガスから合成メタンへの燃料転換も視野に入れながら、石炭・石油から天然ガスへの燃料転換を行う事業者も存在しており、合成メタンの市場拡大が見込める。

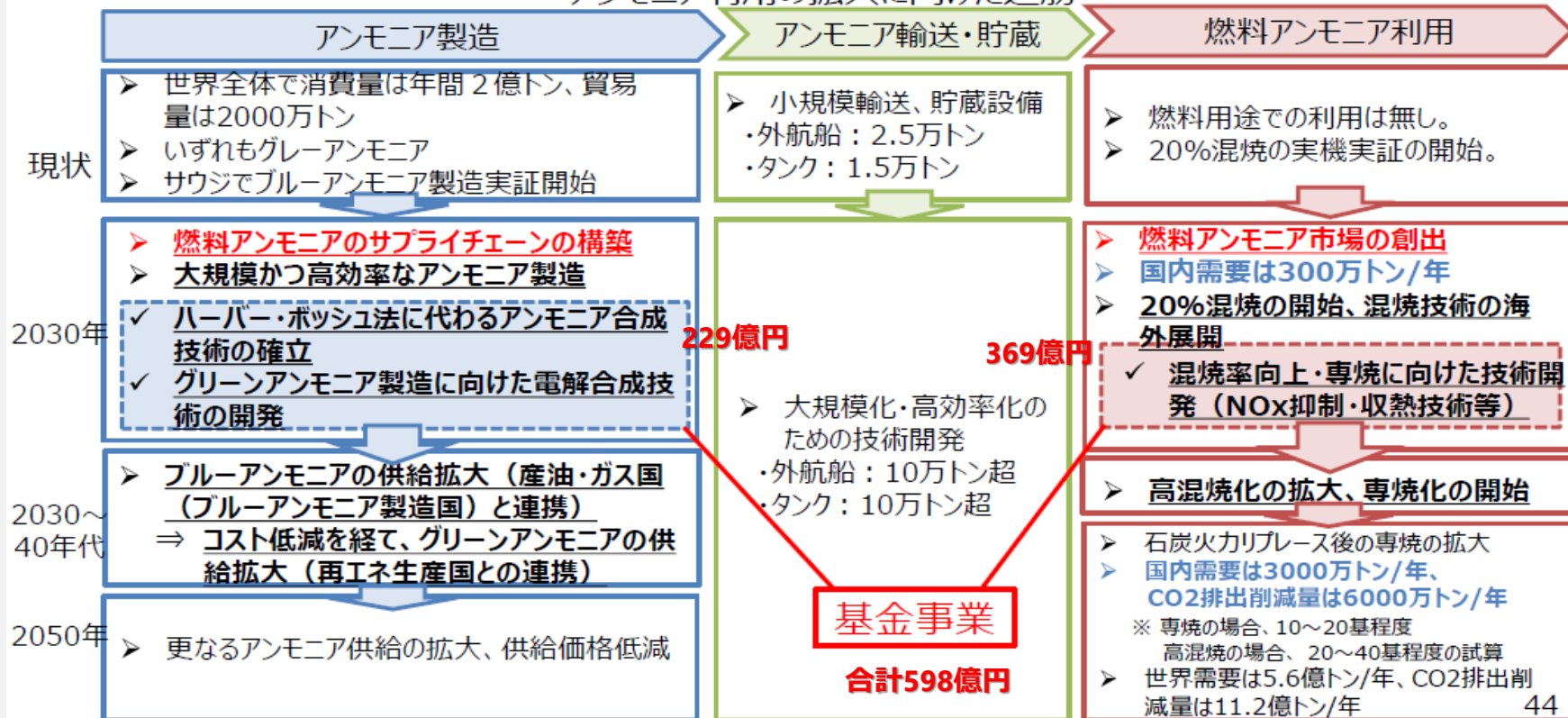


63

燃料アンモニアをとりまく状況

- アンモニアは燃料時にCO₂を排出しない脱炭素燃料として、発電、船舶分野を中心に利用拡大が期待。
 - 国内需要想定：2030年に300万トン、2050年に3000万トン
- 他方、現状はアンモニアの需要は大半が肥料用途であり、多くは地産地消で国際市場は限定的。そのために、将来の利用拡大に対応した、燃料アンモニアの新たなサプライチェーンの構築が不可欠。

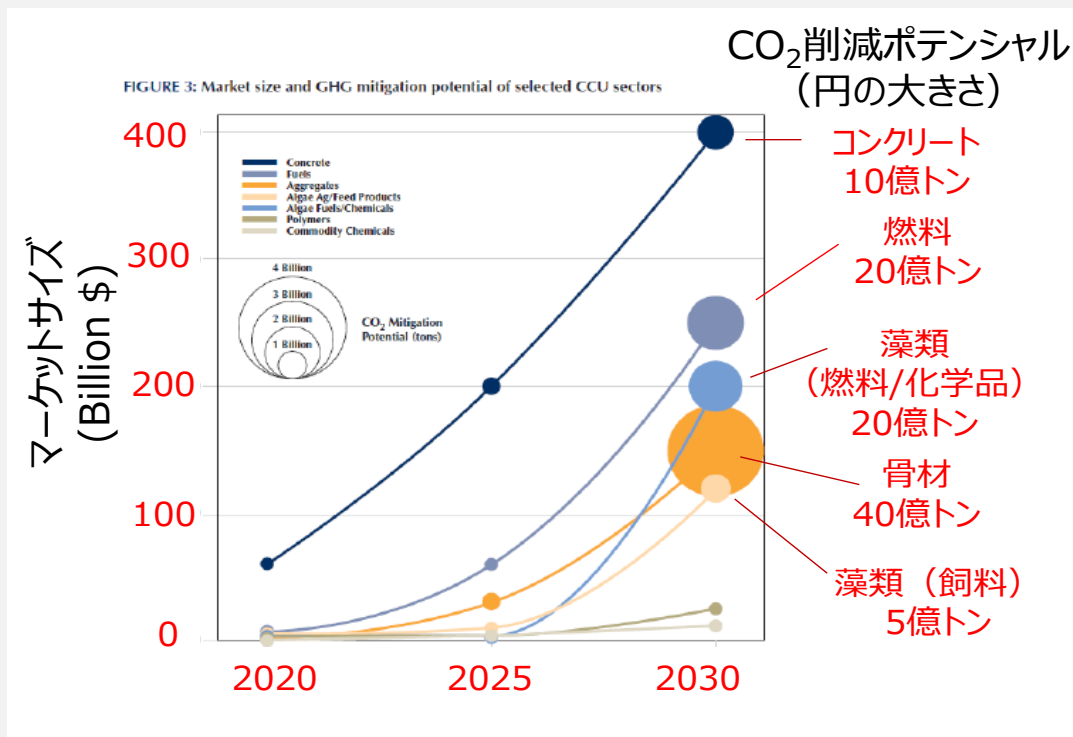
アンモニア利用の拡大に向けた道筋



METI 第34回資源燃料分科会資料より

CO₂利用・削減ポテンシャルの試算例

- ① 2030年で骨材40億t、藻類（燃料/化学品）20億t、燃料20億t、コンクリート10億t、合計**約100億t**（約100兆円の市場規模）¹
- ② 基幹物質、化学品、燃料、原料をカーボンリサイクル技術により化石燃料からCO₂に切り替えた場合、**世界で220億t、日本で6.5億t**のCO₂利用量²
- ③ 建設資材、燃料、化学品において2030年の全世界CO₂削減ポテンシャル**約10~72億t**³
- ④ 燃料、化学品、鉱物化、ブルーカーボンによる日本におけるCO₂削減量**約3.4億t**⁴



15th Carbon Dioxide Utilization Summit(2020) 資料より

今後LCAを含めた評価が必要

- 1 15th Carbon Dioxide Utilization Summit(2020) DOE試算資料
- 2 福田佳之, TBR産業経済の論点 No.20-03, 2020.3.17 東レ経営研究所
- 3 ICEF, Carbon Dioxide Utilization (CO₂U) Roadmap 1.0, 2016
- 4 カーボンリサイクルファンド試算

◆ CO₂は化学的に極めて安定した物質（取り出せるエネルギーが少ない）

- ① 化学品や燃料を製造するには多くのエネルギーが必要となる。
 - ✓ 投入エネルギーにはCO₂フリーのエネルギーや未利用エネルギーが必要。
 - ✓ **触媒開発**は不可欠
- ② エネルギー順位の低い物質への転換
 - ✓ **鉱物化**
- ③ **自然・生物の力/バイオミミック**の活用
 - ✓ 植物、藻類、細菌による光合成、遺伝子組み換え、AI
 - ✓ 生物による炭酸塩化（バイオミネラリゼーション）
 - ✓ 水素生成菌、メタン生成菌、シアノバクテリア等



2020.11.15日経朝刊
(世界はウイルスで出来ている)

◆ カーボンリサイクルの原料となるCO₂とH₂をどうやって安価に調達するか？

- ✓ 排ガスCO₂濃度は石炭火力12～15%、セメントキルン20%程度、高炉22%程度
- ✓ 水素はCO₂フリーが必須（再生可能エネルギーor化石燃料+CCS）
- ✓ CO₂の分離・回収法は実用化されつつあるが、**水素はまだかなりコストが高い。**



カーボンリサイクルの社会実装は、まず**水素を使わない技術**への期待が大きい。

水素を使わないカーボンリサイクルが、まず実用化へ向かう

◆ 化学品（ポリカーボネート等）

- ✓ アルコールとCO₂からポリカーボネートを製造

◆ 液体燃料（バイオジェット燃料等）

- ✓ 微細藻類などは光合成によりCO₂を取り込んで成長
- ✓ より多く油をため込む藻類の開発が行われている

◆ 炭酸塩化（コンクリート製品、風化促進等）

- ✓ CO₂を反応させて炭酸塩（CaCO₃、MgCO₃など）を作って固定
- ✓ CaやMgを多く含む廃棄物が必要 → 石炭灰、バイオマス灰、鉄鋼スラグなど
- ✓ より多くのCO₂を処理できる可能性（コンクリート製品、炭鉱跡地充填他）

◆ 化石燃料火力発電に混焼できる燃料

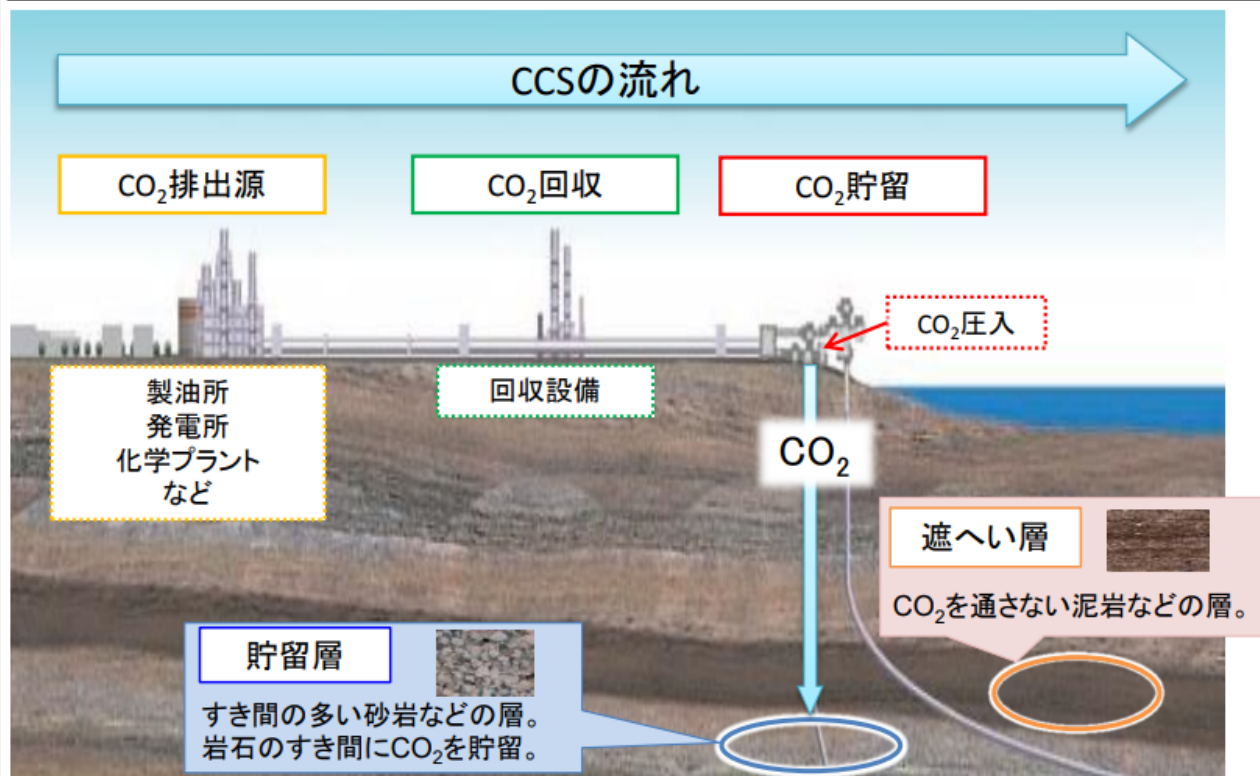
- ✓ CO₂をより多く取り込み成長する早生樹
- ✓ CO₂フリーアンモニア 等

◆ 海洋植物へのCO₂利用（ブルーカーボン）

- ✓ 藻類固定 → 漁業振興

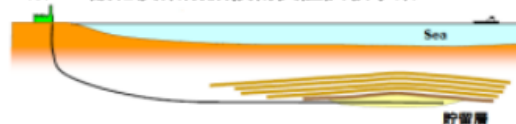
CCS (Carbon Capture & Storage)

- CCS(二酸化炭素回収貯留)とは、工場や発電所等から排出される二酸化炭素(**C**arbon dioxide)を大気放散する前に回収し(**C**apture)、地下へ貯留(**S**torage)する技術。
- IEA(国際エネルギー機関)や、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)等において、CCSは地球温暖化対策に効果的な技術として評価。
 - 2050年時点までに求められる温室効果ガス削減量の13%(2050年時点で年間約60億トン)を CCSにより達成することが必要 (IEA)
 - CCSの導入がなければ、2100年に温度上昇を2℃以内に抑えることは困難であることを示唆 (IPCC)



