



エネルギー・環境イノベーション戦略に 関連するロードマップの検討状況

平成29年3月9日

エネルギー・環境イノベーション推進WG 事務局

✓ 技術ロードマップの策定の目的

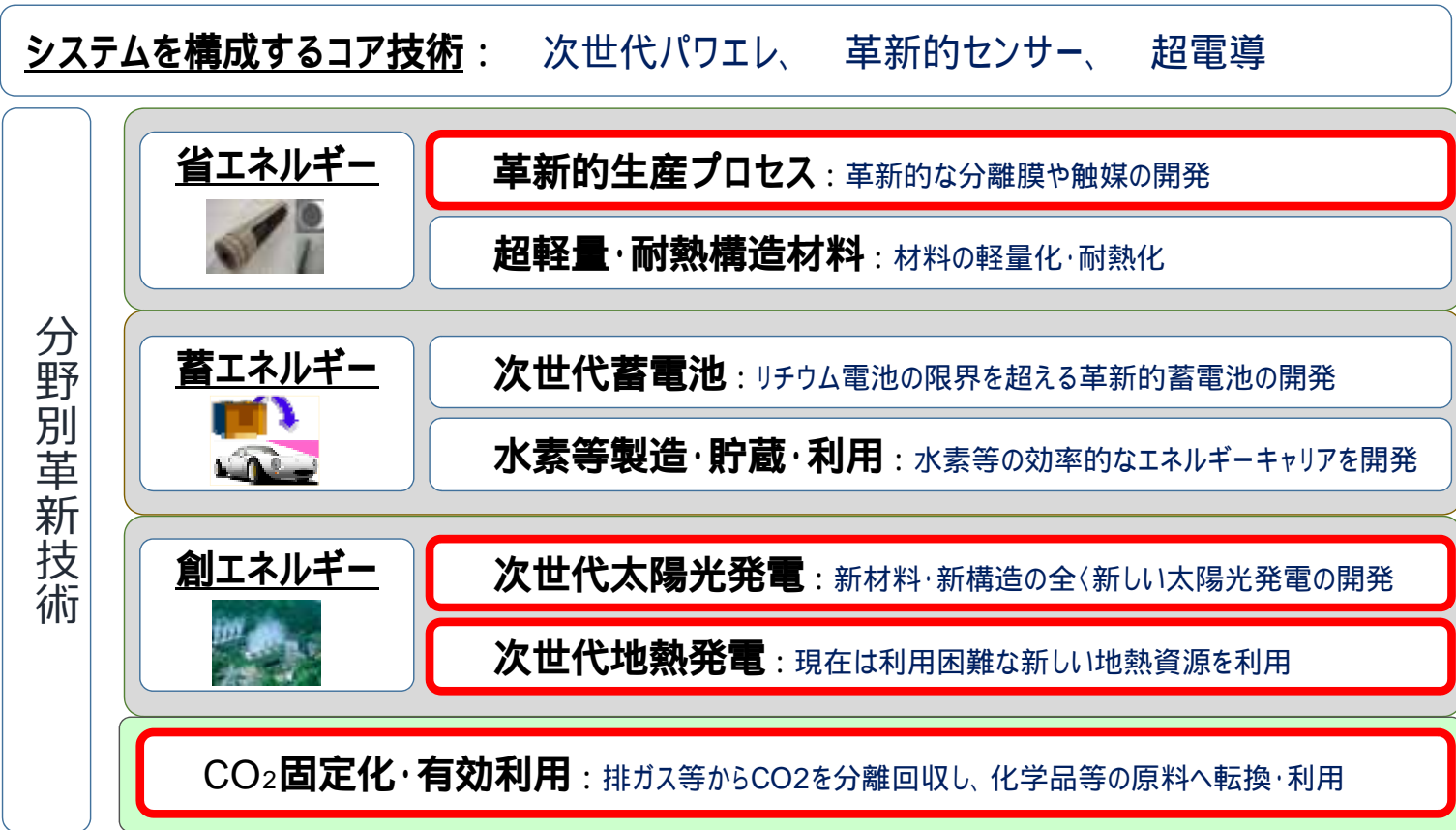
- NESTI で特定された各技術に関して技術ロードマップを策定し、今後の研究開発の進捗状況の目安とする。
- 各省庁が色んなフェーズで研究開発を実施しているところ、連携して一つの技術ロードマップを策定し、その後の事業展開を進めて行けるよう、情報共有・連携を図り、効率的な研究開発体制を構築していく。

