



エネルギー・環境イノベーション戦略に 関するロードマップ

平成29年9月6日

エネルギー・環境イノベーション推進WG事務局

Ⅱ 2050年へ向けた技術ロードマップの策定

NESTI2050で特定された分野に関して、各省庁が様々なフェーズで研究開発を実施しているところ、情報共有・連携を図り、より効率的な研究開発体制を構築していくために、本ロードマップを今後の研究開発の進捗状況の目安とする。

これらの技術開発が成功し、世界全体で適用していけば、選定した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、2050年頃には、世界全体で数10億トンから100億トン規模の削減ポテンシャルが期待される。¹

Ⅲ 技術ロードマップのフォローアップ

分野ごとに策定された技術ロードマップに従い、研究開発を加速し、目標年度よりも早期に実現に努める。なお、技術ロードマップは2050年を見越した長期的な視点で作成されたものであり、技術開発の進捗などに応じて、PDCAサイクルをまわしつつフォローアップを行い、適切なタイミングで見直しを行うものとする。

また、技術が普及した後のリスク管理についても、マネジメントを行うことが大切である。現在、革新的として選定された技術の中にも、例えば、下記のようなリスク要因を持ち合わせる技術もある。これについての対策として、下記のようなことが挙げられる。

リスク：必要な資源の枯渇（リチウムなど）、安全性の担保、他の技術での代替による需要喪失

対策：不足する可能性がある資源を利用した技術は、それを補うためのリサイクル技術の開発等も並行して進める等

こうした社会実装・普及後に予想されるリスクに対しても、早い段階から対策方法を検討し、状況に合わせ、適切に対応していく。

¹ 削減ポテンシャルについては、エネルギー・環境イノベーション戦略本文から抜粋。

ü 技術ロードマップのポイント

技術ロードマップは下記のポイントに従い各分野ごとに策定された。

- 1．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。
- 2．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）
- 3．普及ステージまでに達成すべき最終目標を記載。

なお、ロードマップの策定はNESTI特定の10の技術に関してのみ。エネルギーシステム統合技術のロードマップは、2020年～2030年の検討後に行う。

なお、時間軸については現在から2050年頃までとした。2050年頃に最終目標達成を定め、そこまでの各技術分野に沿って年度を記載した。（研究開発ステージの違いから、時間軸上に記載されている年度は各分野ごとに異なる。）

また、社会普及や最終目標の達成までには、当該技術の社会への実装を経る必要がある。よって各分野で、「社会実装」の項目を設けている。社会実装の記載については、性能の向上・実証、コストダウン、海外への展開、を含むものとする。

1. 次世代パワーエレクトロニクス



2. 革新的センサー

現在

2020年頃

2030年頃

2050年頃/普及

センサーの実現

- ・動作・存在、温湿度、化学物質、場所情報、光度等に対する新原理の活用等によるセンシング対象の拡大
- ・小型化と大量生産技術による低価格化の実現
- ・耐環境性および高信頼性によるメンテナンスフリー化
- ・高精度化、高速化、長期安定性、簡易校正法の確立

- ・省電力化と発電量増大による無給電化の実現（蓄電デバイス開発、電力損失削減、発電効率増大）
- ・新エネルギー変換原理の導入によるセンシング対象拡大（配管内の流れによる発電等）
- ・耐環境性の増大、高信頼化、長寿命化の基礎研究、基盤的解析
- ・設計技術（計測、演算、発信の融合）の構築
- ・小型化・量産化研究開発

- ・耐熱性（発電用タービン、高温地熱環境等）、極低温耐久性、耐食性（強酸性環境）、急激な温度変化への耐性、耐圧性、耐加速度性、耐振動性、耐摩耗性、耐磁力性、耐放射線性等、極限環境対応。
- ・条件を満たす材料開発、セラミックス等非金属材料を含めて評価開発

省エネ、安全、快適性等のエネルギーシステム関連課題の解決のためのセンサー技術の提案

・工学的実現可能性の検討
・経済性の検討

多数個のセンサー活用ネットワーク技術の確立

- ・ネットワークによる省エネ効果、安全性向上、快適性向上等の機能発現の確立、機能発現のための最適配置、ネットワークの経済性最適化の実現
- ・効率的にデータ転送できるデータ通信周波数帯の検討

ネットワークシステムの無給電化の推進

実環境に対応する複数の極限環境対応機能の実現

IoT技術、AI技術等を用いたネットワークシステムの高機能化

多数個のセンサー活用ネットワークによる機能発現の実証と社会適用時の効果推定

センサーネットワークのエネルギー創生、輸送・貯蔵、利用への適用

- ・電気、ガス、水素、熱などのエネルギー形態に応じたセンサーネットワーク機能の効果最大化
- ・エネルギー組成、輸送・貯蔵、利用の各段階に応じたセンサーネットワーク機能の効果最大化

