

# エネルギー環境戦略におけるイノベーションの役割

山地憲治

(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)理事・研究所長

未来を拓く無機膜環境・エネルギー技術シンポジウム

2017年11月7日

@伊藤謝恩ホール、東京大学

# 最近の我が国のエネルギー環境政策の動向

第4次エネルギー基本計画(2014年4月閣議決定)

2017年夏より改定に向けて始動

電力・ガス  
システム改革

広域機関創設  
(電力、2015年)

電力の小売り  
全面自由化  
(2016年)

ガスの小売り  
全面自由化  
(2017年)

送配電部門の  
法的分離  
(2020年)

導管部門の法的  
分離  
(2022年、ガス  
大手3社)

総合資源エネルギー調査会

長期エネルギー需給見通し小委員会(2015年7月)



発電コスト検証WG

原子力事業環境整備検討専門WG

再生可能エネルギー導入促進関連制度改革小委員会

火力発電に係る判断基準WG

COP21に向けた  
約束草案決定  
(2030年の温暖  
化対策目標)



パリ協定採択  
(2015年12月)

2016年11月  
発効



エネルギー革新戦略(2016年4月)

地球温暖化対策計画(2016年5月)  
(中環審・産構審合同会議)

第5期科学技術基本計画



エネルギー・環境イノベーション戦略(NESTI2050, 2016年4月)

(内閣府:総合科学技術・イノベーション会議)



NESTI2050推進WG中間報告  
(ロードマップ、2017年9月)

# パリ協定（+COP21決定）における排出削減目標

- ◆ 全球平均気温上昇を産業革命前に比べ **2°C未満に十分に抑える**。また 1.5°Cに抑えるような努力を追求。（協定第2条）
- ◆ 協定第2条の長期目標を達成するため、世界の温室効果ガス排出をできる限り早期にピークにする。その後、急速に削減し、今世紀後半には、温室効果ガスについて人為的起源排出とシンクによる吸収をバランス(**グローバルネットゼロエミッション**)させる。（協定第4条1項）
- ◆ すべての国が**自主的に目標と達成方法を決め、5年ごとに提出する**（協定第4条2項、9項）。なお、目標見直しにあたっては、その時点の目標に比べて前進させるよう求めている（第4条3項）。ただし、パリ協定の中には各国の温室効果ガス削減目標は明記されていない（京都議定書とは大きく異なる点）。
- ◆ すべての国は、**長期の低排出発展戦略を策定**するよう努力すべき（協定第4条19項）。（COP21決定には2020年までにと時期も明示されている）。
- ◆ **グローバルストックテイク**: 世界全体の達成状況を把握するために、緩和、適応、支援を対象に評価。第1回を2023年に開始し、5年ごとに行う（協定第14条）。

**Integration of Energy and ICT** ← **Super Smart Society (Society 5.0)**  
IoT, AI, Big Data, Blockchain, Smart sensor, ...

Mobilize demand side  
DR, V2G, VPP, etc.

Social system reform: material producer → service provider, etc.  
→ utilization rate up, recycle up, long life, etc.

Reduced material demands, Behavior change, etc.

**Revolutionary Energy Saving** through  
Electrification and Digitalization of Energy  
(EV, PHEV, FCV, Heat Pump, .....

**Carbon Free Power Source:**  
Renewables, Nuclear,  
Fossil Fuel with CCS

**Energy Storage**  
Battery, PtX...

**Clean and Efficient Energy Carrier**  
(Electricity, Hydrogen etc.)

**Carbon Free Fuel:**  
Biomass, etc.

**Carbon Free Heat Source:**  
Solar Heat, Geothermal, etc.

Power sector will be requested to be **negative emission** in Global Net Zero Emission Scenarios:  
BECCS(Bioenergy+CCS) should be comparatively evaluated with other options such as **afforestation**, **CO<sub>2</sub> use**, **geoengineering** (DAC, (SRM) ...), etc.

↔ **SDGs**

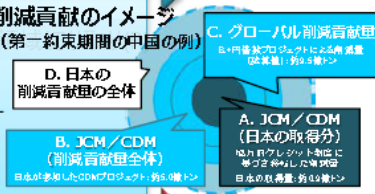
**Keep Options as many as Possible!**<sup>4</sup>

- ◆ **持続可能な発展**が地球温暖化対策の大目的。地球温暖化防止のためには、**地球全体の温室効果ガス削減**が必要。
- ◆ **2050年80%削減**は、現状及び近い将来に導入が見通せる技術\*をすべて導入したとしても、**農林水産業と2~3の産業しか許容されない水準**。これまでの閉じた対策（国内、業種内、既存技術）で**地球温暖化問題に立ち向かうには限界**。\* 民生：オール電化又は水素利用、運輸：ゼロエミ又はバイオマス燃料への転換、エネルギー転換：再エネ・原子力・CO2付火力による電力の100%非化石化等
- ◆ そこで、「国際貢献」、「グローバル・バリューチェーン」、「イノベーション」で**我が国全体の排出量を超える地球全体の排出削減（カーボンニュートラル）に貢献する『3つのゲームチェンジ（『地球温暖化対策3本の矢』）』**を基礎とした『**地球儀を俯瞰した温暖化対策**』を長期戦略の核としていく必要。

