



令和7年度 地球温暖化・資源循環対策等 調査事業費

(2050年カーボンニュートラル実現に資する
革新的技術の社会実装可能性調査・分析調査)
報告書

最終報告資料

令和8（2026）年2月27日



仕様書に基づく業務内容整理 (1/2)

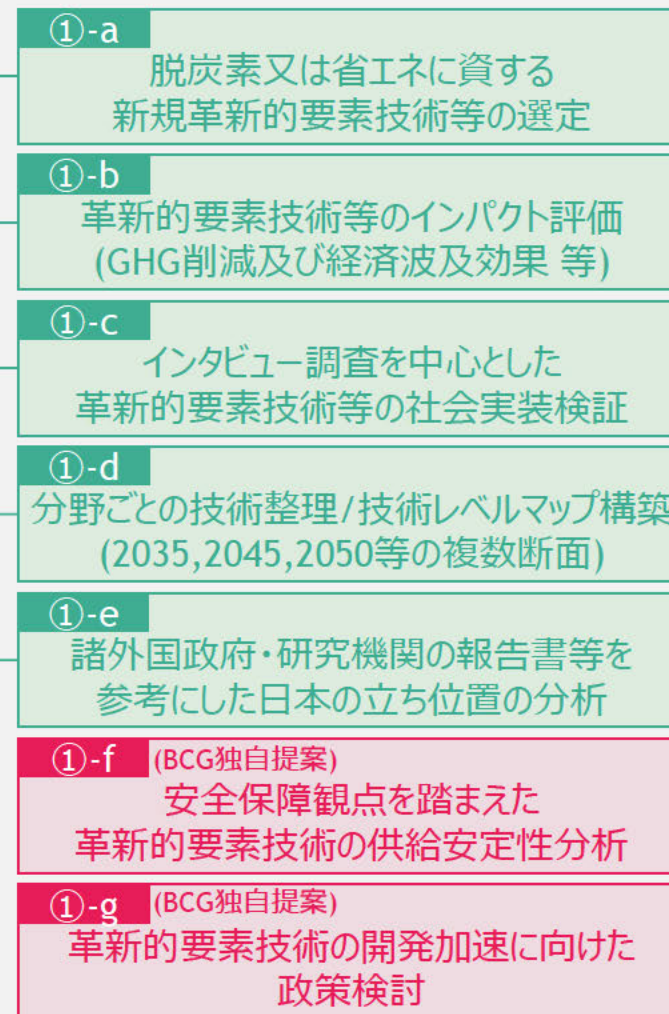
仕様書記載文章 (原文)

3. (1) カーボンニュートラルに資する新たな革新的要素技術等に関する調査・分析
今後、研究開発事業の課題として設定するに適した新規要素として、現行の GI基金で開発中の技術が 2030年に社会実装するという前提のもと、更なる脱炭素又は省エネルギー（以下、「省エネ」という。）に資する革新的な要素技術等に関する国内外の技術を選定し、分野ごとに技術の整理を行い技術レベルマップを構築する。技術の選定対象分野としては、「GX 実現に向けた基本方針」及び「革新的環境イノベーション戦略」に記載された分野を基本とするが、産業構造の転換も念頭に新たな分野を提案してもよい。

調査方法については、前例にとらわれない挑戦的な技術開発を行うためにも、様々な研究開発における革新的要素技術について文献調査により分析するとともに、最先端の研究を行っている国内外の研究者等へのインタビューを10件以上実施する（インタビュー方式は、海外はオンライン、国内はオンラインまたは現地でも可）。文献調査については、将来の温室効果ガス削減及び経済波及効果等のアウトカムに関するポテンシャルも含めて、諸外国政府や研究機関等からの報告書を 5例以上含めること。また、調査・分析にあたっては、2050 年をターゲットにするだけでなく、複数断（2035 年、2045 年など）の検討を行い、それぞれの断面での技術レベルマップを構築するとともに、海外における技術開発状況も踏まえた現在の日本の立ち位置についても分析すること。

■ 仕様書記載業務 ■ BCG独自提案業務

業務内容 (BCG整理)



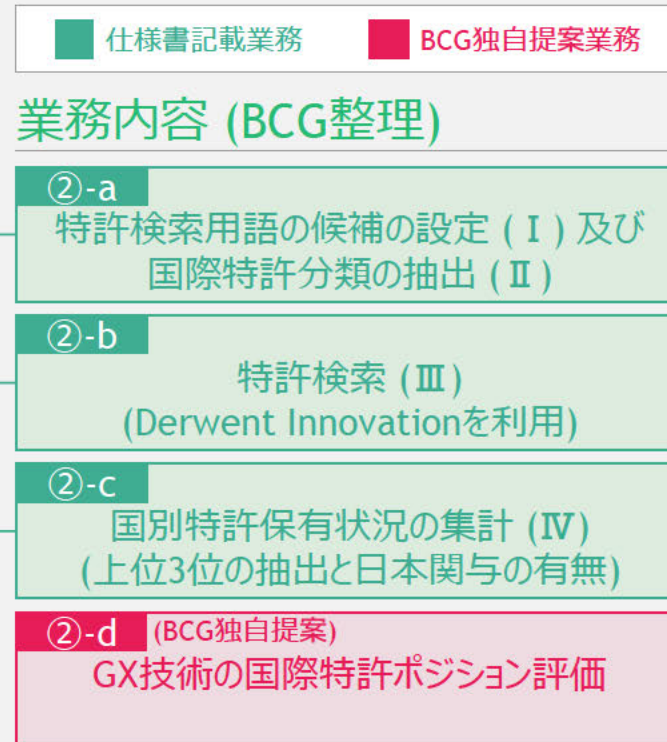
仕様書に基づく業務内容整理 (2/2)

仕様書記載文章 (原文)

3. (2) EBPM における国際競争力判定に必要となる特許調査

GI基金の EBPMにおいて国際競争力の判定 (VRIO分析) を行う際に必要となる特許調査を行う。具体的には、(I) GI基金事業で推進している 20プロジェクトの各研究開発項目における特許検索用語の候補設定、(II) 国際特許分類の抽出、(III) 特許検索 (Derwent Innovation を利用)、(IV) 特許保有国の上位3位を抽出し、日本が含まれているかどうかを判断、という一連の工程のうち、(III)、(IV) を行う。(I) 特許検索用語及び (II) 国際特許分類の抽出については、経済産業省が設定する。

※ (I) (II) について、20プロジェクト中、研究開発項目は100程度を、用語については3~5程度を想定するが、詳細は受託者に当省から提示する。



事業実施計画

■ 仕様書記載業務

■ BCG独自提案業務

業務内容

業務内容の詳細

week

9/8-

9/15-

9/22-

9/29-

10/6-

10/13-

10/20-

10/27-

11/3-

11/10-

11/17-

11/24-

(1) カーボンニュートラルに資する新たな革新的要素技術等に関する調査・分析

a 新規革新的要素技術等の選定

b 革新的要素技術等のインパクト評価

c 革新的要素技術等の社会実装検証

f 革新的要素技術等の供給安定性分析

d 分野ごとの技術整理/技術レベルマップの構築

e 日本の立ち位置の分析

g 技術の開発加速に向けた政策検討

(2) EBPMにおける国際競争力判定に必要な特許調査

a 特許検索用語の候補の設定 (I)、国際特許分類の抽出 (II)

b 特許検索 (III)(Derwent Innovationを利用)

c 国別特許保有状況の集計 (IV)(上位3位の抽出と日本関与の有無)

d GX技術の国際特許ポジション評価

(3) 定例打合せ (原則1週間に1回、1回の打ち合わせは60分程度)

(4) 調査報告書の作成

初期仮説討議

成果物
イメージの
すり合わせ

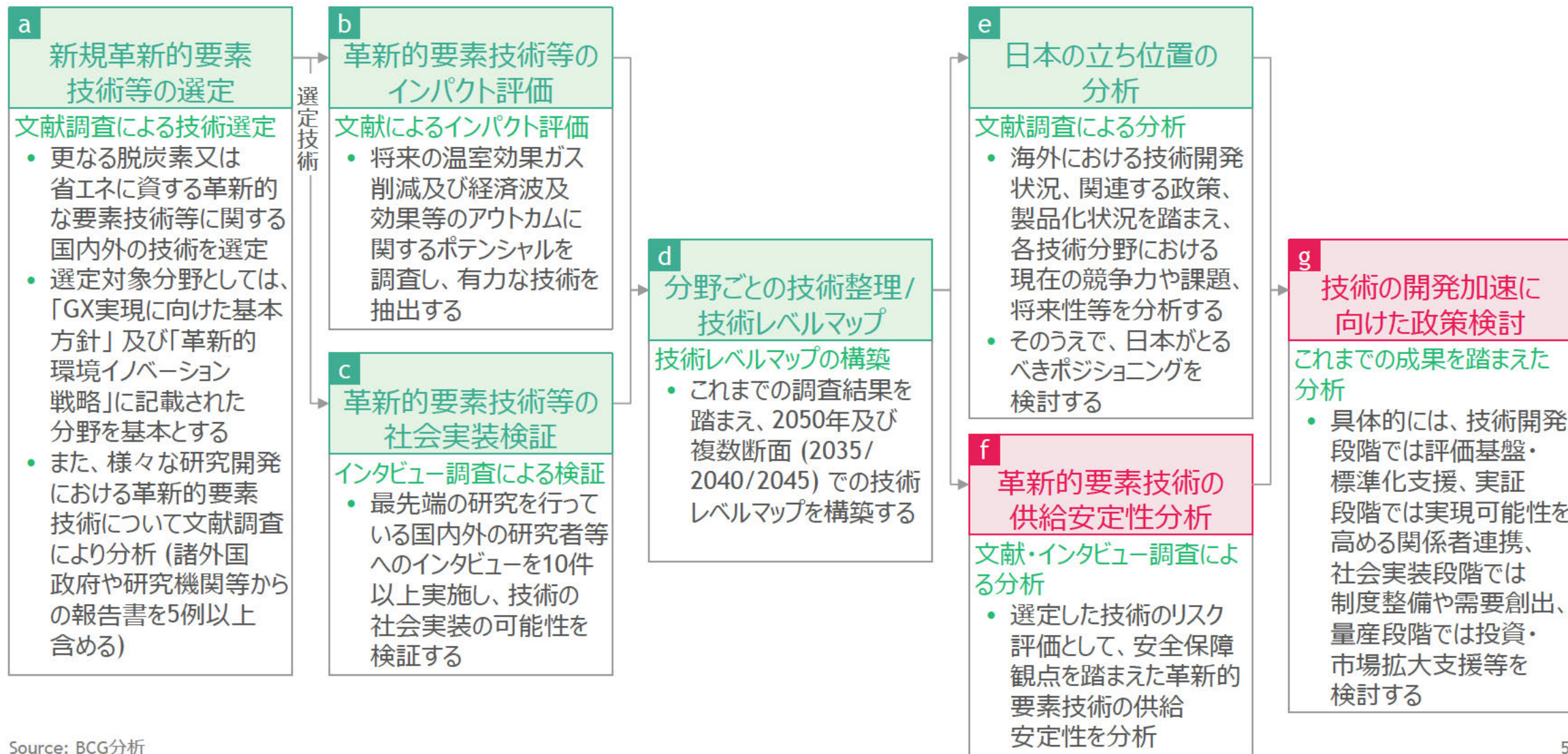
特許検索用語及
び国際特許分類の
調整

各調査分析
結果の
全体統合
整理

業務①カーボンニュートラルに資する
新たな革新的要素技術等に関する
調査・分析

カーボンニュートラルに資する新たな革新的要素技術等に関する調査・分析の検討ステップ

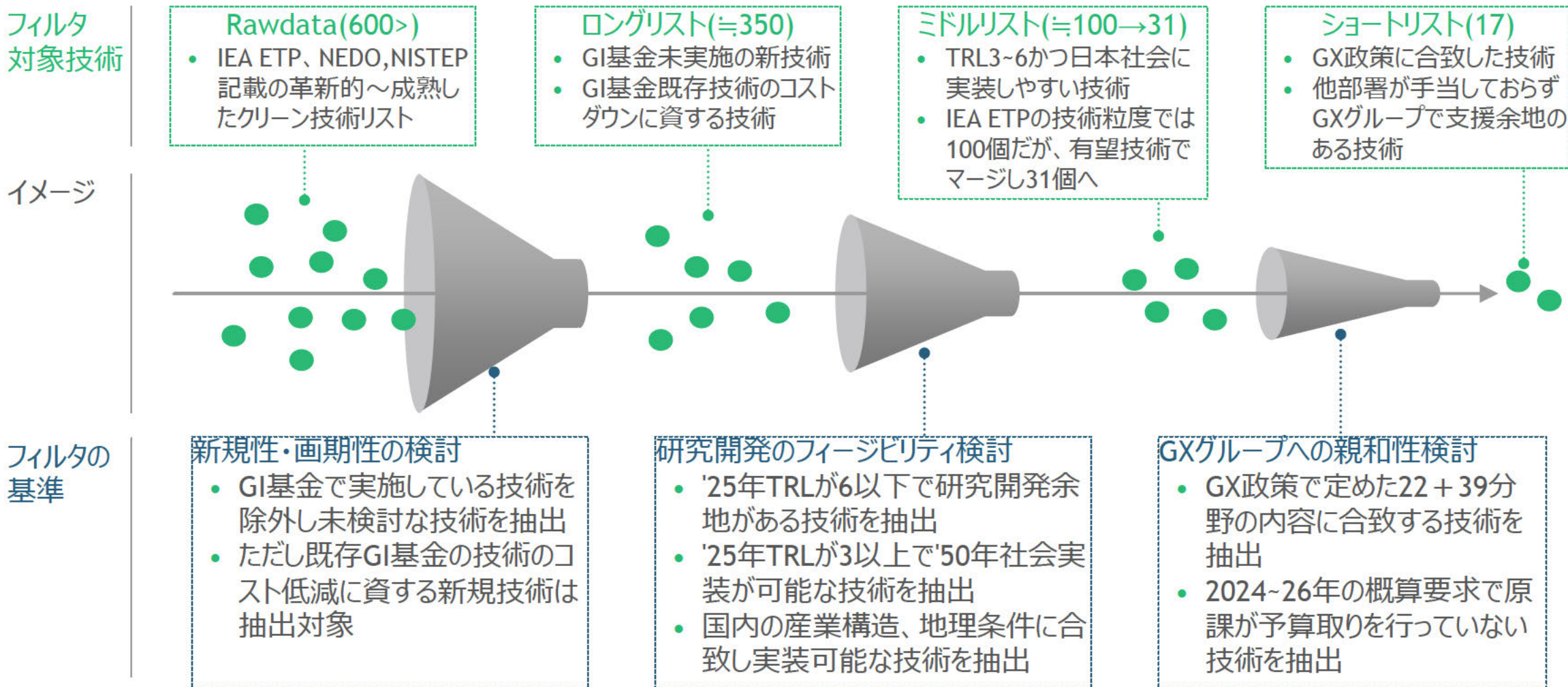
更なる脱炭素又は省エネに資する革新的要素技術等を抽出し、技術レベルマップ等を構築



業務①-a:新規革新的要素技術等の 選定

革新的な要素技術の絞り込み方法のイメージ

革新的な技術に係る文献を基に脱炭素技術候補を広く収集しつつ、新規・画期性や研究開発のフィージビリティ、日本のGX施策との整合性等を踏まえ有望な技術を絞り込んでいく



選定技術のサマリ (1/3)

技術ショートリストとして17個を選出

Noセクタ	技術名称	技術概要
1暖房と冷房	次世代膜冷却・除湿統合システム技術	膜分離・蒸発冷却・乾燥剤冷却を組み合わせ、従来の蒸気圧縮方式に代わる高効率な冷却・除湿を実現する技術。温度と湿度を独立に制御し、潜熱と顕熱を最適に分離することが可能。主要な技術開発要素は高選択性メンブレンによる水分分離、液体・固体乾燥剤を用いた蒸発冷却の統合、膜ヒートポンプによる顕熱・潜熱の分離制御等
2熱	高効率蓄熱・熱利用(熱マネジメント)技術	冷暖房・発電・CO ₂ 回収を統合し、多様な蓄熱方式を組み合わせ、効率的かつ柔軟なエネルギーマネジメントを実現する技術。主な技術開発要素は相変化材料による潜熱蓄熱、吸着材を活用した化学ヒートポンプ型蓄熱、熱化学反応に基づく長期高密度蓄熱、統合制御による最適運用等
3暖房と冷房	次世代ヒートポンプ・冷媒技術(音響型ヒートポンプ等)	炭化水素冷媒を用いた高効率熱交換型ヒートポンプや、音響圧力波で加熱・冷却を行う熱音響ヒートポンプ等、低環境負荷かつ広温度域での運転を可能にする技術。主な技術開発要素は自然冷媒による高効率熱伝達、音響発生器・共振器・熱交換器を活用した冷媒レス熱駆動、深冷から高温域まで対応可能な熱制御システム等。ここでは、主に革新的技術(冷媒レス・圧縮機レス)に着目する。
4暖房と冷房	無冷媒・非蒸気圧縮(磁場・電場・応力・圧力)の次世代冷却技術	磁場・電場・応力・圧力といった外部刺激により材料の相転移を利用して熱を吸収・放出し、蒸気圧縮に代わる高効率で冷媒不要の冷却を実現する技術。主な技術開発要素はマグネトカロリック効果、エレクトロカロリック効果、エラストカロリック効果、バロカロリック効果を活用したマルチカロリック冷却材料と、その高耐久・高効率化デバイスの開発等
5横断産業	先進電気加熱・産業高温プロセス電化技術	プラズマ(トーチ/アーク)・抵抗加熱/マイクロ波/RF誘電加熱や回転式圧縮ヒーター等、セメントキルンや金属加工等の高温工程を化石燃料から電気へ置換する統合技術。主要な要素開発は高温電熱デバイスと高周波源の高効率化、電力変換・制御による安定運転と均一加熱、1700°C級対応材料・耐久設計、プロセス統合(計測・EMC対策・安全設計)と適用最適化等
6横断産業	金属資源リサイクルの低コスト化技術	磁気分離・X線透過選別・回転成形によるスクラップ削減、ロボットと人間の協働による解体効率化、高圧ウォータージェットや凍結粉砕による素材分離、超臨界CO ₂ や次世代浸出溶媒による金属回収を統合し、資源循環効率を高める技術。主な技術開発要素は高度分離・選別プロセス、AIと人の協働による柔軟な解体システム、スクラップ削減型加工技術等

選定技術のサマリ (2/3)

技術ショートリストとして17個を選出

Noセクタ	技術名称	技術概要
7E-waste リサイクル	電池の直接リサイクル技術	廃電池からカソード材料を抽出し、再石灰化によって再活性化し新たな電池に再利用することで、従来の乾式・湿式冶金で失われる価値を保持する技術。主な技術開発要素はカソード組成に応じた再生プロセス設計、単一電極アクセスを可能にする解体・分離技術、寿命末期電池への適用手法の確立等
8パルプと紙	紙パのリグニンのバイオリファイナリー活用技術	木材パルプからリグニンを効率的に分離し、化学品やバイオ燃料として活用することを可能にし、深部共晶溶媒を用いることで低温・常圧条件下でのパルプ化と大幅なエネルギー削減を実現する技術。主な技術開発要素は高リグニン溶解度を有する溶媒設計、セルロース・ヘミセルロースとの高選択分離、溶媒リサイクルによる持続可能なパルプ工程の構築等
9パルプと紙	革新的紙パルプ乾燥・脱水技術	繊維精練の低損傷化や革新的な機械脱水、超臨界CO ₂ 乾燥や蒸気環境乾燥、電気浸透による無蒸発水除去等、乾燥工程のエネルギー削減と繊維品質の維持を両立する技術。主な技術開発要素は圧縮精練によるエネルギー効率化、革新的脱水方式の導入、蒸気・CO ₂ ・電気力を用いた新規乾燥技術等
10道路交通	次世代・低コスト蓄電池の要素技術	リチウム空気電池やリチウム硫黄電池に代表される超高エネルギー密度型、マンガニッチ正極やシリコン負極による既存リチウムイオンの改良型、マグネシウム・カルシウム・アルミニウム多価イオン電池やカリウムイオン電池のような資源多様化型、さらにグリッド用途に有望な酸化亜鉛電池などを含む広範な技術群。主な技術開発要素は高エネルギー密度化、安価で豊富な材料利用、固体電解質や水系電解質による安全性向上等
11CO ₂ 回収・輸送	CO ₂ 大規模サプライチェーン構築技術(超臨界CO ₂ 発電技術)	液体DAC、金属酸化物を用いた化学ループによる高効率回収、超臨界CO ₂ サイクルによる高効率発電と回収の統合、さらに船舶による柔軟な長距離CO ₂ 輸送を組み合わせ、脱炭素社会に必要なCO ₂ の回収・輸送・貯留・利用を包括的に実現する技術。主な技術開発要素は超臨界CO ₂ タービンによる発電効率向上、水消費削減、CO ₂ 液化・海上輸送インフラの最適化等
12電源	次世代グリーン水素製造の低コスト化技術(洋上でグリーン水素)	洋上風力発電の電力を用いて海上で直接水電解を行い、製造した水素をパイプラインで陸上に輸送することで、送電ケーブルに比べ低コストかつ高信頼性の水素供給を実現する技術。主な技術開発要素は海水淡水化と電解槽の統合、石油・ガスプラットフォームや人工島を活用した水素製造拠点化技術

選定技術のサマリ (3/3)

技術ショートリストとして17個を選出

Noセクタ	技術名称	技術概要
13電源	圧縮CO2発電	電力を用いてCO ₂ を液化・加圧容器に貯蔵し、放電時に気化・膨張させてタービンを駆動することで発電する技術。主な技術開発要素はCO ₂ の臨界特性を利用した高密度貯蔵、液化・気化サイクルの高効率化等
14電源	海洋エネルギー発電技術	波力・潮流・海洋循環流・海洋温度差発電 (OTEC) や塩分濃度差発電 (ブルーエナジー) に加え、国際水域での大規模洋上再エネ利用を組み合わせ、島嶼・沿岸から国際電力連携までをカバーする技術群。主な技術開発要素は耐久性・低コスト化の実現、高性能膜や熱交換器の開発、国際的電力輸送インフラとの統合等
15バイオ燃料	藻類を原料とするバイオ燃料製造技術	微細藻類やマクロ藻類を原料に、嫌気性消化によるバイオガス生産、水熱液化によるドロップイン型バイオディーゼル生成、脂質抽出後のハイドロトリートメントやエステル交換による再生可能ディーゼル製造を実現する技術。主な技術開発要素は高脂質含有藻類の効率的培養と収穫、湿潤バイオマス処理に適した水熱液化プロセス、脂質抽出と触媒反応の最適化等
16水素	水素・アンモニアクラッキング技術	アンモニアを分解して高純度水素を得るアンモニアクラッキングと、液体有機水素キャリア (LOHC) を用いた水素の化学的貯蔵・放出等の技術。主な技術開発要素は低温・低コスト触媒による高効率アンモニア分解と水素精製、低温脱水素を可能にする改良触媒、エネルギーロス削減と水素回収率向上等
17電源	次世代太陽光 (OPV) の要素技術	有機半導体や色素を光吸収層に用いることで低コスト製造と軽量・柔軟性を実現し、建材やウェアラブルなど多様な用途展開が期待される次世代太陽光技術。主な技術開発要素は高効率有機材料の設計、安定性・耐久性の向上、大面積薄膜成膜プロセスの確立等