圧入方式

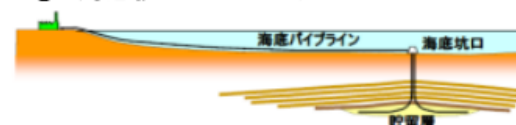
① 陸上からの圧入
※ 二酸化炭素削減技術実証試験事業



② 海上抗口からの圧入



③ 海底抗口からの圧入

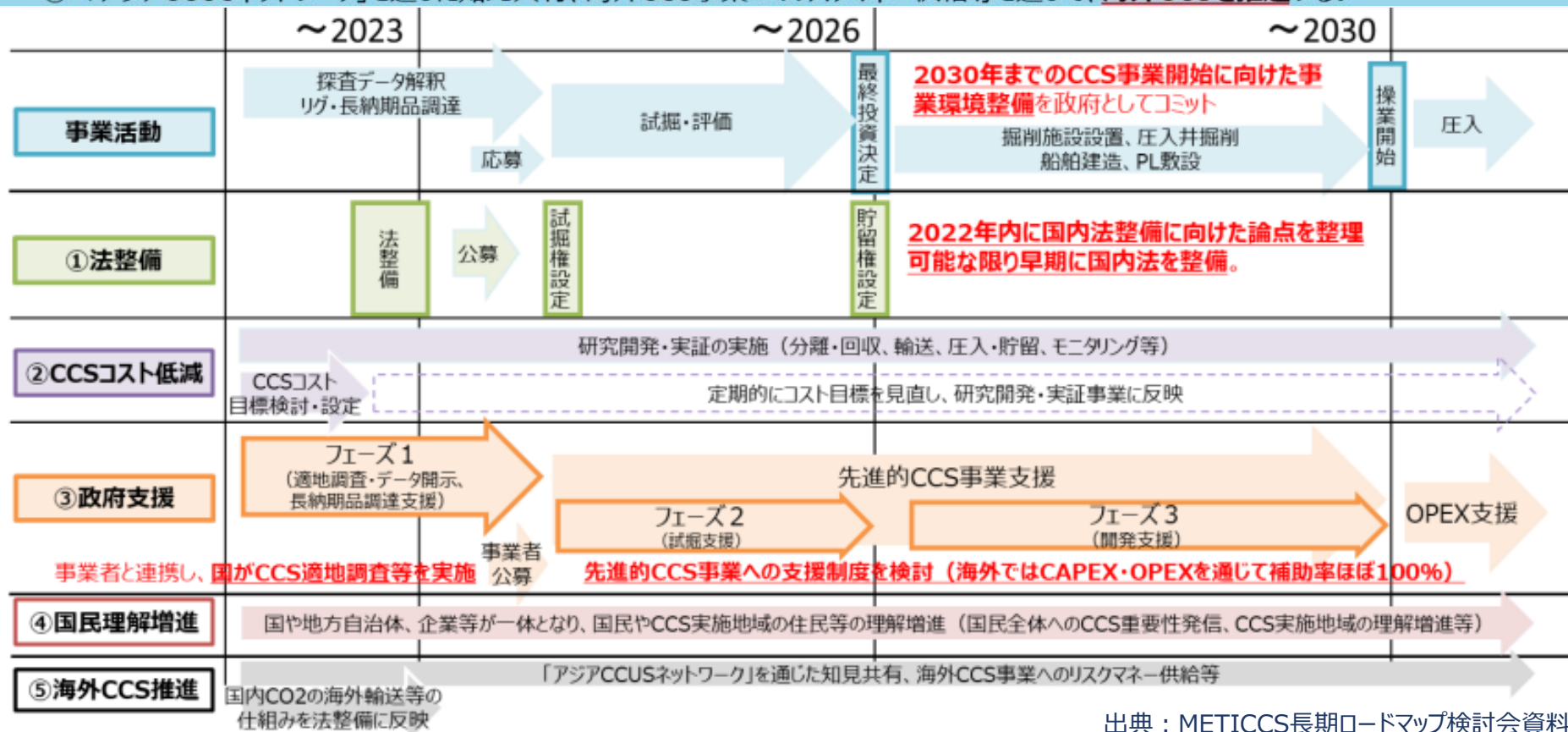


2

出典：CCS長期ロードマップ検討会資料

日本のCCSロードマップ案 2022年5月公表

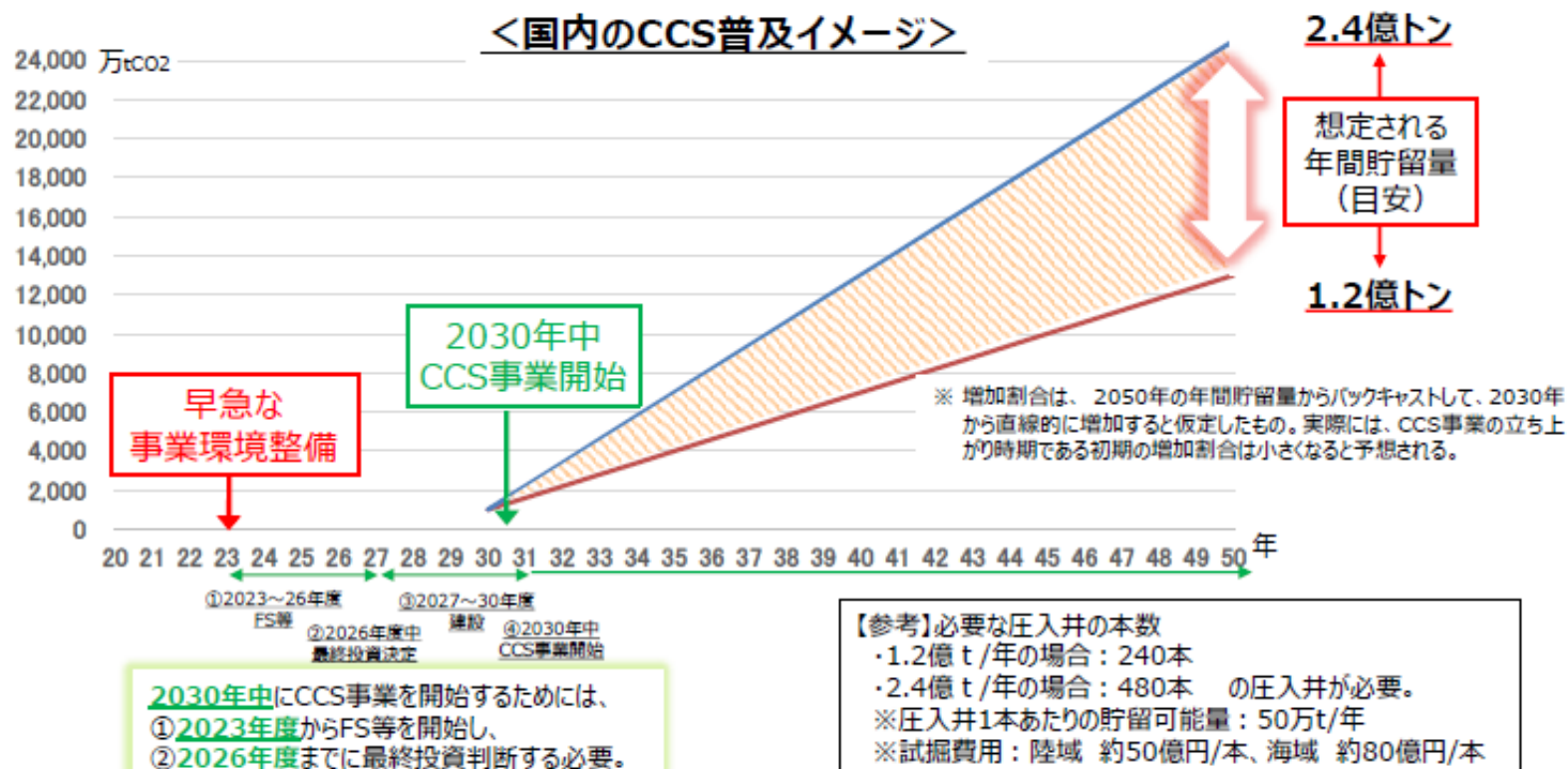
- 2030年までのCCS事業開始に向けた事業環境整備を政府目標として明確に掲げる。
- その達成に向けて、
 - ① 2022年内にCCS国内法整備の論点を整理し、可能な限り早期にCCSに関する国内法を整備する。
 - ② CCSバリューチェーンそれぞれの将来のコスト目標を設定し、研究開発や実証等により、コスト低減を図る。
 - ③ 事業者と連携し、国が積極的にCCSの適地調査を実施する（既存データの開示を含む）。先進的なCCS事業について、欧米などCCS先進国で措置している手厚い補助制度（CAPEX・OPEXを通じた補助率がほぼ100%）等の支援制度を参考にし、政府支援の在り方を検討する。商業化の段階等を踏まえ、米国等における支援措置も参考にしつつ、更なる政府支援の在り方を柔軟に検討する。
 - ④ 国や地方自治体、企業等が一体となり、国民やCCS実施地域の住民等の理解増進を図る。
 - ⑤ 「アジアCCUSネットワーク」を通じた知見共有、海外CCS事業へのリスクマネー供給等を通じて、海外CCSを推進する。



出典：METICCS長期ロードマップ検討会資料

2050年のCCSの想定年間貯留量の目安

- IEA試算から推計すると、我が国のCCSの想定年間貯留量は、2050年時点で年間約1.2～2.4億tが目安。2030年にCCSを導入する場合、2050年までの20年間で、毎年12本～24本ずつ圧入井を増やす必要。
- 事業者としては、2030年中にCCS事業を開始するためには、2023年度からFS等を開始し、2026年度までに最終投資判断する必要。



CCSに対する支援策

(参考) CCS事業に対する他国政府の支援事例

- 欧米などCCS先進国では、CCS事業に対する政府支援を措置（CAPEX・OPEXを通じた事業全体での補助率はほぼ100%）。
- CCS事業に対する支援を行うすべての国において、CAPEX支援とOPEXを含む稼働時支援を実施。CAPEX支援として、ほぼ全ての国において直接補助金を通じた支援を実施するとともに、稼働時支援として、各国における既存制度と親和性の高い支援スキームを措置。

スキーム		ルウェー	カナダ・アルバータ州	米国	豪州	英国	オランダ
CCS事業の規制法		石油・ガス関連事業法をベースにCCS事業を規制（米国の陸域は飲料水源保護法）					
支援対象となる貯留サイト		海域・帯水層	陸域・帯水層/ 枯渇カス田	海域/ 陸域・帯水層/ 枯渇油田	陸域・帯水層/ 枯渇カス田	海域・帯水層/ 枯渇カス田	海域・ 枯渇カス田
支援全体※の補助率（支援期間） ※①CAPEX支援、②稼働時支援、③資金調達支援		87% + α (10年)	100% (10年)	— (12年)	100%強 (25年)	100% + α (15年)	100% + α (15年)
①CAPEX 支援	直接補助金	○	○	○ (検討中)	○	○	○ (欧州委員会)
	投資減税			○	全ての国でプロジェクト初期段階でのCAPEX支援を実施		
②稼働時 支援	OPEX 支援	○ + 輸送・貯留 料無料	○	全ての国で稼働時での支援を実施 (各国の既存制度と親和性の高い支援スキームを選択)			
	CO ₂ 削減 支援	CO ₂ 貯留税額控除		○			
		排出クレジット免除	{ または		○	○	○
		排出クレジット付与			○		
		炭素税免除		○			
	収益 支援	固定価格買取				○	○
③資金調達 支援	公的出資						
	低金利融資			○ (検討中)			
	債務保証			○			

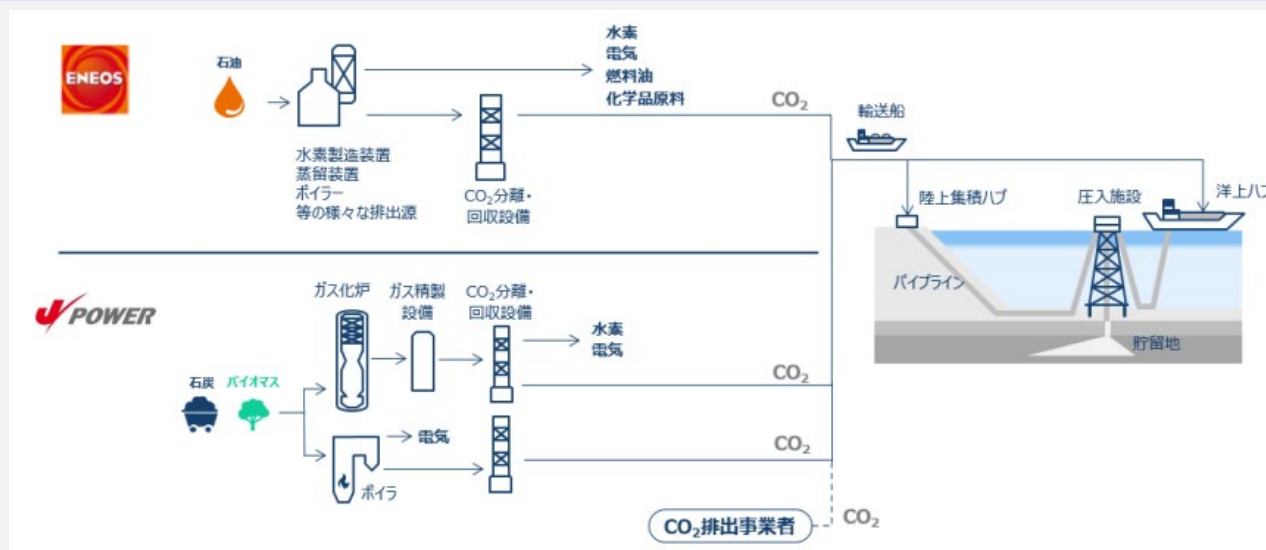
(出典) 第3回 CCS長期ロードマップ検討会、資料6を加工 26

出典：METICCS長期ロードマップ検討会資料

CCSの取り組み例（国内）

分野 : CCS

会社名 : ENEOSホールディングス(株)、電源開発(株)、(株)INPEX、石油資源開発(株)
三菱重工業(株)、三菱商事(株)、三井物産(株) 等



■ 様々な関係者と協調・連携して事業環境整備やCCSチェーン形成、費用低減などの課題解決に取り組み、早期実現を図っていきます



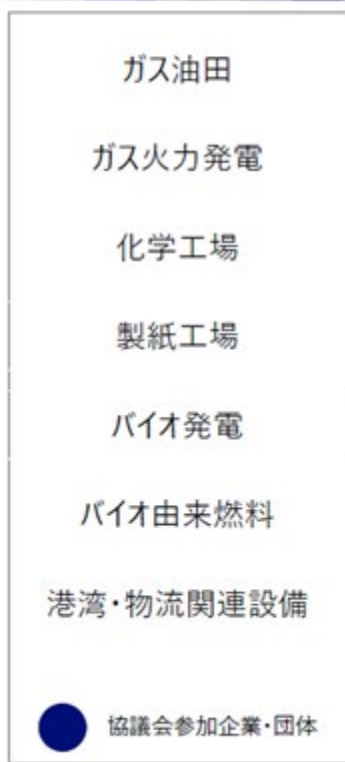
出典 : ENEOSホールディングス・出光興産プレスリリース資料（2022年5月10日）