センサーシステムの社会適用にあたっての国際標準の確立

注）技術確立され次第社会実装に入るため、記載より早期に実装されるセンサーもある

エネルギーシステムにおける効果の推定と二酸化炭素削減量の推定

センサーネットワーク応用技術の社会への適用実証と社会適用基準の確立、普及

- ・工場等での検証・実証・普及の促進
- ・無線通信等におけるセキュリティー保護技術の確立

- ・センサーシステムを社会に適用する時のリスク評価に基づく社会適用基準の確立

機能の実証と社会への適用基準の実証

社会実装

- ・センサーネットワーク技術の適用による世界のCO2排出量の低減への貢献（発電システム全体のモニタリング・最適化、クリーンルームの換気回数の低減による省エネ化など）

- ・センサーネットワークを構成するセンサー自体の機能実現（センシング、演算、無線通信時に必要な電力供給を含めた完全無給電化の実現、非配線化の実現、エネルギーハーベスティング機能の実現、低コスト化、長寿命化、自立化、極限環境対応化の実現）

MEMS高感度環境変化センサー

- ・センシング対象の拡大
- ・低価格化
- ・メンテナンスフリー化
- ・高精度化

無給電（エネルギーハーベスティング）半導体センサー

- ・無給電化
- ・センシング対象拡大
- ・耐環境性の増大
- ・設計技術の構築
- ・小型化・量産化

極限環境対応可能センサー

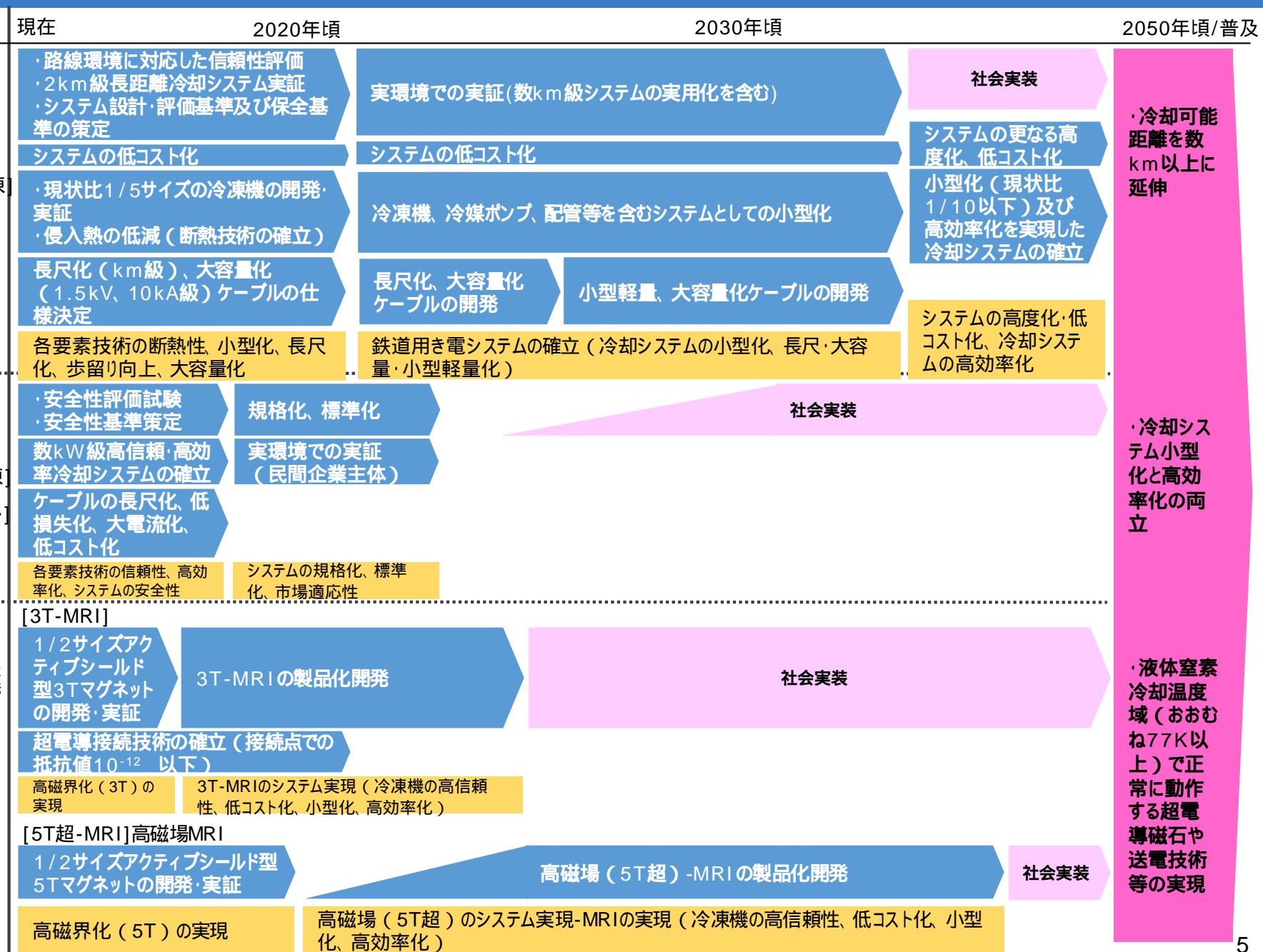
- ・極限環境対応
- ・材料開発

それ以外のエネルギーシステム対応センサー

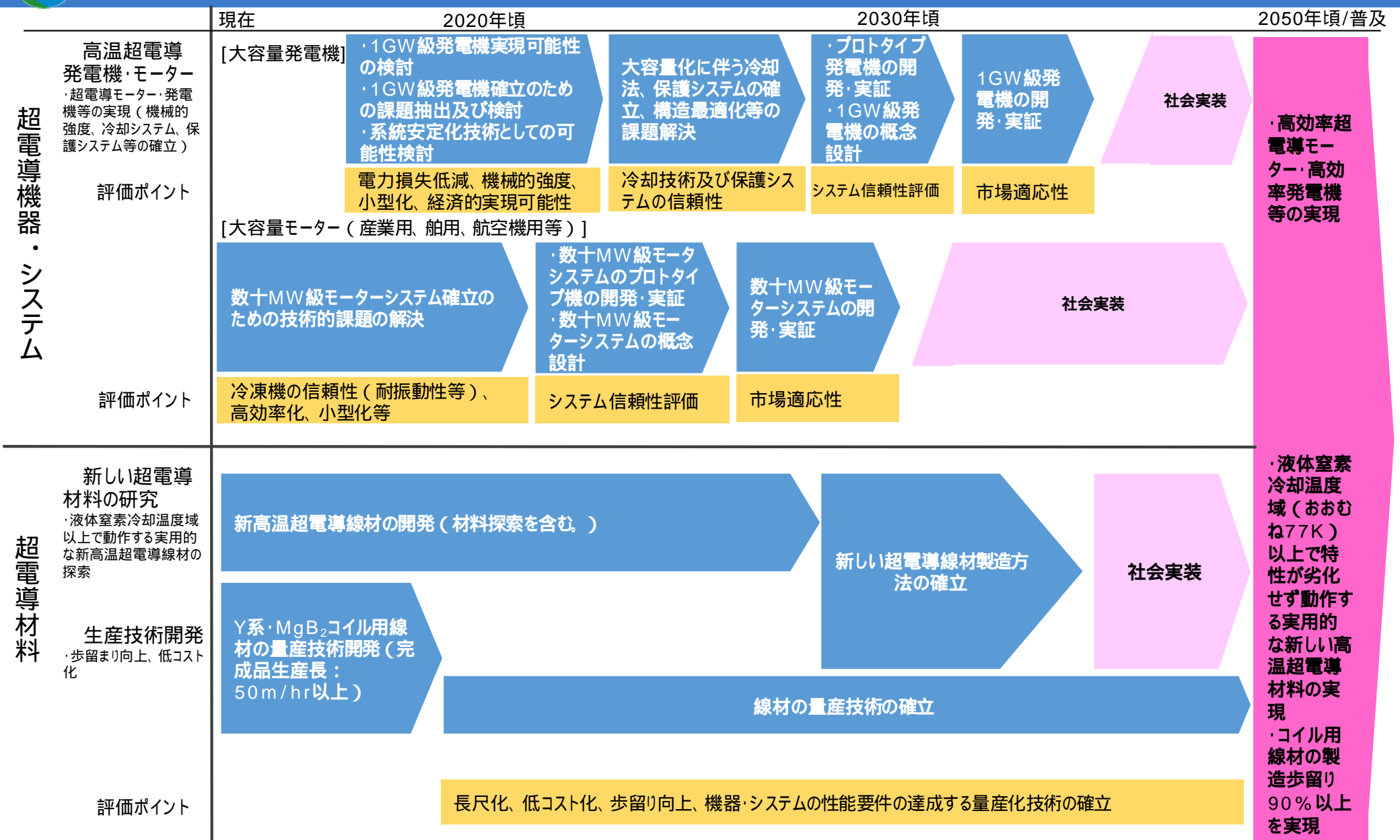
評価ポイント

3. 超電導応用 (1/2)

超電導機器・システム



3. 超電導応用 (2/2)



注) 超高磁場NMRは、拠点型設備となるため普及台数の観点からMRIと比較しCO₂削減量が少ないため記載していない。

4 . 革新的生産プロセス（化学産業）

革新触媒・分離技術利用生産プロセス

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)

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

社会実装

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利し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

社会実装

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(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)

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

社会実装

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

社会実装

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

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

- 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）

- 有望技術の適用ターゲット検討
- 適用ターゲットに対するコンセプト検証

- 適用ターゲットに対する実用化技術開発

実証研究

新技術の社会実装による化学産業の技術体系の再編

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
(技術の実現可能性確認)
技術融合による効果確認
有望技術の抽出