## <1> 3つのゲームチェンジ（地球温暖化対策『3本の矢』）

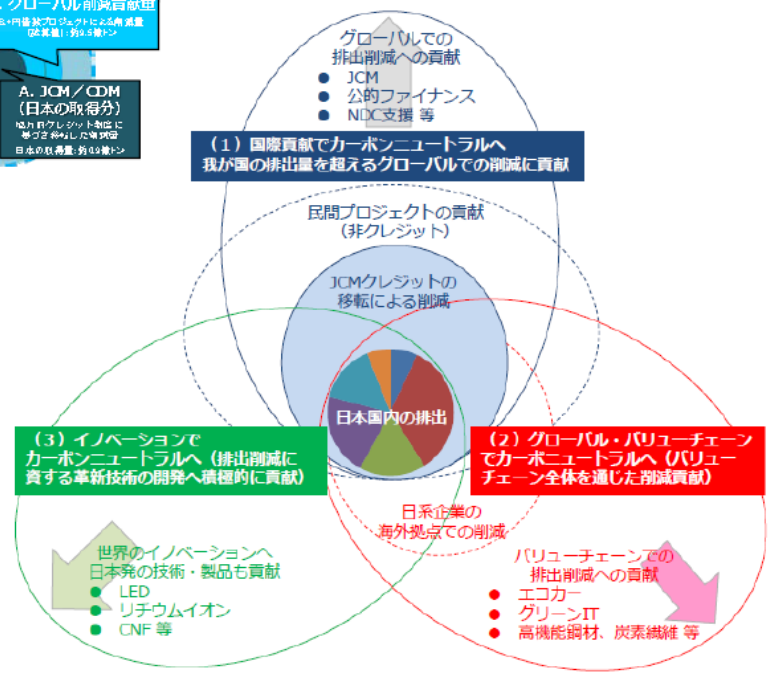
### （1）国際貢献でカーボンニュートラルへ

- ① 我が国は、JCMに加え、ODA、JBIC等の公的ファイナンスを活用して日本の優れた低炭素技術で世界の削減に貢献。しかし、**日本の貢献として定量化されているのは上記のうちJCMのみ**。（第一約束期間の中国の例）
- ② 今後、**日本による世界の削減量を定量化し、我が国全体の排出量を超える国際貢献を行い、これを積極的に発信**する。こうした取組を通じて、**各国が貢献量の多寡を競い合う新たなゲーム**へ。
- ③ **中長期の削減ポテンシャル**は、JCMパートナー国を中心とした**アジア、中南米、中東地域の主要排出国10か国を対象とした試算**で、**2030年に約29億トン、2050年に97億トン**。



## 『地球儀を俯瞰した地球温暖化対策』

— 全ての主体（国、企業、個人）がカーボンニュートラルに向け貢献 —



### （2）グローバル・バリューチェーンでカーボンニュートラルへ

- ① 我が国には、**素材、機械、電機・電子、自動車、インフラ等、高度な技術に裏打ちされた高性能（高効率）な製品・サービスを生み出す産業・知的基盤が存在**。
- ② **製品ライフサイクルで見ると、使用段階での排出が大半**を占めており、**素材・製品・サービスの生産部門での削減から、グローバル・バリューチェーンでの削減へと視野を広げることが重要**。
- ③ 我が国の産業界は、既に世界トップクラスのエネルギー効率を実現しているが、**更に低炭素製品・インフラを国内外に普及させることで、2020年度に約10億トン以上、2030年度に約16億トン以上の地球規模の削減に貢献**する。

### （3）イノベーションでカーボンニュートラルへ

- ① 「エネルギー・環境イノベーション戦略」で特定した技術分野を合わせると、全世界で**数10~100億トン規模の削減ポテンシャルが期待される**。
- ② **有望10分野に関するロードマップを作成し、政府一体となった研究開発体制を構築**。
- ③ 新たなプロジェクトの立ち上げの検討や産業界主体の取組を促すべく、産学官連携の下、研究者・技術者間でボトルネック課題の特定を目指すための**新たな場（「ボトルネック課題フォーラム（仮称）」）**を設置。