新潟エリアにおけるCCUSハブ＆クラスター拠点開発構想

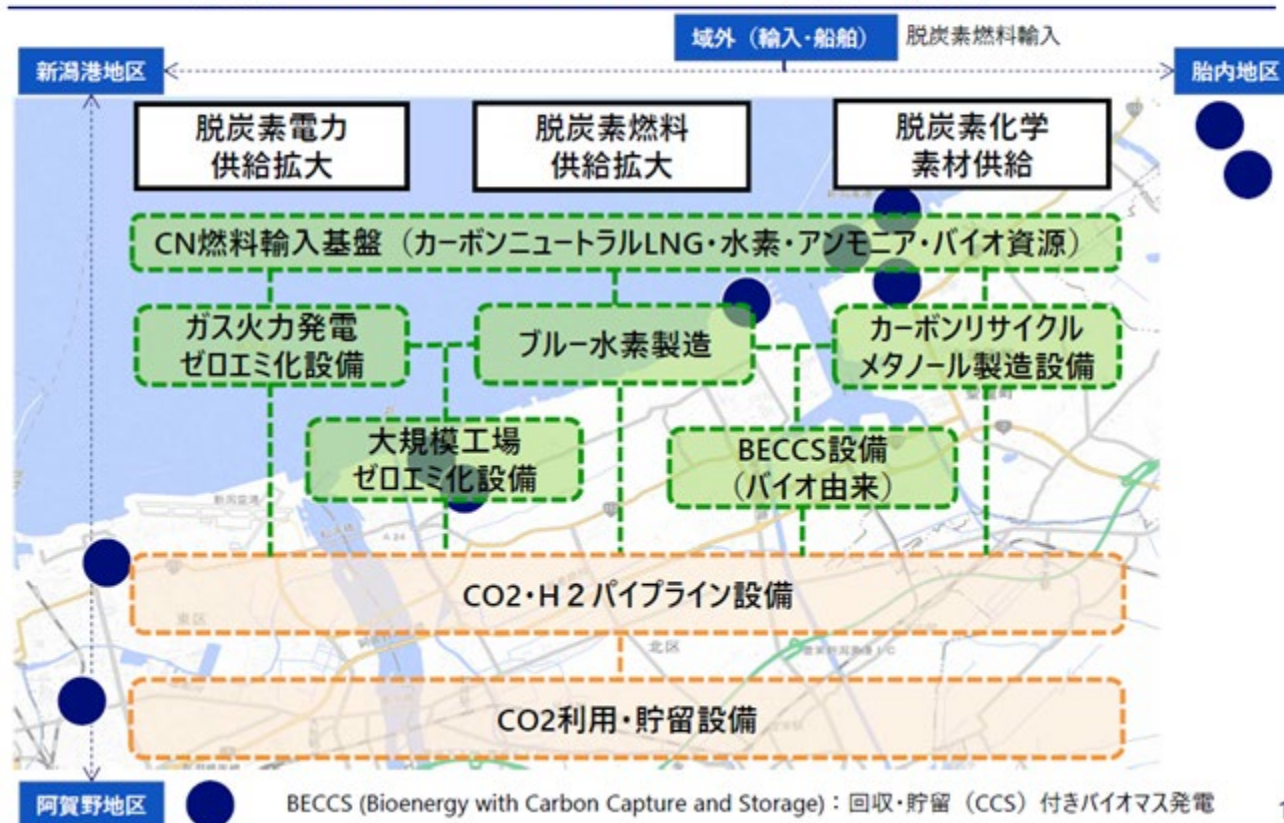
2030年に向けた新潟エリアにおけるCCUSハブ＆クラスター拠点整備方針

■ CN技術開発・実証に加え、主要拠点のネットワーク化に向けたインフラ整備を推進し、脱炭素化を先導する。

主要拠点・設備



新潟港エリアにおけるCCUSハブ＆クラスター拠点整備方針



10

出典：新潟カーボンニュートラル拠点化・水素利活用促進協議会

世界のCCSプロジェクトの動向

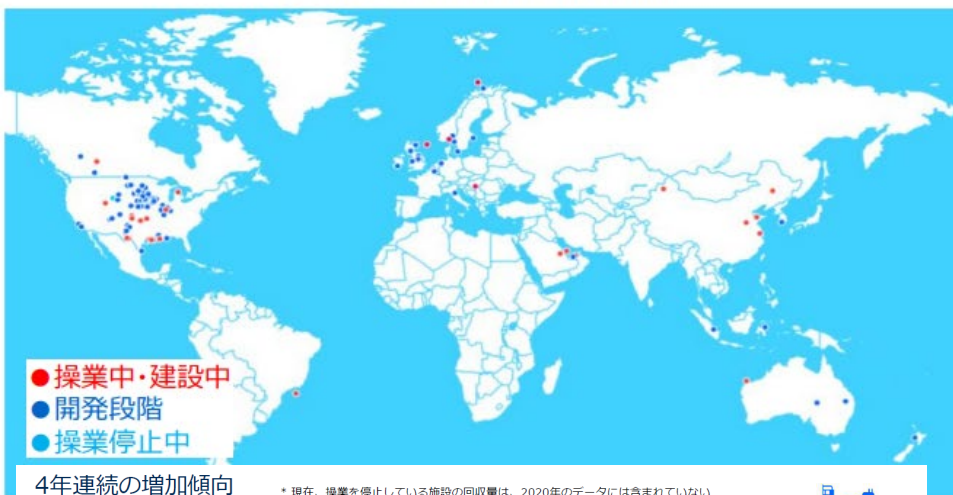
出典：GCCSIレポート

- グローバルCCSインスティテュートによれば、**世界で135件の大規模CCSプロジェクト**があり、うち**71件は2021年に新たに発表されたCCS計画**。
- 現在、**稼働中のCCS施設27件**のうち、**CO₂-EORが約8割（21件）**となっているが、近年は、**政府支援により、米国、欧州を中心に、帯水層へのCCSが増加**している。

2021年概況

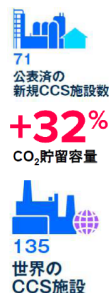
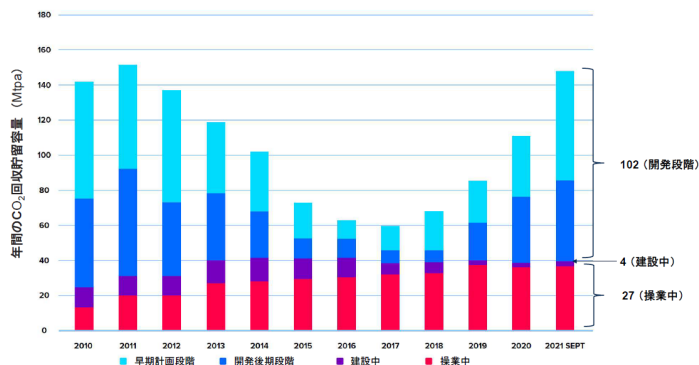


世界のCCSプロジェクトの動向

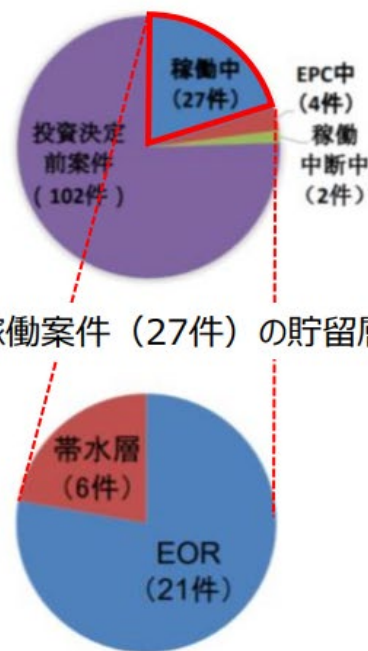


4年連続の増加傾向

* 現在、稼働を停止している施設の回収量は、2020年のデータには含まれていない



大規模CCSプロジェクト数（135件）



稼働中	27
建設段階	4
開発後期段階	58
開発初期段階	44
稼働停止中	2

- 2021年度は、71の新規CCS施設が増加
- 稼働中および様々な開発段階にある商用CCS施設は総計135件。うち27件が稼働中であり、4件が建設中、102件が様々な開発段階にあり、2件が稼働停止中。
- 2021年、稼働中の商用CCS施設は約3,660万トンのCO₂を回収貯留。
- 全135施設のCO₂回収貯留容量は年間1億4,900万トン、2021年に32%増加

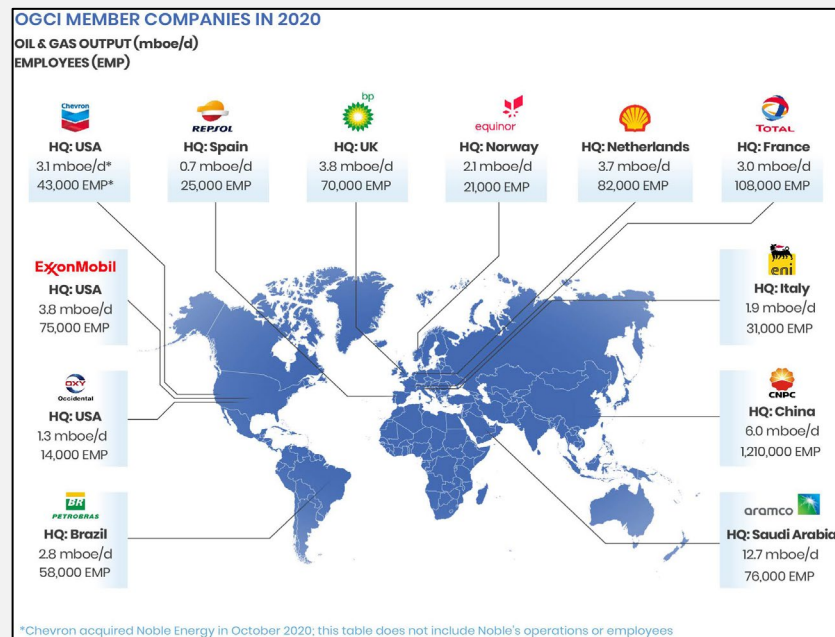
2021年にCCSが広く展開した要因

- CCS支援政策の強化
- ブルー水素プロジェクト
- CCSネットワーク(Hub & Cluster)の台頭
- 炭素除去技術(DAC)の展開
- 各国や企業のネット・ゼロに対するコミットメント
- 戦略的ビジネスパートナーシップの出現

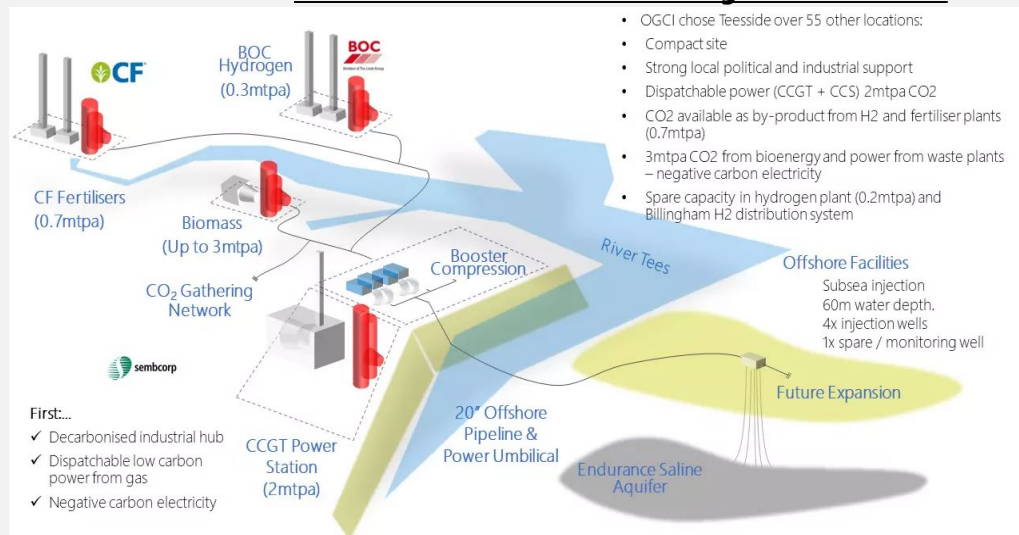
OGCI (Oil and Gas Climate Initiative) プロジェクト

- ◆ CCUSに対する大規模投資を促進するために **CCUS Kick Starter Initiative** が始動
- ◆ 世界で8つのCCUS PJを計画・支援
- ◆ ルーエー、英国、オランダの **Hub & Cluster** が先行

OGCI メンバー



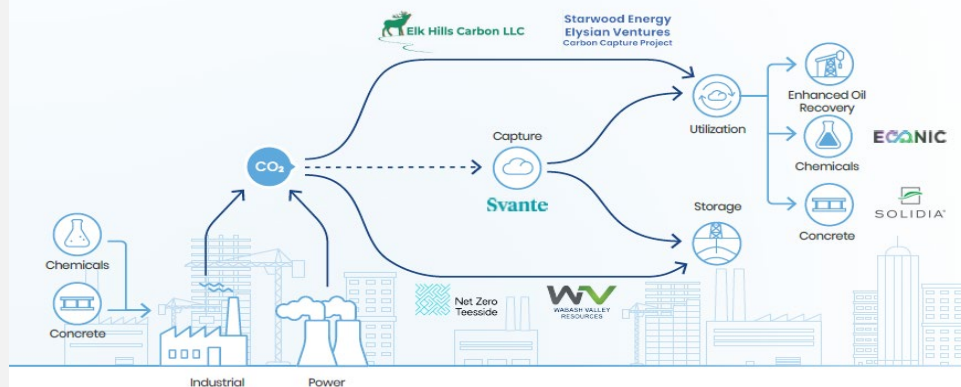
Net Zero Teesside Project (英国)



OGCIで注目するCR技術

RECYCLING CARBON DIOXIDE (CCUS)

Capture, utilize, store



Longshipプロジェクト

出典：METICCS長期ロードマップ検討会資料

● プロジェクト概要：

- セメント工場、廃棄物焼却施設から回収されたCO₂を船舶輸送し、陸上ターミナルに中間貯蔵した後、パイプラインで北海海底下の地層中に貯留
- 完成すれば、世界初のcross-borderのCO₂輸送・貯留インフラネットワーク

