

令和6年度 地球温暖化・資源循環対策等に 資する調査委託費 (2050年カーボンニュートラル実現に資する 革新的技術開発調査)

報告書

令和7年（2025）2月28日



経済産業省
Ministry of Economy, Trade and Industry

背景及び事業目的: 仕様書より

- 我が国は「2050年カーボンニュートラル」を宣言し、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目標を掲げた。この目標は、従来の政府方針を大幅に前倒すものであり、並大抵の努力で実現できるものではなく、エネルギー・産業部門の構造転換や、大胆な投資によるイノベーションといった現行の取組を大幅に加速・変革していくことが必要である。
- このため、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、「グリーンイノベーション基金」(以下、「GI 基金」という。)により、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下「NEDO」という。)に2兆円の基金を造成し、官民で野心的かつ具体的な目標を共有した上で、これに経営課題として取り組む企業等に対して、最長10年間、研究開発・実証から社会実装までを継続して支援している。
- GI事業を進めるうえでは、どの分野にどれだけリソースを割いていくかの見極めが必要になってくる。GI基金では「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」で実行計画を策定した14分野又は「GX実現に向けた基本方針」に基づく今後の道行きが示されている22の主要分野を支援対象としている。現在、産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会(以下、「部会」という。)の下に設置された分野別ワーキンググループ(以下、「WG」という。)において、実施中のプロジェクトごとに、その内容や目標等について議論を進めているが、外部有識者からは、分野やプロジェクトを横断する視点や、サプライチェーンの上流から下流に至るまでの相互連関や分野ごとの設備・製品等のライフサイクルに立脚した、俯瞰的な視点に基づく検討の必要性が指摘されている。
- また、現行の取組を加速するだけでなく、20、30年後に技術の大変革を起こし新たな成長分野を創り出していく戦略的な取組も必要である。それに向けては、ハイリスクだがインパクトのある技術の原石を発掘し、将来の国家プロジェクト化やベンチャーによる事業化等を見据えて磨き上げることが重要であることから、「エネルギー・環境分野の中長期的課題解決に資する新技術先導研究プログラム」(以下、「エネ環先導」という。)により、革新的技術の探索・育成にも取り組んでいる。
- エネ環先導では、脱炭素社会の実現に向けて、2040年以降の実用化・社会実装を見据えた革新的な技術や、我が国の大学・公的研究機関等が諸外国の研究機関等との間で連携・協力して研究開発を行うことを前提としたものを対象として、有望なシーズを支援することとしているが、エネ環先導の制度評価委員から、従来の研究開発の延長線上にはないこれまで見いだせなかった非連続な革新的技術の探索なども注力いただきたい、といった指摘がなされており、様々な研究開発における革新的要素技術について調査・分析し、将来的ポテンシャルも含めた技術レベルマップを構築することで、前例にとられない挑戦的な課題設定を行う必要がある。

これらの点を踏まえ、本調査では、「GX実現に向けた基本方針」に基づく今後の道行きが示されている主要分野における革新的技術の研究開発・社会実装について、分野間・プロジェクト間でのサプライチェーン等の相互連関、分野ごとの日本の国際競争力の動向等に加え、「革新的環境イノベーション戦略」にかかれた5分野において未だ世界的に取組がなされていない革新的技術についての情報収集・分析を行い、取組が必要となる新たな支援対象を探索することで、**カーボンニュートラルに向けた取組の一体的な推進と、それによるシナジー効果の創出に繋げることを目的とする。**

仕様書に基づく業務内容整理(1/3)

仕様書記載文章(原文)

(1) カーボンニュートラル及びエネルギー・環境分野の中長期的課題解決に資する新技術に関する調査・分析

① 既存の取組における課題分析

GI基金で取組を進める20プロジェクトを対象に、プロジェクトの位置づけ・相互関連を示した俯瞰図の作成を行うこと。作成に当たっては、令和4年度地球温暖化・資源循環対策等に資する調査委託費（2050年カーボンニュートラル実現に資する革新的技術の研究開発・社会実装に係る構造転換効果と国際競争力等に関する調査分析）において、納品された俯瞰図を踏まえて、国内外からの脱炭素技術開発に関する報告書例上の文献調査等を行い、更新作業を行うこと。

加えて、更新作業を行った俯瞰図に対して、エネ環先導で取組を進める5つの重点分野39テーマの内容も反映を行い、プロジェクトの相互連関を示すこと。

その上で、エネ環先導の内容も反映された俯瞰図に基づき、2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現に伴うエネルギーの生成から製品の製造や使用・サービスまでの将来的な構造、バリューチェーン等の転換を踏まえ、産業構造変革に関する論文2例以上の文献調査等を行い、支援に取り組む上での課題を分析すること。

業務内容(BCG整理)

仕様書記載業務

BCG独自提案業務

①-a
GI基金取組20プロジェクト
俯瞰図作成

①-b
エネ環主導5分野/
39テーマ内容反映

①-c
既存取組の課題と
支援策検討

①-d (BCG独自提案)
日本のGX全体戦略/
実行への接続性分析

仕様書に基づく業務内容整理(2/3)

仕様書記載文章(原文)

② 既存の取組の課題に対する 調査・分析

(1) ①を踏まえて、GI基金において既に取組を進めている20プロジェクトならびにエネ環先導における5分野39テーマ に対して、俯瞰的な視点に立って、新たな分野横断的な領域における研究開発、社会実装への取組の可能性やプロジェクト間、分野間での具体的な連携余地及び横断的効果検証手法について 国内外からの脱炭素技術開発に関する報告書2例上の文献調査・ヒアリング (1~2者、形式は主にオンラインを想定) 等を行い、整理することを想定している。

基金において組成されたプロジェクトに関して、分野横断的、プロジェクト横断的にカーボンニュートラルに資する研究開発、社会実装の取組の可能性や基金が支援する既存プロジェクト間、分野間での具体的に連携余地のある対象について、調査・分析し、特定すること。また、当該対象に対して、支援に取り組む上での課題やその課題への対応策についても、調査・分析すること。調査・分析手法については国内外からの脱炭素技術開発に関する報告書2例上の文献調査・ヒアリング(1~2者、形式は主にオンラインを想定)等を想定しているが、詳細は、経済産業省と協議の上決定すること。調査・分析に当たっては、特に、2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現に伴うエネルギーの生成から製品の製造や使用・サービスまでの将来的な構造、バリューチェーン等の転換を踏まえること。

業務内容(BCG整理)

仕様書記載業務

BCG独自提案業務

②-a

分野横断的な取組可能性検証

②-b

分野横断的取組の
課題と支援策検討

②-c

(BCG独自提案)

気候変動を取り巻く
直近グローバル動向分析

②-d

(BCG独自提案)

海外連携可能性分析

仕様書に基づく業務内容整理(3/3)

仕様書記載文章(原文)

③ 新規分野の技術に関する調査・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、特に、現行のGI基金やエネ環先導の研究開発にはない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ついて、技術の整理ならびに技術レベルマップの構築を想定している。

エネ環先導事業では、2040年に社会実装する技術をターゲットとしている。前例にとられない挑戦的な課題設定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し将来的ポテンシャルも含めて、世界で取組が進められているデュアルユース技術に関する諸外国からの報告書を2例以上文献調査等も含めること。また、調査・分析にあつては、2040年をターゲットにするだけでなく、複数断面（2030年、2050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こと。

業務内容(BCG整理)

仕様書記載業務

BCG独自提案業務

③-a

デュアルユース技術分析/
技術レベルマップ構想策定

③-b

(BCG独自提案)

国内外スタートアップ
動向分析

③-c

(BCG独自提案)

革新的技術実装
エコシステム形成分析

主要論点に対しての示唆サマリ (業務①・②)

関連業務	主要論点	示唆サマリ
① 既存の取組における課題分析	エネ環39テーマを踏まえ、GI基金の"20PJ内部"に存在する技術開発支援余地は?	支援余地のある部分はおおきく4類型存在し、①多様な製品技術 ②PJ間を接続する技術 ③生産技術支援 ④生産技術と製品技術の連携 ①: アニオン交換膜やBTX合成技術等TRLが低いものの、高性能化・低コスト化・技術多様化に資する新技術 ②: アンモニアクラッキングやリユース・リサイクルバッテリーの診断技術など連関するPJを接続する上で重要な技術 ③: ペロブスカイト太陽光の設置やアプリ等の生産技術や電解槽の量産～運転自動化技術 ④: ペロブスカイトの素材～モジュールの新素材を勘案した生産技術やバッテリー製品に最適化した量産生産技術
② 既存の取組の課題に対する調査・分析	"20PJ間"の連携ポテンシャル余地は? "20PJ間"の連携上の課題及び対応策は?	社会・産業構造を俯瞰で見ると ①原燃料転換VC (エネルギーを "つくる") ②エネルギーマネジメントVC (エネルギーを "使いこなす") ③リサイクルVC ("作ったものを使いこなす") の3つに連携余地が存在 ①: クリーンエネルギーを、合成燃料や化学原料など物質に転換して産業利用するVC ②: モビリティ用途や産業プロセスにおいてエネルギー利用するVC ③: CO2や金属資源、廃プラなどのをリサイクルすることで、原燃料や蓄電池向けに再利用するVC 連携の検討のうえで、上記の3つのVCの A) Verticalな "E2E" でのVC接続 B) リーダー企業を核とした "地域内" でのVC構築 C) "地域間" のVC同士の連携が重要 - A: 上記の3つのVCの上流～下流がE2Eで接続することで、最終製品/サービスに対する価格転嫁が可能なVCの構築 - B: 地域内の産業やエネルギーリソースを踏まえTRL6-7レベルの実証対象技術/VCに対し地域単位でリーダー企業が主導し周辺企業と連携してVCを構築 - ドイツでは州政府主導で地域・産業単位でクラスターを形成し、クラスターマネジャーが地域内のエコシステム形成をリード - C: 地域間でVCを接続させリーダー企業・自治体と役割分担を整流化しつつインフラの共有化・最適化できるVCを構築 - アメリカでは政府が設計したインセンティブを最大活用できるような州・地域横断なE2EなVC構築が進んでおり、その際には利益配分や各州の役割・恩恵のデマケ及びインフラ敷設等につき州間の協議が重要 GI基金の技術開発をGXの社会実装へ"橋渡し"を行う上ではA～Cの課題を乗り越えEnd市場へ価格転嫁できる仕組み作りが重要 - TRL6-7の技術の実証をGXでの社会実装につなげるためには、市場受容性の壁を乗り越える必要性 - 技術開発の時点からE2Eでの接続を図り、上手くコストをEnd市場へ価格転嫁できる仕組みを作ることが重要 - 欧米では想定より高止まりしたコストを価格転嫁することが上手くいかず社会実装が遅れている

主要論点に対しての示唆サマリ (業務②)

関連業務	主要論点	示唆サマリ
② 既存の取組の課題に対する調査・分析	"20PJ間" の連携上の課題及び対応策は?	脱炭素の方向性の変化点はPEST分析に基くモニタリング軸でウォッチし、都度20PJの相対的な重みづけや20PJ内部の技術の重み付けの更新が必要 - 脱炭素の方向性は、経済圏の動向がグローバル化かブロック化か、またエネルギーの動向がグリーン化(電化)かブルー化(燃料利用)かの軸(4象限)にて整理することが可能 - 各国の脱炭素の方向性は常に変動しており、例えば欧州は従来は域内でのブロック化xグリーン化を狙い洋上風力開発やEV導入促進を実施したが想定よりも再エネコストが高く、またロシアのウクライナ侵攻でエネルギー・電力価格が高騰したことを受け、自動車の合成燃料化も視野に入れており、ブロック化xブルー化に動いたといえる - 方向性が変わることによって20PJの相対的な重みづけや、20PJ内部の重要技術は変化する傾向にあり、見極めたうえで補助のつけ方の変化が必要 - 例えばグローバル化xグリーン化の中では、世界で最も安いグリーン水素製造国からの輸入が主となるため④大規模水素サプライチェーンの構築の重要性が高まるが、一方化石資源利用は減少するので⑪CO2の分離回収等技術開発の重要性が下がる - また④大規模水素サプライチェーンの構築PJ単体で見ても、グローバル化xグリーン化の中ではグリーン水素輸入に向け複数キャリアの輸送技術が重視されるが、グローバル化xブルー化の中ではブルー・ターコイズ水素の製造技術が重要 社会実装への"橋渡し"の上で、アジアを巻き込んだ広域での脱炭素経済圏の構築に向けた実証支援も支援余地の1つ - 例えば水素やCCS等のVCでは、再エネ・CO2貯留地など日本の保有量が弱い資源・資産が海外(特に近接するアジア)に豊富に存在 - アジア諸国の政府・企業及び連携する日本企業を支援することで、当該VCのVerticalな接続の強化が可能 - また一部地域ではブロック経済化が進む中、アジアを日本企業の脱炭素技術でロックインすることにより日本をリーダーとする経済圏を構築することが可能

主要論点に対しての示唆サマリ (業務③)

関連業務	主要論点	示唆サマリ
③ 新規分野の技術に関する調査・分析	デュアルユース x GI 技術の対象技術は? ("What" の議論)	「防衛省が防衛技術指針で掲げる12の重点技術分野」x「①原燃料転換VC②エネルギーマネジメントVC③リサイクルVC」のマトリクスでの技術のプロット、実装時期やTRLを睨んだ上での支援判断が重要 - デュアルユース技術はあくまで防衛目的が出発点のため、当該技術のうちGI関連技術のPick Upと再整理が必要 (下段 "How" の議論にて詳細) - GI関連技術はTRLが低いものの、将来的には社会実装される可能性があるため、①原燃料転換VC②エネルギーマネジメントVC③リサイクルVCのいずれかに紐づけ - 上記マトリクスでプロットした技術は実装時期やTRLをみつつ、VC内部の技術の多様化及びVC連関強化の資するものはGI基金でも支援を検討 - 例: アメリカのSBIR/STTRのデュアルユースで開発されるリチウム硫黄電池はTRL上2030年以降実装可能であるが、GI基金では未支援であり電池の製品技術の多様化に資するため、GI基金でも支援余地あり
	デュアルユース x GI の技術開発にむけたエコシステムの作り方・あり方は? ("How" の議論)	防衛分野の開発状況のベンチマーク及びフラグ付けする等の防衛分野の開発情報獲得スキームの構築に加え、分野における外部スペシャリスト (大学・企業) を登用し裁量権を大きく与え革新性を確保 - アメリカではDARPAが取り組む先端技術開発の内容をDoEがベンチマークし転用可能性を確認するスキームや、一部GI関連技術開発はDARPA (DoD) と連携しておりデュアルユースが可能なスキームが存在 - アメリカのDARPA/ARPA-Eなど革新的な技術開発を行う組織では、外部より高い専門性を有する人材を登用し幅広い裁量権を与え技術開発を実施

最終報告書のアジェンダ

仕様書記載業務

BCG独自提案業務

関連業務	主要論点	対象業務	想定アジェンダ
① 既存の取組における課題分析	エネ環39テーマを踏まえ、GI基金の"20PJ内部"に存在する技術開発支援余地は?	①-a・b	GI基金の20PJ及びエネ環39テーマの俯瞰図
		①-c	既存取組の課題と支援策検討
② 既存の取組の課題に対する調査・分析	"20PJ間"の連携ポテンシャル余地は?	①-d	日本のGX全体戦略/実行への接続性分析
		②-a	分野横断的な取組可能性検証
	"20PJ間"の連携上の課題及び対応策は?	②-b	分野横断的取組の課題と支援策検討
		②-c	気候変動を取り巻く直近グローバル動向分析
③ 新規分野の技術に関する調査・分析	デュアルユース x GIの技術開発にむけたエコシステムの作り方・あり方は? ("How" の議論)	②-d	海外連携可能性分析
		③-a	デュアルユース技術分析/技術レベルマップ構想策定
		③-b	国内外スタートアップ動向分析
		③-c	革新的技術実装エコシステム形成分析

今後の要検討論点

フェーズ		基礎技術開発: TRL1-3		応用技術開発: TRL4~6		実証: TRL6~8	
関連業務		③ 新規分野の技術に関する調査・分析		① 既存の取組における課題分析		② 既存の取組の課題に対する 調査・分析	
ネクストステップ		デュアルユース x GI技術ネタ集めと集めるスキーム作り - 防衛分野の開発情報獲得スキームの構築・外部スペシャリスト登用 - デュアルユース x GI技術 (①原燃料転換VC ②エネルギーマネジメントVC ③リサイクルVC) での技術のプロット、支援判断		20PJ内部における支援余地の4類型に沿った見極めと支援判断 ①多様な製品技術 ②PJ間を接続する技術 ③生産技術支援 ④生産技術と製品技術の連携		社会実装するVCのVerticalでE2Eな接続及び地域内・間でのVC構築 ①原燃料転換VC ②エネルギーマネジメントVC ③リサイクルVCに連携余地が存在 3つのVCの A) Verticalな "E2E" でのVC接続 B) リーダー企業を核とした "地域内" でのVC構築 C) "地域間" のVC 同士の連携が重要	
ネクストステップ 向け 要検討 論点	対官	省内	- 防衛起点のデュアルユース技術とGI技術との関連性確認は貴省内で誰が実施するか? - TRLが低い技術のデュアルユース開発の所掌はGI基金か、NEDOか?	- 追加支援対象の技術の確認・判断は貴省内で誰が実施するか? - GI基金では未支援だが、NEDO等貴省内組織で支援済技術の取り扱いはどうするか?	End市場への価格転嫁のためにはVerticalに接続したVCを一気に実装する必要があるが、TRLや技術成熟度が技術ごとにばらつく中でどのように実装するべきか?		
		他省	- 防衛省のデュアルユース組織と貴省の連携方法や具体的なフラグ付の方法は? - 機密性の高い防衛関連情報の共用範囲は?	なし	C) 地域間の連携において、地方自治体/委員会を巻き込んだ協議会の設定は誰が実施するか? - 自治体間のコンフリクトは誰がどう解消するか?		
	対民	- 防衛省と協働する民間企業のみがGI基金からの委託先か、それとも公募するか? - デュアルユースでは求められないコスト削減の取組をどこまで民間に依頼するか?	- 想定される受託企業/産業はだれか? - 追加支援対象の技術開発における民間でのペインポイントはなにか?そのペインポイントを解消する支援は何か?	- 地域内・間でのリーダー企業の公正な選定軸交渉はどうするべきか? - 各社のIPや設備・インフラの一定の共有が必要な中、利益面でコンフリクトしない協働法は?			

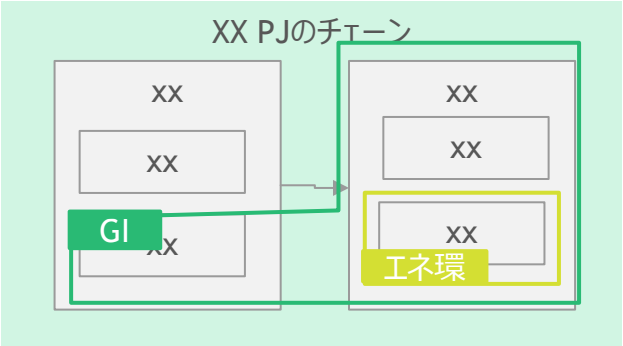
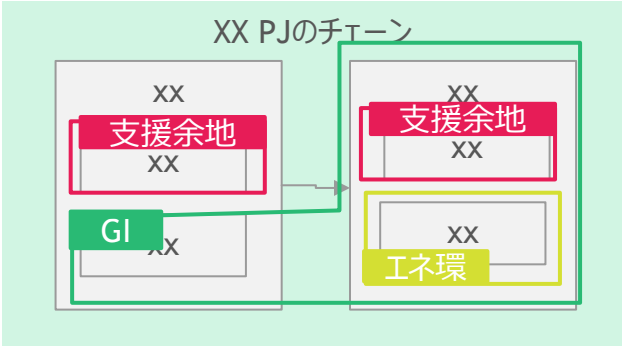
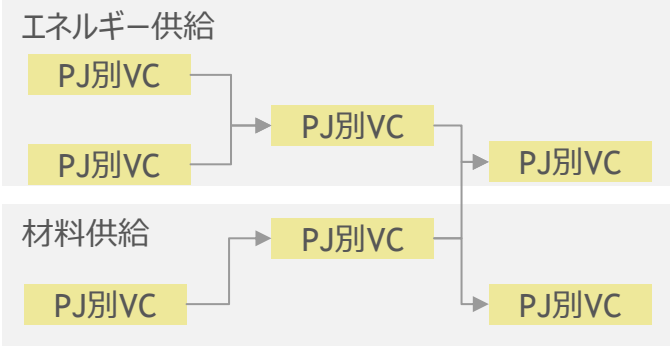
業務

①-a・b

GI基金の20PJ及び エネ環39テーマの俯瞰図

GI基金の20プロジェクト別に作成したVC俯瞰図を元に、既存VC内での支援余地を検討 さらにVC同士の連関性の分析を実施

GI基金のPJの現状把握・支援余地検討・連関性の分析アプローチ

	PJ別VC俯瞰図作成	既存VC内での支援余地検討	VC同士の連関性の分析
該当作業	①-a:GI基金取組20プロジェクト俯瞰図作成 ①-b:エネ環主導5分野/39テーマ内容反映	①-c:既存取組の課題と支援策検討	②-a:分野横断的な取組可能性検証
概要	各プロジェクトごとに全体のバリューチェーンを作成し、GI基金およびエネ環の各テーマがどこをカバーしているかをプロット	PJ別VC俯瞰図からGI基金やエネ環でカバーできていないテーマを抽出し、技術開発支援余地を特定	PJ別VC俯瞰図同士の接続をプロットし、VC同士の連関性を整理 エネルギー供給や材料供給など連関性の類型をまとめ、具体的な接続パターンをプロット
アウトプットイメージ			

GI基金取組20プロジェクト俯瞰図を作成し現状を把握したうえで、 関連するエネ環主導5分野/39テーマを紐づけ

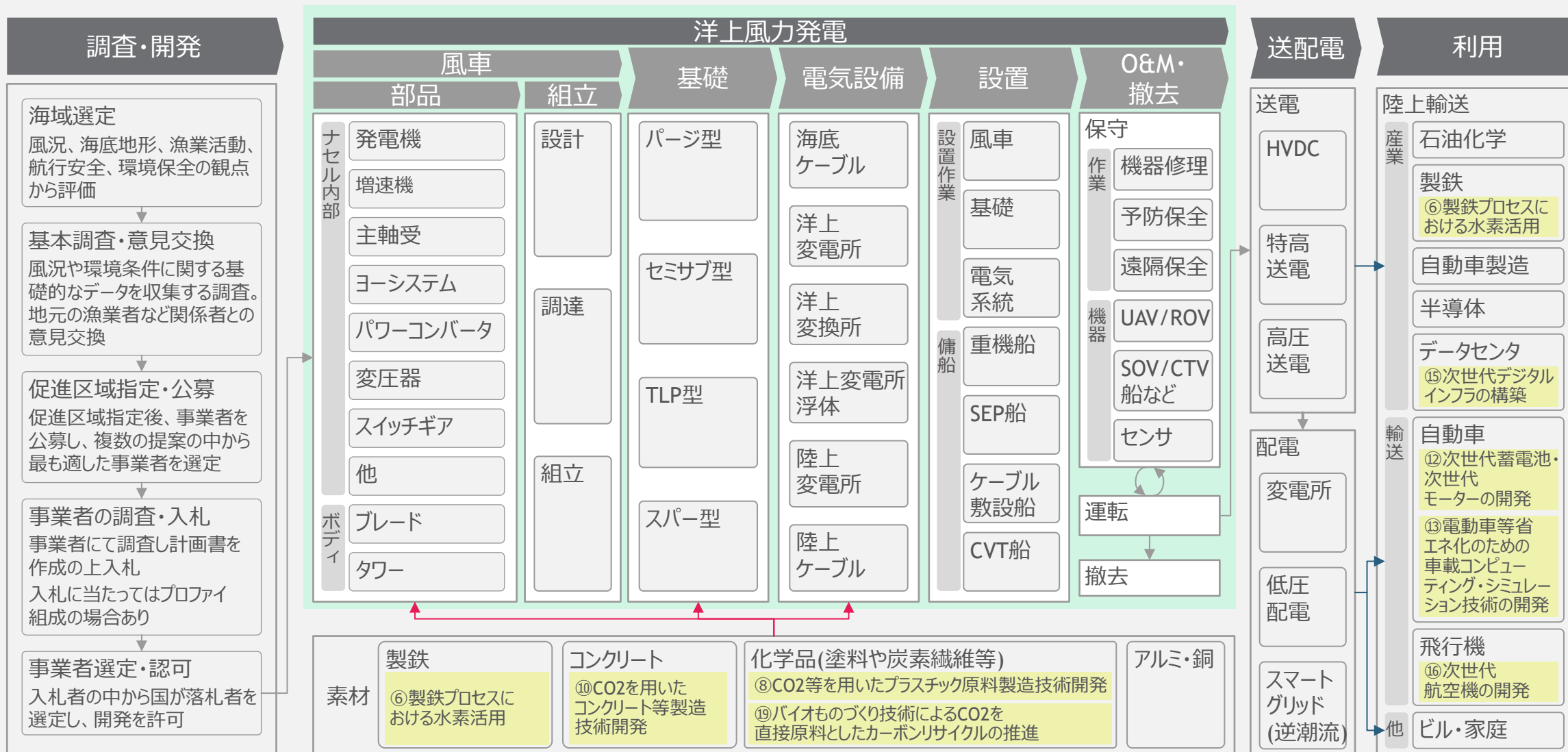
①-a:GI基金取組20プロジェクト俯瞰図作成・①-b: エネ環主導5分野/39テーマ内容反映のSteps

	STEP1 PJ別VC詳細化＋関連性明確化	STEP2 PJ別既存取組カバー範囲明確化	STEP3 エネ環テーマとの関連性明確化
該当作業	①-a:GI基金取組20プロジェクト俯瞰図作成	①-c:既存取組の課題と支援策検討	①-b:エネ環主導5分野/39テーマ内容反映
概要	各プロジェクトごとに全体のバリューチェーン(当該PJに閉じず上下前後チェーン含む)図を作成 各プロジェクトがバリューチェーンのどこに該当するのかをプロット	当該プロジェクトの中にある各テーマがどこに該当しており、どの企業が担当しているのかをプロット	エネ環テーマ(2021～2023年に採択されたテーマ)のうち、左記チェーンに該当するものをプロット 特に当該プロジェクトに関するものは該当テーマ及びその所管を定義
アウトプットイメージ			

(参考) GI基金取組20プロジェクト概要 (2024/4時点)

分野名	プロジェクト名	予算規模 (億円)
グリーン電力の普及促進分野	① 洋上風力発電の低コスト化	1,195 (5.3%)
	② 次世代型太陽光電池の開発	648 (2.9%)
エネルギー構造転換分野	③ 廃棄物・資源循環分野におけるカーボンニュートラル実現	445 (2.0%)
	④ 大規模水素サプライチェーンの構築	3,000 (13.3%)
	⑤ 再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造	708 (3.1%)
	⑥ 製鉄プロセスにおける水素活用	4,499 (19.9%)
	⑦ 燃料アンモニアサプライチェーンの構築	688 (3.0%)
	⑧ CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発	1,262 (5.6%)
	⑨ CO2等を用いた燃料製造技術開発	1,153 (5.1%)
	⑩ CO2を用いたコンクリート等製造技術開発	568 (2.5%)
	⑪ CO2の分離回収等技術開発	382 (1.7%)
産業構造転換分野	⑫ 次世代蓄電池・次世代モーターの開発	1,510 (6.7%)
	⑬ 電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発	420 (1.9%)
	⑭ スマートモビリティ社会の構築	1,130 (5.0%)
	⑮ 次世代デジタルインフラの構築	1,901 (8.4%)
	⑯ 次世代航空機の開発	517 (2.3%)
	⑰ 次世代船舶の開発	350 (1.5%)
	⑱ 食料・農林水産業のCO2等削減・吸収技術の開発	159 (0.7%)
	⑲ バイオものづくり技術によるCO2を直接原料としたカーボンリサイクルの推進	1,767 (7.8%)
	⑳ 製造分野における熱プロセスの脱炭素化	325 (1.4%)
合計		22,628

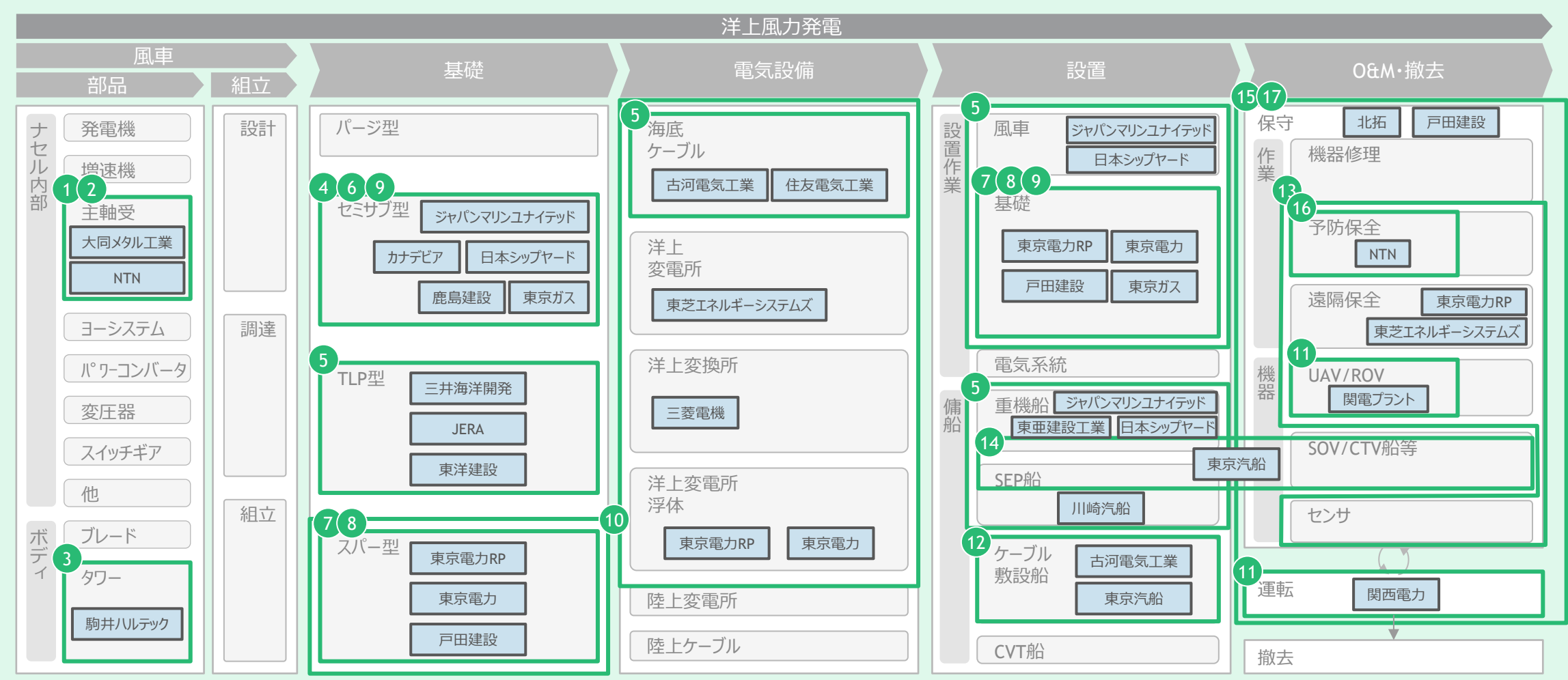
①洋上風力発電の低コスト化: VC詳細と取組間連関性



元々日系企業が強い電気設備に加え設置やO&Mも実施
基礎についてはセミサブ・TLP・スパーともに各社が所管し実施

①洋上風力発電の低コスト化：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

XXX :GI基金のテーマ取り組みを実施している企業
XX :GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



エネ環の中では、2022年に直並列電源構成直流給電システム、23年に大型風洞設備による浮体式風車ウエイク現象の評価技術を実施

①洋上風力発電の低コスト化：エネ環テーマとの連関



参考) ①洋上風力発電の低コスト化: 現在実施するPJの一覧 (1/8)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事	風車部品組立 基礎 電気設備 設置 O&M
1 風車主軸受の滑り軸受化開発	EU・中国及びアジア市場 (日本含む) をターゲットと想定 パッド軸受の技術を用いて高性能かつメンテナンス性を向上した主軸受を開発 総事業費12億円で5年間の研究開発の後、2027年頃の事業化、2033年頃の投資回収	☆ 大同 メタル 工業	✓ 主軸受 - 耐疲労性、耐摩耗性摺動材の開発 - 滑り軸受システム開発 - 滑り軸受状態監視技術開発 - 滑り軸受分解・組立法の開発
2 洋上風力発電機用超大型主軸受の低コスト仕様開発	軸受及び状態監視技術を用いて、軸受ライフサイクルマネジメント事業を展開 - 国産／高品質の軸受を短納期で提供 - CMS等を活用した軸受の異常検知により、風力発電機の予知保全に寄与する情報を提供 総事業費約10億円で、2023～2028年頃の事業化、2036年頃の投資回収	☆ NTN	✓ 主軸受 - 軸受内部設計仕様の確立 - 長寿化が可能な材料仕様の確立 - 社内加工及び組立・検査などの効率化
3 洋上風車用タワーの高効率生産技術開発・実証事業	洋上風車タワーの日本国内の調達ニーズに対応 国内向けタワー直径10m程度まで生産可能な設備を導入することで15MW級風車の生産を視野 橋梁・鉄骨メーカーとしての鋼構造製作ノウハウと風車メーカーのノウハウを活用 総事業費45億円で、2026年頃の事業化、2034年頃の投資回収を想定	☆ 駒井 ハルテック	✓ タワー - 合理化溶接技術の開発 - 溶接・塗装同時ロボット施工システムの開発 - AIを活用した非破壊検査システムの開発

参考) ①洋上風力発電の低コスト化: 現在実施するPJの一覧 (2/8)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
		☆ 幹事	風車 部品組立	基礎	電気 設備	設置	O&M
浮体式基礎製造・設置低コスト化技術開発事業	4 セミサブ型ハイブリッド浮体の量産化・低コスト化	☆ カナデビア		✓			- 鋼・コンクリートハイブリッド浮体の基本設計/量産検討 - 最適係留システムの検討
		鹿島建設		✓			- 鋼・コンクリート複合構造部材の構造性能確認 - 鋼・コンクリート複合構造部材の設計法の確立
	5 低コストと優れた社会受容性を実現するTLP方式による浮体式洋上発電設備の開発	☆ 三井海洋開発		✓		✓	- 高信頼性軽量浮体の検討 - 浮体の量産化に向けた短納期量産のためのサプライチェーンの構築 - 係留システムの最適化 - 低コスト施工技術の開発。浮体設置、係留着脱技術の検討
		JERA	✓	✓		✓	- 風車メーカーとの共同での浮体基礎設計 - 係留システムの最適化に向けた地盤条件や調査の最適化
		東洋建設		✓		✓	- 係留基礎の引抜実験による、係留基礎の設計手法検証 - 係留基礎の施工性検証のための要素実験
		古河電気工業			✓		TLP浮体用66kVダイナミックケーブルの開発・低コスト化

参考) ①洋上風力発電の低コスト化: 現在実施するPJの一覧 (3/8)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
		☆ 幹事	風車 部品組立	基礎	電気 設備	設置	O&M
6 セミサブ型浮体・ハイブリッド係留システムに係る技術開発及び施工技術開発	浮体式洋上風力発電市場のうちセミサブ型浮体をターゲットとして想定 - 係留形式は当面は実績面・技術成熟度を考慮しカタナリー係留をベースとするが、漁業協調に貢献する海中占有面積の小さいトート係留の検討も積極的に進める 造船技術を用いて国際競争力のある製品・サービスを提供する事業を創出/拡大 - 浮体基礎の設計・製造/係留システムの設計及びEPCI(設計・調達・製造・据付)事業のビジネスモデルを確立 国の支援8億円に加えて、自己負担1,100億円となる予定だが、2020年代後半準商用化	☆ ジャパンマリンユナイテッド		✓		✓	- 浮体式洋上風力発電向け浮体の開発・最適設計・量産建造 - 浮体/係留/海上工事のEPCI(設計・調達・製造・据付) - 洋上風力向け作業船の開発・建造
		日本シップヤード		✓		✓	- 洋上風力発電向け浮体の設計検討 - 浮体/係留/海上工事EPCIのうち設計検討 - 洋上風力向け作業船の設計検討
		川崎汽船				✓ (浮体設置)	- 低コスト施工技術(風車浮体設置)の開発 - 浮体式洋上風車向け係留施工技術の検証
		東亜建設工業				✓ (風車設置)	- 陸上クレーンによる標準搭載工程検討 - 大型化した風車搭載に対応可能な既存SEP船改造/新造作業船の検討
7 浮体式大量導入に向けた大型スパー浮体基礎の製造・設置低コスト化技術の開発	好風況かつ開発ポテンシャルが高い水深100m以上の海域をターゲット 新たなスパー型浮体・係留システムにより低コストな発電事業とサプライチェーンを実現 国の支援30億円に加えて、自己負担1,000億円となる予定だが、2030年頃から継続的に大規模ファームを開発	☆ 東京電力RP		✓		✓	- スパー型浮体の最適化と量産化 15MW級風車搭載浮体に対応するハイブリッド係留索の設計について、使用環境を考慮して最適化 - ジャッキアップ型作業構台を活用した大型風車の据え付け方法、ハイブリッド係留システム等の係留索の効率的な施工技術の開発による低コスト化
		東京電力		✓		✓	

参考) ①洋上風力発電の低コスト化: 現在実施するPJの一覧 (4/8)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事	風車 部品組立
		☆ 戸田建設	基礎
			電気設備
			設置
			O&M
8	15MW 級大型風車に対応した低コスト型ハイブリッドスパー浮体量産システムの開発		- 量産化、大型化に対応したPC部の軽量化技術の開発。鋼製部設計最適化技術 - 礫質土対応杭式アンカー打設工法の開発
9	早期社会実装に向けたセミサブ型浮体式基礎製造・設置の量産化・低コスト化	☆ 東京ガス	- 施工性が高く低コストな浮体基礎の開発及びその量産化 - 軽量化可能な合成繊維係留索の特性を生かし、合成繊維係留索と鋼製係留索からなるハイブリッド係留システムの設計・製造技術を開発し、係留システムの低コスト化を目指す - 大型風車の据え付け方法、ハイブリッド係留システムの開発および日本の気象海象条件に適した低コストの施工システムを検討

参考) ①洋上風力発電の低コスト化: 現在実施するPJの一覧 (5/8)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
		☆ 幹事	風車 部品組立	基礎	電気 設備	設置	O&M
洋上風力関連電気システム技術開発事業	10 浮体式洋上風力発電共通要素技術開発 (ダイナミックケーブル・洋上変電所・洋上変換所)	☆ 東京電力 RP		✓	✓		• 浮体式洋上風力発電システムの技術仕様の検討と要素技術の評価 (協調領域) 等を担当 • 洋上風力・変電所・変換所の浮体技術仕様は造船メーカー・コンサル会社の協力により電力会社主体で検討
		東北電力					
		北陸電力					
		J-POWER					
		中部電力		✓	✓		
		関西電力					• 高電圧・耐疲労性・長寿命なダイナミックケーブルの開発・設計・高度運用システムの開発
		四国電力					
		九電みらいエナジー					
		住友電工			✓		• 高効率浮体式洋上変電所の開発
		古河電気工業			✓		
		東芝エネルギーシステムズ			✓		• 高効率浮体式洋上変換所の開発
		三菱電機			✓		• 低損失半導体素子を適用した浮体用HVDCシステムの開発

参考) ①洋上風力発電の低コスト化: 現在実施するPJの一覧 (6/8)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事	風車 部品組立 基礎 電気設備 設置 O&M
11 浮体式風車ブレードの革新的点検技術の開発	洋上風力のO&M分野のうち、風車ブレードを中心とした維持管理をターゲット 浮体式の外観点検 (ブレード・ナセル・タワー)、ダウンコンダクター導通試験および打音検査を含む風車設備の点検において、無人航空機 (UAV) を用いた技術により、点検作業の省コスト化およびダウンタイム低減 総事業費2億円(本事業に必要なとなるUAV購入にかかる設備投資費は含まず)	☆ 関西電力	- 発電事業者として風力O&M事業者や風車メーカーとの協業体制の構築 - 打音検査機構の開発
12 海底ケーブル布設専用船 (Cable Laying Vessel : CLV) 開発プロジェクト	CLV導入・開発に基づく海底ケーブル布設工事の安全性・品質改善、並びに、海底ケーブル布設工事費・発電コスト低減化の実現 将来的にはO&Mにおけるケーブル交換も実施 2026年中の用船事業化、2032年頃の投資回収を想定	☆ 古河電気工業	オペレーションシステム、モニタリングシステムや工事容量標準化
		イーストブリッジ リニューアブル	- ビジネスモデル開発 (スキーム・事業性・マーケティング) - 欧州・海外企業とのコーディネーション - 工事要領標準化・リスク分析等を担当
		東京汽船	- 造船設計管理 (水槽試験・船級証書) - オペレーション体制構築等を担当
13 遠隔化・自動化による運転保守高度化とデジタル技術による予防保全	電力会社 (発電事業者) が、将来の浮体式洋上風力発電事業に向けて、デジタル技術による予防保全・メンテナンス高度化を共同で開発	☆ 東京電力 RP	センサー及びROV等の活用による浮体・係留索等の監視及び点検技術の高度化技術開発
		東芝エネルギーシステムズ	ドローン及びロボット等の活用による風車外観点検およびナセル内部点検の自動化技術開発

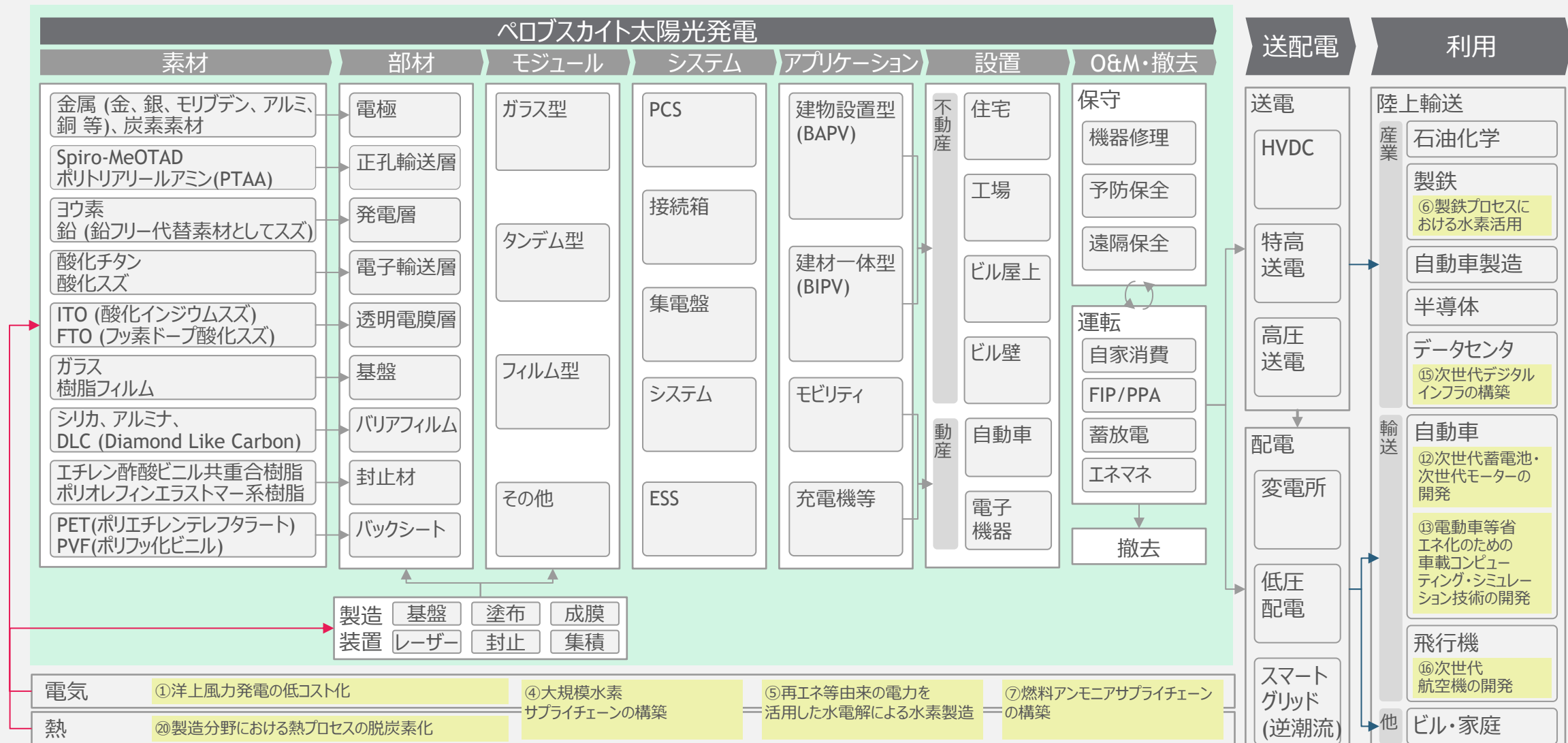
参考) ①洋上風力発電の低コスト化: 現在実施するPJの一覧 (7/8)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事	風車 部品組立基礎電気設備設置O&M
14 風車建設・メンテナンス専用船 (Service Operation Vessel : SOV) 開発プロジェクト	発電コスト低減効果の高い建設・O&M用専用船 (SOV: Service Operation Vessel) をターゲット SOV導入・開発により、年間を通じて2.5m Hs以上の風車へのアクセスを可能とし、国内洋上風力マーケットを変革	☆ SOV開発 イーストブリッジ リニューアブル 東京汽船	✓ ✓ - 欧州と日本の先進的な造船技術を融合し、世界最新鋭の機能性を具備するSOV導入・開発 - 造船設計管理、省エネシステムの最適化検討、O&Mの実行
15 浮体式風力発電用運用保守デジタルプラットフォームの開発	風力発電設備メンテナンス市場のうち全方位をターゲット 各種浮体式洋上風力発電として必要な情報の取得と集約、そして日々のメンテナンスの記録、判断などをデータ化し統合。成長していくO&Mの司令塔となるプラットフォームを開発 総事業費3.6億円で、2024年頃の事業化開始、2029年頃の投資回収	☆ 北拓 東京大学 早稲田大学 中部大学 産業技術総合研究所	✓ - 風車メンテナンスDXに係る情報取得性能の実態把握（個別センシング性能の把握） - 風車メンテナンス判断を一元化しデータ集約システムの開発
16 軸受ライフサイクルマネジメント実現のための洋上風力発電機用CMSの高度化開発	軸受及び状態監視技術を用いて、軸受ライフサイクルマネジメント事業を展開 - CMS等を活用した軸受の異常検知により、風力発電機の予知保全に寄与する情報を提供 - CMSデータを活用した軸受の機能改善、長寿命化やコスト低減に寄与	☆ NTN 東京大学 早稲田大学 中部大学 産業技術総合研究所	✓ - CMSの機能向上および機能拡張。データ収集装置の機能向上・機能拡張。CMSデータの利用技術・分析技術の高度化 - 軸受ライフサイクルマネジメントサービスの実現（長期取り組み）
			✓ - 風力発電データベースプラットフォームの活用手法の構築 - 落雷対策、CMSデータの分析・評価、AI高度活用型風車機器異常予兆検知の検討

参考) ①洋上風力発電の低コスト化: 現在実施するPJの一覧 (8/8)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
洋上風力運転保守高度化事業	17 Digital Twin・AI技術による生産予防保全技術等の開発 浮体式洋上風力市場のうち部品費用と運転保守費用の合理化をターゲット - 現状は風車メーカーが重要データを握っているため製造業者が最適な設計改善をしたり、事業者が予防保全を高度化するなどして、稼働率向上を目指していくことが困難 - ビックデータで標準化・汎用化された製品・サービスを提供する事業を創出/拡大 総事業費6億円で、2032年頃の事業化、2035年頃の投資回収	☆ 幹事 ☆ 戸田建設	風車 部品組立 基礎 電気設備 設置 O&M
			- 種々の構成部材の状態の物理データを取得できるように、製造段階で組み込む - データ利活用・学術データプラットフォーム連携 - Digital Twin O&Mを支える浮体製造部品の生産信頼性確保 ✓ ✓

②次世代型太陽光電池の開発: VC詳細と取組間連関性

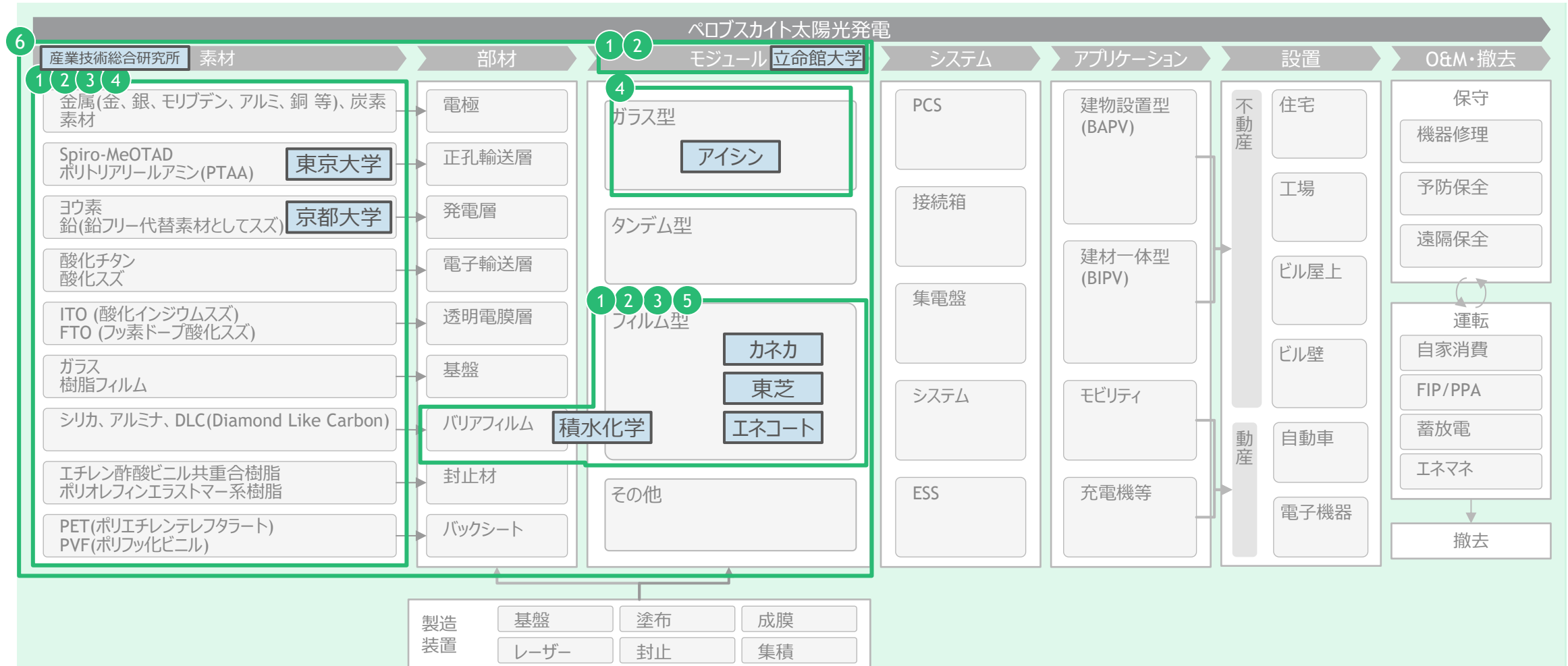


素材研究は主に大学、部材~モジュールは企業が担当する住み分け モジュールはタンデム型以外は各社が開発を進める

②次世代型太陽光電池の開発:当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

XXX :GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

XX :GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり

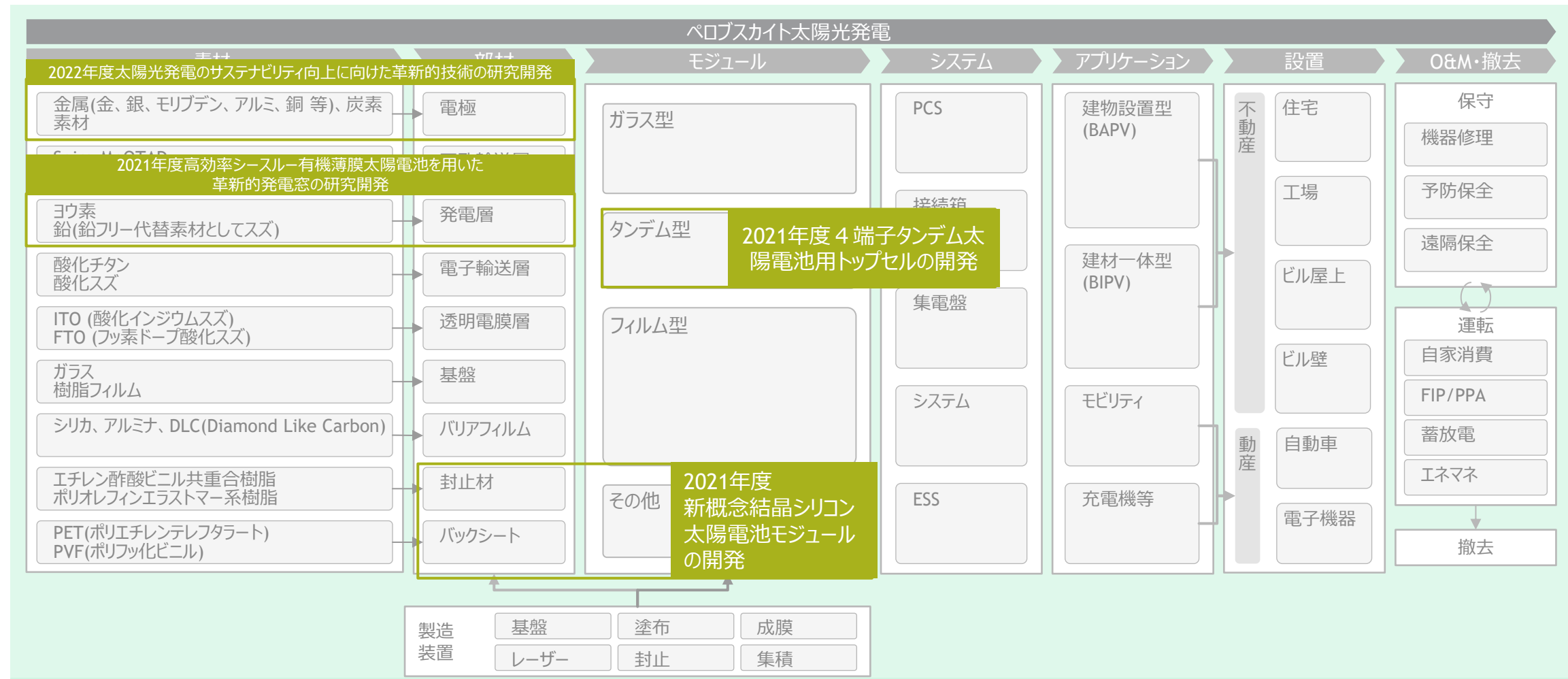


Note: カネカはGI基金ではフィルム型を実施も自社内でタンデム型を開発

Source: 経済産業省; BCG分析

エネ環の中では、2022年・2023年ともに素材・部材・モジュールに関する研究を実施 一部はGI基金で実施していないタンデム型を実施

②次世代型太陽光電池の開発:エネ環テーマとの連関



参考) ②次世代型太陽光電池の開発: 現在実施するPJの一覧 (1/3)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事	素材 部材 モジュール システム アプリ 設置 O&M・撤去
1 超軽量太陽電池 R2R 製造技術開発	太陽光発電市場のうち脆弱な耐荷重屋根をターゲット。フィルム型ペロブスカイト太陽電池技術を用いて「超軽量PV市場進出」「新市場を創出」 所有屋根や壁の資産化などによる価値の向上 耐久性向上とパネルコスト低減にむけ、要素技術開発に加え劣化要因の解明やモジュール変換効率の向上、バリアフィルムの開発などを狙う 総事業費45億円で、2025年頃の事業化、2040年頃の投資回収	☆ 積水化学	部材 モジュール - モジュール変換効率向上と幅広製造技術構築を担当 - バリアフィルムの開発 - 設置加工技術の開発
		東京大学	素材 部材 高効率高耐久性フィルム基板ナノ構造型ペロブスカイト太陽電池の要素技術開発を担当(添加剤、ペロブスカイトナノ粒子、ミセル/モジュール開発)
		立命館大学	モジュール 劣化係数の明確化、要因解明や寿命予測
2 フィルム型ペロブスカイト太陽電池実用化技術	太陽光発電市場のうち脆弱な耐荷重屋根をターゲット。発電コスト20円/kWh以下というアウトプット目標 所有屋根や壁の資産化などによる価値の向上 フィルム化プロセス技術や、大面積化プロセス技術を東芝が提供予定 総事業費44億円で、2026年頃の事業化、2031年以降の投資回収	☆ 東芝	モジュール システム単価低減と総発電量増大が可能なフィルム型ペロブスカイトモジュールの開発
		東京大学	素材 部材 - 高効率化・高耐久化に向けた材料開発 - 低コスト製造に向けたペロブスカイトナノ粒子開発 - 鉛比率低減ペロブスカイト高性能化 - 低温省エネ製造可能な無機材料の開発
		立命館大学	モジュール 高効率デバイス設計

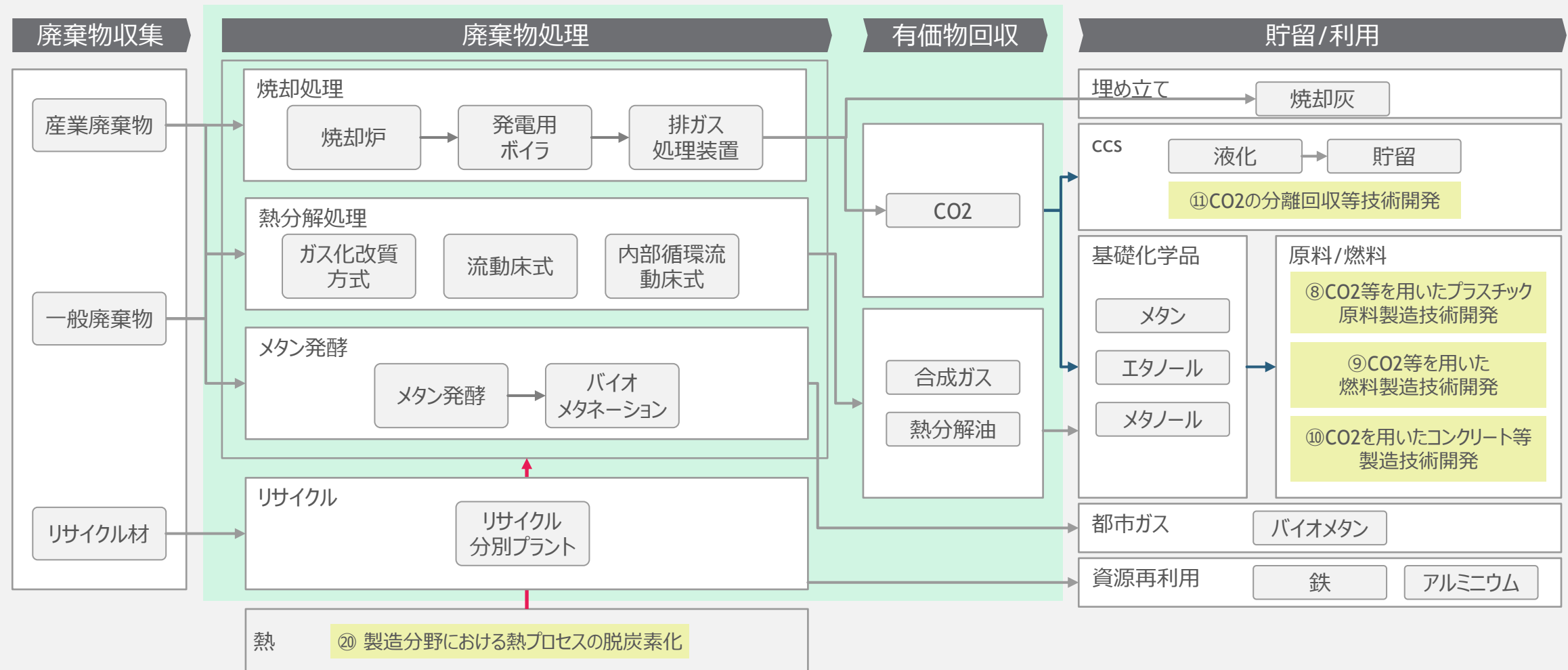
参考) ②次世代型太陽光電池の開発: 現在実施するPJの一覧 (2/3)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割						
		☆ 幹事	素材	部材	モジュール	システム	アプリ	設置	O&M・撤去
3 設置自由度の高いペロブスカイト太陽電池の社会実装	太陽光発電市場のうち建物の壁や道路の法面をターゲット。 材料技術の強みを活かして、社会・顧客に対して軽量・フレキシブルという価値を提供 総事業費64億円で、2028年頃の事業化、2036年以降の投資回収	☆ エネコート		✓	✓				- ペロブスカイト層の塗布方法、電荷回収層形成手法 - 封止材料・組成・封止技術の最適化、層の膜厚等の最適化 - 量産に向けた低コスト化
		京都大学	✓	✓					- ペロブスカイト半導体材料／電荷回収層材料／成膜方法／界面制御技術、基板材料、パターン化技術、特性評価 - 大量生産を可能にする材料開発
4 高効率・高耐久モジュールの実用化技術開発	太陽電池市場のうち既築建築物やCN対応が必要な事業所をターゲット 自動車関連メーカーの強みを活かして、社会・顧客に対して高品質という価値を提供 低コスト化に向けたアイシンの大面積モジュール化、耐久性の改善は東京大学の要素研究が主 総事業費10億円で、2030年代の事業化、投資回収	☆ アイシン			✓				- 大面積モジュール製造技術開発 - 高耐久モジュール製造技術開発 - 低コスト製造技術開発
		東京大学	✓	✓					- 高効率化/高耐久化に向けたペロブスカイト材料開発。超軽量化に向けた基板材料開発。低コスト製造に向けたペロブスカイトナノ粒子開発 - マテリアルインフォマティクス等の理論的手法を活用した材料開発