革新的要素技術等のインパクト・社会実装障壁のサマリ(1/3)

No	セクタ	技術名称	技術開発要素例	開発実施背景・得られる効果 (インパクト)	社会実装に向けた障壁
1	暖房と冷房	次世代膜冷却・除湿統合システム技術	水蒸気選択透過膜、デシカント液、冷却モジュール	水蒸気選択透過膜・冷却モジュール・デシカント液を組み合わせ、空調時の除湿・冷却を同時に行う高効率ノンフロン空調。従来比で消費熱エネルギーを19%削減し、建築物・データセンター等の空調省エネ・脱フロン化を推進。	膜・液・熱交換を一体で扱える国内企業が少なく、サプライチェーンが分断。ノンフロン基準・安全評価制度が未整備で、長期耐久データも不足
2	熱	高効率蓄熱・熱利用 (熱マネジメント) 技術	潜熱蓄熱材、熱化学蓄熱、吸着式蓄熱システム	吸着・蓄熱・放熱を統合した高効率熱エネルギーマネジメントにより、排熱を再利用。産業・建築分野で熱利用効率の向上・燃料使用量削減を実現。長期的には200℃以上の中高温域の廃熱も対象に拡張可能。	排熱利用に関する制度・排熱率評価指標が未整備。初期CAPEX負担が重く、補助・税制優遇の拡充が必要。
3	暖房と冷房	次世代ヒートポンプ・冷媒技術	音響ヒートポンプ、磁気・圧電冷媒レス制御	音響・磁気・圧電等を利用した無冷媒ヒートポンプにより、熱の電化・フロンレス化を推進。従来の蒸気圧縮式に比べGHG排出42.8MtCO ₂ 削減ポテンシャルを有し、機械構造を簡素化しメンテナンス性も向上。	音波・振動を用いる機器の評価基準・騒音基準が未整備。高温域での出力安定・寿命評価が未確立で量産化に遅れ。
4	暖房と冷房	無冷媒・非蒸気圧縮の次世代冷却技術	磁気・弾性・圧力・電気力ロリック材料	磁場・電場・圧力など外場を利用して冷却を行う「固体カロリック冷却」。従来方式比で20～47%の省エネとフロン排出ゼロを両立。データセンター・精密冷却・水素液化などへの応用も可能。	評価制度が蒸気圧縮前提で未対応。高圧・磁場安全基準・構造規格の制定が必要。
5	横断産業	先進電気加熱・産業高温プロセス電化技術	プラズマ加熱、誘導加熱、抵抗加熱	鉄鋼・セメント・化学等、産業熱起源CO ₂ の約半分を占める高温工程を電化。プラズマ・マイクロ波加熱で最大1500℃を達成し燃料起源CO ₂ を25～50%削減。再エネPPA・地域熱電化との親和性が高く、GX産業移行の中核技術。	初期CAPEX負担が大きく、送電容量や安定稼働への懸念が導入を阻害。高温設備の安全基準や許認可整備が遅れ。
6	横断産業	金属資源リサイクルの低コスト化技術	磁気分離、凍結粉碎、AI解体・選別、超臨界CO ₂ 抽出	磁気分離・焼結・AI選別を組み合わせ、廃棄物から有価金属を低温・低薬剤条件で回収。CO ₂ 排出60～70%削減と同時に再生金属の高純度化を実現し、国内資源循環・レアメタル自立率向上に貢献。	技術は成熟しつつも、製品設計・回収制度との連携が弱く、拡大生産者責任制度の対象外。実証・標準化・法的位置づけが未整備で市場化遅延。

革新的要素技術等のインパクト・社会実装障壁のサマリ(2/3)

No	セクタ	技術名称	技術開発要素例	開発実施背景・得られる効果（インパクト）	社会実装に向けた障壁
7	E-wasteリサイクル	電池の直接リサイクル技術	可逆バインダー電極、再チウム化、マイクロ波分解	電池リサイクルで生じる焼却・溶媒工程を省き、GHG排出を最大70%削減可能。使用済み電池から電極構造を保持したまま再利用することで、資源輸入依存を抑制し、国内循環を強化。Li, Ni, Coなど重要鉱物の消費削減に寄与。	再生材の法的位置づけ（製品/廃棄物）が不明確で国際取引が制約。国内制度が湿式精錬前提で、直接再生プロセスの補助・認証が未整備。
8	パルプと紙	紙パルプのリグニン・バイオリファイナリー活用技術	イオン液体法、オルガノソルブ法、深共晶溶媒法	木材由来リグニンを抽出し、バイオ燃料・高機能素材化。製紙産業を地域バイオマス拠点へ転換。リグニン由来のSAFは化石ジェット燃料比でCO2排出▲70～80%。既存パルプ設備・副生成物流を活用できるため実装性も高い。	抽出溶媒の回収・安全性認証にコスト負担。リグニン品質規格・SAF認証制度が国際的に未統一。投資規模に対して燃料価格差が大きく採算が不透明。
9	パルプと紙	革新的紙パルプ乾燥・脱水技術	可逆バインダー電極、再チウム化、マイクロ波分解	紙パ製造工程のエネルギーの約70%を占める乾燥熱を電化・高効率化。黒液ボイラー依存を減らし、燃料起源CO2を大幅削減（▲8～10MtCO2/年規模）。乾燥電化により黒液を化学原料化でき、紙産業→バイオリファイナリー化の基盤を形成。	設備改修コストと品質リスクが高く、中間TRL帯（5～7）の資金支援制度が脆弱。乾燥技術は省エネ/電化/脱炭素の複合領域で、制度上の支援区分が曖昧。
10	道路交通	次世代・低コスト蓄電池の要素技術	Li-S, Zn-air, Na-ion, 全固体電池	LiBを超える高エネルギー密度（400～500Wh/kg）を目指す次世代電池。Li-S, Zn, Naなど多様な化学系により資源多様化・供給安定性を確保。電動車・航空機向け軽量化・コスト低減（▲30%）に寄与。	日本は安全・高密度化では先進だが量産遅れ。EU・中国は資源代替・製造規模で先行。政策面では量産インフラ投資支援・標準化の不足が課題。
11	CO2回収・輸送	CO2大規模サプライチェーン構築技術	再圧縮タービン、超臨界CO2熱交換器、燃焼制御系	CCS回収CO2を「再利用・蓄電」に活用する新チェーン。超臨界CO2サイクル発電と統合し、脱炭素型火力・蓄電・地域CO2循環を可能に。Hard-to-Abate産業のCO2削減コストを削減し、エネルギー安定供給と両立。	CO2輸送・貯留の法制度が未整備。蓄電・再利用分野ではCCUS法の対象外で補助・税制の適用が限定的。設備安全認証の国際整合も遅れ。
12	電源・水素	次世代グリーン水素製造の低コスト化技術	耐塩PEM電解槽、水素配管、海洋構造基礎	洋上風力と水電解を直結し、塩害耐性電解槽＋海底パイプライン輸送により、国産グリーン水素供給コストを低減（▲30～40%）。電解槽立地制約を解消し、再エネ由来水素の地産地消・港湾供給網を実現。	洋上実証が初期段階でCAPEX大。塩害対応・海底パイプラインの規格・安全基準が未整備。電解設備・輸送設備の制度分断が課題。

革新的要素技術等のインパクト・社会実装障壁のサマリ(3/3)

Noセクタ	技術名称	技術開発要素例	開発実施背景・得られる効果（インパクト）	社会実装に向けた障壁
13 電源	圧縮CO2発電	再圧縮ブレイトンサイクル、超臨界熱交換器、タービン／燃焼器統合制御	高密度・小型タービンで蒸気サイクル比の高効率化と冷却水需要の大幅低減を同時に達成。再エネ熱・産業排熱・ゼロエミ火力まで適用領域が広く、分散型高効率電源としてシステムの柔軟性向上にも寄与。CO2循環（回収→発電→再循環）と組み合わせ、CO2利用型の国内サプライチェーン創出。	長時間連続運転の高温・高圧部材の耐久性データ不足。安全基準・設計標準が未整備で認証に時間。ゼロエミ電源スキーム等需要側制度への接続が未確立。
14 電源	海洋エネルギー発電技術	海洋温度差対応熱交換、潮流タービン、耐腐食・生物付着対策	安定的な海域ポテンシャルを活かし国産ベースロードの一部を補完。洋上風力・港湾インフラと共用し、島嶼・沿岸の系統混雑回避・レジリエンス強化に貢献。資機材・運用の国内産業化（造船・海洋構造物・保守）を牽引。	発電コスト高と海域占用・環境影響評価の許認可が長期化。台風・塩害対応の信頼性実証、長期O&Mの標準化と保険制度整備が不足。
15 バイオ燃料	藻類を原料とするバイオ燃料製造技術	高脂質藻株育種、連続培養・収穫、湿潤前処理・脂質抽出、残渣の素材化	脂質高含有株・CO2固定能を活かし、SAF等ドロップイン燃料として航空・海運の脱炭素を後押し。排熱・CO2・下水等を統合した地域カスケード利用で、エネルギー＋水処理＋資源循環の複合価値を創出。非可食・陸上制約が小さく食料と非競合。	培養コストと収率のブレが大きく、量産化でのCAPEX/OPEXが高止まり。SAF認証・品質規格の調和、CO2・排熱の低コスト供給契約が未整備。
16 水素	水素・アンモニアクラッキング技術	低温・高選択触媒、膜分離併用、熱統合プロセス	水素キャリア（NH3）からオンサイトで高純度H2を供給し、輸送・貯蔵の柔軟性を確保。既設燃焼機器・燃料電池・産業熱への適用で、輸入キャリアの多様化と供給安定を実現。将来は水素パイプライン普及前の橋渡しとして有効。	触媒の耐硫・耐毒性／寿命、起動停止応答の課題。副生成物（N2/未反応NH3等）の安全・環境規制、オンサイト設備の保安・許認可が未整備。
17 電源	次世代太陽光（OPV等）の要素技術	高効率有機薄膜、バリア膜、ロールtoロール印刷	軽量・フレキシブルで建材・衣料・インフラ面への大面積実装が容易。低照度下でも発電し、都市分散電源×省施工でBIPV/IoT電源に波及。国内材料・印刷プロセスの新サプライチェーン形成が期待。	耐久・耐候性（湿熱）と長期信頼性の規格整備が途上。出力・寿命のばらつきが大きく、BIPVの建築基準・保安への適合やリサイクル設計が未整備。

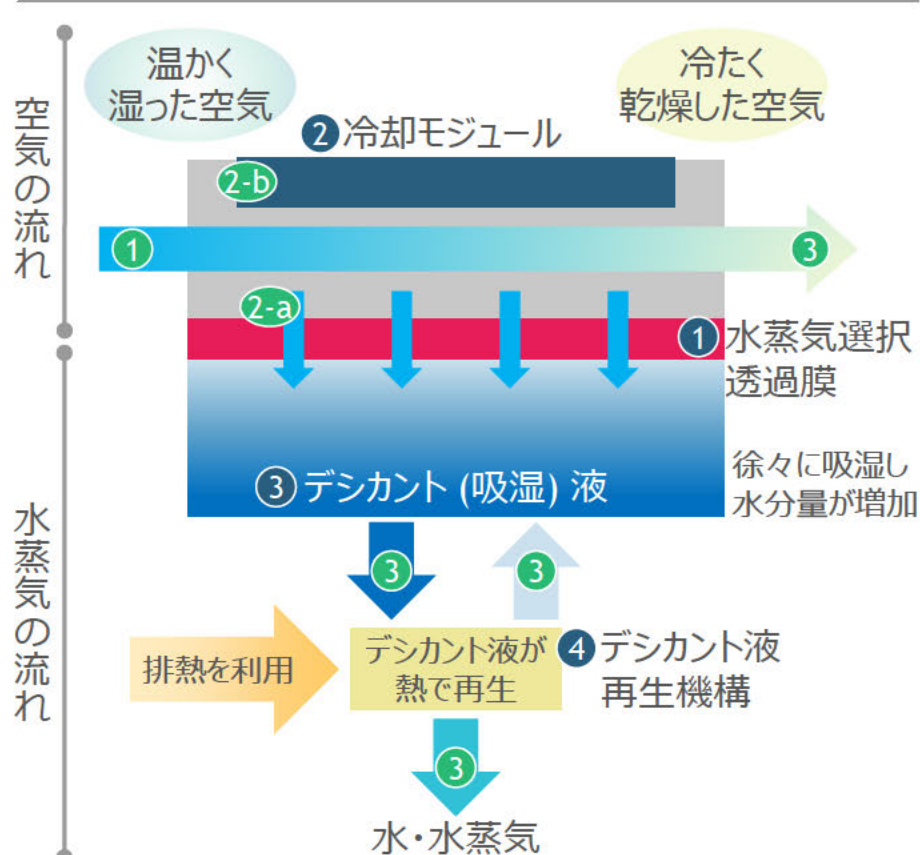
業務①-b/c:革新的要素技術等の インパクト評価・社会実装検証

技術概要・技術課題_次世代膜冷却・除湿統合システム技術

本技術は水蒸気選択透過膜を用いて水分の分離・除湿、空気の冷却を同時に行う技術
既存の手法と異なり、除湿に追加の熱エネルギーを利用しない点が特徴

システム全体の概要

イメージ図 (ZEB建設・データセンター・商業施設・住宅など)



- ① 吸入 大気中の温かく湿った空気を吸入し、選択透過膜、冷却モジュールに接続させる
- ②-a 除湿 流入した空気から水蒸気のみが透過膜を通過し、空気と水を分離
透過先を真空チャンバーとする方法も存在
既存技術と異なり、室温付近で除湿が可能
- ②-b 冷却 冷却モジュールで空気を冷却
潜熱負荷を分離し、冷却エネルギーを大幅削減
冷媒不使用のノンフロン構造
- ③ 再生・排気 透過側では工業排熱などの低温熱源でデシカント液から水を排出。
また、冷却した空気・再生時に出た水蒸気を外部に排出

適用される技術の概要

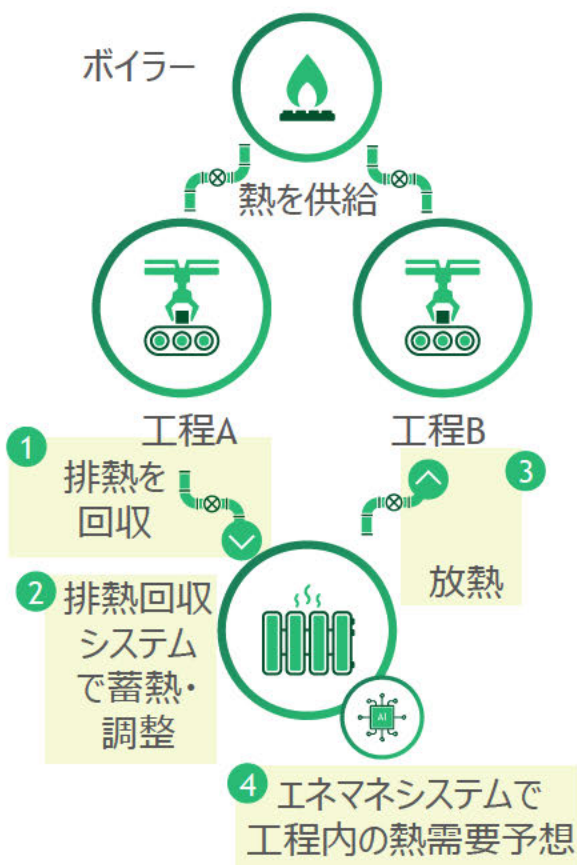
種類	概要
① 水蒸気選択透過膜	空気とデシカント液を隔離し、水蒸気だけを通す高選択膜 (PEBA/GO複合等) 空気側から親水性選択層、多孔質支持層、保護層の三層構造が主流
② 冷却モジュール	蒸発冷却面と膜を一体化し、空気温度のみを制御 既存手法と異なり、冷却モジュールを露点まで冷却する必要がなく節電可能 フロン冷媒を使用せず、GHG排出も大幅に削減可能
③ デシカント液	LiCl/CaCl ₂ 等の吸湿液が膜透過水蒸気を吸収、循環使用 化学的除湿で高温条件にも安定 衛生的でメンテナンス向上
④ デシカント液再生機構	ソーラーパネルの熱・工業排熱・ビル排熱などを用いて、デシカント液を低温熱 (50~70°C) で濃縮再生 この際に出る水・水蒸気は工業用水、加湿等の他工程に応用することも可能

技術概要・技術課題_高効率蓄熱・熱利用 (熱マネジメント) 技術

本技術は排熱回収から放熱までを需給バランスを見つつ最適化していく技術
主に3つの技術要素があり対応温度と保持時間で異なる

システム全体の概要

イメージ図(工場内部)



概要

- 排熱回収**
産業工程の排ガス・復水・溶剤再生熱などの低～中温熱(-80~160度)を回収
- 蓄熱/温度調整**
空調などは低温5~60度、工工程中温は100-200度、工程高温は120-500度へ調整
- 放熱**
温度調整した熱を需要側熱交換器へ受け渡し
- エネマネ**
“いつ回収・いつ蓄える・いつ放すか”と熱源機・ポンプ・バルブ群を同時最適化

適用される技術の概要

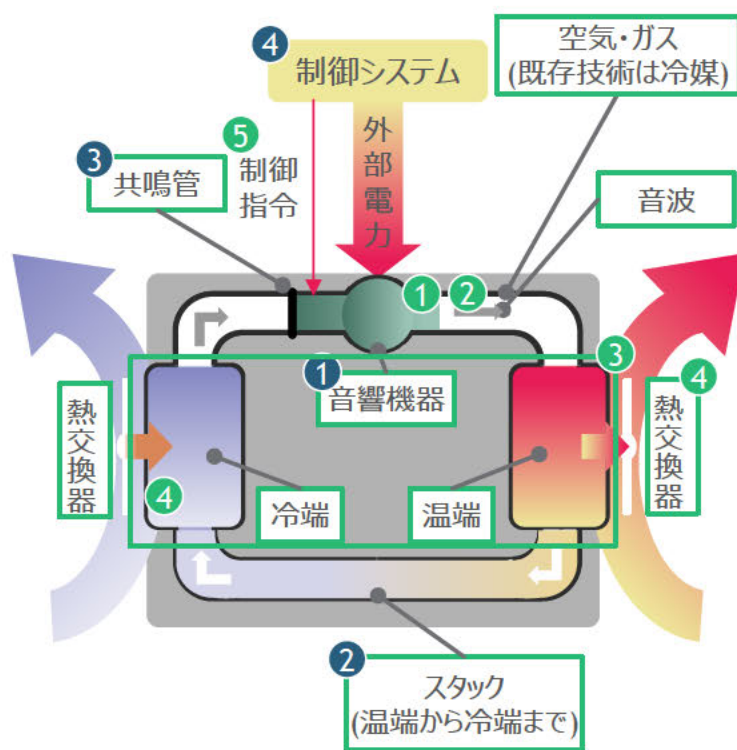
種類	概要	対応温度	
		蓄熱	放熱
熱化学蓄熱 (TCM)	可逆反応(例: $\text{Ca(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$)の吸熱・発熱で熱を貯蔵・放出する方式。高エネルギー密度・季節単位の長期保持が可能で、数百°Cの高温熱を扱えるが、反応速度等が課題	600-400	600度
潜熱蓄熱	材料の融解・凝固に伴う潜熱を利用して一定温度で蓄熱・放熱する方式。5-500°Cの幅広いPCM(相変化材料、水和物・パラフィン・合金・熔融塩)があり、高効率で数日単位での熱利用が可能	300-80 500-50	500-100 500-50
吸着吸収 TES	吸着材(ゼオライト等)や吸収材(LiBr水溶液等)に蒸気・冷媒を取り込み、脱着時の吸発熱を活用する方式。40-100°C程度の低～中温熱を数週単位の長時間貯蔵でき冷暖房・給湯応用可能	100-40	100-40

技術概要・技術課題_次世代ヒートポンプ・冷媒技術

音響型ヒートポンプが音波を用いて、無冷媒での加熱・冷却システムを実現
次世代冷媒は可燃性・GWP・冷凍性能 等がトレードオフであり研究段階に留まる

システム全体の概要

音響式ヒートポンプ



概要

- 音波発生** 電力を入力して音響ドライバ(スピーカーやピストン)を駆動し、管内に数百～数千Hzの高周波圧力波を発生
- 共鳴形成** 圧力波が管内を往復し、長さと同波数が一致すると共鳴が発生。音波の強弱で気体が押し引きされ、周期的に高温・低温が並ぶ分布が発生
- 温度勾配生成** 共鳴領域内のスタックで気体が往復振動、圧縮加熱・膨張冷却を繰り返す。スタック表面との位相差が、持続的な温端・冷端の温度差を形成
- 熱交換** スタック両端に設置した熱交換器が、温端で外部媒体へ放熱し、冷端で外部から吸熱
- 制御安定化** 温度や負荷変動による共鳴状態のずれを、圧力・音波・温度を監視。センサとAI制御で周波数や振幅を自動補正し安定性を維持

音響式HPに適用される技術の概要

種類

概要

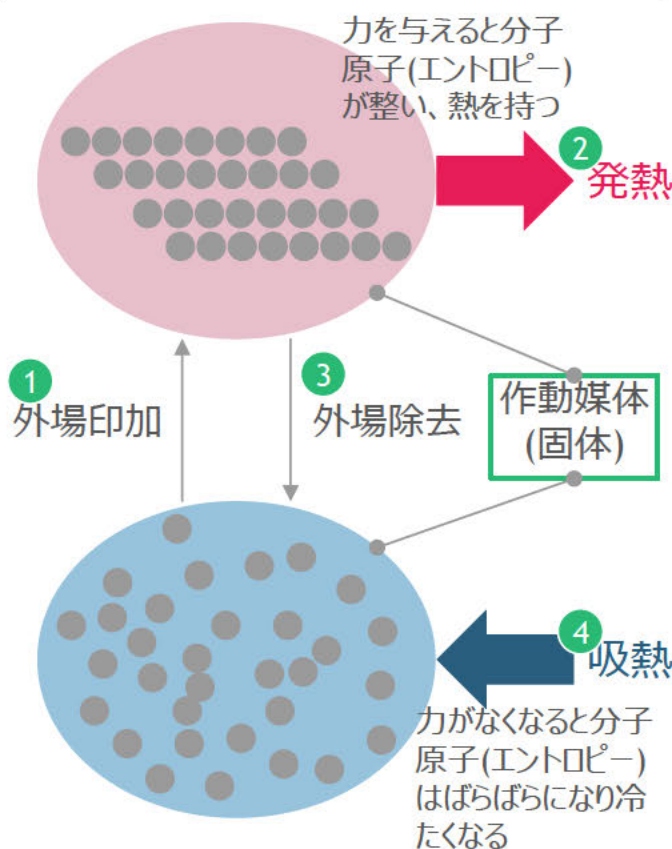
- 音響機器** 電力を音圧振動に変換して高周波圧力波を生成する駆動源。非接触駆動により摩擦と潤滑損失を排除し高効率を実現。高出力運転での振動子冷却・変位安定・長寿命化設計が未確立で、耐久信頼性の確保が実装課題
- スタック** セラミック、ステンレス・銅やグラファイトフォームで構成される多孔体構造。気体振動で熱授受を行い固体表面との位相差で温度差を形成。熱伝導・剛性・空孔径を両立する複合多孔材設計が未成熟で、高性能スタック材開発が課題
- 共鳴管** 音波を反射・増幅し定在波や進行波を形成する共鳴構造。管長・断面・材質を最適化して音圧分布を安定化。大型化で音響減衰と構造振動が増大するため、共鳴効率とスケールビリティを両立する設計指針の確立が課題
- 制御システム** 圧力・位相・温度をマイクロ秒単位で監視し入力を補正する高応答制御系。音波がkHz帯で変動し熱・構造が非線形に連成するため通常制御が破綻。高速演算とAI予測で共鳴を維持しつつ安全遮断を両立する制御体系の確立が課題