## <2> 3つのゲームチェンジ（3本の矢を効果的に打つ）にあたっての論点・ファクトの整理、方向性

不確実性（科学、将来社会、国際情勢）と共存する戦略	気候変動をめぐる金融・投資の動き	カーボンプライシング（諸外国の教訓、暗示的コスト）	海外展開のための環境整備
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>大目的の明確化</b>「持続可能な発展」</li> <li>● <b>強さ</b>「後悔しようのない必須アクションの実施」「将来を見据えた戦略的オプションの追求」</li> <li>● <b>しなやかさ</b>「柔軟性とマイルストーン」「継続的PDCAによるその時々最善策」</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 投資家等の気候変動への関心が向上。気候変動をリスク・機会と捉え、関与する動き（エンゲージメント、グリーンファイナンス）。</li> <li>● 情報開示や対話を通じた<b>企業と投資家等の間での好循環のため、日本の実態に即した取組の検討が必要</b>。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>カーボンプライス</b>：エネルギー本体価格やエネルギー諸税等を合算すると、<b>日本は既に高額のカーボンプライスを負担</b>。</li> <li>● 国際水準との比較や既存施策による措置を考慮すると、現時点では<b>カーボンプライシング施策の追加的措置は必要な状況にない</b>。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>低炭素技術の国際競争力強化</b>：海外実証・制度整備等による切れ目ない支援、IoTを活用した排出削減プロジェクト</li> <li>● <b>官民でのグローバル市場獲得</b>：CCSを軸とした産油国等との二国間協力、途上国のNDC達成支援</li> </ul>

## 2. 「エネルギー・環境イノベーション戦略（案）」の概要

### I. 戦略の位置付け

○ COP21で言及された「2℃目標」の実現には、世界の温室効果ガス排出量を2050年までに240億トンを程度に抑えることが必要。現在、世界全体で500億トン程度排出されている温室効果ガスは、各国の約束草案の積上げをベースに試算すると、2030年に570億トン程度と見込まれており、約300億トン超の追加削減が必要。これには、世界全体で抜本的な排出削減のイノベーションを進めることが不可欠。

○ 「超スマート社会」（Society 5.0）の到来によって、エネルギー・システム全体が最適化されることを前提に、2050年を見据え、削減ポテンシャル・インパクトが大きい有望な革新技術を特定。技術課題を抽出し、中長期的に開発を推進。

⇒ 2℃目標達成に必要な約300億トン超のCO<sub>2</sub>削減量のうち、本戦略で**数10億～100億トン超の削減**を期待。

※1E6の略号を省き、小数点以下は省略し、単位は技術分野において既に開発・実証が進んでいる技術の適用と合わせた数字

### II. 有望分野の特定

- ①これまでの延長線の技術ではなく、非連続的でインパクトの大きい革新的な技術
- ②大規模に導入することが可能で、大きな排出削減ポテンシャルが期待できる技術
- ③実用化まで中長期を要し、且つ産学官の総力を結集すべき技術
- ④日本が先導し得る技術、日本が優位性を発揮し得る技術

#### エネルギーシステム統合技術

○革新技術を個別に開発・導入するだけでなく、ICTによりエネルギーの生産・流通・消費を互いにネットワーク化し、デマンドレスポンス（DR）を含めてシステム全体を最適化。AI、ビッグデータ、IoT等を活用。

#### システムを構成するコア技術

- 次世代パワエレ：電力損失の大幅削減と、新たなシステムの創造
- 革新的センサー：高耐環境性、超低電力、高寿命でメンテナンスフリー
- 多目的超電導：モーターや送電等への適用で、電力損失を大幅減

#### 省エネルギー



- 1 革新的生産プロセス
  - 高温高压プロセスの無い、革新的な素材技術
    - 分離膜や触媒を使い、20～50%の省エネ
- 2 超軽量・耐熱構造材料
  - 材料の軽量化・耐熱化によるエネルギー効率向上
    - 自動車重量を半減、1800℃以上に安定適用

#### 蓄エネルギー



- 3 次世代蓄電池
  - リチウム電池の限界を超える革新的な蓄電池
    - 電気自動車が、1回の充電で700km以上走行
- 4 水素等製造・貯蔵・利用
  - 水素等の効率的なエネルギーキャリアを開発
    - CO<sub>2</sub>を出さずに水素等製造、水素で発電

#### 創エネルギー



- 5 次世代太陽光発電
  - 新材料・新構造の、全く新しい太陽光発電
    - 発電効率2倍、基幹電源並みの価格
- 6 次世代地熱発電
  - 現在は利用困難な新しい地熱資源を利用
    - 地熱発電の導入可能性を数倍以上拡大

#### 7 CO<sub>2</sub>固定化・有効利用

○排ガス等からCO<sub>2</sub>を分離回収し、化学品や炭化水素燃料の原料へ転換・利用
 

- 分離回収エネルギー半減、CO<sub>2</sub>削減量や効率の格段の向上

分野別革新技術

### III. 研究開発体制の強化

#### 1. 政府一体となった研究開発体制構築

・総合科学技術・イノベーション会議(CSTI)が全体を統括し、関係省庁の協力を得て、一体的に本戦略を推進する体制を強化

#### 2. 新たなシーズの創出と戦略への位置づけ

・先導的な研究情報の共有等により政府一体となって新たな技術シーズを創出・発掘し、戦略に柔軟に位置づけ  
・ステージゲートを設け戦略的に推進

#### 3. 産業界の研究開発投資を誘発

・政府の長期的コミットメントの明示、産業界と研究開発ビジョンを共有  
・産学官研究体制の構築と、研究成果を切り出して事業化促進  
・産学官が協力し国際標準化・認証体制を整備