参考) ②次世代型太陽光電池の開発: 現在実施するPJの一覧 (3/3)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事 ☆ カネカ	素材 部材 モジュール システム アプリ 設置 O&M・撤去
5 高性能ペロブスカイト太陽電池技術開発	次世代太陽電池市場のうち建物用PV及び車載用PVをターゲット 車載は乗用車 (効率30%以上のペロブスカイト/Siタンデム (四端子) 等) を狙うが本技術は対象外 総事業費30億円で、2026年度以降の事業化、2030年度以降の投資回収		- ペロブスカイトセルの変換効率24%となるセル材料開発 - フィルム基盤開発 - 高信頼性デバイス・モジュール技術開発
6 次世代型ペロブスカイト太陽電池の実用化に資する共通基盤技術開発	産学に対して提供可能な技術開発や評価 - 最適な材料組成の開発 (MIによるベイズ最適化をもちいた多元化合物組成の最適化など) - セル要素技術の開発 (新規塗布・積層技術の開発等) - 分析・評価技術開発 (セル開発に資する物性分析技術の開発等)	☆ 産業技術総合研究所	産学が使える材料組成、セル技術、分析・評価技術の開発

③廃棄物・資源循環分野におけるカーボンニュートラル実現: VC詳細と取組間連関性



国内焼却施設大手が焼却処理によるCO2回収と、熱分解処理によるガス化/オイル化を平行して実施、メタン発酵によるバイオガス製造のプロジェクトも実施

③廃棄物・資源循環分野におけるカーボンニュートラル実現:当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

XXX

:GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

XX

:GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



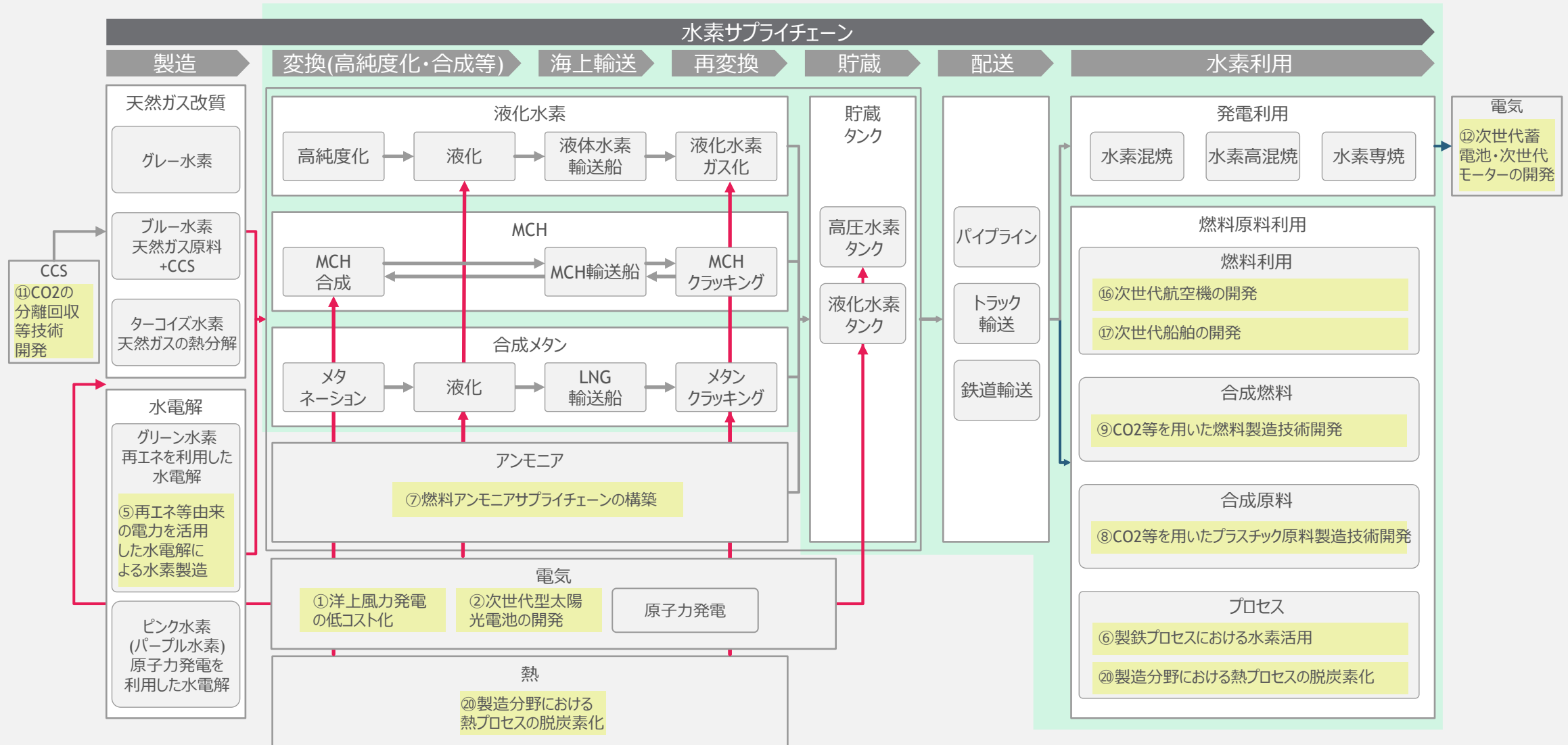
参考) ③廃棄物・資源循環分野におけるカーボンニュートラル実現 : 現在実施するPJの一覧

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
			廃棄物 収集	廃棄物 処理	埋め立て	有価物 回収	貯留/ 利用
① CO ₂ 分離・回収を前提としたCN型廃棄物焼却処理全体システムの開発	CO ₂ 回収を前提とした焼却処理技術の確立により、廃棄物の適正処理とCO ₂ 分離回収を同時に実現 - CO₂回収方式として化学吸収法を想定した廃棄物処理施設を開発 - 廃棄物に含まれるCO₂の回収率90%以上	☆ 幹事 日鉄エンジニアリング		✓		✓	- CO₂分離回収を含む要素技術の開発 - 焼却施設全体の技術基盤の開発
② CO ₂ 高濃度化廃棄物燃焼技術の開発	CO ₂ 回収を前提とした焼却処理技術の確立により、廃棄物の適正処理とCO ₂ 分離回収を同時に実現 CO₂回収方式として酸素燃焼法を想定した廃棄物処理施設を開発	カナデビア		✓		✓	- CO₂分離回収を含む要素技術の開発 - 焼却施設全体の技術基盤の開発
③ CO ₂ 高濃度化廃棄物燃焼技術の開発	熱分解プロセスにより、外部から水素を供給せず合成ガスや熱分解油を製造する技術を開発 - ガス化の場合は炭素有効利用率27%以上 - オイル化の場合は炭素有効利用率48%以上	JFEエンジニアリング		✓		✓	- 熱分解ガス化/オイル化技術の開発 - 施設劣化を防ぐ熱分解処理プロセスの確立
		積水化学工業		✓		✓	
④ バイオメタネーション技術の開発	メタン発酵により得られた低濃度メタンを高濃度化することで、既存の都市ガスインフラへ注入可能な品質にアップグレードする技術を開発 - メタン発酵によるバイオガス：メタン50～60% - バイオメタネーションでの濃度化：メタン97%	水ing		✓		✓	- 海外商用ベース同等のメタン生成速度を持つメタン発酵技術の確立 - 低温・低圧でのメタネーション技術の開発

③の「CO₂高濃度化廃棄物燃焼技術の開発」については幹事不明

Source: 経済産業省; BCG分析

④大規模水素サプライチェーンの構築: VC詳細と取組間連関性



輸送・変換については液化水素とMCHの2つのパスでそれぞれプロジェクトが存在 水素発電については混焼・高混焼・専焼で3つのプロジェクトを並行して実施

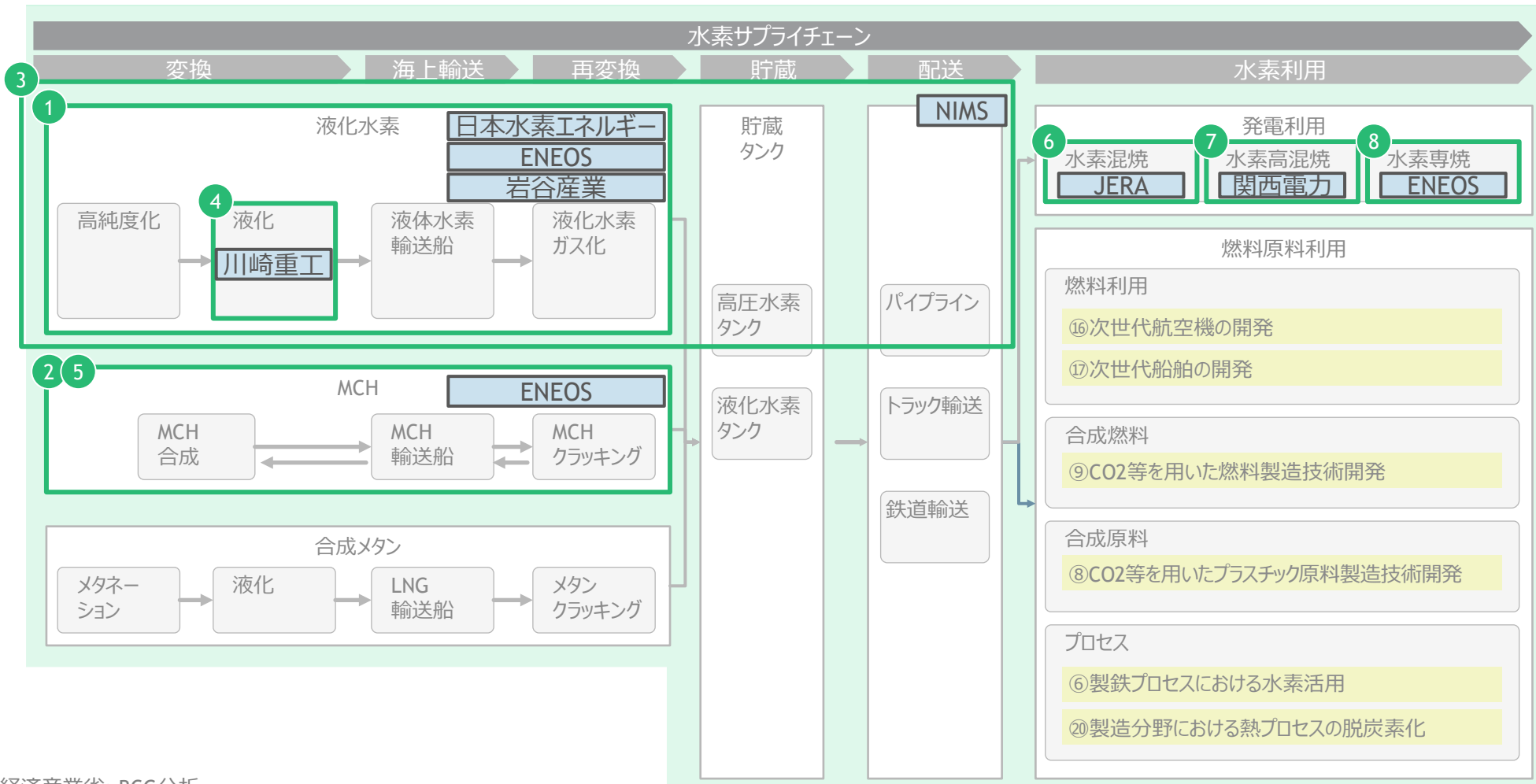
④大規模水素サプライチェーンの構築：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

XXX

：GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

XX

：GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



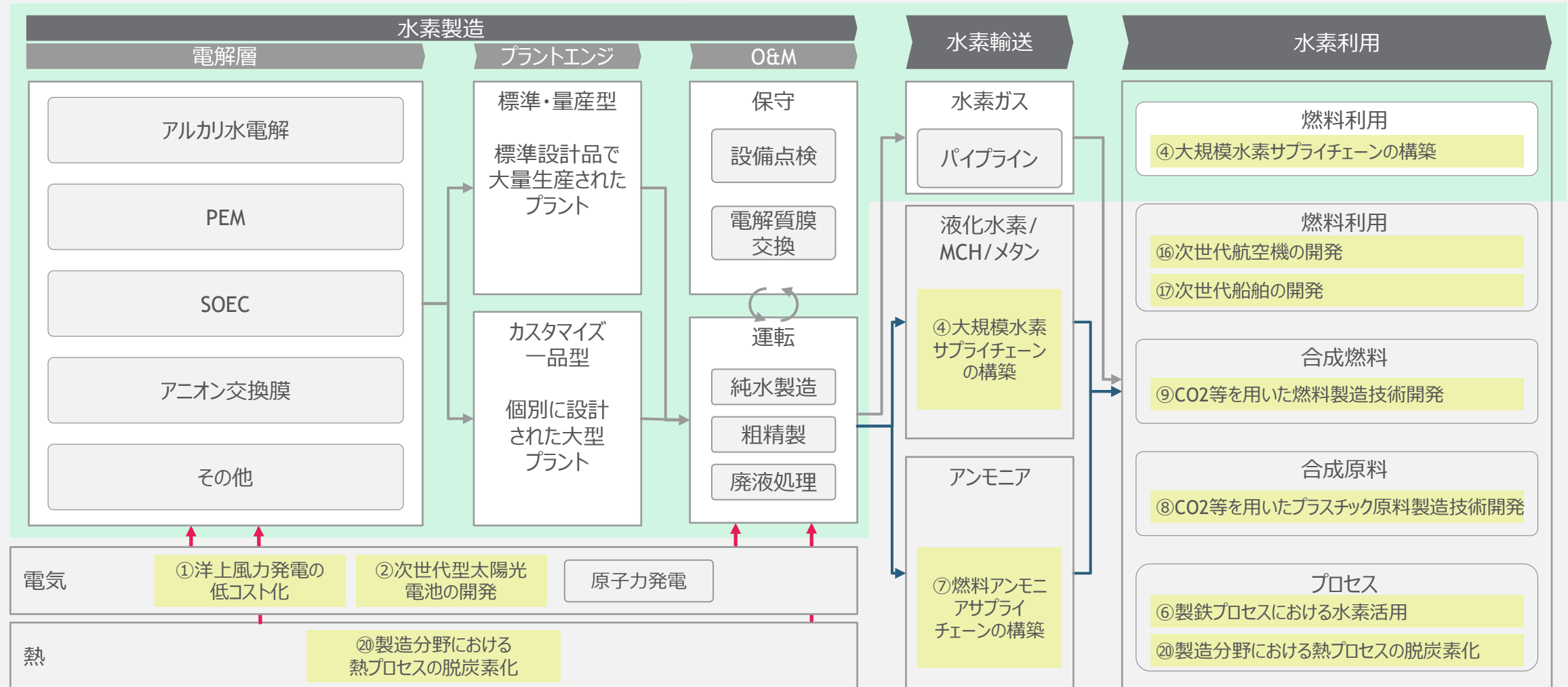
参考) ④大規模水素サプライチェーンの構築: 現在実施するPJの一覧 (1/2)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割					
1 液化水素 サプライチェーンの 商用化実証	大型化・高効率化の水素輸送技術等の開発を含め、上流から下流まで実証システムとしての性能、安全性、耐久性、信頼性、経済性等の商用化に求められる要件の確認を行い、2030年30円の水素供給コスト（船上引き渡しコスト）の実現性を確認	☆ 幹事						
		☆ 日本水素エネルギー	✓	✓	✓			・実証計画の作成、ビジネスモデル構築 ・水素出荷側および受入側の実施場所の選定 ・基本設計およびコスト算出 ・機器基本仕様の決定と設備建設 ・システムとしての性能確認、運転ノウハウ蓄積 ・商用チェーンコスト評価
		ENEOS	✓	✓	✓			
		岩谷産業	✓	✓	✓			
2 MCH サプライチェーン 実証	海外MCHサプライチェーンの構築に向け、海外MCH製造技術と国内MCH処理技術を確立	☆ ENEOS	✓	✓	✓			・多様な水素源を活用したMCH製造技術の確立 ・製油所既存設備を活用したMCH脱水素技術の確立 ・品質規格の標準化
3 液化水素関連機器の 研究開発を支える材料 評価基盤の整備	液化水素の製造、輸送・貯蔵、利用に関わる機器・材料のコスト削減に向けた、極低温水素雰囲気での材料の機械特性等の評価設備の整備	☆ NIMS	✓	✓	✓	✓	✓	・極低温水素雰囲気下での材料評価 試験設備の開発 ・データベース基盤構築

参考) ④大規模水素サプライチェーンの構築: 現在実施するPJの一覧 (2/2)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事	変換 海上輸送 再変換 貯蔵 配送 利用
4 水素液化機向け大型高効率機器の開発	高純度水素の液化に必要な液化機の大型化、効率化に必要な技術の開発と製品化	☆ 川崎重工	✓ - 大型高効率水素圧縮機の開発 - 動力回収型膨張タービンの開発 - Wetタービンの開発 - 磁気冷凍機の開発
5 直接MCH電解合成 (Direct MCH) 技術開発	中型および大型の電解層プラントによる実証を通して、商用Direct MCHプラントの概念設計を実施 - 豪州において中型・大型プラントの建設・実証を実施 2030年にプラントの概念設計を完了	☆ ENEOS	✓ - プラント開発・運転評価 - 電解層開発 - 触媒層形成技術開発 - 期間部材開発・政策
6 大規模水素サプライチェーン構築に係る水素混焼発電の技術検証	大規模需要に対応した水素ガスタービン発電技術 (混焼) を確立	☆ JERA	✓ - プロセス設計、既設品改造 - 燃焼機製造 - 実証試験の実施
7 既設火力発電所を活用した水素混焼/専焼発電実証	中型ガスタービンを想定した水素混焼/専焼技術と水素受入・貯蔵・供給の運用技術の確立	☆ 関西電力	✓ - 既設設備による水素発電運用技術の確立 - 水素受入・貯蔵・ガス化・共有設備の運用技術確立
8 CO2フリー水素発電実証	水素専焼による発電技術の実証実証と水素供給システムの確立	☆ ENEOS	✓ - 水素発電技術 (専焼) の実機実証 - 発電用水素供給システムの仕様検討と建設 - GHG削減効果の評価

⑤再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造：VC詳細と取組間連関性



アルカリ水電解およびPEMの2つの電解層タイプについて水素製造～水素利用まで一貫した実証を実施している状況

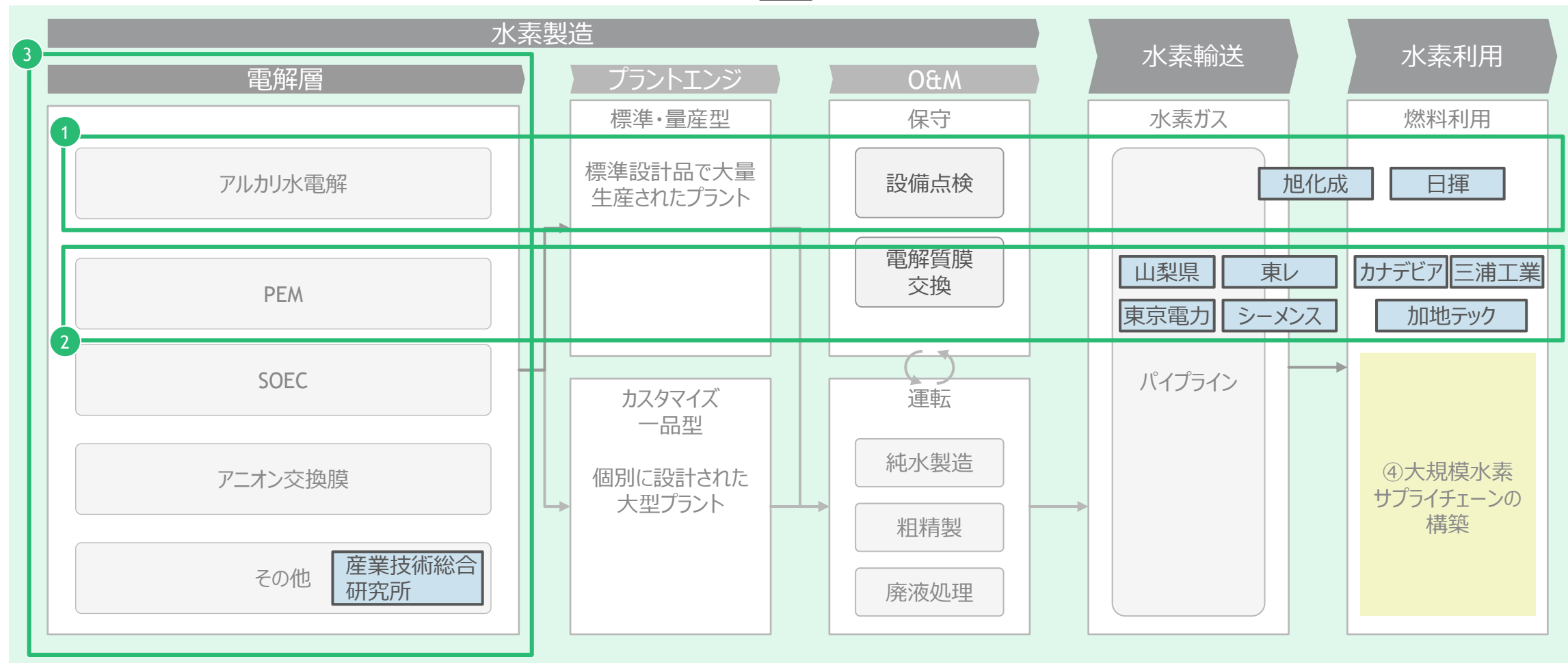
⑤再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

XXX

:GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

XX

:GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



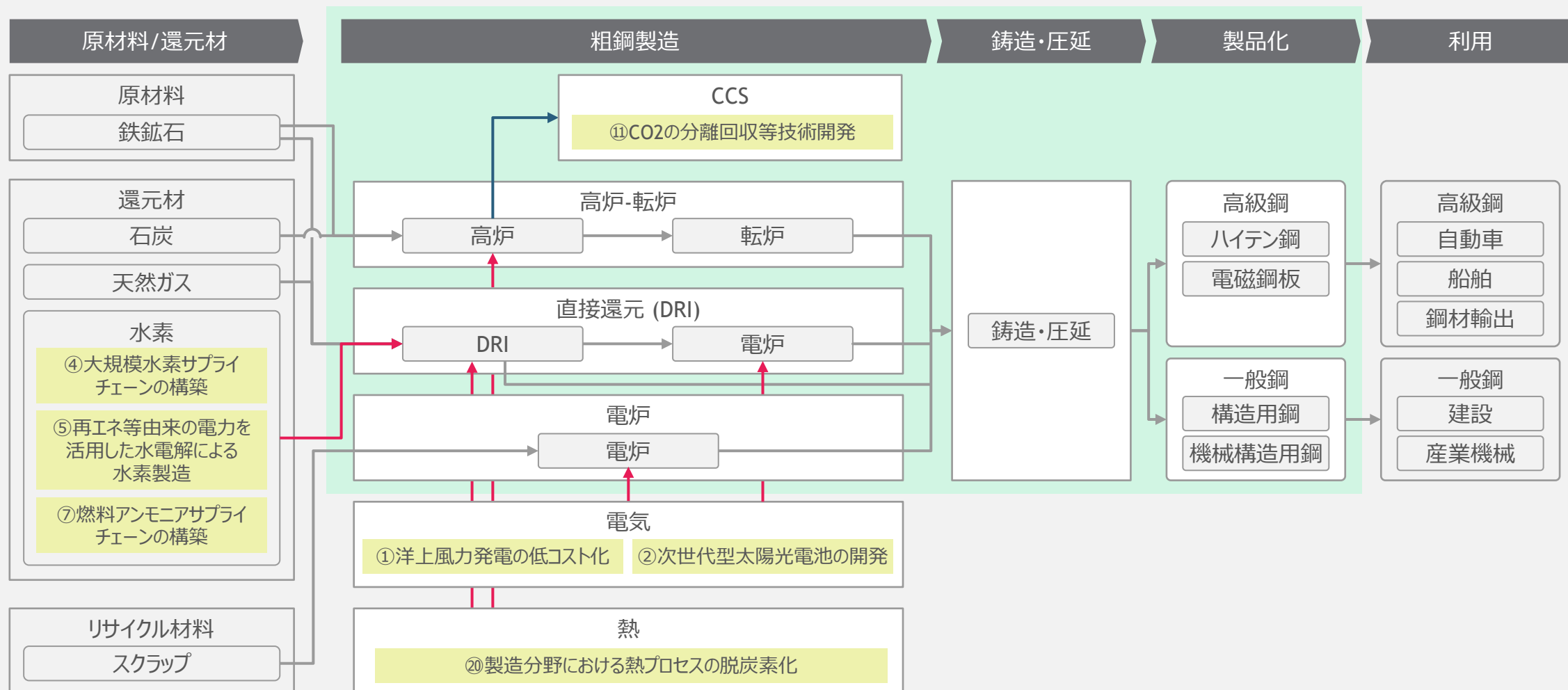
参考) ⑤再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造: 現在実施するPJの一覧 (1/2)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割					
		☆ 幹事	電解層	プラント エンジ	O&M	輸送	利用	
1 大規模アルカリ型水電解装置の開発および、グリーンケミカルプラントの実証	アルカリ水電解システムの大型化・モジュール化技術開発とグリーンケミカルプラントのFSおよび技術実証を実施 - 設備コスト5.2万円/kWを見通せる大型水電解技術の実電 - 基礎化学品を供給する商用規模のグリーンケミカルプラントの実用化	☆ 旭化成	✓	✓	✓			- アルカリ水電解システムの大型化・モジュール化技術開発 - 大型アルカリ水電解槽向け要素技術開発 - グリーンケミカルプラントのFSおよび技術実証
		日揮			✓	✓	✓	
2 カーボンニュートラル実現へ向けた大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換・利用技術開発	PEM型水電解装置の大型化技術等の開発とPower-to-Xの大規模実証を実施 2030年までにPEM型水電解装置の設備コスト6.5万円/kWを見通せる技術の実現 - 大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換・利用技術の開発	☆ 山梨県		✓	✓	✓	✓	大規模P2Gシステムのインテグレーションとビジネスモデル検討
		東京電力		✓	✓	✓	✓	電力設備、電解設備の統合およびEMS導入
		東レ	✓	✓				高性能・高耐久PEM型水電解材料の開発
		シーメンス	✓	✓				電解質膜などの主要な部材の電解装置への実装
		カナデビア		✓	✓			6MW級モジュール型水電解システムの開発
		加地テック		✓				水素の大規模除湿・保湿圧縮システムの開発
		三浦工業					✓	水素ボイラー技術の確立

参考) ⑤再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造: 現在実施するPJの一覧 (2/2)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
③ 再生可能エネルギーシステム環境下での水電解評価技術基盤構築	国内の水電解装置メーカーの海外展開に資するため、システム環境下での性能を統一的に評価する拠点の整備 - 様々な電力と水電解装置の後段の貯蔵や利用の条件を模擬して性能評価を実施 - 加速試験や海外電力条件での運転評価手法を確立	☆ 幹事 産業技術総合研究所	電解層 プラントエッジ O&M 輸送 利用 ✓ - 再エネ条件への適応性評価技術の確立 - 高圧環境下での性能評価技術の確立 - 海外電力条件での水電解評価技術 - 評価技術調査および評価法確立

⑥製鉄プロセスにおける水素活用：VC詳細と取組間連関性



国内大手鉄鋼メーカーが共同して粗鋼製造に関するプロジェクトを実施 一方で、スクラップを原料とする電炉に関するプロジェクトは実施していない状況

⑥製鉄プロセスにおける水素活用：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

XXX

:GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

XX

:GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



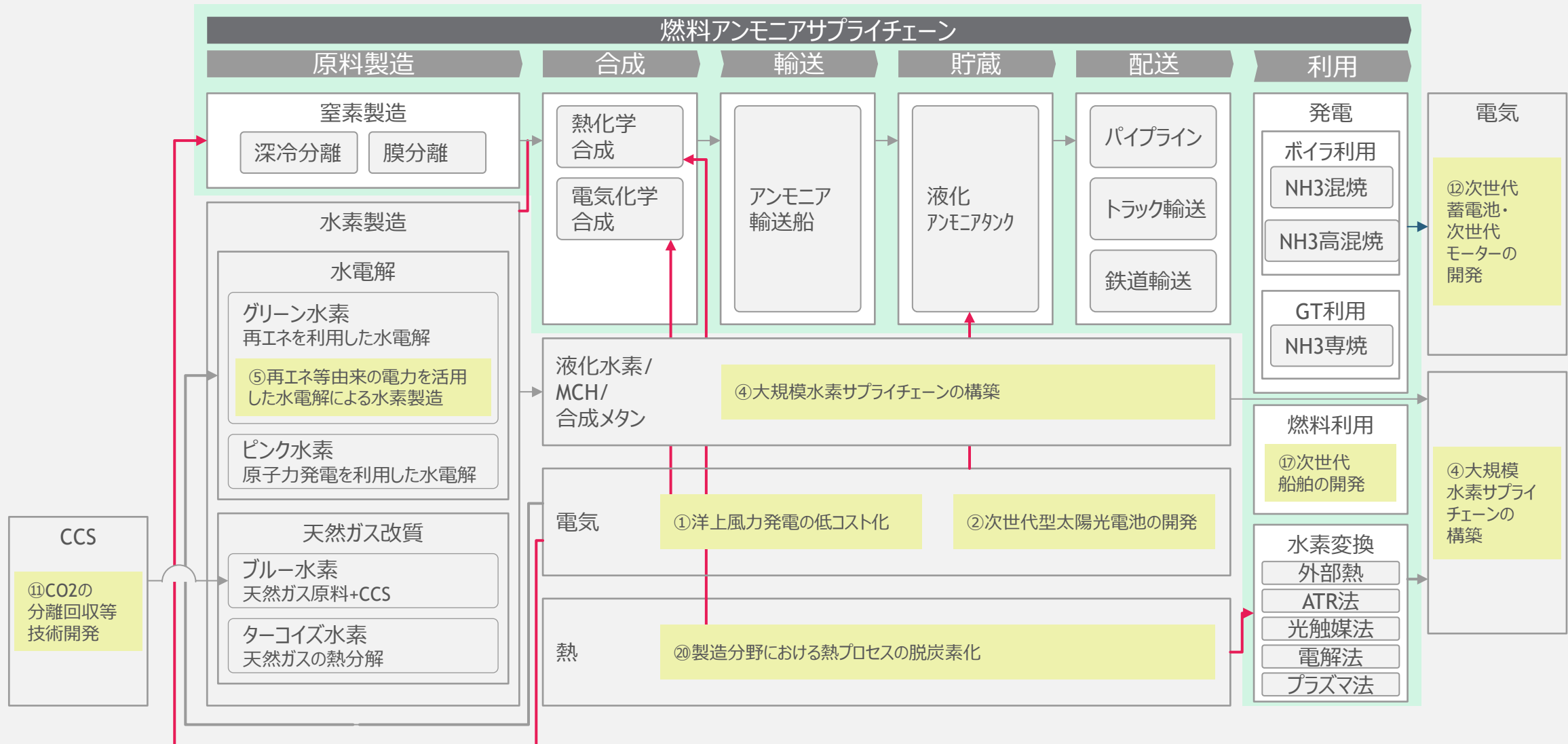
参考) ⑥製鉄プロセスにおける水素活用: 現在実施するPJの一覧 (1/2)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事	粗鋼製造 鋳造/圧延 製品化
1 所内水素を活用した水素還元技術等の開発	高炉を用いた水素還元技術の開発 - コークス炉ガスの排ガスを改質して水素系ガスを製造し、高炉での還元を使用 - 水素還元とCCUSを合わせて製鉄プロセスからのCO2排出を30%以上削減を目指す	☆ 日本製鉄	- 水素系ガス吹込み - 全体プロセス評価・検討
		JFE スチール	- 微粉炭・還元ガス燃焼挙動検討 - 全体プロセス評価・検討
		神戸製鋼	全体プロセス評価・検討
		JRCM	
2 外部水素や高炉排ガスに含まれるCO ₂ を活用した低炭素化技術等の開発	高炉を用いた水素還元技術の開発 - S-COURSE50技術を活用し、外部水素やCCUSを活用したプロセスの要素技術開発を実施 - 水素還元とCCUSを合わせて製鉄プロセスからのCO2排出を30%以上削減を目指す	☆ 日本製鉄	- S-COURSE50操業技術開発 - 要素技術開発 - CO2分離回収技術 - バイオマス活用技術 - 廃プラ利用拡大技術 - 全体プロセス評価
		JFE スチール	- 要素技術開発 - 羽口内燃焼の適正化 - バイオマス活用技術 - 全体プロセス評価
		神戸製鋼	- カーボンリサイクル高炉操業技術開発 - 要素技術開発 - 高炉一貫プロセスにおける冷鉄源活用技術 - 全体プロセス評価

参考) ⑥製鉄プロセスにおける水素活用: 現在実施するPJの一覧 (2/2)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割		
		☆ 幹事	粗鋼製造	casting / 圧延	製品化
3 直接水素還元技術の開発	シャフト炉における水素直接還元技術を原料から一貫して開発し、スケールアップ化も検証 - 小規模プラントによるプロセス検証を実施 - 中型実装炉試験によるスケールアップ検証	☆ 日本製鉄	✓		- 原料一貫で水素直接還元技術の基礎検証 - プロセス検証 - スケールアップ検証 - 全体プロセス評価・検討
		JFE スチール	✓		
		JRCM	✓		
4 直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発	低品位の鉄鉱石の水素直接還元鉄を活用した電炉プロセスにおいて、自動車の外板等に使用可能な高級鋼を製造するための技術開発を実施 - 大型電気炉一貫プロセス (処理量約300トン規模) が対象 - 不純物の濃度を高炉法並み (リン150ppm以下) に制御する技術を実証	☆ 日本製鉄	✓		- 小型電気炉・炉外精錬試験 - 実機実証試験 - 全体プロセス評価
		JFE スチール	✓		
		神戸製鋼	✓		
		JRCM	✓		
5 直接還元鉄を活用した電気溶融炉による高効率溶解等技術開発	電気溶融炉において副生するスラグを国内セメント用途向け品質 (酸化鉄3% 以下) に制御する技術を実証	☆ 日本製鉄	✓		- 実機実証試験 - 全体プロセス評価
		JRCM	✓		

⑦燃料アンモニアサプライチェーンの構築: VC詳細と取組間連関性

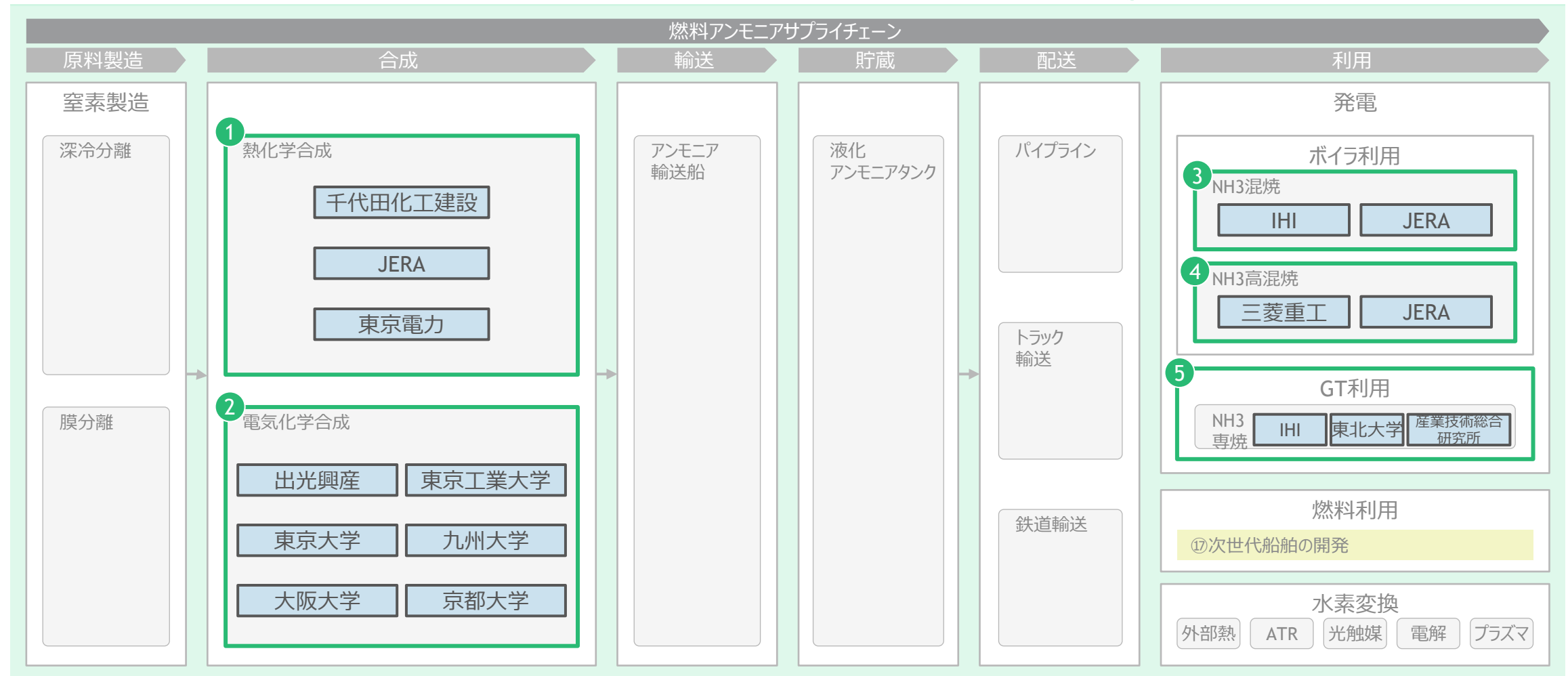


燃料アンモニアサプライチェーンの構築でアンモニア合成と発電利用のプロジェクトのみ実施 水素VCとの接続技術である水素変換は現時点で取り組んでいない状況

⑦燃料アンモニアサプライチェーンの構築：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

XXX：GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

XX：GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



2022年度に「再エネ電力からの高効率NH₃電解合成技術」を採択しておりGI基金と重複水素変換については2023年度採択テーマでカバー

⑦燃料アンモニアサプライチェーンの構築：エネ環テーマとの連関



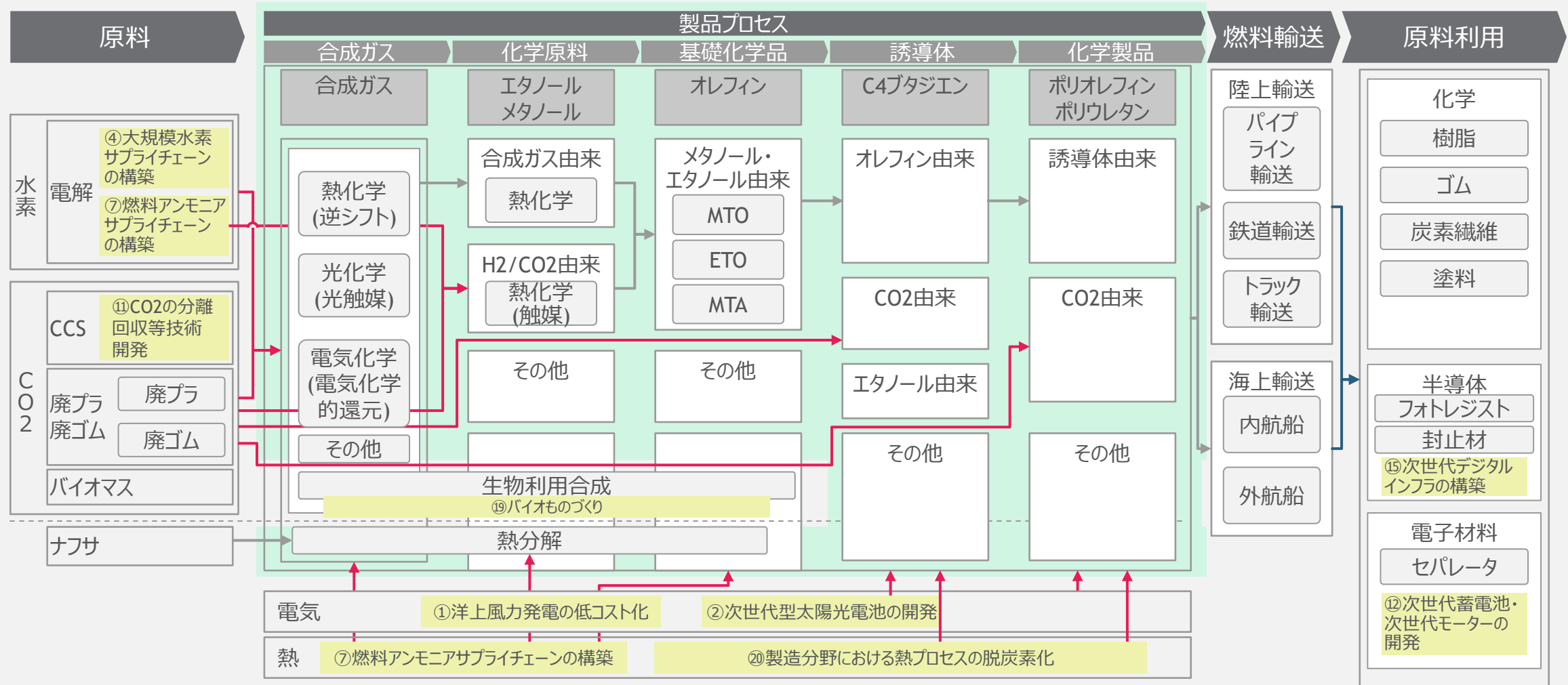
参考) ⑦燃料アンモニアサプライチェーンの構築: 現在実施するPJの一覧 (1/2)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割							
1 燃料アンモニアサプライチェーン構築に係るアンモニア製造新触媒の開発・技術実証	燃料アンモニアサプライチェーンの低コスト化に向けて、コストインパクトが大きいアンモニア合成触媒の開発と実証を実施	☆ 幹事	原料製造	合成	輸送	貯蔵	配送	利用	- 触媒開発/評価 - 触媒工業化/量産対応 - ベンチ試験評価 - パイロット試験評価 - 商業機設計 - 事業性検討	
		☆ 千代田化工建設		✓						
		JERA		✓						
		東京電力		✓						
2 常温、常圧下グリーンアンモニア製造技術の開発	電解反応を用いて常温・常圧化でアンモニアを合成する新規プロセスの確立	☆ 出光興産		✓					- 電極反応で有効な触媒の開発 - 触媒と組み合わせる還元剤の開発 - 電解方式の検討 - プロセス設計/システム構築 - スケールアップ/実用化	
		東京大学		✓						
		東京工業大学		✓						
		大阪大学		✓						
		九州大学		✓						
		京都大学		✓						

参考) ⑦燃料アンモニアサプライチェーンの構築: 現在実施するPJの一覧 (2/2)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事	原料製造 合成 輸送 貯蔵 配送 利用
3 事業用火力発電所におけるアンモニア高混焼化技術確立のための実機実証研究	事業用火力発電所におけるアンモニア混焼化技術確立のための実機実証を実施 1000MW級石炭火力発電設備の全バーナに実装して実証 - アンモニア混焼率50%以上の混焼技術を確立	☆ IHI ☆ JERA	高混焼バーナーの開発 実機運用に基づくFS 実証運転試験・評価 実機運用に基づくFS 実証運転試験・評価
4 アンモニア専焼バーナを活用した火力発電所における高混焼実機実証	事業用火力発電所におけるアンモニア混焼に必要なアンモニア専焼バーナの開発と実証 - アンモニア混焼率50%以上の混焼技術を確立 - NOx・未燃損失を石炭火力と同等に抑制	☆ 三菱重工 ☆ JERA	アンモニア専焼バーナの開発 高混焼実証のFS 実機による高混焼実証 高混焼実証のFS 実機による高混焼実証
5 アンモニア専焼ガスタービンの研究開発	2MW級ガスタービンにおけるアンモニア専焼燃焼器の開発と長期耐久性の検証を実施 - 液体アンモニア噴霧着火方法を開発 - 脱硝装置出口でNOx・未燃焼アンモニアを環境規制値以下に抑制 - ガスタービンの部品/材料に関するアンモニアの影響を確認	☆ IHI 東北大学 産業技術総合研究所	アンモニア専焼燃焼器の開発 アンモニアGTの長期耐久性試験 液体アンモニアの燃焼挙動の解明 低NOx燃焼手法の確立 燃焼器の最適モデルの研究 液体アンモニア着火手法の検討

⑧CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発: VC詳細と取組間連関性



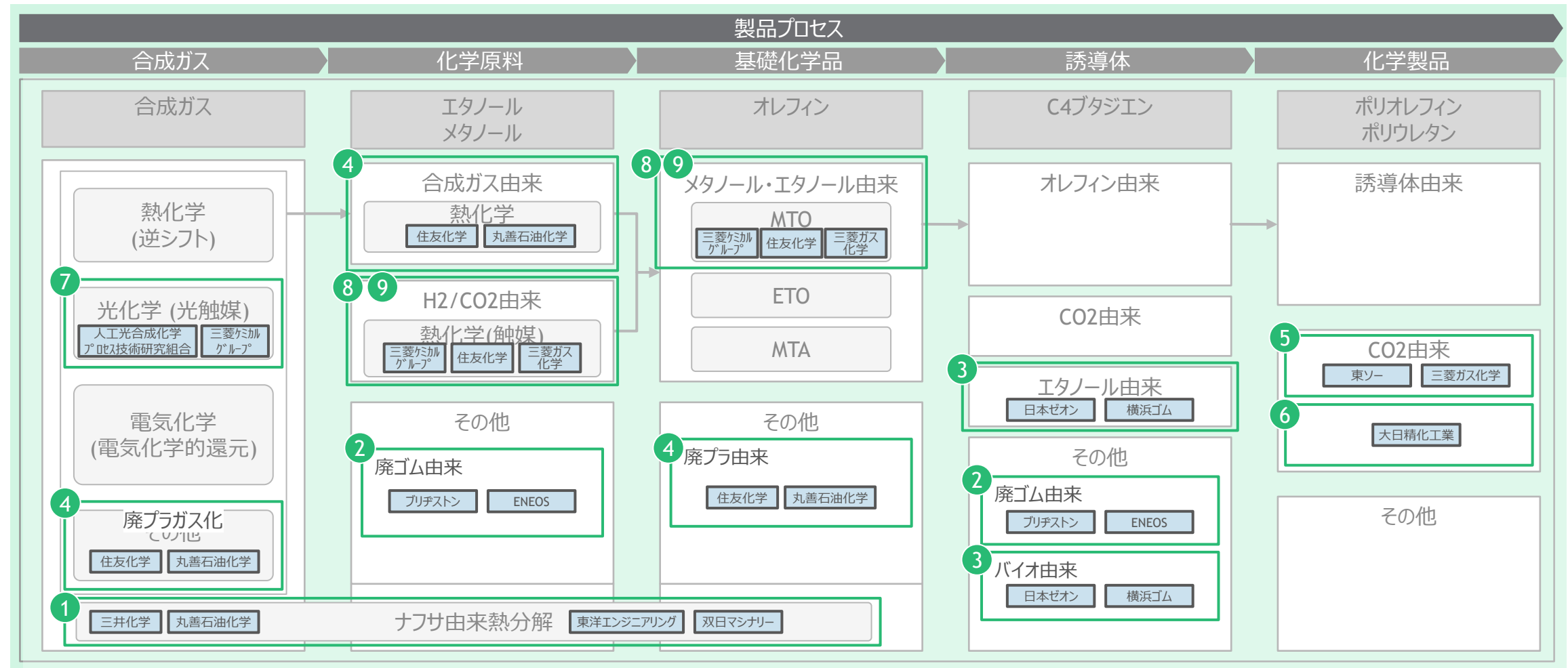
予算規模：1,262億円

廃プラ・廃ゴムリサイクル原料は上流～下流と幅広い製品が対象 バージン合成原料は上流製品が対象

⑧ CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

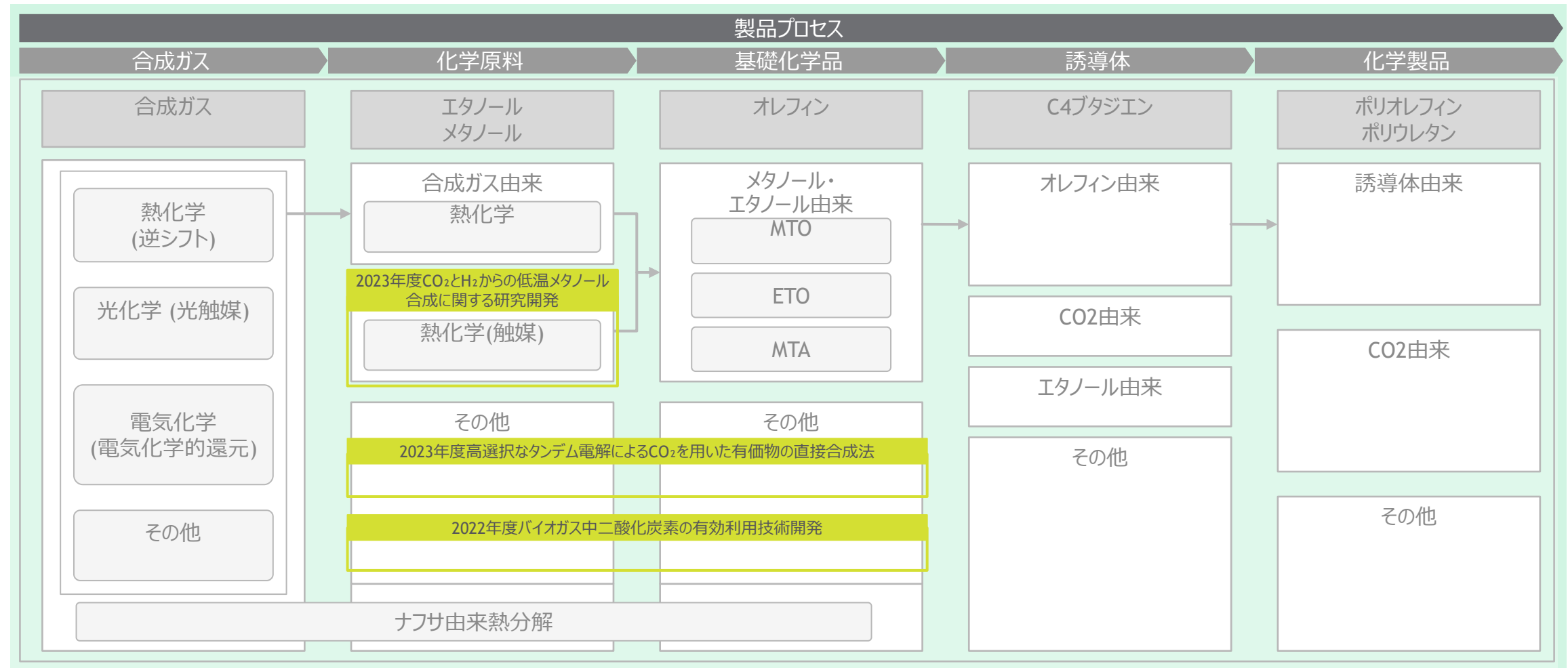
XXX :GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

XX :GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



エネ環ではエタノール・オレフィン生成の新しい技術を中心に開発 2023年度のCO₂/H₂からの低温メタノール合成は既存プロセスの低コスト化が狙い

⑧ CO₂等を用いたプラスチック原料製造技術開発：エネ環テーマとの連関



参考) ⑧CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発: 現在実施するPJの一覧 (1/3)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
		☆ 幹事	合成ガス	化学原料	基礎化学品	誘導体	化学製品
1 アンモニア燃料のナフサ分解炉実用化	クラッカー事業のカーボンニュートラルにおいて、熱源転換 (アンモニア燃料) がターゲット ・ アンモニア燃焼技術を用いて、基礎化学品を提供する事業を継続 総事業費233億円、2031年度の事業化、2039年頃の投資回収	☆ 三井化学	✓	✓	✓		- 分解炉の老朽更新を考慮したアンモニア燃焼の分解炉の自社展開 - 官庁許認可検討、実証炉の操業
		丸善石油化学	✓	✓	✓		
		東洋エンジニアリング	✓	✓	✓		
		双日マシナリー	✓	✓	✓		
2 使用済タイヤ (廃ゴム) からの化学品製造技術の開発	使用済タイヤ(廃ゴム)からの化学品製造技術の開発 ・ 使用済タイヤの精密熱分解によるケミカルリサイクル ・ 使用済タイヤの低温分解・解重合による高収率ケミカルリサイクル	☆ プリヂストン		✓		✓	- 使用済タイヤの油化技術の開発 - 使用済タイヤの低温分解・解重合による高収率ケミカルリサイクル
		ENEOS		✓		✓	
3 炭素資源循環型の合成ゴム基幹化学品製造技術の開発	炭素資源循環型の合成ゴム基幹化学品製造技術の開発 ・ 触媒変換によるエタノールからの高効率ブタジエン合成 ・ 植物資源からのバイオ変換によるバイオブタジエン、イソプレン製造	☆ 日本ゼオン				✓	- 高効率ブタジエン合成にかかる触媒の開発、スケールアップの検討 - バイオ変換における生成菌の開発、発酵タンクにおける生産技術の開発
		横浜ゴム				✓	

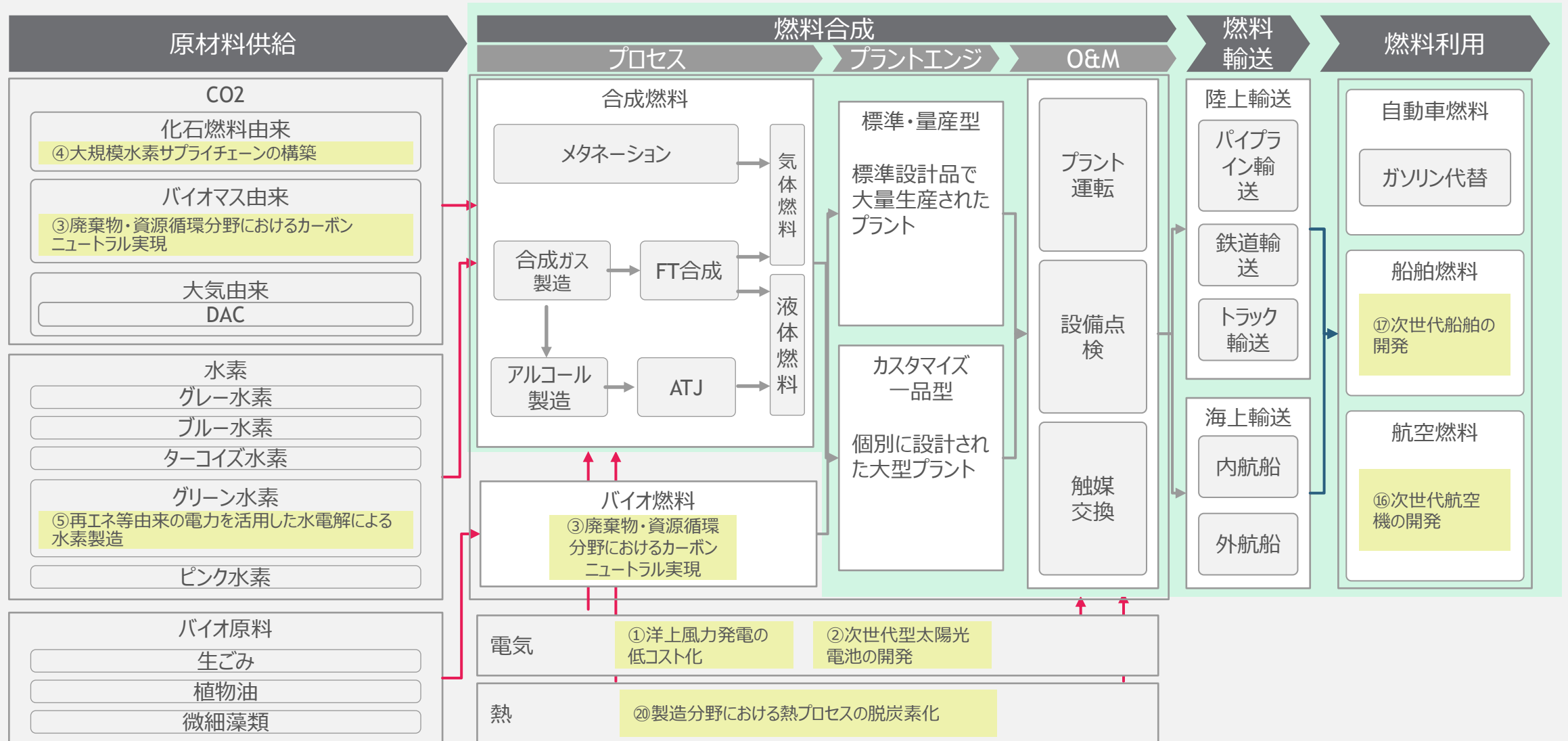
参考) ⑧CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発: 現在実施するPJの一覧 (2/3)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事	合成ガス → 化学原料 → 基礎化学品 → 誘導体 → 化学製品
4 廃プラスチックを原料とするケミカルリサイクル技術の開発	ケミカルリサイクル製品市場のうち、環境負荷低減効果の大きい汎用樹脂が主なターゲット ① 廃プラスチックの直接分解によるオレフィン製造 - 合成ガス化や油化を経ることなく、オレフィンに直接戻すシンプルなプロセス ② 廃プラスチック由来合成ガスを用いたエタノール製造 - マテリアルリサイクルや直接オレフィン化に適さない廃プラスチックを原料にエタノールを製造するプロセス	☆ 住友化学 丸善石油化学	- 廃プラスチックの直接分解によるオレフィン製造 - 廃プラスチック由来合成ガスを用いたエタノール製造 - 廃プラ直接分解によるオレフィン製造における、既設クラッカーと精製設備を用いた、オレフィン混合物の精製の開発
5 CO ₂ を原料とする機能性プラスチック材料の製造技術開発	CCUで生成する化合物のうち、イソシアネート、カーボネート(ポリウレタン原料)をターゲット エネルギー投入量が少なく、CO2消費量が多い - カーボネート、イソシアネートに注力 - ナフサから有毒なホスゲンに一度変換する従来の製法ではなく、CO2を直接ポリウレタン原料へ変換する手法(水素は使わない)	☆ 東ソー 三菱ガス化学	- ポリウレタン原料の製造技術開発 - 機能性ポリウレタンの開発 - ポリカーボネート製造用中間体の新規合成技術開発 - 熔融法ポリカーボネートの高機能化プロセス開発
6 多官能型環状カーボネート化合物の大量生産工程確立および用途開発	車両内外装の各製品をターゲット ウレタン・エポキシ・アクリルの代替品として、CO2を固定化(原料化)する多官能型環状カーボネート化合物やヒドロキシポリウレタン樹脂(HPU)の大量生産を実施	☆ 浮間化学研究所	- 多官能型環状カーボネート化合物やヒドロキシポリウレタン樹脂(HPU)の大量生産にむけた触媒の開発 - 大量生産に向けた設備装置の設計