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
基盤技術の実現目処

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
各種技術に適用されていること

商業技術としての確立目処

5. 超軽量・超耐熱構造材料

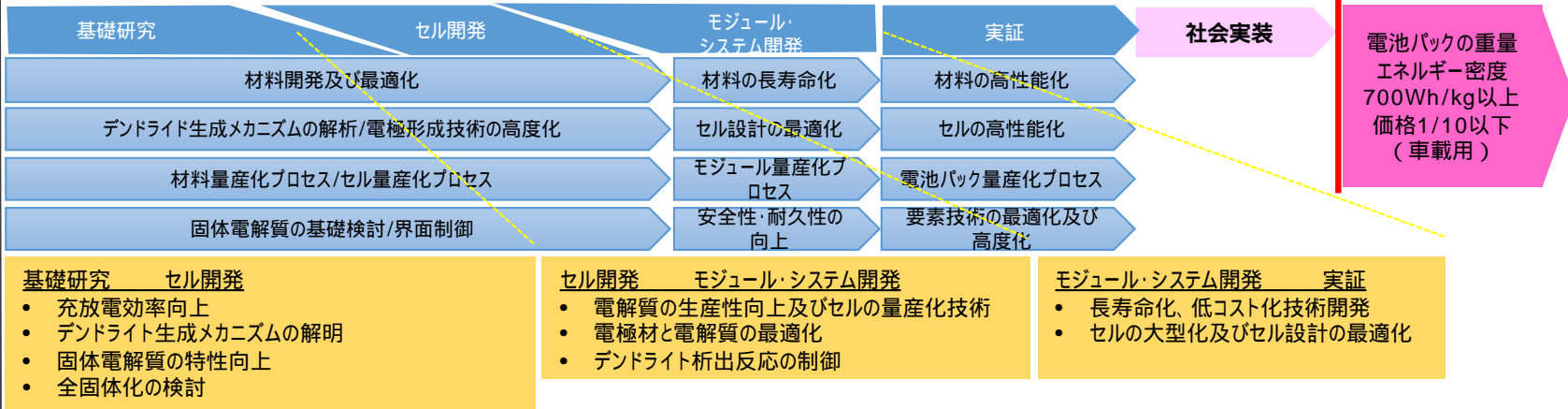
	現在	2020年頃	2030年頃	2050年頃/普及
超軽量材料	鋼材の強度・信頼性向上 軽量合金の強度等性能向上 アルミ チタン マグネ 炭素繊維強化プラスチック/エンブレ性能向上 評価ポイント	<p>材料強度等の向上</p> <ul style="list-style-type: none"> 省レアメタルかつ高強度や高延性の革新鋼板の開発 強度 1800MPa/延性 20 % 高強度や高延性の革新的アルミニウム材の実現 強度750MPa/延性 12 % 電力価格の影響を受けにくい製造方法開発 室温アルミニウム電析等 各合金の加工性、耐食性等向上、用途に応じた安全率最適化手法確立 CFRPを より安価に製造する技術（アルミ比較） （炭素繊維の価格低減、炭素繊維含有率 50 % 以下で現行品と同等の強度実現） 従来と比べて2倍以上の圧縮強度が高い炭素繊維複合材料用の熱可塑性樹脂の開発 <p>・目標性能の達成</p>	<p>強度等の更なる向上・導入普及加速</p> <ul style="list-style-type: none"> 強度 2000MPa/延性 20 % 水素脆性、腐食、疲労への抜本的対策（コーティング技術等） チタン、マグネシウム等高機能合金分野の普及加速 コストダウンのための製造プロセス技術開発 用途に合わせた特性の確保（輸送機器のみならず、社会インフラ等への波及効果） 繊維プリフォームの高度化（一体成型高度化） 新繊維（例：セルロースナノファイバー）強化プラスチックや新高分子材料の実用化 <p>・応用研究・低コスト化 ・商用技術としての確立</p>	<p>社会実装</p> <p>自動車の重量を50%以上削減する等、輸送機器の抜本的な軽量化を実現</p>
	超耐熱材料	<p>耐熱性向上</p> <ul style="list-style-type: none"> アドバンスCMC, 金属間化合物, コバルト系 金属系耐熱材料 SiC-SiC <p>評価ポイント</p>	<p>材料強度等の向上</p> <ul style="list-style-type: none"> 極限環境（超高温、極高温、高付加等）への耐久性基礎研究 高強度・高耐熱のSiC繊維開発 アドバンスCMC, 金属間化合物（ニッケル系、コバルト系、モリブデン系等） 延性・靱性向上のための高度結晶制御技術 耐熱性 1200 級の実用化技術の確立 耐熱性 1400 級の材料・製造・評価技術の開発 <p>・工学的実現可能性研究</p>	<p>強度等の更なる向上・導入普及加速</p> <ul style="list-style-type: none"> 小規模実証 性能評価 品質安定化 CMCの低コスト化に伴う普及拡大 強度向上による高リスク部品への適用開発 商用技術としての確立 商用大型製造設備建設 耐熱性 1500 級の達成 <p>・応用研究・低コスト化 ・商用技術としての確立</p>
異種材料の加工・接合技術	<p>評価技術の精度向上</p> <p>異種材料接合に関する課題解決</p> <p>評価ポイント</p>	<p>基本メカニズム・接着材料等の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 接合部性能評価技術 異種材料接合技術 / 溶接部のシームレス化 異種材料接合時の電位差対策 熱膨張率の差を考慮した最適設計技術開発 <p>・工学的実現可能性研究</p>	<p>接合強度向上</p> <ul style="list-style-type: none"> マルチマテリアル設計技術 マルチマテリアル化比率向上 リサイクル性の向上 <p>・応用研究・低コスト化</p>	<p>社会実装</p> <p>材料の自由な組み合わせが可能となる（接合接着等）技術の開発</p>
社会実装	<p>MI関連ソフトウェアの開発と各種材料への適用可能向上</p> <p>スマートマテリアル開発メカニズム確立</p> <p>検査技術向上</p> <p>評価ポイント</p>	<p>基本情報整理・プログラム研究</p> <ul style="list-style-type: none"> PSPP（プロセス、ストラクチャー、プロパティ、パフォーマンス）の相関関係の明確化 原子スケール・ナノスケール組織形成機構の解明と材料設計への応用 先端計測技術（電子顕微鏡の性能向上） 評価手法の確立 認証・標準化 スマートマテリアルメカニズムの構築 <p>・スマートマテリアル材料開発</p> <p>・検査 超音波/ X線 ビッグデータを活用した構造安全診断技術 デグラデーション（劣化）診断</p> <p>・工学的実現可能性研究</p>	<p>実証</p> <ul style="list-style-type: none"> 実証（構造、耐熱材料のみならず、パイオ、ケミカル等の多分野への利用可能） <p>・応用研究・低コスト化</p>	<p>社会普及</p> <p>社会実装</p> <p>材料開発時間の大幅短縮 マルチマテリアル化による輸送機器の軽量化</p>