技術概要・技術課題_無冷媒・非蒸気圧縮の次世代冷却技術

特定の物質に適切な外場 (磁場・電場・応力・圧力) がかけると温度上昇、外場が消えると温度低下する性質を用いて、無冷媒で加熱・冷却を行う仕組み

システム全体の概要 ● 作業媒体内部の原子や分子、スピン等のエントロピー

イメージ図



概要

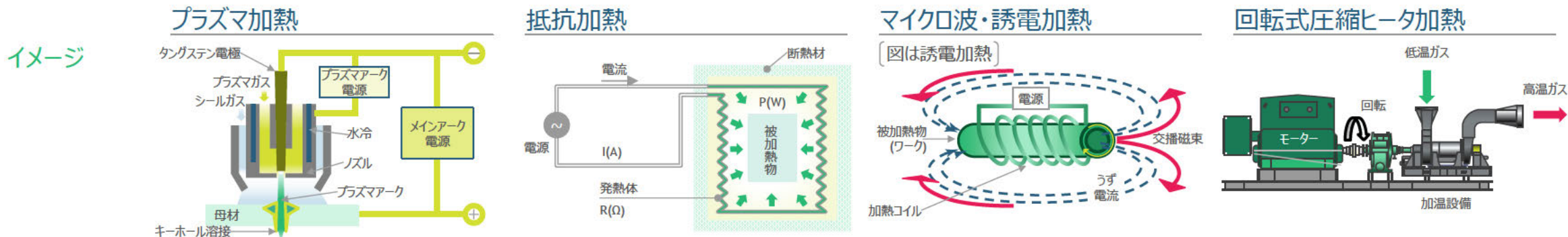
- 1 外場印加** 磁場・電場・機械的な応力・圧力などの外場を材料に加えると、内部の原子や分子の並び方が変化して整う。この状態変化によって材料の温度が上がり、熱を出す準備が整う段階
- 2 発熱** 外場をかけたまま、温まった材料が周囲へ熱を放出する。材料はまだ整った状態にあり、装置の一方(高温側)で熱が外に流れ出すプロセス(熱は熱交換器が外部へ運び出す)
- 3 外場除去** 磁場・電場・応力・圧力などの外場を取り除くと、内部の整った状態が元に戻り、材料の温度が下がる。これにより、装置のもう一方(低温側)が冷たくなる段階
- 4 吸熱** 冷たくなった材料が、周囲の空気や水などから熱を吸い取る。これが実際に冷却が行われるプロセスで、この後再び外場を加えることでサイクルが繰り返される

適用される技術の概要

種類	概要
① 磁気カロリック効果	磁場で電子スピンの向きを整列・解除し、発熱と冷却を繰り返す固体冷却機構。作動媒体のGd合金やLa(Fe,Si) ₁₃ 系合金は常温域で高効率を示し、冷媒不要・静音が利点。希土類磁石の高コストや磁場制御部の重量、繰返しでの温度変化減衰が実用化の障壁
② 電気カロリック効果	強誘電体に電場を印加・除去し、分極の変化に伴って温度が上下する現象。作動媒体のBaTiO ₃ やPVDF系は小型・応答性に優れ、電子機器や精密冷却への応用が有望。高電界が必要で絶縁破壊リスクが高く、発生熱量が小さい点が課題
③ 弾性カロリック効果	形状記憶合金に応力を加えて結晶構造を変化させ、変態の際に発熱・吸熱を行う仕組み。作動媒体のNiTi系は温度変化が大きく冷却性能に優れるが、繰返し負荷での疲労破壊や駆動機構の消費電力が問題。応力制御の最適化と材料寿命向上が実装への課題
④ 圧力カロリック効果	結晶に静水圧を加減して分子配列を変化させ、熱を出し入れする方式。作動媒体のプラスチック結晶やプルシアンブルー類似体は高い温度変化を示し、冷媒レスの次世代候補。だが数百MPa級の高圧が必要で装置の安全設計が難しく、材料の繰返し劣化も課題

技術概要・技術課題_先進電気加熱・産業高温プロセス電化技術

当該技術は現状特定産業にすでに実装されているが、高温熱の電化に際し導入する産業・工程の拡大が必要であり、高温化や大容量化などの技術開発要素が存在



発熱原理

電極と材料間にプラズマアーク(高温熱)を発生させ、その超高温エネルギーで金属を溶融・接合

導電性の物体に電流を流した際に、その物体の電気抵抗によって発生する熱を利用

コイルに電流を流し、磁束を発生させ非加熱物の電気抵抗により渦電流が発生しワークが発熱

注入ガスを回転動翼で超音速化し、静止した羽根にぶつけ減速する際の衝撃波・摩擦によりガスの運動エネルギーを熱へ変換

用途例 (現状→将来)

自動車、機械、金属の溶接・切断・表面溶射	セメントや化学の高温工程、ガラス大面積加工	ガラス・非鉄溶解、セラミックス焼成	セメントのプレヒータ、直接通電連続加熱	セラミックス焼成/焼結、粉体/食品/木材乾燥	既存工程の省エネ化 金属・化学還元工程	乾燥・予熱(低～中温)、自己熱再生系装置	セメントのプレヒータ、化学・食品の大面積乾燥
----------------------	-----------------------	-------------------	---------------------	------------------------	------------------------	----------------------	------------------------

技術要件の変化

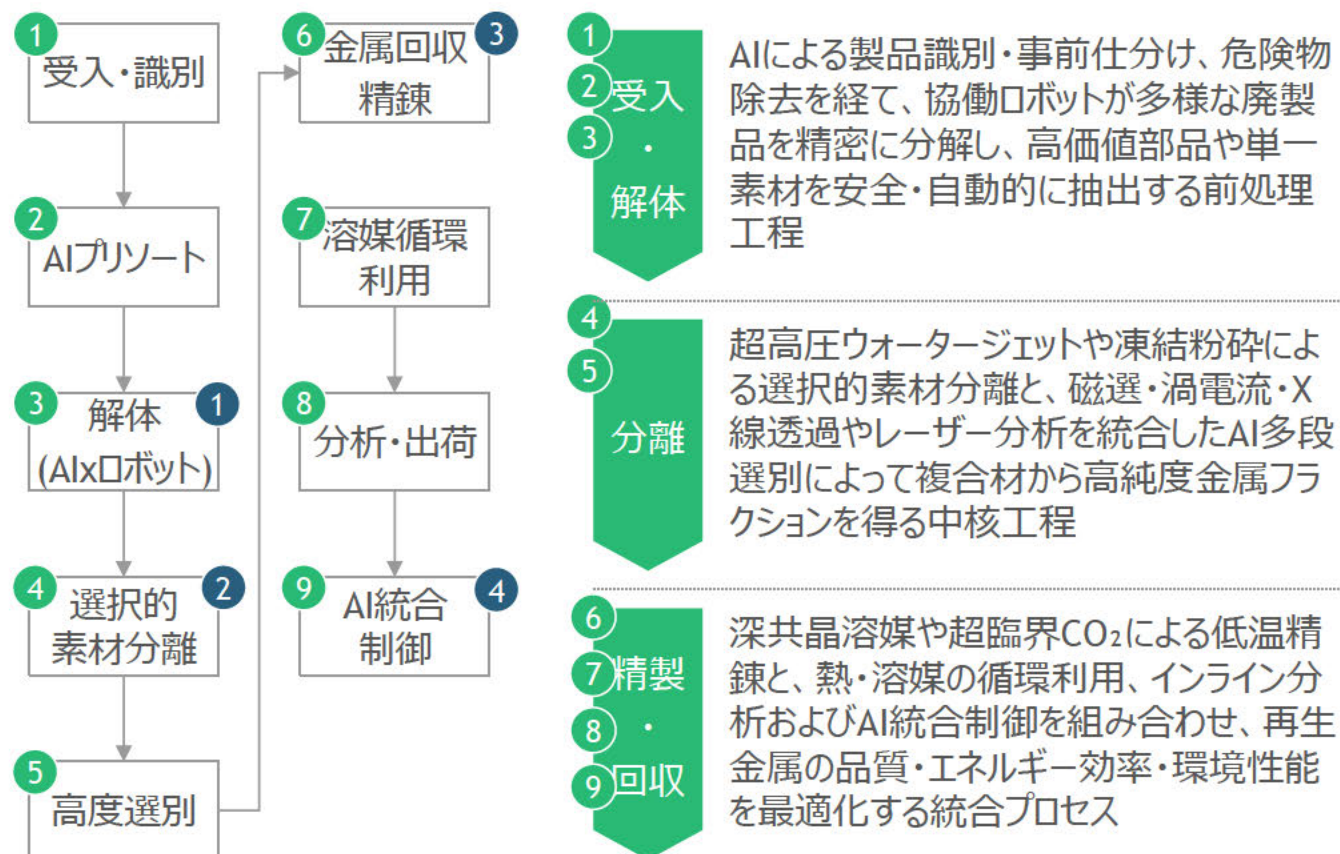
温度	出力	時間	寿命
3,000~10,000度を点加熱	数kW~数十kW/基	1~10秒/作業	電極寿命 100~300h
1,000~2,000度を面加熱	数MW級×複数基	24h連続運転	電極寿命 >2,000h
600~1,500度	数十kW~数百kW/炉	連続運転	ヒータ寿命 ~2,000h
1,200~1,700度	数十kW~数百kW/炉	連続運転	ヒータ寿命 ~8,000h
100~1,000度	1~100kW/装置	連続運転	真空管寿命 ~1万時間
800~1,500度	100~1,000kW/装置	同左	同左
100~400度	~200kW/台	連続運転	軸受け信頼性 90%寿命
400~1,700度	1~2MW/台	同左	同左

Note: 信頼性寿命とは、同一条件で多数部品を雲梯させたときに疲労乖離などの故障をしない割合 Source: BCG分析

技術概要・技術課題_金属資源リサイクルの低コスト化技術

人手・薬剤・エネルギーなどの消費をAIや新手法を用いることで最小化し、低環境負荷かつ低コストなりサイクルを実現

システム全体の概要



Source: BCG分析

適用される技術の概要

種類	概要
1 AI×ロボット協働解体	AIが製品構造を認識しロボットが自律的に分解する省人・高安全型の前処理技術。作業効率と部品回収精度を大幅に向上可能。 製品形状の個体差への学習汎化が困難
2 ウォータージェット／凍結粉碎	薬剤を用いず界面ごとに接合材を破断し異種素材を選択的分離する環境調和型技術。粉じんや薬液処理コストを削減可能。現状は連続処理化と 素材ごとの最適条件制御が困難
3 深共晶溶媒(DES)/超臨界CO ₂ 抽出	低温・低薬剤条件で金属を選択的に溶出・抽出する技術。エネルギー消費と廃液を大幅削減できる利点があるが、 各金属に対応する溶媒の開発・純度や析出効率の高い条件設定が未熟
4 AI統合制御	全工程データを統合しエネルギー・歩留まり・CO ₂ 排出を同時最適化する自律制御技術。運転効率と環境性能を同時に向上しうる一方、 装置間共通のデータFmt標準が未設定、より高速な連携・制御の実現に課題が存在

技術概要・技術課題_電池の直接リサイクル技術

電極構造を保持したまま活物質を選択的に分離・修復し、低エネルギーで再生利用する構造保持型リサイクル技術

システム全体の概要

解体	① 安全化・解体	使用済み電池を放電やガス抜きなどで安全化したうえで、モジュール・セルを手動またはロボットで分解し、正極・負極シートや外装などを個別に分離
	② バインダー除去・電極剥離	溶媒法(NMP・DMC)や誘導加熱・マイクロ波を用いてPVDFバインダーを分解し、可逆バインダー設計を含めて活物質層を集電体箔から非破壊的に剥離
分離	③ 粉体分離・選別	剥離後の混合粉をフロス浮選、比重・静電選別、AI画像+化学分析などで正極・負極や化学系(NMC/LFP等)ごとに分類
	④ 再リチウム化・アップグレード	劣化した活物質に熱処理や薬液処理でリチウム成分を再注入し、結晶構造を修復して容量を回復させるとともに、必要に応じて成分比を調整する工程
精製・再生	⑤ 表面修復・再造粒	再生した粉体の表面に酸化物被膜や有機被膜形成などの保護層を施して化学的安定性を高め、噴霧乾燥によって粒径と密度を制御、スラリー化・電極化を行う粒子再構成工程
	⑥ セル化・性能評価	再生材を用いてパウチ・円筒セルを組立て、サイクル試験や容量回復率評価を実施し、性能・安全性を確認して品質認証を行う最終工程

適用される技術の概要

種類	概要
② 誘導加熱・マイクロ波分解	金属箔を選択加熱し接着層を分解して活物質を非破壊回収する技術。省エネで高純度回収が可能だが、 異材・電極への均一加熱制御と連続処理系確立が課題
② 可逆バインダー電極 ¹	水や温度で可逆的に剥離できる接着剤を用いリサイクル容易性を高める設計技術。解体簡略化の利点があるが、 密着強度と可逆性を両立する分子設計が課題
③ フロス浮選	泡沫中で粉体の濡れ性差を利用し正極・負極を選択分離する物理選鉱技術。薬剤削減と高純度分離に優れるが、 複合材への表面制御と自動選別精度が課題
④ 再Li化(低劣化活物質にリチウムを再注入し結晶構造を修復・再生する低温再生技術。低エネルギーで性能回復可能だが、 反応均一化と連続スケール化が課題)	

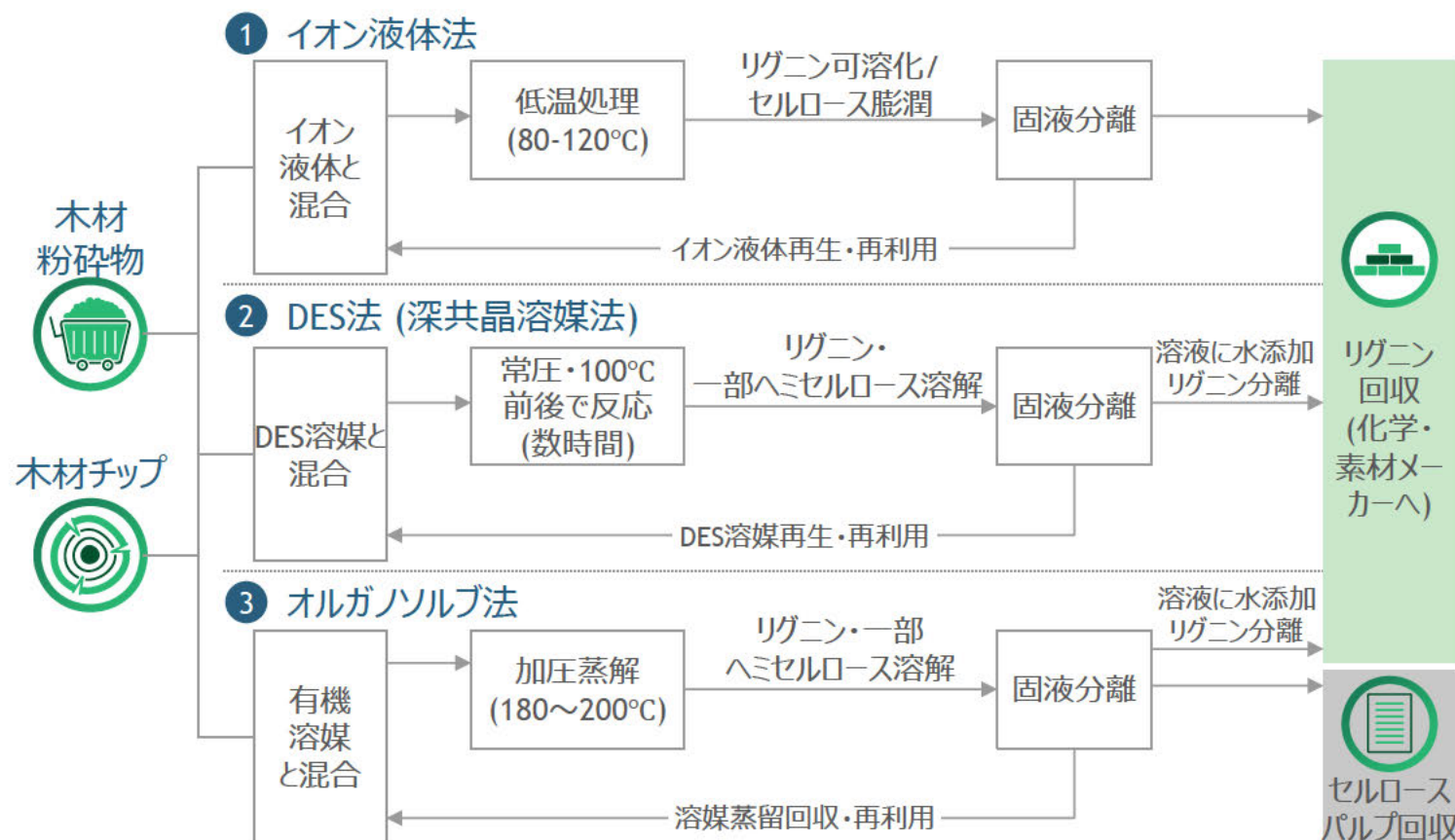
1. 可逆バインダー電極は「水や温度変化で接着がゆるむ」性質を持たせ、溶媒や高温を使わず短時間で剥離可能にする。研究開発上は「製造技術」でありながら、リサイクル連携型製造要素技術のため対象へ

技術概要・技術課題_ 紙パのリグニンのバイオリファイナリー活用技術

本技術は木材チップを原料として木材由来のリグニンを獲得する技術

新技術は主に3つのリグニン抽出手法があり、使用する溶媒やコスト、環境影響が異なる

システム全体の概要



適用される技術の概要

種類	概要
1 イオン液体法	常温液体の塩(例:EMIM,OAc)で木質を溶解。 低温常圧で高純度リグニンを得られ 、溶媒設計もパターンが豊富。獲得するリグニンは高純度・構造保持・分子量制御可能なため高機能材料(樹脂・電極)向けに有望だが、 溶媒が高価で再生コストが課題
2 DES法(深共晶溶媒法)	コリン塩化物+有機酸など低毒・安価な溶媒を用い、 100°C常圧で高効率脱リグニンを実現可能 。獲得するリグニンは高純度・非硫黄・構造保全良好なため樹脂・炭素材・バイオ化学品向けに有望。 非揮発・省エネ・環境安全性に優れ、欧州で盛んに実証中だが、腐食性、高粘度な点が課題
3 オルガノソルブ法	エタノールや酢酸などの既に大規模プラントで用いられる 有機溶媒で高温蒸解しリグニンを抽出できる 点が特徴。獲得したリグニンは無硫黄・低分子・官能基が多い特徴から、樹脂・化学品用途に適している。再利用可能だが揮発性が高く、溶媒回収コストがかかることと 可燃性が高いため、防爆対応が必須な点が課題

技術概要・技術課題_先進革新的紙パルプ乾燥・脱水技術

水分除去に伴う潜熱損失と繊維損傷を最小化するため蒸発過程を機械的・電気的・流体的手法で代替・高効率化する技術

	圧縮精練 (図はインパルス乾燥)	電気浸透脱水 (EOD)	超臨界CO ₂ 乾燥	加熱蒸気環境乾燥
イメージ				
乾燥原理	蒸発前に機械圧と熱を加えて絞ると同時に部分蒸発させる方式。乾燥用蒸気の必要量が減り、黒液燃焼量減少/乾燥以外に熱を利用可能 <ul style="list-style-type: none"> 「インパルス乾燥」では二本の高温ロールで挟んで一瞬加圧し、紙中の水を急速に蒸発圧出 「コンデベルト乾燥」では、上下ベルトで紙を挟み、片面加熱・片面冷却で熱を与え圧密乾燥 	固体 (繊維・紙スラッジ 等) の内部水分を、電場によるイオン移動で駆動して陰極側に引き出す方式 <ul style="list-style-type: none"> 加熱せず直流電圧 (数十V) により自由水を電気的に移動・排出 <ul style="list-style-type: none"> 熱的乾燥ではなく、脱水工程の延長に位置づく 蒸気を用いないため、黒液燃焼量を減少、黒液の化学利用転換を促進 	超臨界CO ₂ の低表面張力・高拡散性を利用して水を抽出する手法 <ul style="list-style-type: none"> 減圧時にCO₂が気化し、水分を同時に除去。蒸発界面を通らず、繊維損傷や収縮が生じにくい 本方式は蒸気不要なため黒液ボイラーからの熱供給を根本的に不要化 熱需要が激減するため、黒液の化学利用転換を促進 	空気の代わりに200℃以上の "乾いた蒸気" を循環させ、紙や繊維から水を素早く蒸発させる方法 <ul style="list-style-type: none"> 酸素を排除した系のため酸化・変色を防ぐことが可能 乾燥時に出た蒸気、黒液を燃焼させて出るボイラーからの蒸気自体を熱を逃さず循環させて乾燥することで熱効率を最大化
適応される技術の概要	高温短時間加熱・通気性圧縮材 <ul style="list-style-type: none"> 加圧乾燥時に、紙内部に急激な蒸気圧が生じ、剥離や焦げが発生 熱を均一に伝えながら逃げ道を確保できるプレス構造/表面材が未完成 要素技術のTRLは7~8、統合するとTRL5~6、汎用化が課題 	多段連続電極モジュール <ul style="list-style-type: none"> 現行のEODは静止汚泥向けだが紙向けの高速連続脱水に未対応 電流の均一化・排水経路・電極接触の制御が未確立で、通電・排水・搬送の連続モジュール設計が最大の課題 要素技術のTRLは8~9、統合するとTRL3~4 	高圧対応シール/CO ₂ 耐性素材 <ul style="list-style-type: none"> 現状はバッチ式で、染色では商用化も、紙での高圧CO₂中での通紙・シール・循環制御技術が未確立 入口・出口の圧力シール構造とCO₂再循環の連続化が最大の課題 要素技術のTRLは6~7、統合するとTRL2~3 	高均一蒸気ノズルと気密チャンバー <ul style="list-style-type: none"> 高速搬送時の蒸気流動・熱伝達・張力を安定させるが未成熟 水蒸気と蒸発した水分が混合し、密度変化するため蒸気圧や温度分布が変動し、温度ムラから結露、結露から品質ムラが生じる 要素技術のTRLは7~8、統合するとTRL5~6