#### 4. 国際連携・国際共同開発の推進

・G7関連会合やICEF等を活用し、国際連携を主導  
・国際共同研究開発を推進  
・途上国、新興国への導入を見据え、国際標準化等の共同作業を模索

イノベーションで世界をリードし、気候変動対策と経済成長を両立

# 4. 革新的生産プロセス（化学産業）

現在 2030年頃 2050年頃/普及

開発基盤の整備 実用化基盤技術の開発 既存大規模プロセスの最大効率化 社会を変えるプロセス実証 社会を変える成果の実装 (例 ファブレス化学産業等)

<p>①生産プロセスの効率化に資する膜分離等の新規技術開発</p> <p>②分離精製工程における熱回収・熱再生拡大</p> <p>③固体酸触媒等によるアルカンガス（メタン等）からの化成品直接合成</p> <p>④AI技術活用による触媒開発効率の飛躍的向上</p> <p>⑤革新的触媒による有機ケイ素材料開発</p> <p>⑥フローリアクタによる合成プロセス効率向上</p> <p>⑦化学物質生産プロセスの継続的探索・高度化と円滑なシステム化</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>反応プロセスに応じた膜分離素材の開発（細孔分布・親和性等の制御）</li> <li>上記結果に基づいたモジュール化、最適プロセス設計</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新しい膜分離プロセスと蒸留/吸着分離プロセスによるハイブリッド化の適用可能性検証・実証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー生産、バルク・セミバルク（例えば石油化学プラント等）における分離精製プロセスへの段階的実装</li> <li>ファインケミカルズ等新たな生産プロセスシステムへの採用拡大、機動性の確保</li> </ul>	<p>社会実装</p>	<p>生産プロセス及び製品リサイクル等におけるエネルギー消費量50%削減</p> <p>革新触媒による原料多様化、省資源、省エネ等による持続可能な社会の実現(メタノールのワンパス収率20%以上)(蒸留分離におけるエネルギー消費60%削減)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>エクセルギーによる評価を組み込んだプロセス設計手法の開発と最適設計手法提案・実証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電気や磁気、波動などの機械的仕事を利した新規の熱再生技術の提案</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新規熱再生技術を活かすプロセス開発</li> <li>熱交換技術開発</li> </ul>	<p>社会実装</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>新たな固体酸触媒等設計技術の確立※</li> <li>上記触媒に応じたプロセスの基本設計※</li> <li>※アルカンガスから化成品直接合成等で、既存プロセスより大幅な省エネの見通しを得る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>固体酸触媒等による効率的生産技術確立（低コスト化、リサイクル等）</li> <li>実証規模のプロセス開発（触媒と膜のハイブリッド化等）</li> </ul>	<p>固体酸触媒等を用いたメタンやメタノールからの化学生産の工業化</p>	<p>→11.CO2有効利用技術 ドライフォーミング等への技術適用に応用</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>触媒データベースの整備と、計算科学・測定技術の確立による触媒開発スピードの向上手法の検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>データベース等を活用した新規触媒開発手法による既知反応の適用可能性検証・実証等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AIを用いた新規反応を実現する触媒の自動発見システム（キャタリスト・インフォーマティクス）の実現</li> <li>化学産業におけるAI活用に係る社会的整理</li> </ul>	<p>社会実装</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>砂から有機ケイ素原料を製造する技術の確立</li> <li>ケイ素材料の構造解析による構造制御手法検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実用化レベルの触媒・反応条件制御による高次構造ケイ素材料製造技術の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>砂を原料とした素材製造技術の実証・量産技術の確立（例えばケイ素繊維等）</li> <li>AIによる触媒開発高度化技術によるブラッシュアップ</li> </ul>	<p>砂を原料とした多様な化成品製造によるケイ素社会の帯開け</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>フローリアクタに適した反応系の抽出</li> <li>フローリアクタ向け触媒開発（均一性の制御等）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>多岐プロセスに向けたフローリアクタ（マイクロリアクタ含む）の開発</li> <li>フローリアクター向け分離・精製プロセスの確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>フローリアクタによる多様な素材製造技術の実証（医薬品原体、塗料、電子材料、食品等への展開加速）</li> <li>フローリアクタ関連技術と膜分離、AIによる触媒開発高度化技術を組み合わせたブラッシュアップ</li> </ul>	<p>フローリアクタの社会実装によるファブレス化学産業の登場等</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>化学物質生産プロセスの探索（マイクロ波、プラズマ反応、超臨界反応、その他新たに見出されるプロセス技術等）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>有望技術の適用ターゲット検討</li> <li>適用ターゲットに対するコンセプト検証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>適用ターゲットに対する実用化技術開発</li> <li>実証研究</li> </ul>	<p>新技術の社会実装による化学産業の技術体系の再編</p>	