● CO₂圧入量：150万トン/年→500万トン/年

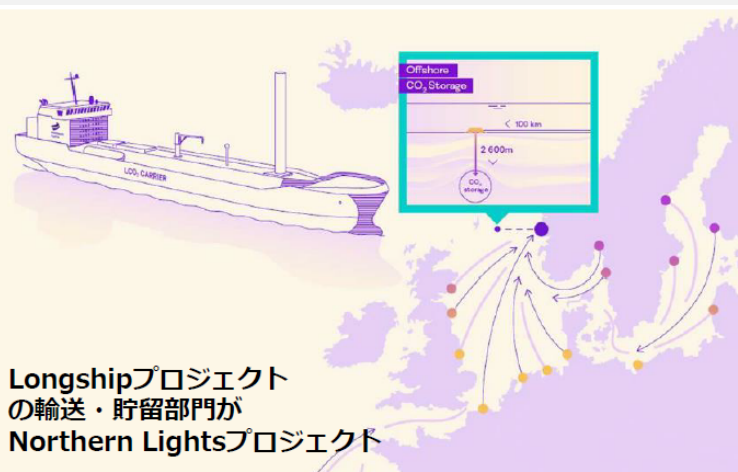
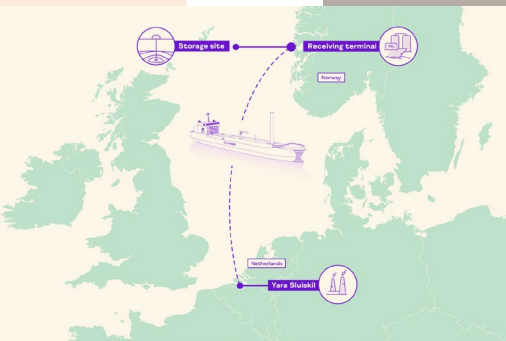
● プロジェクト規模：251億クローネ（約28億米ドル）

- 政府が168億クローネ（全体の約2/3）を補助

● スケジュール：

- 2020年12月：議会在プロジェクト支援を承認。プロジェクト実施が事実上決定。
- ~2024年半ば：フェーズ1（中圧・中温CO₂輸送船：中国の大連造船が受注）
- その後：フェーズ2（低圧・低温CO₂輸送船）

アモア・肥料大手のYara
が世界初の国境越え
商用CCSでNorthern
Lightsと契約締結



Longshipプロジェクト
の輸送・貯留部門が
Northern Lightsプロジェクト

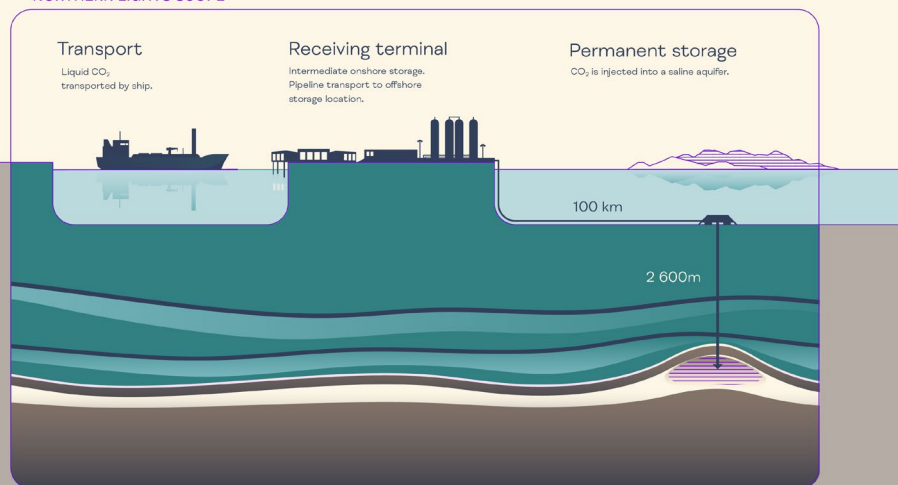
(https://jp.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/sites/3/2021/10/2-2_NorthernLights_Ragni-R%C3%B8rtveit.pdf)

Northern Lightsプロジェクト

- ・ Equinor, Shell、TotalEnergiesが主導するプロジェクト
- ・ Longshipと連携して、世界初の国境を越えたオープンソースのCO₂輸送・貯蔵インフラネットワークを目指す。
- ・ 第一段階は2024年半ばに最大で年間150万トンのCO₂貯留、その後年間500万トンまで能力拡大の予定。

Northern Lightsプロジェクト

NORTHERN LIGHTS SCOPE



CCSの取り組み例（英国）

East Coast Clusterの全体像



TEESSIDE地区における機能整備 (CO₂・H₂パイプライン・ブルー水素等)



East Coast Clusterの経済効果

25000人以上の雇用創出

(人)	直接	間接
建設	9400	12300
運営	2200	13300



出所) EAST CO₂AST Cluster (<https://eastcoastcluster.co.uk/>)

HUMBER地区の重点プロジェクト (H₂H Saltendプロジェクト@Saltend Chemicals Park等)

ガス改質による
ブルー水素製造
(2026年運開予定)



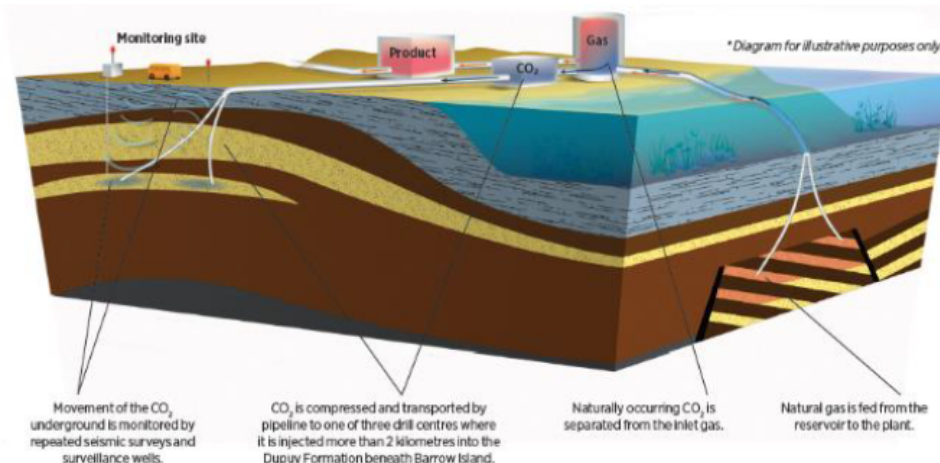
5

出典：METICCS長期ロードマップ検討会資料

CCSの取り組み例（豪州）

- Chevron社を中心とするコンソーシアムによる豪州・西オーストラリア州Barrow島における世界最大級のLNGプロジェクトでのCO₂圧入プロジェクト。大阪ガス、東京ガス、中部電力も出資。日揮がEPCに参画。
- 新規開発のGorgon、Janszの両海底下ガス田からの産出天然ガスの処理の一環として、340～400万トン/年のCO₂を分離。CO₂回収法はアミン法。
- 分離されたCO₂は、Barrow島直下の約2,300m深の深部塩水層に圧入・貯留される。圧入井9本のほか、地層圧の制御を目的とした地層水の汲み上げ用坑井4本、汲み上げ水の他の地層への圧入用坑井2本などを有する。
- CO₂地中貯留の実施は西オーストラリア州政府との合意による。地中貯留の法的枠組みは、Gorgonプロジェクトの実施に向けて州政府により2003年に制定されたBarrow Island Act 2003。詳細な環境影響評価を実施した最初のCCSプロジェクト。CO₂の圧縮・輸送・貯留に係る設計・建設等のコストは20億豪ドル超。連邦政府から6千万豪ドルの出資を受けた。

サイト	: 豪州、西オーストラリア州
事業主体	: Chevron、ExxonMobil、Shell、大阪ガス、東京ガス、中部電力
パートナー	: KBR社・日揮（EPC）
コスト	: CO ₂ 輸送・貯留関連の設計・建設：A\$20億超
資金調達	: 連邦政府：A\$6,000万（低排出技術実証基金）
排出源	: 天然ガス処理
回収	: 燃焼前回収（BASF社のa-MDEA） 340～400万トン/年
貯留	: 陸域深部塩水層
状況	: 圧入開始は2019年



出典：METICCS長期ロードマップ検討会資料

CCSの取り組み例（アジア）

アジアCCUSネットワークについて

- 経済成長著しいアジア地域は今後も化石燃料の需要が増加し、CCUSが果たす役割は大きく、大規模なCO₂の貯留ポテンシャルを有する地域でもある（ASEAN全体で1900億トン以上）
- 2021年6月、経済産業省と東アジア・アセアン経済研究センター（ERIA）は、13カ国の加盟国（ASEAN10カ国、豪州、米国及び日本）と、100社・機関を超える企業、研究機関、国際機関等が参画し、アジア全域での二酸化炭素回収・利用・貯留（CCUS）活用に向けた知見の共有や事業環境整備を目指す国際的な産学官プラットフォーム「アジアCCUSネットワーク」の立ち上げを発表。

アジアCCUSネットワーク メンバー国



第1回アジアCCUSネットワークフォーラム

日時：令和3年6月22日、23日 11:00～14:00（日本時間）
 主催：東アジア・アセアン経済研究センター（ERIA）、経済産業省
 参加者：梶山弘志経済産業大臣、EAS関係国主要閣僚、
 国際機関（ERIA・IEA等）、民間企業、金融機関など



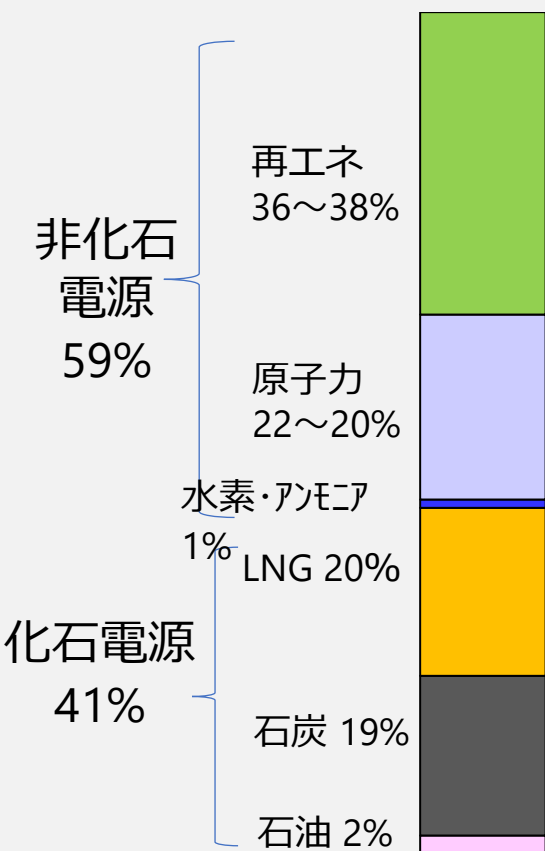
13

出典：METICCS長期ロードマップ検討会資料

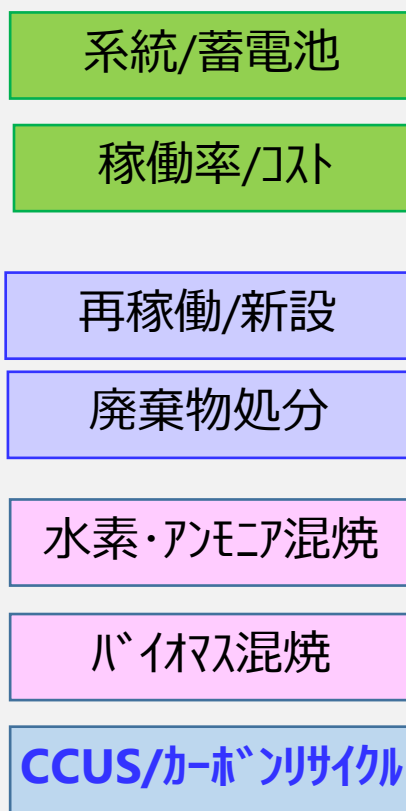
日本のエネルギーミックス

2030年の電源構成

(第6次エネルギー基本計画)
非化石電源／化石電源の議論

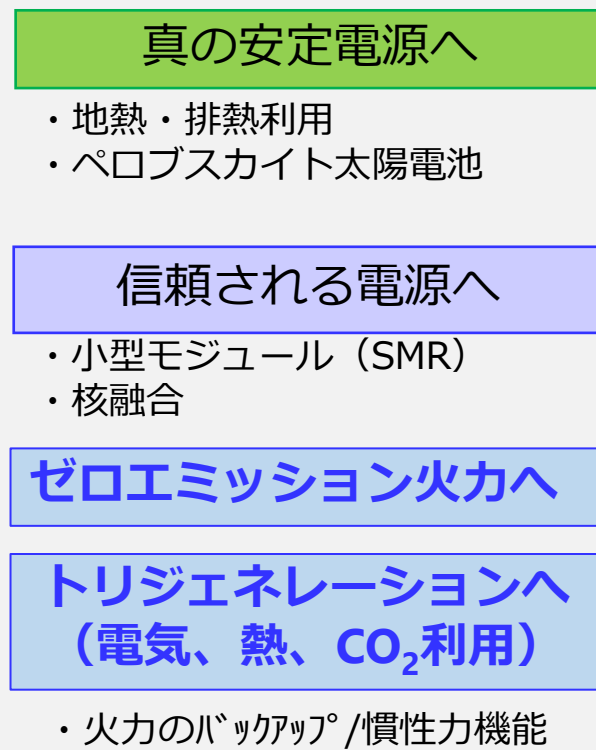


今後の対応策



2050年の電源構成

各エネルギーのメリット／デメリットを踏まえた
日本に相応しいエネルギーミックスの追求



火力発電所から電気・燃料・化学製品製造工場へ

→ カーボンリサイクル

1. CCUS/カーボンリサイクルの動き

2. カーボンリサイクルファンドの概要

3. CCUS/カーボンリサイクルの課題と
社会実装に向けた今後の展望

- **ミッション** : 国と連携して、カーボンリサイクル（CR）の社会実装 及び **民間のCRビジネス化を支援**
 → **CRに係る最新情報提供と連携の場の提供・連携の潤滑油**
- **組織体制** :

会長	福田信夫（三菱ケミカルグループ(株)代表執行役副社長）
副会長	北村雅良（電源開発(株) 特別顧問）
最高顧問	小林喜光（東京電力ホールディングス(株)取締役会長）
顧問	橘川武郎（国際大学副学長）
- **事業内容** :

I. 広報活動	: CRに係る啓発活動
II. 研究助成活動	: 研究者等に対するグラント（助成金）交付
III. その他活動	: CR推進のための 事業支援 、 政策提言 、 技術動向調査 等

■ 事業スキーム



～業種を超えた連携によるカーボンリサイクルの推進～

【法人会員】

<化学>

- 旭化成株式会社
- AGC株式会社
- キャボットジャパン株式会社
- JSR株式会社
- DIC株式会社
- デンカ株式会社
- 東レ株式会社
- 戸田工業株式会社
- BASFジャパン株式会社
- 三井化学株式会社
- 三菱ガス化学株式会社
- 三菱ケミカル株式会社

<電力>

- 中国電力株式会社
- 電源開発株式会社
- 東京電力ホールディングス株式会社

<精密・エレクトロニクス>

- アダマシ並木精密宝石株式会社
- ウシオ電機株式会社
- 株式会社島津製作所
- 古河電気工業株式会社

<エネルギー>

- 出光興産株式会社
- 伊藤忠エネクス株式会社
- 株式会社INPEX
- ENEOSホールディングス株式会社
- 大阪ガス株式会社
- 山陰酸素工業株式会社
- 石油資源開発株式会社
- 東京エコサービス株式会社
- 東京ガス株式会社
- 東芝エネルギーシステムズ株式会社
- 日本コークス工業株式会社
- 株式会社日立製作所