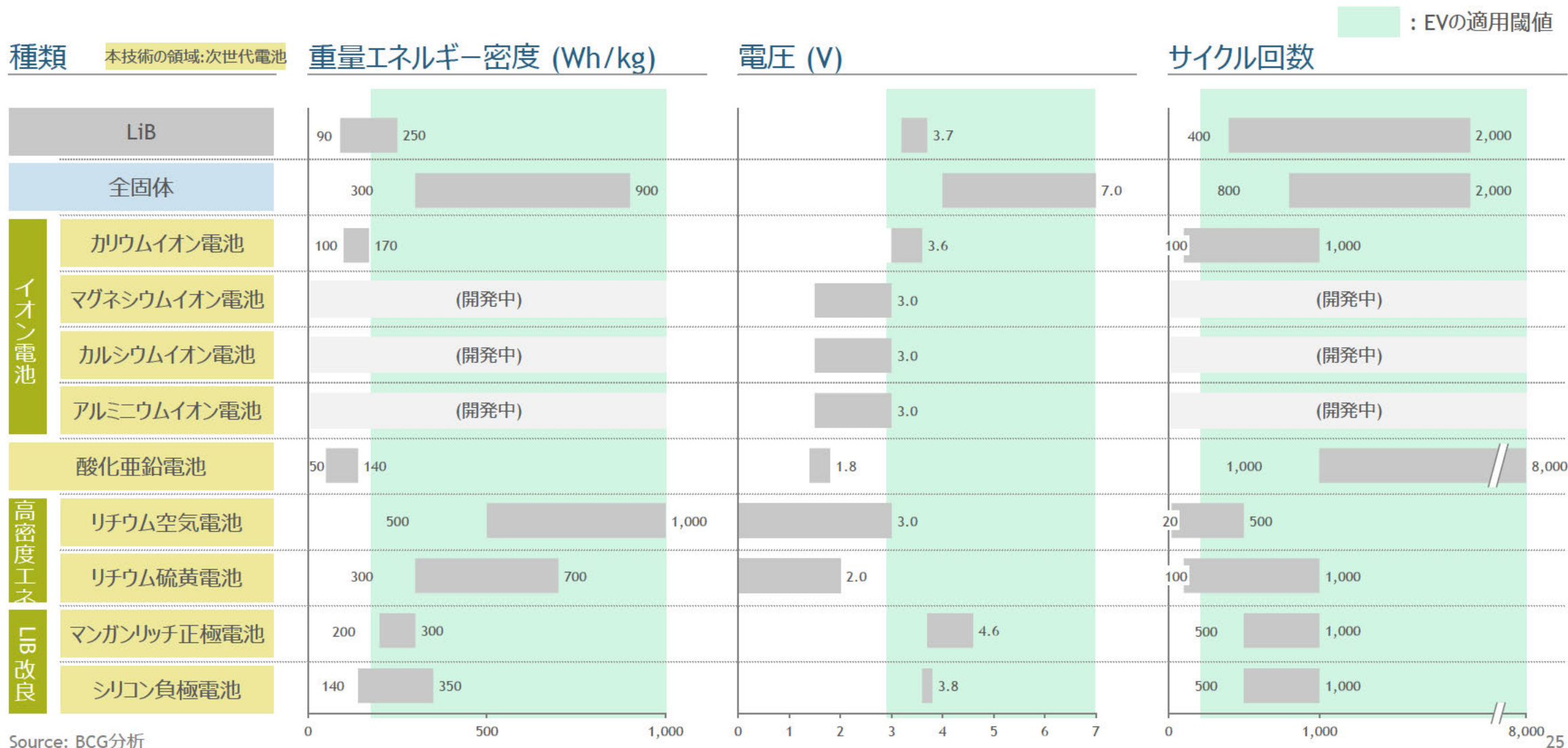
技術概要・技術課題 (1/2) 次世代・低コスト蓄電池の要素技術

LiB改良品はTRLも高く既存LiBのコスト低減に資する技術
TRLが中～低技術は脱レアメタル資源に資する技術が多い

TRL	電池の種類	概要	用途			主要コンポーネント素材				
			車載	定置	民生	正極材	負極材	電解液	セパレータ	
3	イオン電池	カリウムイオン電池	資源代替・低コストで“そこそこの”性能。LiB工程と親和。比エネはLiBより低め	✓	✓	—	プルシアブルー	ハードカーボン	KPF ₆ 系カーボネート	LiB同等
		マグネシウムイオン電池	資源多様化・高安全・潜在的高容量。可逆析出の電解液、正極の高電圧化、腐食/不動態膜に課題	(現在開発中)			酸化物	Mg金属	非水・水系	耐腐食系
		カルシウムイオン電池					酸化物	Ca金属	新規塩系	(開発中)
		アルミニウムイオン電池					多孔質炭素	Al金属	イオン液体(クロコ系)	(開発中)
	酸化亜鉛電池	水系で不燃・ドライルーム不要・バイポーラで大型化容易という強みあり	—	✓	—	MnO ₂	Zn金属	水系	多孔膜/繊維・水系対応	
超高エネルギー密度型	リチウム空気電池	理論比エネが最高クラスで軽量化ポテンシャルが高い	✓	—	—	多孔質炭素/触媒を持つ酸素極	Li金属	有機/固体/水系	多孔膜+O ₂ 管理系	
	リチウム硫黄電池	高比エネ×低コスト。特に硫黄は豊富なため資源面で有利	✓	—	—	硫黄/多孔質炭素	Li金属	有機	シャトル抑制コート	
6	リチウムイオンの改良型	マンガンリッチ正極電池	LiBのエネルギー密度を上げつつコスト低減が狙い。既存ライン流用可能	✓	✓	—	Li-rich Mn	黒鉛	カーボネート	LiB同等
		シリコン負極電池	既存LiBの比エネ+10~40%向上が狙い。既存ライン流用可能	✓	—	✓	LiB同等	Si-グラファイト複合	LiB同等	LiB同等

技術概要・技術課題 (2/2) 次世代・低コスト蓄電池の要素技術

次世代電池はR&Dの最中のため今後性能が向上する可能性が高いが、今時点でもLiBの性能を上回る電池も存在

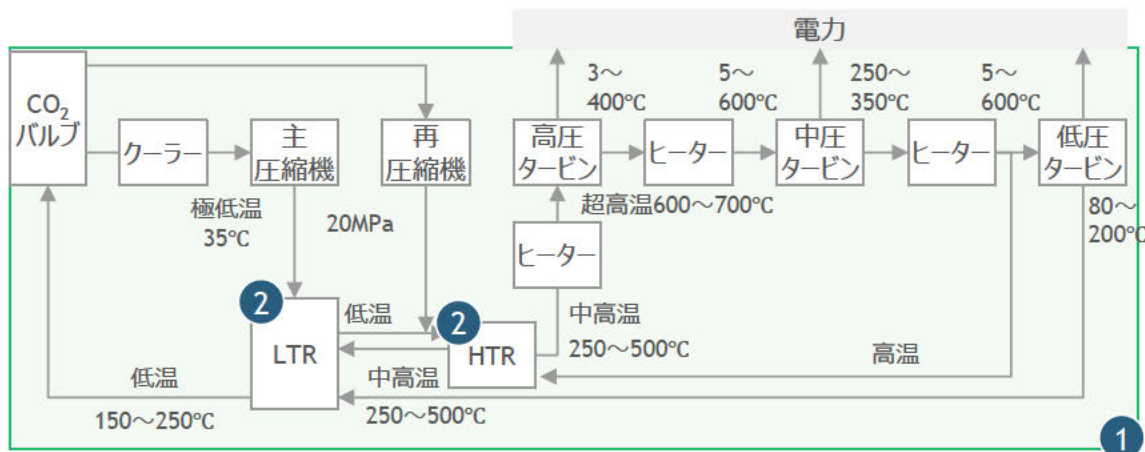


技術概要・技術課題_CO2大規模サプライチェーン構築技術

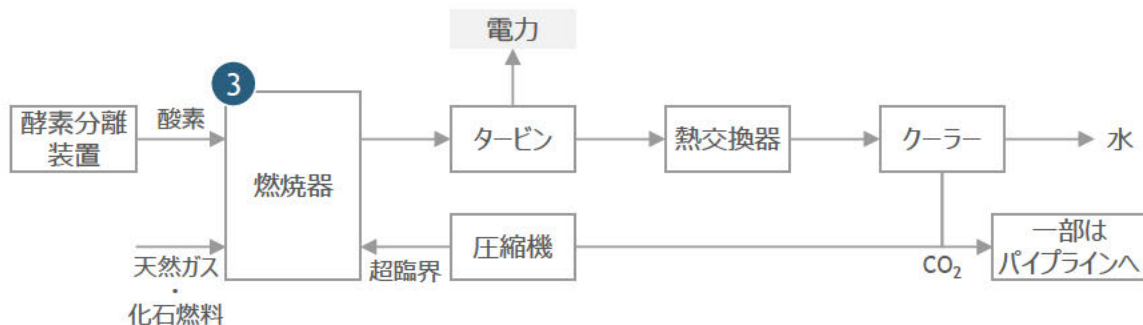
超臨界CO₂を媒介に、高温熱の段階的利用と循環統合を通じて発電効率と炭素処理を両立する次世代熱機関構築技術（水蒸気（蒸気タービン）ではなく、超臨界CO₂を回してタービンを回す。CO₂は高密度で圧縮に要する仕事が多く、機器を小型化しやすい。さらに、燃焼・熱回収とCO₂回収を一体で設計し、高効率と高回収率を同時に狙う）

システム全体の概要

再熱機構付再圧縮システム(回収熱を段階的に使い切る設計がポイント)



Allam型直接燃焼システム(回収しやすい形でCO₂を出すのがポイント)



Source: BCG分析

概要

- 複数段タービン膨張と段間再熱を組み合わせた閉サイクル手法
- 膨張工程の中間で再加熱を行い、各タービン段の平均膨張温度を引き上げ、単位熱量あたりの発電出力を増加することが可能
- 圧縮後の超臨界CO₂と排気CO₂の温度差を段階的に整え、熱交換の有効度を高め、外部熱源からの供給エネルギーを最小限に抑える設計

両技術は蒸気ランキンサイクルに比べて冷却水需要を下げやすく外部からの補給水を抑え得る特徴を有する

- 燃料と酸素を高圧下で直接燃焼、生成したCO₂と水蒸気をそのまま作動流体とする半閉ループサイクル
- 排気から水分を除去し、高純度CO₂のまま再循環
- 純酸素燃焼によるNO_xの排出ゼロ+排出ガス全量の再利用を前提としたゼロエミッション設計

適用される技術の概要

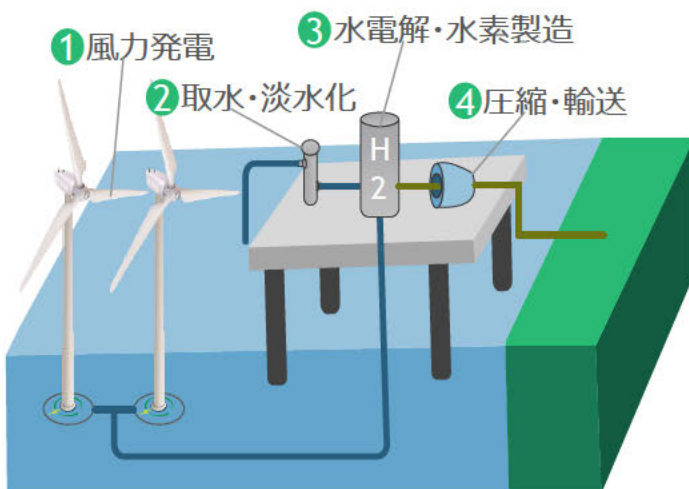
種類	概要
① 統合プラント制御	<ul style="list-style-type: none"> • 高温高圧CO₂系の圧力・温度・流量を安定化する多段制御機構 • 異なる条件を持つ各タービン段、熱交換器、CO₂バルブ制御による流量調整の協調制御ロジックが未確立
② 大規模熱交換器(LTR, HTR)	<ul style="list-style-type: none"> • 圧縮後CO₂とタービン排気との高効率熱再生を実現する高温・高圧・大熱通過型の大規模熱交換器 • 数百MWth規模での流量分布制御、熱応力耐久、連続稼働時の清掃、製造・検査性に関する手法が未確立
③ 燃焼器統合型・CO ₂ 再生機構	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料・酸素・循環CO₂の3種の異なる流体を予・加熱する複雑性の高い構造 • 高温高圧条件での燃焼に耐えうる素材かつ、ガス混合時の圧力差耐久性・耐腐食・温度勾配に起因する材料疲労に対する対策が不可欠もラボレベルの実証に留まる • 制御複雑性を含む大型統合設計の実機実証は未達成²⁶

技術概要・技術課題_次世代グリーン水素製造の低コスト化技術

本技術は洋上風力の余剰電力を活用し、洋上でグリーン水素を製造し、海底パイプラインで輸送する技術だが、電解槽の塩害対策とパイプライン素材・設計に開発余地あり

システム全体の概要

イメージ図



概要

- ① **風力発電**
浮体式洋上風力で再生エネルギー発電
- ② **取水/淡水化**
海水を取水しRO(逆浸透膜)で淡水化。純水を作るためにRO膜に圧力をかけてNaを除去。ポンプで圧力を得るために電力を所内使用
- ③ **水電解/水素製造**
PEM、Alkaline、AEM、SOEC等の方式を用いて淡水化した水を電解し水素製造
- ④ **圧縮/輸送**
水素を圧縮機で5MPaGへ昇圧しパイプライン(ガス圧力80~100kpa)を用いて、陸上に輸送

適用される技術の概要と課題

課題

- ③ **塩害による機械摩耗や膜のナトリウム目詰まりが発生**
陸上の場合には通常年1回のメンテでよいが、それ以上のメンテが必要となる可能性
浮体式洋上風力のため沖合までのメンテコストはOPEXに大きなインパクトをもたらす
- ④ **ガスパイプへの水素混送はすでに実証が進むも水素100%は未実施であり、パイプ素材・設計が未知数**
また海底敷設となるため、最適・安全な圧力の設計も現状不透明

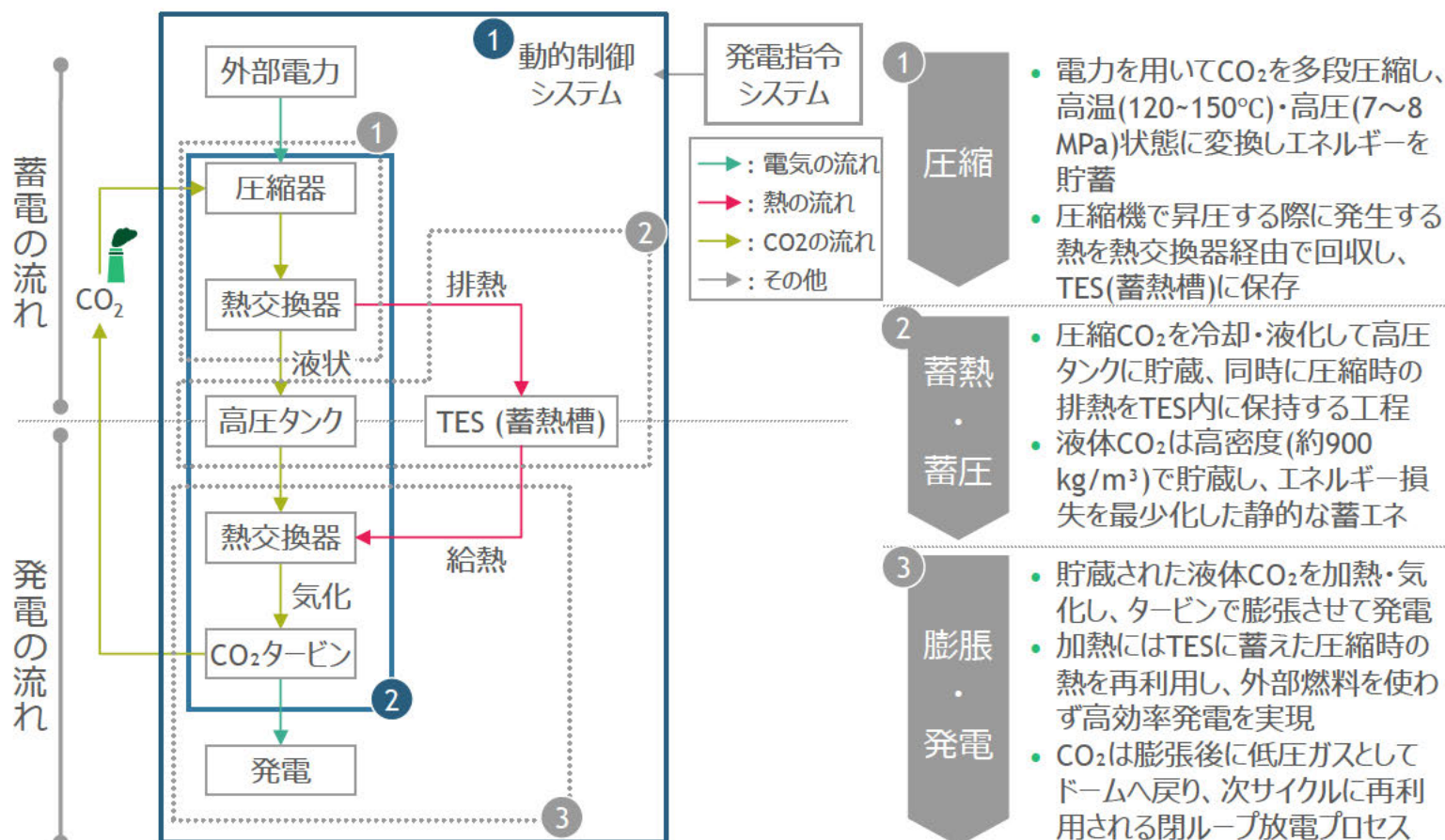
開発方針

- Na耐性の高いPEM材料開発
 - ・ スルホン基構造の改質、フッ素系高耐性膜材料など
- 膜のナノ構造設計によるイオン選択性の高度化
 - ・ Na⁺など特定イオンの膜内蓄積を防ぐ
- 塩分が蓄積しにくい疎水性・撥塩性表面のナノ構造形成
- 水素脆化耐性を持つ特殊鋼材の開発・最適化
 - ・ ニッケル合金、オーステナイト系ステンレス、高マンガン鋼
- FRP・CFRP・ポリマー複合材を活用した非金属パイプラインの開発
- 水素拡散を抑制する多層構造(内層ポリマーコーティング、外層金属強化など)のパイプ設計技術

技術概要・技術課題_圧縮CO₂発電

電力を用いてCO₂を圧縮・液化し、蓄えた圧力と熱を再利用して発電する高効率・長期間運用可能な閉ループ蓄電システム

システム全体の概要



適用される技術の概要

種類	概要
① 動的制御システム	圧縮・蓄熱・膨張を統合制御し熱圧安定を保つ中枢機関。多点センサ信号に基づく流量・温度制御を実施。圧縮・蓄熱・膨張を切り替えながら運転する際、CO ₂ の圧力・温度・流量が相互に干渉し、制御信号に対する応答が過渡的に不安定化することが最大の課題。現状では一部の制御を手動で実施し対応している場合も存在
② 材料・シール・潤滑技術	CO ₂ に触れる箇所すべての漏洩防止と摩耗低減、腐食防止を担う封止要素。Ni合金・フッ素樹脂・合成油による耐CO ₂ 素材を使用。立上げ初期で潤滑油とCO ₂ の混合による泡立ち、シール材の微膨張、高温部の腐食・炭酸化皮膜不安定が実装への課題

Source: BCG分析

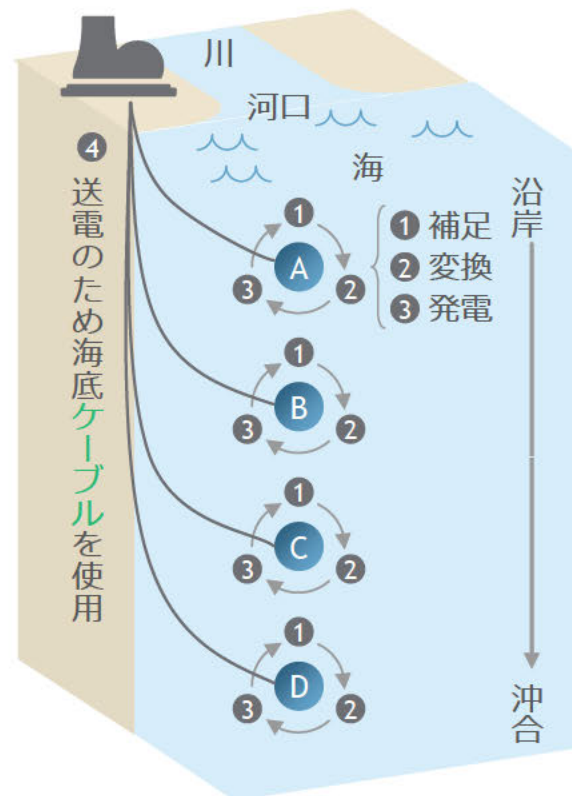
Note: CO₂タービンはCO₂条件下での長時間駆動の実証がなされていないが、タービン自体の開発は完了しTRLは6~7と推定される

技術概要・技術課題_海洋エネルギー発電技術

海洋エネルギーは捕捉するエネルギー源の賦存海域に伴い設置場所が異なる
設備利用率が90%と高いものも多く天候などの不確実性要素に左右されにくい

システム全体の概要

イメージ図



Source: BCG分析

概要

- ① **捕捉**
海洋の表層から深層 (水深1,000m) の温度差、塩分濃度、海流速度や引力を用いて海洋エネルギーを捕捉。
- ② **変換**
捕捉した自然エネルギーを用いて機械的な運動を起こし「回転」や「圧力」に変換。
- ③ **発電**
タービン等の発電機を用いて機械的エネルギーを電気に変換。
- ④ **送電**
海底ケーブルを用いて電力を海から陸へ送電。電力網に接続。