6 . 次世代蓄電池 (2 / 2)

現在 2020年頃 2030年頃 2050年頃/普及

4. 新型金属-空気電池 (金属 : Li, Mg, Al, 等)

- ・材料の高性能化
- ・電池セル化技術の高度化
- ・量産化技術の高度化
- ・全固体化

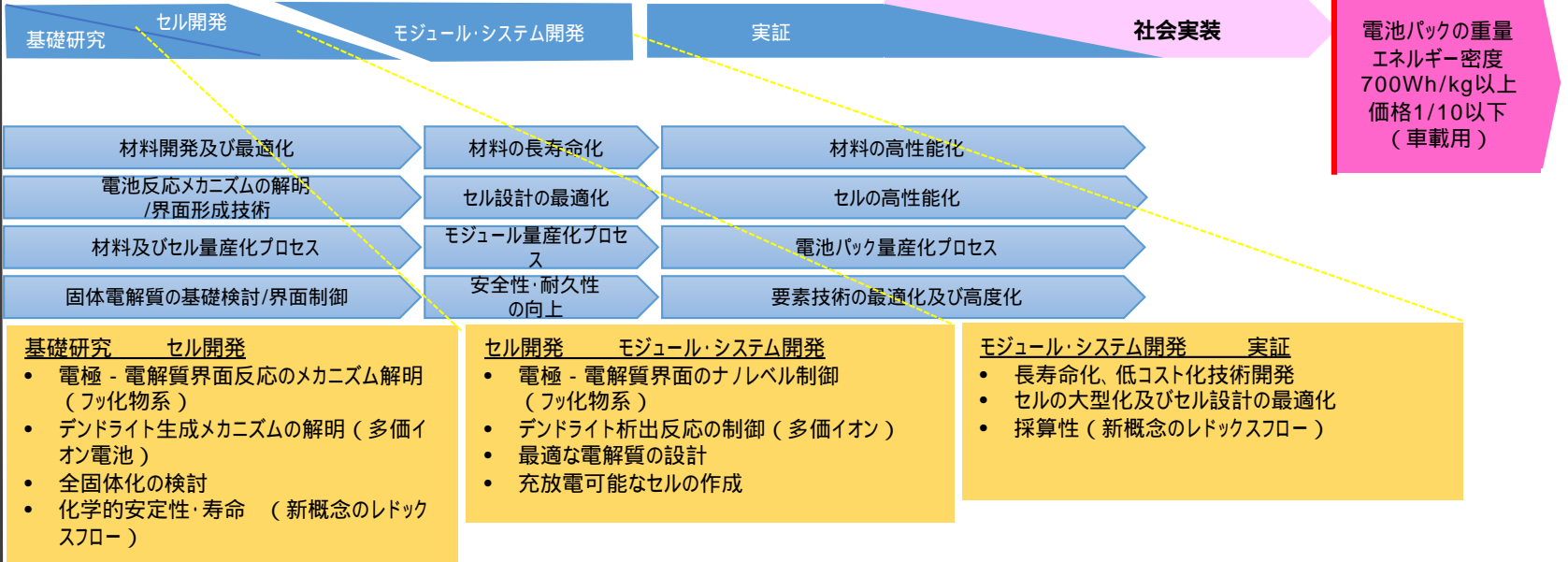


評価ポイント

5. その他革新型蓄電池 (定置用含む)