<p>①実証に耐える性能確認</p> <p>②③⑤⑥基盤技術の実現目処（技術的実現可能性確認）</p> <p>④技術融合による効果確認</p> <p>⑦有望技術の抽出</p>	<p>①実証に耐える性能確認</p> <p>②③⑤⑥生産プロセスシステム実現目処（経済的実現性確認）</p> <p>④既知反応での成果確認</p> <p>⑦基盤技術の実現目処</p>	<p>①商業技術としての確立目処</p> <p>②③⑤⑥⑦AI利用による触媒開発効率化を積極的に取入</p> <p>②③⑤⑥⑦実証に耐える性能確認</p> <p>④各種技術に適用されていること</p>	<p>②③⑤⑥⑦商業技術としての確立目処</p>
---	---	--	--------------------------

評価ポイント

革新触媒・分離技術利用生産プロセス

# 7. 水素等製造・貯蔵・利用

	現在	2030年頃	2050年頃/普及		
水素製造	<p>要素技術開発、システム開発、高性能化・高効率化</p>	<p>システム実証、低コスト化、耐久性・信頼性向上</p>	<p>大規模実証</p>	<p>CO<sub>2</sub>フリー水素の製造・貯蔵・利用を含むトータルシステムの実現</p>	
	<p>ISプロセス等の実現</p> <p>高温水蒸気電解の実現</p> <p>その他新規水電解プロセスの実現</p> <p>評価ポイント</p>	<p>・太陽熱等による600℃以下でのISプロセスの研究 (ヨウ素 (I)、硫黄 (S) 以外の物質等)</p> <p>・構成材料の耐久性向上</p> <p>・熱収支メカニズムの最適化 (熱源の確保等)</p> <p>・新規電極材料等の研究</p> <p>・経済的、工学的実現可能性</p>	<p>・水素大量生産技術の確立</p> <p>・耐久性、信頼性向上</p>		<p>・大規模プラント実証</p> <p>・商用技術としての確立</p>
			<p>社会実装</p>		
キャリア合成・貯蔵	<p>アンモニア合成技術の向上</p> <p>液体水素化技術の向上</p> <p>有機ハイドライド合成技術の向上</p> <p>その他キャリア</p> <p>キャリアからの脱水素技術の向上</p> <p>評価ポイント</p>	<p>・温和な条件での高効率なアンモニア合成技術の開発 (金属錯体技術等)</p> <p>・水素液化技術の高効率化</p> <p>・水素還元反応の高効率化 (有機ハイドライド電解合成等)</p> <p>・マグネシウム等の利用可能性検討</p> <p>・脱水素・分離膜の高効率化</p> <p>・構成材料の耐久性向上</p> <p>・経済的、工学的実現可能性、安全性評価</p>	<p>・プラント総合効率の向上</p> <p>・水素貯蔵～脱水素トータルシステムの完成</p> <p>・信頼性向上、低コスト化</p>	<p>・大規模プラント実証</p> <p>・商用技術としての確立</p>	<p>30円/Nm<sup>3</sup>を大幅に下回る水素供給コストの実現</p>
			<p>社会実装</p>		
利用	<p>本格的な水素発電の実現</p> <p>・水素専焼発電</p> <p>・水素酸素燃焼</p> <p>・アンモニア燃焼 等</p> <p>評価ポイント</p>	<p>・ドライ型燃焼器の開発 (NOx排出・逆火リスク低減)</p> <p>・ドライ型燃焼器の実証</p> <p>・水素やアンモニアの燃焼制御技術の研究 (工業炉、船用エンジン、廃棄物焼却炉等への転用)</p> <p>・経済的、工学的実現可能性、安全性評価</p>	<p>・水素専焼発電の高効率化・低コスト化</p> <p>・水素発電の大規模化</p> <p>・信頼性向上、低コスト化</p>	<p>・大規模水素発電の実証 (水素酸素燃焼等)</p> <p>・商用技術としての確立</p>	<p>大規模水素発電の導入</p>
			<p>社会実装</p>		



# 10. CO<sub>2</sub>固定化・有効利用（CO<sub>2</sub>分離回収技術）

各種分離回収法の開発・システム全体の効率化

現在 2020年頃 2030年頃 2050年頃  
 基盤技術開発 高性能化・実用化 高効率化・性能試験 システムレベルでの実証 /普及

①化学吸収法  
 (アミン等の塩基性水溶液により炭酸塩を生じCO<sub>2</sub>を吸収する方法)の開発・実用化

100℃以下の再生温度で長時間安定的にCO<sub>2</sub>の離脱が可能な吸収液の開発

高炉ガス等CO<sub>2</sub>を高濃度を含む高压ガスへの適用  
 →熱移送の効率化と併せて回収エネルギー  
 1.6GJ/t-CO<sub>2</sub>、回収コスト2,000円/t-CO<sub>2</sub>の目標