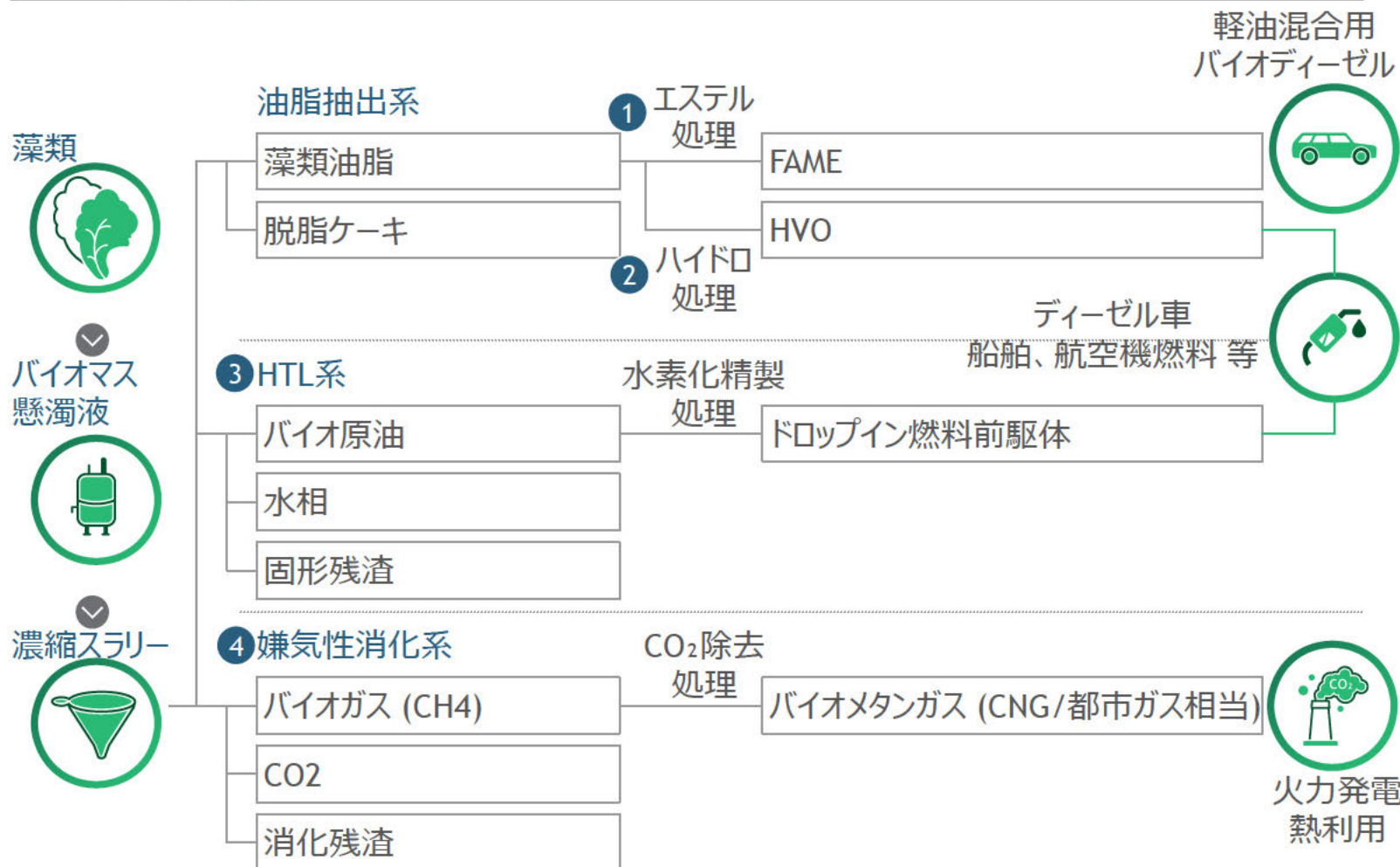
適用される技術の概要

種類	概要	設備利用率(%)
A 塩分濃度差発電	淡水 (塩分0%) と海水 (塩分約3.5%、35g/L) の浸透圧差を利用して発電する方式。	90
C 海流発電	幅100km以上、水深100~500mにわたって毎秒0.5~2.0 m/sの速さで流れる黒潮などを利用して、水中タービンを回転させて発電する方式。	80
D 海洋温度差発電	表層 (25~30℃) と深層 (5℃、水深600~1,000m) の約20℃の温度差を利用してフロンやアンモニアなどの低沸点の作動流体を使用し、海水を蒸発させタービンを回し発電する方式。	90
B 波力発電	高さ1~3メートル程度の波の力で浮体や室内の空気を動かし、タービンを回して発電する方式。	40
B 潮流発電	月や太陽の引力で生じる流速1~5m/sの潮の流れを水中タービンが受けて回転して発電する方式。	36

技術概要・技術課題_藻類を原料とするバイオ燃料製造技術

本技術は藻類を原料としてバイオ燃料を獲得する技術
おもに4つの燃料抽出手法があり、それぞれ獲得できる燃料の形態が異なる

システム全体の概要



適用される技術の概要

種類	概要
① 油脂抽出系 (エステル系)	濃縮藻類スラリーから有機溶媒または超臨界CO ₂ で油脂を効率的に抽出し、メタノール+触媒下で脂肪酸メチルエステル (バイオディーゼル/FAME) を合成
② 油脂抽出系 (ハイドロ系)	抽出した藻類油脂を高圧水素 (50-100 bar) + NiMo触媒で脱酸素・飽和化し、100%ドロップイン可能な高品質再生可能ディーゼル/SAF (HVO) を生成
③ HTL系	含水80-95%の湿潤藻類スラリーを乾燥工程を経ずに250-350°C・10-20 MPaの過熱水環境で熱化学分解し、ドロップイン前駆体バイオ原油、水相栄養塩リサイクル液、固形残渣を獲得
④ 嫌気性消化系	脱水・酵素または加熱前処理した藻類残渣を30-55 °Cのメタン発酵リアクターで分解し、バイオメタン (CNG/都市ガス相当)および肥料・飼料原料になる消化スラグを生成

技術概要・技術課題_水素・アンモニアクラッキング技術

両技術ともに触媒の低コスト化・長寿命化などのCAPEX削減技術に加えて反応熱のマネジメントやコスト削減などOPEX削減に資する技術を開発

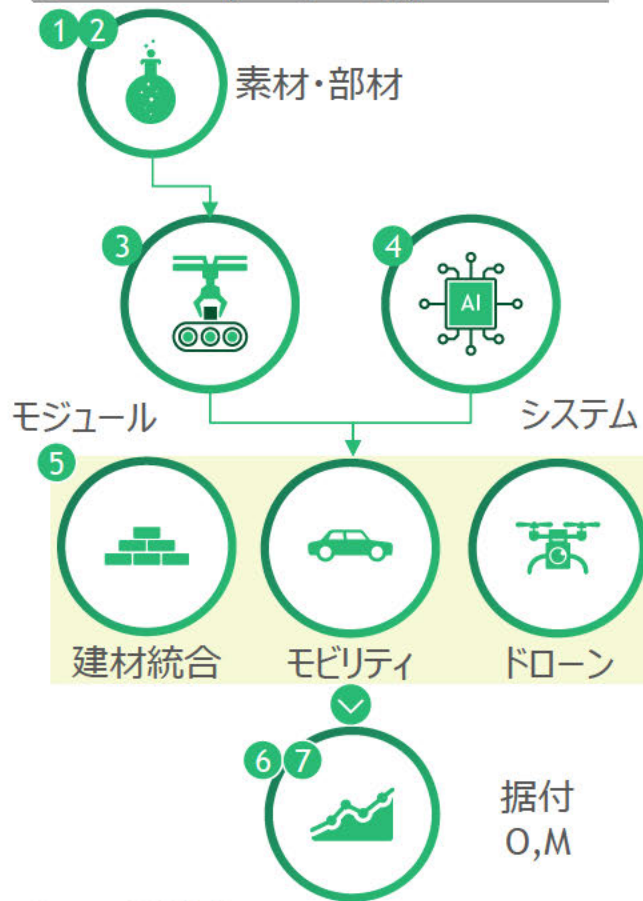
システム全体の概要		開発される技術の概要		システム全体の概要		開発される技術の概要	
アンモニアクラッキング		種類	概要	LOHC	種類	概要	
1 気化・加熱 2 クラッキング 3 未反応物除去 4 水素精製	液体NH ₃ を気化し、反応温度(~400-650°C)まで昇温する予熱工程	2 触媒(低温・高活性、被毒耐性・長寿命)	<ul style="list-style-type: none"> 二系統の触媒の研究が主流(低温高活性触媒(Ni, Co, Fe系)) 高温耐性・被毒耐性、劣化の抑制機能を持つ長寿命金属不使用触媒(Mo₂N, VN, WC系) 	1 気化・加熱	液体MCH(常温液体)を気化・昇温し、脱水素反応温度(250~350°C)に到達させる	2 触媒(低温・高活性、長寿命、再生可能)	<ul style="list-style-type: none"> 反応温度低減と長期安定化のため、PtにSn・Re・CeO₂を添加した合金・複合酸化物触媒が開発され、担体(Al₂O₃, CeO₂, ZrO₂)改良によりコークス生成を抑制。 Ni・Mo系など非貴金属触媒を用いた低コスト化も加速 炭素堆積による活性低下、触媒劣化機構が未確立で、触媒の長寿命化・再利用性の確保が課題
	NH ₃ をRu触媒を用い分解し、水素と窒素を生成する工程。反応は吸熱性で、熱供給が必要	2 ATR(オートサーマル改質)	<ul style="list-style-type: none"> NH₃を部分酸化し自己発熱で分解、外部加熱を不要化 小型化・高応答化に有効だが、酸素比制御の精密化・NO_x生成抑制・局所過熱防止が未確立 	2 脱水素反応	Pt系触媒上でMCHを脱水素し、水素を生成。反応は吸熱性で、熱供給が必要	2 膜反応器(MBR)構成	<ul style="list-style-type: none"> 反応とH₂分離を同時化して化学平衡をシフトし、低温でも高転化 PdやC膜の耐久・接合信頼性向上と触媒一体化が開発課題
	クラッキングで生じた未分解NH ₃ やNO _x を除去し、精製後の残渣とならないように処理する工程	2 膜反応器(MBR)構成	<ul style="list-style-type: none"> 反応とH₂分離を同時化して科学的平衡をシフトすることで、低温でも高転化を実現 Pd-V膜の耐久・接合信頼性向上と触媒一体化が開発課題 	3 未反応物除去	生成ガスから冷却・凝縮によって液体成分(トルエン・未反応MCH)とガス相(H ₂ +VOC微量)を分離	5 キャリア損耗・副反応抑制	<ul style="list-style-type: none"> 脱水素過程で生じる重縮合反応を抑制し、キャリア劣化を低減 温度制御や酸素微量添加、選択触媒設計が提案段階、副生成物の反応経路や抑制メカニズムが未解明
	N ₂ ・残留NH ₃ を分離し、高純度H ₂ を得る	2 電熱・マイクロ波・プラズマ分解	<ul style="list-style-type: none"> 電力加熱により高応答・局所加熱・低温分解を可能とする新手法 局所過熱が可能のため小型化などに寄与するが、放電制御、誘電体設計、エネルギー効率化が焦点 	4 水素精製	H ₂ から活性炭吸着、炭素膜などを用いてVOC(トルエン・MCH蒸気)を除去し、燃料電池規格H ₂ を得る	1 反応熱マネジメント	<ul style="list-style-type: none"> 吸熱反応の熱需要をトルエン冷却熱や外部排熱と統合する熱再循環設計 実プラント規模での動的熱制御・熱伝導シミュレーション精度が未確立
	1 反応熱マネジメント	<ul style="list-style-type: none"> 吸熱反応時に必要な熱を排熱から補い、気化・予熱段との再循環で熱的な反応効率向上 高温熱交換設計と動的熱制御手法が未確立 	5 トルエン回収	脱水素で生成したトルエンを再水素化側に返送し、MCHに戻して再利用	2 ジメントシステム		

技術概要・技術課題_次世代太陽光 (OPV) の要素技術

本技術は有機半導体を用い、軽量性・曲げ性・用途拡張性に優れた次世代発電技術電池を構成する複数の層のうち、特に3層がOPV固有の技術

システム全体の概要

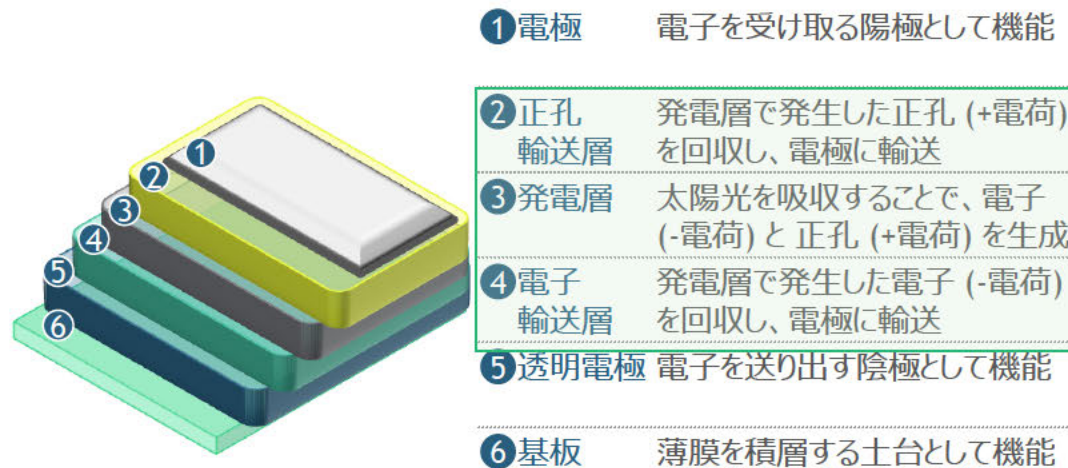
イメージ図 (工場内部)



概要

- 1 **素材** Y6系有機半導体やAgナノワイヤ電極、柔軟PET基板などの材料を設計・選定
- 2 **部材** PEDOT:PSSやATO/PEI電子選択層を低温印刷で成膜し、従来型には難しい柔軟性を実現
- 3 **モジュール** ロール・ツー・ロール印刷設計で大面積モジュールを低コストで製造可能
- 4 **システム** BIPVやIoT機器向けに電源管理ICや蓄電素子と組み合わせ最適化
- 5 **アプリケーション** 建材一体化 (窓・ファサード)、車体貼着、ドローン翼面にも発電膜として応用可能
- 6 **据付** 曲面壁面や可撓支持体にも貼着可能、設置場所の制約を緩和
- 7 **O,M** 長時間運転下でも効率低下を抑制する可能性。曲面や可動構造への設置自由度が高い

適用される技術の概要



OPVで開発している技術の概要

- 2 **正孔輸送層** PEDOT:PSS を用いる。ロール to ロール加工に適した水性インク化が可能のため選択。結果として均一薄膜化・大量生産性向上が実現
- 3 **発電層** 鉛の含まれないポリマードナー + 非フルーレン受容体 (例: Y6 系) 混合BHJを用いる。材料設計の自由度と薄膜化耐性が高く、結果として材料使用量を抑え、軽量化・透明化応用が可能
- 4 **電子輸送層** ZnO (またはドーパド ZnO/量子ドット型酸化物) を用いる。高電子移動度と透明性、低温処理性を備えた素材であり、化学反応による劣化リスクが小さく、電子抽出ロス抑制と性能安定化を実現

業務①-d:技術レベルマップ

業務1-d (技術レベルマップ) の実施アプローチと論点

産業関連マップのなかに今回の革新的技術と既存21PJを時期別にプロット
その後革新的技術が実装することで得られるインパクトを産業内外別に分析



「エネルギーをつくる」「モノをつくる」「つかう」「すてる」のサプライチェーンごとにどのような産業が紐づくか？
産業のなかの具体的なプロセス・技術はどのようなものがあるか？

既存の21PJはどのようにプロットされるか？
● 産業のなかのどの具体的なマテリアル・工程プロセスのGX化に寄与しているのか？

今回抽出した革新技术はいつ社会実装するか？
今回抽出した革新技术はどのようにプロットされるか？
● 産業のなかのどの具体的なマテリアル・工程プロセスのGX化に寄与しているのか？

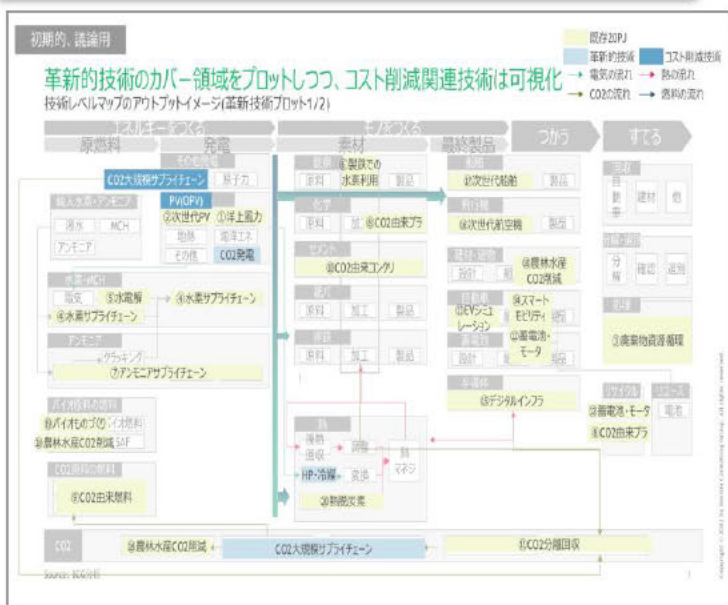
革新技术導入により、産業内外でどのようなインパクトをもたらすか？
● 産業内の例: 21PJのカーボン外領域をどう埋めているのか？
● 産業間の例: マテリアルフローの円滑性へ寄与しているのか？



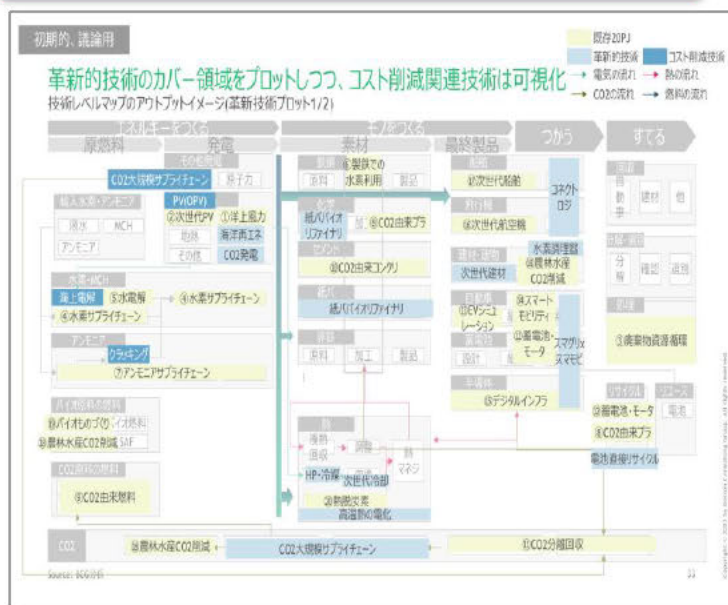
技術レベルマップのアウトプットイメージ (時間軸の考え方)

MAP全体でどの技術がいつ実装されていき、どう関連していくのかの推移を可視化

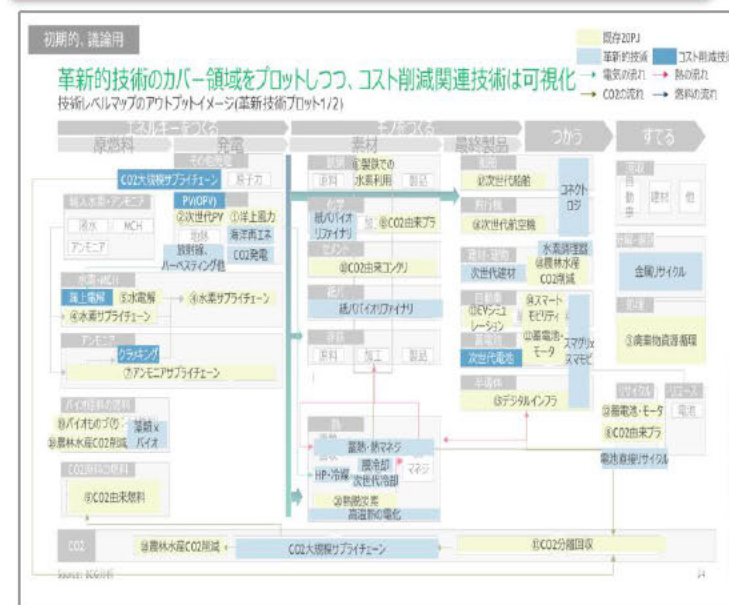
短期(現在TRL6の技術が実装)



中期(現在TRL5の技術が実装)



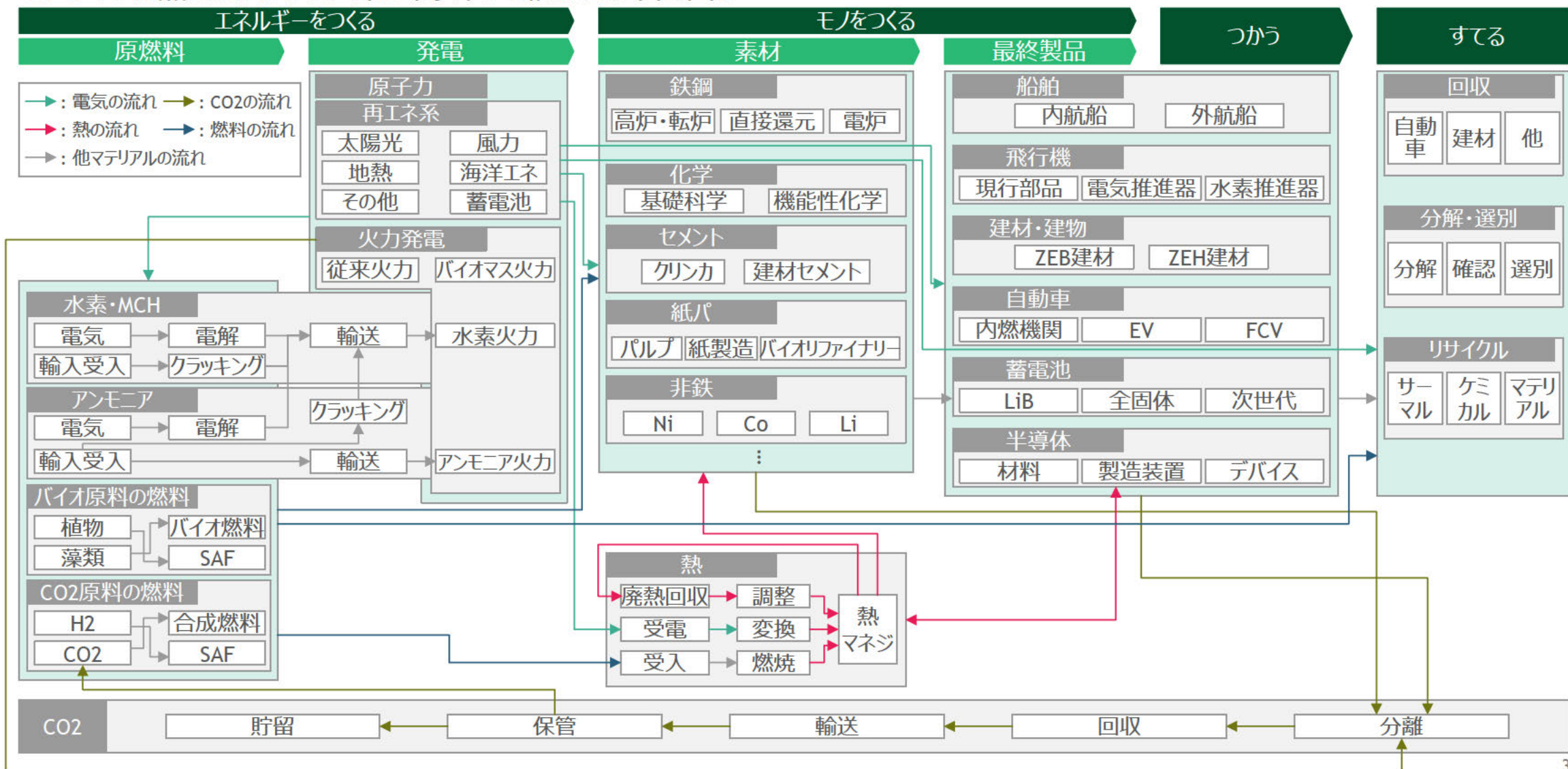
長期(現在TRL4-3の技術が実装)