(フッ化物電池, ナトリウム電池, 多価イオン電池, 新概念のレドックスフロー電池等)

- ・材料の高性能化
- ・電池セル化技術の高度化
- ・量産化技術の高度化
- ・全固体化



評価ポイント

() 電池パックの重量エネルギー密度を理論エネルギー密度に近づける技術等の技術革新により対象外とした電池も、2050年の目標値を達成する可能性が、明らかになった時点で追記する。

7. 水素等製造・貯蔵・利用

		現在	2030年頃	2050年頃/普及				
水素製造	ISプロセス等の実現	<ul style="list-style-type: none"> 要素技術開発、システム開発、高性能化・高効率化 	<ul style="list-style-type: none"> システム実証、低コスト化、耐久性・信頼性向上 	<ul style="list-style-type: none"> 大規模実証 	<ul style="list-style-type: none"> CO₂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 			
	高温水蒸気電解の実現					<ul style="list-style-type: none"> ・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） ・構成材料の耐久性向上 ・熱収支メカニズムの最適化（熱源の確保等） 	<ul style="list-style-type: none"> ・水素大量生産技術の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模プラント実証
	その他新規水電解プロセスの実現 評価ポイント					<ul style="list-style-type: none"> ・新規電極材料等の研究 ・経済的、工学的実現可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐久性、信頼性向上 	<ul style="list-style-type: none"> ・商用技術としての確立
キャリア合成・貯蔵	アンモニア合成技術の向上	<ul style="list-style-type: none"> 要素技術開発、システム開発、高性能化・高効率化 	<ul style="list-style-type: none"> システム実証、低コスト化、耐久性・信頼性向上 	<ul style="list-style-type: none"> 大規模実証 	<ul style="list-style-type: none"> 30円/Nm³を大幅に下回る水素供給コストの実現 			
	液体水素化技術の向上					<ul style="list-style-type: none"> ・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） ・水素液化技術の高効率化 	<ul style="list-style-type: none"> ・プラント総合効率の向上 ・水素貯蔵～脱水素トータルシステムの完成 	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模プラント実証
	有機ハイドライド合成技術の向上 その他キャリア キャリアからの脱水素技術の向上 評価ポイント					<ul style="list-style-type: none"> ・水素還元反応の高効率化（有機ハイドライド電解合成等） ・マグネシウム等の利用可能性検討 ・脱水素・分離膜の高効率化 ・構成材料の耐久性向上 ・経済的、工学的実現可能性、安全性評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・信頼性向上、低コスト化 	<ul style="list-style-type: none"> ・商用技術としての確立
利用	本格的な水素発電の実現	<ul style="list-style-type: none"> 要素技術開発、システム開発、高性能化・高効率化 	<ul style="list-style-type: none"> システム実証、低コスト化、耐久性・信頼性向上 	<ul style="list-style-type: none"> 大規模実証 	<ul style="list-style-type: none"> 大規模水素発電の導入 			
	・水素専焼発電 ・水素酸素燃焼 ・アンモニア燃焼 等					<ul style="list-style-type: none"> ・ドライ型燃焼器の開発（NO_x排出・逆火リスク低減） ・ドライ型燃焼器の大型化 ・ドライ型燃焼器の実証 	<ul style="list-style-type: none"> ・水素専焼発電の高効率化・低コスト化 	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模水素発電の実証（水素酸素燃焼等）
	評価ポイント					<ul style="list-style-type: none"> ・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） ・経済的、工学的実現可能性、安全性評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・水素発電の大規模化 ・信頼性向上、低コスト化 	<ul style="list-style-type: none"> ・商用技術としての確立