✓ 技術ロードマップ策定のポイント

- 技術ロードマップは以下のポイントに従い事務局案を作成することとする。
 - 各技術について、技術課題ごとに普及までの流れを整理。
 - 研究開発ステージごとに、具体的な開発内容を記載。
 - 各研究開発ステージにおける主な評価ポイントを記載。
(それぞれの評価ポイントに基づき、ステージゲート評価を必要に応じて実施)
 - 普及ステージまでに達成すべき最終目標を記載。

✓ 技術ロードマップ策定分野

- エネルギー・環境イノベーション戦略において記載されている10つの技術に関して技術ロードマップ案を現在検討中。
- このうち、本日は下記の赤枠の4つの分野において、技術ロードマップの具体策を提示。



4. 革新的生産プロセス（化学産業）

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

2030年頃 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)

2050年頃 普及

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

- 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）
- 上記結果に基づいたモジュール化、最適プロセス設計

- 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

- 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
- 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

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

分離精製工程における熱回収・熱再生拡大

- 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

- 電気や磁気、波動などの機械的仕事を用いた新規の熱再生技術の提案

- 新規熱再生技術を活かすプロセス開発
- 熱交換技術開発

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

- 新たな固体酸触媒等設計技術の確立
- 上記触媒に応じたプロセスの基本設計
- 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

- 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）
- 実証規模のプロセス開発（触媒と膜のハイブリッド化等）

固体酸触媒等を用いたメタンやメタノールからの化学品生産の工業化

11.CO2有効利用技術
ドライリフォーミング等への技術適用に応用

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

AI技術活用による触媒開発効率の飛躍的向上

- 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

- 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

- 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・インフォマティクス）の実現
- 化学産業におけるAI活用に係る社会的整理

革新的触媒による有機ケイ素材料開発

- 砂から有機ケイ素原料を製造する技術の確立
- ケイ素材料の構造解析による構造制御手法検討

- 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

- 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）
- AIによる触媒開発高度化技術によるブラッシュアップ

砂を原料とした多様な化成品製造によるケイ素社会の幕開け

・メタノールのフンパス収率20%以上
・蒸留分離におけるエネルギー消費量60%削減

フローリアクタによる合成プロセス効率向上

- フローリアクタに適した反応系の抽出
- フローリアクタ向け触媒開発（均一性の制御等）

- 多段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
- フローリアクター向けの分離・精製プロセスの確立

- 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）
- 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

・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

評価ポイント

実証に耐える性能確認
基盤技術の実現目処
(技術的実現可能性確認)
技術融合による効果確認

実証に耐える性能確認
生産プロセスシステム実現目処（経済的実現性確認）
既知反応での成果確認

商業技術としての確立目処
～ AI利用による触媒開発効率化を積極的に取入
実証に耐える性能確認

商業技術としての確立目処

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（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）

産学の総力を結集した大規模研究開発を可能にする人材プラットフォーム作り、新たな化学領域の拡大に資する人材育成・支援スキームの確立

その他

8 . 次世代太陽光発電



他にも、結晶Si系、化合物系等様々な有望技術があるが、現時点では実用化していない技術の例として、上記二つを例示した。

9. 次世代地熱発電

2050年頃
普及

実現可能性調査

試掘への詳細事前検討

試掘

試掘結果の検証、 実証実験への事前検討

実証試験

超臨界水の状態の把握及び地下物理現象の予測・掘削技術

・抽熱方法・貯留層の造成技術の工学的実現可能性の検討

・試掘に必要な掘削技術、坑内機器技術等の抽出と開発
・試掘規模、試掘場所の選定

・超臨界水の存在確認、流体流路の存在確認及び資源量の推定

・超臨界地熱システム模擬装置の開発と室内試験
・坑内機器技術、モニタリング技術等の開発
・地下3～5kmの岩体における長期間抽熱のためのシステム設計・制御技術の開発