TRL6=短期、5=中期、4-3=長期的な時間軸で実装すると想定
革新技术がどのような時間軸で実装されていくのかを視覚的に可視化

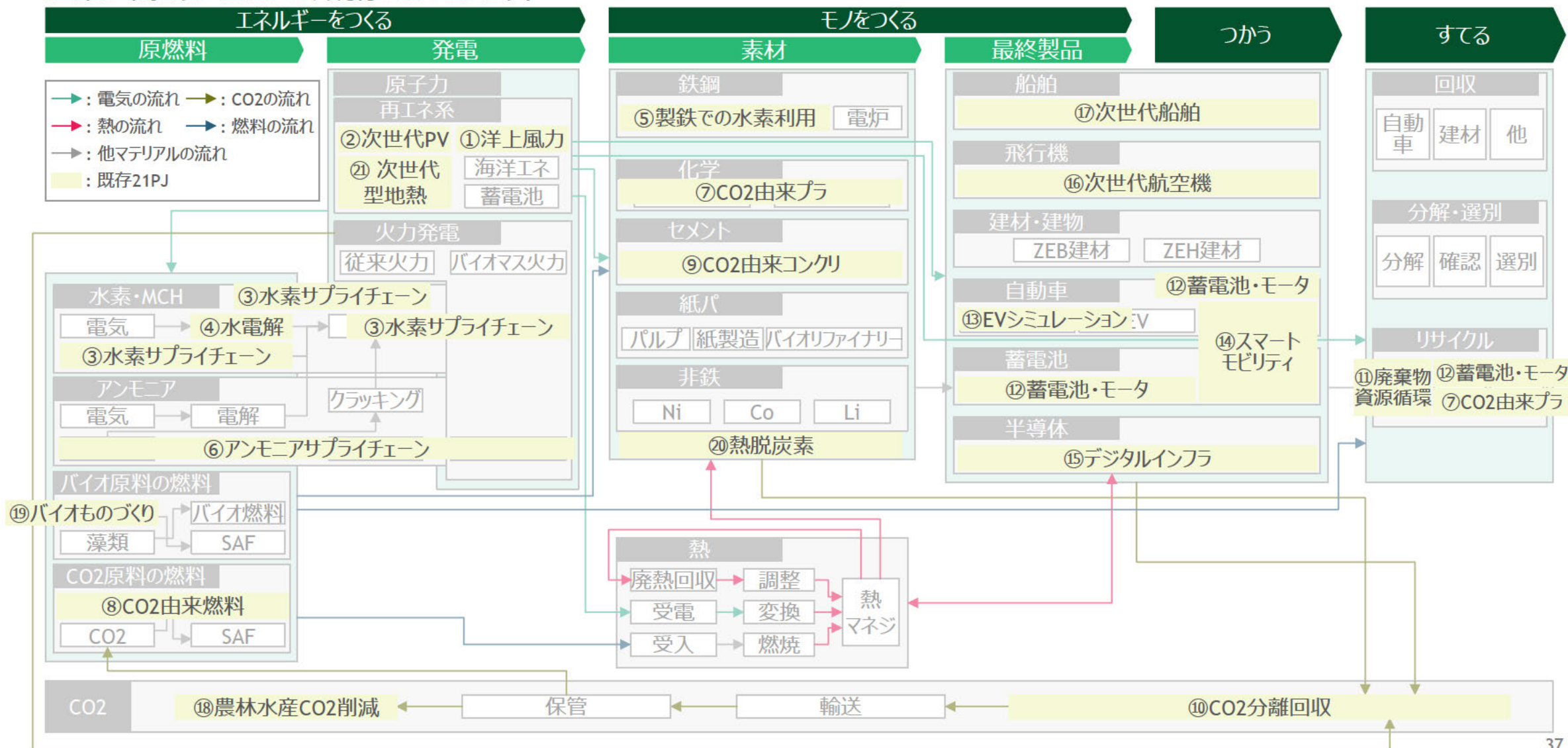
技術レベルマップの下敷きとなる産業連関マップ

GI基金の有無にかかわらず産業連関マップを網羅的に書き出し



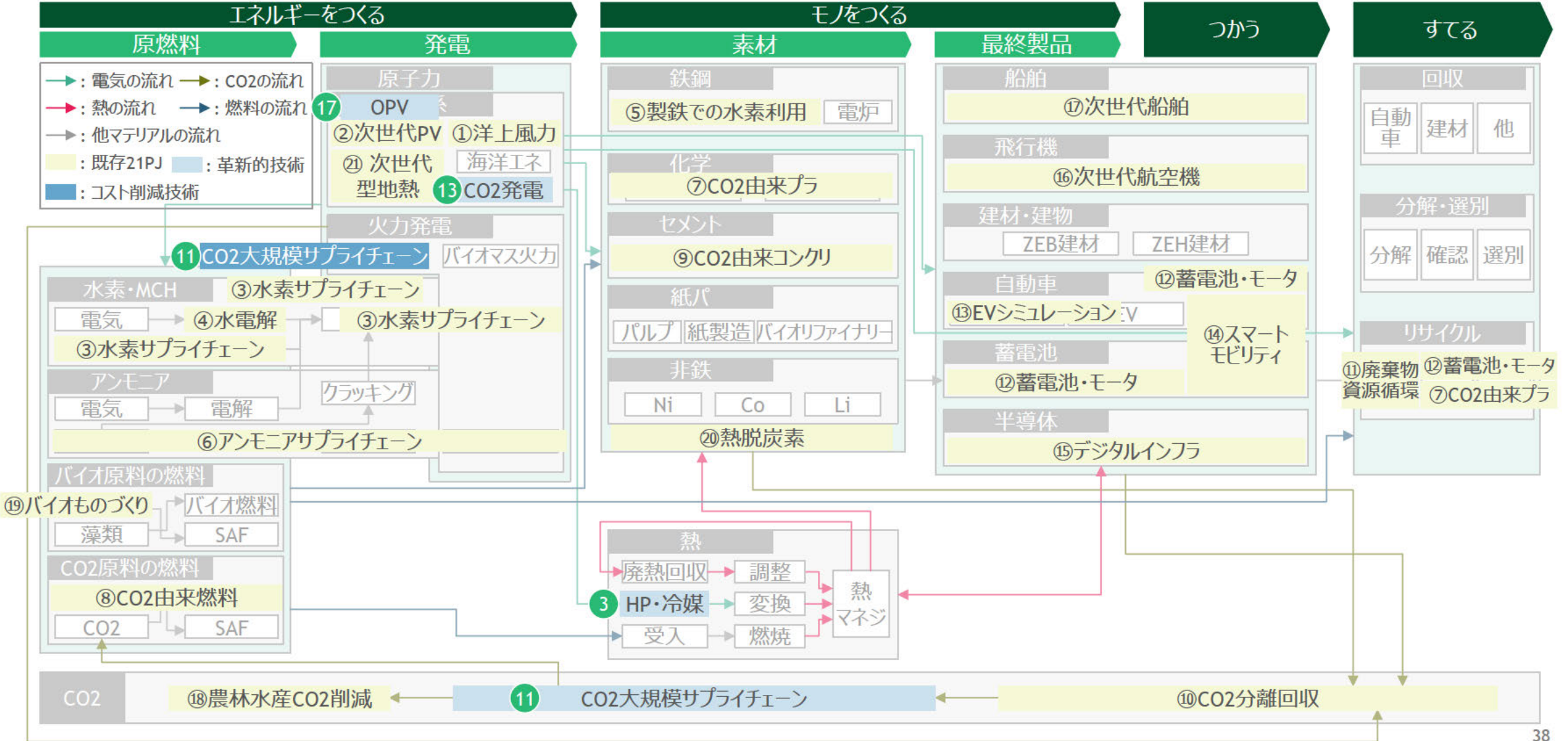
技術レベルマップ (既存21PJのプロット)

産業連関マップにおいて、既存21PJをプロット



技術レベルマップ (革新技术プロット_短期)

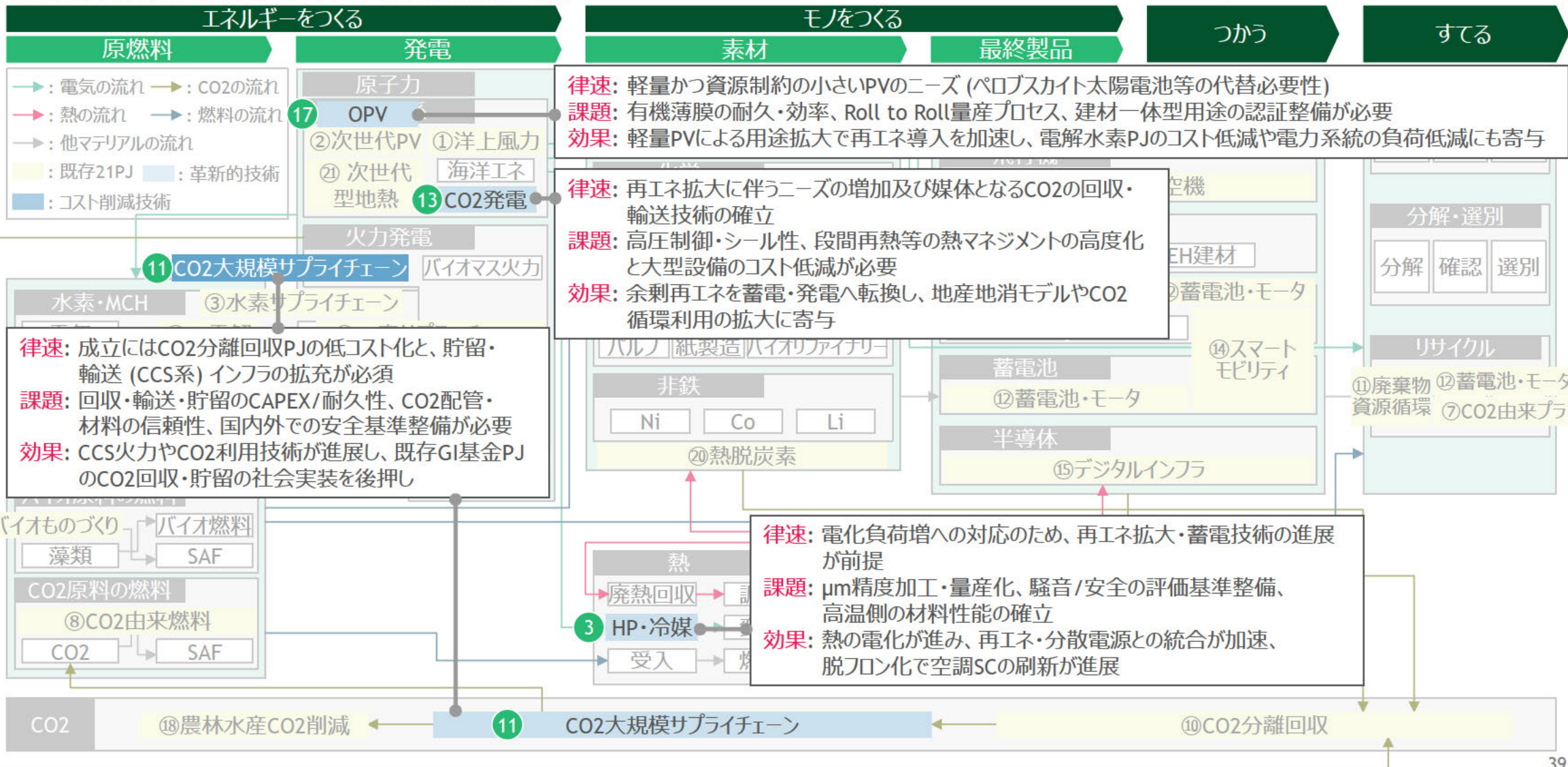
革新的技術のカバー領域をプロットしつつ、コスト削減関連技術は可視化



技術レベルマップ (革新技术プロット_短期)_技術の立ち位置

CO2発電等はCCSチェーンの出口との接続が重要

律速: 技術が成立するための条件
課題: 技術が実装されるための課題
効果: 技術成立における波及効果



革新的技術が与えるサプライチェーンへのインパクト (短期)

CO2サプライチェーン構築の中の超臨界CO2サイクルや圧縮CO2発電の導入によりCCSの社会実装の拡大と、CO2を活用したエネルギー地産地消モデルが加速する可能性

革新的技術名 サプライチェーンへのインパクト



3 次世代
ヒートポンプ・
冷媒技術

熱の電化により熱向け燃料需要の減少の可能性	ヒートポンプニーズの高まりにより電力消費量は増加 特に分散小型電源との抱き合わせによる地産地消モデルが進展	冷媒レスの次世代ヒートポンプ導入でGHG削減(フロン処理コストの削減)と熱の脱炭素をの両立が可能なることから熱の電化が促進		冷媒レスになることでフロン回収が不要となり、サプライチェーンの簡素化が可能
-----------------------	--	---	--	---------------------------------------

11 CO2大規模
サプライ
チェーン
構築技術

CCSチェーンや火力発電から所内回収したCO2を発電所で活用するためのCO2貯蔵ニーズの高まり	CCS火力のCO2分離回収コストの低減等により、CCS火力ニーズが高まり、また他電源とのカニバリゼーションの可能性	工程から排出されるCO2を発電所内へ貯蔵するチェーンを構築する可能性 超臨界圧に耐えられる燃焼器、タービンの素材・部品開発	特になし	CCSチェーンで回収したCO2を国内外へ貯蔵するチェーン以外に、国内発電所へ循環させるチェーンの必要性
---	---	--	------	---

13 圧縮CO2
発電

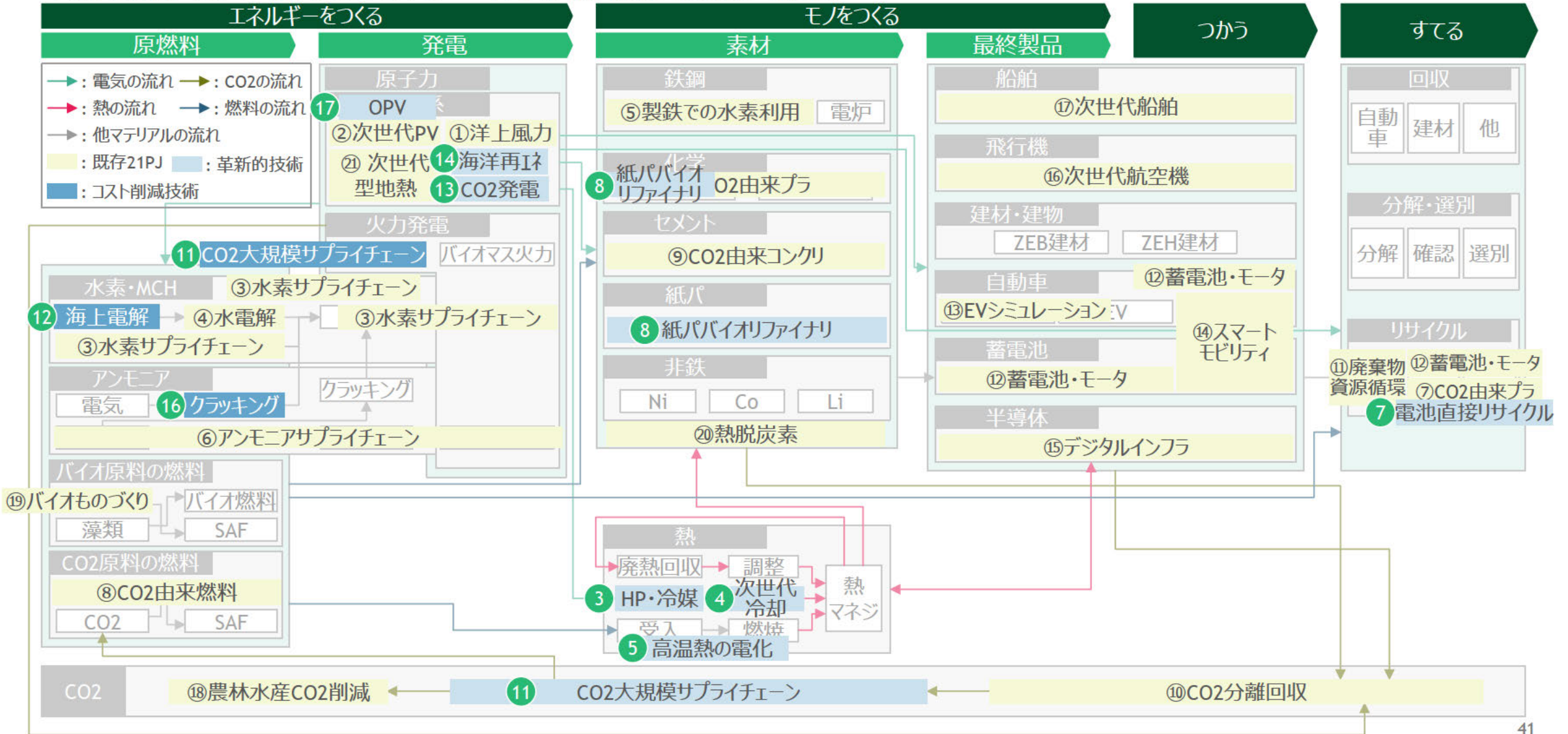
CCSチェーンから回収したCO2を圧縮CO2発電(蓄電)で活用するためのチェーン構築や、CO2の地産地消チェーンの構築の必要性	余剰再エネの蓄電・熱転換が可能となり、分散・地産地消再エネ導入を後押し	工程から排出されるCO2を所内設備にて蓄電・熱変換し活用する可能性 安全にCO2を貯蔵できる設備素材の開発	小型・標準化された発電設備の生産・設計ニーズの高まり	CCSチェーンで回収したCO2を国内外へ貯蔵するチェーン以外に、地域内の圧縮CO2発電機へ循環させるチェーンの必要性
---	-------------------------------------	--	----------------------------	--

17 次世代太陽光
(OPV) の
要素技術

原燃料製造に使用する安価・大量再エネの供給を盤石化 ・ 特にクラッキングや国産グリーン水素製造に必要な電解向け	太陽光導入を後押しの一方で他再エネとのカニバリゼーションの可能性と調整力ニーズが増加する可能性	化学業界における、有機薄膜材料のニーズの増加 ロールToロール等生産効率向上に資する製造装置の開発 ニーズの増加	設置アプリケーションが多様化することで最終製品と一体化された製品開発や設置工法開発のニーズが増加	アプリケーション別に異なるリサイクルサプライチェーンからの素材回収方法の確立。有機薄膜素材回収に向けた解体・分別の精緻化の必要性
--	---	--	--	--

技術レベルマップ (革新技術プロット_中期)

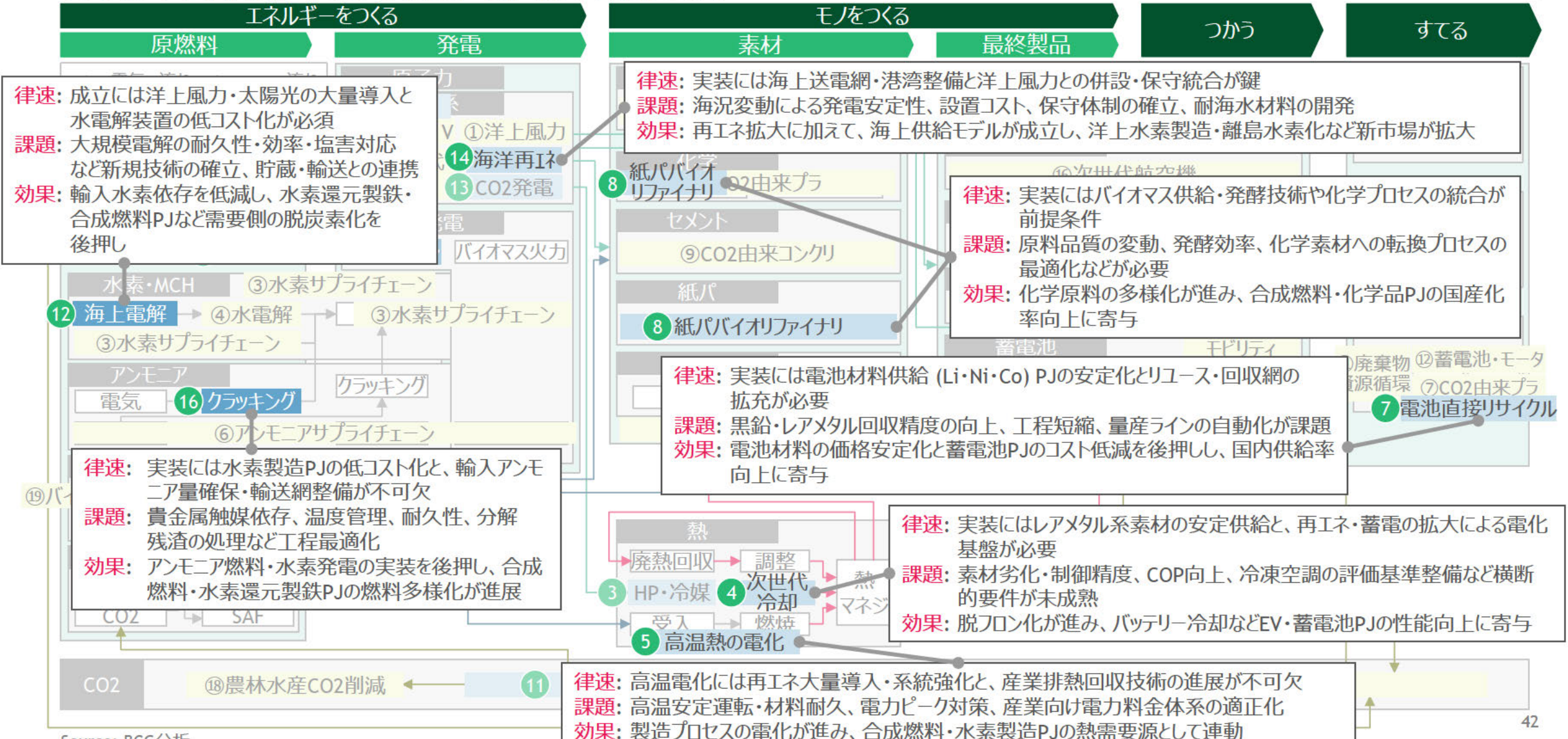
革新的技術のカバー領域をプロットしつつ、コスト削減関連技術は可視化



技術レベルマップ (革新技术プロット_中期) 技術の立ち位置

クラッキングや紙パ関連や次世代冷却・高温熱の電化が実現

律速: 技術が成立するための条件
課題: 技術が実装されるための課題
効果: 技術成立における波及効果



革新的技術が与えるサプライチェーンへのインパクト (中期) (1/2)