8 . 次世代太陽光発電

現在

2030年頃

2050年頃/普及

ペロブスカイト

セルの高効率化、低コスト化、耐久性向上

モジュール化

積層構造による高効率化

鉛フリー化

評価ポイント

実用化を見据えた研究開発

セル高効率・低コスト化（高純度材料、塗布プロセスの開発、結晶成長制御のためのプロセス改良）
セル劣化機構解明、セル耐久性向上

モジュール化検討（大面積印刷技術、封止方法、封止材料の開発）
モジュール劣化機構解明、モジュール耐久性向上

フレキシブルモジュールの開発

各セルの物性値の解明
吸収波長制御技術の開発
Si、化合物タンデム構造

変換効率30%以上の高効率タンデム構造の開発

鉛フリーでも性能を損なわない新材料/新構造の探索と適用（変わりゆく環境規制等を踏まえた継続的取組）

（実用品レベル）

・モジュール製造コスト：15円/W
・変換効率：単層20%以上
・発電コスト7円/kWh

（研究レベル）
・変換効率：多層30%の実現

大量普及を見据えた高性能化

社会実装

界面・接合最適化による長寿命・高品質徹底

樹脂積層・封入技術の改善（品質・速度）

フレキシビリティを活用した新製品コンセプト確立

より高度で高効率なタンデム構造の開発（変換効率40%）

商用技術・大量生産技術としての確立

Si系同等以上（20%以上）の効率を圧倒的
低コストで実現

軽量・フレキシブルで環境に優しい太陽電池製作技術の確立

量子効果活用型

製造コストの低減

高効率化

評価ポイント

高スループット・高製膜速度の実現

量子効果増大（結晶成長技術、パターン形成技術等）

薄膜多接合、薄膜量子ドットセルにおける光吸収増大効果実現

CVD製膜、自己組織化機構、3D印刷、インクジェットなどを用いた高速・低コスト化

セルのスケールアップ実現

基板再利用・剥離速度の向上技術の確立

長寿命かつ高効率となる材料・接合法の開発

商用技術・大量生産技術としての確立

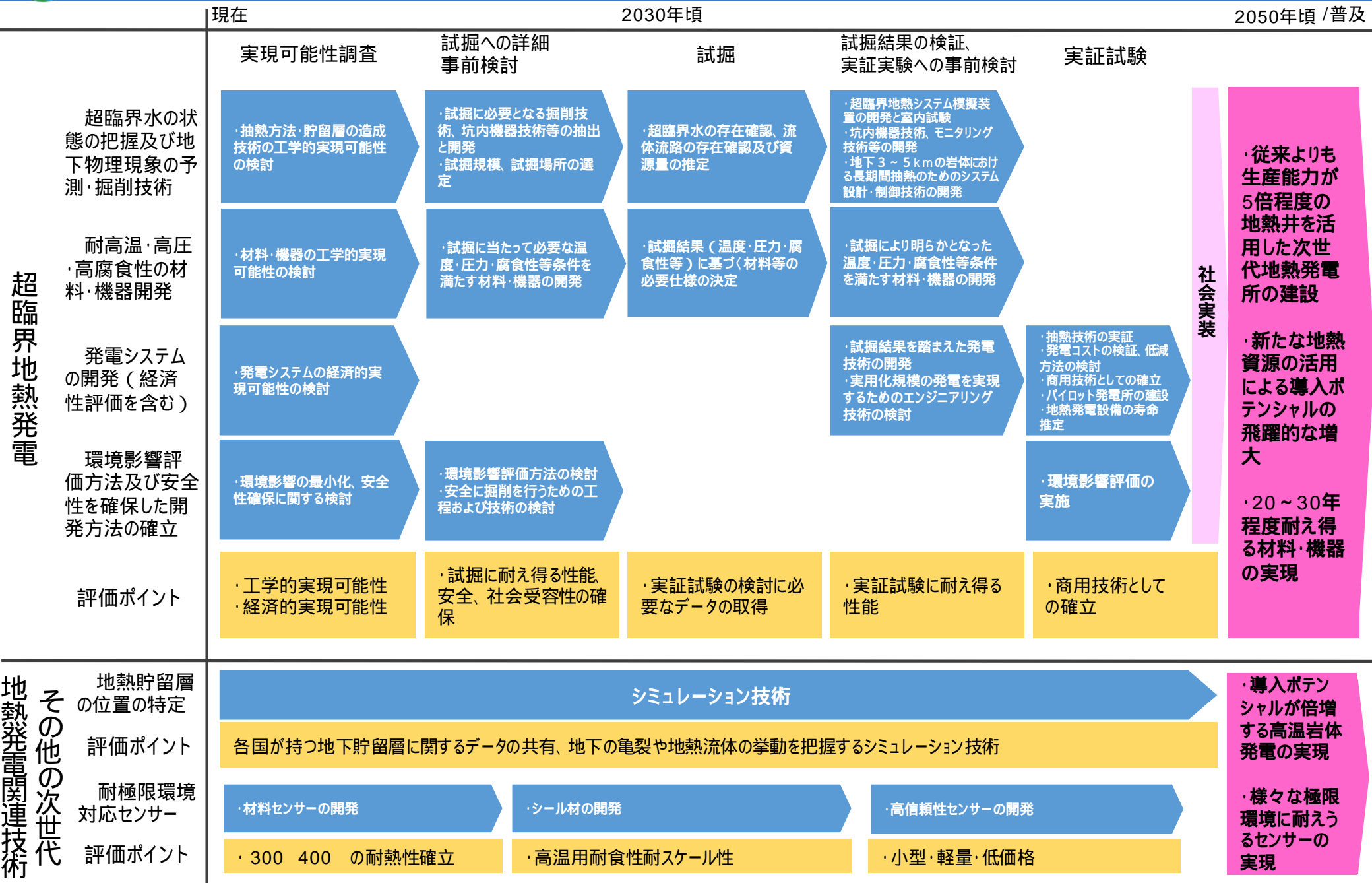
社会実装

集光時システム効率50%超、非集光でも単層30%超の実現

フルスペクトル太陽電池技術の確立

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



10. CO₂固定化・有効利用 (CO₂分離回収技術)

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

各種分離回収法の開発・システム全体の効率化

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

その他の方式の研究

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

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

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)