耐高温・高圧・高腐食性の材料・機器開発

・材料・機器の工学的実現可能性の検討

・試掘に当たって必要な温度・圧力・腐食性等条件を満たす材料・機器の開発

・試掘結果（温度・圧力・腐食性等）に基づく材料等の必要仕様の決定

・試掘により明らかとなった温度・圧力・腐食性等条件を満たす材料・機器の開発

発電システムの開発（経済性評価を含む）

・発電システムの経済的実現可能性の検討

・試掘結果を踏まえた発電技術の開発
・実用化規模の発電を実現するためのエンジニアリング技術の検討

・抽熱技術の実証
・発電コストの検証、低減方法の検討
・商用技術としての確立
・パイロット発電所の建設
・地熱発電設備の寿命推定

環境影響評価方法及び安全性を確保した開発方法の確立

・環境影響の最小化、安全性確保に関する検討

・環境影響評価方法の検討
・安全に掘削を行うための工程および技術の検討

・環境影響評価の実施

評価ポイント

・工学的実現可能性
・経済的実現可能性

・試掘に耐え得る性能、安全、社会受容性の確保

・実証試験の検討に必要なデータの取得

・実証試験に耐え得る性能

・商用技術としての確立

・従来よりも生産能力が5倍程度の地熱井を活用した次世代地熱発電所の建設

・新たな地熱資源の活用による導入ポテンシャルの飛躍的な増大

・20～30年程度耐え得る材料・機器の実現

その他の次世代地熱発電関連技術

地熱貯留層の位置の特定

各国が持つ地下貯留層に関するデータの共有、地下の亀裂や地熱流体の挙動を把握するシミュレーション技術等

・導入ポテンシャルが倍増する高温岩体発電の実現

耐極限環境対応センサー

300～400の耐熱性確立、高温用耐食性耐スケール性シール材の開発、小型・軽量・低価格・高信頼性センサーの開発等

・様々な極限環境に耐えるセンサーの実現

10. CO₂固定化・有効利用（CO₂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

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

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CO₂を吸収する方法）の開発・実用化

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CO₂を吸収する方法¹⁾）の開発・実用化

膜分離法
（ガス圧を利用して、透過膜を用いてCO₂を分離する方法）の開発・実用化

各手法の組合せを含めたシステム全体の高効率化の検討

CO₂の船舶輸送

貯留技術
（CO₂を安全に地下へ封じ込める技術）

評価ポイント

その他の方式の研究

100 以下の再生温度で長時間安定的にCO₂の離脱が可能な吸収液の開発

計算化学を用いた多孔質体アミンの開発によるCO₂吸収性能・低温でのCO₂離脱性能に優れた固体吸収材の実現

IGCC圧力ガスからの回収を想定した高CO₂/H₂選択性複合膜（分子ゲート機能を用いたCO₂選択透過膜モジュール等）の開発

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）

商業規模のCO₂貯留のための安全管理システムの開発

※1 化学吸収法に比較しCO₂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。

高炉ガス等CO₂を高濃度を含む高圧ガスへの適用
熱移送の効率化と併せて回収エネルギー
1.6GJ/t-CO₂、回収コスト2,000円/t-CO₂の目標

更なる吸収液の高性能化（反応熱の大幅削減、CO₂離脱温度の低温化、CO₂の離脱や吸収速度を促進する触媒の開発等）

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-CO₂、回収コスト2,000円/t-CO₂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CO₂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
・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-CO₂、連続運転1,000時間

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CO₂選択透過膜モジュールの信頼性評価

CO₂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-CO₂、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

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CO₂排出源において使用エネルギー効率を最大化）

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

商業技術としての確立目処
プロセスシステム実現目処（経済性、信頼性の確認）

大規模実証に耐える性能確認
大規模実証に向けたコンセプト確立

商業技術としての確立目処

・2050年時点の大規模CO₂削減への貢献

・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⁾

・世界的な適用拡大（海外での地中貯留など）

³⁾ CCUについては別途ロードマップを作成

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CO₂分離・回収技術等）

その他用途への展開（天然ガス精製におけるメタン・CO₂分離プロセスへの適用、水素製造プロセスへのCO₂/H₂分離膜の適用など）

効果波及
開発過程で他の分野にも利用可能な派生技術・分野
他の分野への展開が進むことによる効果

10 . CO₂固定化・有効利用 (CO₂有効利用技術)