参考) ⑧CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発: 現在実施するPJの一覧 (3/3)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
		☆ 幹事	合成 ガス	化学 原料	基礎化 学品	誘導体	化学 製品
7 人工光合成型化学原料製造事業化開発 (1) グリーン水素 (人工光合成) 等からの化学原料製造技術の開発・実証	光触媒技術を用いたクリーンなH2製造のシステムを提供 - 高活性な水分解光触媒及び光触媒シートの開発 - 水素/酸素分離モジュールを組み込んだ水素回収システムの開発	☆ 三菱ケミカル フルヤ金属	✓ ✓				- グリーン水素の屋外大規模実証 - 光半導体水分解触媒による安全安価なグリーン水素製造プロセス開発 - 高活性な水分解半導体光触媒系の開発 - 光触媒紛の塗布法等による光触媒シート開発 - 水素分離システムを組み込んだモジュール開発 - 水素製造モジュールの量産化技術開発
8 人工光合成型化学原料製造事業化開発 (2) CO2 からの基礎化学品製造技術の開発・実証	アルコール類からの化学品製造技術の開発 - CO2とH2を原料として、反応分離プロセスを用い、高効率にMeOHを製造する技術を確立 - 得られたMeOHを原料として用いてMTO(Methanol to Olefin)反応により、目的とするオレフィン需要に即した比率で製造する製造技術の確立	☆ 三菱ケミカル 三菱ガス化学		✓ ✓	✓ ✓		- メタノール反応分離プロセス開発 - 革新的MTO開発 - メタノール反応分離プロセス。反応分離に適したメタノール触媒、プロセスの開発、実証
9 CO2 等を原料とする、アルコール類及びオレフィン類へのケミカルリサイクル技術の開発	ケミカルリサイクル製品市場のうち、環境負荷低減効果の大きい汎用樹脂を主なターゲット - CO2からの高効率アルコール類製造 - アルコール類からのオレフィン製造 - エタノールからオレフィンを高い収率で製造する技術を確立	☆ 住友化学		✓	✓		- CO2を原料にしたエタノール合成用独自触媒を開発 - エタノールとメタノールの混合利用による、アルコールからのC3以上のオレフィンの高収率製造プロセスの実現

⑨CO2等を用いた燃料製造技術開発：VC詳細と取組間連関性



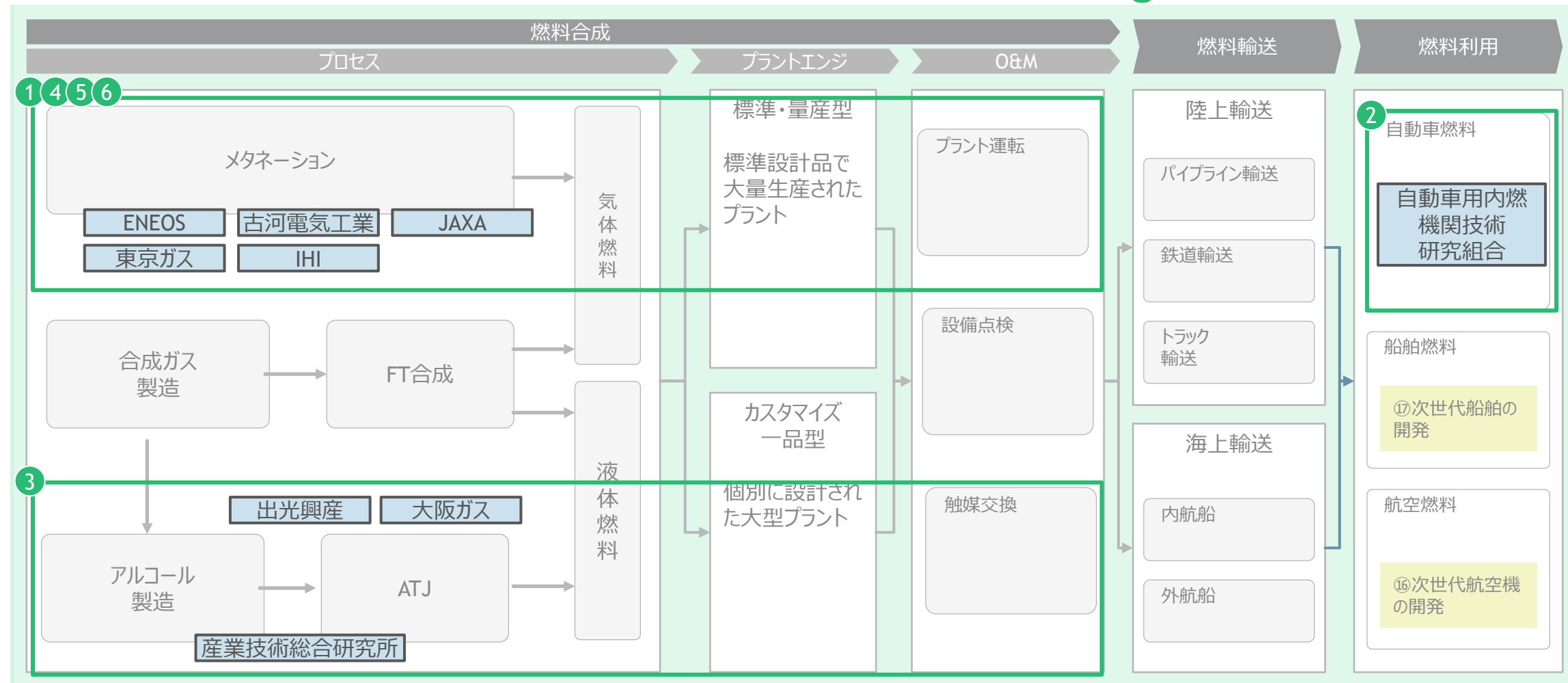
複数の燃料合成プロセスを並行して開発しておりいずれもスケールアップまで視野に含む 燃料輸送については既存インフラを活用する前提でカバーしていない状況

XXX

:GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

⑨CO2等を用いた燃料製造技術開発：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

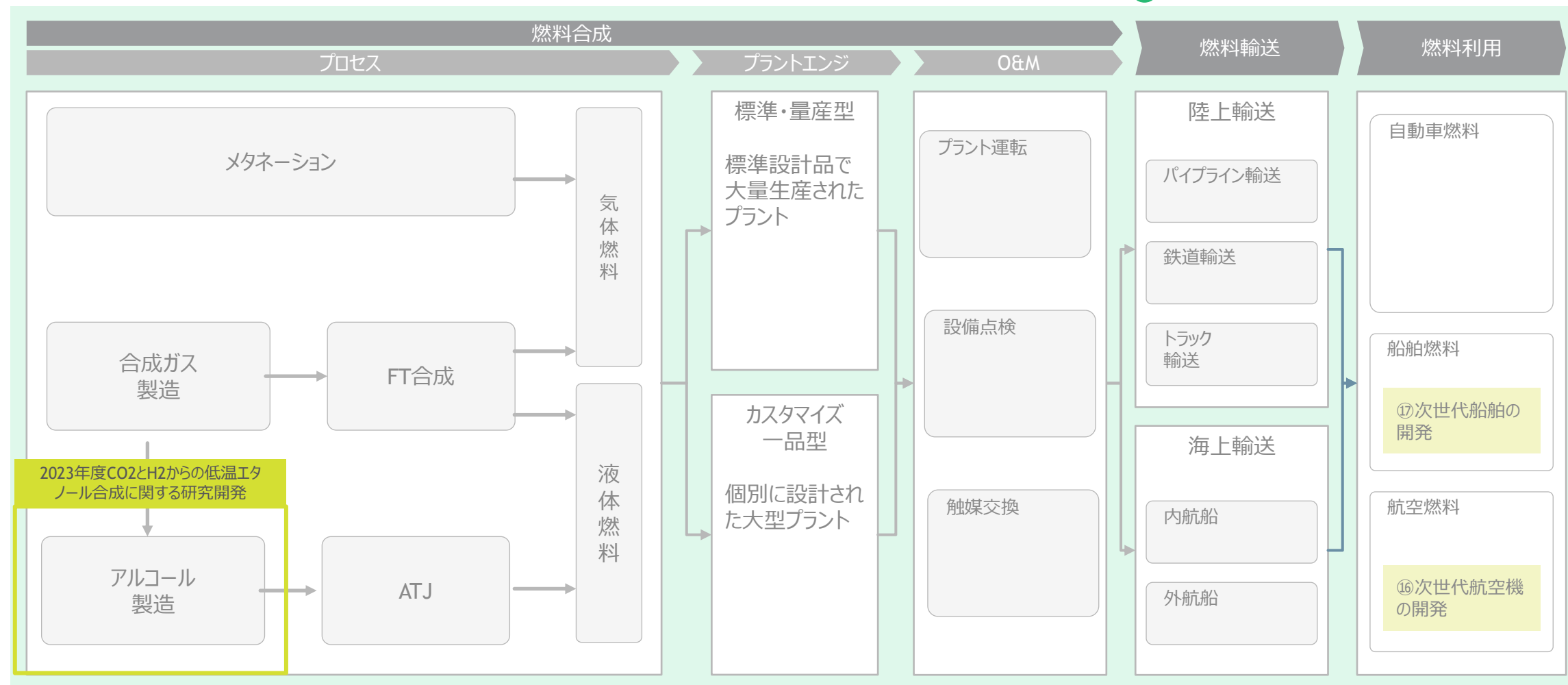
XX :GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



2023年度に「CO2とH2からの低温エタノール合成に関する研究開発」が採択されておりATJにつながる要素技術のみ取り組みを実施

⑨CO2等を用いた燃料製造技術開発：エネ環テーマとの連関

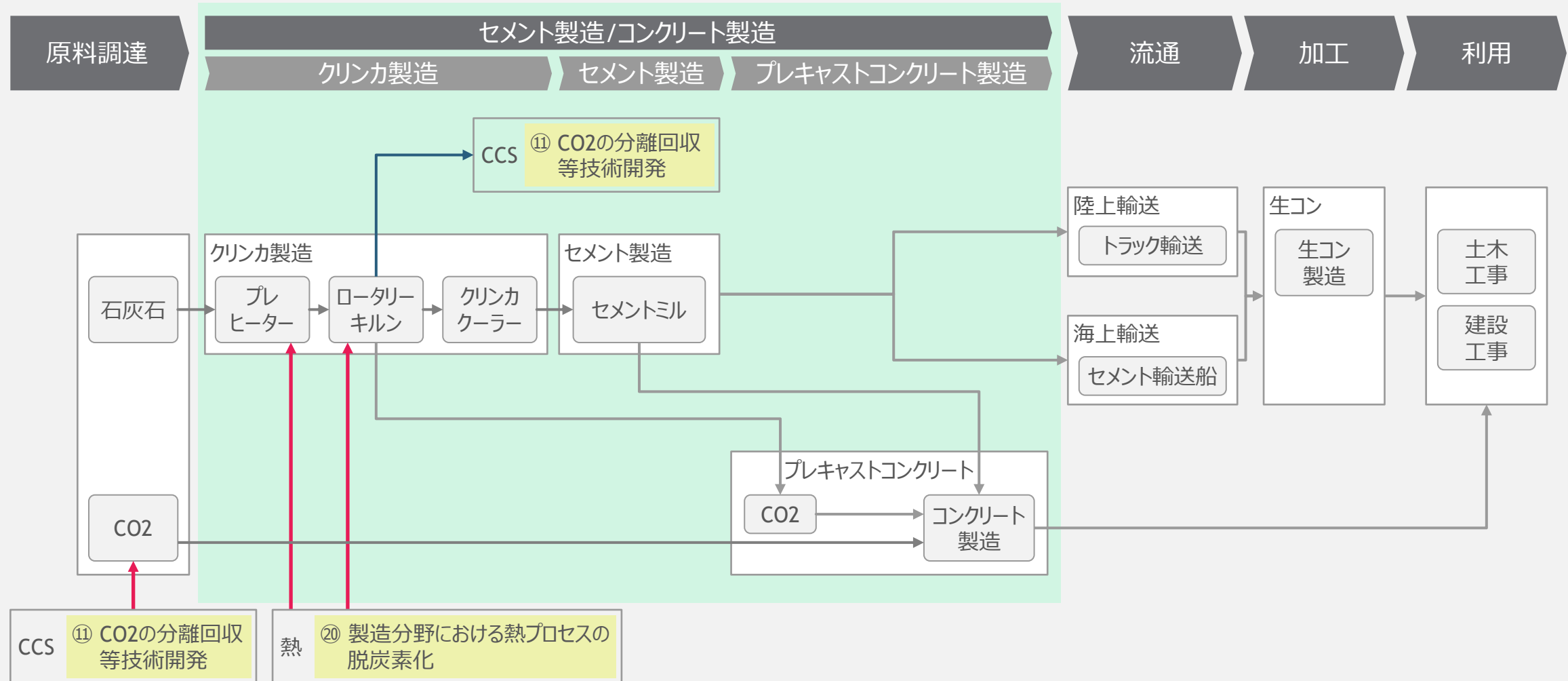
XX :GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



参考) ⑨CO2等を用いた燃料製造技術開発: 現在実施するPJの一覧

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
			燃料合成			燃料	燃料
		☆ 幹事	プロセス	エンジ	O&M	輸送	利用
1 CO ₂ からの合成反応を用いた高効率な液体燃料製造技術の開発	合成燃料製造プロセスの開発とパイロットプラントによる運転検証。合成燃料製造のプロセス確立とコスト評価を実施	☆ ENEOS	✓	✓	✓		- 合成燃料製造プロセス開発 - 試験プラント設計/建設/運転 - 合成収率およびコストの評価
2 乗用車および重量車の合成燃料利用効率の向上とその背反事象の改善に関する技術開発	自動車における合成燃料使用を想定し、乗用車および重量車における燃費向上技術や排ガス処理技術を開発	☆ 自動車用内燃機関技術研究組合				✓	- 乗用車における効率改善 - 重量車における効率改善 - 評価モデル/エンジンの開発
3 最先端の ATJ (Alcohol to Jet) プロセス技術を用いた ATJ 実証設備の開発と展開	航空機向けのSAF製造に向けて、アルコールを原料とした燃料製造技術(ATJ)の実証機を開発し国産SAFを供給	☆ 出光興産	✓	✓	✓		- ATJ実証機の開発 - 実証機の運転ノウハウ蓄積 - 年間10万kL規模でSAFを供給
4 SOEC メタネーション技術革新事業	SOECによるメタン製造技術のスケールアップ、耐久性向上、コストダウンに向けて、スタック/電解装置の開発と制御技術/プロセスの実証を実施	☆ 大阪ガス	✓	✓	✓		- スタック/電解装置の開発 - ガス反応制御技術の開発 - 熱有効利用技術の開発 - 小規模試験の実施
		産業技術総合研究所	✓	✓	✓		
5 低温プロセスによる革新的メタン製造技術開発	水電解装置とメタネーション装置を組み合わせた高効率なメタン合成プロセスの開発とスケールアップを実施	☆ 東京ガス	✓	✓	✓		- ハイブリッドサバティエ技術の開発/ラボ実証 - PEMCO₂還元技術の開発/ラボ実証 - ベンチスケール実証、パイロットスケール実証による装置のスケールアップ化
		IHI	✓	✓	✓		
		JAXA	✓	✓	✓		
5 革新的触媒・プロセスによるグリーンLP ガスの合成技術の開発・実証	グリーンLPガスの製造に必要な触媒技術の開発と実証を実施	☆ 古河電気工業	✓	✓	✓		- 触媒開発 - 合成プロセスの概念設計 - 実証機的设计/制作/運転

⑩ CO2を用いたコンクリート等製造技術開発: VC詳細と取組間連関性



国内セメントメーカーが共同してクリンカ製造～プレキャストコンクリート製造に関するプロジェクトを実施

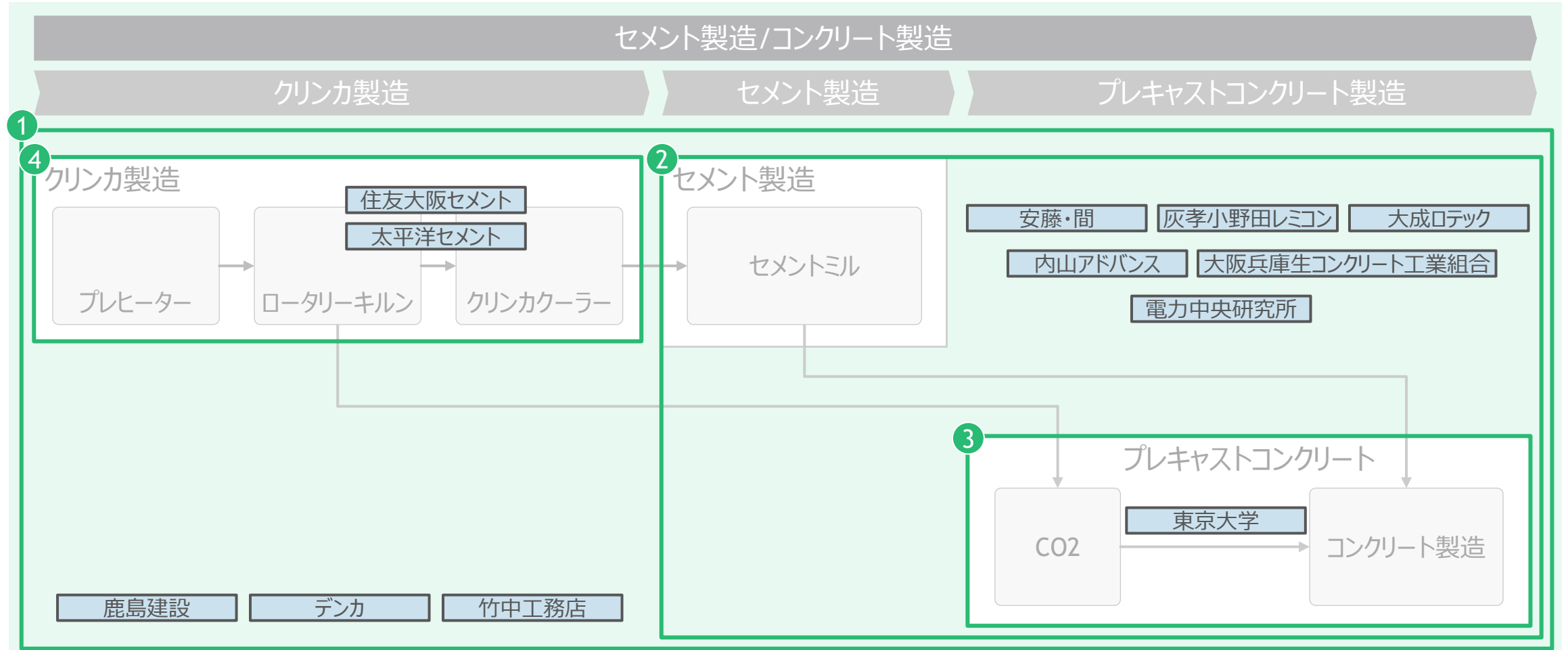
⑩ CO2を用いたコンクリート等製造技術開発：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

XXX

：GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

XX

：GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



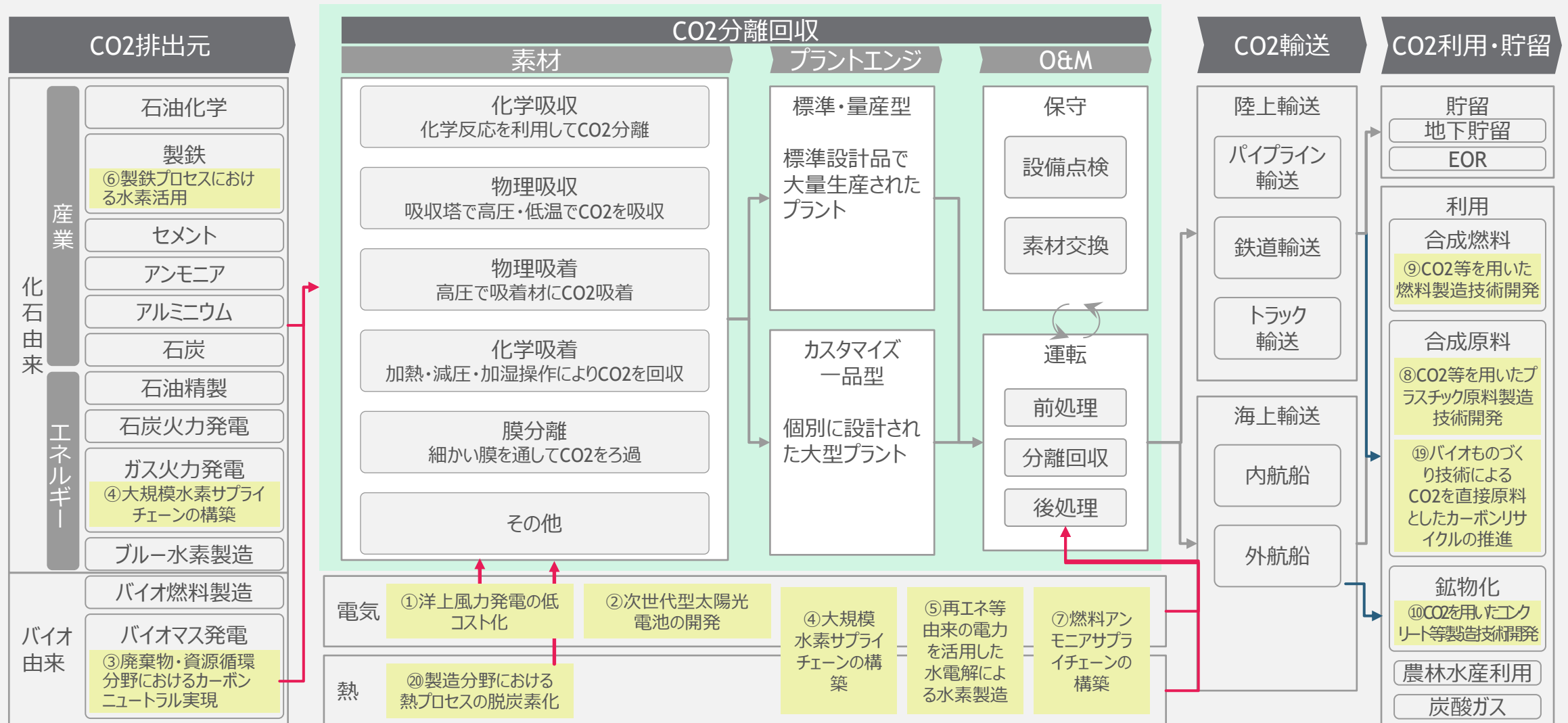
参考) ⑩CO2を用いたコンクリート等製造技術開発: 現在実施するPJの一覧 (1/2)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割		
		☆ 幹事	クリンカ製造	セメント製造	コンクリート製造
1 革新的カーボンネガティブコンクリートの材料・施工技術及び品質評価技術の開発	セメント低減技術、CO2固定化技術、CCU材料活用技術を組み合わせることで、CO2削減・固定化量310～350kg/m ³ となるコンクリートを開発	☆ 鹿島建設		✓	✓
		デンカ	✓	✓	- CO2固定骨材・粉末等の製造技術開発 - 大型プレキャストコンクリートへの適用 - 品質管理・モニタリングシステムの開発
		竹中工務店		✓	- CO2固定骨材・粉末等の製造技術開発 - 大型プレキャストコンクリートへの適用
2 CO ₂ を高度利用したCARBON POOL コンクリートの開発と舗装および構造物への実装	生コンクリート由来の廃棄物にCO2を最大目付最速に吸収固定化させた混和材や骨材を用いて緻密ではなく透水性・透気性に優れたCARBON POOL (CP) コンクリートを開発	☆ 安藤・間		✓	- CPコンクリートの開発 - CPコンクリート量産プラントの開発
		内山アドバンス			✓
		灰孝小野田レミコン			✓
		大阪兵庫生コンクリート工業組合			✓
		大成ロテック			✓
		電力中央研究所			✓
					LCCO₂・LCA・LCC統合評価設計システムの構築

参考) ⑩CO2を用いたコンクリート等製造技術開発: 現在実施するPJの一覧 (2/2)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事 ☆ 東京大学	クラシカ製造 セメント製造 コンクリート製造
3 コンクリートにおけるCO ₂ 固定量評価の標準化に関する研究開発	2030年までに、CO ₂ 排出削減・固定量最大化コンクリートの品質管理手法 (CO ₂ 固定量の計測・評価方法) を確立するとともに国際標準化を実現		✓ - コンクリート用材料・コンクリートのCO₂固定量評価方法の開発 - 構造物供用中にCO₂固定する材料について固定量を保証する枠組みの開発 - CO₂の固定に関する品質評価・管理方法に関する技術開発
4 CO ₂ 回収型セメント製造プロセスの開発	CCS技術と炭酸塩によるCO ₂ 固定化によりCO ₂ 回収型セメント製造プロセスを確立 - プレヒーターで発生するCO₂のうち85%以上を回収 - 炭酸塩の生成コストを、従来の石灰石の市価の5倍程度に削減	☆ 太平洋セメント 住友大阪セメント	✓ - 製造プロセスにおけるCO₂回収技術の設計・実証 ✓ - 多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立

⑪CO2の分離回収等技術開発: VC詳細と取組間連関性



素材開発関連のPJが集中しており各社が低濃度排ガス向けの素材を開発 プラントエンジニアリング～O&M関連PJは限定的

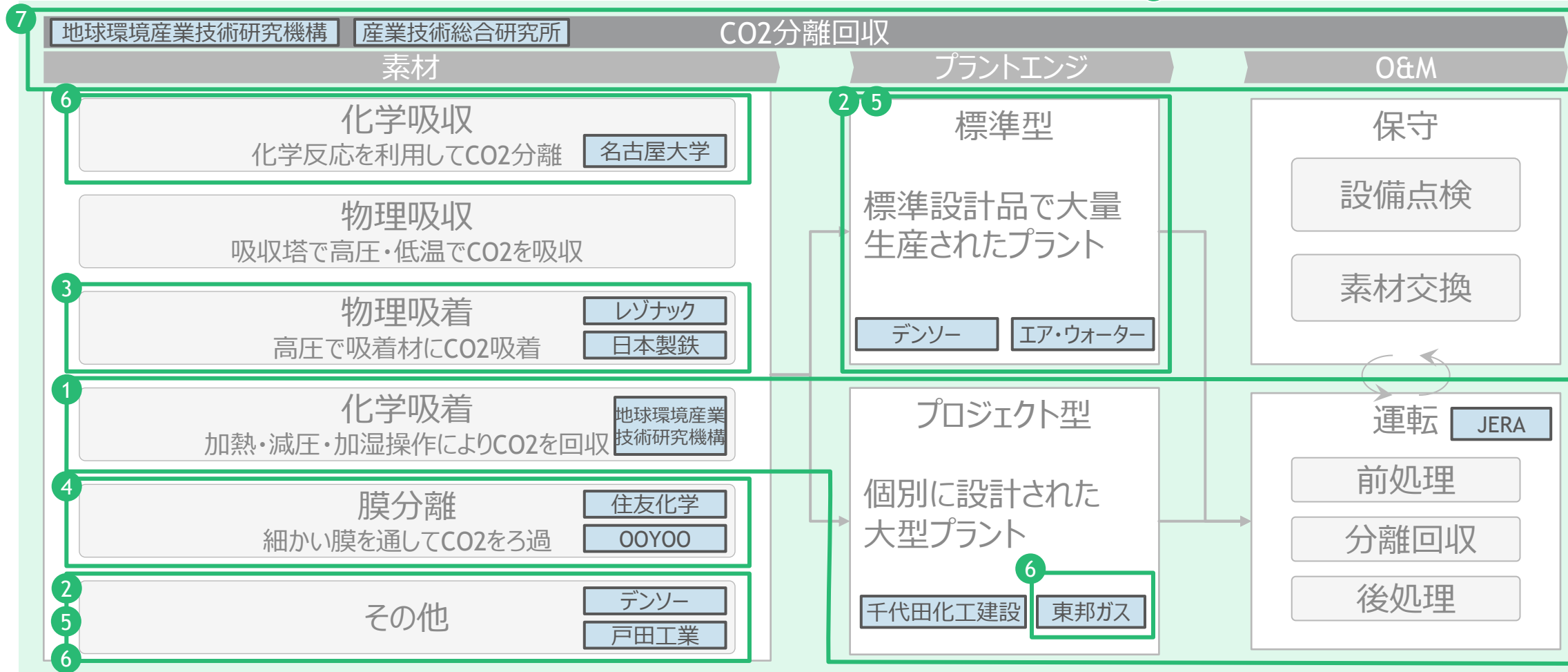
⑪CO2の分離回収等技術開発：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

XXX

:GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

XX

:GI基金のテーマをラベリング、後段テーマ一覧と対応表あり



参考) ⑪CO2の分離回収等技術開発: 現在実施するPJの一覧 (1/3)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割			
		☆ 幹事	素材	プラント エンジ	O&M	他関連 PJ
1 天然ガス燃焼排ガスからの低コストCO2分離・回収プロセス商用化の実現	天然ガス火力については排ガスCO2濃度が低く、適合する回収装置・吸収材がない。その天然ガス火力排ガスCO2回収をねらう 日本国内に限定せず、海外天然ガス火力においても適用可能で海外プラントも対象 - 国内向け：EPC＋吸収材の販売 - 海外向け：ライセンス供与＋吸収材の販売 総事業費100.8億円で2031年頃の事業化、2041年頃の投資回収を想定	地球環境産業技術研究機構	✓			
		☆ 千代田 化工建設		✓		- 天然ガスタービン排ガス向け新規固体吸収材の開発、新規固体吸収材量産方法の開発 - CO2分離回収プロセスの開発 - 商業機概念設計とR&D方針へのフィードバック - ベンチ・実ガス試験装置の設計・運転 - 商業機の試設計 - CCUSとのインテグレーションの検討
		JERA			✓	- 火力発電所とのインテグレーション検討 - 事業計画の策定 - 火力発電所での実機実証試験
2 低濃度・分散排出源CO2の分離回収技術開発	小～中規模の低濃度CO2・分散・低濃度排出源に電界式CO2回収技術を展開し、現行エネルギー・工業素材を代替する事業を創出/拡大 総事業費136億円で、2030年頃の事業化、2035年頃の投資回収	☆ デンソー	✓	✓		- 電界式CO2回収技術に用いる材料、電極セルの開発(京都大学、SOKENと協働) - 電界式CO2回収システムの量産想定仕様システム設計 - 工場実排ガス回収での耐久性検証、導入
3 革新的分離剤による低濃度CO2分離システムの開発	主に石油化学や電力業界をターゲットとして想定 排出源当たりのCO2排出量が中規模程度の石油化学系排ガスを最優先ターゲット、および天然ガス火力発電をターゲット 当技術を用いた自社製品を販売、将来的には当技術の他社への提供も想定 総事業費61億円で、2028年度にパイロットスケールフェーズに移行し、2035年度頃を目途に商用化	☆ レゾナック	✓			- 分離剤改良(ゼオライト、活性炭に代わる吸着体である構造柔軟型PCP)、分離剤量産技術開発 - CO2分離パイロットプラントによる実証 - 化学品パイロットプラントによる実証
		日本製鉄	✓			- 分離剤改良(ゼオライト、活性炭に代わる吸着体である構造柔軟型PCP)、分離剤量産技術開発 - CO2分離パイロットプラントによる実証

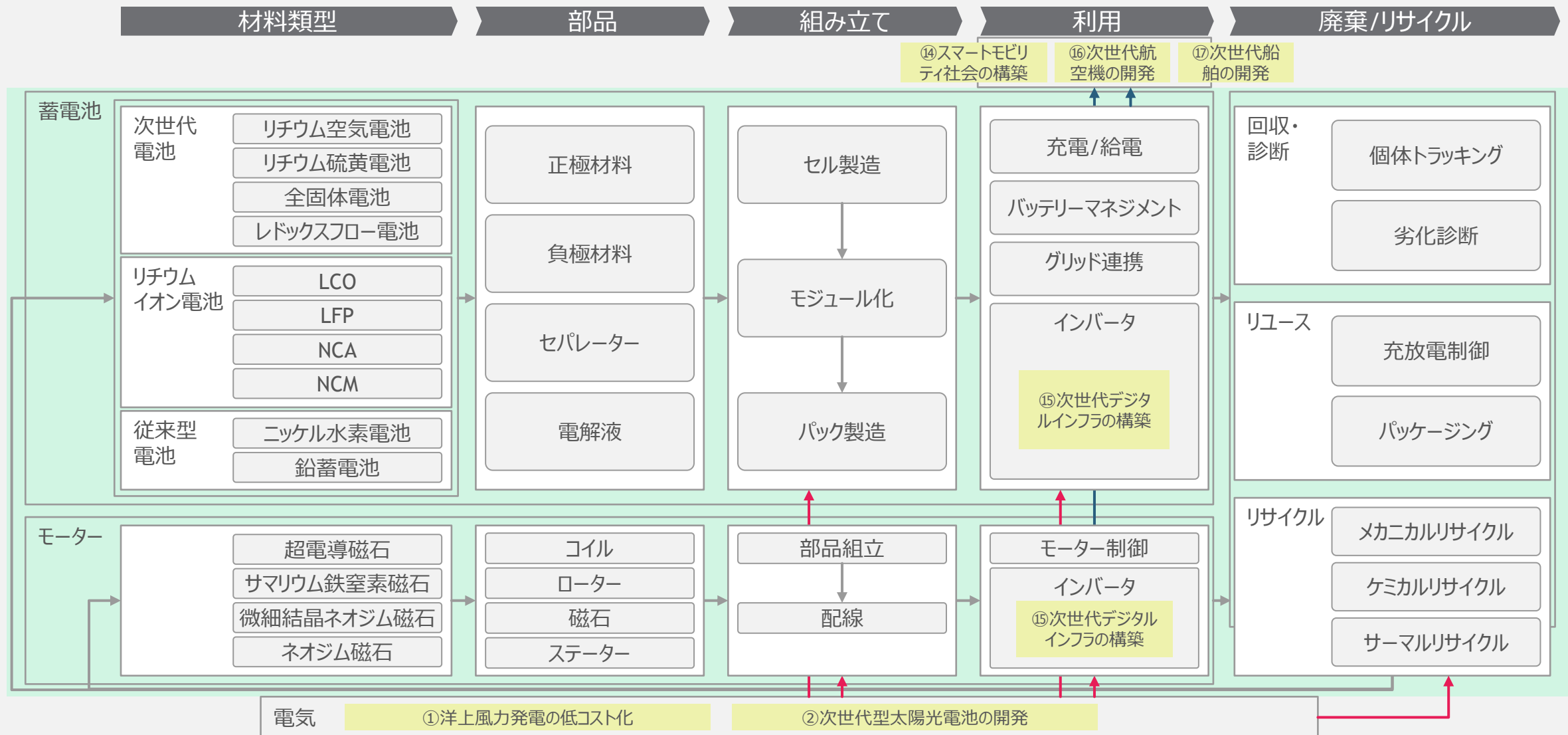
参考) ⑪CO2の分離回収等技術開発: 現在実施するPJの一覧 (2/3)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割			
		☆ 幹事	素材	プラント エンジ	O&M	他関連 PJ
4 分離膜を用いた工場排ガス等からのCO2分離回収システムの開発	CO2を分離回収する対象ガスのうち、CO2濃度が低く不純物の多い工場燃焼排ガスをターゲット 将来的なCCU(アルコール生成や合成メタン)を考えCCU技術との連携が容易な化学産業の排ガスから実証・実用化を始める 総事業費は50億円(支援期間分のみ)2032年頃の事業化、2036年頃の投資回収	☆ 住友化学	✓			✓ CCUでのアルコール生成 - 高CO2透過膜モジュールの開発 - 分離システム、プロセスの設計・開発と分離回収コスト評価 - パイロット試験、実証試験の実施 - CCU(アルコール生成) 技術連携検証・実証試験
		OOYOO	✓			- 高CO2透過膜の開発 - 上記膜を連続生産する製膜プロセス(設備設計)の開発
5 Na-Fe系酸化物による革新的CO2分離回収技術の開発	地域に分散した中小規模工場からの低濃度CO2分離回収をターゲット - 汎用性が高く、拠点数の多い (=回収CO2を地産地消しやすい) ボイラ由来の排ガスをメインターゲット - CO2回収装置をエア・ウォーターで製造し、ボイラメーカーに販売 総事業費8億円で、2027年頃の事業化、2032年頃の投資回収	☆ エア・ウォーター		✓		- Na-Fe系酸化物を用いた排熱利用型CO2分離回収プロセス開発 - 実ガス実証 - システム適用検討
		戸田工業 埼玉大学	✓			- Na-Fe系酸化物のCO2回収性能向上、粉体、成形体開発、低温再生機構の解明 - CO2分離回収の実ガス実証を行うにあたっては、戸田工業に設置されているLPG焚きボイラの排ガスを利用
6 LNG 未利用冷熱を活用したCO2分離回収技術開発・実証	LNG需要のうち業務用需要家(中小規模CO2排出源)や発電部門を対象に、LNG基地近傍のCO2排出源をターゲット LNG冷熱という未利用エネルギーの活用 回収CO2を原料としたクリーンな都市ガスを提供 総事業費62億円、30年頃に事業化し、45年頃に投資回収	☆ 東邦ガス		✓		✓ 未利用熱活用、合成メタン生成 - CO2分離回収技術「Cryo-Capture」の開発およびLNG基地でのパイロット実証 - LNG廃冷熱の提供 - 回収CO2を用いた合成メタンの製造
		名古屋大学	✓			燃焼排ガスを対象とする新吸収剤の開発(相分離型省エネルギーCO2吸収剤の開発)

参考) ⑪CO2の分離回収等技術開発: 現在実施するPJの一覧 (3/3)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事 ☆ 産業技術総合研究所	素材 プラント エンジ O&M 他関連 PJ
7 CO2分離素材の標準評価共通基盤の確立	CO2分離回収にかかる標準評価共通基盤構築 - CO2分離素材の標準評価法の策定 - 各CO2分離回収技術 (吸収法、吸着法、膜分離法) の試験を実施し、標準材料のデータを収集 - 標準ガスおよび実ガスを用いた統一的性能評価法の確立 - CO2回収エネルギー・コストを試算可能な実ガスを用いた標準的な評価方法を確立 - 国際標準化	RITE	- CO2分離素材の標準評価法の策定 - 標準ガスおよび実ガスを用いた統一的性能評価法の確立 - 国際標準化
			- CO2分離素材の標準評価法の策定 - 標準ガスおよび実ガスを用いた統一的性能評価法の確立 - 国際標準化

⑫次世代蓄電池・次世代モーターの開発: VC詳細と取組間連関性

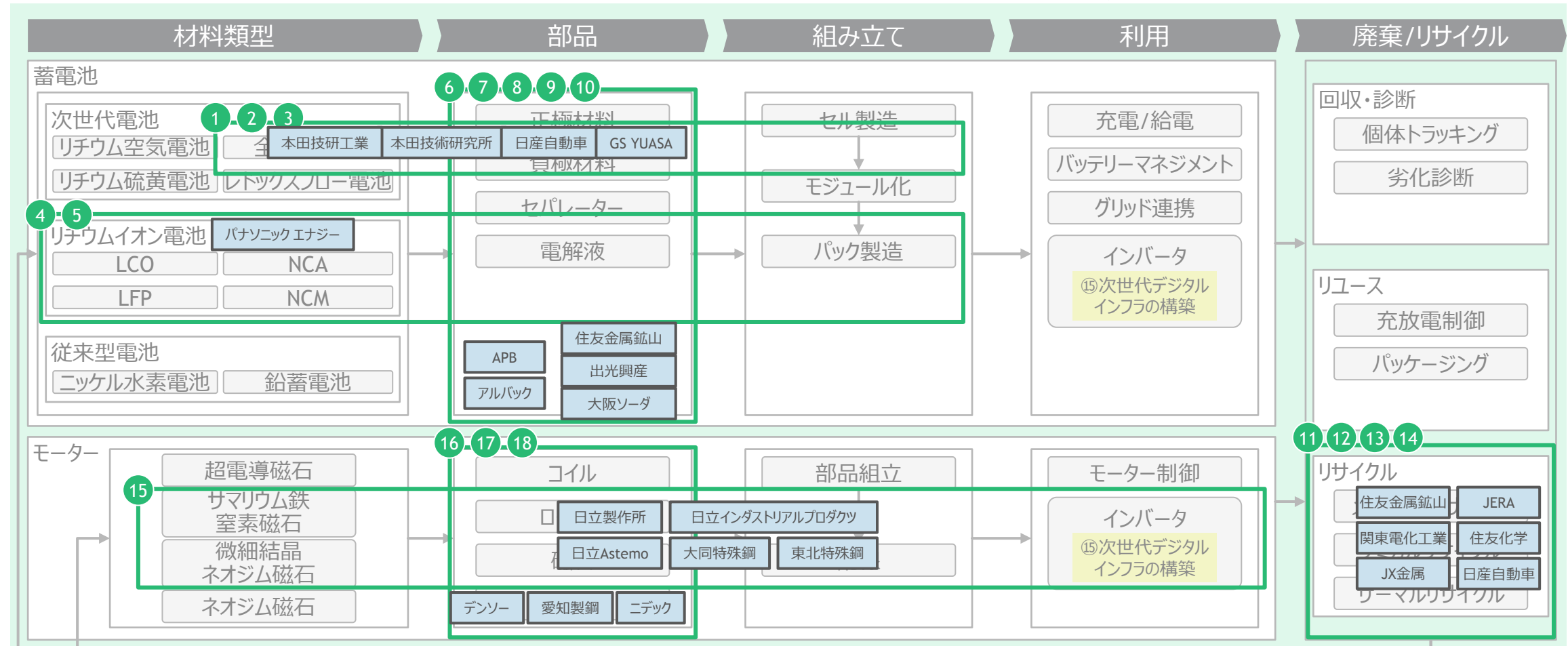


蓄電池はLiBと全固体電池をカバーしており、材料リサイクルもプロジェクトを実施 モーターはインバータの開発も含めてEV利用までの全体をカバーしている状況

⑫次世代蓄電池・次世代モーターの開発：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

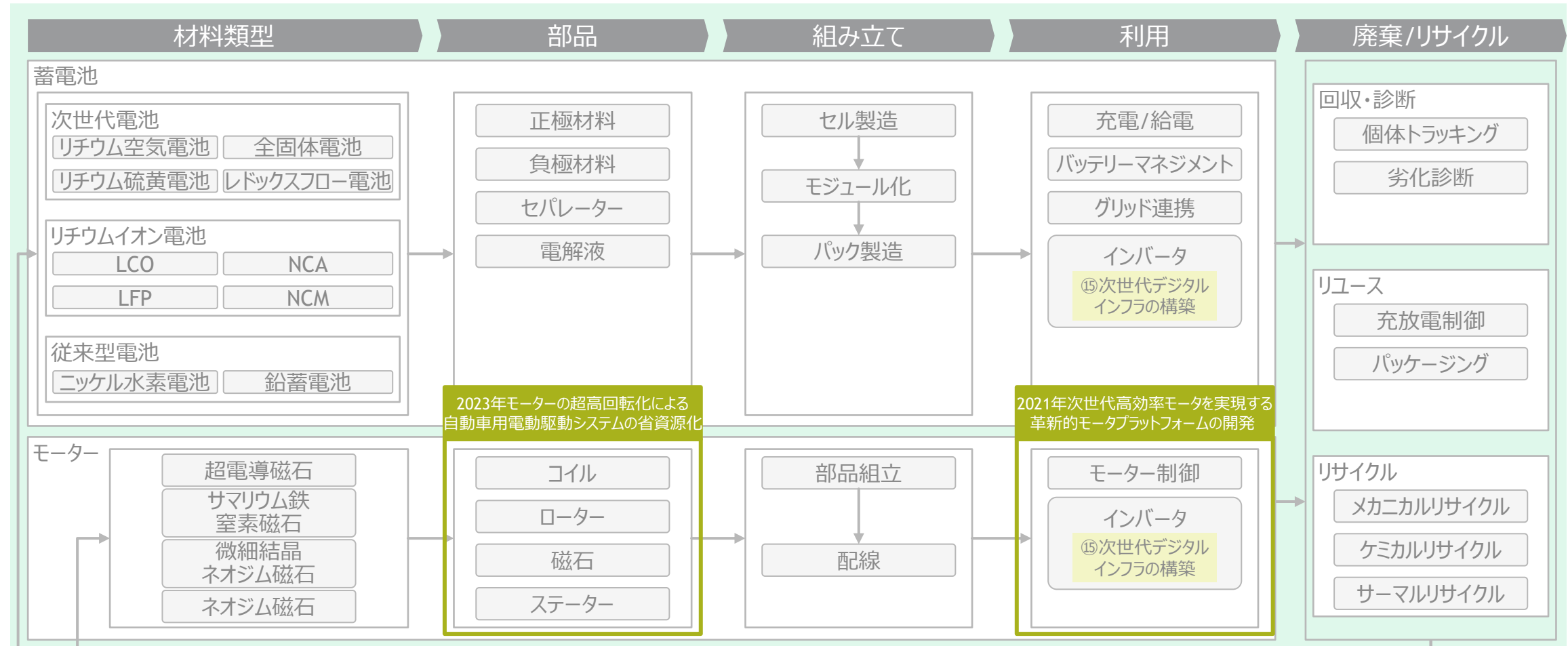
XXX : GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

XX : GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



エネ環では蓄電池に関連する研究開発テーマは採用しておらず、次世代モーターに関する研究開発のみを実施

⑫次世代蓄電池・次世代モーターの開発:エネ環テーマとの連関



参考) ⑫次世代蓄電池・次世代モーターの開発: 現在実施するPJの一覧 (1/6)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
			材料	部品	組立	利用	廃棄/ リサイクル
① 次世代全固体電池の開発	EVへの適用を前提とした全固体Li金属電池の開発を実施 - モジュールパック体積エネルギー密度: 700Wh/L - モジュールパックコスト: 10円/Wh	☆ 幹事 本田技研工業 本田技術研究所		✓	✓		- セル内装開発 - セル外装開発 - 生産技術開発
② ASSBパイロットラインによる高性能・低LCAバッテリー生産のプロセス確立	全固体電池の開発及び生産ラインの立ち上げと製造ラインの脱炭素化を実施	日産自動車		✓	✓		- セル・パック設計開発 - プロセス要素技術開発 - 技術インテグレーション
③ 先進固体電池開発	高容量全固体電池に必要な材料開発とセル製造ラインの確立	GS YUASA		✓	✓		- 高いイオン伝導度と優れた耐水性を兼ね備えた固体電解質の開発 - Co含有量が少ない高容量正極開発 - 長寿命かつ高容量を有する負極開発 - 大量生産を可能とするセル設計・製造プロセス開発
④ 次世代蓄電池の開発	高エネルギー密度のリチウムイオン電池の開発 エネルギー密度: 800Wh/L (既存の1.3倍)	パナソニック エナジー	✓	✓			- 高容量材料技術の開発 - 高容量セル要素技術の開発 - 周辺要素技術の開発

参考) ⑫次世代蓄電池・次世代モーターの開発: 現在実施するPJの一覧 (2/6)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
		☆ 幹事	材料	部品	組立	利用	廃棄/ リサイクル
5 次世代高容量高入出力リチウムイオン電池の開発	次世代高容量高入出力リチウムイオン電池の開発	マツダ	✓	✓	✓		- Coフリー高容量低抵抗正極技術の開発 - 高容量低抵抗負極技術の開発 - 高容量低抵抗セル設計製造技術の開発
6 高容量全樹脂電池の開発	電力貯蔵システム向け全樹脂電池の開発 - エネルギー密度: 約700Wh/L (パック) - サイクル特性: 容量維持率80%/7,700cyc	APB		✓	✓		- 負極高容量化 - 正極高容量化 - 電極合剤内活物質比率向上 - パック化効率向上
7 次世代蓄電池用高性能正極材料の開発と実証	全固体電池パック開発に向けて新規の正極活物質の組成・構造・物性・粉体特性を確立	住友金属 鉱山		✓			- 正極材料の開発 - 製造プロセスの開発

参考) ⑫次世代蓄電池・次世代モーターの開発: 現在実施するPJの一覧 (3/6)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
		☆ 幹事	材料	部品	組立	利用	廃棄/ リサイクル
8	次世代蓄電池向けリチウム金属負極生産技術開発 高エネルギー密度蓄電池に必要な次世代負極材料の開発 パックで700Wh/L以上の高エネルギー密度蓄電池に必要なLi負極の製造装置と製造技術の確立	アルバック		✓			- 蒸着Liによる高信頼性表面の形成技術の開発 - 蒸着Li負極の製造技術の開発
9	硫化物系固体電解質の量産技術開発 EV向け全固体電池用固体電解質の量産化にむけた固体電解質の開発	出光興産		✓			- 固体電解質の製造技術開発 - 固体電解質の量産化検証
10	全固体電池用超高イオン伝導性ポリマーの開発 先進LiBおよび全固体LiBに適用可能な超高イオン伝導性ポリマーの開発を実施	大阪ソーダ		✓			- 高イオン伝導化、高Liイオン輸率化の検討 - 圧縮耐性、結着性、硫化物耐性の検討 - 負極シート開発 - パイロット製造検討

参考) ⑫次世代蓄電池・次世代モーターの開発: 現在実施するPJの一覧 (4/6)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
			材料	部品	組立	利用	廃棄/ リサイクル
11 蓄電池リサイクルプロセスの開発と実証	非鉄金属精錬技術を用いた使用済み蓄電池のLIB用原料リサイクルプロセスの開発	☆ 幹事 住友金属 鉱山					✓ ・ Ni・Co・Cu回収のパイロット実証およびプレ商業実施
		関東電化 工業					✓ ・ Li回収のパイロット実証およびプレ商業実施
12 クローズドループ・リサイクルによる車載LiB再資源化	廃車載LiBのリサイクル技術を開発 高収率低コストのリサイクルプロセスを開発し、そのプロセスから得られた硫酸塩を原料としたLiBを車載実装し、LiBの水平リサイクルを実現	JX金属					✓ ・ LCA手法開発 ・ 無害化前処理技術高度化 ・ 金属回収技術高度化 ・ 車載LiB実装化実験
13 リチウムイオン電池の低環境負荷型リサイクルプロセスの開発	非焙焼方式による低環境負荷なLiB材料リサイクルプロセスを開発	☆ JERA					✓ ・ 非焙焼方式の電池材料分離回収の術開発 ・ 電池材料分離回収パイロットプラントの設計・運転
		住友化学					✓ ・ 正極活物質ダイレクトリサイクルの技術開発 ・ ダイレクトリサイクルのパイロットプラントの設計・運転
14 低CO2リサイクルを実現するバッテリーエコサイクルの構築	LiBリサイクルに向けたトレーサビリティ技術およびリサイクル技術の開発	日産 自動車		✓			✓ ・ 車載バッテリー計測センサの試作・実装開発 ・ 状態推定精度検証 ・ 正極⇒正極材 (EtoP) 分離技術の検討

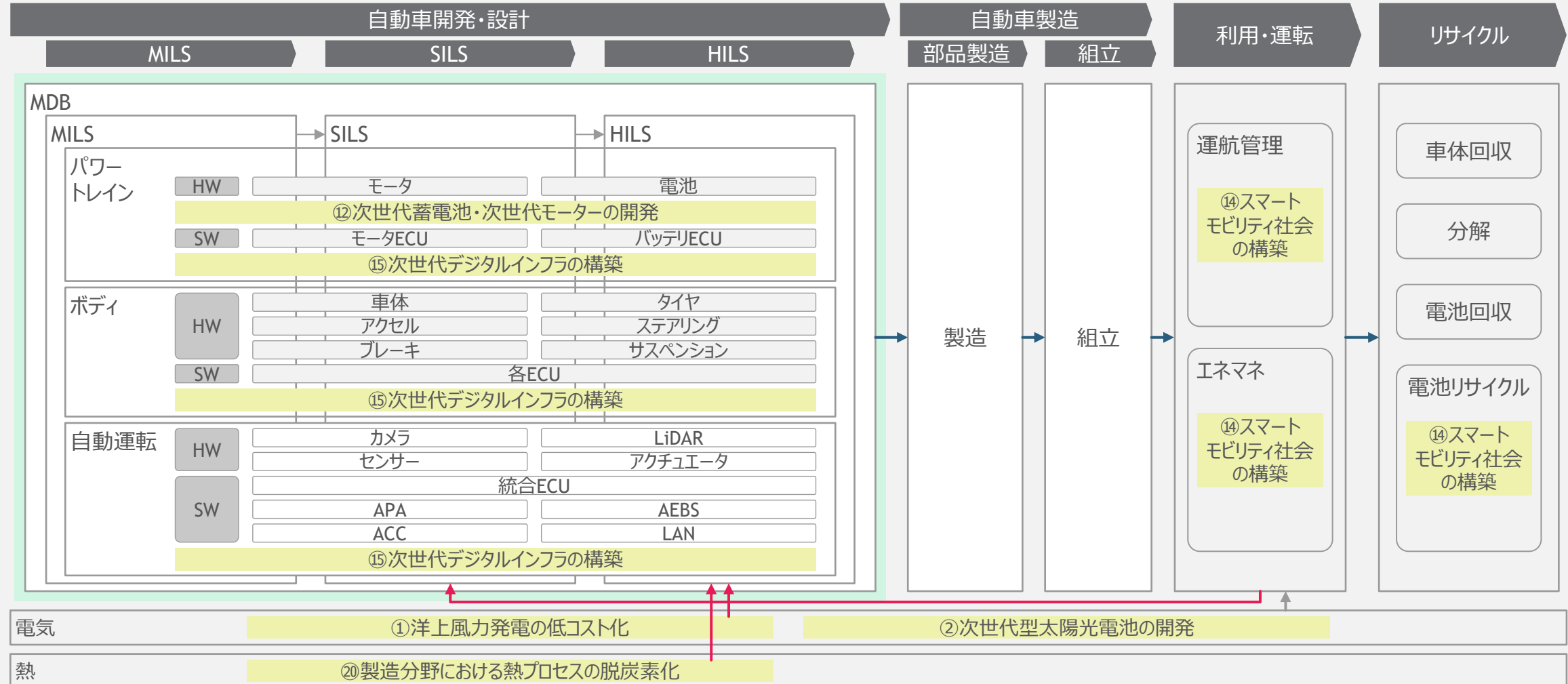
参考) ⑫次世代蓄電池・次世代モーターの開発: 現在実施するPJの一覧 (5/6)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
15 高効率電動化システム開発	EV用駆動システムの高効率化、小型軽量化に向けた高効率電動化システム開発 - 小型高トルクモーターの開発 - 小型軽量インバーターの開発 - 高磁束密度鋼板の開発	☆ 幹事					
		☆ 日立製作所	材料	部品	組立	利用	廃棄/リサイクル
			✓	✓			- 高磁束密度鋼板、プロセス技術開発 - モーター、インバーター技術開発
		日立Astemo		✓			- 乗用車向け高トルクモーター開発 - 乗用車向け小型軽量インバーター開発
		日立インダストリアルプロダクツ		✓			- バス、トラック向け高トルクモーター開発 - バス、トラック向け小型軽量インバーター開発
		大同特殊鋼	✓	✓			- 高磁束密度鋼板量産プロセス開発 - 高磁束鋼板鋼板製造設備開発
		東北特殊鋼	✓	✓		- 高磁束密度鋼板材料開発 - 高磁束密度鋼板評価	

参考) ⑫次世代蓄電池・次世代モーターの開発: 現在実施するPJの一覧 (6/6)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
			材料	部品	組立	利用	廃棄/ リサイクル
16 モビリティ向けモーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発	電動航空機向け高出力モーターの開発を実施 出力密度: 8.0kW/kg以上	☆ 幹事 デンソー	✓	✓	✓		- モーター単体の出力密度向上 - モーターシステムの出力密度向上 - モーターシステムの効率向上
17 革新的な誘導モーター開発による低価格・省資源・高性能トラクションモーターの実用化	磁石フリーの誘導モーターの開発を実施	ニデック		✓	✓		- モーターの開発 - インバーターの開発 - ギヤシステムの開発 - 生産技術の開発
18 小型・軽量・省資源型、高効率電動アクスルの開発	小型・軽量・省資源型、高効率電動アクスル開発 - 出力密度: モーター単体 8.0kW/kg (電動アクス3.0kW/kg) - モーターシステム効率: 85%以上	愛知製鋼	✓	✓	✓		- モーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発 - モーターシステムの車両搭載性技術開発

⑬ 電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発: VC詳細と取組間連関性



自動運転に関するHWとSWに関する個別プロジェクトだけでなく、自動車OEMの自社開発を支援するプラットフォーム構築も実施

⑬ 電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発：
当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

XXX : GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

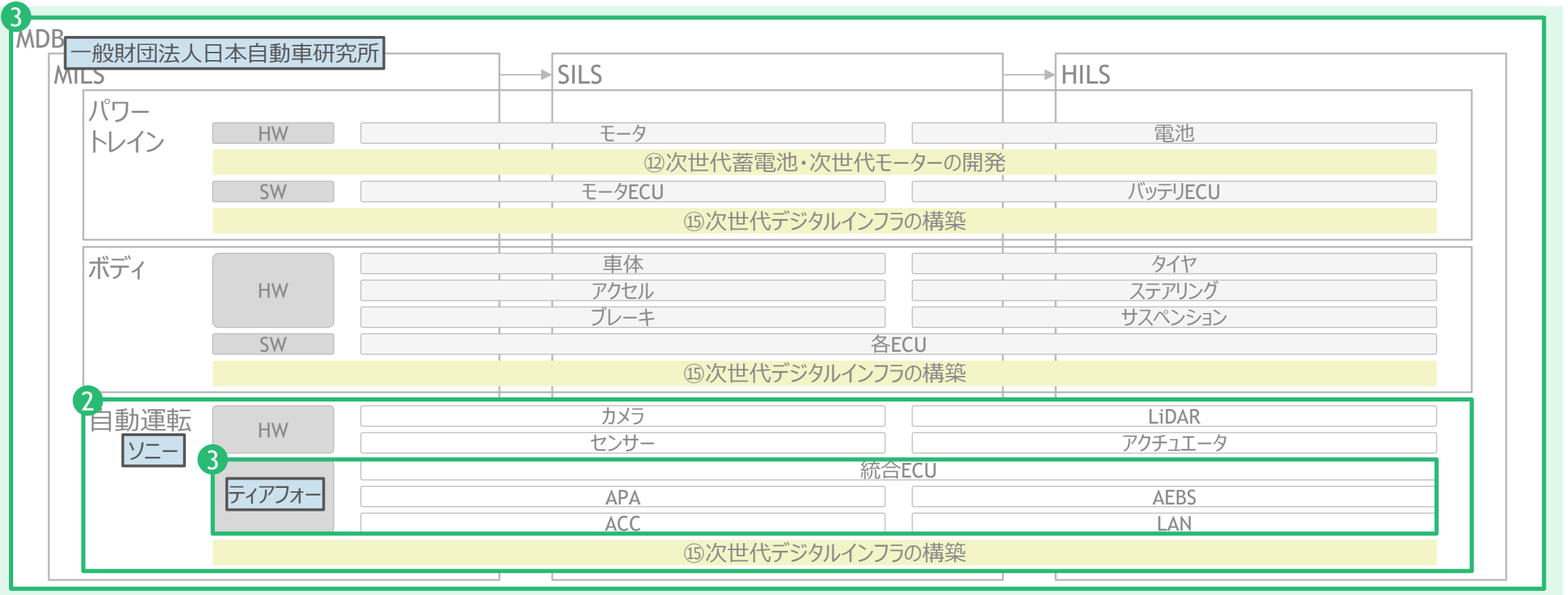
XX : GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり

自動車開発・設計

MILS

SILS

HILS



エネ環では自動運転技術だけでなく、パワートレインやボディに関する研究開発も実施しており、自動車開発・設計の全体をカバーしている状況

⑬ 電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発：エネ環テーマとの連関

自動車開発・設計

MILS

SILS

HILS

MDB

MILS

パワートレイン

HW

2023年度モーターの超高速回転化による自動車用電動駆動システムの省資源化

モータ

電池

⑫次世代蓄電池・次世代モーターの開発

SW

モータECU

バッテリーECU

⑮次世代デジタルインフラの構築

ボディ

HW

車体

アクセル

ブレーキ

タイヤ

ステアリング

サスペンション

SW

各ECU

2021年度低騒音ダクトドロタへのバイオミメティクスの応用/自動車用炭素繊維サーキュラーエコノミー・プログラムの研究開発

自動運転

HW

カメラ

LiDAR

2022年度空飛ぶクルマの高精度飛行予測技術開/空のモビリティ用光集積型LiDARセンサ/周波数変調・モード局在複合センサの研究開発

2021年度多様な走行環境に対応した自動運転車両及び安全性評価の研究開発

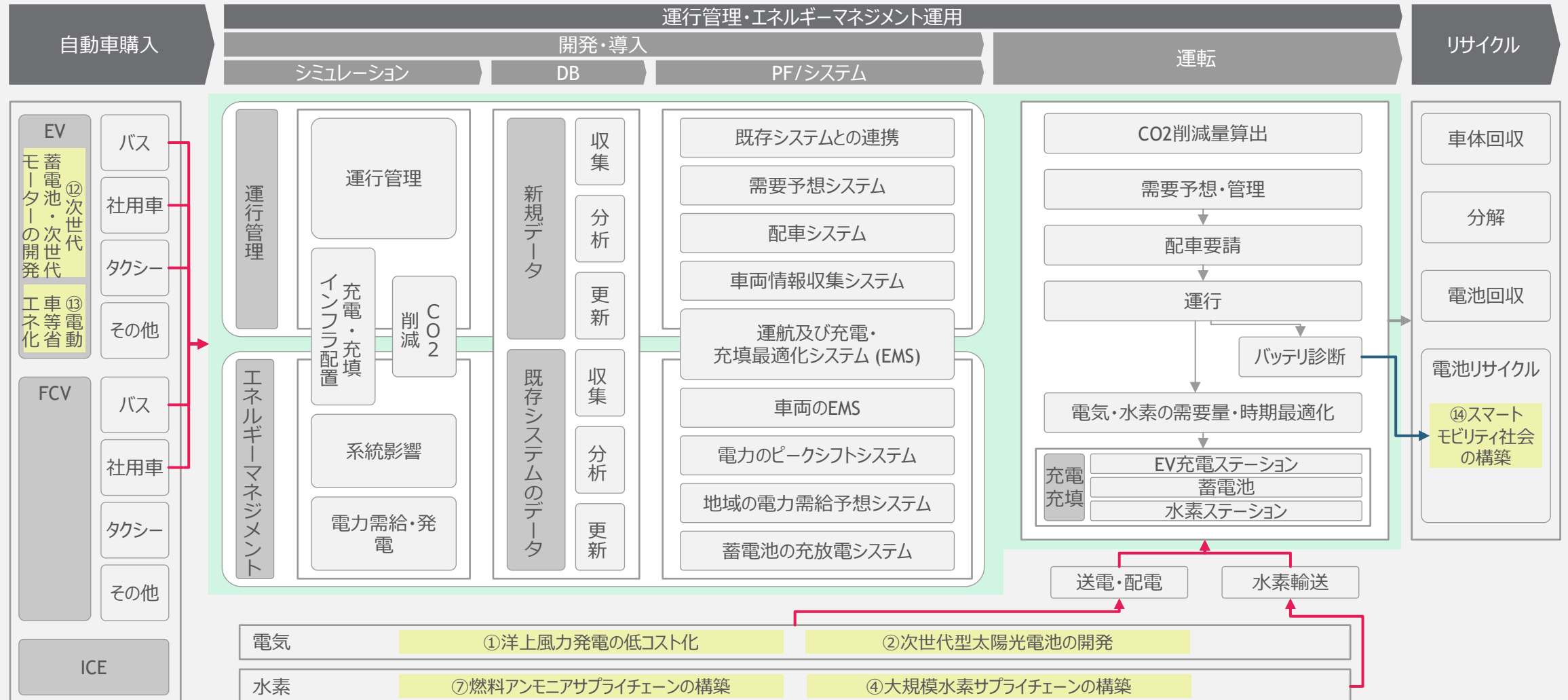
2021年度車載向け超高速光通信システムの標準化に向けた研究開発

⑮次世代デジタルインフラの構築

参考) ⑬電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発: 現在実施するPJの一覧 (1/1)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割			
		☆ 幹事	自動車開発・設計			
			MILS	SILS	HILS	
① Microautonomy～集合的にスケーラブルな自動運転システム の創出～	市場に流通するオープンな技術コンポーネントを組み合わせ、様々な環境に対してレベル4の自動運転機能を実現でき、走れば走るほど賢くなることで運行設計領域(ODD)を安全にスケーリングできるソフトウェアプラットフォームを開発	ティアフォー	✓	✓	✓	・ネットワーク・クラウドへの負荷も加味しながら、現行技術比で、70%以上の車載コンピューティングの消費電力削減に寄与できるPFの開発
② 電動車等省エネ化のための車載認識技術の開発	自動運転の認識・判断・制御における認識の領域にフォーカスし、自動運転レベル4の社会実装・市場普及に資する高度な「車載認識システム」を開発	ソニー	✓	✓	✓	・自動運転レベル4に資する車載認識システムの機能開発 ・車載認識システムの学習環境の構築、学習結果の共有、車載認識システムのオープンソース化
③ 電動・自動運転車開発を加速するデジタル技術基盤の構築	電動・自動運転車開発を加速するうえで必要な自動車メーカー・サプライヤが利用可能なシミュレーション精度90%以上の車両モデルを構築 - 新技術を搭載した共有できる車両モデル・車両性能データを頒布 - マルチクライアント形式による入手し易さを提供	一般財団法人日本自動車研究所	✓	✓	✓	・デジタルツインによる高精度シミュレーション技術の開発と検証 ・高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発 (NEDOテーマ終了後、事業として新型品のモデルを継続的に構築)

⑭スマートモビリティ社会の構築: VC詳細と取組間連関性

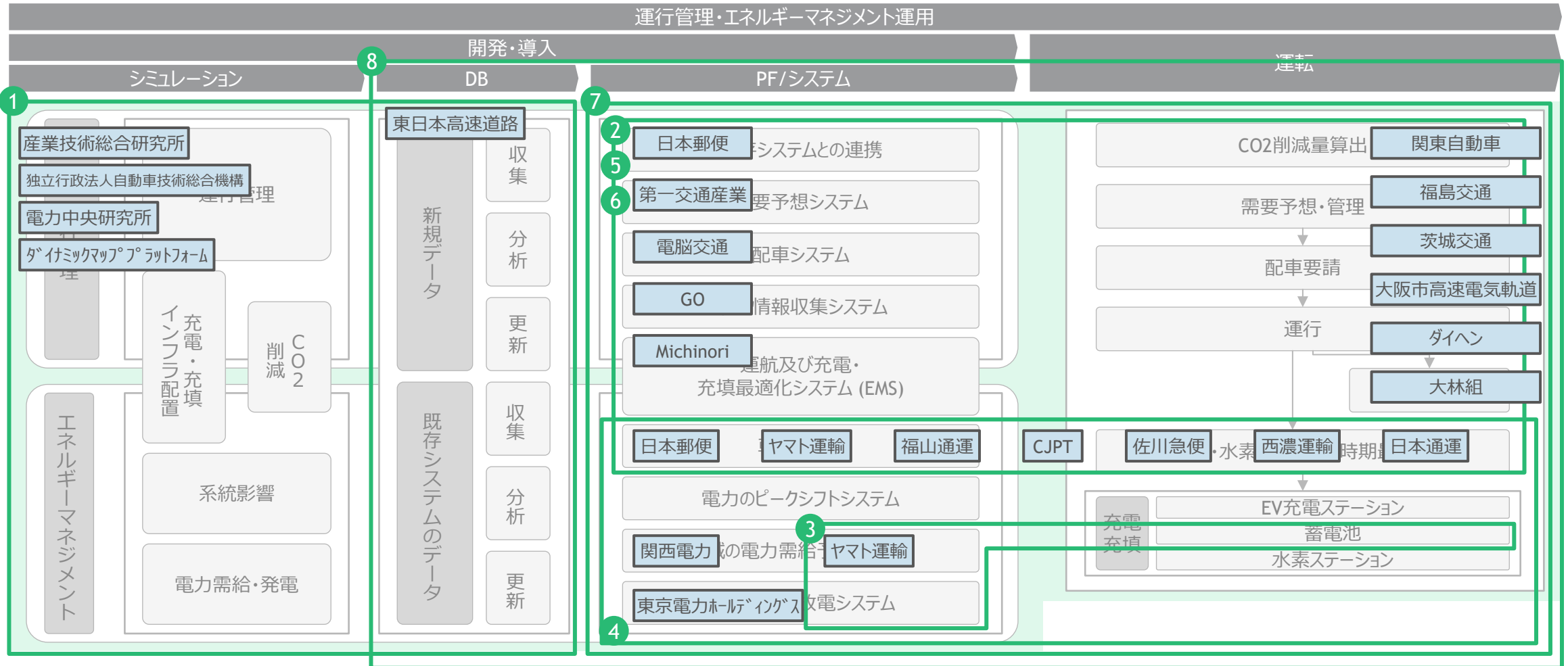


シミュレーション/DB/プラットフォーム/運転のすべてをカバーしており、複数社を巻き込んだエネルギーマネジメントシステムの実証も実施

⑭スマートモビリティ社会の構築：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

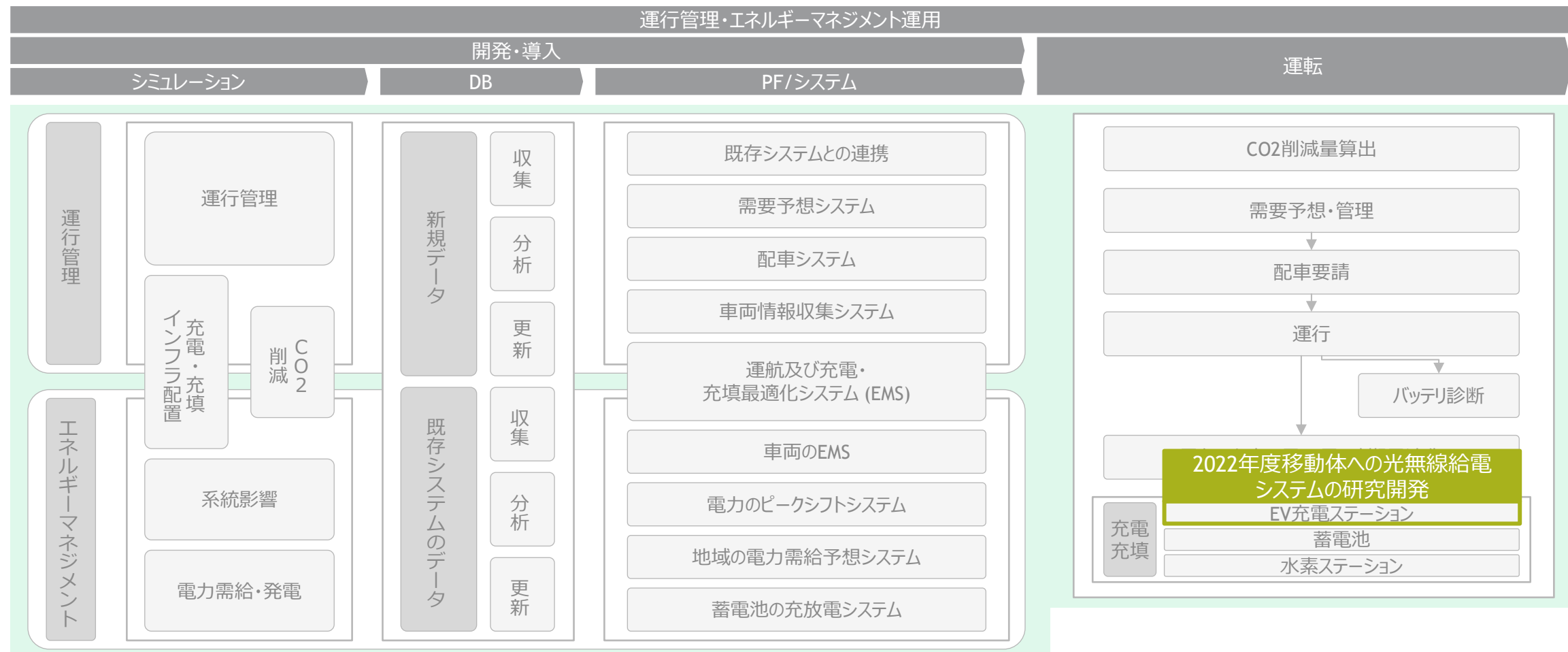
XXX : GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

XX : GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



エネ環ではEV向け充電ステーションに関する要素技術の研究開発のみを実施

⑭スマートモビリティ社会の構築：エネ環テーマとの連関



参考) ⑭スマートモビリティ社会の構築: 現在実施するPJの一覧 (1/4)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割			
			開発・導入			運転
		☆ 幹事	シミュレーション	DB	PF/システム	
1 電気自動車・燃料電池車の導入に向けたエネルギーマネジメントと車両運行管理を最適化するシミュレーションシステムの構築	ダイナミックマップ×シミュレーションに基づく運行管理およびエネルギーマネジメント最適化の提供 - 運行・充放電計画の算出 - 最適ルートの探索 - 充放電による系統影響の算出 - 充電・充填インフラ最適配置算出 - 上記に係るデータベース作り	☆ 産業技術総合研究所	✓	✓		- 運行管理シミュレーション・最適化技術の研究開発 - 車両情報収集システムおよび地図・交通DB更新システムの研究開発
		独立行政法人自動車技術総合機構	✓	✓		- 運送事業者のシステムと提案シミュレーションとの連携調整 - バッテリー劣化の調査・検討
		電力中央研究所	✓	✓		- 再エネ電力を活用する商用電動車導入と充電インフラ整備に向けた評価手法の開発 - 電力情報データの整備
		ダイナミックマッププラットフォーム	✓	✓		- ダイナミックマップを基にしたルート探索システムの開発 - 車両情報収集システムおよび地図・交通DB更新システムの研究開発
2 運行管理システム及びエネルギーマネジメントシステム構築・研究開発実証を通じた集配車両EV化等によるカーボンニュートラルの実現	AI×ビッグデータを活用し、業務特性やEVの特性を踏まえた、最適な業務計画・実行面での運行管理 フィジカルインターネットの観点も踏まえた物流最適化も検討することで、車両の総運行距離(走行車両台数と各車両の走行距離の最適化)の低減及び物流効率の最適化 運行管理と一体的なエネルギーマネジメント(充電時刻/充電量の最適化)	日本郵便			✓	- 既に取得しているデータ、車両から収集するエネルギー関連データ、気象情報等の一般データ等を統合的に蓄積/管理/分析する基盤を構築 - データに基づき、電力需給を考慮した最適な充電計画を計算し、エネルギー使用効率を最適化

参考) ⑭スマートモビリティ社会の構築: 現在実施するPJの一覧 (2/4)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割			
			開発・導入		運転	
		☆ 幹事	シミュレーション	DB	PF/システム	
3 グリーンデリバリーの実現に向けたEVの導入・運用に係る開発・実証	電気自動車オペレーションのエネマネ最適化開発をカートリッジ式バッテリー (他メーカー品を購入) を軸とし実施	☆ ヤマト運輸			✓	✓
4 商用電動車普及に向けたエネルギーマネジメントシステムの構築・大規模実証	運行管理と一体となったエネルギーマネジメントシステムを商用電動車とセットで提供することで、インフラ渋滞や電力需給変動等の課題を解決し、荷主/物流事業者のスムーズな電動車導入を実現 - 運行管理システム自体の開発は本事業の対象外 - FCV向けに水素消費量高精度推定技術や配送経路計画及び水素充填タイミングの最適化、水素STの最適配置 - EV向けに電力消費量高精度推定技術や配送経路計画及び充電タイミングの最適化、EV充電STの最適配置	☆ CJPT			✓	✓
		佐川急便	✓		✓	- カートリッジ式バッテリーを軸としたエネマネモデルのソフトウェア開発、ハードウェア投資、オペレーション検証 - プロジェクト全体統括 - エネマネ開発/検証とりまとめ - エネマネシステムの機能要件検討 - 物流オペレーションへの電動車/エネマネシステムの導入および検証・データ収集 (車両データ、運行情報 等)
		西濃運輸	✓		✓	
		日本通運	✓		✓	
		日本郵便	✓		✓	
		福山通運	✓		✓	
		ヤマト運輸	✓		✓	
		セブン-イレブン・ジャパン	✓		✓	
		ファミリーマート	✓		✓	

参考) ⑭スマートモビリティ社会の構築: 現在実施するPJの一覧 (3/4)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割			
			開発・導入			運転
		☆ 幹事	シミュレーション	DB	PF/システム	
5	タクシー車両のEV化及び配車システムでの運用効率化に係る開発・実証	☆ 第一交通産業			✓	✓
		電脳交通			✓	✓
6	タクシー領域における電気自動車の運行管理及びエネルギーマネジメントシステム構築	GO			✓	✓
7	路線バスEV化および交通・地域のカーボンニュートラル化を実現する運行管理/需給調整一体型エネマネシステムの開発・実証	☆ Michinori			✓	
		東京電力ホールディングス			✓	
		関東自動車				✓
		福島交通				✓
		茨城交通				✓

- ・走行記録等によるデータ収集
- ・分析・走行実証
- ・事業報告書作成

- ・システムによるデータ収集
- ・エネルギーマネジメントシステムの開発

- ・車載システム・運行計画管理システムの実装
- ・充電器コストを最小化するような充電器の設置箇所および走行計画を提案するアルゴリズムの実装

- ・EVバスの運行マネジメントシステム開発
- ・バス運用の最適化技術開発
- ・EVバスの運行基盤の可視化システム開発等

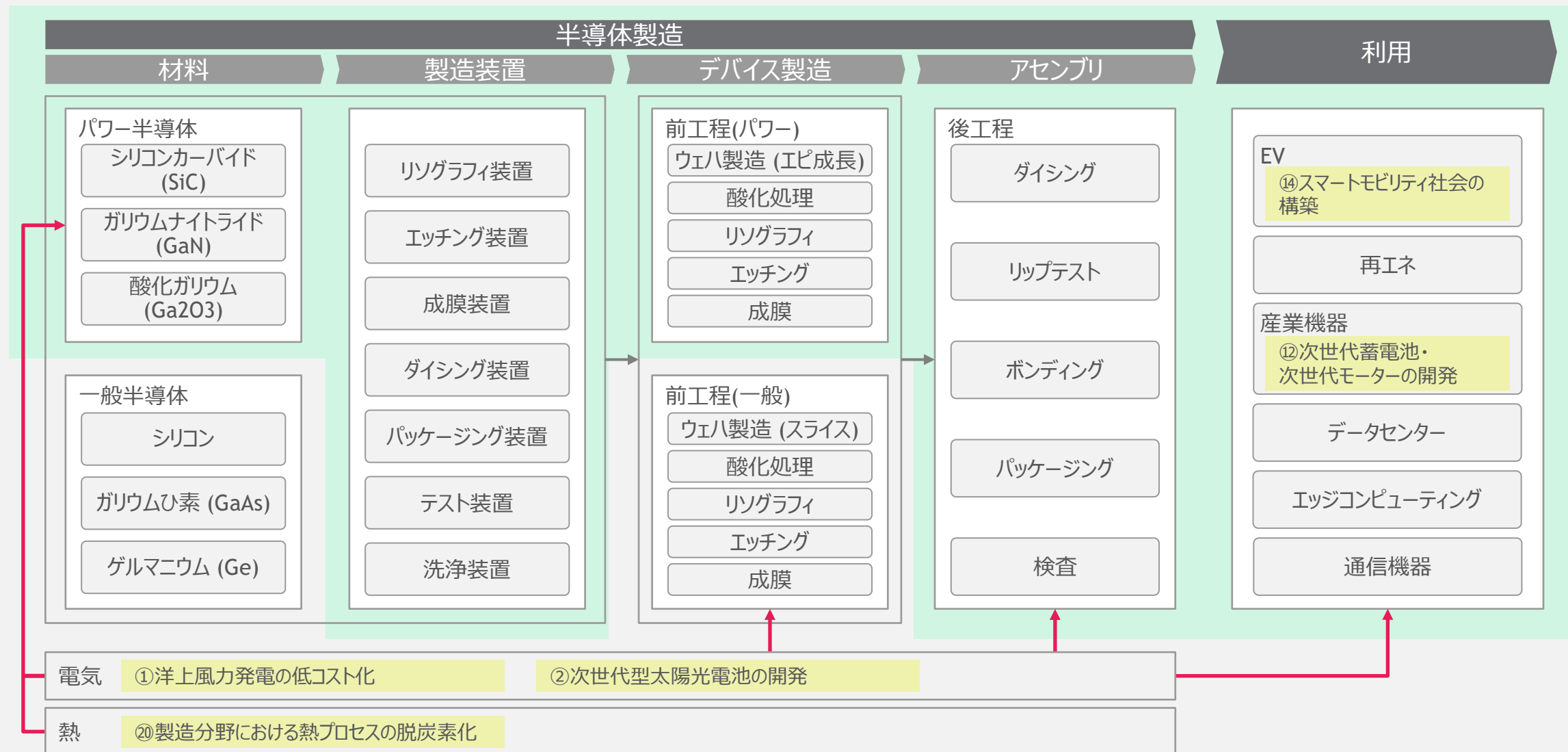
- ・エネルギー調達計画のアルゴリズム作成
- ・遠隔制御型急速充電器システム開発 等

- ・システム全体の仕様設計、機能検証におけるノウハウ提供
- ・実証環境の準備 (車両のEV化)
- ・運行データの収集
- ・製品・サービスの要求仕様の整理、製品へのフィードバック

参考) ⑭スマートモビリティ社会の構築: 現在実施するPJの一覧 (4/4)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割			
			開発・導入		運転	
		☆ 幹事	シミュレーション	DB	PF/システム	
8 EVバスの運行管理とエネルギーマネジメントシステムを一体化させた各種先端技術開発実証	EVの販売が開始されている固定路線・エリアを走行する路線バスから導入を開始する。DWPTを開発することで幹線物流トラックや観光/高速バスのEVを促進し、このセグメントのEV化進展に合わせて、事業化を目指す - EMS×FMS(運行管理と一体となったエネルギーマネジメントシステム)を用いて、再生可能エネルギーの有効活用や電力の負荷平準化を行い、効率的なエネルギー利用が可能な社会を実現 - DWPT(走行中に利用可能な無線給電)を含む様々な充電システムやオンデマンド化・自動運転化に対応した運行管理システム等最先端技術を導入し、カーボンニュートラルを実現した持続可能なスマートモビリティ社会を構築	☆ 関西電力			✓	- EMSの研究開発 - 大規模実証の計画・管理運営・分析評価等を担当
		大阪市 高速電気軌道		✓	✓	- FMSの研究開発 - 傘下の大阪シティバスと連携し、大規模実証のEVバス運行・課題抽出
		ダイヘン			✓	高規格道路向けDWPT機器の研究開発
		大林組			✓	高規格道路向けDWPT施工技術開発 (連続工法 等)
		東日本 高速道路	✓		✓	高規格道路にEMS・FMS・DWPTを導入するための道路管理者視点からの研究開発・評価・仕様類の整備

⑮次世代デジタルインフラの構築: VC詳細と取組間連関性

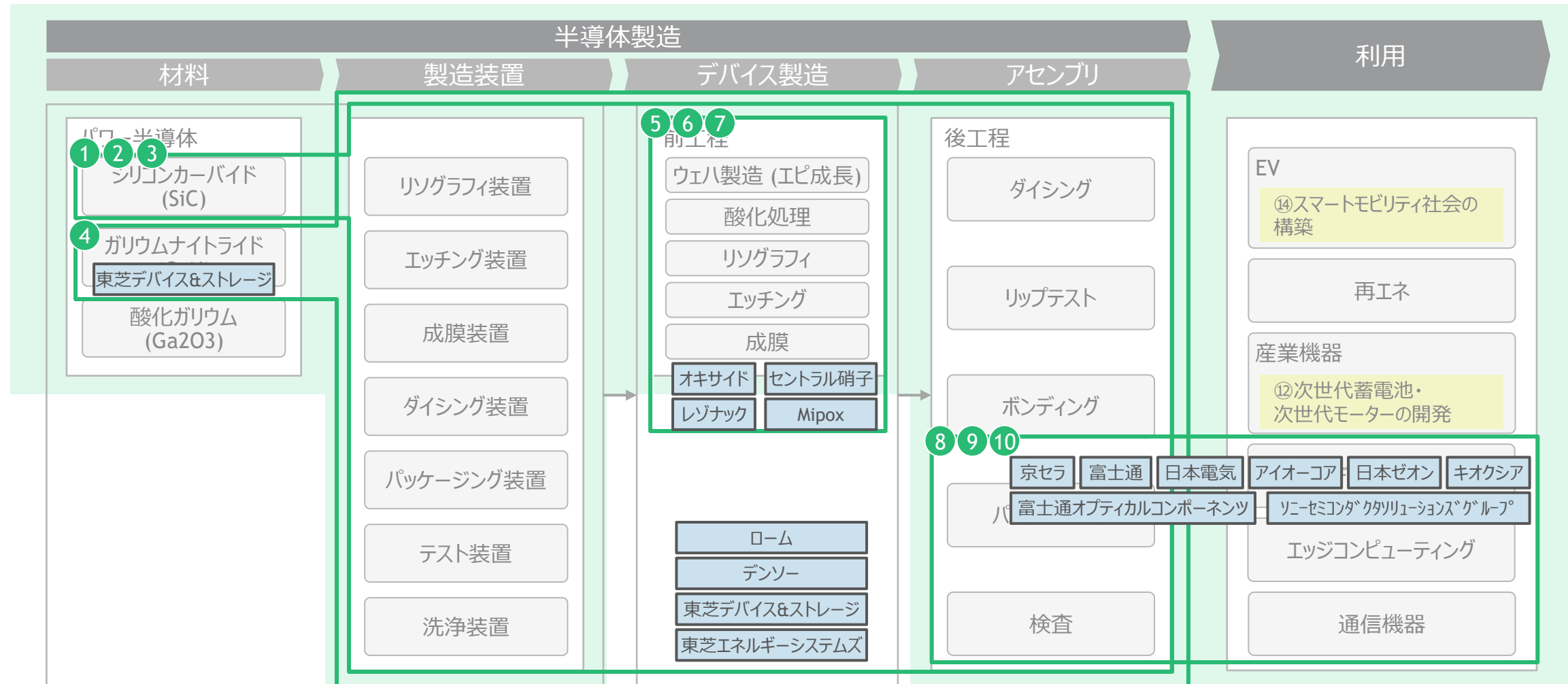


パワー半導体についてはSiCとGaNの両方でVC全体をカバーするプロジェクトを実施 光エレクトロニクス関連はデータセンター等のニーズ主導で実施

⑮次世代デジタルインフラの構築：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

XXX : GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

XX : GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



SiCのウェハ製造とパワー半導体製造については、エネ環でも重複して実施している状況 GaNやGa2O3については取り組みは未実施

⑮次世代デジタルインフラの構築：エネ環テーマとの連関



参考) ⑮次世代デジタルインフラの構築: 現在実施するPJの一覧 (1/4)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
			材料	製造装置	デバイス製造	アセンブリ	利用
① 8インチ次世代 SiC MOSFETの開発	次世代パワー半導体モジュールに適用する8インチ SiC MOSFETの開発と実証を実施	☆ 幹事 ☆ ローム	✓		✓		8インチエピタキシャル成長技術、低イオン抵抗化技術確立 - 製造ラインの構築と性能実証の実施
② 次世代高耐圧電力変換器向けSiCモジュールの開発	高耐電圧電力変換器向けにSiCを用いたパッケージの試作ラインを整備し、変換器の試作と性能評価を実施	☆ 東芝 東芝エネルギーシステムズ			✓	✓	- SiCデバイス高性能化要素技術開発 - 試作ライン整備 - 大電力モジュール向けパッケージ開発 - 変換器試作、性能評価
③ 次世代パワー半導体デバイス製造技術開発 (電動車向け)	EV向け次世代SiCインバータの開発 - 現行のSiインバータに比べて損失を50%削減 2027年から量産を開始する計画	デンソー			✓	✓	8インチSiC素子技術開発 8インチSiC新規加工プロセス技術開発 8インチSiC素子駆動回路技術開発
④ 次世代高電力密度産業用電源 (サーバ・テレコム・FA 等) 向けGaNパワーデバイスの開発	省エネ効果が高い電源用GaNデバイスの開発 電源効率98%、電力密度150W/in³	東芝			✓	✓	- デバイス構造設計 - 要素プロセス開発 - プロセスインテグレーション

参考) ⑮次世代デジタルインフラの構築: 現在実施するPJの一覧 (2/4)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事	材料 製造装置 デバイス製造 アセンブリ 利用
5 超高品質・8インチ・低コストSiCウェハ開発	SiCパワーデバイスの本格普及実現のために必須である低コスト・低欠陥密度・8インチ径のSiCウェハの開発を実施 (溶液法)	☆ オキサイドパワークリスタル	- 大口径・高品質SiC結晶の生産技術の確立 - SiC結晶成長のを量産技術の開発
		Mipox	8インチSiCウェハ加工技術の開発 - SiCウェハの高速高精度評価技術の開発
6 高品質8インチSiC単結晶/ウェハの製造技術開発	溶液法による高品質8インチSiC単結晶/ウェハ製造技術を確立	セントラル硝子	- 溶媒取込の抑制と欠陥密度低減 - 成長速度向上と長時間連続成長 8インチウェハ加工とエピ成膜
7 次世代グリーンパワー半導体に用いるSiCウェハ技術開発	高速昇華法による高品質低コスト8インチウェハ開発	レゾナック	- 昇華法による8インチ高品質・低コストSiCウェハ製造技術開発 - 高速昇華法技術の開発

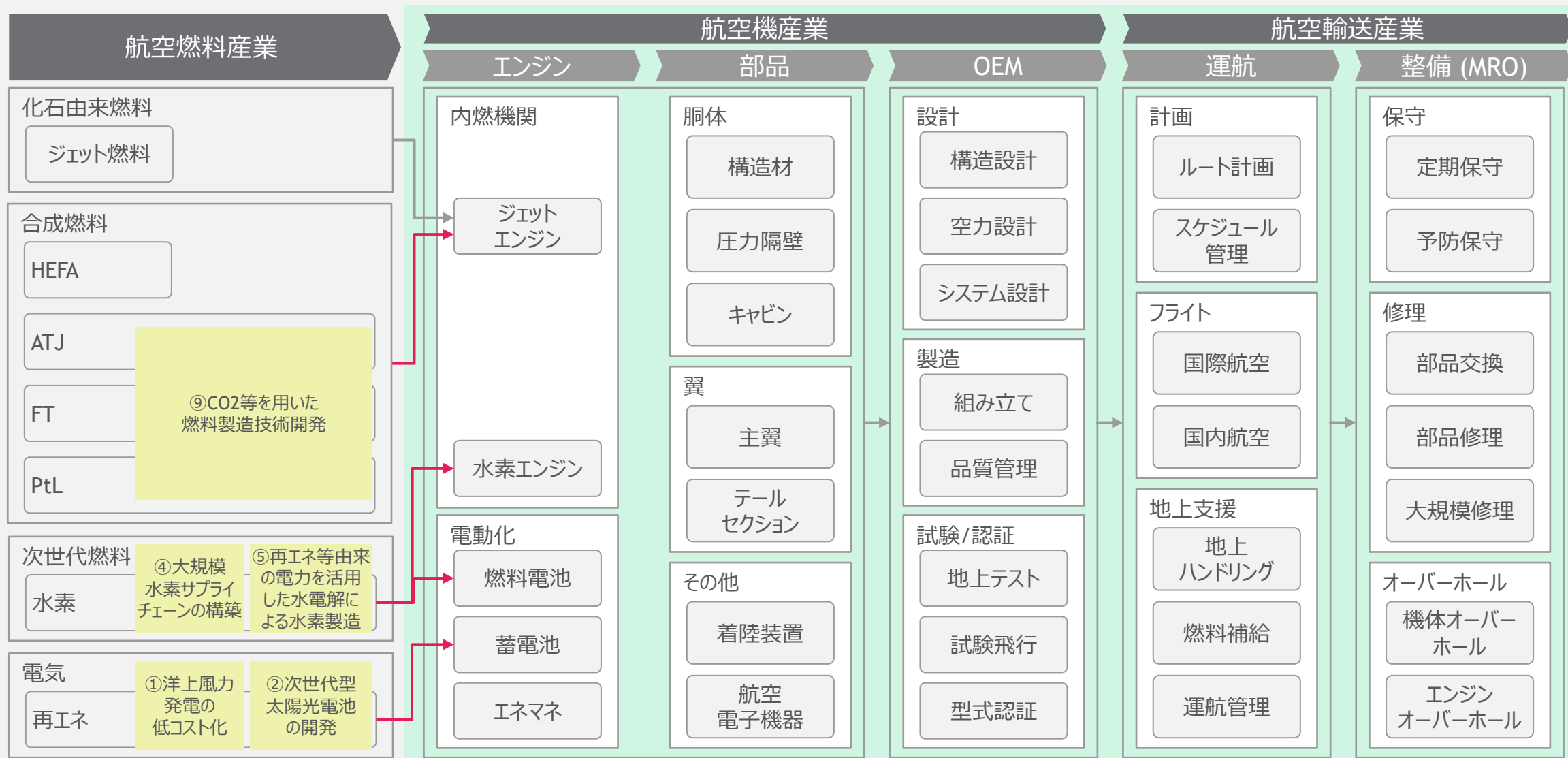
参考) ⑮次世代デジタルインフラの構築: 現在実施するPJの一覧 (3/4)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
			材料	製造装置	デバイス製造	アセンブリ	利用
8	- 光エレクトロニクス技術の開発 (光電融合デバイス開発、光スマートNIC開発) - 光に適合したチップ等の高性能化・省エネ化技術の開発 (省電力CPU開発、省電力アクセラレータ開発、広帯域SSD開発) - ディスクアグリゲーション技術の開発	☆ 幹事 ☆ 富士通 アイオーコア 富士通オペイカルコンポーネンツ 京セラ 日本電気 キオクシア				✓	- CPO適用技術、レイヤソフトウェア処理技術の開発 - 省電力CPU開発
						✓	光電融合デバイス開発
						✓	高変調効率光エンジン技術の開発
						✓	光電集積デバイスパッケージング技術の開発
						✓	ディスクアグリゲーション技術の開発
						✓	広帯域SSD開発

参考) ⑮次世代デジタルインフラの構築: 現在実施するPJの一覧 (4/4)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事	材料 製造装置 デバイス製造 アセンブリ 利用
9 光に適合したチップ等の高性能化・省エネ化技術の開発 (不揮発メモリ開発)	DRAMに比較して消費電力が60%削減可能な不揮発メモリ技術の開発	日本ゼオン	✓ 300ミリNRAMデバイス開発 - NRAM用CNT分散液開発 - NRAMテストデバイス開発 - 評価解析技術開発
10 - エッジ信号処理開発 - SDK及びプラットフォームの開発 - ハードウェア基板開発 - アプリケーション開発	エッジコンピューティングに必要な信号処理技術およびハードウェア/アプリケーション技術の開発を実施	ソニー セミコンダクタソリューションズ	✓ - エッジ信号処理技術の開発 - IoTセンシングプラットフォームの開発 - ハードウェア/アプリケーションの開発

①6 次世代航空機の開発: VC詳細と取組間連関性



推進系では水素エンジンの開発と合わせて電動化に必要な要素技術の開発を実施しており、機体部品については複合材の適用に関するプロジェクトを実施

⑯次世代航空機の開発：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

XXX

：GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

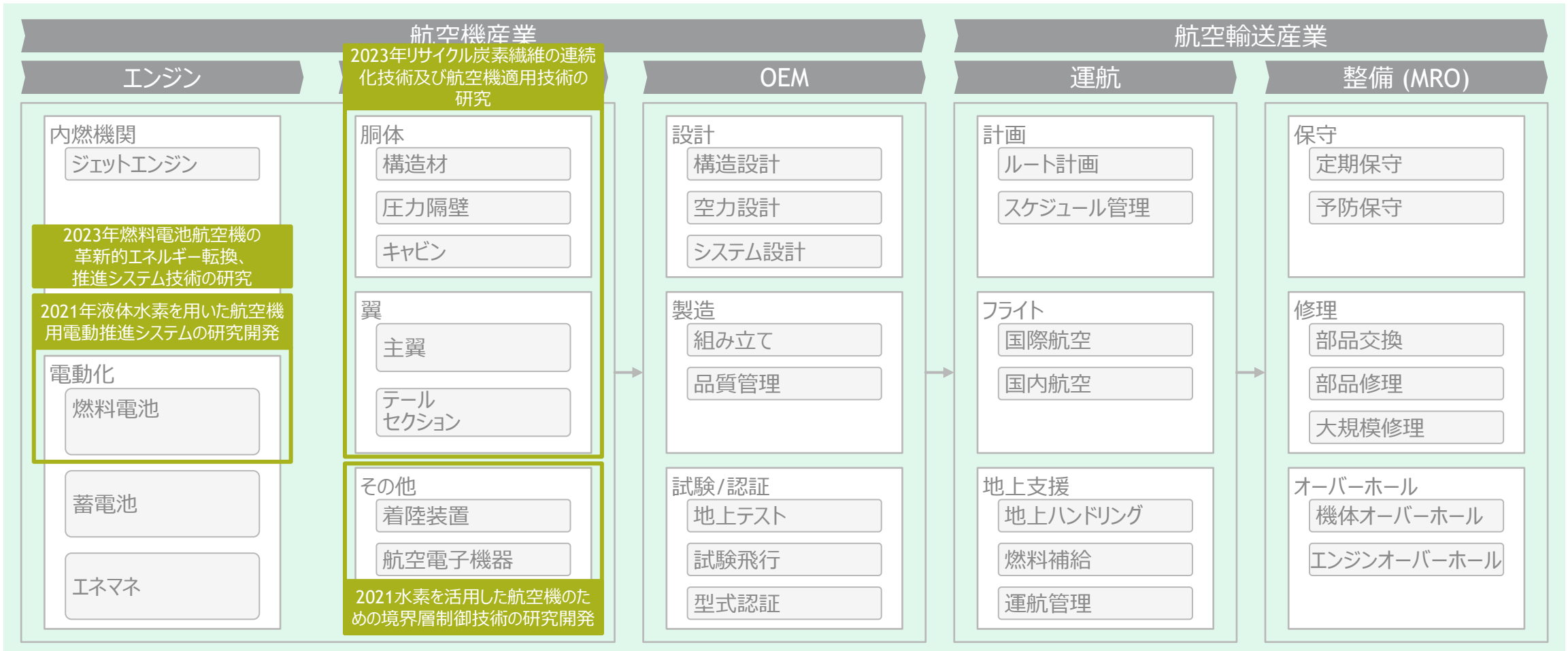
XX

：GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



エネ環では電動化に向けた水素燃料電池に関する研究開発と、胴体・翼の材料となるリサイクル炭素繊維の研究開発を実施

⑯次世代航空機の開発: エネ環テーマとの連関



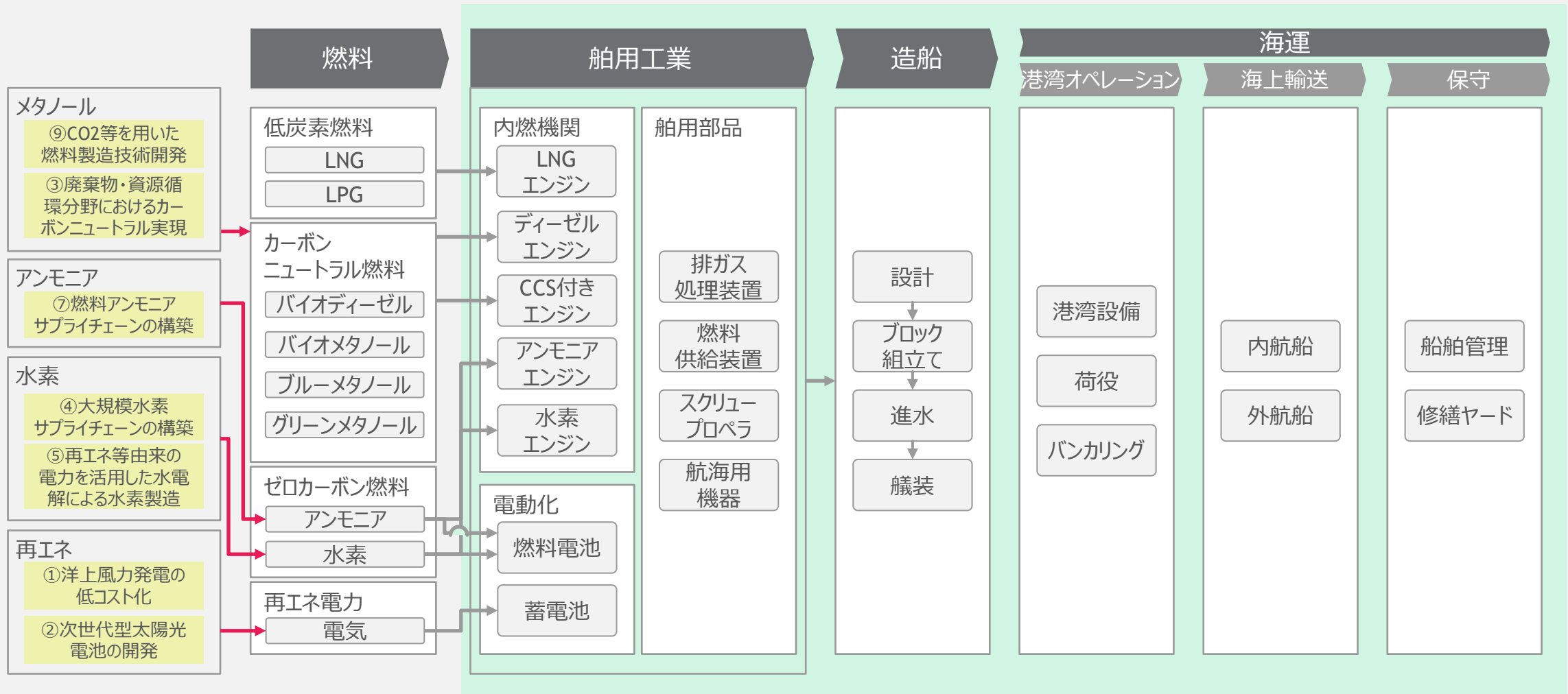
参考) ⑯次世代航空機の開発: 現在実施するPJの一覧 (1/2)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
		☆ 幹事	エンジン	部品	OEM	運航	整備 (MRO)
① 水素航空機向けコア技術開発	水素航空機向けエンジン燃焼器及び液化水素燃料貯蔵タンクについて、水素航空機の実現の見通しが得られる技術開発の実施	川崎重工業	✓	✓			- 水素航空機向けエンジン燃焼器・システム技術開発 - 液化水素燃料貯蔵タンク技術開発 - 水素航空機機体構造検討
② 航空機主要複合材構造部品の軽量化・生産高レート化・複雑形状化に関する研究	次世代航空機向けの主要構造部品の軽量化・生産高レート化・複雑形状化を実現 - 既存複合材構造と比較して10%の軽量化 - 生産高レート化・複雑形状化のための成形技術	三菱重工		✓			- 機体軽量化の為の一体化成形技術開発 - 複合材適用拡大の為の生産高レート化 - 将来高効率機体に必要な部品の複雑形状化
③ 熱可塑複合材料による軽量構造の開発	熱可塑複合材を適用した大型一体成形エルロンの製作 独自の熱可塑複合材製コルゲートパネルを用いた構造（動翼）の研究開発を行い、航空機製造業において、機体の燃料効率向上に有効なコンポーネントをOEM（機体）メーカーに供給	新明和工業		✓			- 大型構造物の溶着技術の確立 3次元複曲面構造の成形技術の確立 - 外板および波板コアの板厚最適化に伴う高精度製造技術の確立

参考) ⑯次世代航空機の開発: 現在実施するPJの一覧 (2/2)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割					
		☆ 幹事	エンジン	部品	OEM	運航	整備 (MRO)	
4	水素燃料電池電動推進システム技術開発	液体水素を用いた4MW級の燃料電池電動推進システムを開発の開発を実施 - プロジェクト終了時にTRL 6を実現 - 認証取得に向けたロジック・方針の検討も並行して実施	IHIエアロスペース	✓				- システム成立性の確認 - サブシステム/コンポーネントの開発仕様案の策定 - コンポーネント開発 - 製造/実証試験
5	水素燃料電池コア技術開発	航空機向けに耐熱性、耐久性といった性能を飛躍的に改善する水素燃料電池材料などのコア技術の開発を実施	東レ	✓				- 大型燃料電池スタックコア部材の開発 - 航空機用燃料電池スタックの開発・実証 - コア部素材の実証技術開発 - 燃料電池システムの陸上実証
6	電力制御及び 熱・エアマネジメントシステム技術開発	航空機の電動化の中核を支える電力制御、熱・エアマネジメントシステムにおけるコア技術の開発	IHI		✓			- エンジン内蔵型電動機の開発 - 電動ターボ機械の開発 - 熱・エアマネジメントシステムの実証
7	電動化率向上技術開発	電動化率向上技術の一つとして電動モータによる地上走行機能の開発を実施	多摩川精機		✓			- 巻線界磁型フラックススイッチングモータの開発 - 電磁鋼板非磁性改質技術、高効率冷却技術の開発 - 電動タキシングモータ開発

⑰次世代船舶の開発：VC詳細と取組間連関性



アンモニア燃料船と水素燃料船を平行して開発、すでに技術が成熟しているLNG船については排ガス処理装置などの船用部品の開発のみ実施

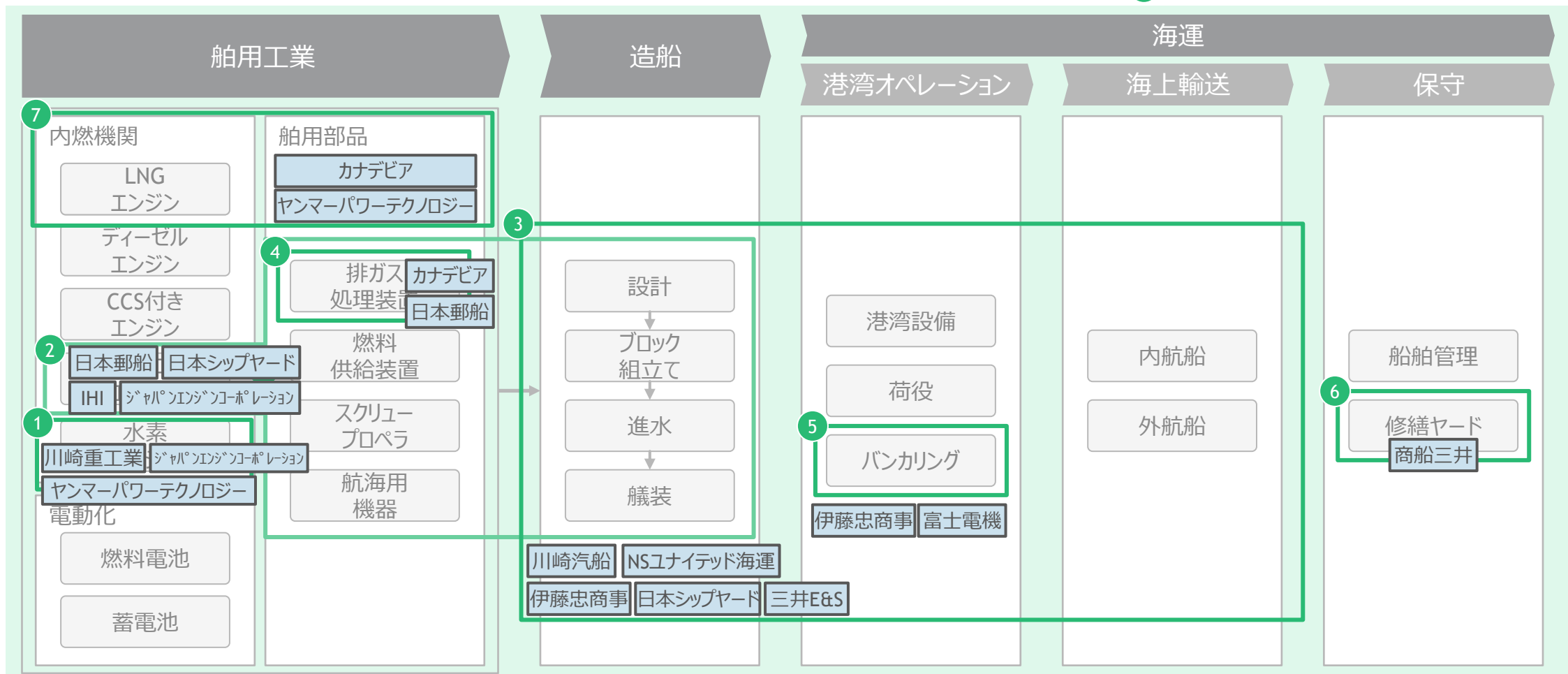
⑰次世代船舶の開発：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

XXX

:GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

XX

:GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



参考) ⑰次世代船舶の開発: 現在実施するPJの一覧 (1/3)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事	船用工業 造船 港湾オペ 海上輸送 保守
1 舶用水素エンジン及びMHFSの開発	舶用水素エンジンの開発を行い、実践実証にて安定運航を実現する - 推進用と補機用の合わせて3種類のエンジンを開発 - 水素供給に必要な舶用水素燃料タンク及び燃料供給システム (MHFS) の開発	☆ 川崎重工業	- 推進用中速4ストロークエンジンの開発 - 水素燃料タンク・燃料供給システムの開発 - 実践実証
		ヤンマーホールディングス	- 補機用中高速4ストロークエンジンの開発 - 実践実証
		ジャパンエンジンコーポレーション	- 推進用低速2ストロークエンジンの開発 - 実践実証
2 アンモニア燃料国産エンジン搭載船舶の開発	アンモニア燃料国産エンジンを搭載した船舶の開発を実施 - 内航船 (アンモニア燃料タグボート) と外航船 (アンモニア燃料アンモニア輸送船) を開発 - 法令/規制に対応した船舶設計承認や実践による検証も実施	☆ 日本郵船	- アンモニア燃料船の実証運航 - アンモニア燃料船の法規制対応
		日本シップヤード	アンモニア燃料船の船体開発 (含む機器配置・船型開発)
		ジャパンエンジンコーポレーション	- アンモニア燃料国産2ストロークエンジンの開発 - アンモニア供給装置の要求仕様策定と開発
		IHI	- アンモニア燃料国産4ストロークエンジンの開発 - 主機/補機それぞれの用途に合わせたエンジンの開発

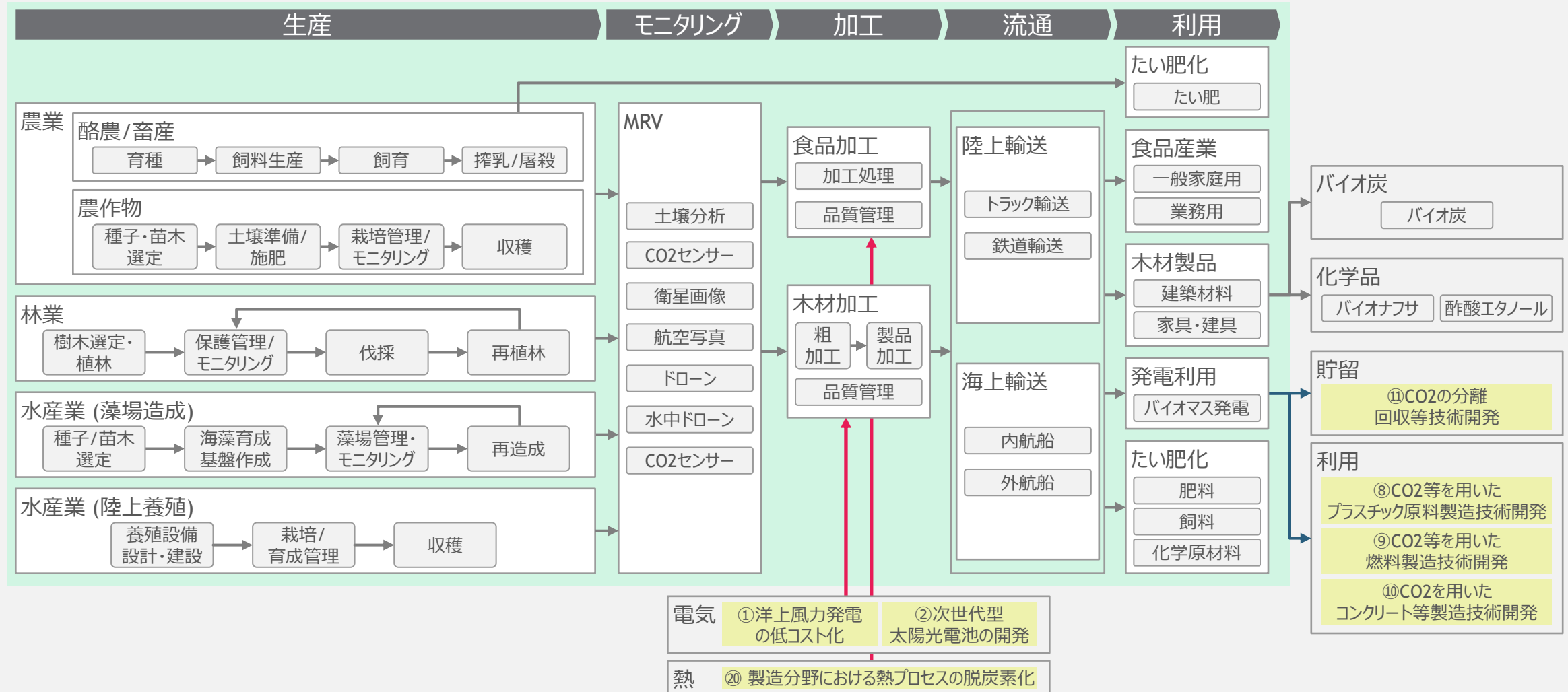
参考) ⑰次世代船舶の開発: 現在実施するPJの一覧 (2/3)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
3 アンモニア燃料船開発と社会実装の一体型プロジェクト	2028年までの出来るだけ早期にアンモニア燃料船の商業運航を実現するため、アンモニア燃料船の開発から実践実証までを一貫して実施	☆ 幹事 ☆ 伊藤忠商事	船用工業 造船 港湾オペ 海上輸送 保守 - アンモニア燃料船の実船実証 - アンモニア燃料の供給実証
		川崎汽船	アンモニア燃料船の実船実証
		NSユナイテッド海運	アンモニア燃料船の実船実証
		日本シップヤード	- アンモニア燃料タンクを搭載した船体開発 - 船内アンモニア燃料ハンドリングシステム - 船内安全システム - 実船実証による研究開発内容の検証
		三井E&S	- アンモニア燃料タンク・燃料供給システムの開発 - 船外への排出物抑制技術の開発 - アンモニア燃料船特有の安全性に関する開発 - アンモニア燃料船の実船実証

参考) ⑰次世代船舶の開発: 現在実施するPJの一覧 (3/3)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事	船用工業 造船 港湾オペ 海上輸送 保守
4 アンモニア燃料船搭載のN ₂ Oリアクタ開発	アンモニア燃料船において搭載が想定される2ストロークエンジンから排出されるN2O除去装置の開発 - N2O リアクタおよびリアクタで使用する触媒を開発 - 陸上試験を実施後に実船実証を実施	☆ カナデビア	✓
		日本郵船	✓
5 アンモニア燃料船サプライチェーン構築における周辺機器開発	船用アンモニア燃料供給体制の構築に向けたバンカリング設備の開発を実施 アンモニア供給の安全対策に必要な要素技術を開発 陸上試験を実施後に実船実証を実施	☆ 伊藤忠商事	✓
		富士電機	✓
6 触媒とエンジン改良による LNG 燃料船からのメタンスリップ削減技術の開発	LNG船のメタンスリップを削減するため、メタン酸化触媒の開発とエンジンシステムを開発 2024年～2026年に実船実証を行い運用手法を確立 2026年までにLNG燃料船のメタンスリップ削減率70%以上	☆ カナデビア	✓
		ヤンマーホールディングス	✓
		商船三井	✓
			- N2O除去触媒の開発 - リアクタ設計 - 陸上試験 - 実船実証 - アンモニア高感度計測技術の開発 - アンモニア微量漏洩検知技術の開発 - アンモニア回収・再利用技術の開発 - 船用機関用のメタン酸化触媒の開発 - 触媒組成、製造方法の開発 - メタンスリップ削減システムの開発 - 触媒劣化抑制の制御技術の開発 - 実船実証によるオペレーション手法の開発 - 触媒のメンテナンス性評価

⑱食料・農林水産業のCO2等削減・吸収技術の開発: VC詳細と取組間連関性



食料と林業については、生産/加工/利用に分かれてプロジェクトを実施 ブルーカーボン向けの藻場造成は必要なVC全体をカバーしている状況

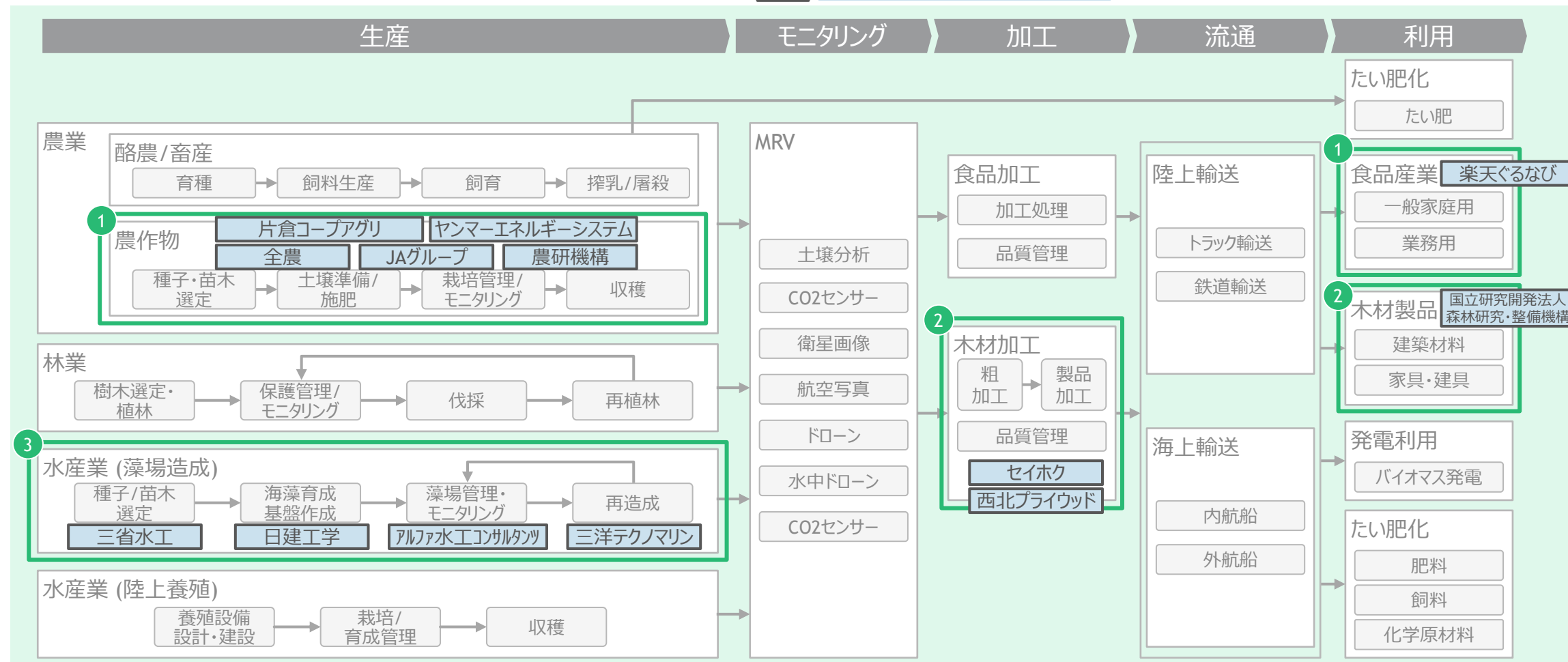
⑱食料・農林水産業のCO2等削減・吸収技術の開発：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