システムレベルでの更なる改善  
 (液組成の最適化、熱利用の最適プロセスの検討)

②固体吸収法(多孔質担体に担持したアミンにより炭酸塩を生じCO<sub>2</sub>を吸収する方法\*)の開発・実用化

計算化学を用いた多孔質体アミンの開発によるCO<sub>2</sub>吸収性能・低温でのCO<sub>2</sub>離脱性能に優れた固体吸収材の実現

石炭火力排ガスへの適用を想定したスチーム融通等のプロセス性能評価  
 →石炭火力排ガスへの適用において回収エネルギー1.5GJ/t-CO<sub>2</sub>、回収コスト2,000円/t-CO<sub>2</sub>の目標

ベンチ試験・燃焼排ガス実ガス試験による信頼性の評価

スケールアップ合成法による更なるCO<sub>2</sub>吸収性能・離脱性能の改善

石炭火力発電プラントにおけるPost Combustion回収への適用(天然ガス精製におけるメタン・CO<sub>2</sub>分離プロセスへの適用、水素製造プロセスへのCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>分離膜の適用などの波及)  
 ・スチーム融通等によるシステム効率改善の実証  
 ・耐久性、信頼性の向上(硫黄分、重金属等のコンタミ物への耐久性の向上等)  
 →システムレベルの回収コスト1,500円/t-CO<sub>2</sub>、連続運転1,000時間

商用スケールの大規模実証  
 →商用スケールでの高効率プロセス実証(発電所への適用であれば発電効率の飛躍的向上等)  
 ・10,000時間連続運転の実現(耐久性、信頼性の実証)

・CO<sub>2</sub>分離回収システムの低コスト化と適用範囲の拡大(既設・新設の火力発電所、製鉄プロセス・CO<sub>2</sub>有効利用(CCU)技術と組み合わせたシステムなど)

③膜分離法(ガス圧を利用して、透過膜を用いてCO<sub>2</sub>を分離する方法)の開発・実用化

IGCC圧力ガスからの回収を想定した高CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>選択性複合膜(分子ゲート機能を用いたCO<sub>2</sub>選択透過膜モジュール等)の開発

・CO<sub>2</sub>選択透過膜モジュールの透過性・選択性目標レンジ(CO<sub>2</sub>分圧に対する透過速度・分離係数)の達成確認  
 ・高分子マトリクス改良による耐久性の強化(耐加水分解性や膜の機械的強度の制御)  
 →IGCCガス化炉への適用を想定して、回収エネルギー0.5GJ/t-CO<sub>2</sub>、回収コスト1,500円/t-CO<sub>2</sub>の目標

小型ガス化炉・水性ガスシフト反応炉の実ガス試験によるCO<sub>2</sub>選択透過膜モジュールの信頼性評価

CO<sub>2</sub>選択透過膜モジュールのIGCCプラント(Pre Combustion)への適用  
 →システムレベルでの回収コスト1,000円/t-CO<sub>2</sub>、連続運転1,000時間

・透過性と選択性を同時に改善する基盤技術の実用化開発  
 ・金属有機構造体(MOF)など新規膜材料の実用化開発

・CCUへの大規模展開(藻類培養等による燃料化や炭酸塩化による建材活用など)\*3

④その他の方式の研究

その他有望な回収技術の検討(抜本的な回収エネルギー低減が期待できるCO<sub>2</sub>分離・回収技術等)

⑤各手法の組合せを含めたシステム全体の効率化の検討

物理吸収法等\*2など、技術確立に至った手法も対象としたシステムレベルの効率改善(プロセスフローの改善や最適組合せ解析)

商用化を視野に入れた分離回収プロセスの詳細設計(適用が想定されるCO<sub>2</sub>排出源において使用エネルギー効率を最大化)

⑥CO<sub>2</sub>の船舶輸送

実現可能性調査、技術課題の特定

大規模実証試験を通じた有効性の検証

システムレベルでの更なる改善

⑦貯留技術(CO<sub>2</sub>を安全に地下へ封じ込める技術)

商業規模のCO<sub>2</sub>貯留のための安全管理システムの開発

・CO<sub>2</sub>圧入の環境影響の管理技術の構築  
 ・貯留地を安全かつ最大限に活用する技術

\*1 化学吸収法に比較しCO<sub>2</sub>脱着に要する顕熱や蒸発潜熱が不要となり、エネルギーを大幅に低減可能。  
 \*2 物理吸収法は2020年ごろの技術確立が見込まれているため、個別の技術開発課題としては扱わず、システム全体の効率化の検討の一部に位置づけるものとした。