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の目途

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の目途

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
 (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-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)

商業規模のCO₂貯留のための安全管理システムの開発

実現可能性調査、技術課題の特定
 ・CO₂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

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

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。

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)
 FS等を通じた課題の抽出、経済性評価

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

商業技術としての確立目処

社会実装

社会実装

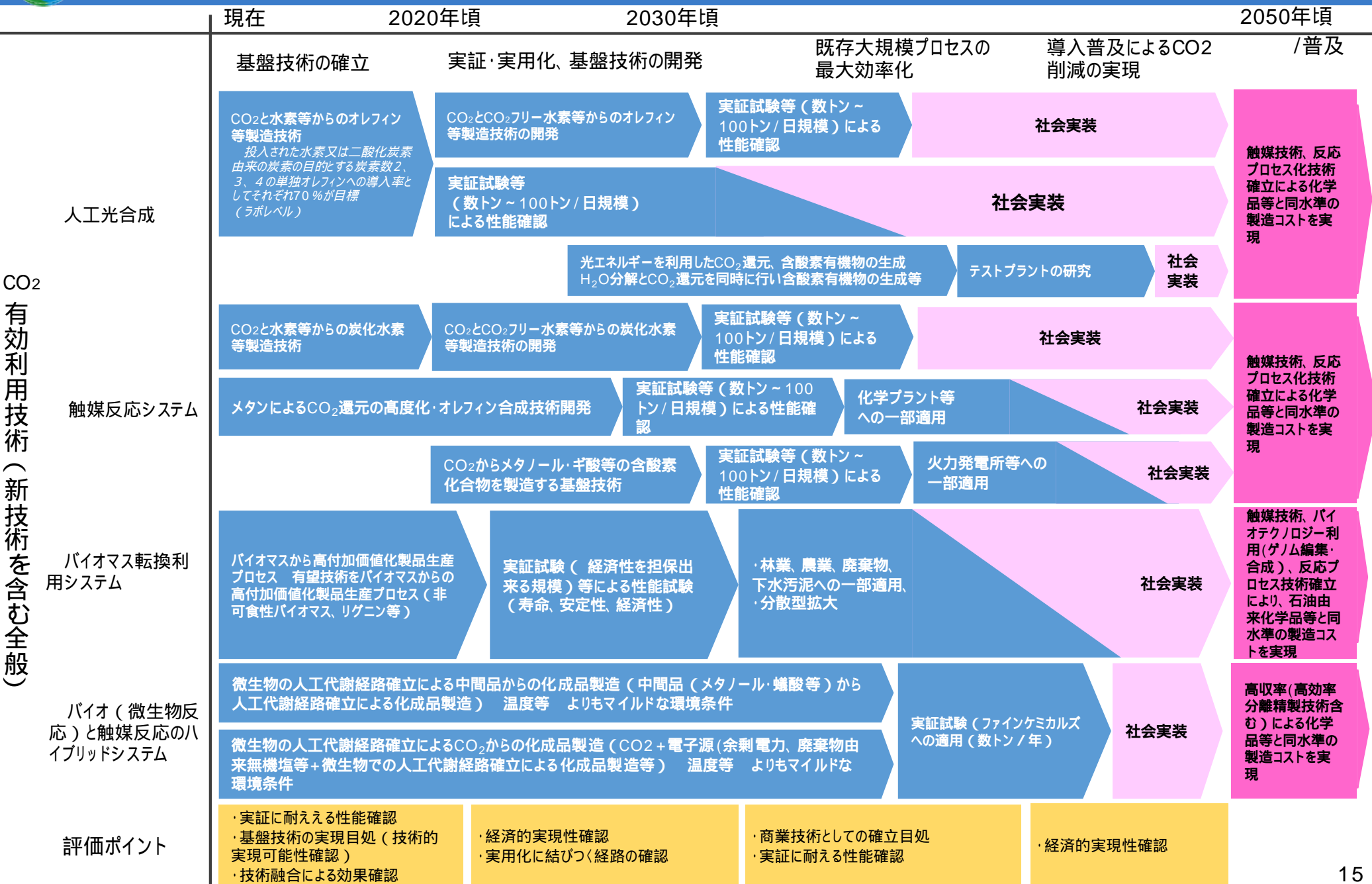
社会実装

・CO₂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・CO₂有効利用(CCU)技術と組み合わせたシステムなど)

・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⁾

3 CCUについては別途ロードマップを作成

10. CO₂固定化・有効利用 (CO₂有効利用技術)



CO₂有効利用技術 (新技術を含む全般)

触媒技術、反応プロセス化技術確立による化学品等と同水準の製造コストを実現

触媒技術、反応プロセス化技術確立による化学品等と同水準の製造コストを実現

触媒技術、バイオテクノロジー利用 (ゲノム編集・合成)、反応プロセス化技術確立により、石油由来化学品等と同水準の製造コストを実現

高収率 (高効率分離精製技術含む) による化学品等と同水準の製造コストを実現