XXX

：GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

XX

：GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



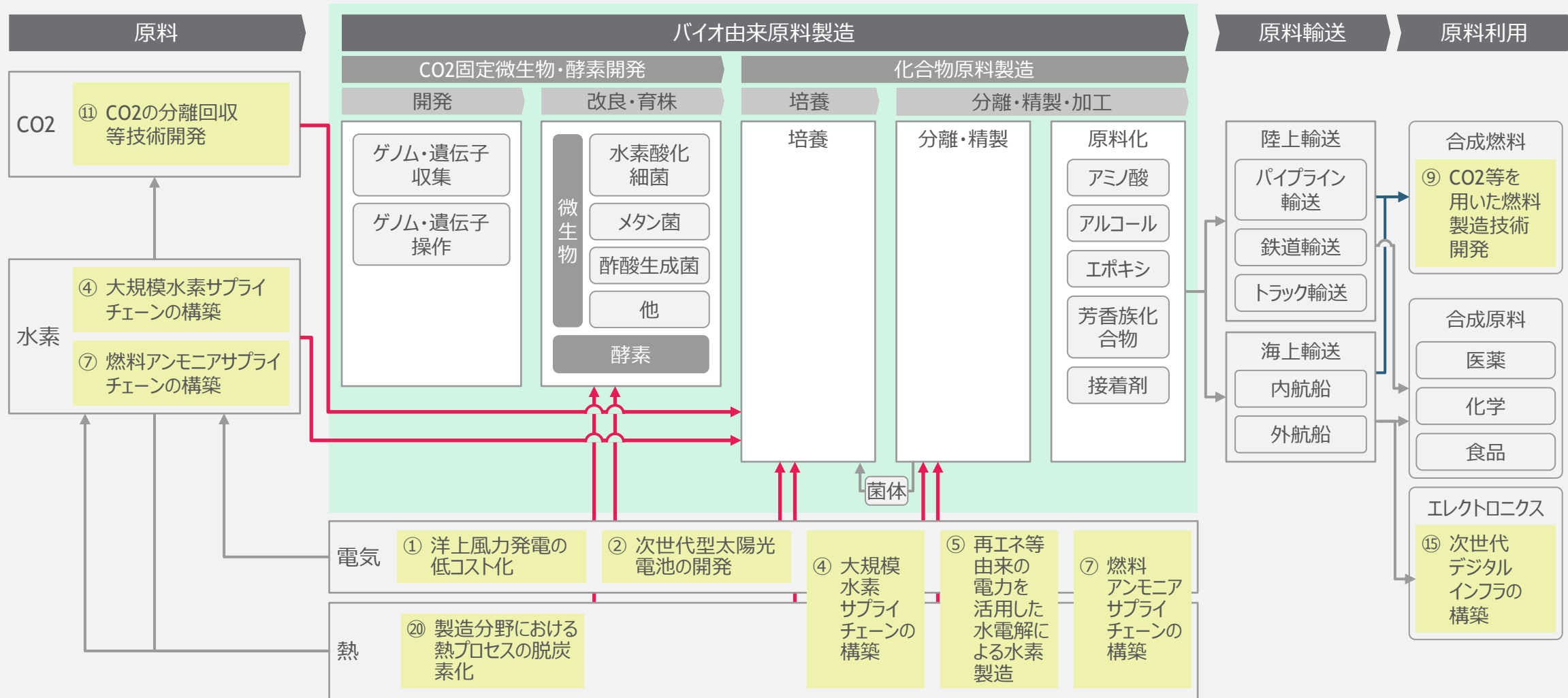
参考) ⑱食料・農林水産業のCO2等削減・吸収技術の開発: 現在実施するPJの一覧

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
		☆ 幹事	生産	モニタリング	加工	流通	利用
1 農業副産物を活用した高機能バイオ炭の製造・施用体系の確立	高機能バイオ炭の農地施用により、農地炭素貯留農業生産性の向上を実施 - バイオ炭の製造・施用コストの削減することで、年間3トン/ha以上を可能とする農地炭素貯留技術を確立 - 有用微生物による育成促進効果を付与することで、農作物の収量性を2割程度向上 - 農地炭素貯留の取り組みによって生産された農作物の環境価値を客観的に評価する手法の確立	☆ぐるなび					● 現地実証の推進・実証効果とりまとめ ● 生産された農作物の環境価値評価システムの開発
		片倉コープアグリ	●				● 有用微生物の探索・培養法の開発 ● バイオ炭の資材化技術の開発
		ヤンマー	●				● バイオ炭製造設備の開発
		全農	●				● もみ殻発生状況の調査 ● バイオ炭製造のコスト評価
		JAグループ	●				● バイオ炭の現地製造技術の確立
		農研機構	●				● 有用微生物の探索・培養法の開発 ● バイオ炭配合レシピの開発 ● 栽培技術体系の確立

参考) ⑱食料・農林水産業のCO2等削減・吸収技術の開発: 現在実施するPJの一覧

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割				
		☆ 幹事	生産	モニタリング	加工	流通	利用
2 高層建築物等の木造化に資する等方性大断面部材の開発	高層建築の木造化に向けた、等方性大断面部材の開発を実施 - 建築基準法85条に基づく床用積載荷重1,800N/m²以上負担可能な部材の開発 - 最大表面積3m×8m、最大厚み300mmの部材を製造する製造ラインの開発 - 木造ビルの一般的要件を満たす耐火性の付与 - JAS規格案および設計方法の検討	☆ セイホク			✓		- 等方性大断面部材の製造要素技術開発 - 防腐性能付与技術開発
		木づかい名人の木づくし木造住宅 石巻の会			✓		- 等方性大断面部材の連続製造技術の確立 - 製造プロセスの全体最適化
		国立研究開発法人 森林研究・整備機構				✓	- 材料物性評価および構造性能評価 - 建築基準法告示に向けた設計法の提案 - 耐火性能付与技術の開発
3 漁港を利活用した海藻バンクによるブルーカーボン生態系拡大プロジェクト	海藻バンクによるブルーカーボン生態系拡大の実現に向けて、海藻カートリッジと海藻育成基盤の開発および漁港を活用した海藻供給システムを構築 - 軽量かつ海藻残存率の高い海藻カートリッジの開発 - アミノ酸等を練りこんだコンクリート製海藻育成基盤の開発 - 海藻カートリッジの安定供給体制の確立(海藻バンク) - 水中ドローンやサイドスキャンソナーによる藻場観測手法の開発	☆ 三省水工	✓				海藻カートリッジの開発
		日建工学	✓				海藻育成基盤の開発
		アルファ水工コンサルタンツ	✓				海藻バンクシステムの開発
		三洋テクノマリン	✓				広域藻場モニタリング手法の開発

①9 バイオものづくり技術によるCO2を直接原料としたカーボンリサイクルの推進：VC詳細と取組間連関性



技術開発にむけたプラットフォーム作りを大学を中心に実施。民間においては培養技術を中心に実施し、化学メーカーにおいては一部分離・精製・加工を視野にいれ実証

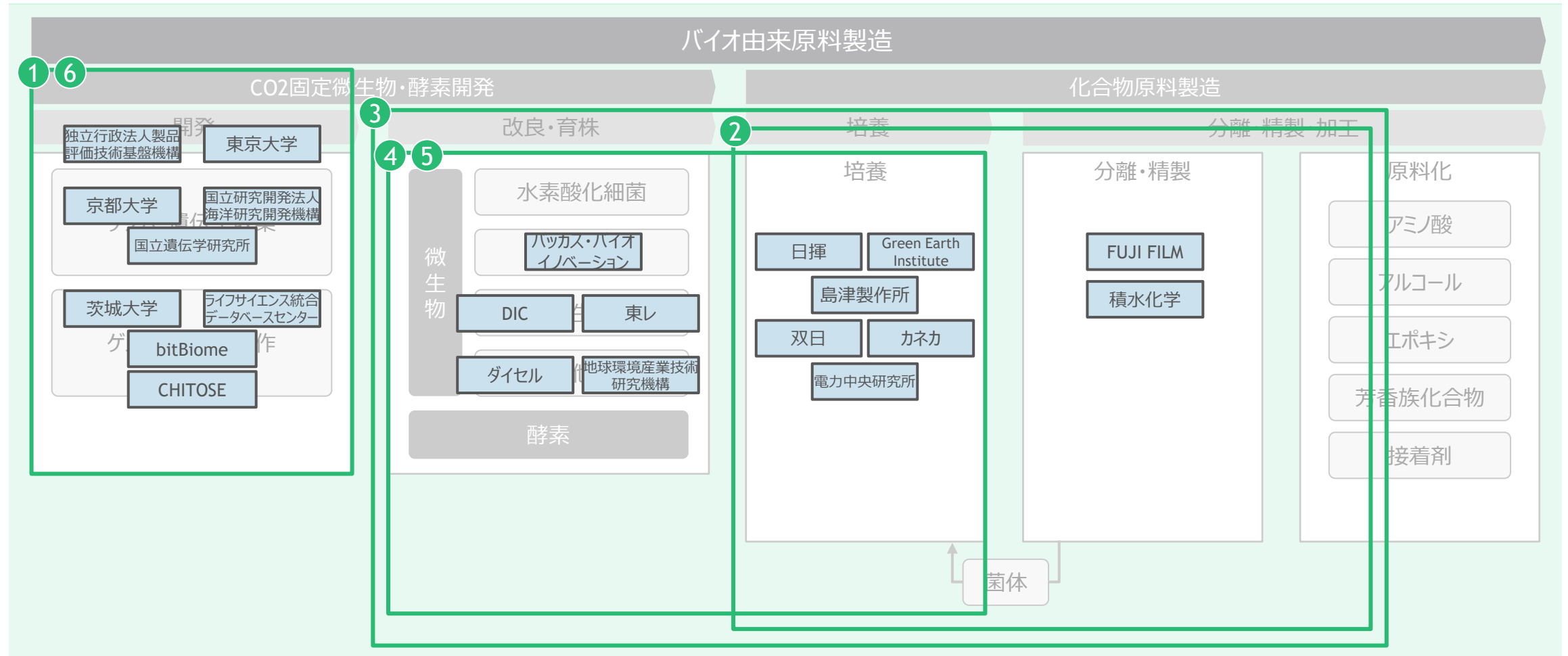
①⑨ バイオものづくり技術によるCO2を直接原料としたカーボンリサイクルの推進：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

XXX

：GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

XX

：GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



参考) ⑬バイオものづくり技術によるCO2を直接原料としたカーボンリサイクルの推進: 現在実施するPJの一覧 (1/3)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事	CO2固定微生物・酵素開発 化合物原料製造 開発 改良・育株 培養 分離・精製・加工
1 CO ₂ 固定微生物利活用プラットフォームの構築	バイオものづくり市場のうち、遺伝子データ・遺伝子改変市場をターゲット 微生物シングルセルゲノム解析技術bit-MAP®で構築するゲノム・遺伝子データベースとタンパク質3次元構造予測技術によって、有用微生物の開発に資する遺伝子データ・遺伝子改変を提案する事業を拡大する - 顧客自身が遺伝子データ蓄積に必要な高度な解析インフラ・解析能力を持たずとも、膨大な遺伝子データの有効活用が可能になる『遺伝子データ/遺伝子改変』を構築 - 微生物シングルセルゲノム解析技術bit-MAP®とタンパク質3次元構造予測技術を始めたとしてインフォマティクス技術の強みを活かして、顧客に対して遺伝子データ・改変による開発期間・コスト削減という価値を提供	☆ 独立行政法人製品評価技術基盤機構 東京大学 茨城大学 京都大学 国立研究開発法人海洋研究開発機構 国立遺伝研究所 ライフサイエンス統合データベースセンター bitBiome	- CO2固定微生物の探索 - 提供用の微生物の整備 - 培養条件検討 - 生合成パスウェイ遺伝子検索ツール開発 - 環境サンプルメタデータ収集・整備 - CO2固定微生物利活用プラットフォームの構築 - CO2固定微生物の探索及び整備 - 代謝制御系解析 - CO2固定微生物の探索及び整備 - 培養条件検討 - 炭酸固定経路・酵素の生化学的解析 - 遺伝子操作系の確立 - 炭酸固定経路のオミックス解析 (代謝機能や物質生産能の評価) - 単離株のゲノム解析 - 環境サンプルからのメタゲノム解析(MAG) - 配列相同性検索ツールの開発・運用 - 環境サンプルメタデータ収集・整備 - 培地情報データベース機能充・データ追加 - 生合成パスウェイモジュールデータの整備 - 環境サンプルメタデータ収集・ - 既存株のゲノム解析 - 環境サンプルからのシングルセルゲノム解析(SAG)

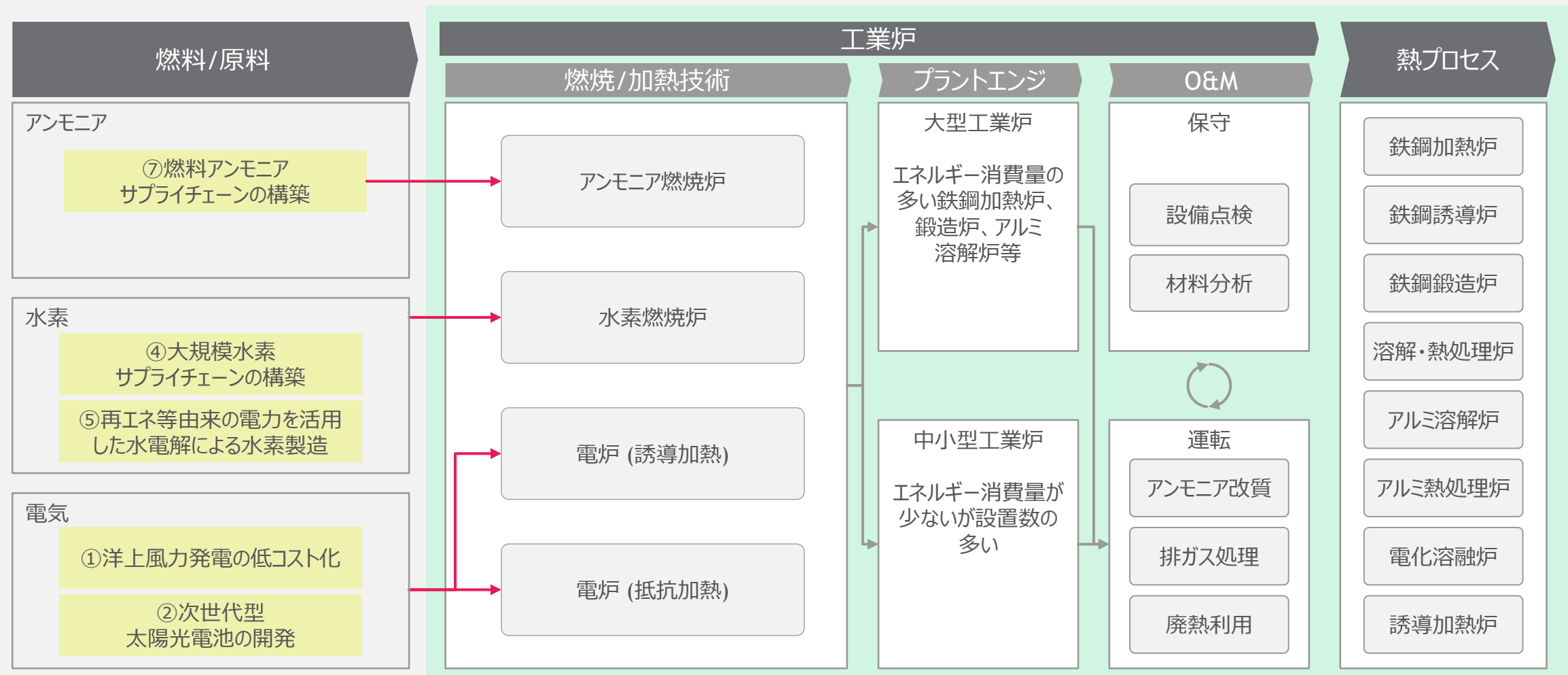
参考) ⑭バイオものづくり技術によるCO2を直接原料としたカーボンリサイクルの推進: 現在実施するPJの一覧 (2/3)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割			
		☆ 幹事	CO2固定微生物・酵素開発	化合物原料製造		
			開発	改良・育株	培養	分離・精製・加工
2	CO ₂ を原料に物質生産できる微生物による製造技術等の開発・実証	☆ FUJI FILM			✓	✓ - 水素細菌の培養評価、培養環境の最適化、連続ガス培養システムの開発 - 分離・精製・加工システムによる、アミノ酸生成加工技術・アルコール等生成加工技術・廃菌体資源化技術を実証
3	バイオものづくり技術によるCO ₂ を原料とした高付加価値化学品の製品化	☆ 独立行政法人製品評価技術基盤機構		✓	✓	✓ - 微生物の改良、探索。酵素開発・培養評価 - 微生物の量産方法の確立 - 分離・製造方法の開発 - エポキシ合成法の開発
		積水化学		✓		酵素探索・酵素機能改変・培養評価
4	水素細菌によるCO ₂ とH ₂ を原料とする革新的なものづくり技術の開発	☆ 双日建材			✓	菌体の飼料適合性評価、飼料登録
		電力中央研究所			✓	培養技術の開発
		Green Earth Institute		✓	✓	化合物の生産株の開発、培養技術の開発
		DIC		✓	✓	化合物の生産株の開発、培養技術の開発
		東レ		✓	✓	化合物の生産株の開発、培養技術の開発
		ダイセル		✓		化合物の生産株の開発

参考) ⑭バイオものづくり技術によるCO2を直接原料としたカーボンリサイクルの推進: 現在実施するPJの一覧 (3/3)

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割
		☆ 幹事	CO2固定微生物・酵素開発 開発 改良・育株 培養 分離・精製・加工 化合物原料製造
5 CO ₂ からの微生物による直接ポリマー合成技術開発	CO2を原料とする微生物の育種を迅速に行うために、代謝設計技術、微生物ライブラリの迅速構築およびバイオポリマー生産微生物の開発・改良、微生物ベースの製造技術の開発・実証 - 安全で高効率なガス発酵プロセスの構築 - CO2を原料とするPHBHのセミコマーシャルプラントによる生産技術の開発・実証	☆ カネカ 日揮 バッカス・バイオイノベーション 島津製作所	- バイオポリマー生産微生物等の開発・改良 - CO2を原料に物質生産できる微生物等による製造技術等の開発・実証 - CO2を原料とするPHBHのセミコマーシャルプラントによる生産技術の開発・実証 - 生産プロセス開発基盤による有用物質生産実証 - CO2を原料とするガス発酵バイオファウンドリの確立(ガス発酵に適した微生物代謝設計技術の開発) - CO2を原料とする微生物の多検体かつ高速での生産性評価システムの開発 - 安全で高効率なガス発酵プロセスの構築
6 光合成によるCO ₂ 直接利用を基盤とした日本発グローバル産業構築	光合成産物を原料とした製品市場のバリューチェーンをターゲット 1/10期間でゲノム編集・調整できるPF開発 - 生産性5倍以上できる微生物開発 2030年時点代替候補品と製造コスト同等となる生産技術の開発	☆ CHITOSE	- 微細藻類の変異導入、評価系、データ解析基盤の確立 - 産業株の構築 - 生産システム開発および最適化、循環システム開発および最適化

②製造分野における熱プロセスの脱炭素化: VC詳細と取組間連関性



プロジェクトに参加している各社が、自社の熱プロセスに合わせて研究開発を実施 共通基盤となる燃烧技術の開発では技術研究組合を組成

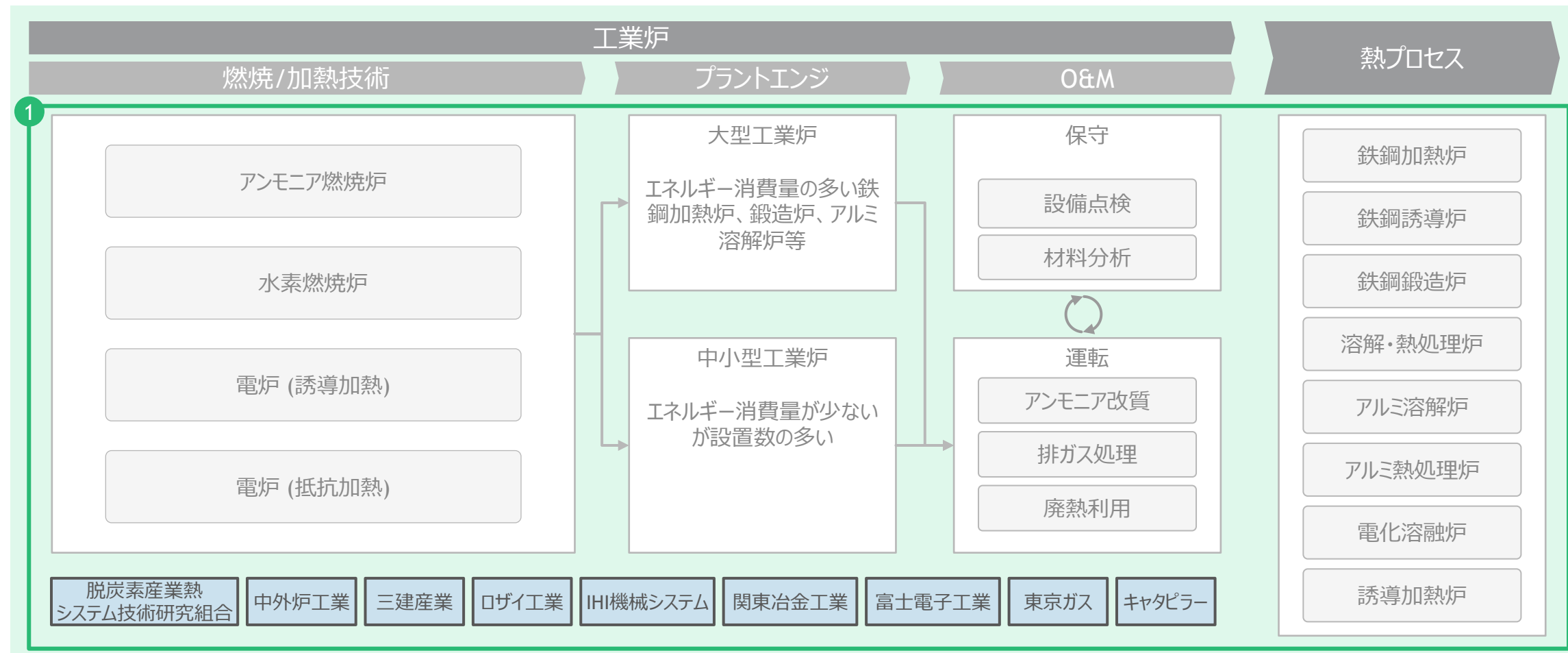
②製造分野における熱プロセスの脱炭素化：当該GI基金PJで実施中のテーマ所管部分

XXX

:GI基金のテーマ取り組みを実施している企業

XX

:GI基金のテーマをラベリング、後段でテーマ一覧と対応表あり



参考) ②製造分野における熱プロセスの脱炭素化: 現在実施するPJの一覧

テーマ	テーマ概要	事業者	事業者の役割			
		☆ 幹事	燃焼/ 加熱技術	プラント エンジ	O&M	利用
1 製造分野の 熱プロセスの脱炭素化	製造分野の熱プロセスを担う工業炉の脱炭素化に向けて、エネルギー消費の多い大型燃焼炉をターゲットに燃料転換技術を開発	☆ 脱炭素産業熱システム技術研究組合	✓			- プロジェクトとりまとめ - 共通技術開発
		中外炉 工業		✓	✓	✓ - 鉄鋼加熱炉、鉄鋼プロセス炉の開発 - 誘導加熱による鉄鋼プロセス炉の開発
		三建産業		✓	✓	✓ - 鉄鋼鍛造炉の開発 - 融解・熱処理炉の開発
		ロザイ工業		✓	✓	✓ - アルミ溶解炉の開発 - 熱電併用のアルミ溶解の開発
		IHI機械 システム		✓	✓	✓ 誘導加熱式高温プロセス炉の開発
		関東冶金 工業		✓	✓	✓ 誘導加熱と抵抗兼ねるのハイブリッド炉の開発
		富士電子 工業		✓	✓	✓ ハイブリッド炉の開発
		東京ガス	✓			小型加熱炉向けラジアントチューブバーナーの開発
		キャタピラー	✓			アンモニア改質装置、後処理システムの開発

(ご参考) 2023年度エネルギー・環境新技術先導研究プログラム採択案件 (1/2)

エネ環テーマ名		GI基金プロジェクトとの紐づき																			
		■ : GI基金プロジェクトとの紐づけあり																			
		① 洋上 風力	② 太陽 光	③ 資源 循環	④ 水素 SC	⑤ 水素 製造	⑥ 製鉄 水素	⑦ NH3 SC	⑧ CO2 プラ	⑨ CO2 燃料	⑩ コン クリート	⑪ CO2 回収	⑫ 蓄電 モーター	⑬ 車載 シミュ	⑭ スマ モビ	⑮ デジ タル	⑯ 航空 機	⑰ 船舶	⑱ 食料 農水	⑲ バイオ	⑳ 熱 処理
1	オンシリコン多接合型太陽電池の研究開発		✓																		
2	リサイクル容易な曲面・超軽量結晶Si太陽電池モジュールの開発		✓																		
3	大型風洞設備による浮体式風車ウエイク現象の評価技術の研究開発	✓																			
4	超高出力 多波長 集積型深紫外半導体レーザーの研究開発																				
5	SiCスマートパワーIC技術の研究開発															✓					
6	ガス循環によるメタンからの水素製造と二酸化炭素資源化				✓																
7	CO2とH2からの低温メタノール合成に関する研究開発								✓	✓											
8	高選択なタンデム電解によるCO2を用いた有価物の直接合成法								✓	✓											

(ご参考) 2023年度エネルギー・環境新技術先導研究プログラム採択案件 (2/2)

エネ環テーマ名		GI基金プロジェクトとの紐づき																			
		■ : GI基金プロジェクトとの紐づけあり																			
		① 洋上 風力	② 太陽 光	③ 資源 循環	④ 水素 SC	⑤ 水素 製造	⑥ 製鉄 水素	⑦ NH3 SC	⑧ CO2 プラ	⑨ CO2 燃料	⑩ コンク リート	⑪ CO2 回収	⑫ 蓄電 モーター	⑬ 車載 シミ	⑭ スマ モビ	⑮ デジ タル	⑯ 航空 機	⑰ 船舶	⑱ 食料 農水	⑲ バイオ	⑳ 熱 処理
9	燃料電池航空機の革新的エネルギー転換、 推進システム技術の研究																✓				
10	モーターの超高回転化による自動車用電動駆動システム の省資源化												✓								
11	リサイクル炭素繊維の連続化技術および航空機適用 技術の研究																✓				
12	セルロースナノファイバー半導体材料の研究開発																				
13	アンモニアから直接水素を製造できる貴金属フリー膜反応 器の開発							✓													
14	異種・多様なロボットを支える継続学習型ソーシャルツイン 基盤																				
15	鉄スクラップ由来のトランプ元素影響軽減技術に関する 研究開発																				
16	繊維製品の資源循環のための選別・分離技術の 研究開発																				

(ご参考) 2022年度エネルギー・環境新技術先導研究プログラム採択案件 (1/2)

エネ環テーマ名		GI基金プロジェクトとの紐づき																			
		■ : GI基金プロジェクトとの紐づけあり																			
		① 洋上 風力	② 太陽 光	③ 資源 循環	④ 水素 SC	⑤ 水素 製造	⑥ 製鉄 水素	⑦ NH3 SC	⑧ CO2 プラ	⑨ CO2 燃料	⑩ コンク リート	⑪ CO2 回収	⑫ 蓄電 モーター	⑬ 車載 シム1	⑭ スマ モビ	⑮ デジ タル	⑯ 航空 機	⑰ 船舶	⑱ 食料 農水	⑲ バイオ	⑳ 熱 処理
1	太陽光発電のサステナビリティ向上に向けた革新的技術の研究開発		✓																		
2	直並列電源構成直流給電システムの研究開発															✓					
3	再エネ大量導入を可能にするDCグリッド向け高効率スマートSSTの開発	✓	✓																		
4	インチ級パワー半導体・ダイヤモンド放熱ウェハ															✓					
5	空飛ぶクルマの高精度飛行予測技術開発																				
6	空のモビリティ用光集積型LiDARセンサ																				
7	周波数変調・モード局在複合センサの研究開発																				
8	移動体への光無線給電システムの研究開発																				
9	液体水素冷却高温超電導発電機の開発																				
10	超極細MgB2 超電導素線の研究開発																				

(ご参考) 2022年度エネルギー・環境新技術先導研究プログラム採択案件 (2/2)

エネ環テーマ名		GI基金プロジェクトとの紐づき																			
		■ : GI基金プロジェクトとの紐づけあり																			
		① 洋上 風力	② 太陽 光	③ 資源 循環	④ 水素 SC	⑤ 水素 製造	⑥ 製鉄 水素	⑦ NH3 SC	⑧ CO2 プラ	⑨ CO2 燃料	⑩ コンク リート	⑪ CO2 回収	⑫ 蓄電 モーター	⑬ 車載 シミュ	⑭ スマ モビ	⑮ デジ タル	⑯ 航空 機	⑰ 船舶	⑱ 食料 農水	⑲ バイオ	⑳ 熱 処理
11	産業CNに向けたサーマルサーキットの開発																				
12	IoTシステムを革新する酵素電池の開発																				
13	サーマルデータを可視化するセンシング機器の研究開発																				
14	バイオガス中二酸化炭素の有効利用技術開発									✓	✓										
15	再エネ電力からの高効率NH3 電解合成技術							✓													
16	植物由来繊維資源循環プロセスの研究開発																				
17	木質CCUSを加速する資源循環システムの開発																				
18	無水・CO2無排出染色加工技術の開発																				
19	パネフィルタによる有価金属採取技術の開発																				
20	産業廃水からの革新膜による有機資源回収																				

(ご参考) 2021年度エネルギー・環境新技術先導研究プログラム採択案件 (1/3)

エネ環テーマ名		GI基金プロジェクトとの紐づき																			
		■ : GI基金プロジェクトとの紐づけあり																			
		① 洋上 風力	② 太陽 光	③ 資源 循環	④ 水素 SC	⑤ 水素 製造	⑥ 製鉄 水素	⑦ NH3 SC	⑧ CO2 プラ	⑨ CO2 燃料	⑩ コンク リート	⑪ CO2 回収	⑫ 蓄電 モーター	⑬ 車載 シミュ	⑭ スマ モビ	⑮ デジ タル	⑯ 航空 機	⑰ 船舶	⑱ 食料 農水	⑲ バイオ	⑳ 熱 処理
1	4端子タンデム太陽電池用トップセルの開発		✓																		
2	高効率シースルー有機薄膜太陽電池を用いた革新的発電窓の研究開発		✓																		
3	新概念結晶シリコン太陽電池モジュールの開発		✓																		
4	次世代高効率モータを実現する革新的モータプラットフォームの開発												✓								
5	多様な走行環境に対応した自動運転車両及び安全性評価の研究開発																				
6	車載向け超高速光通信システムの標準化に向けた研究開発													✓							
7	低騒音ダクトドロータへのパイオミメティクスの応用																				
8	空飛ぶクルマ大型ドローン用途向け超軽量吸音・遮音材料の開発																				
9	静音で高速な、プロペラのない“空飛ぶクルマ”の研究開発																				
10	異なるスケールで収集したデータの階層的構造を考慮したモデル化手法の構築																				

Source: NEDO資料; GI基金ホームページ; BCG分析

(ご参考) 2021年度エネルギー・環境新技術先導研究プログラム採択案件 (2/3)

エネ環テーマ名		GI基金プロジェクトとの紐づき																			
		■ : GI基金プロジェクトとの紐づけあり																			
		① 洋上 風力	② 太陽 光	③ 資源 循環	④ 水素 SC	⑤ 水素 製造	⑥ 製鉄 水素	⑦ NH3 SC	⑧ CO2 プラ	⑨ CO2 燃料	⑩ コンク リート	⑪ CO2 回収	⑫ 蓄電 モーター	⑬ 車載 シミュ	⑭ スマ モビ	⑮ デジ タル	⑯ 航空 機	⑰ 船舶	⑱ 食料 農水	⑲ バイオ	⑳ 熱 処理
11	液体水素を用いた航空機用電動推進システムの研究開発																✓				
12	水素を活用した航空機のための境界層制御技術の研究開発																✓				
13	ゼロエミッションに向けた内燃機関の革新的摩擦損失低減技術																				
14	エンジン排出ガス後処理装置のコンパクト化に関する技術開発																				
15	自動車用炭素繊維サーキュラーエコノミー・プログラムの研究開発																				
16	バイオ分離・還元ナノ粒子化技術による貴金属回収・高付加価値化の研究開発																				
17	排ガス・廃水中希薄有害物質の無害化・利用技術																				
18	絶縁基板上大面積高品質グラフェン成膜技術の開発と光デバイス応用																				
19	二次元材料の高速 液相コーティング技術の開発																				
20	高機能テープを用いた二次元材料の革新的転写法の開発																				

Source: NEDO資料; GI基金ホームページ; BCG分析

(ご参考) 2021年度エネルギー・環境新技術先導研究プログラム採択案件 (3/3)

エネ環テーマ名

 : GI基金プロジェクトとの紐づけあり

GI基金プロジェクトとの紐づき

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑳
洋上 風力	太陽 光	資源 循環	水素 SC	水素 製造	製鉄 水素	NH3 SC	CO2 プラ	CO2 燃料	コンク リート	CO2 回収	蓄電 モーター	車載 シミ	スマ モビ	デジ タル	航空 機	船舶	食料 農水	バイオ 熱 処理

- 21 サステナブルな鋼構造系インフラ用の高性能鋼材と利用技術の研究開発
- 22 超長寿命 CFRP補強コンクリートの研究開発
- 23 超長寿命グラフェン被覆鋼材および塗料の開発
- 24 システム補償型超長寿命エレクトロニクスの研究開発
- 25 動的熱制御のための潜熱 伝熱ハイブリッド固体材料の研究開発
- 26 固体－固体相転移を利用した長期蓄熱材料の開発
- 27 高効率ナノセルロース製造のための革新的量子ビーム技術開発
- 28 リグノセルロースのワンステップ3成分分離と化学品変換の概念実証

既存取組の課題と支援策検討

GI基金の20プロジェクト別に作成したVC俯瞰図を元に、既存VC内での支援余地を検討 さらにVC同士の連関性の分析を実施

GI基金のPJの現状把握・支援余地検討・連関性の分析アプローチ

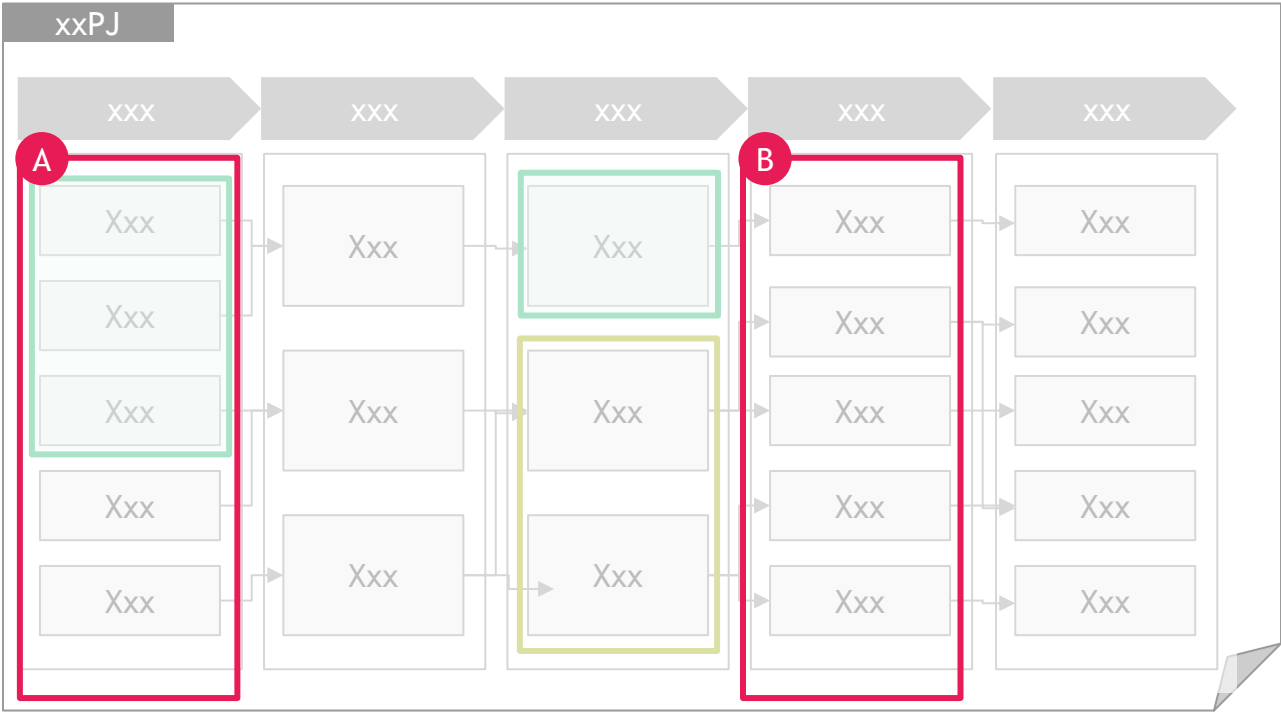
	PJ別VC俯瞰図作成	既存VC内での支援余地検討	VC同士の連関性の分析
該当作業	①-a:GI基金取組20プロジェクト俯瞰図作成 ①-b:エネ環主導5分野/39テーマ内容反映	①-c:既存取組の課題と支援策検討	②-a:分野横断的な取組可能性検証
概要	各プロジェクトごとに全体のバリューチェーンを作成し、GI基金およびエネ環の各テーマがどこをカバーしているかをプロット	PJ別VC俯瞰図からGI基金やエネ環でカバーできていないテーマを抽出し、技術開発支援余地を特定	PJ別VC俯瞰図同士の接続をプロットし、VC同士の連関性を整理 エネルギー供給や材料供給など連関性の類型をまとめ、具体的な接続パターンをプロット
アウトプットイメージ			

GI基金PJ・エネ環テーマの所管範囲をプロットし、技術の幅出しが必要な分野や技術成熟度などが低い重要技術など、技術開発支援の検討余地を分析

GI基金の20PJ俯瞰図から見える技術開発支援余地の分析アプローチ

プロジェクトのチェーン(イメージ図)

 : GI基金でのカバー範囲 : エネ環でのカバー範囲 : 技術開発余地



技術開発余地の分析軸の概要

- A

幅だし領域

GI基金やエネ環ですでに研究開発テーマとして支援しているが、実施内容や対象技術に幅出しの余地があるテーマ
- B

空白領域

GI基金やエネ環で研究開発テーマとして支援しておらず、技術的にも成熟していないため開発余地があるテーマ

技術開発支援余地の分析のサマリ(1/2)

PJ名	取組余地 赤：要素技術開発 青：生産技術開発	根拠
1 洋上風力発電の低コスト化	主要部品のうちGI基金では主軸受けタワーのみ支援しナセルやボディの部品については技術開発の支援は未実施	増速機と発電機の一体型システムによる軽量化など、大型化に伴う技術開発の余地がある
2 次世代型太陽光電池の開発	製造装置開発の強化及び部材を巻き込んだ開発に取り組み余地が存在	製造/設置/保守技術にも取り組むことで材料開発の上流工程へのフィードバックが可能
3 廃棄物・資源循環分野におけるカーボンニュートラル実現	リサイクル分別プラントに関する技術への支援は未実施の状況	脱炭素の文脈だけでなくサーキュラーエコノミーの実現に向けて重要
4 大規模水素サプライチェーンの構築	水素キャリアとしての合成メタンの生成については、生産技術を中心とした支援余地あり	水素キャリアの選択肢が複数ある中で、合成メタンの生成については、生産技術を磨くことで将来の不確実性に対応が可能
5 再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造	電解槽技術の研究開発と合わせて量産化技術やO&M技術の支援が重要	水素製造コストの低減には量産による水電解装置自体のコスト低減が必須
6 製鉄プロセスにおける水素活用	リサイクル鉄を原料とする電炉技術について支援余地が存在	鉄鋼材料のリサイクルの観点から日本においても電炉による製鉄の割合が拡大する可能性あり
7 燃料アンモニアサプライチェーンの構築	アンモニアから水素製造を行うアンモニアクラッキング技術に関して研究開発余地が存在	現時点ではどの水素キャリアが主流となるかは不透明だが、確実にCCU向けに水素は必要のため技術開発をすることが重要
8 CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発	バイオナフサやそのクラッキングの製造技術開発支援に加えて、BTXの合成については要素技術の開発の支援の検討余地あり	バイオナフサの調達量に左右されることなくBTXを安定生産するうえで、BTX合成技術を保有することは重要
9 CO2等を用いた燃料製造技術開発	メタネーション・ATJ製造技術支援は実施するも、FT合成技術への支援は検討余地あり	安保の点での国産合成燃料の製造必要性から、製造技術開発は重要
10 CO2を用いたコンクリート等製造技術開発	全般的に技術開発支援がされており、新しく支援する余地は軽微	

技術開発支援余地の分析のサマリ(2/2)

PJ名	取組余地	根拠
11 CO2の分離回収等技術開発	支援がない物理吸収は既に成熟された技術のため、新規支援余地は軽微	
12 次世代蓄電池・次世代モーターの開発	電池の正極材やモータ磁石や大容量インバータの要素開発支援だけでなく、製造設備メーカーとの製造技術開発が重要	素材技術を複数張る必要性に加えて、製品形状・大きさや生産量に合わせた生産ラインを導入し低コスト化が重要
13 電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発	業界のSDV化に向けた開発PFの支援や開発期間短縮化にむけたデジタルツイン活用は検討余地あり	SDV開発は今後日系メーカーも実施する中で共通のプラットフォームやそれに係る技術開発の支援が必要
14 スマートモビリティ社会の構築	本PJは要素・生産技術開発要素は軽微で事業性(マネタイズ方法)の実証が主と想定	
15 次世代デジタルインフラの構築	部材開発と合わせて半導体製造装置自体の量産技術について取り組み余地が存在	素材技術を複数張る必要性に加えて、半導体の量産には製造装置自体の量産技術向上・供給能力拡大も重要
16 次世代航空機の開発	MROの高度化に向けた技術支援は検討余地あり	エンジンや燃料電池のデジタルツイン活用による寿命予測や予防保全など研究開発要素が多く存在
17 次世代船舶の開発	推進技術の燃料電池や電化の開発や、省エネにかかる部品開発、保守の高度化に資する技術開発支援は検討余地あり	船用エンジンの燃料選択の柔軟性や港湾自体の脱炭素化に向けて、推進技術の幅だしが必要
18 食料・農林水産業のCO2等削減・吸収技術の開発	農業における脱炭素技術とそれを担保するMRV技術に支援余地が存在	脱炭素効果を定量的に把握するため農林水産業におけるMRV技術の開発と標準化は重要
19 バイオものづくり技術によるCO2を直接原料としたカーボンリサイクルの推進	既にメーカーが実施している生産技術の転用が可能のため新規支援余地は軽微	
20 製造分野における熱プロセスの脱炭素化	全般的に技術開発支援がされており、新しく支援する余地は軽微	

洋上風力のバリューチェーンは基礎からO&Mまで広くカバーされているが、主軸受けやタワー以外の主要部品の研究開発に支援余地が存在

①洋上風力発電の低コスト化：当該GI基金PJの技術開発支援余地

□：GI基金カバー範囲 □：エネ環カバー範囲 □：技術開発支援余地



2040年国内調達率6割に向け、日本企業が強みを発揮できる分野を支援する必要性 風車の大型化に伴う新たな技術開発余地も存在

①洋上風力発電の低コスト化：俯瞰図より見える今後の取り組み余地

取り組み余地

取り組み詳細

1 主要部品の 研究開発の強化

主要部品の国内調達率改善に向けた取り組み余地が存在

- 洋上風力の主要部品のうちGI基金でカバーしているのは主軸受けとタワーのみの状況
- ナセルやボディの部品について技術開発の支援は未実施

根拠・考え方

2040年時点で国内調達率60%を目指す必要性

- 日本企業が強みを発揮できる分野であり、国内にサプライヤーも多く存在

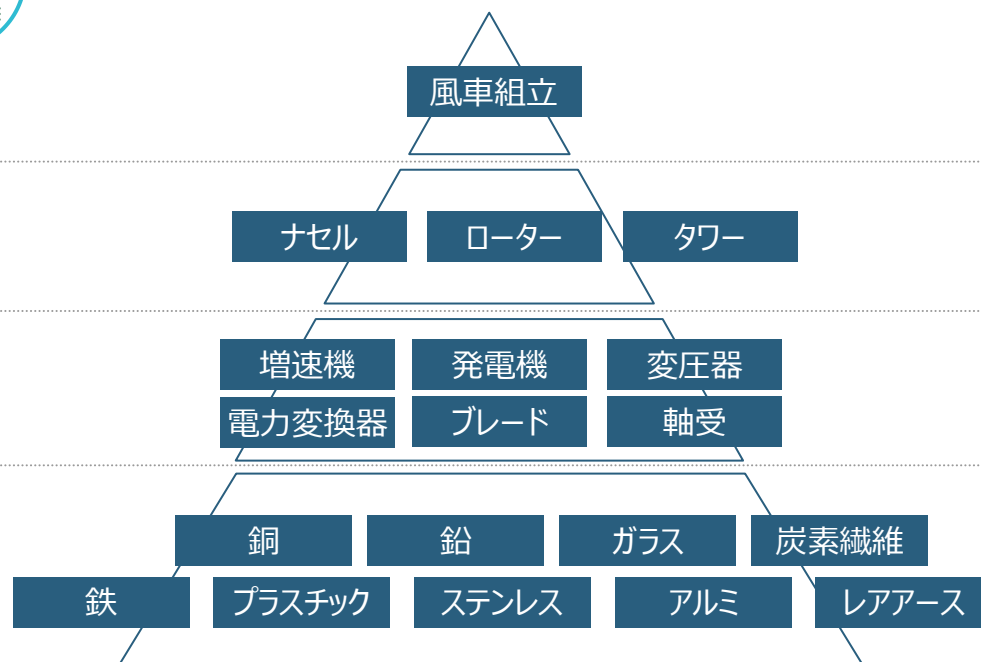
増速機と発電機の一体型システムによる軽量化など、大型化に伴う技術開発の余地がある

洋上風力設備の部品点数は約2万点であり、自動車の1~3万点(EV~ガソリン車)と同等で自動車産業と同様のピラミッド構造から経済波及効果が大い

洋上風力製造産業における経済・雇用波及効果



洋上風力設備産業構造



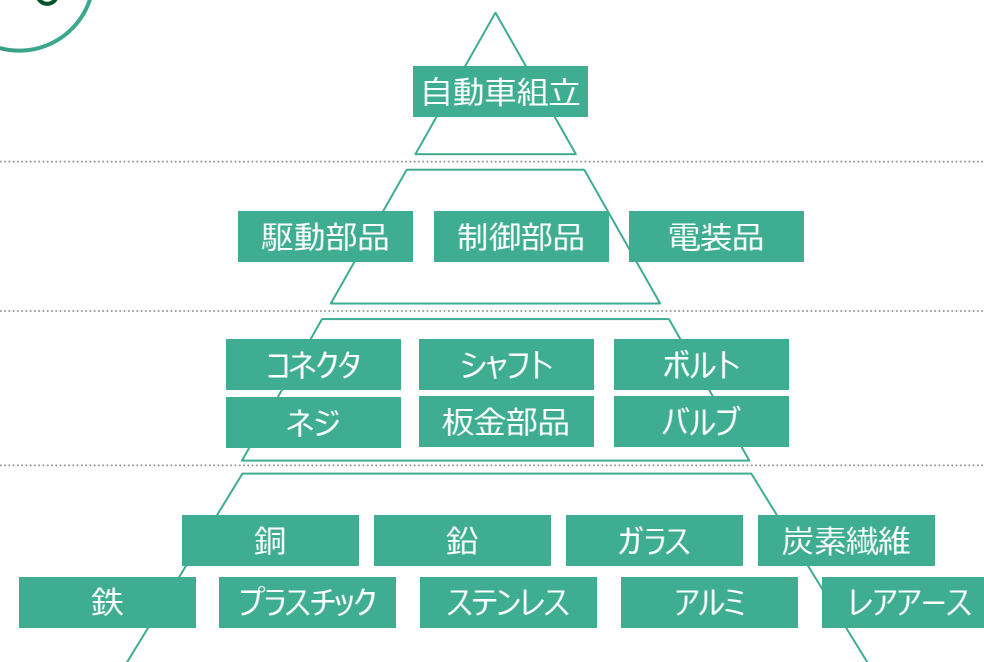
自動車産業構造

OEM

Tier1

Tier2

Tier3

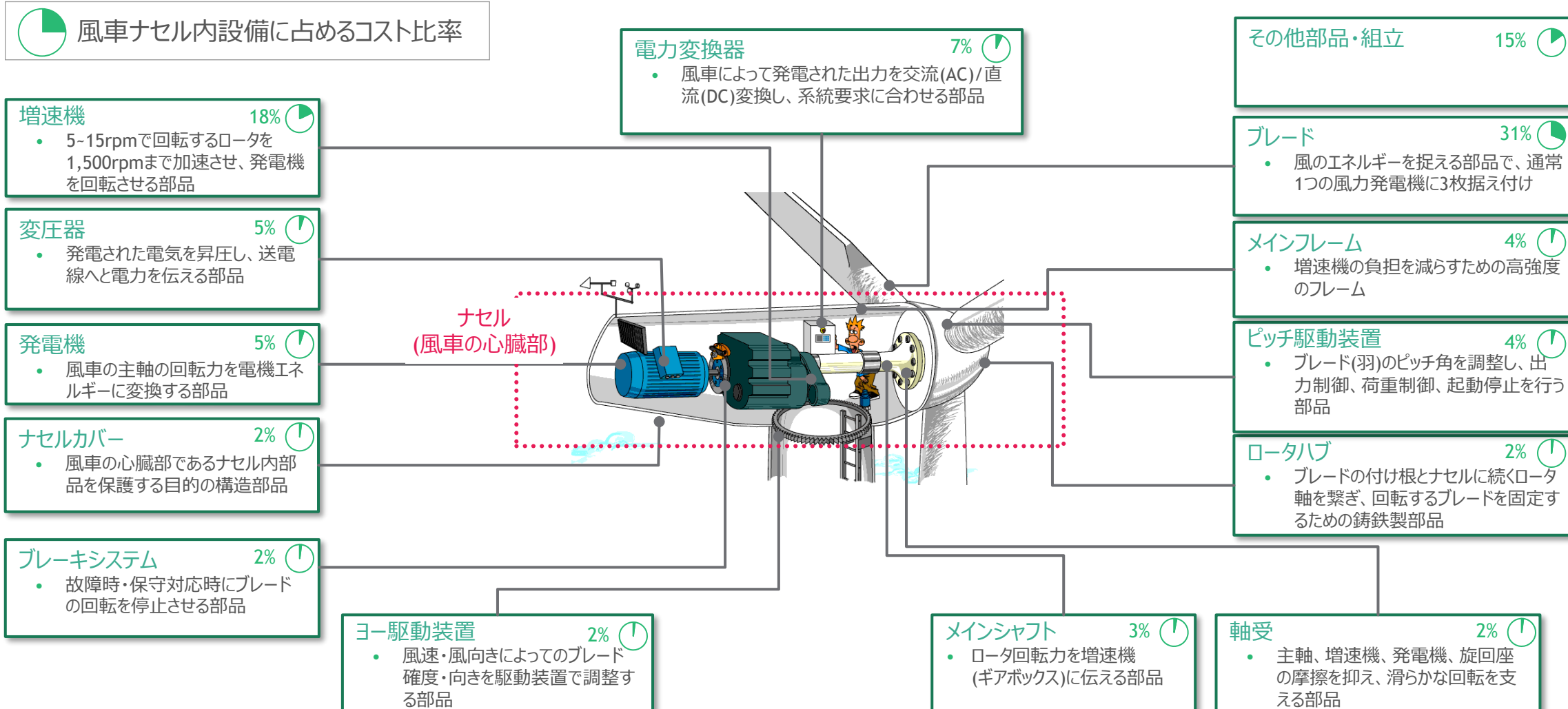


洋上風力設備産業はOEM/部品/素材のピラミッド構造になっており、部品点数は約2万点

自動車産業はOEM/部品/素材のピラミッド構造になっており、部品点数は約1~3万点(EV~ガソリン車)

風力関連設備上部にはブレードに加えて、ナセル内に多数の電機品・機械品が内包

風力発電設備部品詳細とコスト構造



部材開発については正孔材料の研究開発を幅広く支援することが重要 製造装置や設置技術、保守技術については取り組み余地が存在

②次世代型太陽光電池の開発:当該GI基金PJの技術開発支援余地

□: GI基金カバー範囲 □: エネ環カバー範囲 □: 技術開発支援余地



部材などの要素技術開発は太陽電池の性能を左右するため優先して取り組む必要性あり 製造/設置/保守技術にも取り組むことで上流工程へのフィードバックが可能

②次世代型太陽光電池の開発：俯瞰図より見える今後の取り組み余地

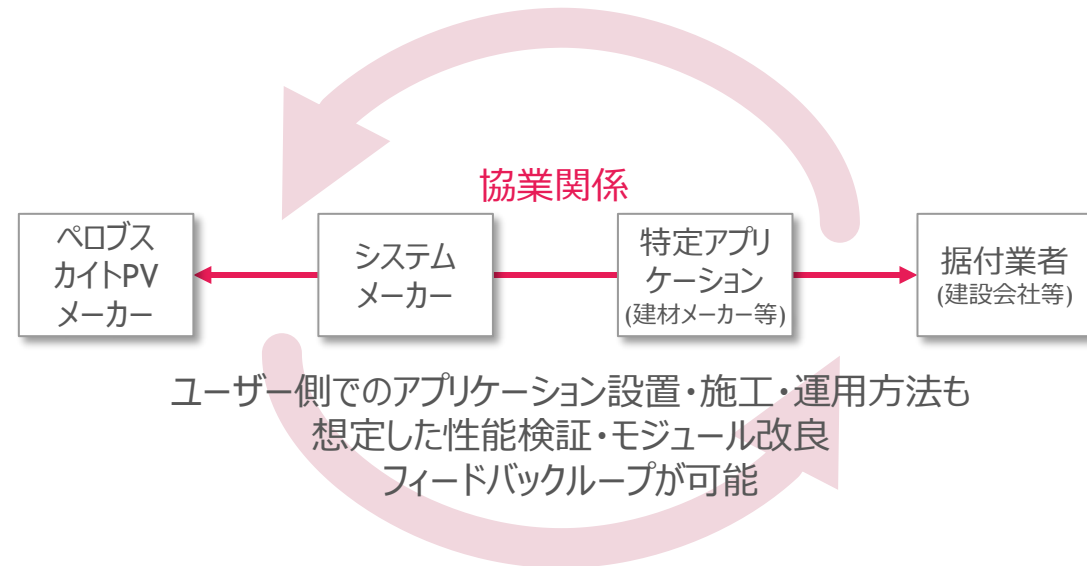
取り組み余地	取り組み詳細	根拠・考え方
1 部材の研究開発の強化	正孔輸送層、電子輸送層などの支援がされていない - 電極・発電層・封止材・バックシートは支援済 - 一方で生成された正孔(ホール)を効率的に電極に運び電流を形成する重要な正孔輸送層などは対象外	新規開発素材を用いた次世代層の製造技術は性能を左右するため要素開発・生産技術が重要 安定性が高い正孔輸送材料「BDPSO」などの素材を東京大学などが開発するもその素材を用いた層化の支援がされていない
2 製造装置開発の強化及び部材を巻き込んだ開発	部材・モジュールの製造設備の開発技術や、素材～モジュールの一連の量産につながる製造技術開発の支援がない 機械装置に対しての支援は一切なく、モジュールや部材、素材を交えた支援もなし	部材を価格競争力をもって量産するためには、各素材に適合した製造技術・装置の開発が必要。現状では研究レベルでの部素材開発のみを支援しており、量産技術が確立しない可能性がある
3 実装にむけたアプリケーション・設置技術の開発強化	アプリケーション化・その設置に係る技術開発支援がない - ペロブスカイトに適したアプリケーション化の要素技術開発がなく技術課題も不透明 - 実際の設置にかかる技術開発がなく工法や設置時の課題も不透明	設置時の課題を洗い出し上流工程への技術開発フィードバックが重要 特にペロブスカイト特有の設置場所(先行例もない壁面等)への設置技術の開発がされない場合、コストや安全性の観点から実導入が滞る可能性
4 長寿命化に向けた保守技術の開発	保守に係る技術開発支援がない - 具体的な保守時期の見極めや保守最適化を見越した製品開発ができない - 保守に必要なモニタリング・予防保全技術の開発がされていない	保守時の課題を洗い出し上流工程への技術開発フィードバックが重要 - ペロブスカイトの場合は寿命の短さや水への弱さが弱点のため、保守の在り方は重要 - その保守面から見た技術開発要素を上流の技術開発へフィードバックする必要性がある

市場開拓期では特定プレイヤーとの"プロジェクト型"で需要開拓し、 市場拡大期では量産化コスト低減を目指して販売チャネルを通じた"プロダクト型"へ転換

ペロブスカイトPV需要開拓: プロジェクト型→プロダクト型

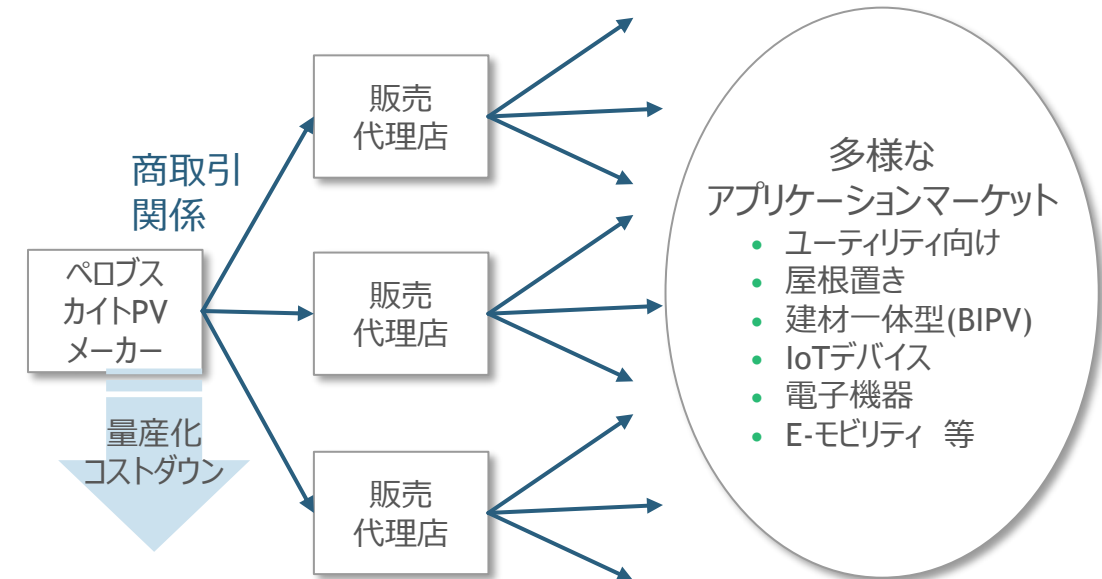
市場開拓期: "プロジェクト型"

市場開拓期では、小規模であっても特定プレイヤーとのExclusiveな協業関係による"プロジェクト型"でサプライチェーンの上流→下流接続を最重視



市場拡大期: "プロダクト型"

市場拡大期では、量産スケール化によるコスト低減を目指して、販売チャネルを通じた"プロダクト型"で事業展開



"プロジェクト型"から"プロダクト型"への移行タイミングの見極めが社会実装上の肝

- ・ 移行が早すぎると・・・ユーザーニーズが汲み取られていない"プロダクトアウト型"の製品となってしまう売れない
- ・ 移行が遅すぎると・・・量産化によるコスト低減効果が見込めず、高コスト製品となってしまう売れない