無冷媒・非蒸気圧縮冷却の実装にむけてはレアメタルの確保が重要
紙パがバイオリファイナリー原料を供給することで化学セクタの原料の多様化が可能

革新的技術名 サプライチェーンへのインパクト

	エネルギーをつくる		モノをつくる		つかう	すてる
	原燃料	発電	素材	最終製品		
4 無冷媒・非蒸気圧縮の次世代冷却技術	磁気冷却は液体水素化の温度に対応可能	冷媒を圧縮するヒートポンプに対し本技術は外場印加によって直接熱を生成するので電力消費あたりの熱発生効率は向上	磁力等をかけ熱を発生させる作動媒体の素材は主にレアメタルのため需要は増加一方で当該素材の供給安定性に課題	冷媒レス・高COPで小型・急速な冷却が可能 <ul style="list-style-type: none"> 例：バッテリーの発熱時に冷却が可能で性能の大幅な向上に寄与 		脱フロンが可能。よってリサイクル工程の簡便化が可能 またレアメタルの回収プロセス・サプライチェーンの構築が必要
5 先進電気加熱・産業高温プロセス電化技術	高温熱の電化により合成燃料や水素アンモニア需要が減少の可能性	高温熱の電化により電力需要が増加。工場の稼働の安定性や電力需要量の大きさなどから変動再エネではなく他電源が主となる可能性	工程内の熱の電化は可能だが、同時に製造工程の刷新が必要。また当該装置に使用するプラズマガスやタングステンなどの素材ニーズが増加	特になし (自動車などの高低ではすでにプラズマアーク等電化が進展)		特になし
7 電池の直接リサイクル技術	特になし	蓄電池のリサイクルコスト低下で、系統安定化用途の蓄電池普及促進の可能性	レアメタル、希少金属の新規採掘依存が減少し、素材価格が安定化し、国内調達率向上へ寄与	バッテリー材料の安定供給と価格の安定化により、製造コスト低下し、適用アプリケーションが拡大の可能性		分解の高度化が必要も、元素や材料を再精製する工程を省くことで、高い効率、低コスト、低エネルギー消費でリサイクルを行うことが可能
8 紙パのリグニンのバイオリファイナリー活用技術	紙パでは黒液(リグニン)をエネルギーとして使用していたが、その原料活用に際し、その分のエネルギー需要が増す可能性 <ul style="list-style-type: none"> 木材チップのバージン原料ルートの比率が下がり、古紙ルートの比率が上がれば、黒液量も減のためインパクト大 		化学のカーボンニュートラル原料の多様化に寄与すると同時に、製造工程の運転方法などの見直しが必要	最終製品の化学部品の原料・素材の国産比率向上により供給レジリエンス向上		紙パ由来のため、カーボンニュートラル素材であることから、リサイクル圧力が低く処理が簡便

革新的技術が与えるサプライチェーンへのインパクト (中期) (2/2)

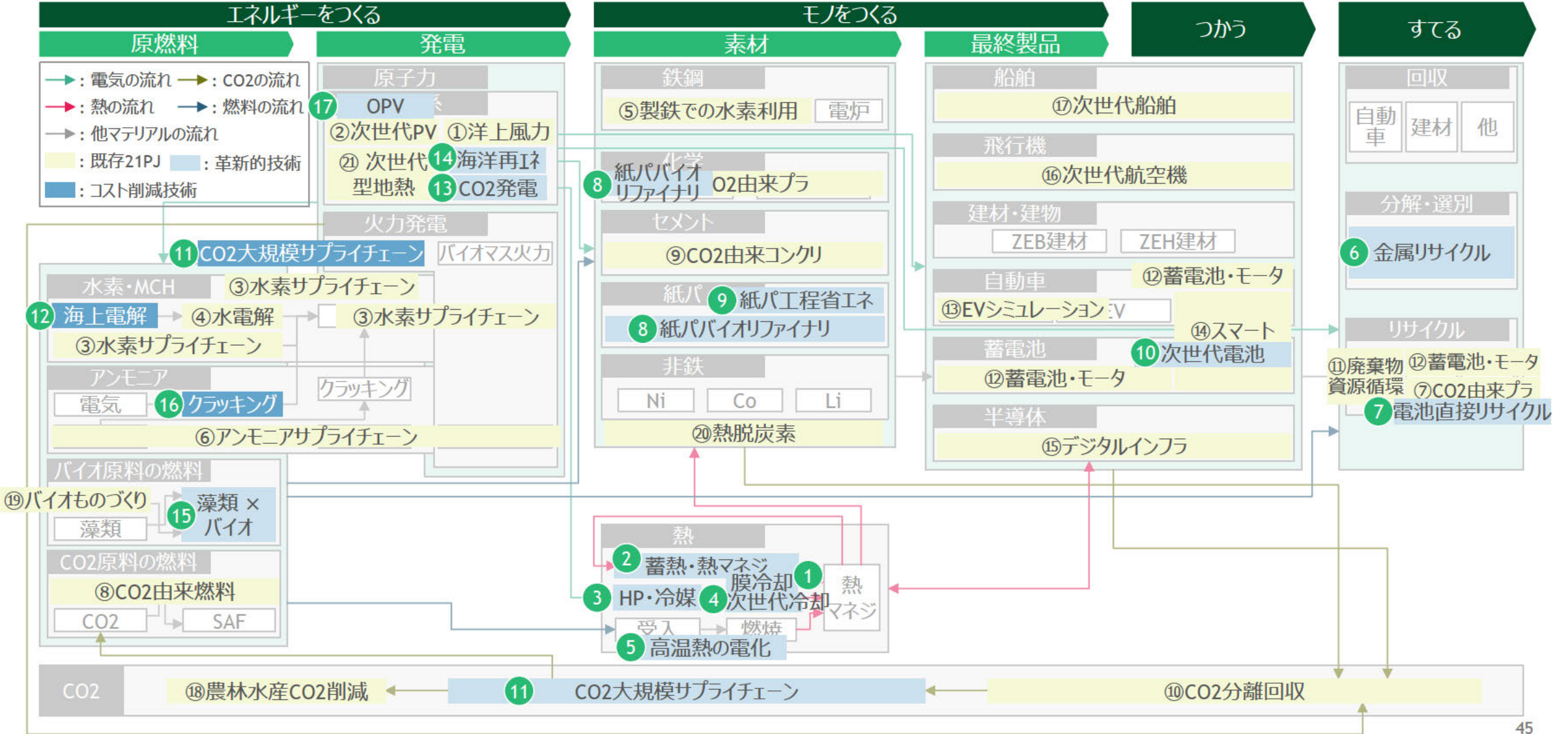
海洋再エネの導入により調整力の増強が不要なベースロード再エネの確保が可能
水素アンモニアクラッキングの低コスト化により水素の社会実装加速の可能性

革新的技術名 サプライチェーンへのインパクト

	エネルギーをつくる		モノをつくる		つかう	ずてる
	原燃料	発電	素材	最終製品		
12 次世代グリーン水素製造の低コスト化技術	国産グリーン水素量が増加のため、輸入水素・アンモニア量が減少、またクラッキングニーズが減少している可能性	洋上風力が他再エネに比較し普及する可能性 洋上風力x海上電解は地産地消モデルと親和性が高く分散型洋上風力ニーズの高まり	海底水素パイプライン等の素材開発が必要 臨海部の水素需要家はパイプラインで直接水素供給を受けることが可能	地方や離島などでは海上で電解した水素の活用として、モビリティのひとつである船の水素化が進む可能性		特になし
14 海洋エネルギー発電技術	主に臨海部に設置される原燃料製造工場に対して、主に託送コストを削減した安価な海洋再エネ電力の提供が可能	ベース電源になりえる再エネ電源の確保 再エネ導入を後押しの一方で電源種別でのカニバリゼーションの可能性	主に臨海部に設置される製造工場に対して、主に託送コストを削減した安価な海洋再エネ電力の提供が可能 洋上風力と同様に、素材・構造物・港湾・船舶産業の活性化や産業集積に寄与			特になし
16 水素・アンモニアクラッキング技術	クラッキングや脱水素の低コスト化により輸入品の増加や、水素・アンモニア・合成燃料の普及が進展する可能性	クラッキングや脱水素の低コスト化により水素アンモニア発電の低コスト化と他電源への優位性が向上	ATR等で用いられるクラッキングや脱水素の触媒開発が加速 水素の低コスト化により電化ではなく水素での脱炭素化を後押し	水素の低コスト化により電化ではなく水素での脱炭素化を後押し		PtやNiなどの貴金属等の触媒を活用することから、分解・回収の精度向上が必要

技術レベルマップ (革新技术プロット_長期)

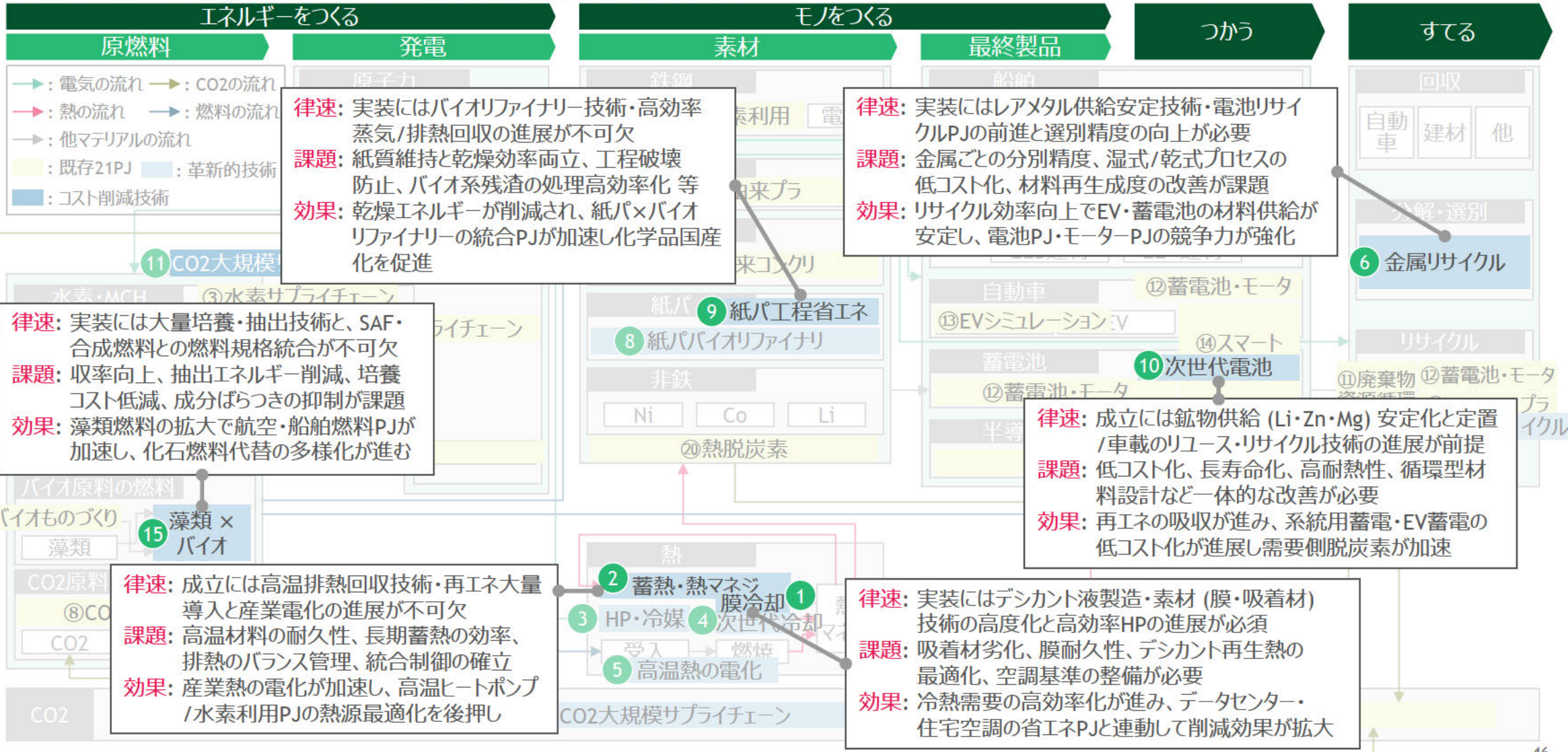
革新的技術のカバー領域をプロットしつつ、コスト削減関連技術は可視化



技術レベルマップ (革新技术プロット_長期) _技術の立ち位置

冷熱・蓄熱・電池・藻類でエネルギー需給最適化と脱炭素を実現

律速: 技術が成立するための条件
課題: 技術が実装されるための課題
効果: 技術成立における波及効果



革新的技術が与えるサプライチェーンへのインパクト (長期) (1/2)

デシカント液による冷却システムの構築により冷熱コストの低下・省エネ・脱フロンが可能
 高温排熱の蓄熱技術でHP向け電力需要の削減や高温熱向け燃料需要の削減が可能

革新的技術名 サプライチェーンへのインパクト

	エネルギーをつくる		モノをつくる		つかう	ずてる
	原燃料	発電	素材	最終製品		
1 次世代膜冷却・除湿統合システム技術	デシカント液の再生に必要な熱は、排熱活用が可能のため、燃料需要が減少の可能性	冷却モジュールの活用により、冷却効率化が可能で、省エネ・電力需要量減の可能性	デシカント液や透過膜等のHPの性能を左右する新化学製品の製造	空調・冷却に関わる各産業(データセンター、住宅、商業施設等)にて省エネルギー化・GHG削減・運用安定化が可能		脱フロンが可能。よってリサイクル工程の簡便化が可能になり、腐食性等でデシカント液の環境負荷が高く再精製・リサイクルの需要が中長期的に発生
2 高効率蓄熱・熱利用(熱マネジメント)技術	600度等ヒートポンプで対応できなかった高温熱を長期蓄熱可能のため燃料需要が減少の可能性	200℃以下のヒートポンプ対応可能な熱も長期蓄熱が可能のため電気→熱への転換による電気需要が減少する可能性	吸着材(ゼオライト等)や吸収材(LiBr水溶液等)の需要増工程での排熱回収や蓄熱の仕組み導入により省エネが可能	工程での排熱回収や蓄熱の仕組み導入により省エネが可能		特になし
6 金属資源リサイクルの低コスト化技術	金属リサイクルの省エネ化により使用合成燃料量が減少の可能性	金属リサイクルの省エネ化により使用電力量が減少の可能性	部品ごと・素材ごとでの分別が可能になることでリサイクル素材が増加しバージン素材需要量が減少の可能性	部品ごと・素材ごとでの分別が可能になることで素材に戻すことなく部材to部材への再利用が増える可能性		省工化に低コスト化が可能現状は素材価値での取引が主流だが、部材単位でのリサイクルが可能になれば付加価値が向上する可能性
9 革新的紙パルプ乾燥・脱水技術	紙パ工程の省エネ化により使用合成燃料量が減少の可能性	従来のボイラー依存型乾燥から電気駆動へシフトし、電力消費量が増加の可能性 自家発・ボイラー使用減により系統電力需要増の可能性	黒液や熱の回収率が向上し、バイオマス燃料・薬品回収プロセスの効率が改善することでパルプ副生成物の再利用率上昇	特になし		乾燥時の繊維劣化・結合破壊が少ないため、リサイクル時のパルプ繊維強度が維持され、再利用回数が増える

革新的技術が与えるサプライチェーンへのインパクト (長期) (2/2)

デシカント液による冷却システムの構築により冷熱コストの低下・省エネ・脱フロンが可能
 高温排熱の蓄熱技術でHP向け電力需要の削減や高温熱向け燃料需要の削減が可能

革新的技術名 サプライチェーンへのインパクト

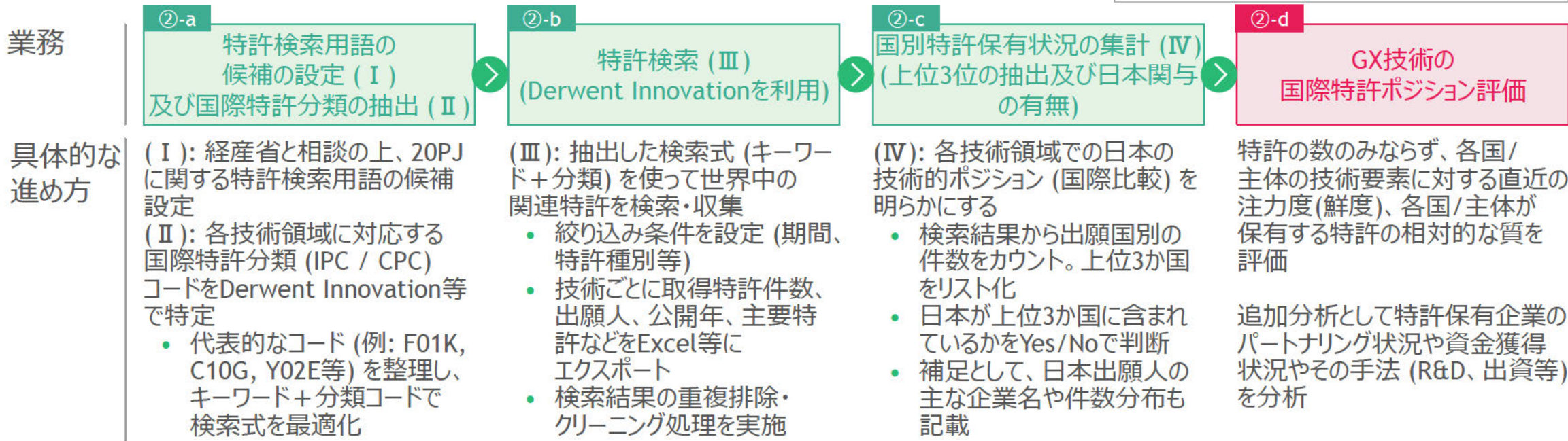
	エネルギーをつくる		モノをつくる		つかう	ずてる
	原燃料	発電	素材	最終製品		
10 次世代・低コスト蓄電池の要素技術	蓄電池の低コスト化により電化が進捗し燃料ニーズが減少する可能性	定置蓄電池の低コスト化により再エネ・系統併設ニーズの増加と再エネ導入を後押しの可能性	Mg、Ca、Zn、Al、Siなど汎用金属資源の需要が増。またセパレータ・固体電解質・多孔炭素材など、高機能材料産業への波及効果が大	ピークカットなどの省エネ・電力コスト削減用途に加えBCP用途でも蓄電池活用が進む可能性		レアメタルレスになることでリサイクル工程の簡便化が可能 (Al、Zn、Ca系は電解リサイクル・湿式処理が容易等)
15 藻類を原料とするバイオ燃料製造技術	藻類製造の低コスト化によりバイオ燃料の原料の多様化と低コスト化が可能 合成燃料と比較し低コストとなる可能性	モビリティがバイオ燃料の使用へ転換し、電力需要が減少する可能性	従属栄養培養に向けた糖類等の開発の可能性 安価大量な藻類の燃料以外の活用の可能性	藻類のバイオ燃料の活用にむけディーゼル車普及の可能性 <ul style="list-style-type: none"> ガソリン車にはトウモロコシ・サトウキビ由来のエタノールか合成燃料が適応 		藻類由来のため、カーボンニュートラルな素材であることから、リサイクル圧力が低く、処理が容易

業務②EBPM における国際競争力判定 に必要となる特許調査

本業務の具体的な進め方

Derwent Innovationで特許検索を行ったうえで集計・分析を実施
 該当特許の分析・日本の関与の有無の把握に加え、国際特許ポジション評価を実施

■ 仕様書記載業務 ■ BCG独自提案業務

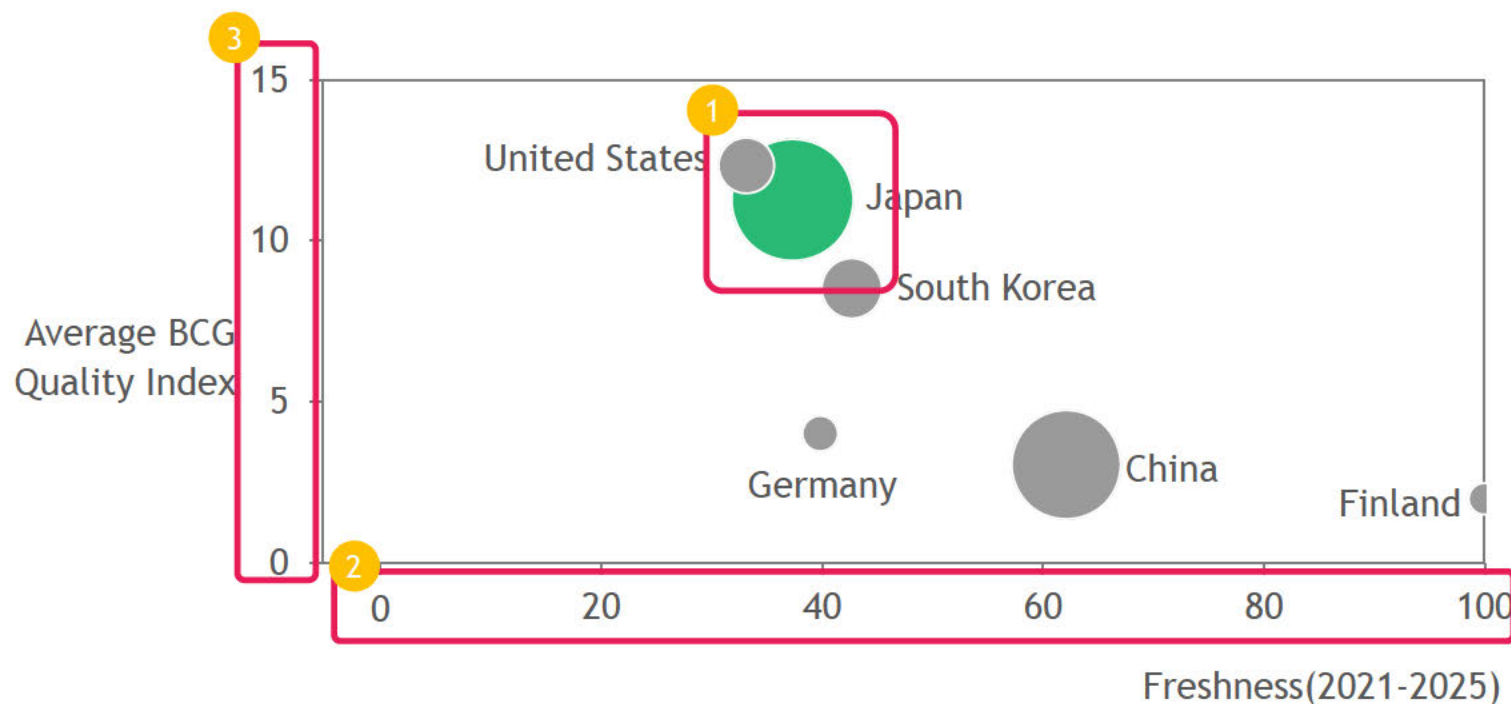


業務②-c/d:特許保有状況分析及び 国際特許ポジション評価

特許分析及び国際特許ポジション評価のアウトプットイメージ

①特許件数、②特許の鮮度、③特許の質の3軸で分析しポジション評価

アウトプットイメージ



※ 特許のクローズド戦略を取っている企業もあるため、その場合は本分析に反映されないことに留意
※ 質の高い特許ランキングは個別の特許単位で見ているため、国別・保有主体別の傾向とは異なる場合あり