<CO₂利用・再エネ・リサイクル>

- 株式会社環境システムズ
- 株式会社CO₂資源化研究所
- 地熱技術開発株式会社
- 株式会社ユウグレナ

<鉄・非鉄金属・セメント>

- 會澤高圧コンクリート株式会社
- 株式会社神戸製鋼所
- 住友大阪セメント株式会社
- 日本製鉄株式会社
- 太平洋セメント株式会社
- 三井金属工業株式会社
- UBE三菱セメント株式会社

<商社>

- 伊藤忠商事株式会社
- コスモス商事株式会社
- JFE商事株式会社
- 住友商事株式会社
- 西華産業株式会社
- 双日株式会社
- 東京産業株式会社
- 東京貿易ホールディングス株式会社
- 豊田通商株式会社
- 丸紅株式会社
- 三井物産株式会社
- 三菱商事株式会社

<重工業>

- 株式会社IHI
- 川崎重工業株式会社
- 住友重機械工業株式会社
- 三菱重工業株式会社

<エンジニアリング>

- 株式会社荏原製作所
- JFEエンジニアリング株式会社
- 千代田化工建設株式会社

- 東洋エンジニアリング株式会社
- 日揮ホールディングス株式会社
- 日鉄エンジニアリング株式会社
- 日本ガイシ株式会社
- 日立造船株式会社
- 株式会社
日立パワーソリューションズ
- 株式会社フソウ
- 横河電機株式会社

<印刷・映像・翻訳>

- 大日本印刷株式会社
- 凸版印刷株式会社
- 株式会社サン・フレア

<自動車・自動車部品>

- 愛三工業株式会社
- 日産自動車株式会社
- 日本特殊陶業株式会社

<航空・交通・輸送>

- 株式会社ジャムコ

<土木・建設・不動産>

- 株式会社FKGコーポレーション
- 株式会社大林組
- 大森建設株式会社
- 株式会社熊谷組
- 清水建設株式会社
- 新日本空調株式会社
- 大成建設株式会社
- 太平電業株式会社
- 東亜建設工業株式会社
- Dome Gold Mines Ltd.
- 株式会社日立プラントサービス
- ヒューリック株式会社
- 株式会社福岡建設合材
- 株式会社福祉開発研究所
- 株式会社フューチャーエステート
- 株式会社ベルテックコーポレーション

- 株式会社豊正
- 三井不動産株式会社
- 若築建設株式会社

<金融関連>

- 株式会社大和証券グループ本社
- 東京海上日動保険株式会社
- 日本生命保険相互会社
- 富国生命保険相互会社
- 株式会社みずほフィナンシャルグループ
- 株式会社三井住友銀行
- 三井住友トラスト・パナソニック
ファイナンス株式会社
- 株式会社三菱UFJ銀行

<食品>

- アサヒクオリティード
イノベーションズ株式会社

<IT・分析・評価>

- 株式会社エヌ・ティ・ティ・
データ経営研究所
- みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社
- ボストン・コンサルティンググループ 合同会社
- 株式会社三菱総合研究所

<その他関連団体等>

- 一般財団法人石炭リサーチ機構
- 一般財団法人電力中央研究所
- 一般社団法人コネクト連携推進機構
- 一般財団法人
日本エネルギー経済研究所
- KDDI株式会社

【個人会員】

- 上埜 博基 ・ 栄長 泰明
- 大野 陽太郎 ・ 鬼形 博之
- 郭 嬋 ・ 勝 欣一
- 河村 博行 ・ 櫻井 重利
- 高橋 常郎 ・ 武石 雅之

- 武内 亜矢
- 寺島 千晶
- 橋本 健二
- 塙 守幸
- 平井 秀武
- 峯村 健司
- 山田 秀尚
- 吉田 泰二
- 吉原 朋成

【自治体会員】

- 秋田県
- 香川県
- 群馬県安中市
- 長崎県西海市
- 広島県
- 広島県大崎上島町
- 広島県竹原市
- 北海道
- 北海道苫小牧市

【学術会員】

- 坂西 欣也（産総研）
- 百瀬 和（秋田大学）
- 学校法人東京理科大学
- 国立大学法人長崎大学

法人会員112

個人会員19

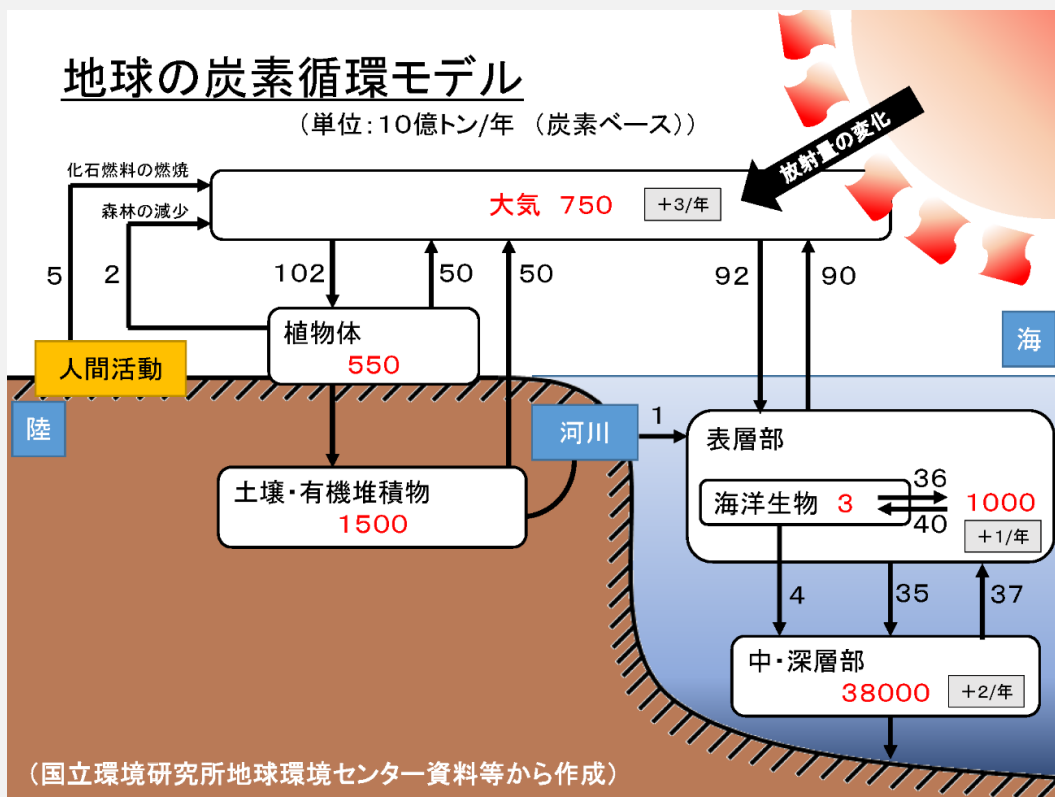
自治体会員9

学術会員4

（2022年10月20日時点）

地球レベルの炭素循環

- CO₂をエネルギーの最終形（不要物）として捉えるのではなく、水や空気を通して循環する**炭素循環の中でイノベーションを起こしていく**。
- CO₂の回収や排出抑制策に注目されるが、カーボンニュートラルには、**CO₂吸収源（森林・海・土壌）**も重要。



- ✓ 植林などによるCO₂吸収（早生樹等）
- ✓ ブルーカーボン（海藻育成、藻場形成等）
- ✓ 土壌への固定（岩石風化、バイオ炭等）

- カーボンリサイクルに係る情報を**タイムリー**に収集、関連機関や会員と共有
- 会員の取組を含めCRFの活動を広く発信し、**社会の共感を醸成**
- CRを担う**若手の育成**にも注力

オンラインサロン

- CR/CNに係るトピックスの共有
- 会員間情報共有・討議の場

毎回100名超が参加・交流



シンポジウム等参加

- トップリーダー発信

脱炭素ではなく、
炭素循環が重要



小林喜光会長 (当時) スピーチ
@CR産学官国際会議2021

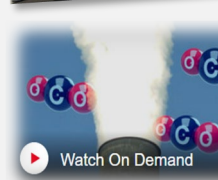
地方創生、国際連携
につなげます。



北村雅良副会長スピーチ
@スマートエネルギーWEEK2022

次世代育成

- 企業若手対象 討議形式研修「カーボンリサイクル大学」



- 中高生向けデジタルコンテンツ「カボ・リサ物語」



最新ニュース配信

- CR/CCUS/CNに係る世界の最新ニュースを選定して配信 (数10本/週)

No.	配信日	ヘッドライン (日本語訳)	地域	分野	URL
1	9月8日	石炭ガス化複合発電のCO2回収技術、CO2回収率を高める技術開発が進む	中国	CR/CCUS	https://www.chinacarboncapture.com/news/2022/09/08/coal-gasification-combined-capture-technology-improves-co2-capture-rate/
2	9月8日	石炭ガス化複合発電、CO2回収率を高める技術開発が進む	中国	CR/CCUS	https://www.chinacarboncapture.com/news/2022/09/08/coal-gasification-combined-capture-technology-improves-co2-capture-rate/
3	9月8日	石炭ガス化複合発電、CO2回収率を高める技術開発が進む	中国	CR/CCUS	https://www.chinacarboncapture.com/news/2022/09/08/coal-gasification-combined-capture-technology-improves-co2-capture-rate/
4	9月8日	石炭ガス化複合発電、CO2回収率を高める技術開発が進む	中国	CR/CCUS	https://www.chinacarboncapture.com/news/2022/09/08/coal-gasification-combined-capture-technology-improves-co2-capture-rate/
5	9月10日	石炭ガス化複合発電、CO2回収率を高める技術開発が進む	中国	CR/CCUS	https://www.chinacarboncapture.com/news/2022/09/10/coal-gasification-combined-capture-technology-improves-co2-capture-rate/
6	9月14日	石炭ガス化複合発電、CO2回収率を高める技術開発が進む	中国	CR/CCUS	https://www.chinacarboncapture.com/news/2022/09/14/coal-gasification-combined-capture-technology-improves-co2-capture-rate/
7	9月18日	石炭ガス化複合発電、CO2回収率を高める技術開発が進む	中国	CR/CCUS	https://www.chinacarboncapture.com/news/2022/09/18/coal-gasification-combined-capture-technology-improves-co2-capture-rate/

■ 民間資金の特徴を活かして カーボンリサイクルに係る**研究シーズ（アイデア、人）**を発掘、育成する

	概要
助成対象	企業、大学、法人等に属する 研究者又は研究者チーム 2022年度からは、 スタートアップ枠 を新設
募集テーマ (期待する分野)	社会的課題を解決するため、CO₂（あるいは炭素原子）を資源として利用するCR、関連技術、CRを実現するための社会科学分野等に関する研究 ＜募集分野一覧＞ 1. 鉱物化（コンクリート等の材料）によるCO₂固定化技術 2. 燃料への転換技術 3. 化学品への転換技術 4. CO₂分離回収に係る技術(直接空気回収を含む) 5. 社会科学等の分野 6. CO₂吸収源(土壌、森林、ブルーカーボン、生物の活用、農林水産等)に係る研究 7. その他（水素製造、ジエチレングリコール、機能性材料、医療分野等）
評価ポイント	独創性・革新性・従来技術に対する優位性、課題設定の仕方、企業との連携などの社会実現可能性等
助成規模	1,000万円程度/件（平均助成額約700万円/件）
応募・採択件数	2020年度：35件応募/12件採択、2021年度：46件応募/12件採択 2022年度：一般枠55件応募/14件(スタートアップ°1件)、スタートアップ°枠29件応募/2件採択
研究成果の帰属	基本的に研究者に帰属



■ 2021年度採択テーマの中から3件が国プロに選定

分野	研究課題名	研究代表者名（所属機関）
鉱物化によるCO ₂ 固定化技術	①廃海水と生体アミンを用いた新たなCO ₂ 鉱物化法の開発	安元 剛（学校法人北里研究所 北里大学） NEDO採択 環境省採択
	②石炭灰にCO ₂ を固定した炭酸塩の評価とコンクリートの開発	大脇 英司（大成建設株式会社）
燃料への転換技術	③微細藻由来バイオ燃料実用化のボトルネック解消のための育種	原山 重明（学校法人中央大学）
化学品への転換技術	④超効率的なCO ₂ 利用ポリウレタン原料製造法の開発	竹内 勝彦 （国立研究開発法人産業技術総合研究所） GI基金採択
	⑤二酸化炭素からの乳酸およびポリ乳酸合成技術の開発	川波 肇 （国立研究開発法人産業技術総合研究所）
	⑥水素酸化細菌の高機能株を創出するゲノム工学技術基盤の構築	相澤 康則（国立大学法人東京工業大学）
CO ₂ 分離回収に係る技術	⑦低コストCO ₂ フリー水素製造に向けたCO ₂ 吸着剤の開発	犬丸 啓（国立大学法人広島大学） JST採択(未来社会創造事業)
	⑧水をも分離するCO ₂ 吸収・放出剤による高効率的DAC技術の開発	稲垣 冬彦 （学校法人神戸学院 神戸学院大学）
	⑨水素製造と二酸化炭素回収を同時に実現する膜反応器の開発	赤松 憲樹（学校法人工学院大学）
社会科学等の研究	⑩排出量実質ゼロに向けたカーボンリサイクル技術シナリオ分析	加藤 悦史（一般財団法人エネルギー総合工学研究所）
	⑪水素製造に係わる石炭及び天然ガスのGHG 排出量の調査及び算定	稲葉 敦 （一般社団法人日本LCA推進機構）
CO ₂ 吸収源に係る研究	⑫膜分離による大気CO ₂ 濃縮機能を有する小型施設園芸システムの開発	藤川 茂紀（国立大学法人九州大学）