現在は手当てしていないリサイクル分野について技術開発余地が存在

③廃棄物・資源循環分野におけるカーボンニュートラル実現:当該GI基金PJの技術開発支援余地



脱炭素の文脈だけでなくサーキュラーエコノミーの実現に向けて重要なため、分別の自動化技術や画像認識技術などの要素技術の開発が必要

③廃棄物・資源循環分野におけるカーボンニュートラル実現：俯瞰図より見える今後の取り組み余地

取り組み余地	取り組み詳細	根拠・考え方
1 リサイクル技術の研究開発強化	リサイクル技術に関連する支援がなされていない - 焼却処理や熱分解処理に関する支援は実施中 - リサイクル分別プラントに関する技術への支援はGI基金では未実施	脱炭素の文脈だけでなくサーキュラーエコノミーの実現に向けて重要 - 分別の自動化技術や画像認識技術などの技術開発の余地が存在 - 合わせて廃棄物のトラッキング技術などの開発が必要となる可能性

合成メタンは製造コストが他キャリアより高くなる可能性がありその低減にむけた生産技術開発支援は検討余地あり

④大規模水素サプライチェーンの構築：俯瞰図より見える今後の取り組み余地

課題仮説

課題詳細

1 水素キャリアとしての合成メタン技術の開発

主要な水素キャリアのうちメタンについては支援されていない

- 液化水素、MCH、アンモニアについてはサプライチェーン全体の支援を実施
- メタンを水素キャリアとして利用する上での要素・生産技術開発支援をしていない状況

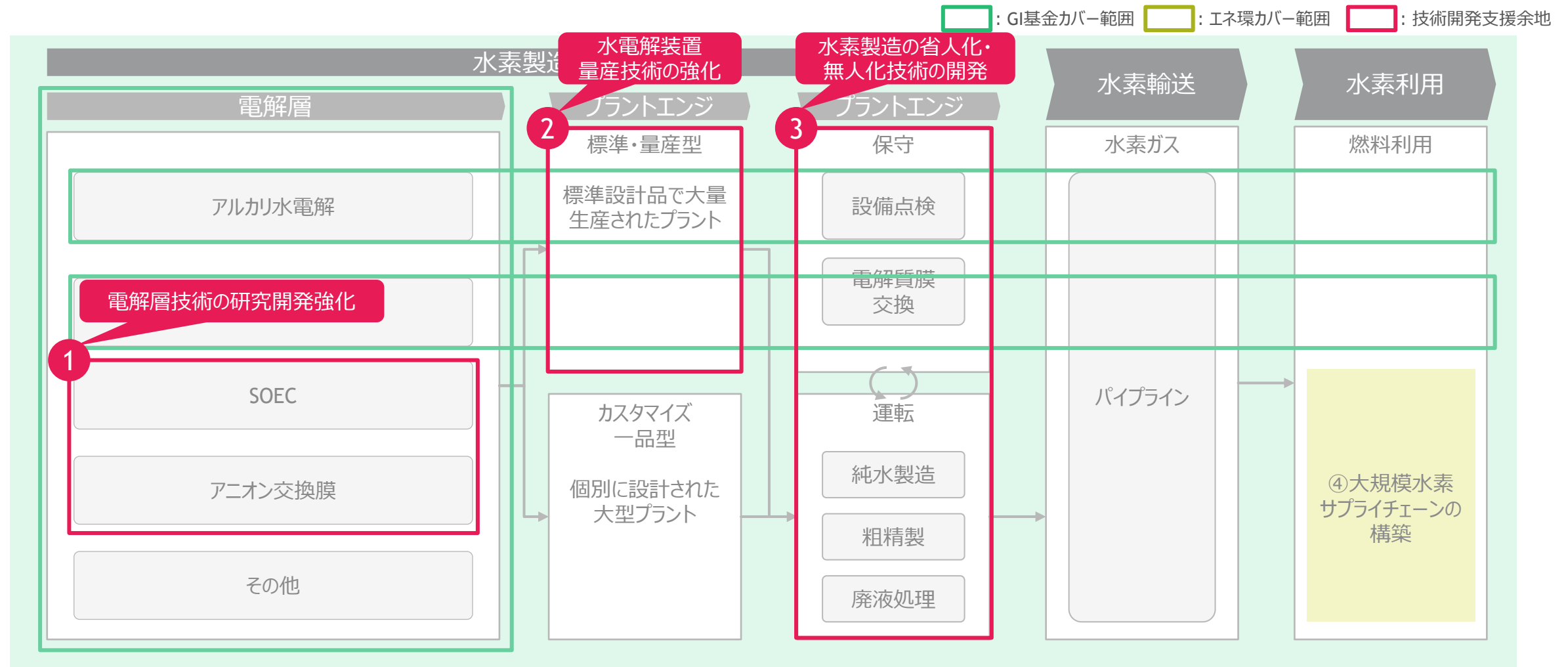
根拠・考え方

現時点ではどの水素キャリアが主流となるかは不透明なため、並行して技術開発をすることが重要

- メタンは水素キャリアとしてだけでなく、導管注入など既存の都市ガスインフラとの連携も可能
- 輸送や貯蔵についてはすでに技術は成熟している状況
- ただしコスト低下などに向けた製造技術は必要

アルカリ水電解とPEM以外の電解槽技術について検討余地が存在 社会実装に向けては量産化技術や省人化・無人化技術も検討余地あり

⑤再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造：当該GI基金PJの技術開発支援余地



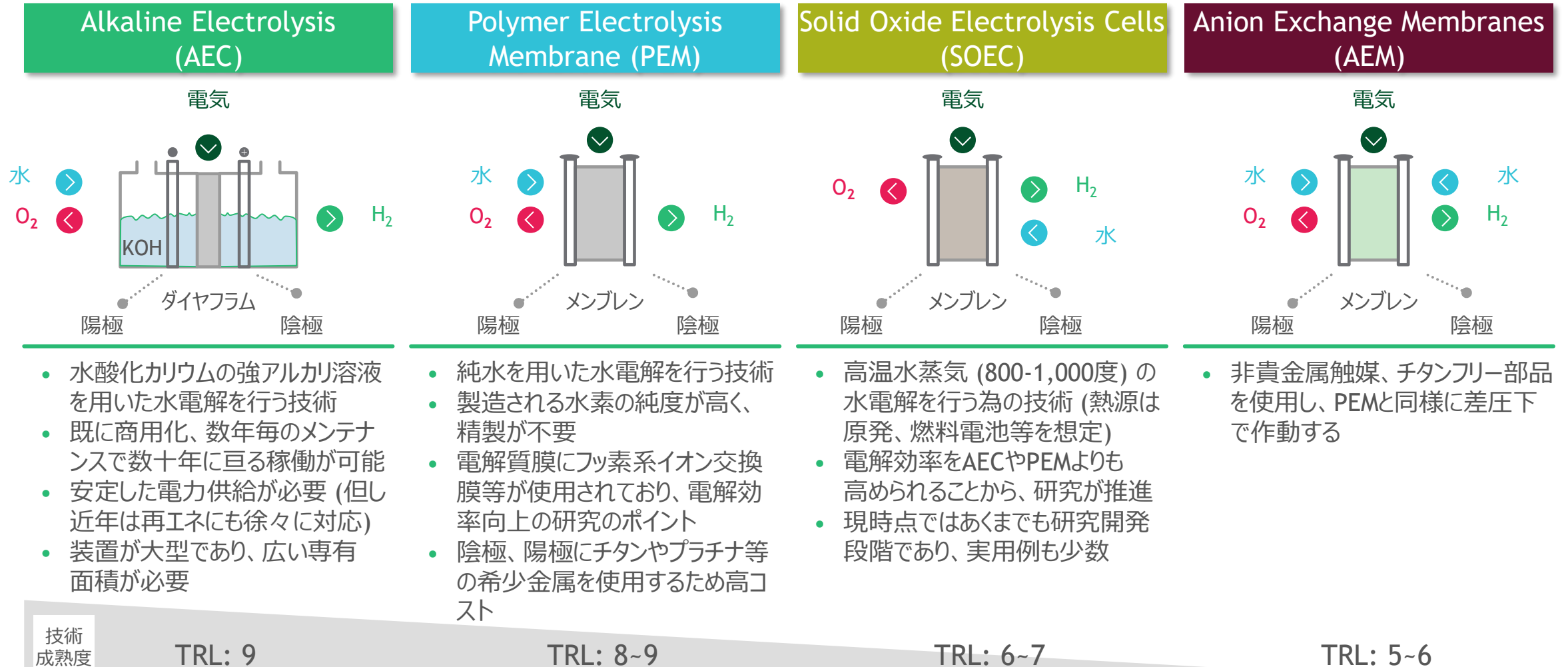
再エネ由来の水素製造コストを下げるため電解槽技術の研究開発と合わせて 量産化技術やO&M技術の支援が重要

⑤再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造：俯瞰図より見える今後の取り組み余地

取り組み余地	取り組み詳細	根拠・考え方
1 電解層技術の研究開発強化	SOECやアニオン交換膜など次世代技術への支援余地が存在 - GI基金では、すでに技術が確立しつつあり商用段階のアルカリ水電解とPEMのみ支援を実施 - 次世代技術であるSOECやアニオン交換膜については支援を未実施の状況	次世代の電解槽技術は将来の水素製造コストを左右するため重要 現在主流のアルカリ水電解やPEMは電解効率や電解質膜の耐久性に課題があり、量産効果によるコスト削減のみでは低コスト化に限界が存在
2 水電解装置量産技術の強化	水電解装置の量産技術については支援を実施していない - アルカリ水電解とPEMについては、プラント製造技術やモジュール化に対する支援も実施 - 将来の量産に必要な製造技術・生産技術については研究開発の余地が存在	水素製造コストの低減には量産による水電解装置自体のコスト低減が必須 - 量産コストの削減には自動化技術などの生産技術やモジュール化が必要 - 欧州プレイヤーはすでに自動化工場を建設・稼働中
3 水素製造の省人化・無人化技術の開発	運転や保守に関する省人化・無人化技術の支援は未実施 - 現在はアルカリ水電解とPEMについて従来型のプラント製造と運転・保守を想定 - 水素製造プラントの自動運転や遠隔保守などの技術開発には手を当てていない状況	水素製造コストの低減に向けて、水素製造時に発生するOPEX自体を削減することが重要 - 自動運転に必要なセンサーなどのハード面だけでなく、制御ロジックなどのソフト面の研究開発も必要 - 予防保全等の保守データ活用によるコスト削減も重要

主要な電解槽技術はAEC、PEM、SOEC、AEMの4つに分類されるが、技術的に成熟しており、社会実装段階(TRL8以上)にあるのはAECとPEM

グリーン水素製造における電解槽技術全体像

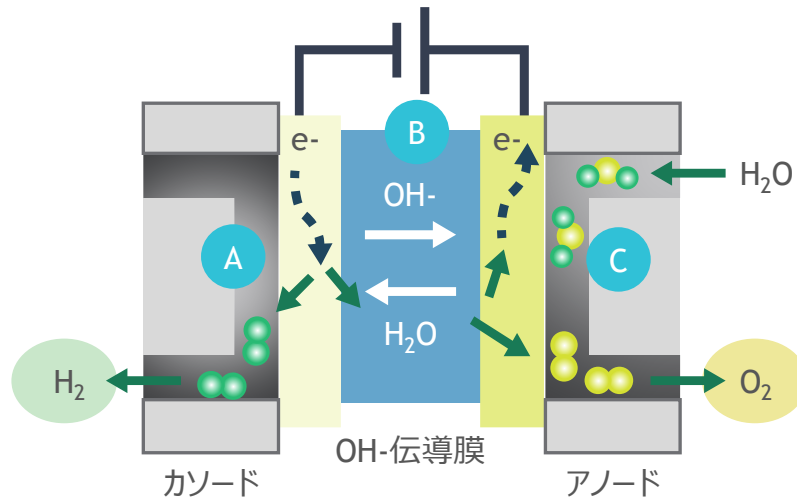


アニオン交換膜を用いた水素製造装置では、アルカリ条件下で水電解反応が進行するためNiのような非貴金属触媒が利用可能であることが特徴

アニオン交換膜の技術概要・開発要素

技術概要

水電解
反応



A 水素発生

- カソードで水の電気分解が起こり、水素とOH⁻が生成
- アルカリ性であるため、非貴金属触媒の利用が可能

B OH⁻輸送

- カソードで発生したOH⁻はアニオン交換膜を通じてアノードへ移動

C 酸素発生

- アノードではOH⁻と電子が反応し酸素と水が生成
- アルカリ性であるため、非貴金属触媒の利用が可能

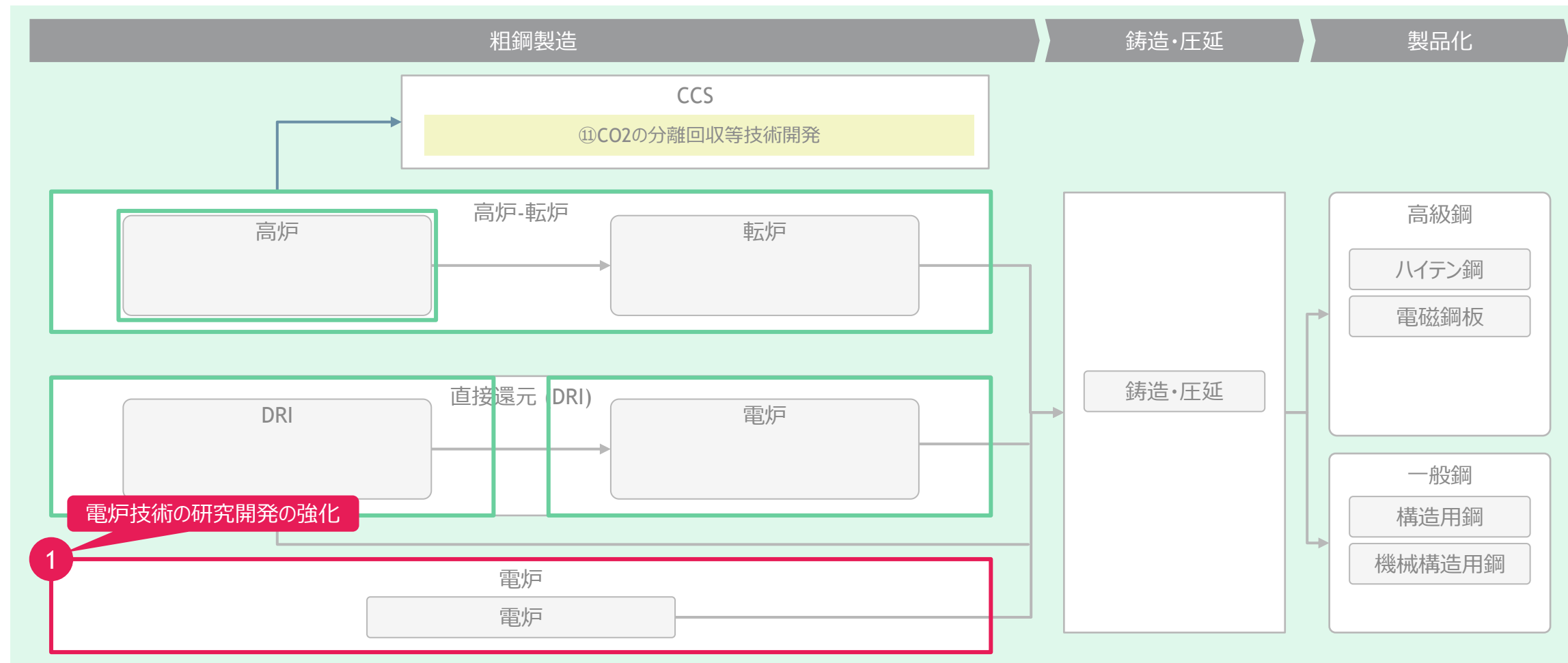
技術課題

- カソード水素発生電極触媒の開発**
 - 電極触媒としてNiを基体とする触媒の開発が進んでいる状況
 - Ni-Mo触媒など、遷移金属との合金による触媒活性の向上が課題
- アニオン交換膜(AEM)の開発**
 - 電解効率の向上に向けて、AEMの薄膜化が課題
 - アルカリ条件では膜の劣化が早いいため高耐久性素材の開発も必須
- アノード酸素発生電極触媒の開発**
 - 電極触媒としてNi-Fe合金系の触媒が検討されている
 - 高活性な触媒を得るための触媒製造プロセスの開発が必要

高炉の水素還元製鉄やDRIの技術開発のみを支援しており 電炉に対しての支援は検討余地あり

⑥製鉄プロセスにおける水素活用：当該GI基金PJの技術開発支援余地

□：GI基金カバー範囲 □：エネ環カバー範囲 □：技術開発支援余地



今後電炉生産量が増加し大型化する可能性があるため、生産支援や大型化の技術開発支援は検討余地あり

⑥製鉄プロセスにおける水素活用：俯瞰図より見える今後の取り組み余地

取り組み余地

取り組み詳細

1 電炉技術の研究開発の強化

- リサイクル鉄を原料とする電炉技術について支援余地が存在
- 高炉 - 転炉法と直接還元法による製鉄プロセスのみ支援対象としている状況
 - 電炉の大型化や制御技術に関する研究開発は未実施

根拠・考え方

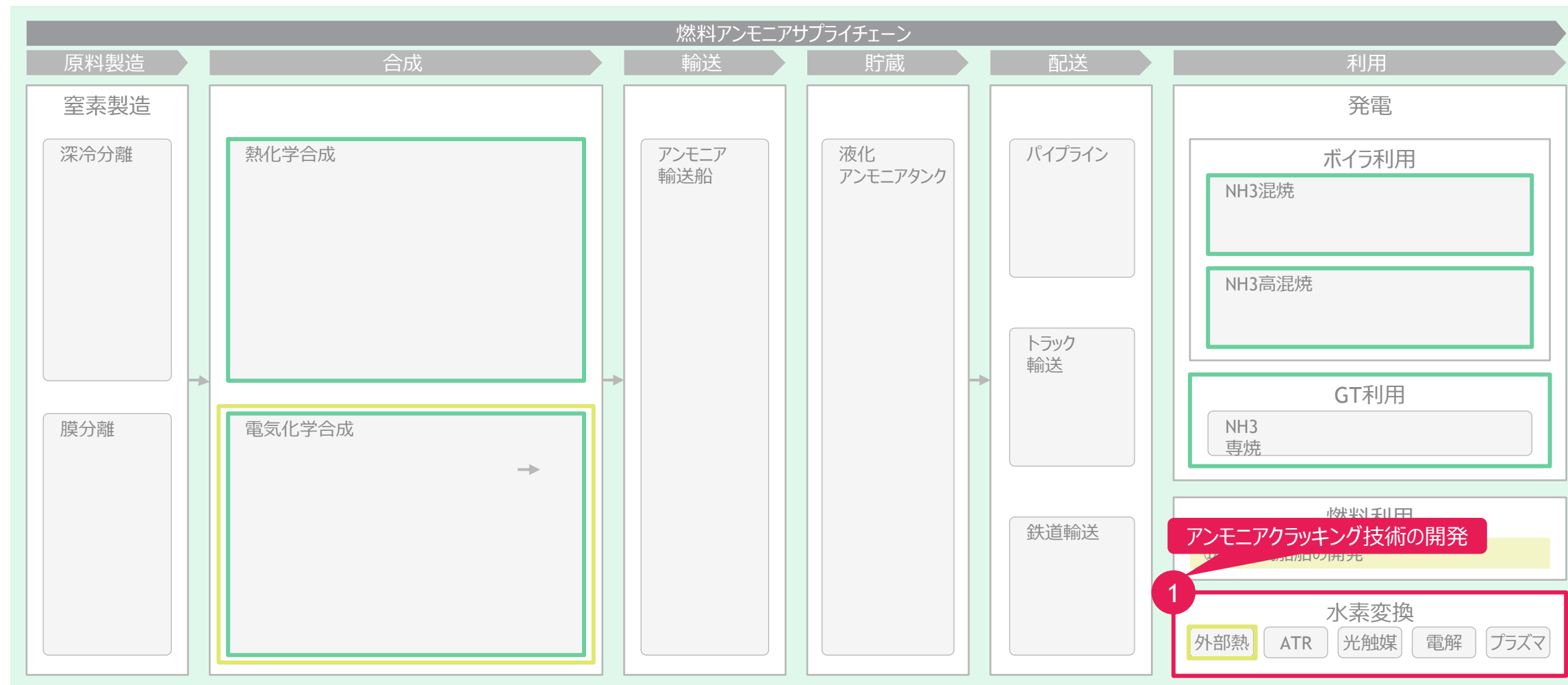
鉄鋼材料のリサイクルの観点から日本においても電炉による製鉄の割合が拡大する可能性

- 電炉専門メーカーによる加熱方式の開発だけでなく、重電メーカーも巻き込んだ製鉄プロセス全体の研究開発が必要

合成や利用の技術開発支援はあるも、アンモニアクラッキング技術の支援は検討余地あり

⑦燃料アンモニアサプライチェーンの構築：当該GI基金PJの技術開発支援余地

 : GI基金カバー範囲
 : エネ環カバー範囲
 : 技術開発支援余地



将来的な主の水素キャリアは未定だが、CCUなどで水素需要は一定あるなかでアンモニアクラッキング技術は需要であり、要素技術の開発要素あり

⑦燃料アンモニアサプライチェーンの構築：俯瞰図より見える今後の取り組み余地

取り組み余地	取り組み詳細
1 アンモニアクラッキング技術の開発	アンモニアからの水素製造に関して研究開発余地が存在 - GI基金ではアンモニアの合成と利用の研究開発を支援している状況 - アンモニア利用については、発電を中心とした直接利用のみに注力

根拠・考え方

現時点ではどの水素キャリアが主流となるかは不透明なため、並行して技術開発をすることが重要

- アンモニアクラッキング技術により水素サプライチェーンとの接続が可能

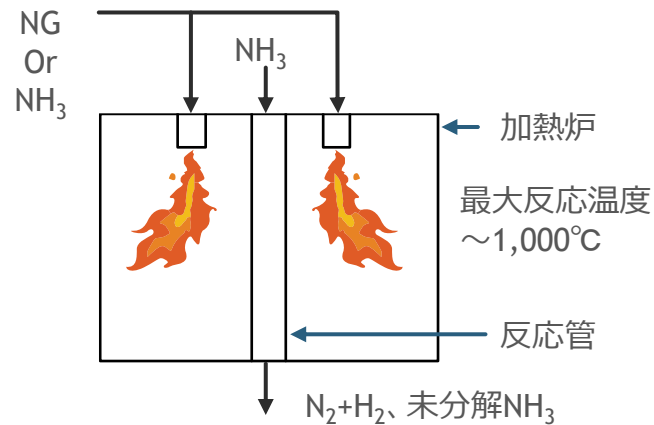
アンモニアクラッキング技術が水素コストを左右するため、コスト低減に資する技術開発の余地が存在

1 アンモニアクラッキング技術の開発

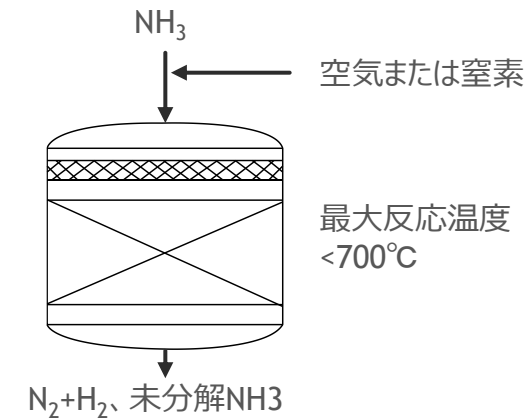
外部加熱式がアンモニアクラッキングに必要な熱エネルギーを外部から供給するのに対し、ATR式では工程内の酸化反応で発生する熱を利用して分解反応が進行

アンモニアクラッキング技術の概要

外部加熱式



自己熱改質 (ATR) 式



プロセス の特徴

アンモニア分解反応に必要な熱は外部供給に依存

- 反応容器の構造がシンプルのためCAPEXが低い
- エネルギーコストがかかるためOPEXが高い



外部加熱

酸化反応の熱を利用するため外部加熱が不要

- プロセスが複雑となるためCAPEXが高い
- 外部加熱が不要となるためOPEXが低い



1 アンモニアクラッキング技術の開発

外部加熱式とATR式のいずれもNEDOのプログラムで技術開発の支援を実施しており、大規模アンモニアクラッキングプロセスの実用化を目指している状況

アンモニアクラッキング技術のNEDOによる開発状況

外部加熱式

自己熱改質 (ATR) 式

技術
成熟度

TRL : 6-8 (実証～実用化)

TRL : 4-6 (開発～実証)

支援組
織・プロ
グラム

NEDO「競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業」

開発
テーマ・
実施
企業

大規模外部加熱式アンモニア分解水素製造技術の研究開発
(2023年～)

- 液体アンモニアから気化・予熱したアンモニアガスを外部加熱式分解炉で加熱分解した後、水素精製する一連のプロセスの最適化を実施
- アンモニア分解ガスから窒素ガスとアンモニアを分離精製するガス製造装置（PSA方式）の要素試験による検証・開発
- 水素の用途・仕様に応じた全体プロセスの最適化

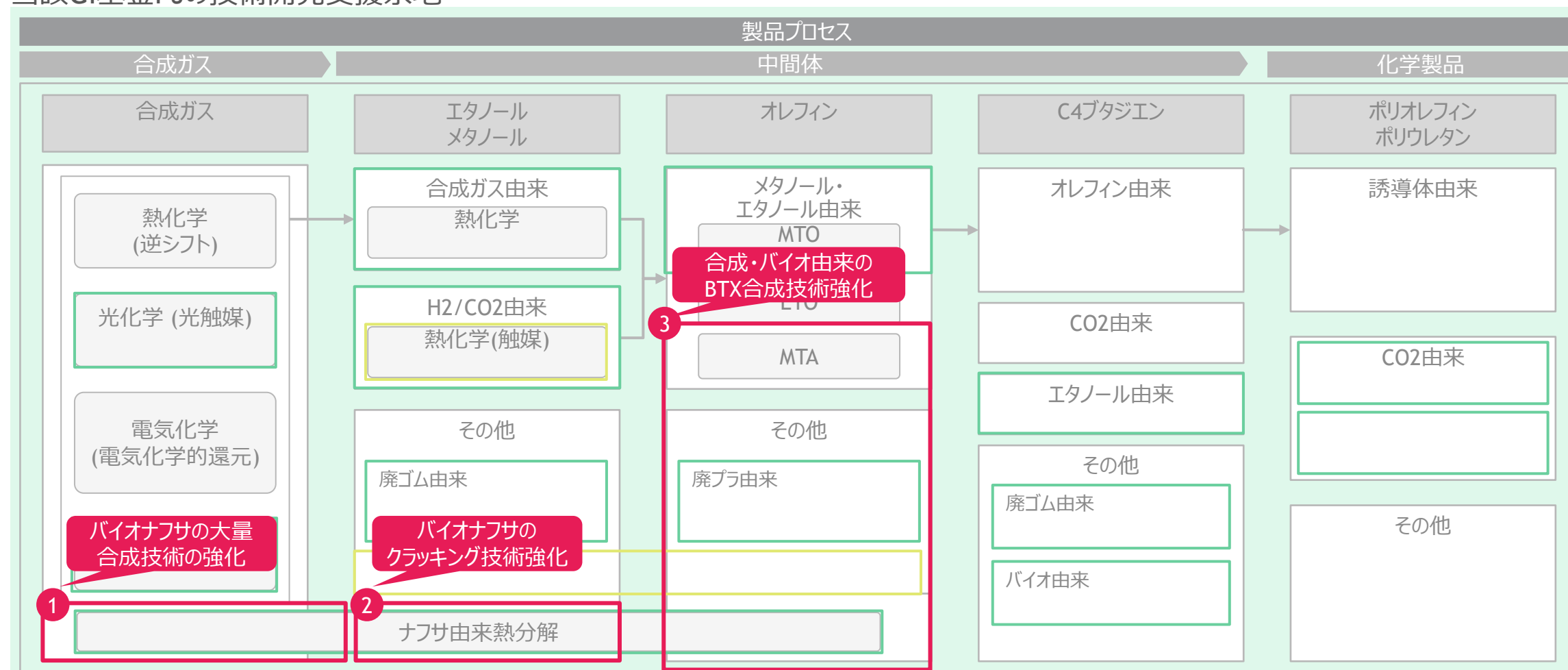
大規模アンモニア分解向けオートサーマル式アンモニア分解触媒の
技術開発 (2023年～)

- 触媒の性能を確認するためのベンチ試験を実施し、触媒やプロセスについて発電事業者の観点から評価
- アンモニアから水素を取り出すための触媒の開発に向けて、触媒基本製法を確立
- 商業機の開発に向けて、触媒の性能を確認するためのベンチ試験の装置の設計を行い、大規模化に向けた課題を抽出

バイオナフサへの原料転換に係る支援に加えて BTX製造技術の技術開発支援は検討余地あり

⑧CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発：
当該GI基金PJの技術開発支援余地

□：GI基金カバー範囲 □：エネ環カバー範囲 □：技術開発支援余地



バイオナフサやそのクラッキングの製造技術開発支援に加えて、BTXの合成については要素技術の開発の支援の検討余地あり

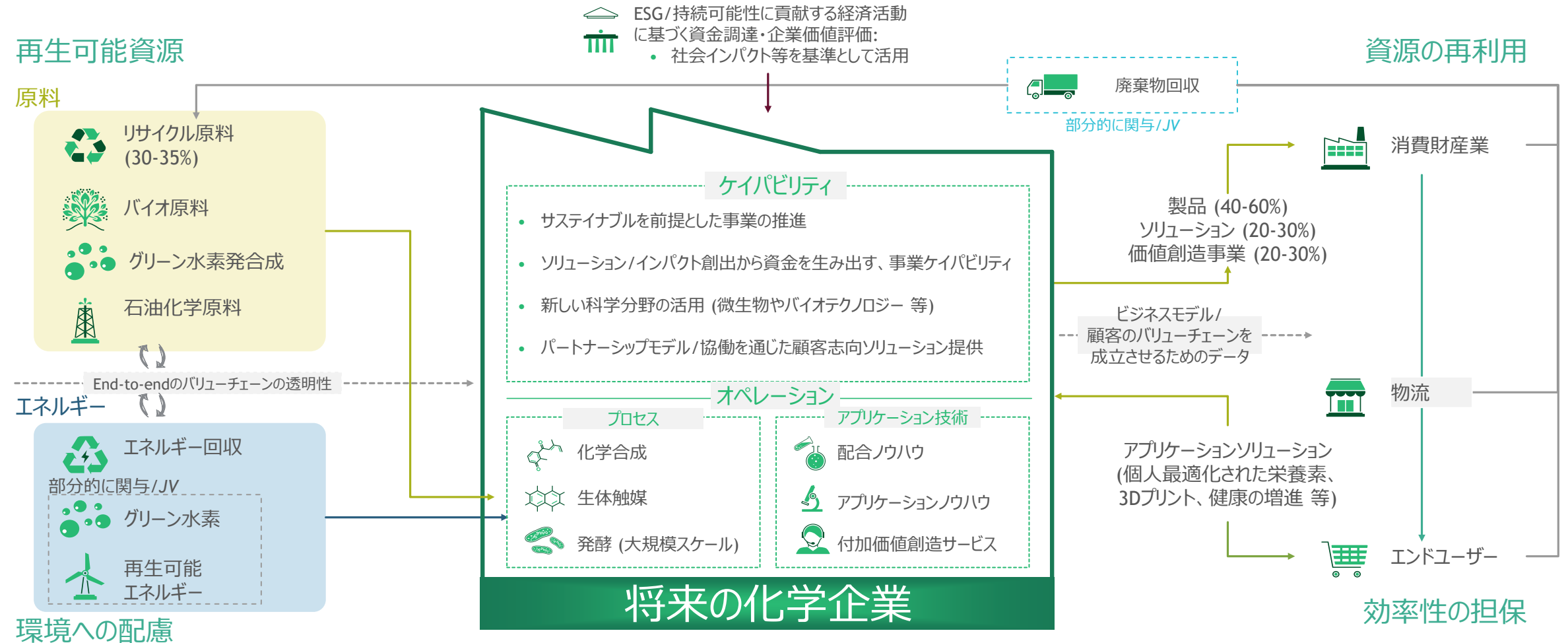
⑧CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発：俯瞰図より見える今後の取り組み余地

取り組み余地	取り組み詳細	根拠・考え方
1 バイオナフサの大量合成技術の強化	バイオナフサの商用レベルの大規模合成技術及びその製造にかかる技術支援が他PJを俯瞰しても不在 - 化学メーカーはバイオナフサを調達する立場であり製造対象ではない - 一方で他PJでも大規模バイオナフサ製造技術支援は不在	バイオナフサチェーンの成立を左右し、またバイオナフサ由来の化学品技術を生かすうえで重要 - バイオナフサ及びバイオナフサ由来化学品はGXの点でも重要なサプライチェーンだが、その原料製造技術の支援がない場合は、サプライチェーン成立が難しい - 原料不足となりバイオナフサ由来化学品製造技術が無駄となるリスクあり
2 バイオナフサのクラッキング技術強化	既存プラントでのバイオナフサクラッキング技術支援がない - 各メーカーは既存ナフサクラッキングプラントでのバイオナフサへの原料転換を狙う - 一方で原料転換に向けた製造技術開発支援がない	バイオナフサとナフサは成分が異なり製造技術の更新が必要 ナフサとバイオナフサは成分が異なることから現状のナフサベースのプラントの改造や製造技術が必要
3 合成・バイオ由来のBTX合成技術強化	MTOやエタノール合成技術支援はあるものの、合成・バイオ由来のBTX合成技術支援が不在 BTXの脱炭素製造技術には、バイオナフサのクラッキング、バイオ由来（リグニン等）の合成、CO2/H2からの合成（MTA）があるがいずれも支援が不在	BTXの製造・調達方法は複数選択肢あり未確定のため、BTX合成技術の選択肢を保有することは重要 - バイオナフサクラッキングやBTXの輸入等複数選択肢はあるが“確定シナリオ”は不在 - BTXのリグニンなどのバイオ原料由来もしくはCO2/H2由来の合成技術を保有することでどのシナリオにも対応可能な状況が望ましい

1 バイオナフサの大量合成技術の強化

化学産業の将来像のグローバルでの共通イメージ

2040~2050年の化学企業像

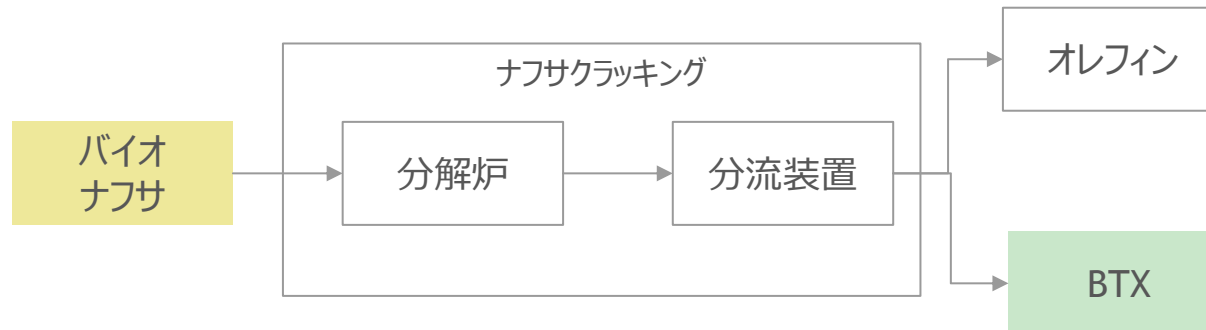


BTXの供給には、バイオナフサクラッキングや海外からの輸入等複数選択肢が存在するが "確定シナリオ" は不在のため、BTX合成技術を保有することが必要

非石油化学由来のBTXの合成方法

BTXの製造プロセス

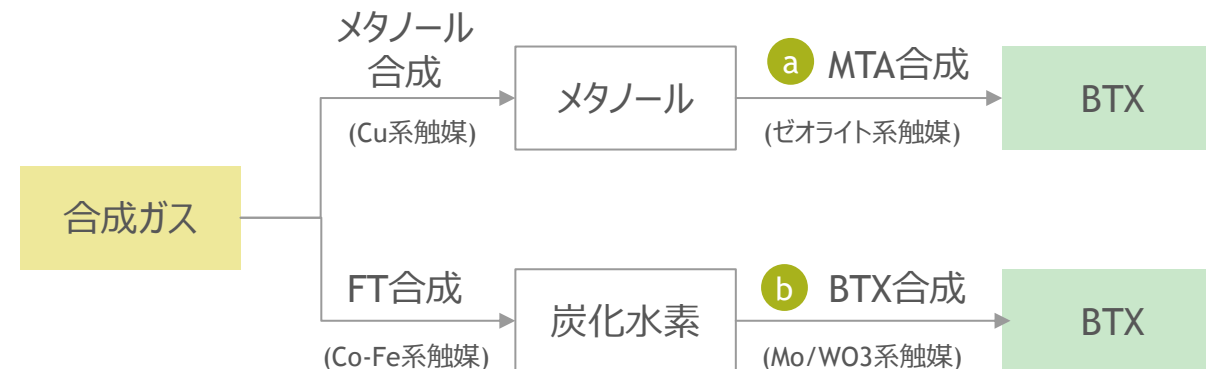
I バイオナフサ を原料とした BTX製造 プロセス



技術的課題

クラッキング技術の改良と合わせてバイオナフサの供給が課題

II 合成ガスを 原料とした BTX合成 プロセス



- a MTA – BTX
 - 高転換率な触媒の開発
 - 触媒の量産化技術の開発
 - 触媒の被毒対策・長寿命化
- b 合成ガス→BTX
 - 高転換率な触媒の開発
 - CO₂やメタン、重質油発生の抑制

BTX合成はTRLが低い複数の技術オプションが存在するため、取り組むべき技術の絞りこみが困難であることが課題、国内化学メーカーが共同で技術評価する進めることが必要

BTX合成の課題と取組方向性

BTX合成の課題

技術開発

開発対象とするBTX合成技術の絞りこみが困難

- BTX合成は原料によって複数の技術オプションが存在し、メタンやCO2由来原料だけでなく、バイオマス由来の合成方法も存在
- 複数存在するBTX合成技術はTRL 3-4で基礎研究段階にあり、どの技術に張るかを判断することは現時点で困難

事業化

既存のナフサ由来のBTXに対するコスト競争力

- 現在BTXはナフサの熱分解 (ナフサクラッキング) や石油精製の副産物として製造
- ナフサクラッカーや石油精製設備はすでに確立されたインフラであるのに対し、BTX合成は設備投資が必要でコスト高の傾向

市場ニーズ

グリーンBTXの環境価値に対する評価が不明確

- BTXはプラスチック、合成繊維、塗料などの化学製品の原料として利用されるが、最終製品のグリーン化ニーズが顕在していない
- 最終製品メーカーにとってグリーンBTXの調達はScope 3排出量の削減になるが、現時点でScope 3排出量削減義務はない

技術開発支援の方向性

Step 1 技術評価のためのプラットフォーム提供

- 研究機関や企業に対し、BTX合成技術のTRL向上をサポートするためのプラットフォームを提供し、技術評価の場を設ける
- 国内化学メーカーでコンソーシアムを組成し、有望なBTX合成技術の共同研究を実施

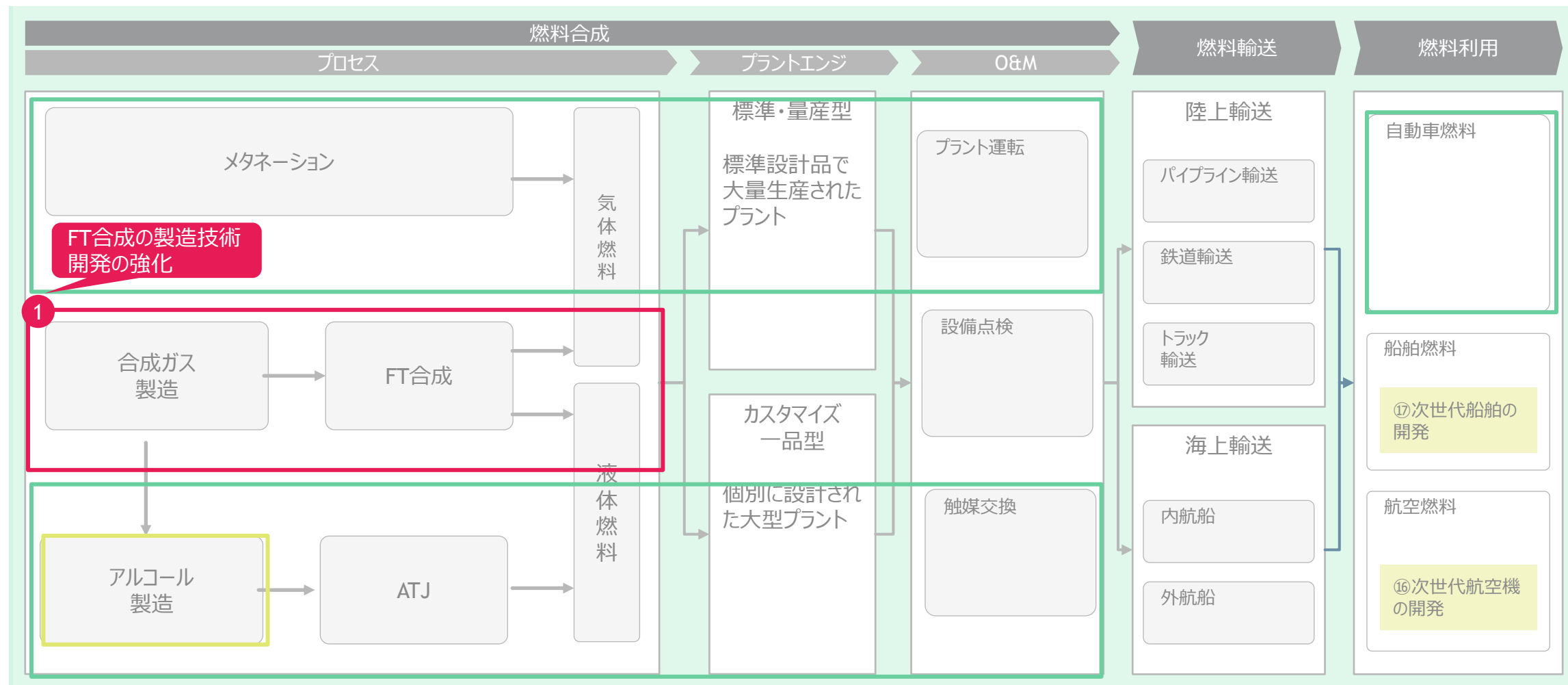
Step 2 GI基金でのプロジェクト組成

- BTX合成技術のTRLが3-4になった段階で、GI基金のプロジェクトとして実施
- 基礎技術の開発だけでなく、触媒量産技術やプロセスのスケールアップ技術についても支援することで、産業プロセスへの組み込み可能性を高める

メタネーション・ATJ製造技術支援は実施するも、FT合成技術への支援は検討余地あり

⑨CO2等を用いた燃料製造技術開発： 当該GI基金PJの技術開発支援余地

□：GI基金カバー範囲 □：エネ環カバー範囲 □：技術開発支援余地



FT合成自体は成熟された技術だが、FT合成由来の燃料はコストが高い一方で将来的な需要は増加の傾向のため、製造技術の開発が必要

⑨CO2等を用いた燃料製造技術開発：俯瞰図より見える今後の取り組み余地

課題仮説

課題詳細

1 FT合成の製造技術開発の強化

- FT合成のコスト低減や高効率化等の製造技術支援がない
- FT合成技術自体のTRLは8~9と高い
 - ただしFT合成による燃料製造はTRLが低くコストが高い
 - 一方で長寿命触媒や廃熱回収による消費エネルギーの低減や小規模で分散型のプラントや、モジュール型のシステムによるコスト削減など製造技術に関する開発支援が不在

根拠・考え方

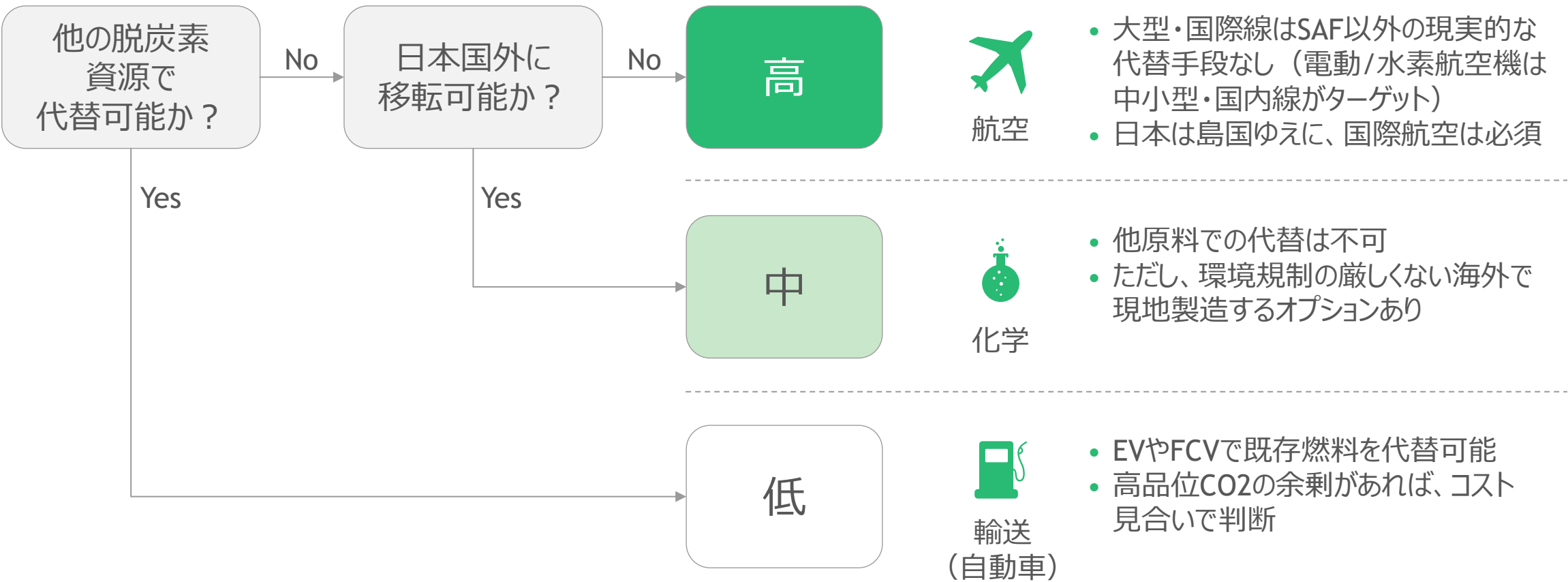
- 国産合成燃料の製造必要性からみた製造技術開発の重要性
- 現状日本はエネルギーを輸入に頼るが合成燃料製造により国産率向上が可能となるため、燃料の製造技術はチェーンの国産化の上で重要
 - FT合成由来のPtL燃料はコスト高だが、将来的に需要が増加するため製造技術開発が必要
- CCS・電解製造するH2の確実なチェーンの接続の必要性
- CO2やH2のマネタイズ先として合成燃料が存在するため、確実にチェーンにつなげ価値化する必要性

1 FT合成の製造技術開発の強化

高品位CO2は代替性を鑑み、航空業界への供給を最優先

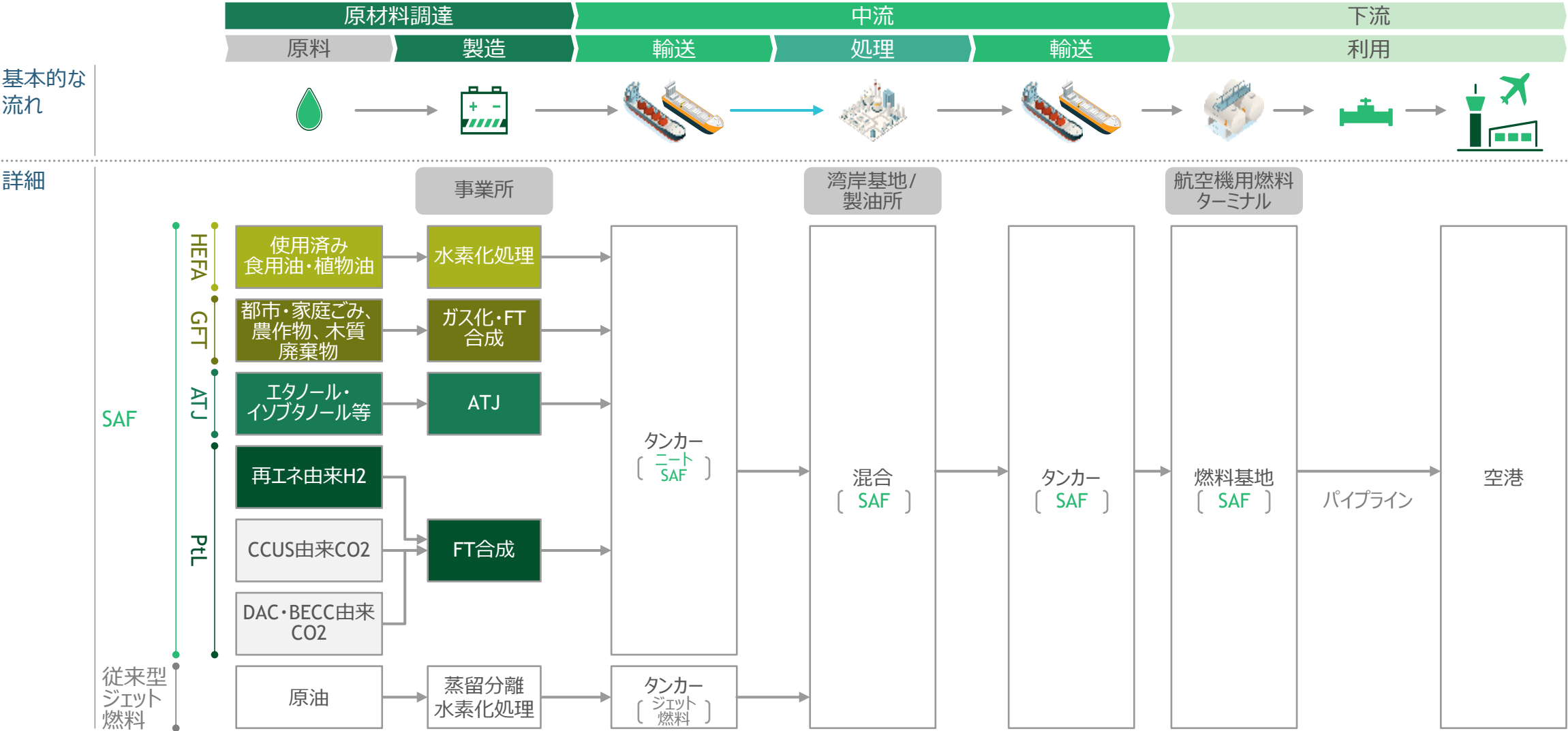
高品位CO2利用方針(案)

高品位CO2割り当て判断フロー



1 FT合成の製造技術開発の強化

原料調達の観点から、量産化が期待される水素を用いたPtLが最優先候補となると想定
SAFのサプライチェーン(主要4種)

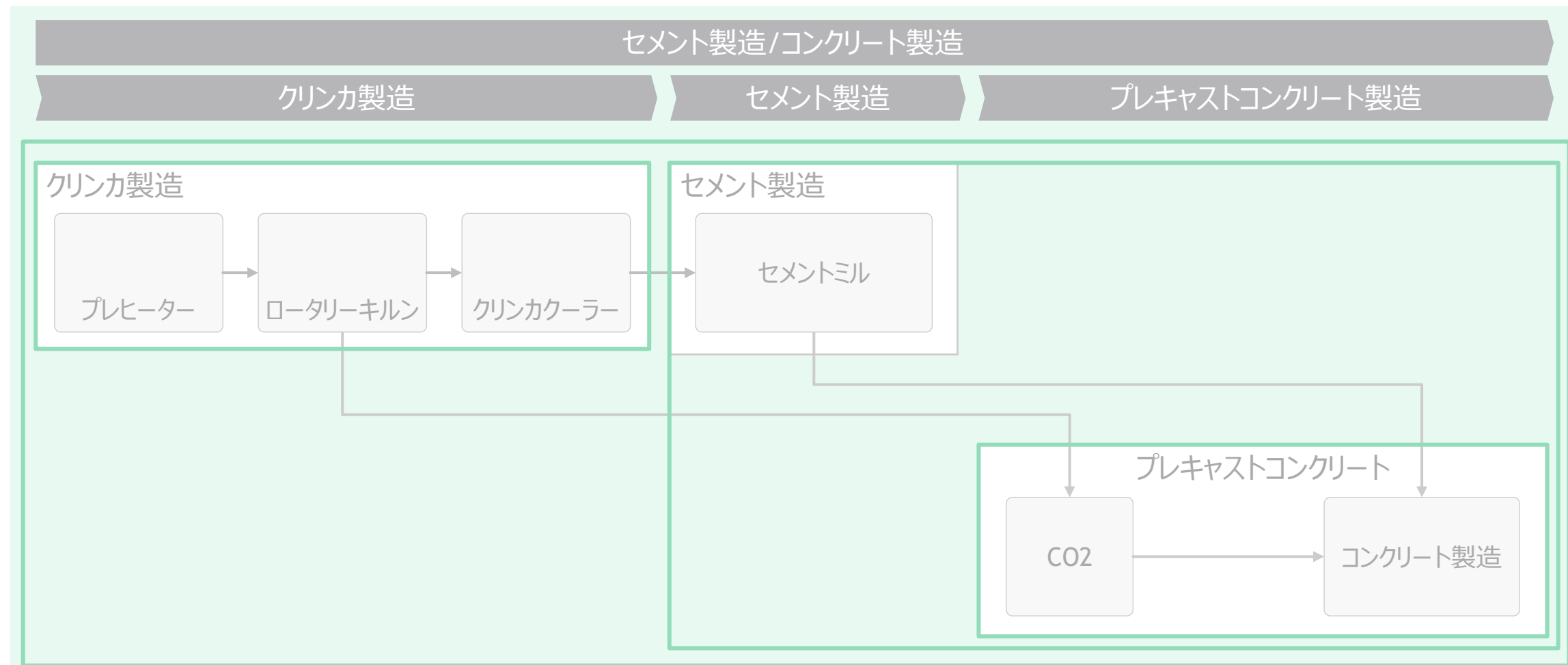


Source: 国土交通省、BCG分析

全般的に技術開発支援がされており、新しく支援する余地は軽微

⑩CO2を用いたコンクリート等製造技術開発：当該GI基金PJの技術開発支援余地

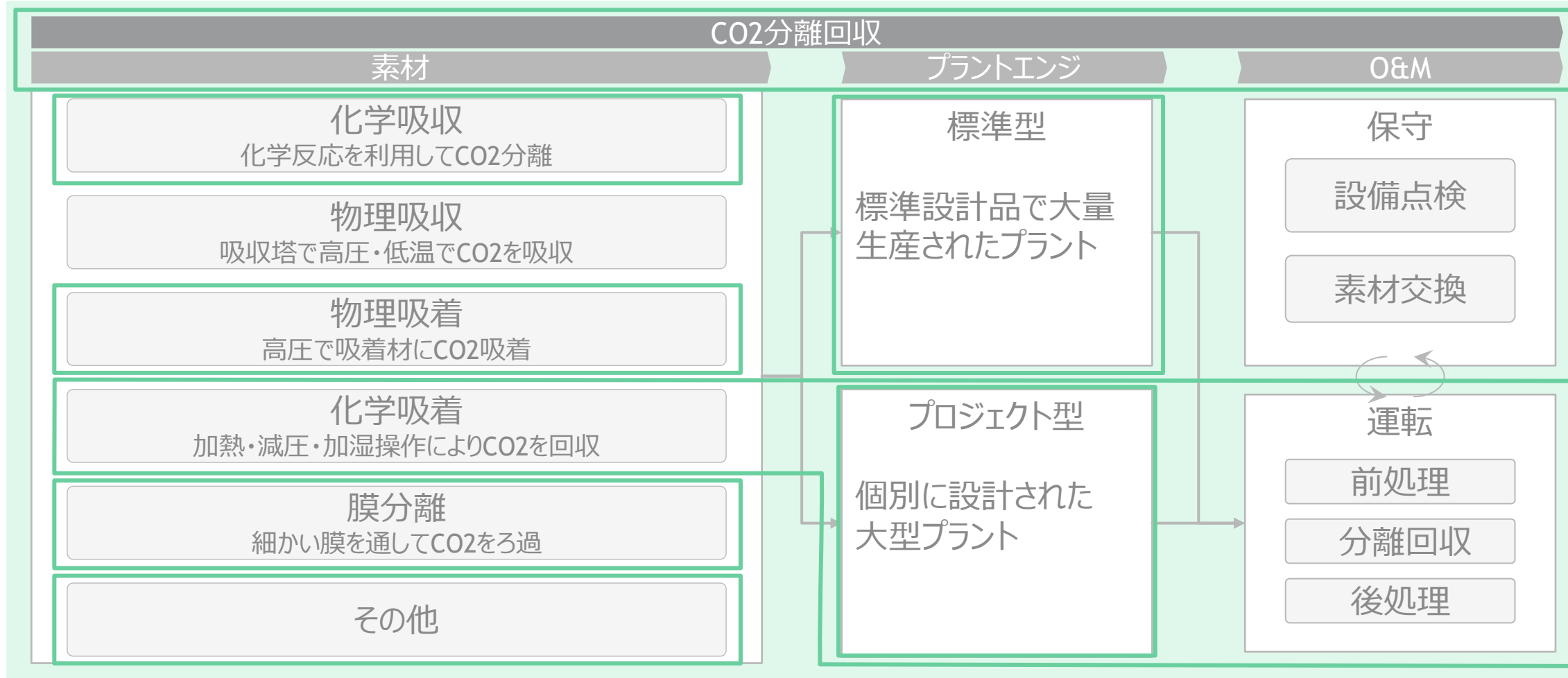
 : GI基金カバー範囲
 : エネ環カバー範囲
 : 技術開発支援余地



要素技術・生産技術開発支援がされているが、支援がない物理吸収は既に成熟された技術のため、新規支援余地は軽微

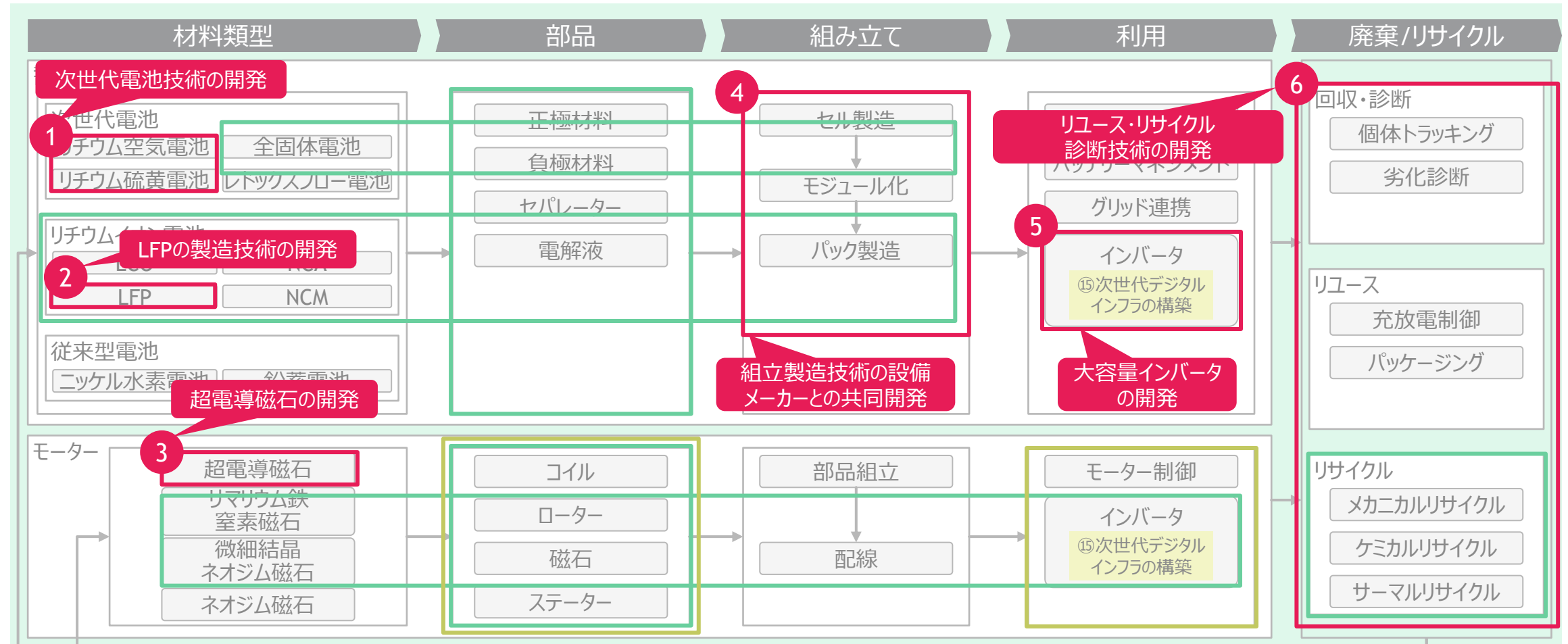
⑪CO2の分離回収等技術開発：当該GI基金PJの技術開発支援余地

□：GI基金カバー範囲 □：エネ環カバー範囲 □：技術開発支援余地



蓄電池・モーターの材料開発やインバータも一部未支援のため検討余地あり 組立は製造設備との共同開発や、リユース・リサイクルの診断技術開発も検討余地あり

⑫次世代蓄電池・次世代モーターの開発：当該GI基金PJの技術開発支援余地 ：GI基金カバー範囲 ：エネ環カバー範囲 ：技術開発余地



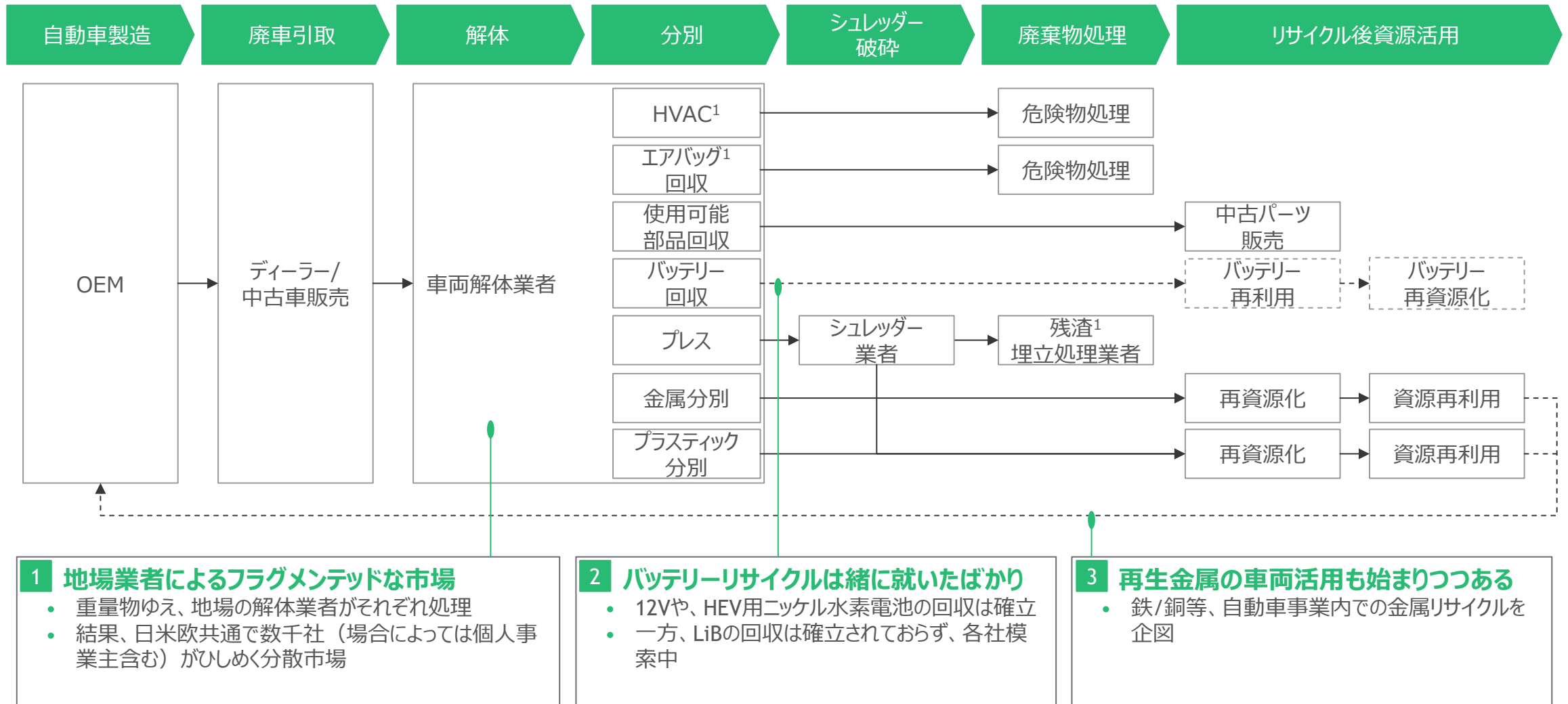
電池の正極材やモータ磁石や大容量インバータは新規技術の要素開発支援余地あり 組立は製造設備メーカーとの共同での製造技術開発が重要