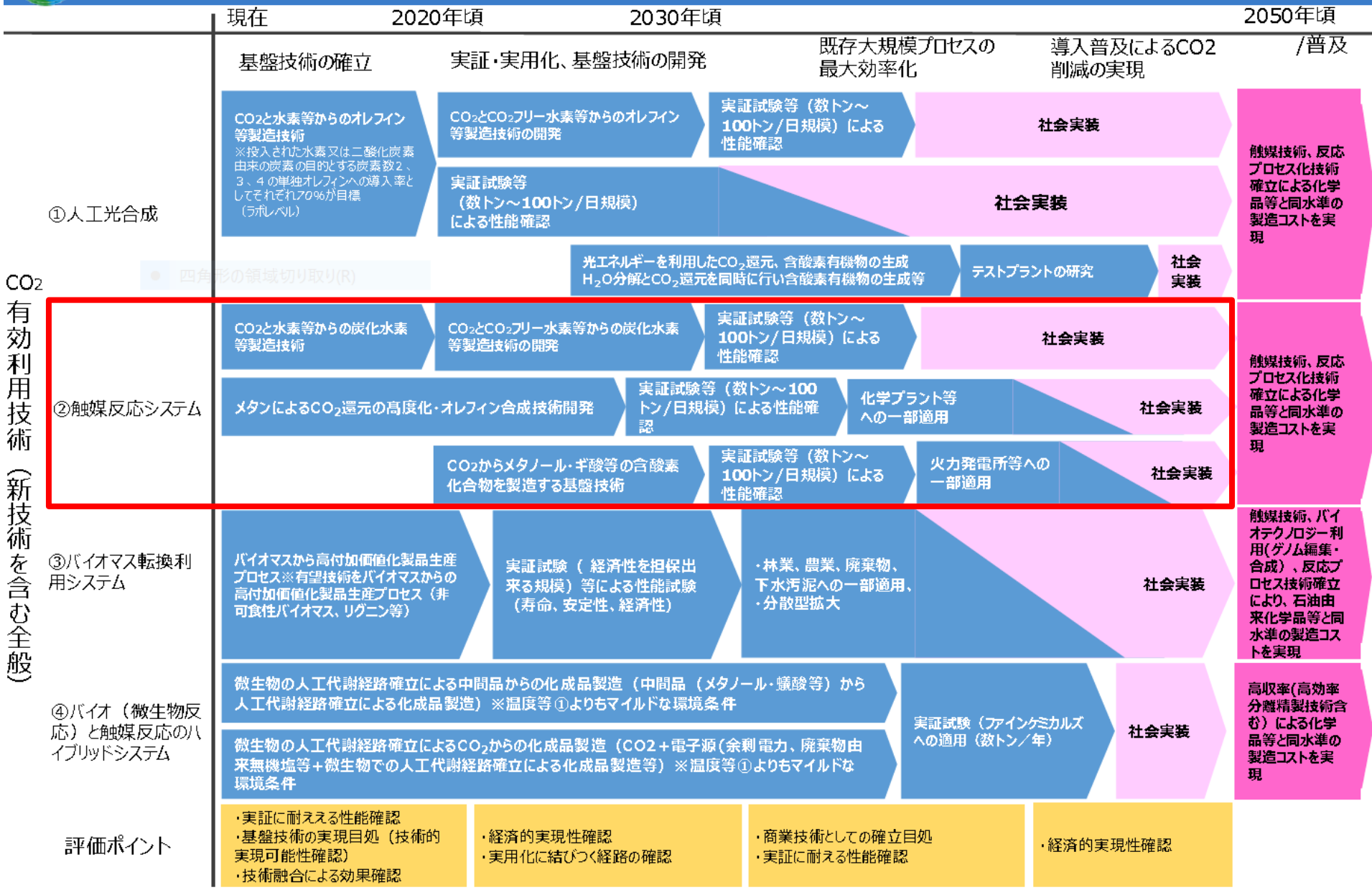
- ①商業技術としての確立目処
- ②③プロセスシステム実現目処(経済性、信頼性の確認)
- ⑥FS等を通じた課題の抽出、経済性評価

- ②③⑥の大規模実証に耐える性能確認
- ④大規模実証に向けたコンセプト確立
- ⑤商業技術としての確立目処

- ④商業技術としての確立目処

\*3 CCUについては別途ロードマップを作成

# 10. CO<sub>2</sub>固定化・有効利用 (CO<sub>2</sub>有効利用技術)



CO<sub>2</sub>有効利用技術 (新技術を含む全般)

● 四角形の領域切り取り(R)