●40歳以下若手 ●女性

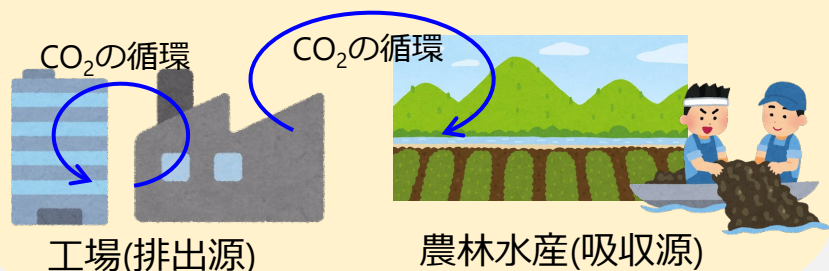
分野	研究課題名	研究代表者名(所属機関)
鉱物化によるCO ₂ 固定化	水と熱を必要としない次世代型二酸化炭素固体吸収剤の開発	佐藤 公法 (国立大学法人東京学芸大学)
	微生物燃料電池を用いた次世代大気中CO ₂ 固定化技術の研究開発	佐野 大輔 (国立大学法人東北大学)
	木灰を用いたバイオマスコンクリートの実用強度化	大内雅博 (高知県公立大学法人高知工科大学)
燃料への転換	先端的蓄熱技術を応用した熱交換器レスCO ₂ メタネーションプロセスの開発	●能村 貴宏 (国立大学法人北海道大学)
化学品への転換	革新的光触媒設計が拓く超高効率CO ₂ 還元	●吉田 朋子(公立大学法人大阪 大阪公立大学)
	環状ポルフィリン多量体が織りなす小分子変換反応	倉持 悠輔 (学校法人東京理科大学)
化学品への転換 (生物活用)	バイオマス資源を原料にしたナイロン前駆体化合物の微生物生産技術開発	●清水 雅士(マイクロバイオフィクトリー株式会社)
	革新的CO ₂ 利用に向けたC1完全バイオ循環空間デザイン	●野田 修平(国立研究開発法人理化学研究所)
炭素資源等の循環	産業廃棄物の水熱処理による CO ₂ 還元法の開発	坪内 直人 (国立大学法人北海道大学)
	【スタートアップ°支援枠】 未利用バイオマス残渣を活用したカーボンニュートラル技術および炭素価値の創出に関する開発	川谷 光隆 (Innovare株式会社) バンドン工科大学等との国際共同研究
CO ₂ 分離回収	固体化をトリガーとする大気中CO ₂ 選択的回収技術の開発	稲垣 冬彦 (学校法人神戸学院 神戸学院大学)
	【スタートアップ°支援】 多孔性配位高分子 (PCP/MOF) を用いたCO ₂ 分離回収プロセスの開発	浅利 大介 (株式会社Atomis)
社会科学	カーボンリサイクル製品の普及を促進するメッセージング手法	●小松 秀徳 (一般財団法人電力中央研究所) Saint Mary's 大学との国際共同研究
CO ₂ 吸収源	海洋における CO ₂ 吸収・循環過程の見える化のための次世代モビリティの開発と沿岸浅海域のブルーカーボンの解析	山本 郁夫 (国立大学法人長崎大学) 気象庁気象研究所、長崎海洋アカデミーと連携
	高濃度二酸化炭素環境下における光合成速度を高める機能性肥料開発に向けた植物中のエピジェネティクス解析	●●松下 祥子 (学校法人日本大学)
	植物による二酸化炭素吸収を増進する薬剤の開発	●高橋洋平 (国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学)

4.カーボンリサイクルモデルタウン検討WG

- ◆ 2050年CN達成に向けた**再エネ、省エネ以外の取組を活性化**
- ◆ カーボンリサイクルというキーワードを活かした**地方の魅力・新産業創出**
- ◆ **CO₂の可視化、付加価値化を地域内で**

実施内容

- ・ 地域の産業等ポテンシャル調査
- ・ 技術選定とCO₂排出源と吸収源のマッチング、インセンティブの設定

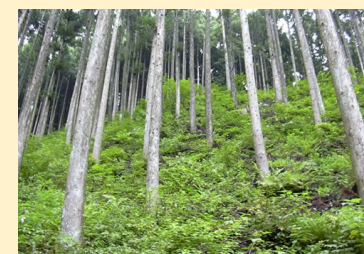


効果

- ・ 地方創生・地方活性化
- ・ 農林水産業の活性化
- ・ 限定的なCO₂の付加価値付け



CR工場地帯
(インセンティブ設定)



Jクレジット制度の
発展的な活用

CRF研究助成活動（成果発表会）

2021年度研究助成成果発表会(9月29日ハイブリッド開催)

- ◆ 成果発表は会員企業へのアピールをするために、**ピッチコンテスト風**に。
- ◆ 発表後は発表者ポスターパネルで**会員と自由に質疑応答**



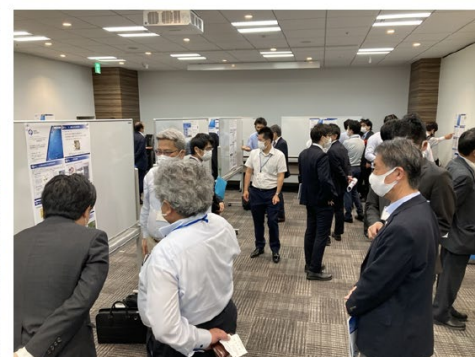
CRF 北村 雅良 副会長



NEDO事業採択
共同研究先に環境省事業採択
北里大学 安元 剛 講師



成果発表・質疑応答の様子



ポスターセッションの様子



グリーンイノベーション基金事業採択
産業技術総合研究所 竹内 勝彦 氏



JST未来社会創造事業採択
広島大学 犬丸 啓 教授

<2021年度研究助成ファンド寄付金拠出社>



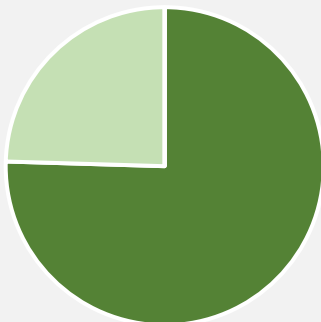
<2022年度研究助成ファンド寄付金拠出社>



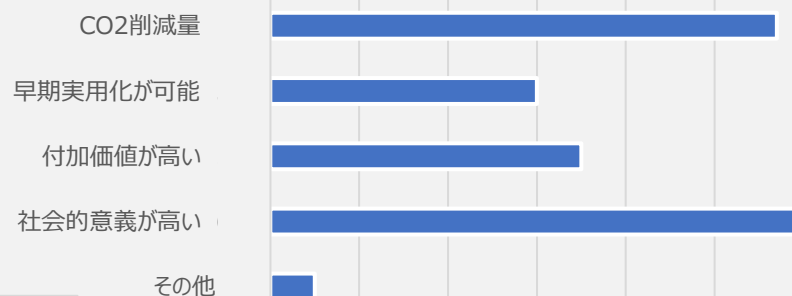
➤ 会員アンケートにおいても、化学品や燃料転換、鉱物化、CO₂回収技術の取組／実用化期待が大きい

■ 大いに期待する

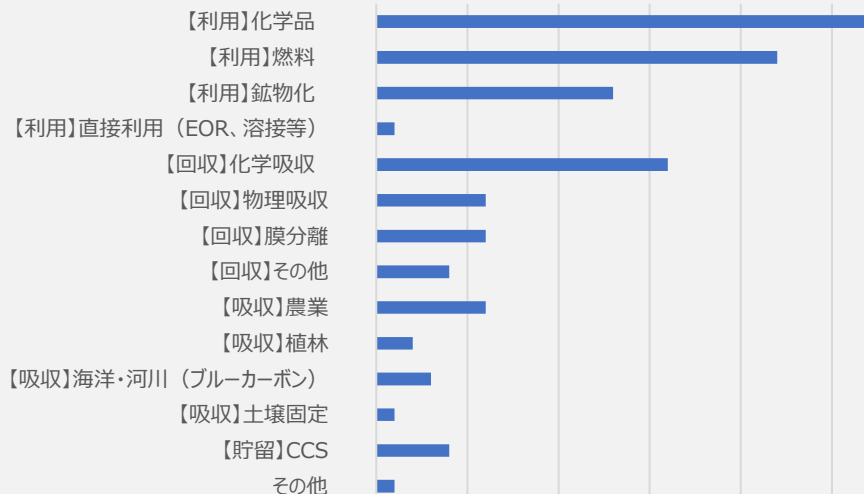
■ 期待する



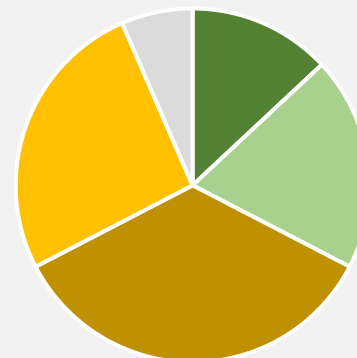
期待される点



技術分野

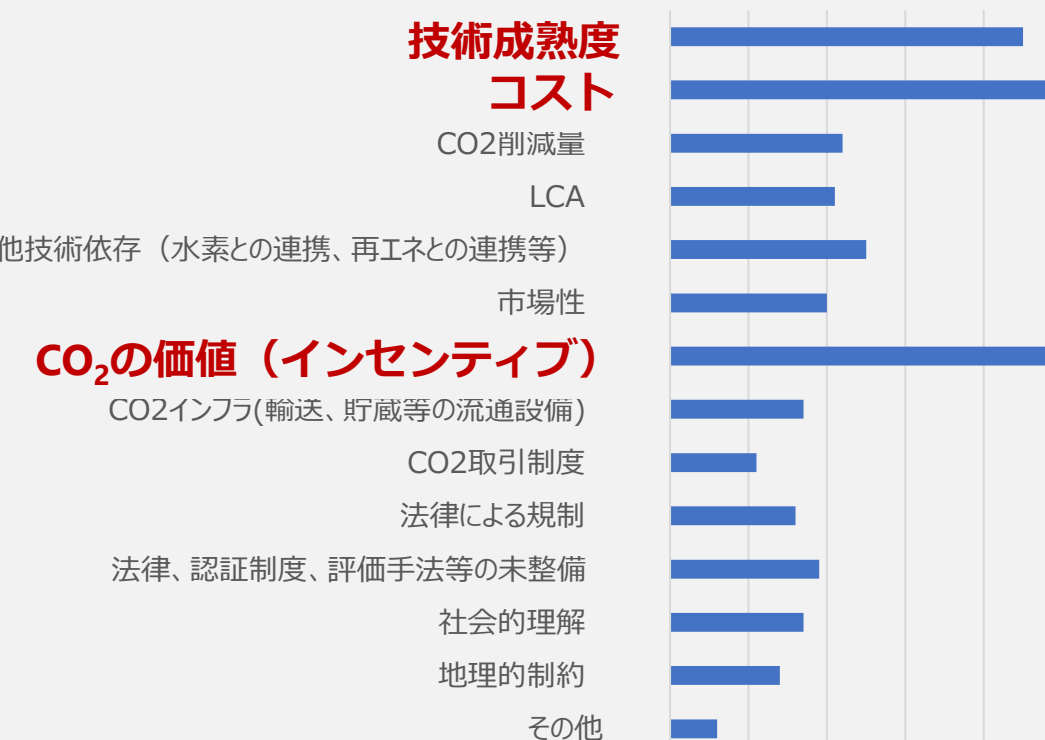


■ 事業化段階
■ 実証段階
■ 研究開発段階
■ アイデア段階
■ その他



- 課題を克服するためには、CO₂利活用・炭素循環の**ポジティブスパイラル**を構築し、カーボンリサイクル製品の価値を**社会が受容することが必要**

社会実装するためにネックとなる課題



＜課題克服に向けた提言＞

- イノベーション促進
- 市場環境の整備
- **CO₂バリューチェーンの構築**
特にCO₂需要サイドの拡大
- グローバル市場への展開
- **地域との連携・国際連携**
- **担い手の育成**

- CR社会実装具体化に取り組むCRF活動の進捗と併せ、ビジネス化への公的課題への対処を提言としてとりまとめて公表（2022年8月）
- CRFは会員とともに率先して提言を実践

①イノベーション開発促進と人材育成

- CR技術・製品の社会実装の加速と実践する組織への支援の拡大
- 学校教育の充実含めてCRを担う人材の育成と社会的受容醸成の施策の拡幅

②CO₂バリューチェーンの構築

- CR技術・製品におけるプレミア化等インセンティブ付による普及促進
- 炭素価格・炭素税等社会システムに関する議論の拡大
- CO₂吸収源などのデータ分析や国際ルール作りとその主導
- CCSを含むCO₂貯留に係る議論の促進

③地方創生及びグローバル市場への展開

- 農林水産業との連携を含め、地域の強みや特長を活かしたCR事例の創出
- CR/CNを日本の成長産業としてアジアへ導出、アジア圏のCNを主導

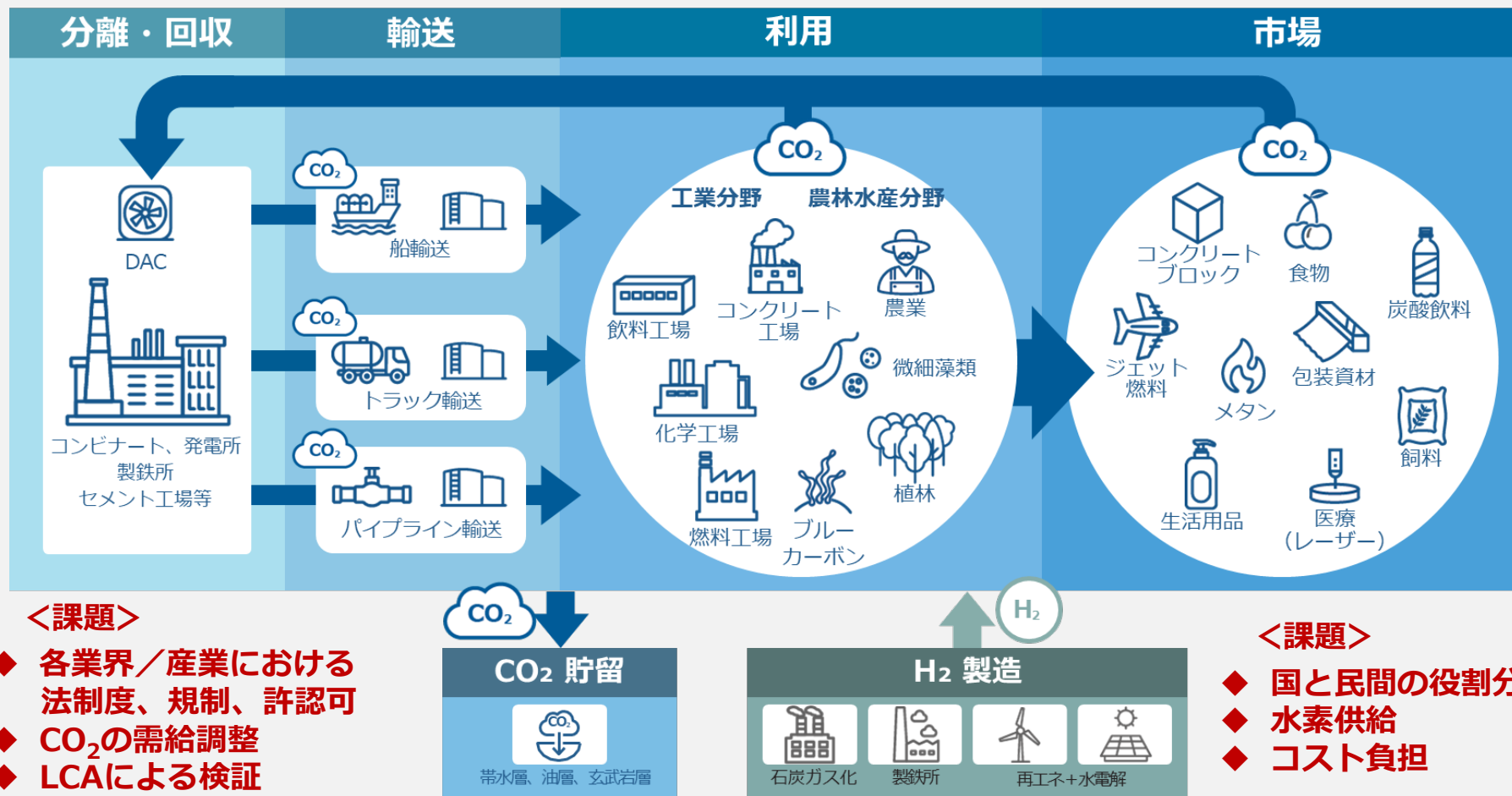
1. CCUS/カーボンリサイクルの動き

2. カーボンリサイクルファンドの概要

**3. CCUS/カーボンリサイクルの課題と
社会実装に向けた今後の展望**

■ CO₂バリューチェーンの構築

CO₂の発生源から回収・輸送・利用・貯留までのCO₂バリューチェーンを見据え、具体的な場所を想定してCR技術の社会実装モデルを検討する必要がある（Hub&Cluster）。