12 次世代蓄電池・次世代モーターの開発：俯瞰図より見える今後の取り組み余地

取り組み余地	取り組み詳細	根拠・考え方
1 次世代電池技術の開発	全固体以外のLi空気・硫黄電池等の次世代技術開発への支援が不在	全固体以外の次世代技術が台頭する可能性があるため支援が必要
2 LFPの製造技術の開発	LiBの中で安価なLFPの生産技術への支援が不在 中国・韓国勢が開発を主導する安価なLFPへの生産技術開発支援が不在	NCAなどではなく安価なLFPがEV電池の主となる可能性があるため生産技術を展開する必要性あり
3 超電導磁石の開発	超電導磁石に関する研究開発への支援が不在 GI基金ではサマリウム系磁石やネオジム系磁石を利用する従来型のモーターのみ支援対象	エネルギー効率が高い次世代のモーター技術に対して支援をすることが重要 冷却技術など研究開発の余地が大きい
4 組立製造技術の設備メーカーとの共同開発	組立設備メーカーとの製造技術の最適化支援が不在 日系の組立設備メーカーと協働での、低コストな製品製造に資する製造技術の開発支援が不在	中韓メーカーは製品形状・大きさや生産量に合わせた生産ラインを導入し低コスト化・競争力強化のため
5 大容量インバータの開発	容量が拡大する車載蓄電池向け大容量インバータの技術開発が不在	急速充電が求められる中でインバータの大容量化が重要なため
6 リユース・リサイクル診断技術の開発	リサイクル技術開発はあるも、リユースに向けた診断技術、リユース時のエネマネ制御技術開発が不在 リサイクルにおけるアウトプットの性能診断・基準技術開発が不在	今後車載バッテリーの市場流出量が拡大する中でそのリユース・リサイクルによるバッテリーライフの価値最大化にむけたエコシステムにかかる技術開発が必須

自動車リサイクルバリューチェーンは、地場解体業者を中心に構成されてきた

自動車のバッテリーのリサイクルチェーン



1. 日本国内では、自動車リサイクル法にて再資源化が義務付けられている3品目
Source: BCG分析

3つのトレンドが、確立している自動車リサイクル市場に変化をもたらす

自動車リサイクル市場 3つの大きな変化

I BEV進展・地域産業育成



- BEV化は進展、2030年には40%程度がBEVに
- 欧州・米国は、欧州域内バッテリー産業育成、リサイクルの促進に伴う域内循環の確立を目論む
 - バッテリー工場投資
 - 原材料循環化、特定地域依存脱却

II 環境規制の強化



- 金属：グリーンスティールの拡大と、銅リサイクル率の向上
- プラスチック：中国規制等に伴う自国内リサイクルの強化
 - 中国:廃プラ輸入規制
 - バージン品価格高騰 等

III OEMの収益・調達安定性



- BEV化進展に伴い、OEM収益性は悪化
- 静脈バリューチェーンを確立し、
 - 1) 収益機会の強化
 - 2) 資源調達安定化を狙う

フラグメンテッドな市場から、集約・循環型へと市場が変わりつつある

今後の車載バッテリーのリサイクルチェーンの変化

a 解体プロセスの集約化

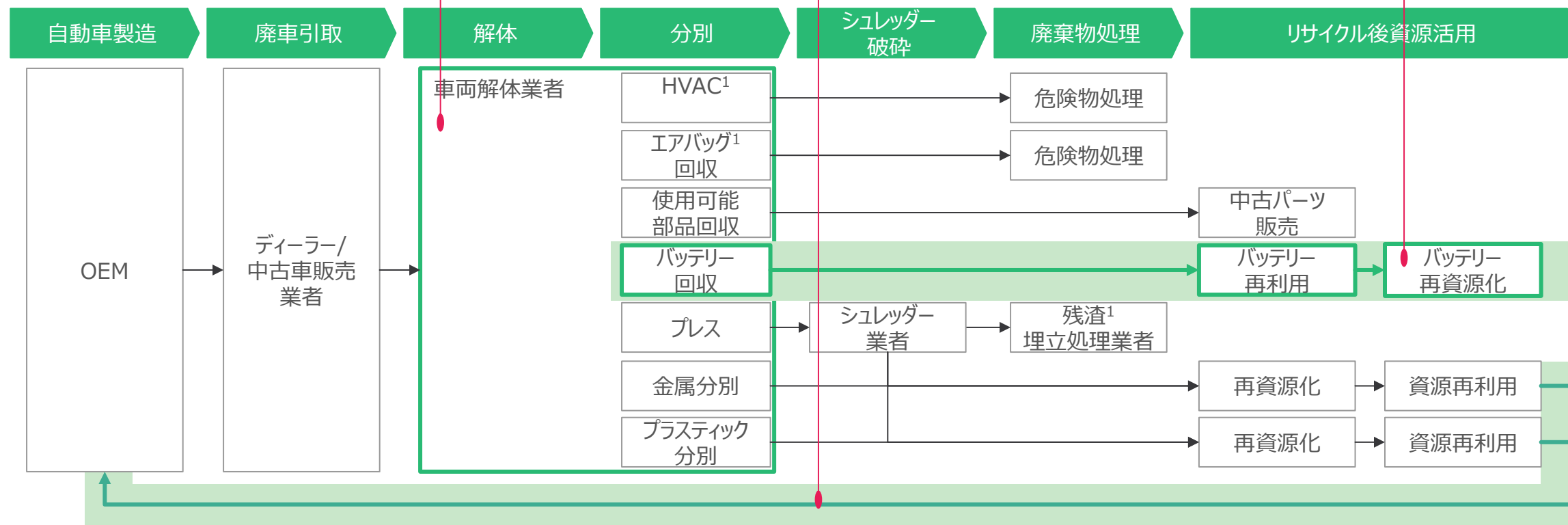
- LiBの解体に際し、保管時安全性、輸送効率を踏まえると、解体プロセス集約が合理的
- 合理性を求めると、結果的に事業者も集約される

b 再生金属のクローズド・ループ化

- 解体業者の集約は、リサイクル金属の分別を推し進める可能性
- 更に、OEM意向がクローズド・ループ構築を後押し

c LiBリサイクル市場の"漸進的"拡大

- 使用済バッテリーの再活用（家庭用蓄電池/システムなど）
- バッテリーからの金属回収（Li/Co/Cu）・再利用



1. 日本国内では、自動車リサイクル法にて再資源化が義務付けられている3品目
Source:BCG分析

自動運転を中心にMDB開発支援はあるも、業界のSDV化に向けた開発PFの開発や開発期間短縮化にむけたデジタルツイン活用は検討余地あり

⑬電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発：当該GI基金PJの技術開発余地余地

□：GI基金カバー範囲 □：エネ環カバー範囲 □：技術開発余地



SDV開発に向けたPF開発は個社で実施しておりコスト低減や共通規格化に向けた共通PF化の開発や、開発期間短縮化に向けたデジタルツイン活用等の開発技術に支援余地あり

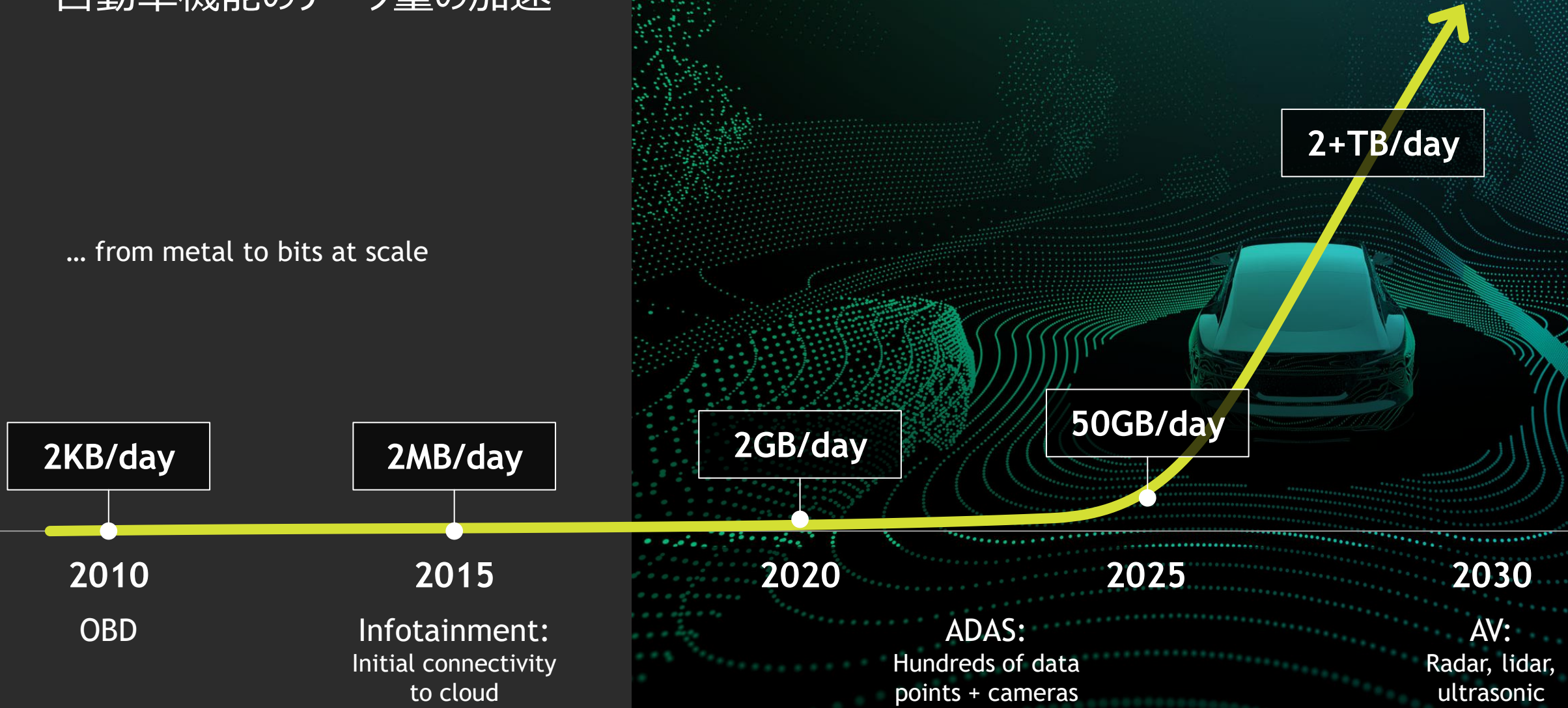
13 電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発:俯瞰図より見える今後の取り組み余地

取り組み余地	取り組み詳細	根拠・考え方
1 ソフトウェア起点でのSDV開発の強化	ソフトウェア起点のSDV開発に向けたアーキテクチャや開発環境の整備に係る技術開発支援が不在	SDV開発は今後日系メーカーも実施する中で共通のプラットフォームやそれに係る技術開発の支援が必要 現状は個社ごとに実施しており共通開発や規格化ができず複数規格ができ、コスト高となるリスクあり
2 デジタルツインによる開発のデジタル化の強化	自動車全体のデジタルツインによる開発技術支援が不在 自動運転起点の技術開発支援はあるも、自動車全体の開発にかかるデジタルツイン技術支援は不在	開発期間短縮、コスト削減が日本車の競争力向上のために必要 現状は実車試験に頼っており、MDBの高度化・デジタルツイン化が望まれる

1 ソフトウェア起点でのSDV開発の強化

自動車機能のデータ量の加速

... from metal to bits at scale

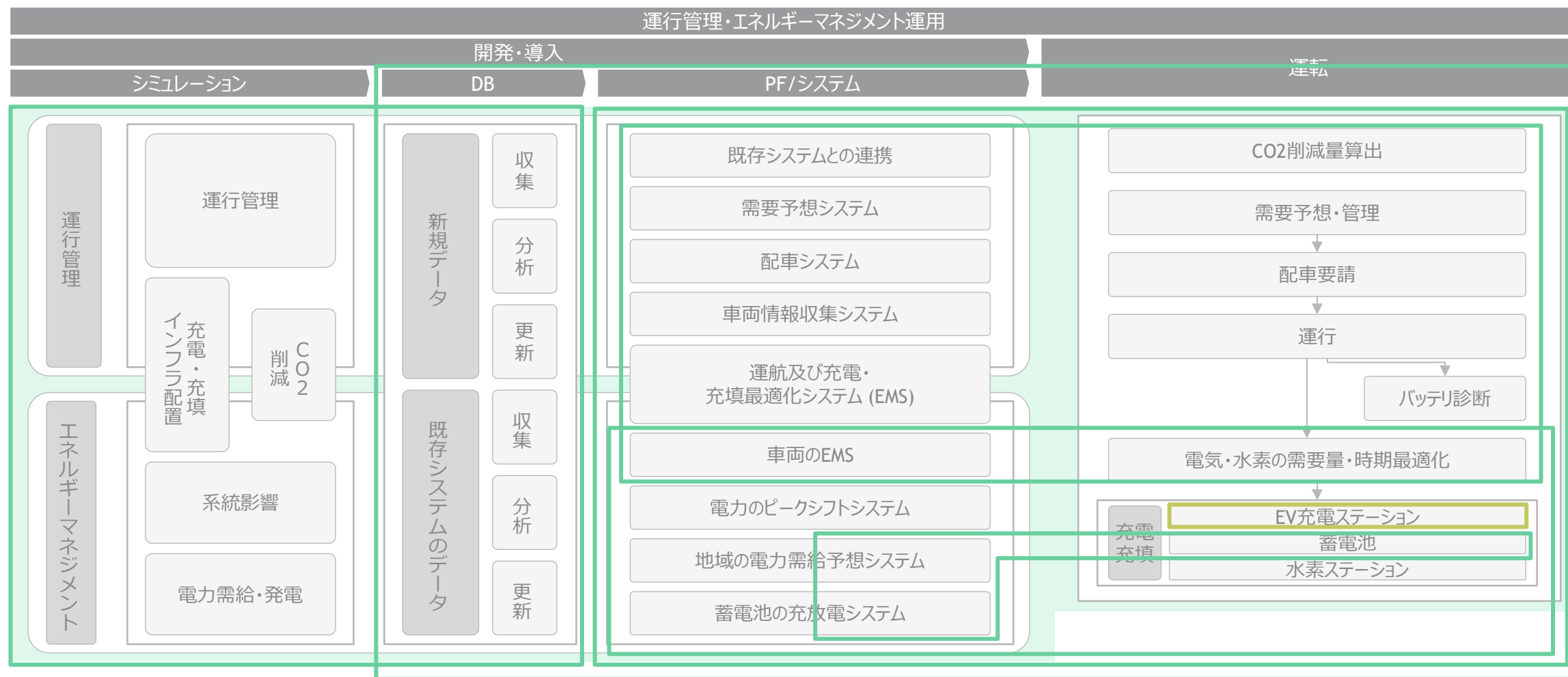


Note: Only small share of (post-processed) data leaves the vehicle
Source: BCG分析

本PJは要素・生産技術開発要素は軽微 このPJでは事業性(マネタイズ方法)の実証が主と想定

⑭スマートモビリティ社会の構築：当該GI基金PJの技術開発支援余地

□：GI基金カバー範囲 □：エネ環カバー範囲 □：技術開発余地



部材開発についてはパワー半導体材料の研究開発を幅広く支援することが重要 半導体製造装置自体の量産技術について取り組み余地が存在

⑮次世代デジタルインフラの構築：当該GI基金PJの技術開発支援余地

□：GI基金カバー範囲 □：エネ環カバー範囲 □：技術開発余地



材料開発はパワー半導体の性能に直結するため優先して取り組む必要あり 量産技術の研究開発も支援することで将来の半導体供給能力を確保する狙い

⑮次世代デジタルインフラの構築：俯瞰図より見える今後の取り組み余地

取り組み余地	取り組み詳細	根拠・考え方
1 半導体材料開発の強化	次世代材料の研究開発に支援余地が存在 - GI基金ではパワー半導体材料のうちSiCとGaNの研究開発プロジェクトを支援 - 酸化ガリウム (Ga2O3) などの次世代材料については支援を実施していない状況	インバータやモーターの効率化には次世代のパワー半導体材料の開発が必須 - Ga2O3などの高耐電圧な材料を用いることでパワー半導体の性能向上が見込める可能性 - GaNの代替としては窒化アルミニウム (AlN) も候補
2 半導体製造装置の高度化技術開発	半導体製造装置の高度化技術の技術開発支援をしていない - SiCおよびGaNについて半導体製造プロセスまでカバーした技術開発支援を実施 - 半導体製造プロセスで利用する半導体製造装置の高度化・量産自動化等の技術については支援対象としていない状況	半導体の量産には製造装置自体の高度化・量産技術の開発により供給能力の確保も必要 製造装置の自動組み立てラインなど自動化に関する研究開発が必要となる可能性

水素などの燃転に向けたエンジン開発や部品開発支援はあるも、MROの高度化に向けた技術支援は検討余地あり

⑯次世代航空機の開発：当該GI基金PJの技術開発支援余地

□：GI基金カバー範囲 □：エネ環カバー範囲 □：技術開発余地



現状水素エンジンなどの開発は進むが将来的に発生するMRO等の保守の高度化に向けた技術開発はライフサイクルコスト低減に向けて支援余地あり

16 次世代航空機の開発：俯瞰図より見える今後の取り組み余地

取り組み余地

取り組み詳細

1 MRO向け デジタル技術の 開発強化

次世代エンジンのMRO関連技術について支援余地が存在

- 水素エンジン、燃料電池など推進系や胴体・翼向けの複合材の研究開発を支援
- 整備に関する技術開発は支援していない状況

根拠・考え方

エンジンや燃料電池のデジタルツイン活用による寿命予測や予防保全など研究開発要素が多く存在
航空機サプライチェーンにおいてMROのバリュープールは大きく、経済的波及効果大きい

1 MRO向けデジタル技術の開発強化

参考)NEDO支援事業の概要

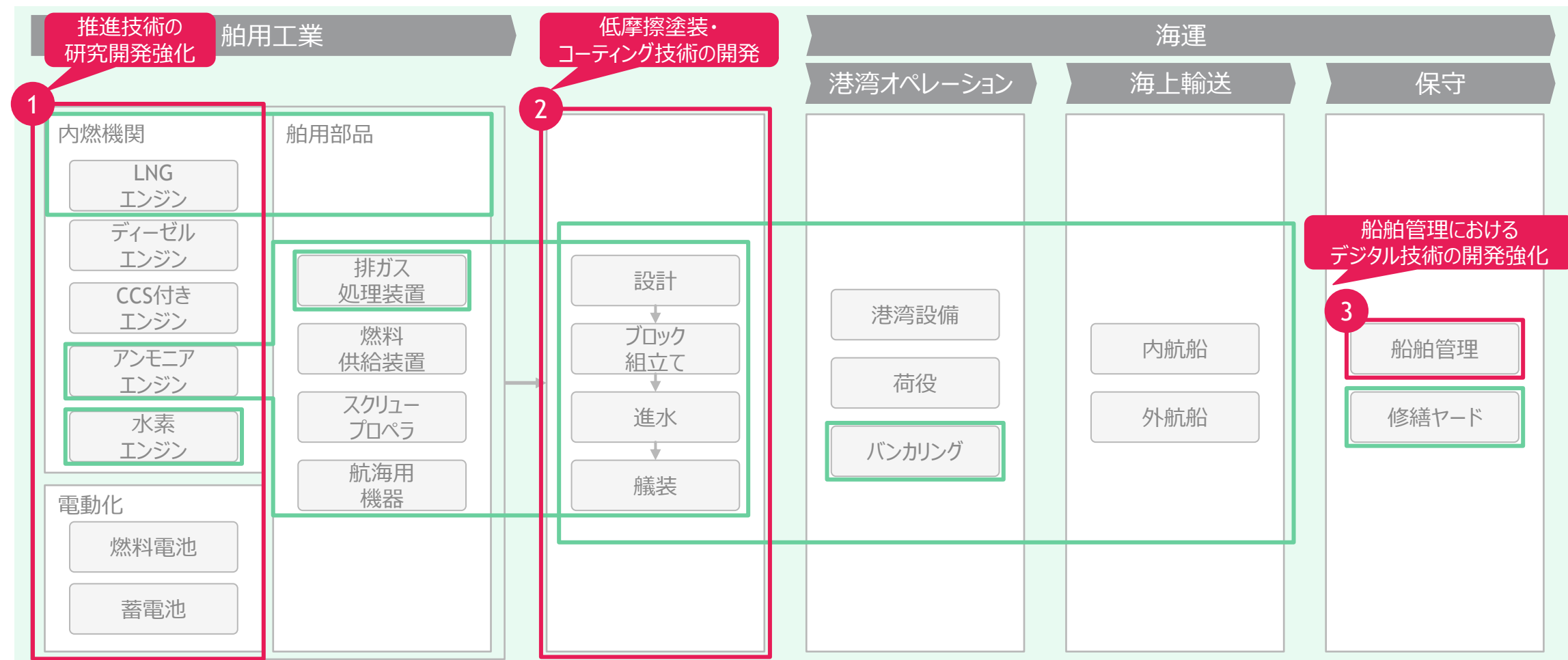
 : 次世代航空機への搭載が期待されるが、現時点でGX投資対象外の技術

		投資先技術	定義	投資有無		
				METI	NEDO	
				過去支援	支援中	
システム	機体	先進複合材料	炭素繊維複合材	✓	・次世代構造部材創製・加工技術開発(2015～19) ・積層造形部品開発の効率化のための基盤技術開発事業(2019～23)	・次世代複合材創製・成形技術開発プロジェクト(2020～24) ・[GI基金]次世代航空機の開発(2021～30)
		先進構造材料(金属)	3Dプリンタによる一括造形、形状記憶合金			
		先進機体形状	ブレンデッドウィングボディ(BWB)、トラス支持翼、層流翼、ダブルバブル構造、境界層吸い込み(BLI)、先進空力形状			
		高レート生産技術		✓		
	エンジン	先進エンジン構造・材料	エンジン高温部に適用するセラミック複合材料、超高バイパス比ターボファン、革新的合金等			・航空機エンジン向け材料開発・評価システム基盤整備事業(2021～25)
		オープンローター	同軸配置した2組のプロペラを逆回転駆動させるエンジン技術	✓		
		水素燃焼	液体水素を燃料とする内燃機関技術	—		・[GI基金]次世代航空機の開発(水素航空機向けコア技術の開発)(2021～30)
		ハイブリッド電気	電動化技術、バッテリー技術(リチウムイオン電池、水素燃料電池)	—	・航空機用先進システム実用化プロジェクト(2015～23)[次世代エンジン電動化システム、次世代電動推進システム]	・[GI基金]液体水素燃料を用いた燃料電池電動推進システムとコア技術開発(2024～30) ・[GI基金]電力制御、熱・エアマネジメントシステム及び電動化率向上技術開発(2024～30)
	装備品	先進アビオニクス	先進航空電子機器、飛行制御、自動操縦、フライトマネージメント、AI制御、突風緩和システム等		・航空機用先進システム実用化プロジェクト(2015～23)[次世代エンジン熱制御システム、次世代コックピットディスプレイ、次世代空調システム、次世代飛行制御/操縦システム、次世代自動飛行システム]	
		航空機のヘルスマニタリング	航空機の状態監視のための搭載システム、メンテナンス判断システム			
		電動タクシー	電動タキシングシステム、電磁ブレーキ		・航空機用先進システム実用化プロジェクト(2015～23)[次世代降着システム]	
システム全体	インテグレーション技術	要件管理、概念設計、全機試験、型式証明対応技術等	✓			
メンテナンス	MRO	整備技術、修理技術、オーバーホール技術、DX	✓			

電動船向けの燃料電池や蓄電池の開発や、省エネにかかる部品開発、保守の高度化に資する技術開発支援は検討余地あり

⑰次世代船舶の開発：当該GI基金PJの技術開発支援余地

□：GI基金カバー範囲 □：エネ環カバー範囲 □：技術開発余地



推進技術や省エネに資する部品の要素技術や生産技術は開発余地あり O&Mのデジタル化・高度化によるランニングコスト削減に資する技術開発支援余地あり

17 次世代船舶の開発：俯瞰図より見える今後の取り組み余地

取り組み余地	取り組み詳細	根拠・考え方
1 推進技術の研究開発強化	CCS船・電動化に関する技術開発余地が存在 - 水素エンジンやアンモニアエンジンなどの研究開発はすでに支援を実施 - CCS船や電動化船、風力推進船についてはGI基金では未支援な状況	船舶の動力選択の柔軟性や港湾自体の脱炭素化に向けて、推進技術の幅だしが必要 - CCS船支援により既存船舶の延命が可能 - タグボート等の港湾利用船舶については電動化による脱炭素化の可能性も存在
2 低摩擦塗装・コーティング技術の開発	次世代船舶の船体自体に関する研究開発の支援がない - GI基金では水素エンジンやアンモニアエンジンなど推進系の燃料転換に向けた技術開発を支援 - 船体自体に関する技術開発には未支援な状況	低摩擦塗装やコーティングにより、燃料消費が抑制され既存船舶の脱炭素も可能 - 低摩擦塗装や撥水コーティングにより摩擦抵抗を軽減し低燃費化が可能 - 推進系の置換等が不要なため、既存船舶へのレトロフィットが可能
3 船舶管理におけるデジタル技術の開発強化	船舶管理など船舶の保守に研究開発の支援がない - 水素エンジンやアンモニアエンジンなど上流側の推進系に関する技術開発を中心に支援している状況 - 下流側の船舶管理についてはGI基金では支援を未実施	デジタルツイン活用等による寿命予測や予防保全など研究開発要素が多く存在 - 船舶保守の省人化・無人化につながる技術開発が必要 - 水素やアンモニアの漏洩による事故を防ぐため、予防保全の重要性が増す可能性

1 推進技術の研究開発強化

燃焼推進を中心に、電動や風力活用まで幅広く技術開発が取り組まれている

動力源別の航続距離適合オプション (国交省作成)

I 燃焼推進 水素燃料船

内航船 想定航続距離 200mile (例: 東京 - 苫小牧) 外航 短距離 想定航続距離 1,000mile (例: 日本 - 中国) 外航 中距離 想定航続距離 3,000mile (例: 日本 - シンガポール) 外航 長距離 想定航続距離 5,000mile (例: 日本 - LA/LB)

- 燃料供給装置の技術開発が必要
- 国内で内燃機関の技術開発機運あり

- 短い航続距離であれば可能

- 貯蔵時のスペース効率が課題

アンモニア燃料船

- 燃焼性の課題
- N₂Oの実態把握 (及び削減対策) が必要

- 海外ライセンスにおいて2サイクル機関の技術開発機運あり

e-メタン燃料船

- LNG燃料船の技術を転用可能
- 当該燃料がカーボンニュートラルであるとの評価が与えられることが前提
- メタンスリップ対策が必要

メタノール燃焼+CCS

- CO₂の貯蔵スペース効率 (小型船は特に困難)
- 回収率向上
- 陸上CO₂受入れ施設が必要

- CO₂の貯蔵スペース効率
- 回収率向上
- 陸上CO₂受入れ施設整備が必要

II 風力 風力推進船

- 帆となるFRPパネルなどの製造技術の開発が必要
- 風力のみでの航行は難しく電気推進や燃料推進との組み合わせが必須

III 電気推進 バッテリー推進船

- ボート推進等を想定
- 200mile程度は可能

- 電池のエネルギー密度が低いため困難

太陽光発電+電動化

- 大容量バッテリーとの組み合わせが必須
- 大型船の場合、大出力モーターが必要

水素燃料船 (液化、燃料電池)

- 気化器の技術開発が必要
- 燃料電池単独では、負荷追従性及び始動性に劣る
- 小容量バッテリーとの組み合わせの可能性
- 大型船の場合、大出力モーターの開発が必要

：2028年までに実用化可能と考えられるもの

：技術課題が大きく2028年投入に向けて技術のブレークスルーが必要な領域

1 推進技術の研究開発強化

アンモニア燃料船や水素燃料船などの次世代船舶の開発は日本の開示クラスター全体の競争力強化につながる

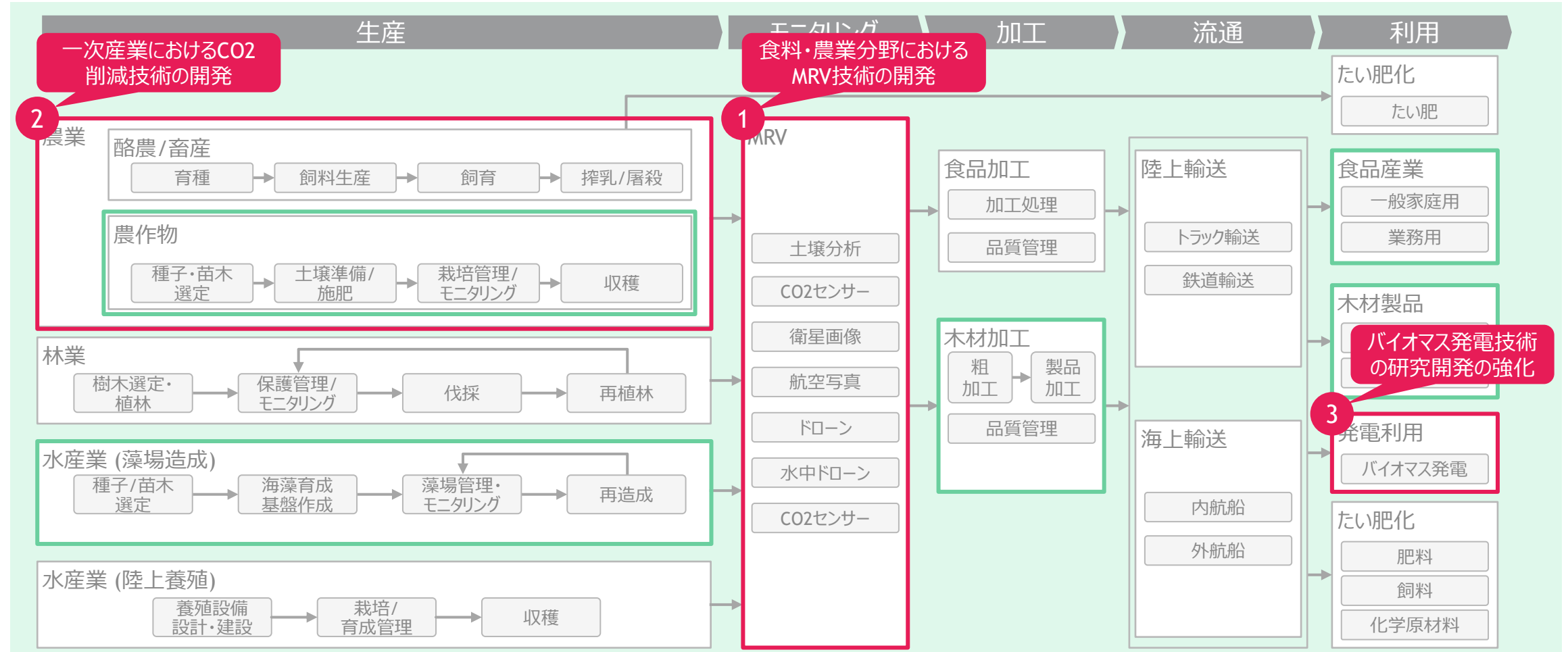
1 次世代船舶の開発により期待される効果



農業における脱炭素技術とそれを担保するMRV技術に支援余地が存在 利用側では食品残渣を対象としたバイオマス発電技術も取り組み余地あり

⑱食料・農林水産業のCO2等削減・吸収技術の開発：当該GI基金PJの技術開発支援余地

□：GI基金カバー範囲 □：エネ環カバー範囲 □：技術開発余地



脱炭素技術の効果を定量化するためのMRV技術の開発と標準化は重要 既存の農林水産業におけるCO2排出削減技術も研究開発余地が存在

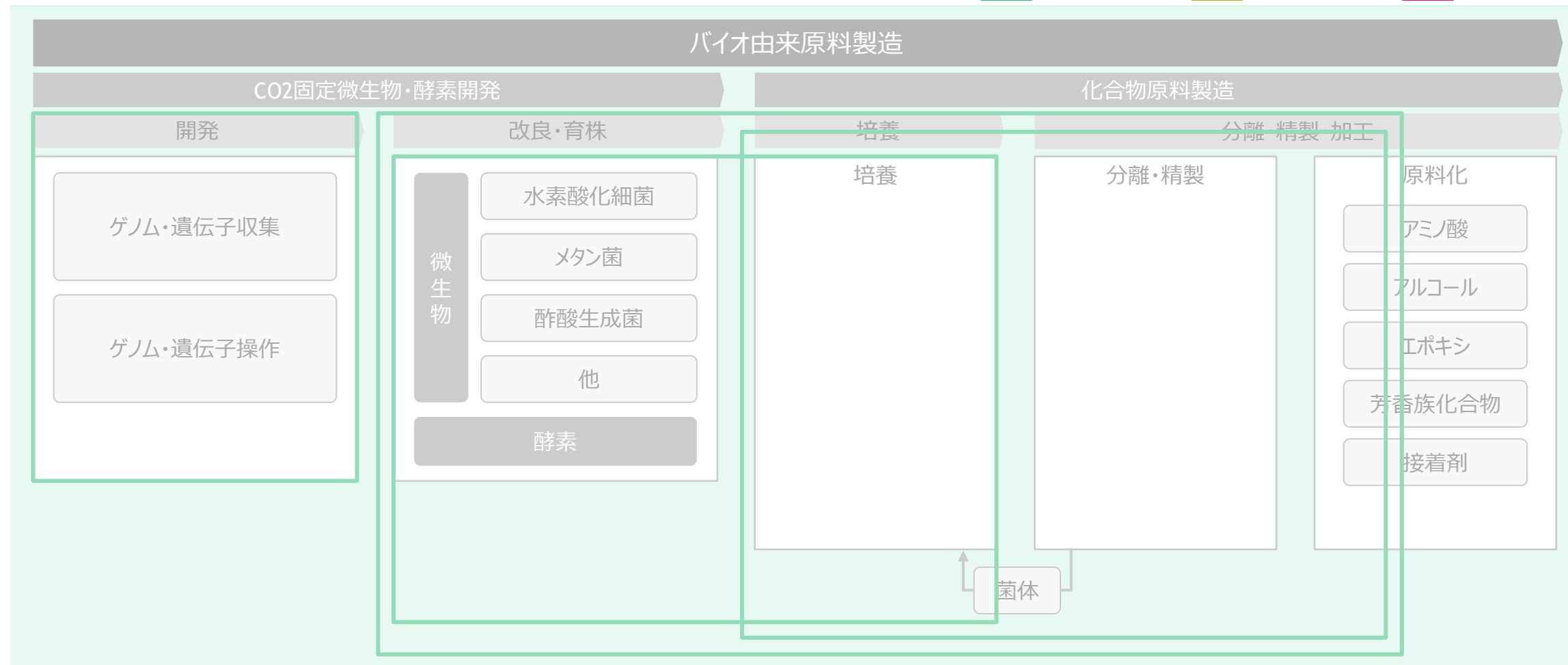
⑱ 食料・農林水産業のCO2等削減・吸収技術の開発：俯瞰図より見える今後の取り組み余地

取り組み余地	取り組み詳細	根拠・考え方
1 食料・農業分野におけるMRV技術の開発	MRV技術に関する研究開発に余地が存在 農林水産業における脱炭素効果を定量的に把握するための技術開発について、GI基金では支援されてない	脱炭素効果を定量的に把握するため農林水産業におけるMRV技術の開発と標準化は重要 衛星画像や航空写真、ドローンを利用したMRV手法はスタートアップを中心に開発が進んでいる状況
2 一次産業におけるCO2削減技術の開発	一次産業における技術開発項目の幅出しが必要 - バイオ炭や藻場造成のみGI基金で取り組んでいる状況 - 稲作や酪農で発生するメタンの抑制や、間作や輪作による炭素固定技術などには取り組んでいない	既存の農林水産業における温室効果ガス排出削減手段の確立も重要 - 稲作での中干しによるメタン発生抑制、畑作における間作・輪作によるCO2排出削減が可能 - 畜産における家畜からのメタン排出抑制なども取り組みが必要
3 バイオマス発電技術の研究開発の強化	食品残渣や農業廃棄物のバイオマス発電に研究開発余地が存在 - GI基金では農作物の食品利用や林業における木材製品利用のみ取り組んでいる状況 - 食品残渣や農業廃棄物を燃料とするバイオマス発電技術の開発に対する支援は未実施	食品・農林水産業における残渣・廃棄物のバイオマス発電への有効利用が可能 木質系のバイオマス資源と比較して含水率が多いため燃焼技術の開発が必要

バイオものづくりにおいては、最適な細菌を特定・開発が肝要 培養等の量産技術は既にメーカーが実施している生産技術の転用が可能

⑭バイオものづくり技術によるCO2を直接原料としたカーボンリサイクルの推進：当該GI基金PJの技術開発支援余地

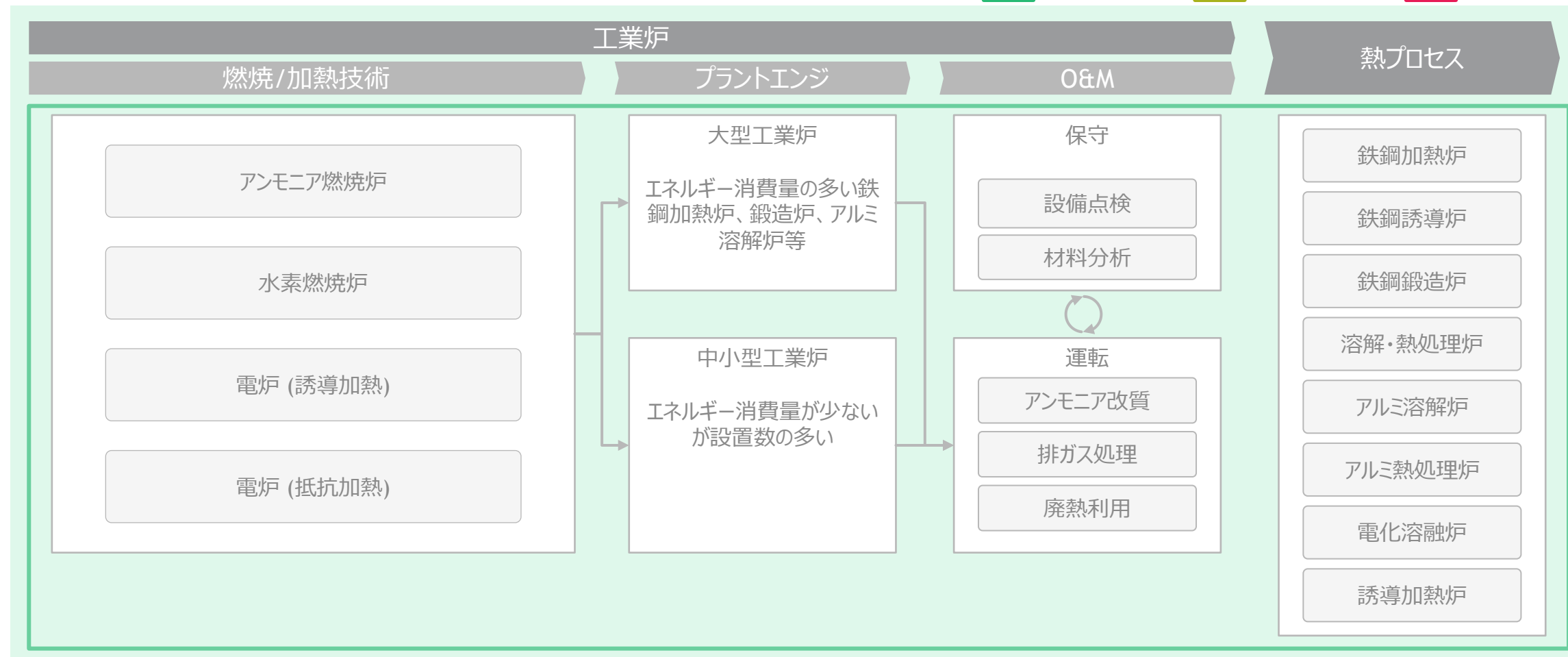
□：GI基金カバー範囲 □：エネ環カバー範囲 □：技術開発余地



工業炉に用いられる主な燃焼/加熱技術と用途はカバーされており追加の研究開発余地は少ない状況

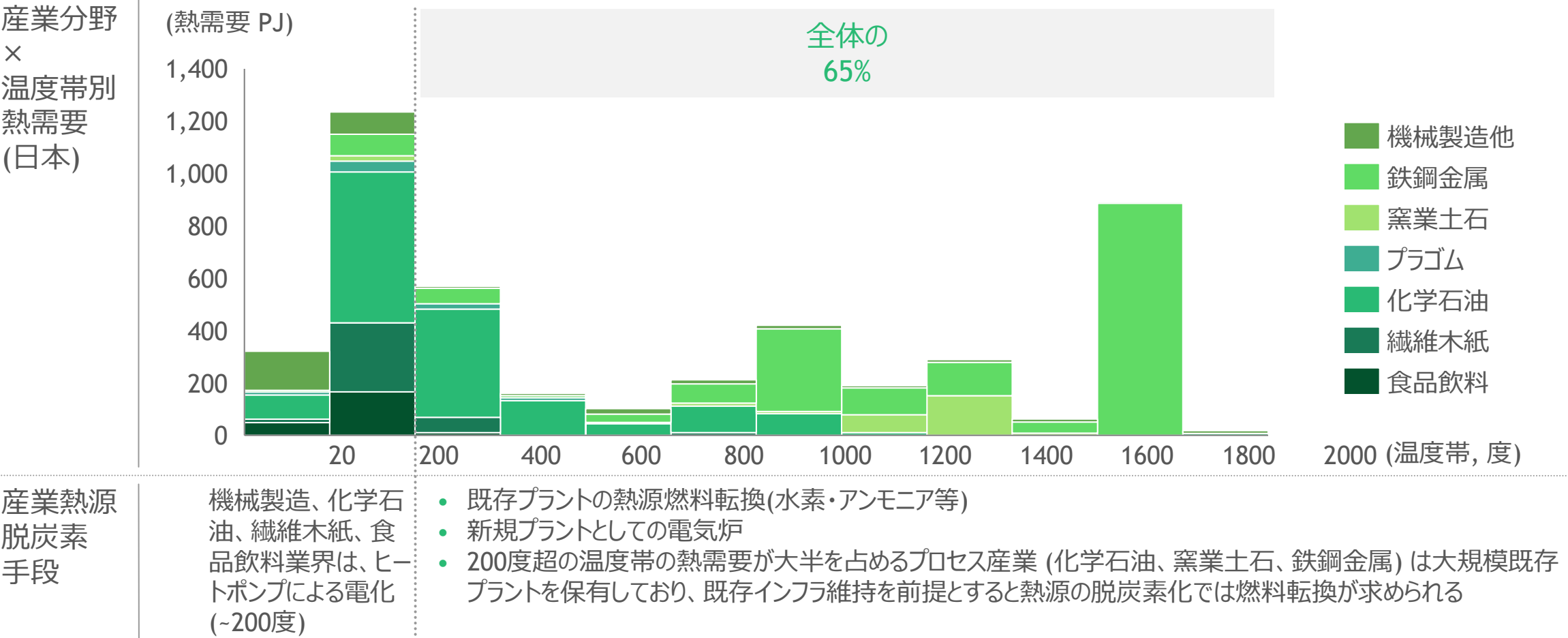
②製造分野における熱プロセスの脱炭素化：当該GI基金PJの技術開発支援余地

 : GI基金カバー範囲
 : エネ環カバー範囲
 : 技術開発余地



ターゲット産業は鉄鋼金属や窯業土石等高温が必要なプロセス産業が主 既存プラントの熱源燃料転換が求められる

日本: 産業分野×温度帯別熱需要と適用脱炭素手段



Source: 平成29年度新エネルギー等の導入促進のための基礎調査; 資源エネルギー庁; BCG分析

熱源の脱炭素化に向けては電化や燃料転換等の方向性があり 中・高温域は水素・アンモニアはじめ複数候補が存在

温度帯別の熱源脱炭素に向けた技術オプションと政策方針

温度帯		技術オプション						熱の脱炭素化に対する政策方針	
		電化		燃料転換		再エネ		日本	欧州
		ヒートポンプ (HP)	電気炉	水素 ・アンモニア	e-メタン	バイオマス 燃料	太陽 /地中熱等		
~100度	低温: 民生用 ・ 空調・給湯等 向け	✓					✓	低温域の熱需要はHPへの転換を有力視 ・ 高効率HP開発・実証支援 ・ 導入拡大に向けた設備投資支援	再エネ最大活用の観点から「電化」を推進 ・ 安価な再エネが大量調達可能な欧州では、"再エネを使い倒す"発想 ・ 200度未満の温度帯ではヒートポンプ、それ以上の温度帯では電気炉の活用を推進
~200度	低温: 産業用 ・ 機械製造、食品・飲料業界等向け	✓	✓	✓	✓	✓			
~1,500度	中～高温: 産業用		✓	✓	✓	✓		HP導入困難な中・高温域は、燃料転換(水素・アンモニア等)を主に検討 ・ 技術革新支援 ・ 既存燃料との値差を踏まえた支援	
2,000度付近	・ 鉄鋼金属業界等向け		✓	✓	✓				

Source: 経済産業省「クリーンエネルギー戦略 中間戦略」(2022年5月13日); 各種公開情報; BCG分析

2024年にプロジェクトを開始した「①⑨バイオものづくり技術」と「②⑩製造分野における熱プロセス」を含む全20PJについて分析

分析対象とするGI基金PJとGI基金開始時のPJの対応関係

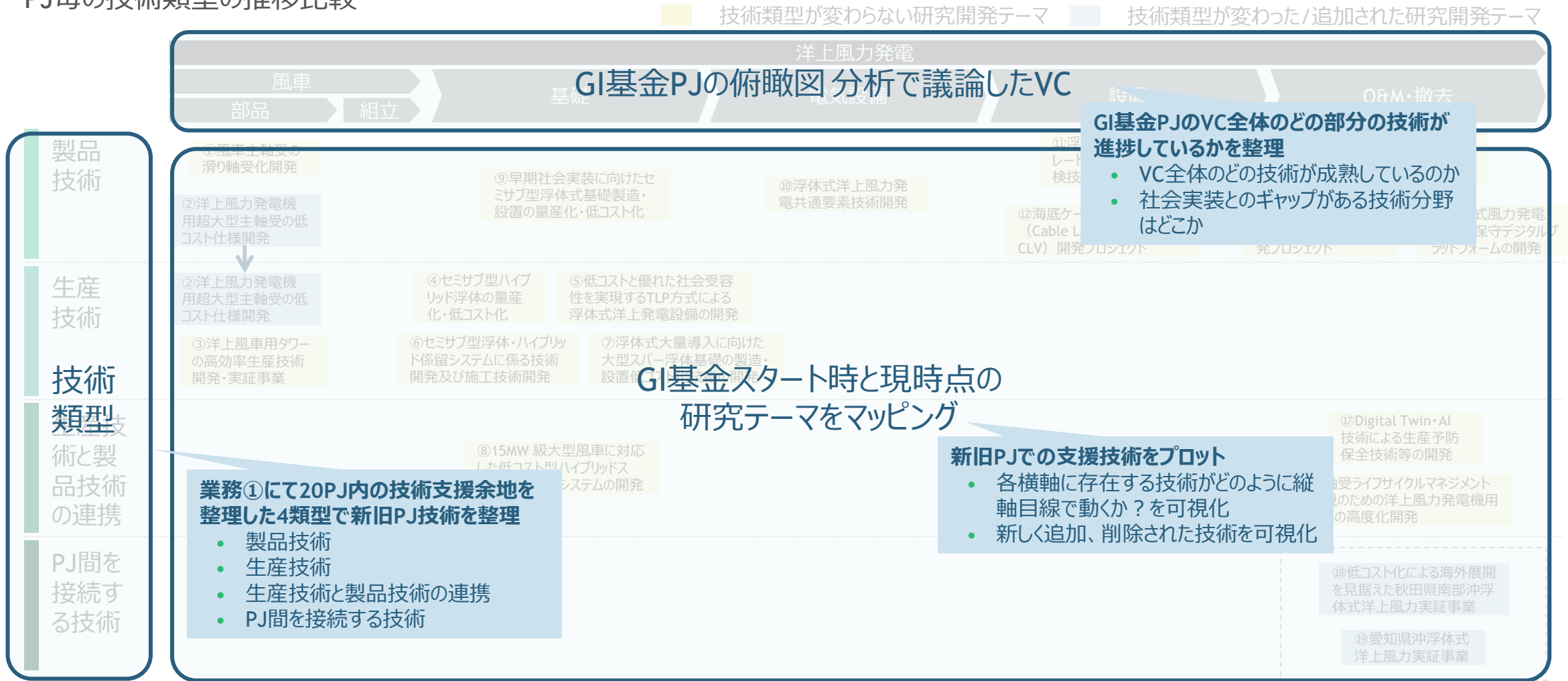
分析対象のGI基金PJ	名称変更	新規PJ
① 洋上風力発電の低コスト化		
② 次世代型太陽光電池の開発		
③ 廃棄物・資源循環分野におけるカーボンニュートラル実現		
④ 大規模水素サプライチェーンの構築		
⑤ 再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造		
⑥ 製鉄プロセスにおける水素活用		
⑦ 燃料アンモニアサプライチェーンの構築		
⑧ CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発		
⑨ CO2等を用いた燃料製造技術開発		
⑩ CO2を用いたコンクリート等製造技術開発		
⑪ CO2の分離回収等技術開発		
⑫ 次世代蓄電池・次世代モーターの開発		
⑬ 電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発		
⑭ スマートモビリティ社会の構築		
⑮ 次世代デジタルインフラの構築		
⑯ 次世代航空機の開発		
⑰ 次世代船舶の開発		
⑱ 食料・農林水産業のCO2等削減・吸収技術の開発		
⑲ バイオものづくり技術によるCO2を直接原料としたカーボンリサイクルの推進		
⑳ 製造分野における熱プロセスの脱炭素化		

Source: BCG分析

GI開始時のPJ
① 洋上風力発電の低コスト化
② 次世代型太陽電池の開発
⑪ 廃棄物処理のCO2の削減技術開発
③ 大規模水素サプライチェーンの構築
④ 再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造
⑤ 製鉄プロセスにおける水素活用
⑥ 燃料アンモニアサプライチェーンの構築
⑦ CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発
⑧ CO2等を用いた燃料製造技術開発
⑨ CO2を用いたコンクリート等製造技術開発
⑩ CO2の分離・回収等製造技術開発
⑫ 次世代蓄電池・次世代モータの開発
⑬ 自動車電動化に伴うSC変革技術の開発・実証
⑭ スマートモビリティ社会の構築
⑮ 次世代デジタルインフラの構築
⑯ 次世代航空機の開発
⑰ 次世代船舶の開発
⑱ 食料・農林水産業のCO2削減・吸収技術の開発
該当なし
該当なし

GI基金PJの俯瞰図分析でのVCを横軸、4つの技術類型を縦軸として GI基金スタート時と現時点の各PJに含まれる研究テーマをマッピング

PJ毎の技術類型の推移比較



GI基金開始時と比較して各PJは技術成熟度が向上しつつある状況 今後は実証によるVC接続が各PJの計画通りに増加するかモニタリングすることが重要

PJ毎の技術類型の推移比較結果
 分析対象のGI基金PJ

	技術類型の変化		
	A 技術成熟度の向上	B 実証によるVC接続	C テーマ追加での補完
① 洋上風力発電の低コスト化	✓	✓	✓
② 次世代型太陽光電池の開発	✓		✓
③ 廃棄物・資源循環分野におけるカーボンニュートラル実現			✓
④ 大規模水素サプライチェーンの構築	✓	✓	
⑤ 再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造	✓		
⑥ 製鉄プロセスにおける水素活用	✓	✓	✓
⑦ 燃料アンモニアサプライチェーンの構築	✓		
⑧ CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発	✓		
⑨ CO2等を用いた燃料製造技術開発	✓		
⑩ CO2を用いたコンクリート等製造技術開発	✓		
⑪ CO2の分離回収等技術開発	✓		
⑫ 次世代蓄電池・次世代モーターの開発	✓	✓	
⑬ 電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発			
⑭ スマートモビリティ社会の構築		✓	
⑮ 次世代デジタルインフラの構築			✓
⑯ 次世代航空機の開発		✓	
⑰ 次世代船舶の開発		✓	✓
⑱ 食料・農林水産業のCO2等削減・吸収技術の開発			
⑲ バイオもののづくり技術によるCO2を直接原料としたカーボンリサイクルの推進			✓
⑳ 製造分野における熱プロセスの脱炭素化			✓