各軸の説明

- ① 特許件数** 特定の技術要素において**各国/主体が保有する特許の件数**を評価
 - 特許件数の多い国/主体トップ5について整理
 - 日本及び日本企業については緑色で表示
- ② 特許の鮮度** 各国/主体の技術要素に対する**直近の注力度**を評価
 - 調査対象のうち、2021年以降に登録された特許の割合を分析
 - 高鮮度の場合、被引用・引用数は減るため③特許の質は想定的に低位となる傾向(高鮮度×高質の場合は質が高いといえる)
- ③ 特許の質** 各国/主体が保有する**特許の相対的な質**を評価
 - 各特許の引用数・被引用数・請求項数から特許の質をインデックス化

業務②-d:日本の国際競争力分析

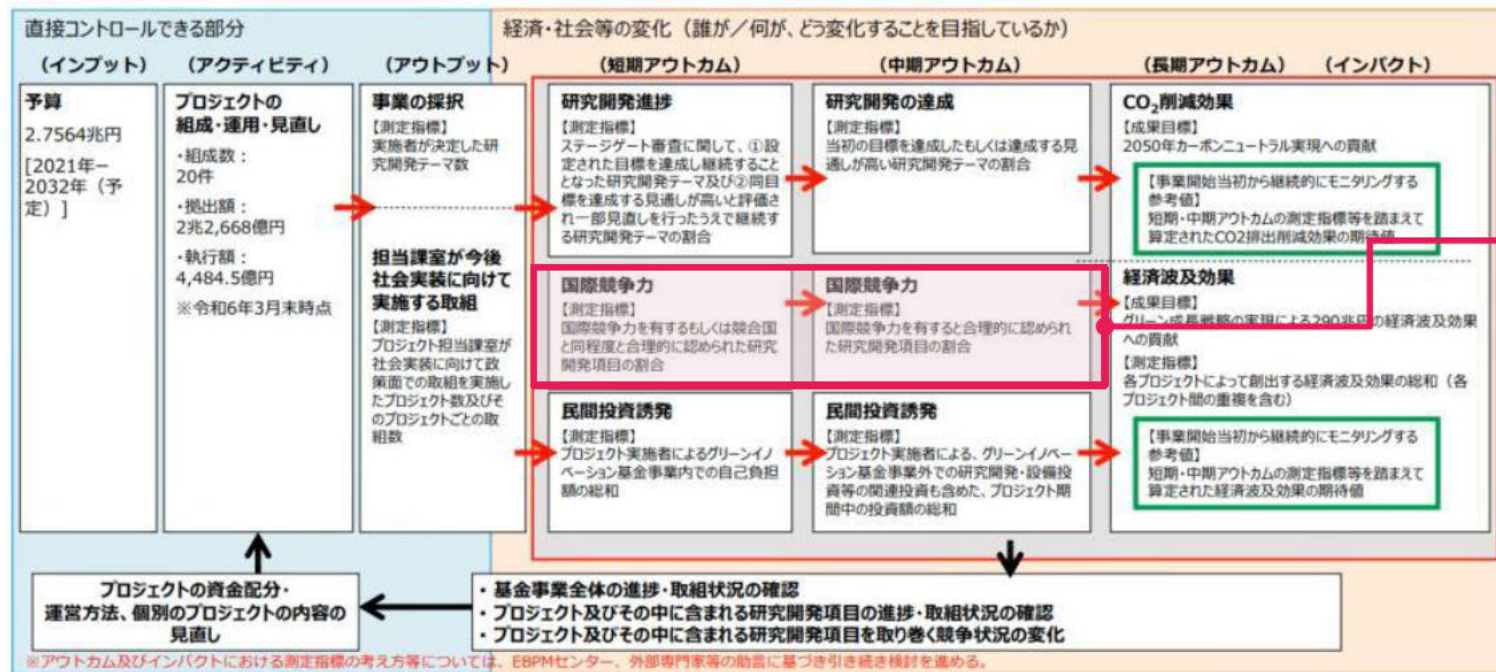
業務②とEBPMの接続点

業務②の内容は以下の短期・中期アウトカム (国際競争力) に繋がると想定

GI基金のEBPMのロジックモデル

グリーンイノベーション基金事業のロジックモデル

- 短期から長期までのアウトカム及びインパクト (CO2削減効果、経済波及効果) を踏まえ、①アウトカムごとの測定指標等を検討するとともに、②GI基金事業全体の進捗状況を把握するため、長期アウトカム及びインパクトに対する期待値推計モデルを構築。



今回の業務②の一連の調査は短期・中期アウトカムの中の1つである国際競争力の算出や、現時点でのCO₂削減効果、経済波及効果の期待値を算出する際に活用

業務②-b:特許検索条件

特許検索条件の整理

検索期間は日進月歩なGX最新特許を網羅するために2004~25年 (22年間) とする
2021~25年出願分は全件対象とし、2004~20年分は被引用数が1件以上のものに限る

検索期間

2004~2025年の22年間とする

- 特許有効期間(出願より20年間)を加味し検索期間を20年と設定
- 申請~登録迄平均的1.5年かかることから2006~25年とする場合、18.5年分の特許のみが対象となる可能性
- 申請期間も期間の約2年間の特許の有効期間20年間に含み22年間とすることで日進月歩のGX技術を網羅

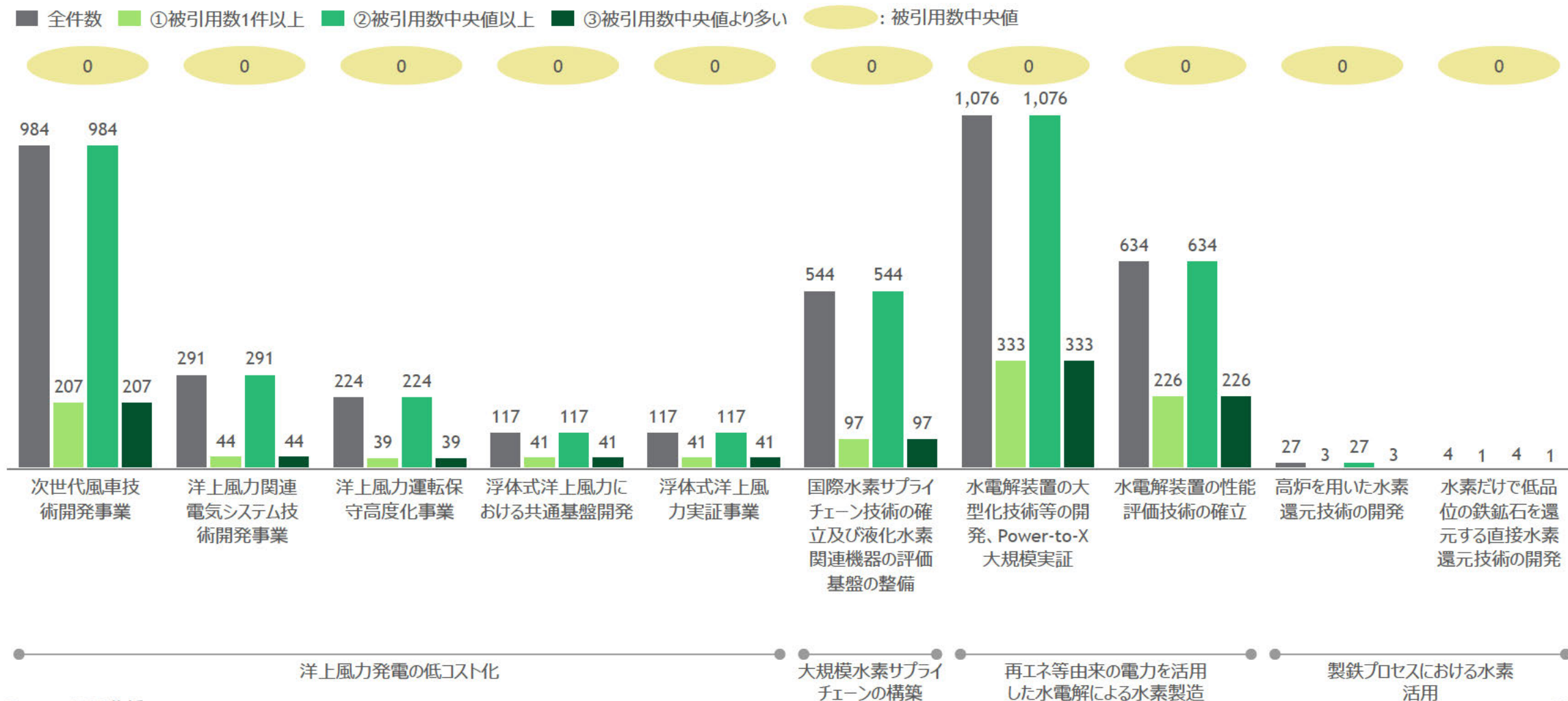
対象特許 選定

直近5年間分は全件対象、それより古いものは被引用数1件以上を足切りとして対象を絞る

- 2021~25年申請分は被引用数が少ないことから足切りが難しく全件を分析対象へ
- それ以前は被引用数も一定あることから、過去の閾値を引き継ぐ形で被引用数1件以上を分析対象へ

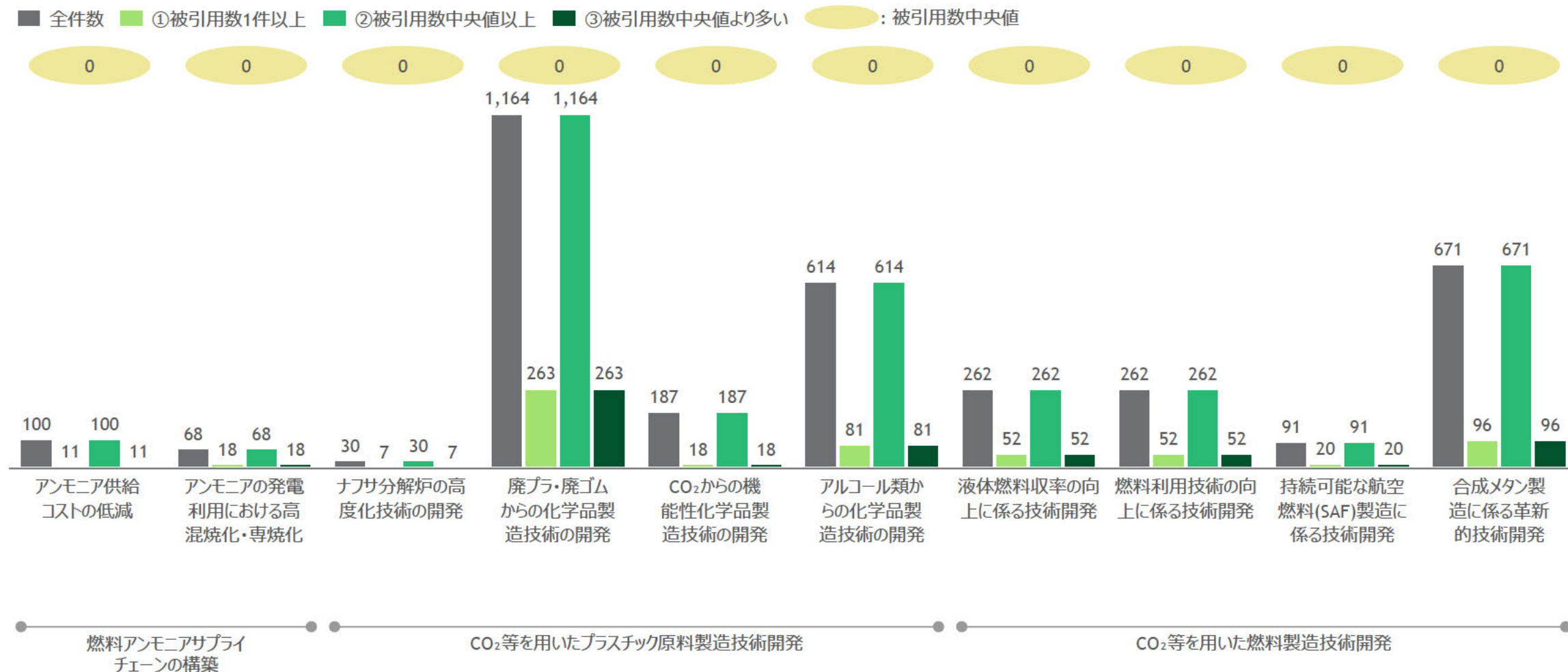
参考) 対象特許選定クライテリアでフィルタした結果 (1/4)

特定技術で2004年～2020年の特許数を①被引用数1件以上②被引用数中央値より上で検証した結果、被引用数0の特許割合が多く①と③は同様の結果へ



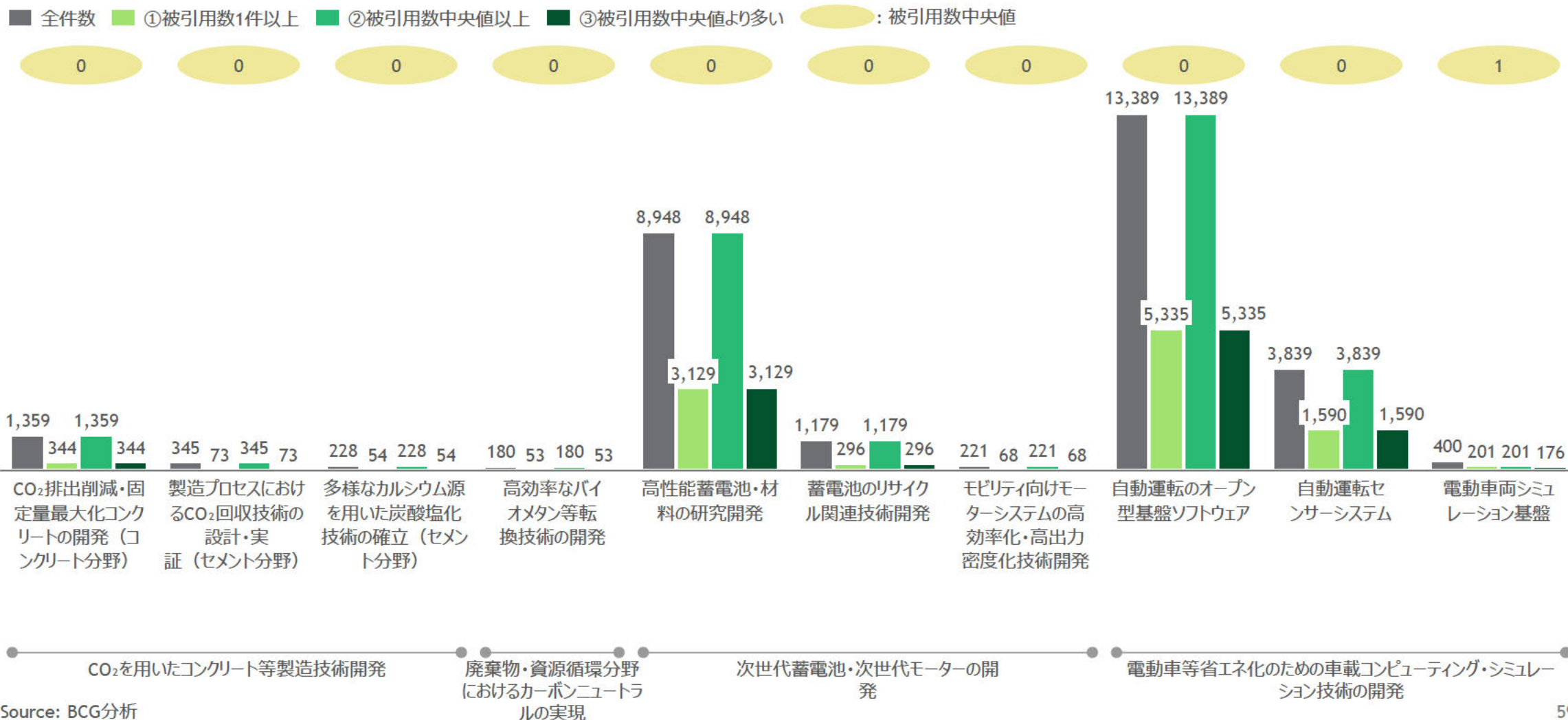
参考) 対象特許選定クライテリアでフィルタした結果 (2/4)

特定技術で2004年～2020年の特許数を①被引用数1件以上②被引用数中央値より上で検証した結果、被引用数0の特許割合が多く①と③は同様の結果へ



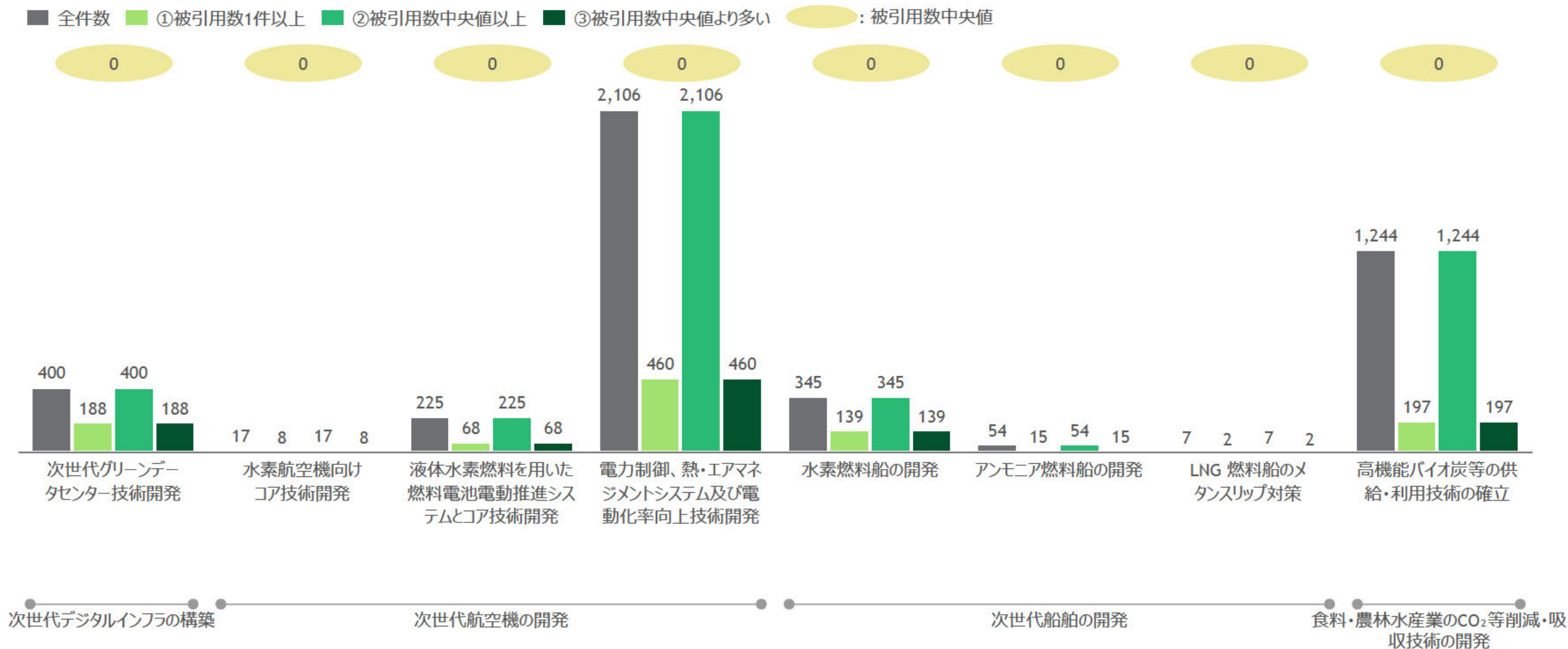
参考) 対象特許選定クライテリアでフィルタした結果 (3/4)

特定技術で2004年～2020年の特許数を①被引用数1件以上②被引用数中央値より上で検証した結果、被引用数0の特許割合が多く①と③は同様の結果へ



参考) 対象特許選定クライテリアでフィルタした結果 (4/4)

特定技術で2004年～2020年の特許数を①被引用数1件以上②被引用数中央値より上で検証した結果、被引用数0の特許割合が多く①と③は同様の結果へ



Disclaimer

The services and materials provided by Boston Consulting Group (BCG) are subject to BCG's Standard Terms (a copy of which is available upon request) or such other agreement as may have been previously executed by BCG. BCG does not provide legal, accounting, or tax advice. The Client is responsible for obtaining independent advice concerning these matters. This advice may affect the guidance given by BCG. Further, BCG has made no undertaking to update these materials after the date hereof, notwithstanding that such information may become outdated or inaccurate.

The materials contained in this presentation are designed for the sole use by the board of directors or senior management of the Client and solely for the limited purposes described in the presentation. The materials shall not be copied or given to any person or entity other than the Client ("Third Party") without the prior written consent of BCG. These materials serve only as the focus for discussion; they are incomplete without the accompanying oral commentary and may not be relied on as a stand-alone document. Further, Third Parties may not, and it is unreasonable for any Third Party to, rely on these materials for any purpose whatsoever. To the fullest extent permitted by law (and except to the extent otherwise agreed in a signed writing by BCG), BCG shall have no liability whatsoever to any Third Party, and any Third Party hereby waives any rights and claims it may have at any time against BCG with regard to the services, this presentation, or other materials, including the accuracy or completeness thereof. Receipt and review of this document shall be deemed agreement with and consideration for the foregoing.

BCG does not provide fairness opinions or valuations of market transactions, and these materials should not be relied on or construed as such. Further, the financial evaluations, projected market and financial information, and conclusions contained in these materials are based upon standard valuation methodologies, are not definitive forecasts, and are not guaranteed by BCG. BCG has used public and/or confidential data and assumptions provided to BCG by the Client. BCG has not independently verified the data and assumptions used in these analyses. Changes in the underlying data or operating assumptions will clearly impact the analyses and conclusions.



[bcg.com](https://www.bcg.com)