CRの社会実装には、多面的アプローチが不可欠

- ◆ **技術イノベーション、スタートアップ支援**
成熟度、コスト、時間軸、CO₂利用量、市場性、LCA

- ◆ **業界を超えた協力**
Sector Coupling

- ◆ **国際連携**
標準化、アジア連携

- ◆ **政策支援**
制度設計、CO₂インセンティブ

- ◆ **社会的受容性**
一般市民の理解

- ◆ **市場創出/活性化**
エコラベル、CO₂バリューチェーン

- ◆ **地域連携/地方創生**
コンビニート活用、農林水産業との連携
地域優良企業との連携





IGCC(石炭ガス化複合発電)から分離回収されたCO₂を活用

広島県豊田郡大崎上島町



藻類研究エリア 実証研究エリア 基礎研究エリア

カーボンリサイクル実証研究拠点



出典：NEDO HP



2020年より実証研究3件、藻類研究1件のプロジェクトがスタート

実証エリア

CO₂有効利用コンクリートの研究開発

中国電力株式会社、鹿島建設株式会社、三菱商事株式会社



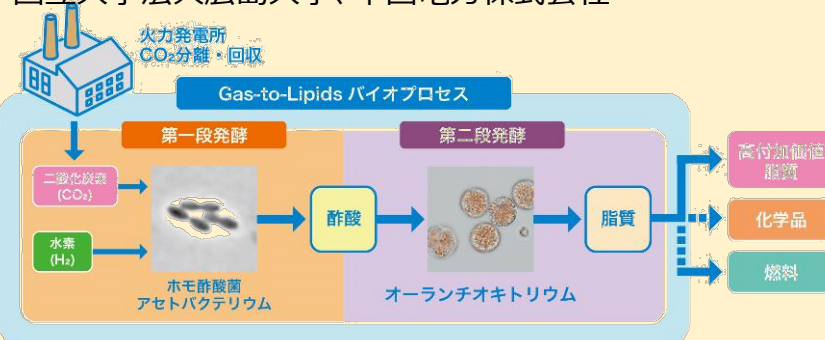
化成品（パラキシレン）選択合成技術の研究

川崎重工業株式会社、国立大学法人大阪大学



Gas-to-Lipids バイオプロセスの開発

国立大学法人広島大学、中国電力株式会社



藻類 エリア

微細藻類由来 SAF の製造に係る研究開発

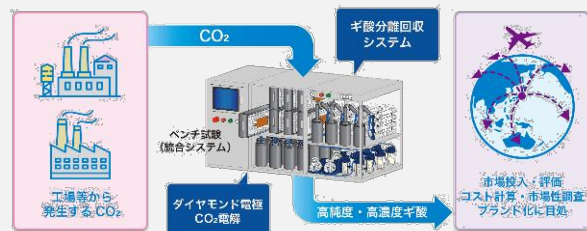
一般社団法人日本微細藻類技術協会 (IMAT)



2022年より基礎研究6件のプロジェクトがスタート

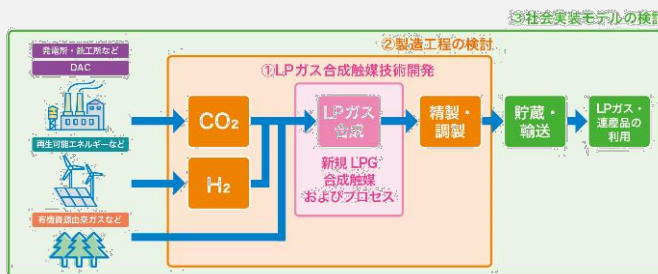
出典：NEDO HP

ダイヤモンド電極を用いた石炭火力排ガス中CO₂からの基幹物質製造



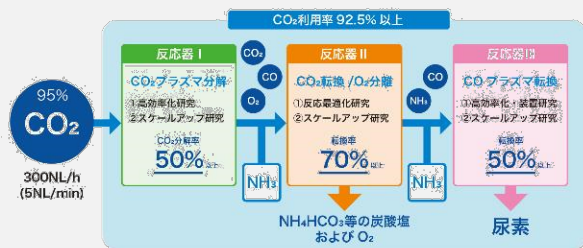
学校法人慶應義塾
学校法人東京理科大学
一般財団法人石炭フロンティア機構

カーボンリサイクルLPガス製造技術とプロセスの研究開発



ENEOSグローバル株式会社
日本製鉄株式会社
国立大学法人富山大学

大気圧プラズマを利用する新規CO₂分解・還元プロセスの研究開発



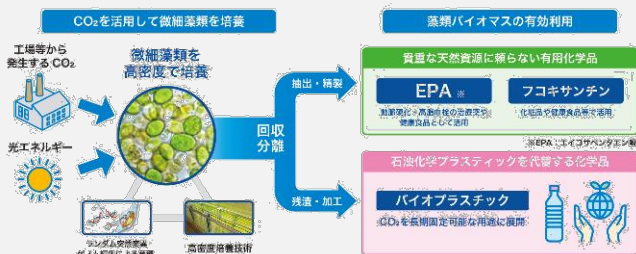
国立大学法人東海
国立大学機構
川田工業株式会社

CO₂を炭素源とした産廃由来炭化ケイ素合成の研究開発



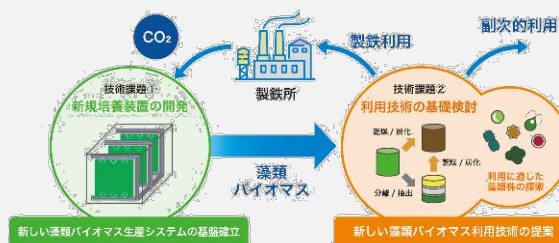
国立大学法人
東北大学

微細藻類によるCO₂固定化と有用化学品生産に関する研究開発



株式会社アルガルバイオ
関西電力株式会社

CO₂の高効率利用が可能な藻類バイオマス生産と利用技術の開発



日本製鉄株式会社

CCS長期ロードマップ 中間とりまとめ（案）

【具体的アクション】

① CCS事業実施のための国内法整備に向けた検討

※ 今後、「CCS事業・国内法検討WG」で議論

⇒ 2022年内にCCS事業に関する法整備に向けた論点を整理する（論点の例：「CO2圧入貯留権」の創設、事業者責任の限定（国への責任移管）等）。その上で、2030年までのCCS事業開始に向け、早期にCCS事業に関する法整備を行う。

② CCSコストの低減に向けた取組

※ 今後、「CCS事業コスト・実施スキーム検討WG」で議論

⇒ 研究開発や実証等を引き続き実施し、分離・回収、輸送・貯留というCCSバリューチェーン全体でコストを低減する。官民で将来目指すべきコスト目標を議論、設定し、これら取組に反映する。

③ CCS事業への政府支援の在り方の検討

※ 今後、「CCS事業コスト・実施スキーム検討WG」で議論

⇒ 事業者と連携し、国が積極的にCCSの適地調査を実施するとともに、既存のデータを含め、国が保有する評価データを開示する。

⇒ 先進的なCCS事業について、欧米などCCS先進国で措置しているような分離・回収、輸送・貯留というCCSバリューチェーン全体の建設段階及び操業段階を全面的に支援する補助制度も参考にしつつ、我が国政府による政府支援の在り方を検討する。なお、同事業は事業者が主導する。

⇒ 今後、商業化の段階等を踏まえ、米国等における支援措置も参考にしつつ、更なる政府支援の在り方も柔軟に検討する。

※ 欧州でも導入されているカーボンプライシング制度については、様々な要因を考慮する必要があるため、今回のCCS事業化に向けた議論の前提としない。

④ CCS事業に対する国民理解の増進

⇒ 2050年カーボンニュートラルという野心的な目標の実現を目指し、あらゆる可能性を排除せず、使える技術は全て使うとの発想に立ち、国や地方自治体、企業等が一体となり、2050年CNに向けたCCSの必要性を国民へ発信し、CCUS実施による自治体への経済波及効果等を示しつつ、国民やCCS実施地域の住民等の理解増進を図る。

⑤ 海外CCS事業の推進

⇒ 化石燃料に依存するアジア等新興国のCNに向け、「アジアCCUSネットワーク」を通じた知見共有、海外CCS事業へのリスクマネー供給、JCMにおけるCCSクレジットのルールメイキング等により支援する。

⇒ 国内で発生したCO2を海外に輸送・貯留するための仕組みを今後整備するCCS国内法に盛り込む。

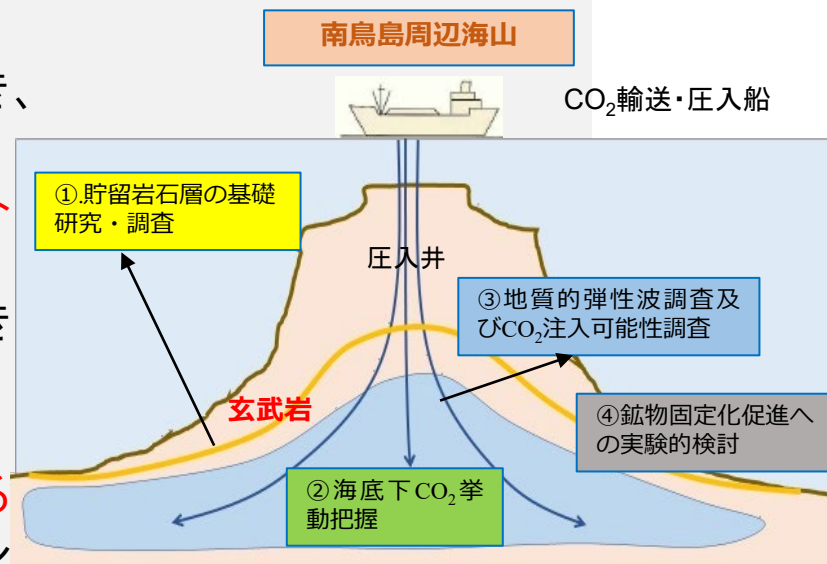
10

出典：METICCS長期ロードマップ検討会資料

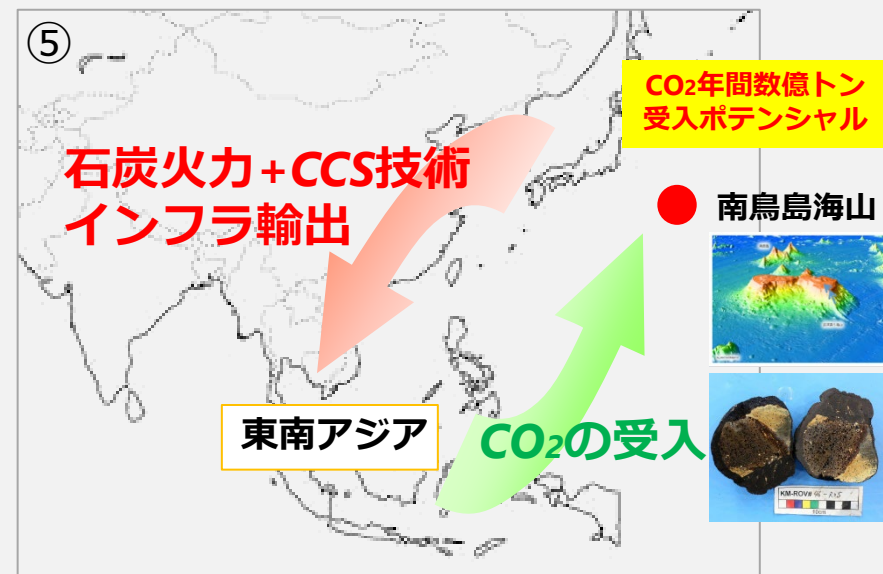
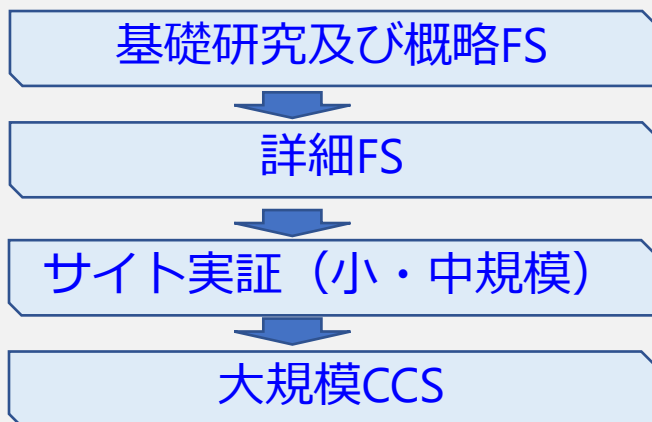
1. 提案背景

- A) 南鳥島周辺海山を構成する岩石（玄武岩）は、透過性に優れ、早期鉱物化が期待でき、貯留層として適している。
- B) 地震や火山がない安定した太平洋プレート上に位置する。
- C) 大規模貯留（CO₂約3兆トン）が期待できる。
- D) 定住者がなく社会的合意性が得やすい。
- E) 海外（アジア圏）のCO₂受入が可能となる（CO₂回収装置とセットでの石炭火力インフラ輸出）

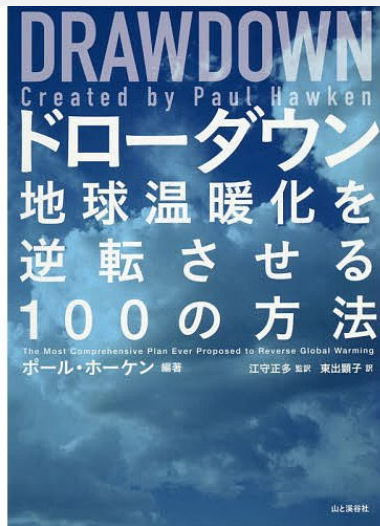
2. イメージ図



3. 事業化ステップ



上位82の内 **ドローダウン：大気中のGHGがピークアウトして減少へ転換**
エネルギー：20、食：17、建物と都市：15、輸送：11、土地利用：9、資材：7、女性と女兒：3