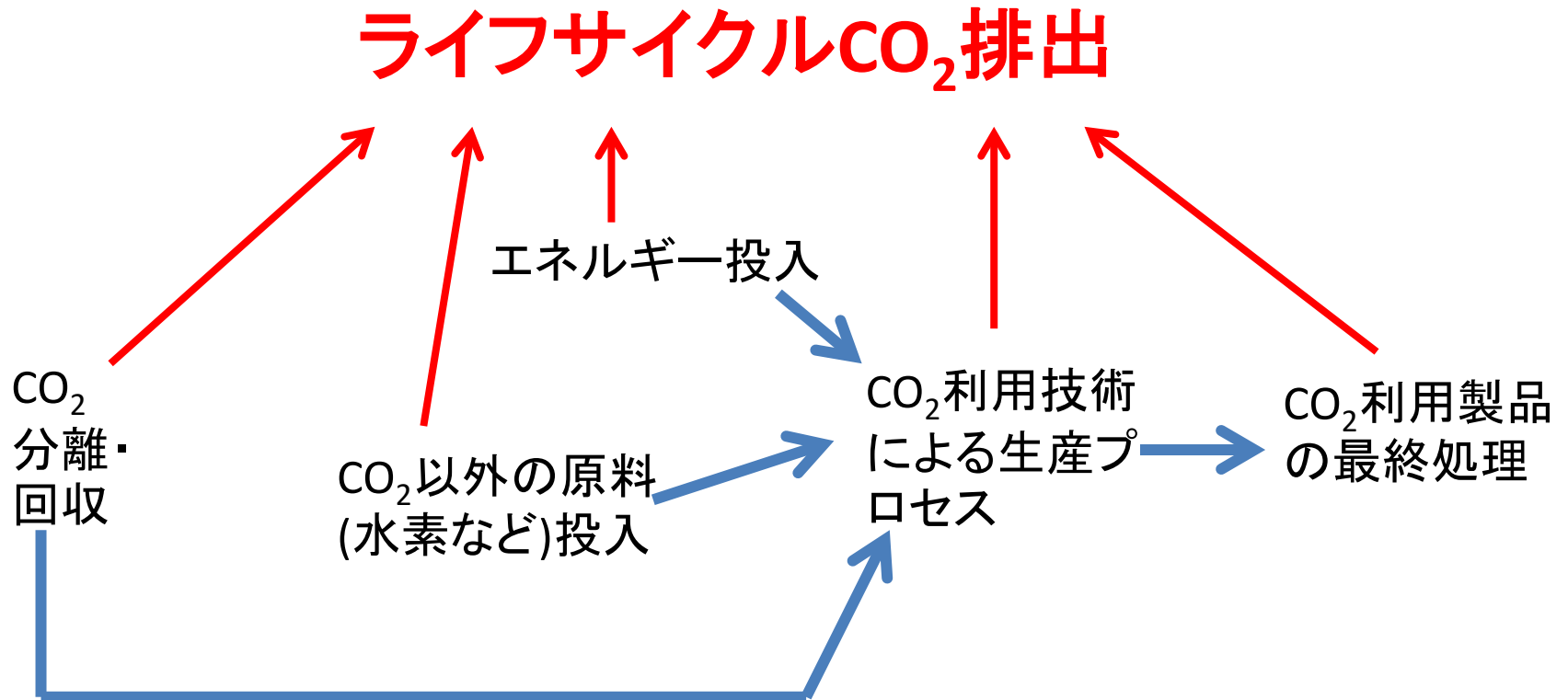
# CO<sub>2</sub> Use 技術の開発と評価(1)

## 地球温暖化対策としてのCO<sub>2</sub> Use技術の評価のポイント

- プロセス全体としてCO<sub>2</sub>削減になっていること(LCA評価)
- 大規模なCO<sub>2</sub>削減の見込みがあること
- 長期間(数百年以上)にわたってCO<sub>2</sub>が固定されること  
(燃料や食料・飼料としての利用はCO<sub>2</sub>ニュートラルとしての意義)
- 経済性があること

# CO<sub>2</sub> Use 技術の開発と評価(2)

## CO<sub>2</sub> Use 技術のライフサイクル評価の基本フレーム



# イノベーション創出に向けての課題

## ・政府一体となった研究開発体制の構築:

- ー 共通基盤技術 (IoT、AIなど) を活用する体制の構築
- ー 中長期的な研究に特化した予算の確保

## ・新たなシーズの創出:

- ー オープンイノベーション (シーズ、社会実装、人材開発・活用) の展開
- ー チャレンジの支援とPDCA

## ・産業界の研究開発投資の誘発:

- ー 時間軸に応じた官民役割分担
- ー ビジョンの共有 (ソサエティ5.0など)
- ー ボトルネック課題の明確化
- ー 比較的短期で企業が活用可能な派生技術の展開

## ・国際連携・国際共同開発の推進

## ・具体的な動き:

- ー SIP (戦略的イノベーション創造プログラム): 次世代パワエレ、革新材料、エネキャリア
- ー PRISM (官民研究開発投資拡大プログラム): サイバー空間基盤、センサーなど
- ー NEDO未踏チャレンジ2050とJST未来社会創造事業の連携

**ご清聴ありがとうございました**

**Thanks for your attention**



**公益財団法人 地球環境産業技術研究機構 (RITE)**  
**Research Institute of Innovative Technology for the Earth**