ポール・ホーケン編著 翻訳版（山と溪谷社）

今後注目の解決策

マシステップに草食動物を呼び戻す、牧草地栽培
 鉱物の風化促進、**海洋バ-マカルチャー**
 集約的シルバ-マカルチャー（林間放牧）、**人工葉**
 自動運転車、固体燃料による波力発電
リビング・ビルディング（生きた建築物）、**DAC**
水素-酸素核融合、スマートハイウェイ
 ハイパー-ループ、**微生物農業**、農業用ハイパー
 多年生作物、牛と海藻の意外な関係、
環境再生型養殖、スマートグリッド、木造建築

順位	解決策	分野	CO ₂ 削減(GT)
1	冷媒	資材	89.74
2	風力発電	エネルギー	84.60
3	食糧廃棄削減	食	70.53
4	植物性食品	食	66.11
5	熱帯林	土地利用	61.23
6	女兒の教育	女性と女兒	59.60
7	家族計画	女性と女兒	59.60
8	ソーラーファーム	エネルギー	36.90
9	林間放牧	食	31.19
10	屋上ソーラー	エネルギー	24.60
38	代替セメント	資材	6.63
46	家庭の節水	資材	4.61
47	バイオプラスチック	資材	4.30
55	家庭のリサイクル	資材	2.77
56	産業廃棄物のリサイクル	資材	2.77
70	再生紙	資材	0.90

- ◆ サプライチェーンの中で自社のCO₂排出削減はどこまでやればいいか？
各排出削減は誰の削減分としてカウントされるのか？削減貢献は？
- ◆ SCOPE3をどう考慮していくか？



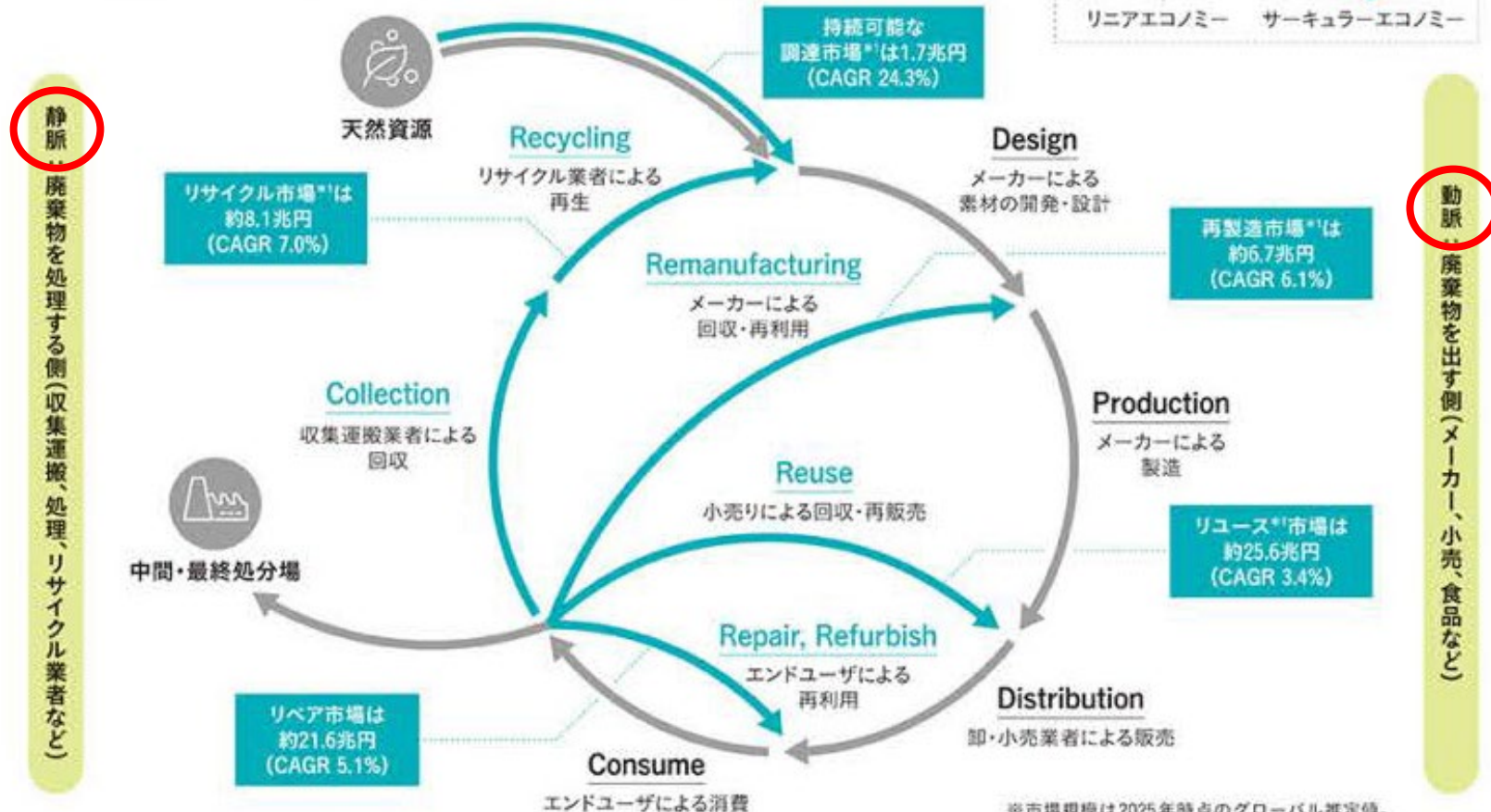
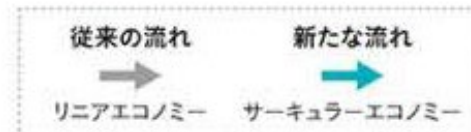
Scope1：事業者自らによる温室効果ガスの直接排出(燃料の燃焼、工業プロセス)
 Scope2：他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出
 Scope3：Scope1、Scope2以外の間接排出(事業者の活動に関連する他社の排出)

15のカテゴリーに分類

出典：環境省WebSite

◆ 創出の動脈と回収の静脈の連携（徹底的なリサイクル）

サーキュラーエコノミーは各領域での市場が2025年時点で最大約25.6兆円規模に成長すると推測され、持続可能な調達市場もCAGR（年平均成長率）24.3%の成長が見込まれる



出典：デロイトトーマツ「BCGカーボンニュートラル戦略」

※市場規模は2025年時点のグローバル推定値。
年平均成長率は2017年-2025年の変動率。

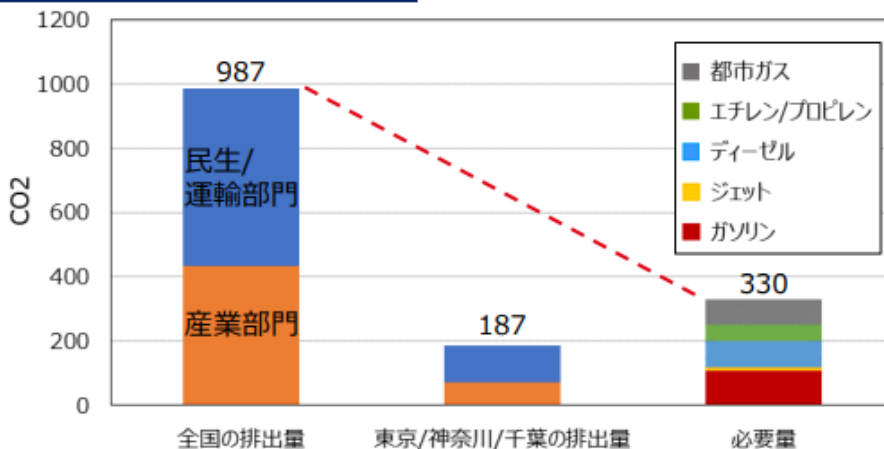
※品の調達・販売額は市場規模に含まれない

CO₂需給バランスイメージ（日本）

- 2050年のCO₂排出量が30年対比で6割減程度で、燃料および化学品（エチレン/プロピレン）の将来需要をまかなうCO₂必要量を確保できる。

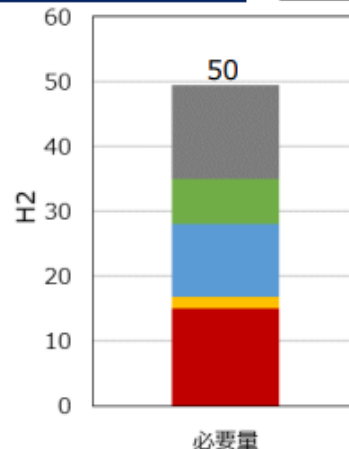
CO₂排出量および必要量

現在

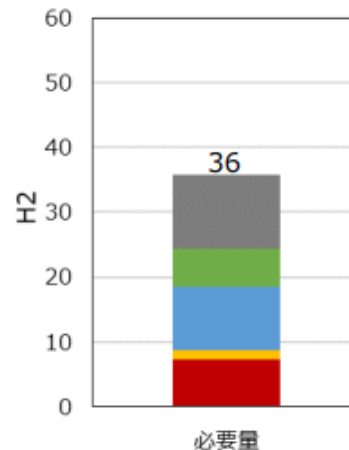
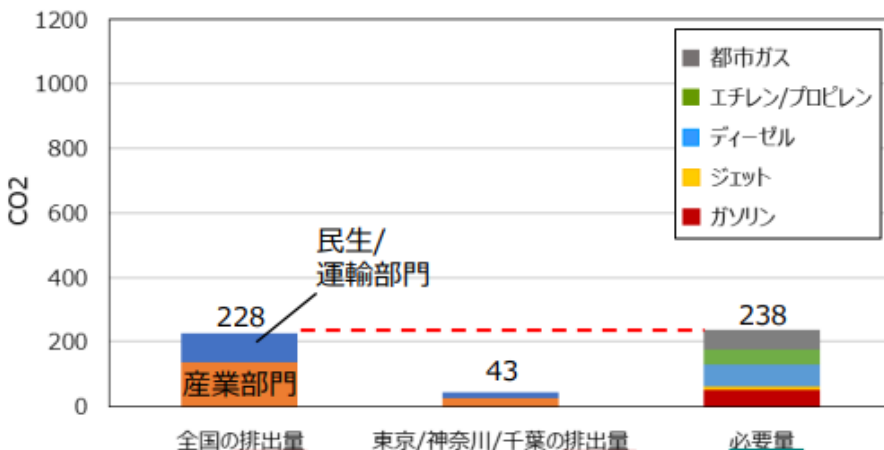


参考：水素必要量

単位：
百万t/年



2050年



11

出典：東京湾ゼロエミッションイノベーション協議会 ゼロエミビジョン検討WG資料

まとめ カーボンリサイクルの意義

◆炭素は貴重な資源

化石資源が枯渇した後は何から燃料や化学製品を得るのか？

◆すぐ実行可能

量は少なくても地道にできるところから実行可能

◆付加価値を生むカスケード利用

CO₂が資源として活用し、物質をつくることができる

◆製品として販売が可能

CO₂は外部不経済だがCO₂の価値を販売（回収）できる

◆生物、地球の力を利用

生物の光合成、地球における炭素循環等大きな視点でのリサイクルの可能性

◆CO₂からのエネルギー製造は環境問題と資源問題の同時解決が可能

経済活動から排出されるCO₂完全リサイクルによって、
輸入に依存しない国産エネルギー・資源を確保できる

- 資源のない日本だからこそ、今から磨いておくべき技術
- 課題先進国日本ならではのエネルギーミックスをめざす
- 炭素循環をフックに、アジアと世界でリーダーシップを発揮

【炭素循環】

- ・循環型社会（サーキュラーエコノミー）、**脱炭素でなく循環炭素、平衡状態を保つこと**
- ・動物と植物のCO₂を介したキャッチボール、バランスの問題、人が崩したバランスを人が取り戻す

【研究環境】

- ・**研究と社会が繋がっていない、オープンイノベーション、産学の人材交流**
- ・大学のアウトカムが曖昧、社会貢献、社会実装を視野に
- ・研究やイノベーションには時間がかかることも理解

【目指す心構え、社会】

- ・主体的に考える(自分ごと)、自分の領域を広げる努力
- ・**すぐ試す実行力、挑戦する人を応援する社会、失敗を許す社会**
- ・**アップストリームとダウンストリームが手を組む**
- ・安全は絶対だが、安心は心の問題、安心に拘り過ぎると何も進まない

【日本らしさとは】

- ・**かつては環境先進国、もったいない精神、バランス感覚、現場力、信頼性**
- ・アナログ感性（苦手なIT、AI等バーチャル空間の良さも取り入れながら）リアルな空間で考える
- ・**欧米のすべてをマネする必要はない。自国の状況、背景を理解した日本スタイルを作るべき。**
- ・**日本の「社会、顧客、自社・従業員の3方よし(ステークホルダー資本主義)」と欧米の株主資本主義の間に世界の最適点がある。**

化学工業日報社 対談プロジェクト 「令和モダニズムの幕開け～サーキュラーエコノミーを語る」をベースにCRFにて作成
日本化学会/小林会長とhide kasugaグループ/春日代表の対談 <https://youtu.be/CyBkXXoPIM>



- ✓ **様々な視点：複眼思考**
- ✓ **文化レベルと我慢：省エネ、ローマ倶楽部、人口の限界**
- ✓ **人類は地球の構成要素の一つ：生物、動植物、大気、水、大地との共存・調和**
- ✓ **世界の情勢変化と世界の中の日本：ナショナリズム、自国ファースト、資本主義の崩壊、格差、協調と貢献、技術輸出、アジアの中の日本**
- ✓ **各国の事情に見合ったエネルギー：基本は地産地消、欧米のマネでは危険**
- ✓ **日本の特徴、状況の認識：資源賦存状況、グリッド（電力網、パイプライン）、
少子高齢化、産業空洞化・国家戦略欠如（失われた30年）、エネルギー&食糧自給率低下**
- ✓ **オールマイティなエネルギーはない：どんなエネルギーも長所と短所がある。ベストミックス(環境/経済性/安定/安全)。0-100議論になりがち。**
- ✓ **技術革新、知恵、イノベーション：産業競争力、仕組/制度み作り、マーケットイン、日本は何で飯を食っていけるか。**
- ✓ **日本の技術力：死の谷、ダーウィンの海を越えられない。失敗を許さない文化、几帳面・慎重な国民性(石橋叩)、高度成長・成熟社会の油断(大企業病)**

ご清聴ありがとうございました。

「循環炭素社会」の実現に向けて、
私たちカーボンリサイクルファンドは、
皆さんとともに、
カーボンリサイクルに係る
イノベーションの創出と社会実装に
全力を尽くしてまいります。

ご入会の手続きはこちらから

<https://carbon-recycling-fund.jp/enrollment.php>



環境ベテランズファーム Webセミナー

Q & A