Source: BCG分析

GI基金開始当初から研究開発テーマが技術類型ごとに設定されていることに加え、製品技術から生産技術への移行やPJ間を接続する実証テーマも追加されており順調に進捗

① 洋上風力発電の低コスト化の技術タイプの推移

A 技術成熟度の向上

B 実証によるVC接続

C テーマ追加での補完

2022年度のGI基金開始時の研究開発

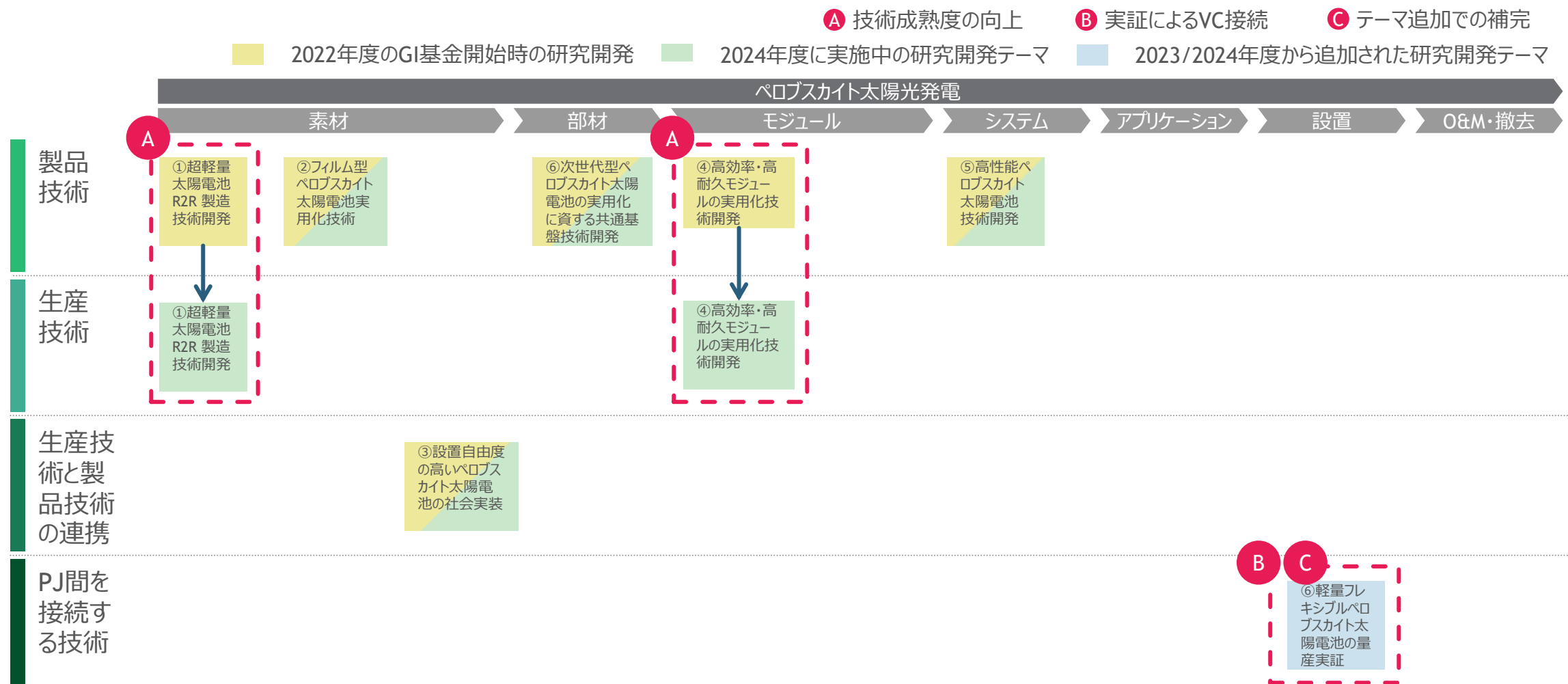
2024年度に実施中の研究開発テーマ

2023/2024年度から追加された研究開発テーマ



素材開発やモジュール開発では製品技術や生産技術への移行が進んでおり、 2024年度からは量産実証の研究開発テーマも新規に追加されている状況

②次世代型太陽光電池の開発の技術類型の推移



2024年度に新規採択

2024年からPJを開始し4つのテーマを採択、現在は製品技術の開発に取り組んでいる状況

③廃棄物・資源循環分野におけるカーボンニュートラル実現の技術類型の推移



GI基金開始当初から研究開発テーマが技術類型ごとに設定されており順調に進捗 MCH合成や水素混焼発電については製品技術から生産技術の開発へ移行

④大規模水素サプライチェーンの構築の技術タイプの推移



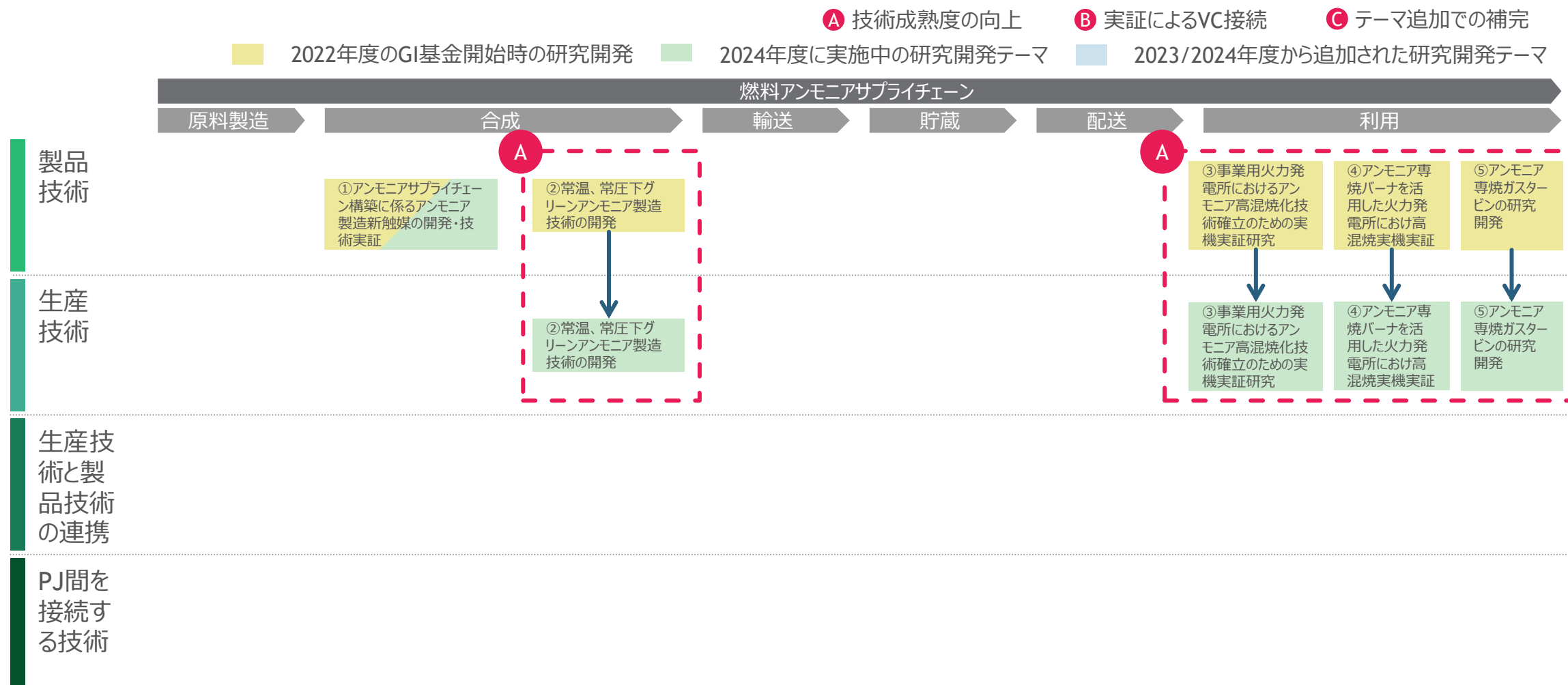
大規模アルカリ型水電解装置の開発は製品技術から生産技術へ、大規模P2Gシステムの開発では生産技術と製品技術の連携へと移行し、技術の成熟度が向上

⑤再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造の技術類型の推移



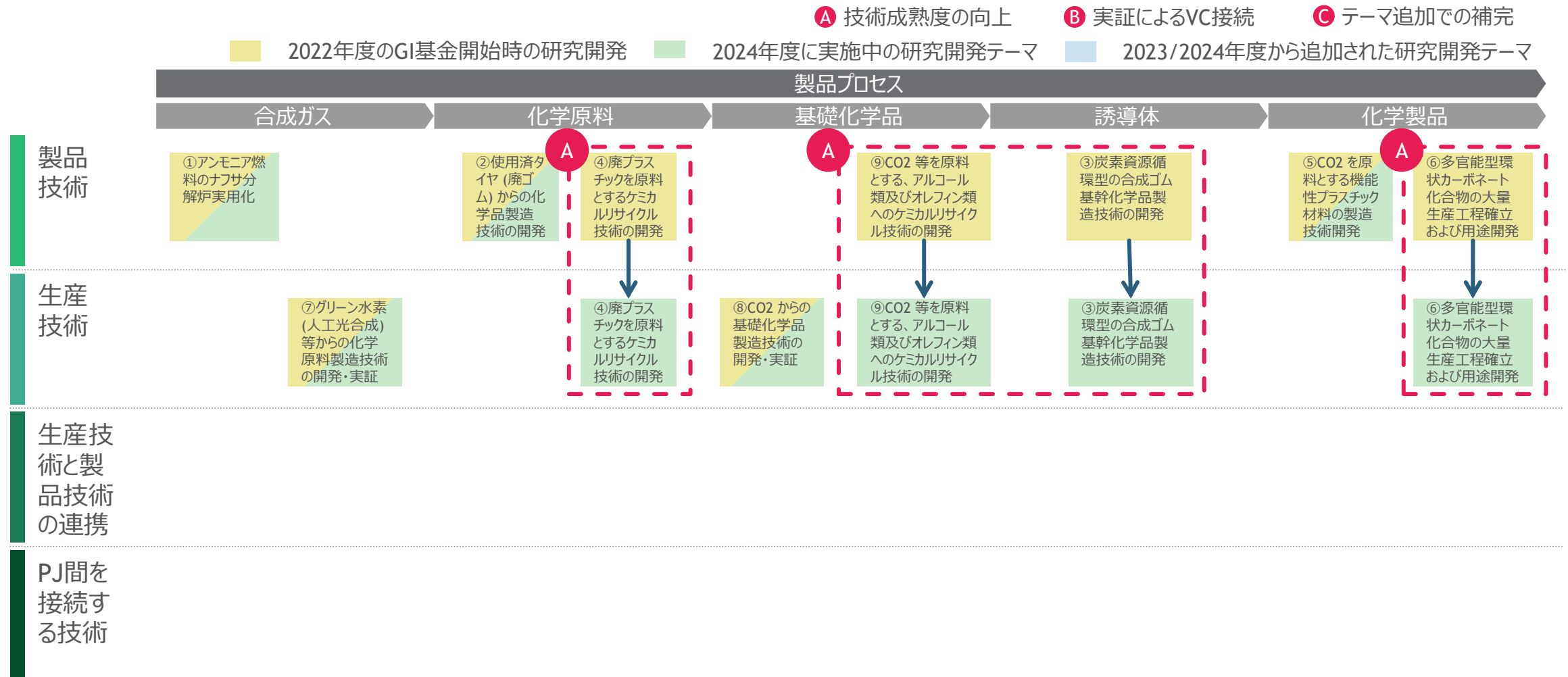
グリーンアンモニア製造プロセスおよび火力発電向けのアンモニア利用 (混焼/専焼) について 製品技術の開発が完了し、長期耐久性試験などの生産技術への移行が進む

⑦燃料アンモニアサプライチェーンの構築の技術類型の推移



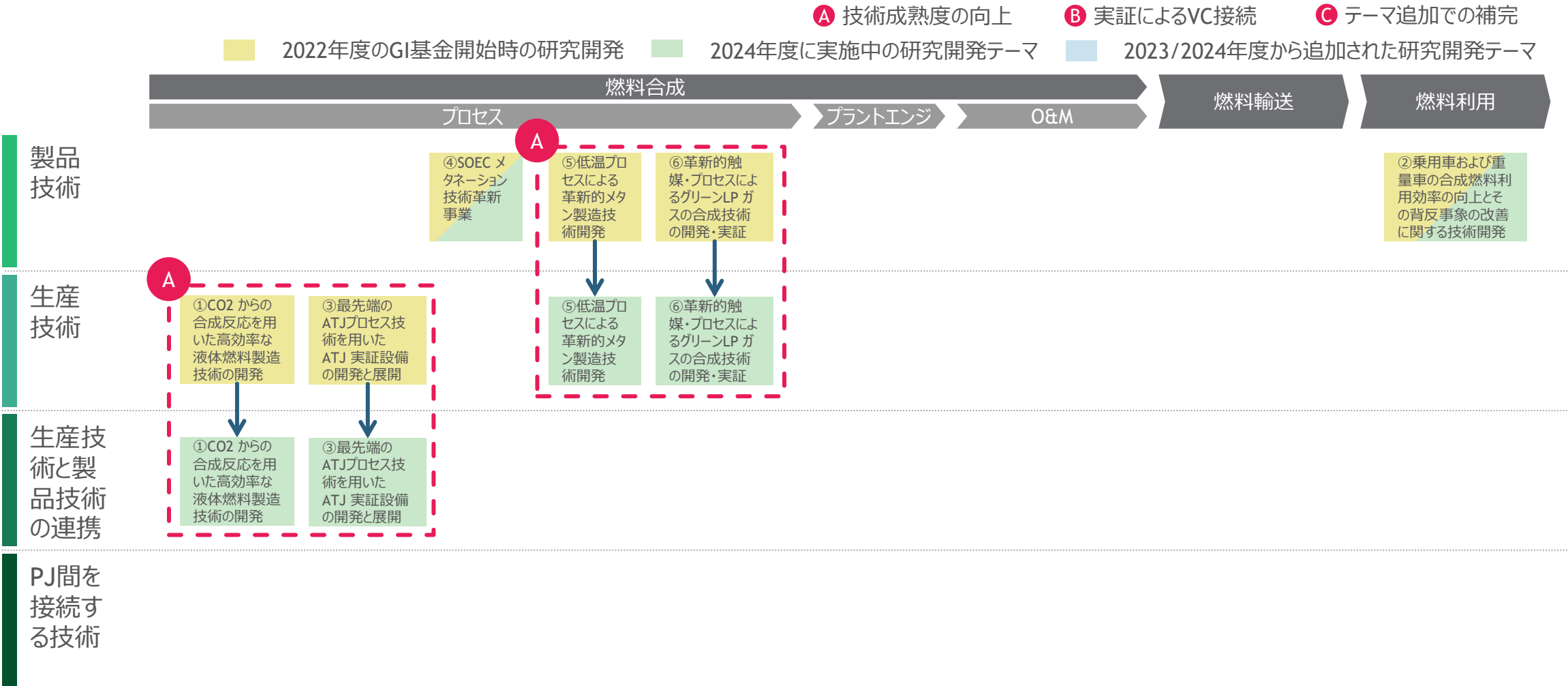
化学原料・基礎化学品・誘導体・化学製品の製造プロセスについて、製品技術から生産技術の開発へと順調に移行している状況

⑧CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発の技術類型の推移



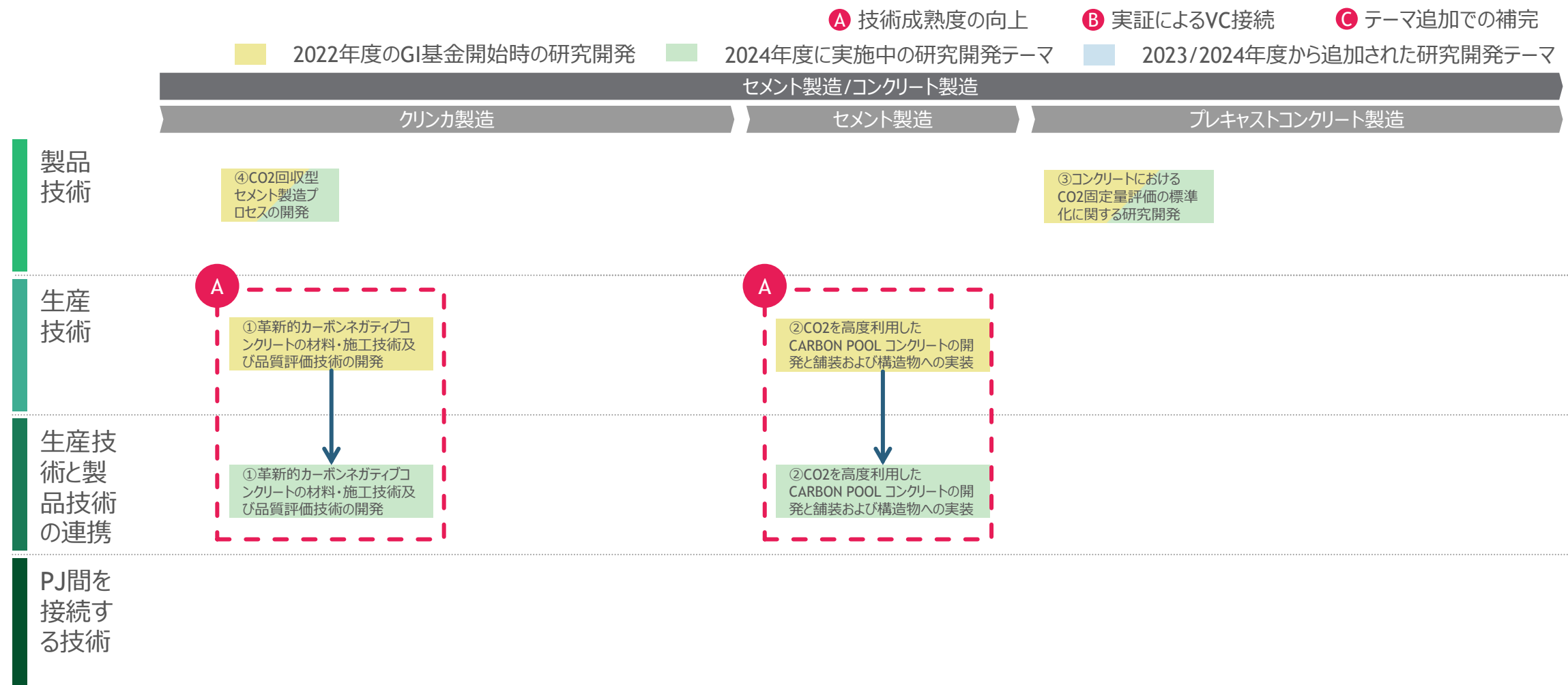
すでに製品技術が確立されているテーマについては、生産技術や生産技術と製品技術の連携に開発フェーズが以降しており、PJは順調に進捗している状況

⑨CO2等を用いた燃料製造技術開発の技術類型の推移



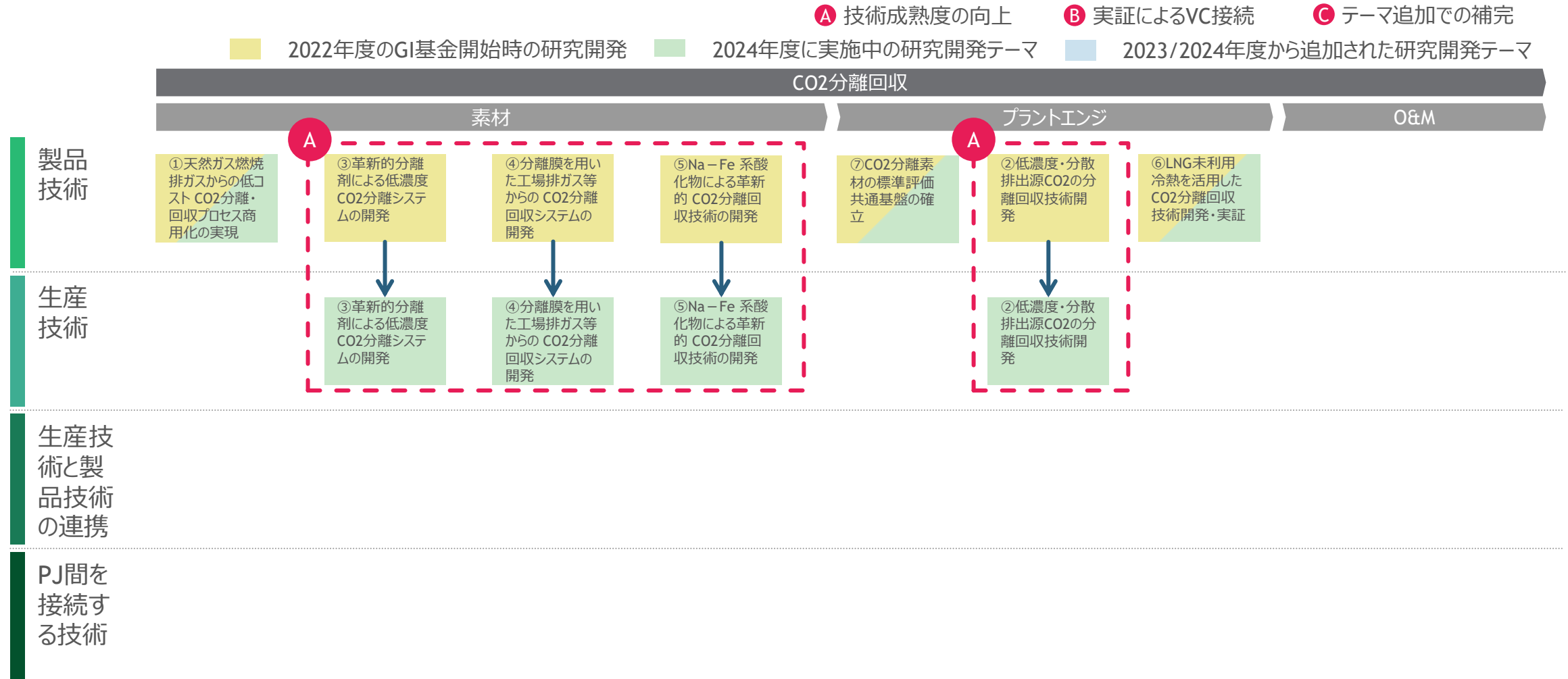
コンクリートの製造・施工プロセスについては、生産技術の開発段階から生産技術と製品技術の連携のフェーズに移行しており、順調に技術開発が進捗

⑩CO2を用いたコンクリート等製造技術開発の技術類型の推移



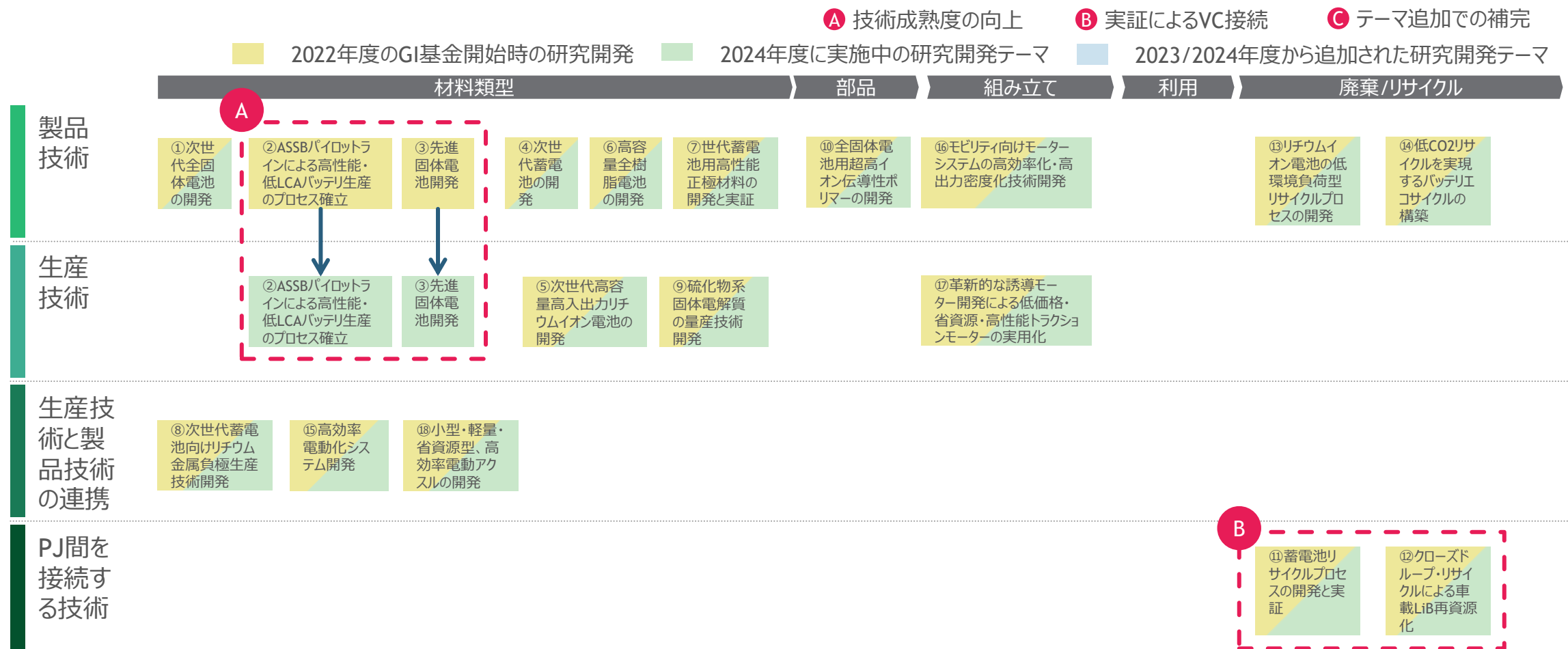
素材開発関連のPJは製品技術の開発から生産技術の開発へと移行が進み 吸着材や分離膜の量産技術開発に取り組んでいる状況

⑪CO2の分離回収等技術開発の技術類型の推移



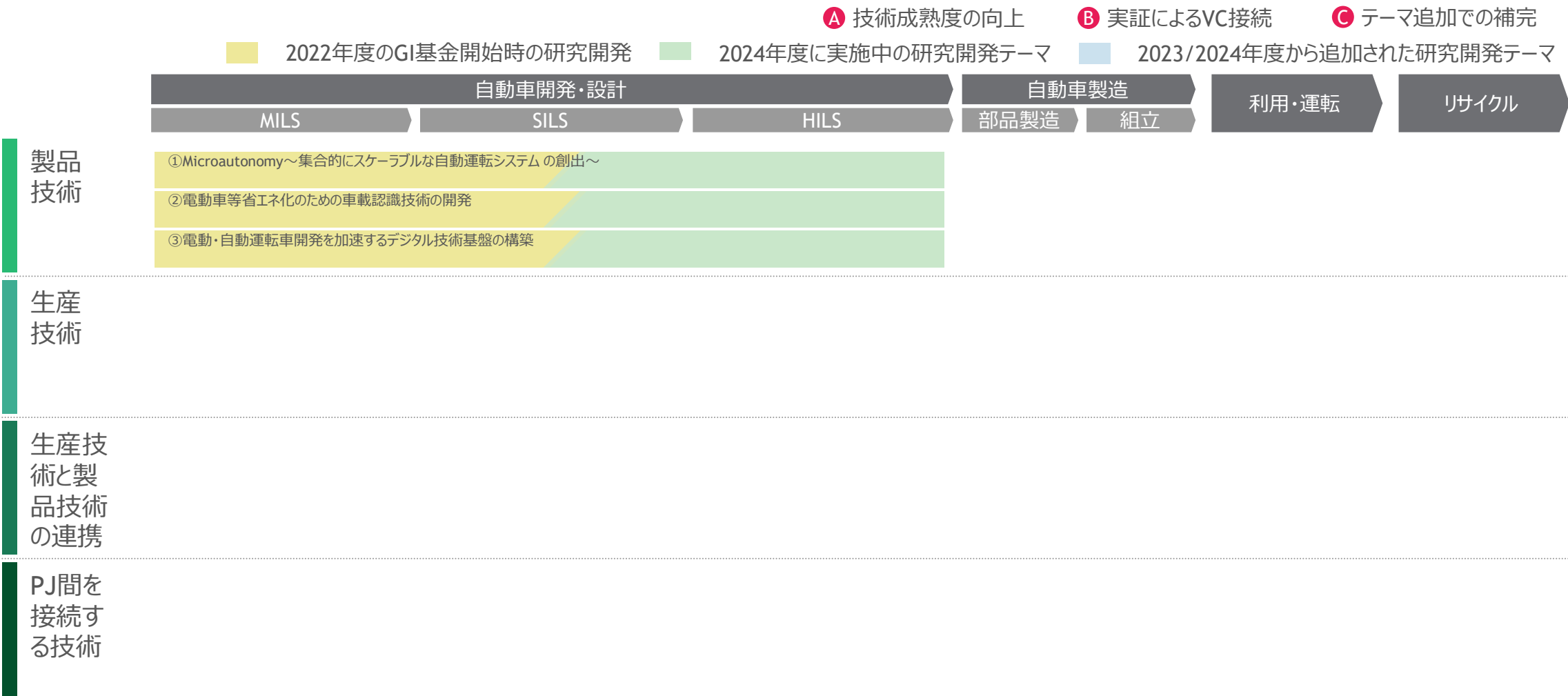
GI基金開始当初から研究開発テーマが技術類型ごとに設定され取り組んでいる状況 蓄電池開発では製品技術から生産技術への移行も進む

⑫次世代蓄電池・次世代モーターの開発の技術類型の推移



自動運転に関するハードウェアとソフトウェアに関する研究開発テーマについて TRLが4-5の製品技術開発を実施している状況

⑬ 電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発の技術類型の推移



GI基金開始当初から研究開発テーマが技術類型ごとに設定されている状況 すでに技術が成熟している分野のためPJ間を接続する技術の開発も実施

⑭スマートモビリティ社会の構築の技術類型の推移

Ⓐ 技術成熟度の向上

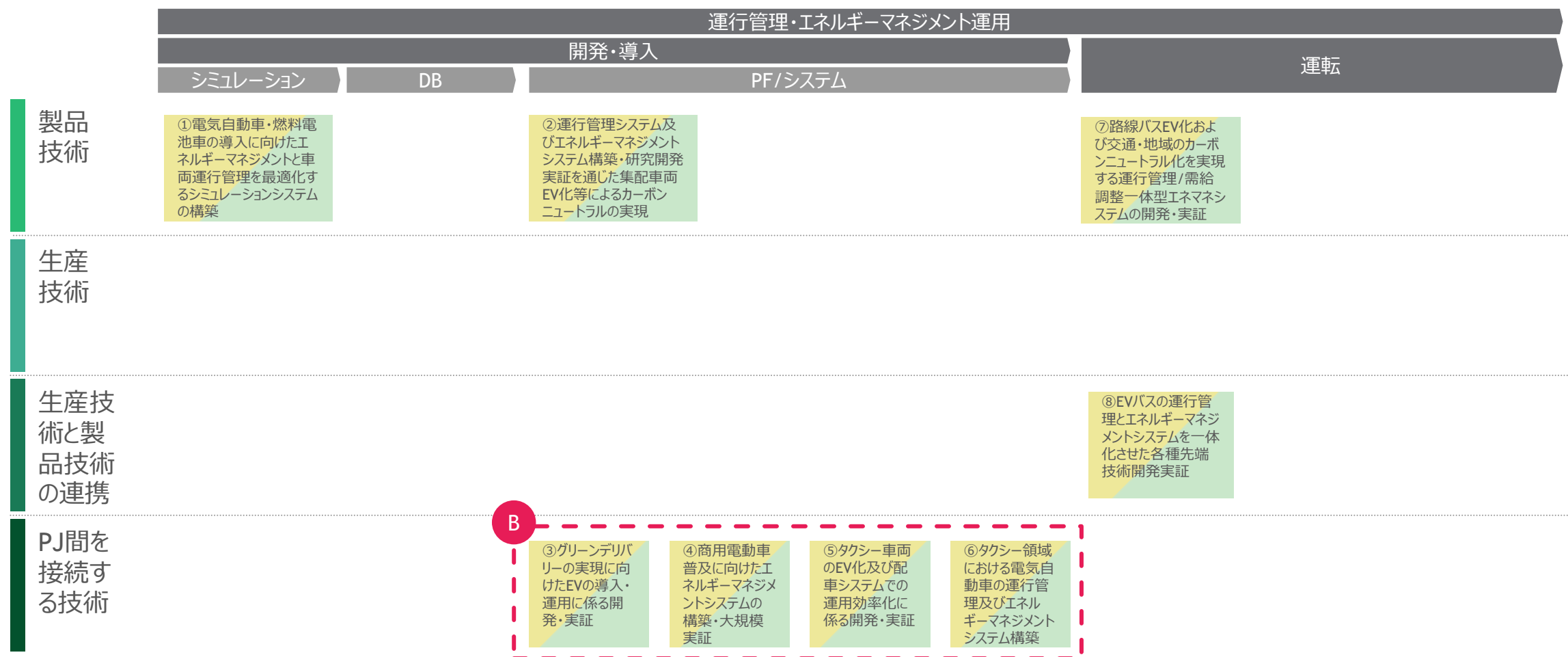
Ⓑ 実証によるVC接続

Ⓒ テーマ追加での補完

2022年度のGI基金開始時の研究開発

2024年度に実施中の研究開発テーマ

2023/2024年度から追加された研究開発テーマ



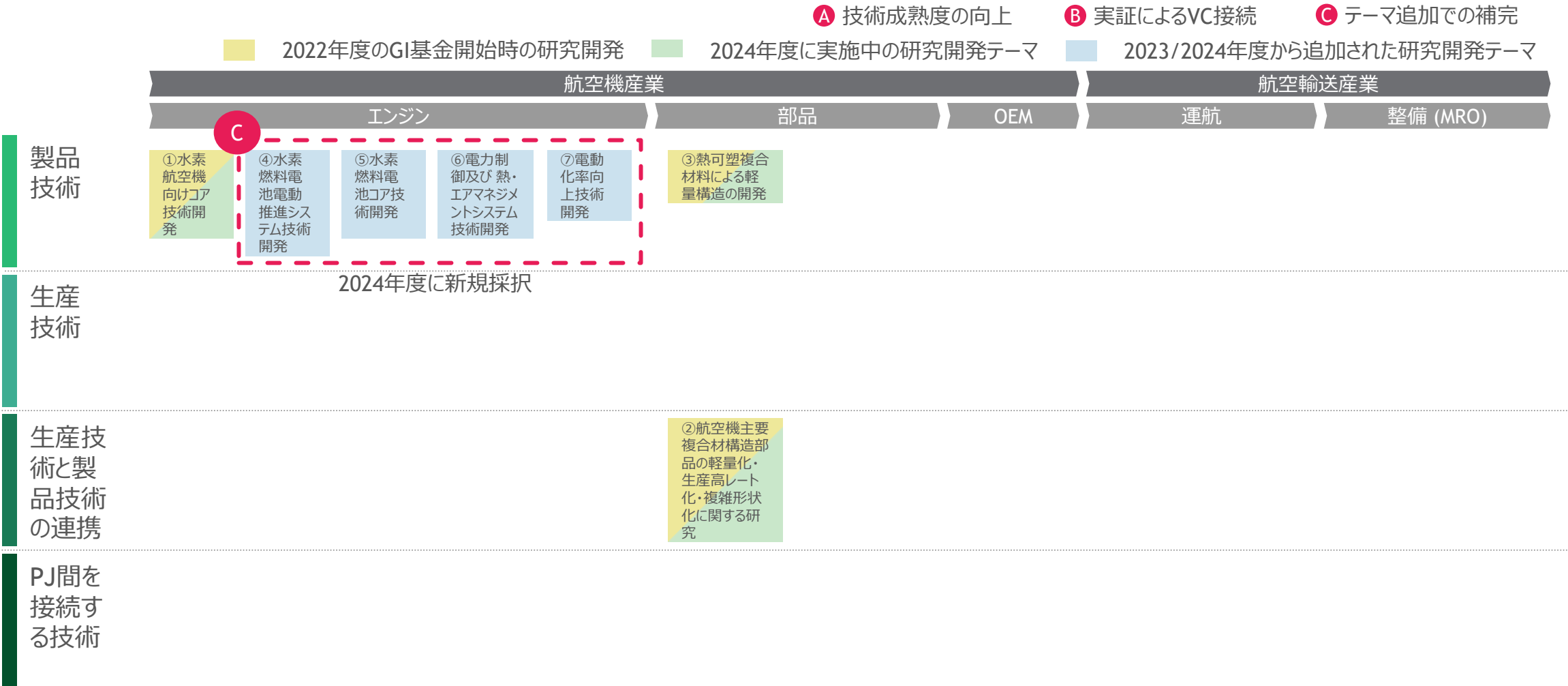
GI基金開始当初から研究開発テーマが技術類型ごとに設定されており開発が順調に進んでいる状況、またIoTセンシングプラットフォームの構築がテーマとして追加

⑮次世代デジタルインフラの構築の技術類型の推移



水素航空機や複合材料に関するテーマはGI基金PJ開始時から順調に進捗 2024年から航空機の電動化に関する研究開発テーマが追加された状況

⑯次世代航空機の開発の技術類型の推移



舶用水素エンジンやアンモニア燃料船の開発は製品技術開発に取り組んでいる状況 燃料アンモニアのサプライチェーンと接続するバンカリング技術の開発も追加

⑰次世代船舶の開発の技術類型の推移



農業・水産業・林業の各分野の研究テーマにおいて すでにプロジェクト実施者が生産技術を開発しており、生産技術と製品技術の連携を進めるフェーズにある状況

⑱食料・農林水産業のCO2等削減・吸収技術の開発の技術類型の推移



2023年からGI基金PJとして開始しており、多くの研究テーマが製品技術の開発フェーズにある状況

⑭バイオものづくり技術によるCO2を直接原料としたカーボンリサイクルの推進の技術類型の推移



2023年からGI基金PJとして開始しており、生産技術の開発に取り組んでいる状況

②⑩製造分野における熱プロセスの脱炭素化の技術類型の推移



業務
①-d
②-a

①-d

日本のGX全体戦略/実行への接続性分析

②-a

分野横断的な取組可能性検証

GI基金の20プロジェクト別に作成したVC俯瞰図を元に、既存VC内での支援余地を検討 さらにVC同士の連関性の分析を実施

GI基金のPJの現状把握・支援余地検討・連関性の分析アプローチ

	PJ別VC俯瞰図作成	既存VC内での支援余地検討	VC同士の連関性の分析
該当作業	①-a:GI基金取組20プロジェクト俯瞰図作成 ①-b:エネ環主導5分野/39テーマ内容反映	①-c:既存取組の課題と支援策検討	②-a:分野横断的な取組可能性検証
概要	各プロジェクトごとに全体のバリューチェーンを作成し、GI基金およびエネ環の各テーマがどこをカバーしているかをプロット	PJ別VC俯瞰図からGI基金やエネ環でカバーできていないテーマを抽出し、技術開発支援余地を特定	PJ別VC俯瞰図同士の接続をプロットし、VC同士の連関性を整理 エネルギー供給や材料供給など連関性の類型をまとめ、具体的な接続パターンをプロット
アウトプットイメージ			

分野横断的な取組への示唆

脱炭素を経済成長につなげるための具体的な政策として技術開発のGIと社会実装のGXが存在、技術の社会実装には両者の"橋渡し"が必要

- GXでは2050年CNに向けGIで開発した技術のうち実装に適した技術を選定し、社会実装（インフラ整備、機械設備の更新・新設など）を支援することが目的
- GIではGXでの社会実装に向けた必要な要素・生産技術の開発を実施し、2050年カーボンニュートラルに向けてあらゆるシナリオに対応できるよう、幅広く脱炭素技術の開発を支援することが目的

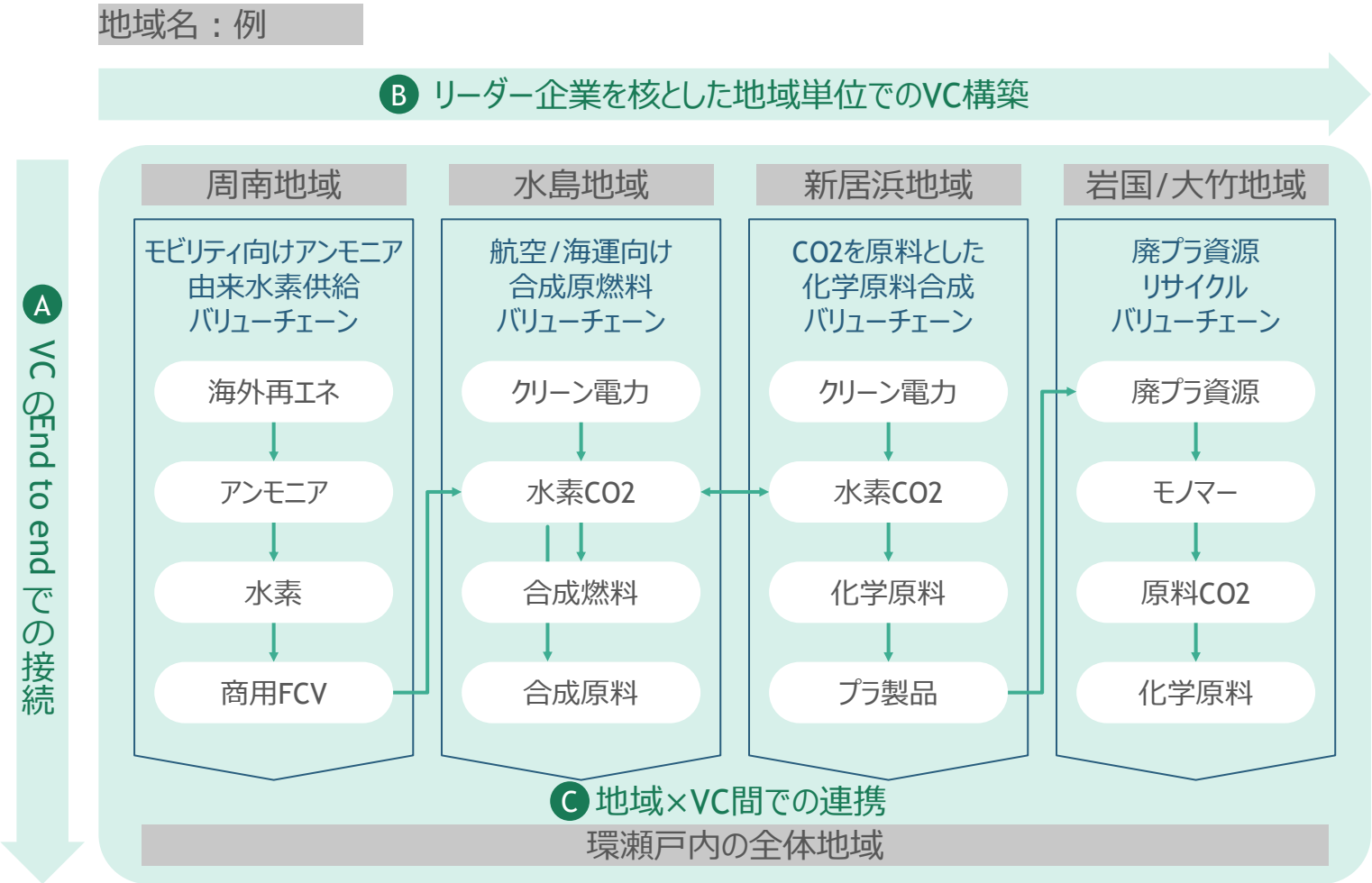
社会実装の"橋渡し"をするためには、GIで研究している技術を組み合わせて"価格転嫁"できるバリューチェーンの構築が必須

- バリューチェーンの上流から下流までバーチャルにカバーするために、GIで開発している複数の技術をパズルピースのように組み合わせることが必要
- End to endのバリューチェーンを構築することで、脱炭素技術を最終製品/サービスに価格転嫁することが可能

GI基金プロジェクトの分野横断的な取組の検討においては、①エネルギーをつくる(原燃料転換バリューチェーン)、②作ったエネルギーを使いこなす(エネルギーマネジメントバリューチェーン)、③エネルギーを使って作ったもの自体も使いこなす(リサイクルバリューチェーン)、の3つの観点のVCが重要

- ①原燃料転換バリューチェーン
 - 原燃料転換バリューチェーンでは、洋上風力や太陽光発電などの再エネや、CCS付き火力発電、原子力発電などのクリーンエネルギーから合成燃料や化学原料を製造することにより、エネルギー源や原材料そのものを変えることで、脱炭素およびエネルギー安定供給の実現を目指す
- ②エネルギーマネジメントバリューチェーン
 - エネルギーマネジメントバリューチェーンでは、供給量が限られる洋上風力や太陽光発電などの再エネや、CCS付き火力発電、原子力発電などのクリーンエネルギーをモビリティ分野や産業プロセス分野において効率的に利用することで、脱炭素および経済成長の両方の実現を目指す
- ③リサイクルバリューチェーン
 - リサイクルバリューチェーンでは、CO2資源や金属資源、廃プラ資源をリサイクルすることで、原燃料製造やエネルギー生産に関わるCO2排出量を削減するとともに、循環型社会の実現を目指す

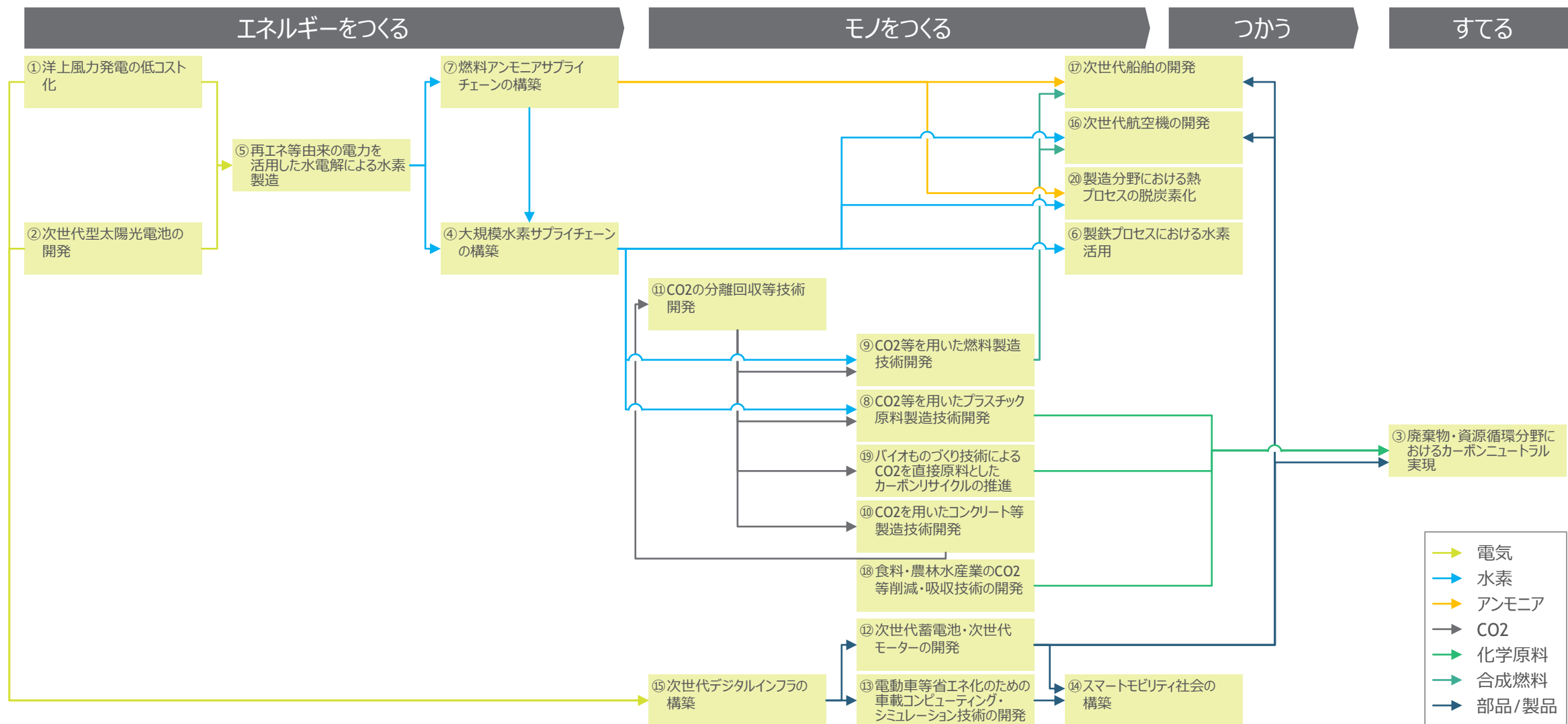
GX連携に向けては **A** VCのEnd to endでの接続に加えて
B リーダー企業を核とした地域単位でのVC構築と**C** 地域×VC間での連携が重要
GX連携に向けた打ち手仮説



- A** VCのEnd to endでの接続
上流から下流まで接続することで、最終製品/サービスに対する価格転嫁が可能なVCの構築が必要
- B** リーダー企業を核とした地域単位でのVC構築
産業立地や再エネポテンシャルの分布を踏まえて、地域単位で主要な企業が連携してVCを構築することが必要
- C** 地域×VC間での連携
各地域のVC同士の連携 (隣接・広域) も検討必要

20プロジェクトについて、産業全体を俯瞰して各プロジェクトの位置付け・相互連関を整理

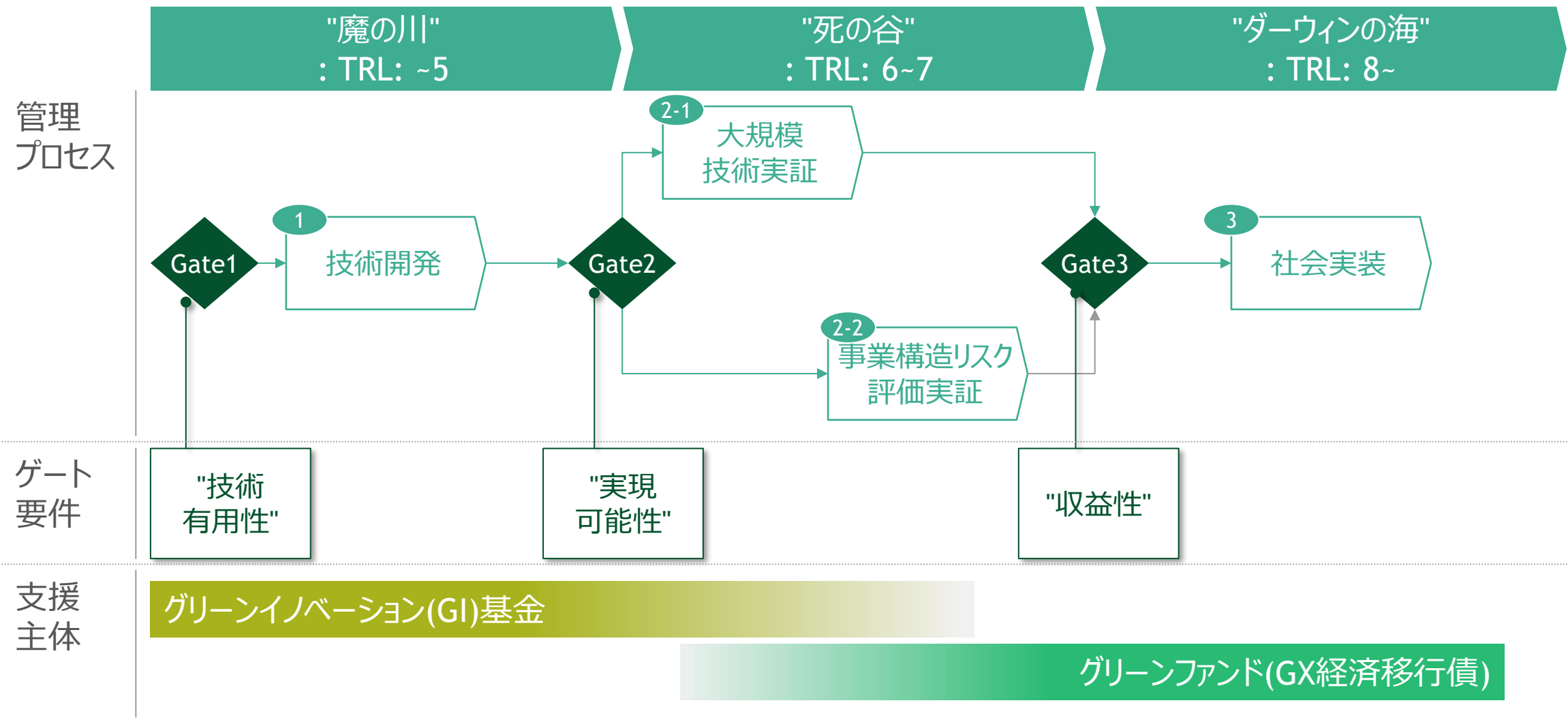
GI基金で取り組む20プロジェクトの連関 (超俯瞰図)



Source: BCG分析

GI基金とGX投資の橋渡しにより"死の谷"を越えることが重要

GX-GIの橋渡しの重要性



脱炭素化に向けた革新技术の支援を目的とするGI基金に対して、GX経済移行債は革新技术の社会実装による製造プロセスやビジネスモデルの脱炭素化シフトが目的

GX戦略による支援とGI基金の目的

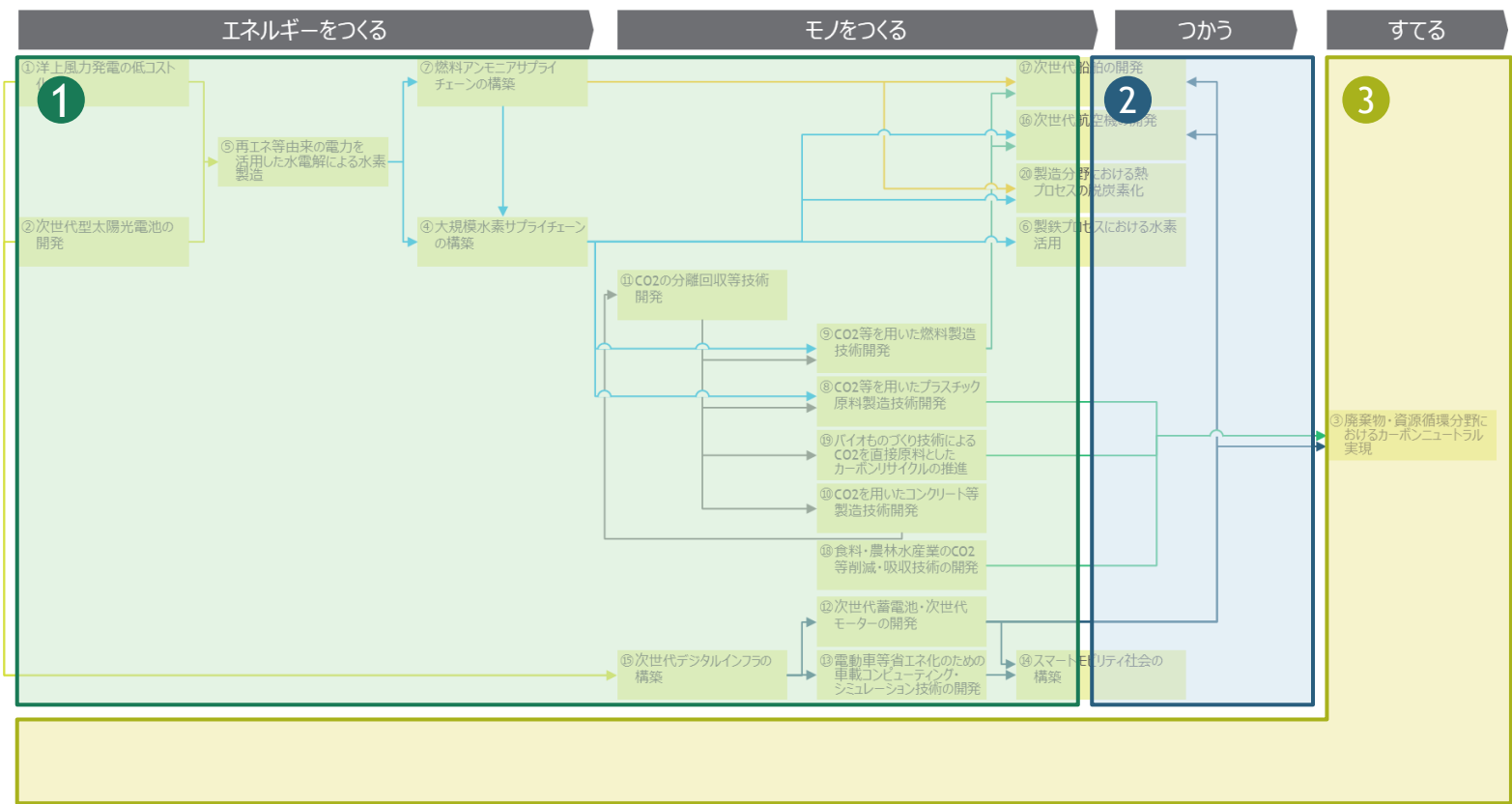
	グリーンイノベーション(GI)基金	グリーンファンド(GX経済移行債)
目的	民間企業が実施する 脱炭素技術の研究開発に対する資金支援	脱炭素技術の 社会実装や産業構造の変革に向けた投資枠組みの整備
取組テーマ	20プロジェクト - 洋上風力発電の低コスト化 - 次世代型太陽光電池の開発 - 廃棄物・資源循環分野におけるカーボンニュートラル実現 - 大規模水素サプライチェーンの構築 - 再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造 - 製鉄プロセスにおける水素活用 - 燃料アンモニアサプライチェーンの構築 - CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発 - CO2等を用いた燃料製造技術開発 - CO2を用いたコンクリート等製造技術開発 - CO2の分離回収等技術開発 - 次世代蓄電池・次世代モーターの開発 - 電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発 - スマートモビリティ社会の構築 - 次世代デジタルインフラの構築 - 次世代航空機の開発 - 次世代船舶の開発 - 食料・農林水産業のCO2等削減・吸収技術の開発 - バイオものづくり技術によるCO2を直接原料としたカーボンサイクルの推進 - 製造分野における熱プロセスの脱炭素化	16分野 (分野別投資戦略策定済み) - 鉄鋼 - 化学 - 紙パルプ - セメント - 自動車 - 蓄電池 - 航空機 - SAF - 船舶 - 暮らし - 資源循環 - 半導体 - 水素等 - 次世代再エネ - 原子力 - CCS
支援方法	研究開発や実証事業に対する 補助金を提供 する形で支援	日本政府が債券を発行し、調達した資金を 各分野に投資 する形で支援
支援金額	2兆2,628億円 (2024年4月時点)	20兆円 (官民合わせて150兆円)

分野横断的な取組の検討においては、①エネルギーをつくる、②作ったエネルギーを使いこなす、③エネルギーを使って作ったものの自体も使いこなす、の3つの観点のバリューチェーンが重要

超俯瞰図から見えるGXに向けたバリューチェーンの類型

超俯瞰図におけるバリューチェーン類型のカバー状況

バリューチェーン類型



"エネルギーをつくる"

- ① 原燃料転換バリューチェーン
クリーンエネルギーを燃料や原料に変換

"エネルギーを使いこなす"

- ② エネルギーマネジメントバリューチェーン
クリーンエネルギーをモビリティや産業プロセスで効率的に利用

"作ったものを使いこなす"

- ③ リサイクルバリューチェーン
CO2や金属資源、廃プラをリサイクルして利用

類型化した3つのバリューチェーンについて、社会実装可能性の観点から具体的な関連事例を検討

超俯瞰図から見えるバリューチェーンの類型と関連バリューチェーン

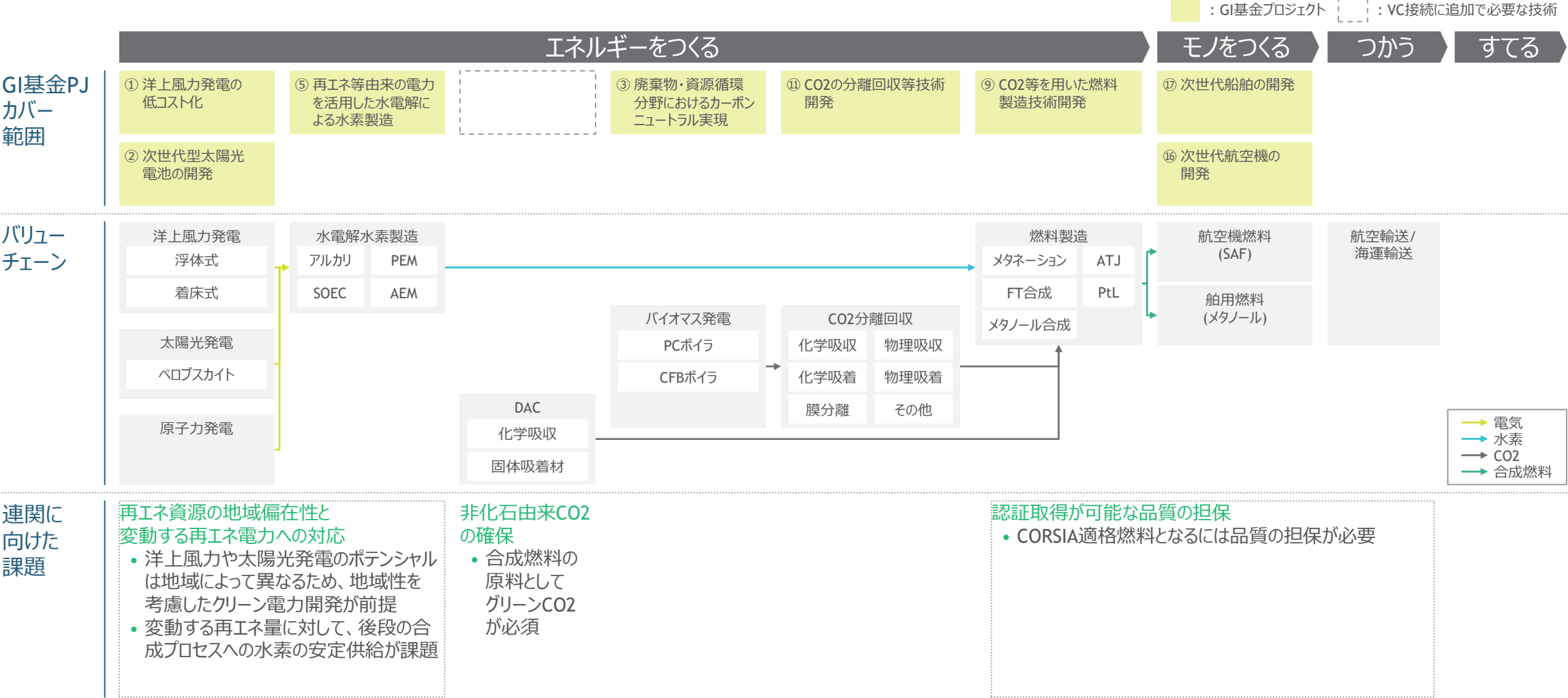
軸	軸の概要	社会実装可能性の高いバリューチェーン (VC)	
① 原燃料転換バリューチェーン	再エネ、CCS付き火力発電、原子力発電などのグリーンエネルギーを、合成燃料や化学原料など物質に転換して産業利用するバリューチェーン	①-a	航空/海運向け合成燃料VC 価格転嫁し易い合成燃料の製造を再エネ水素とバイオマスまたはDAC由来のCO2から合成
		①-b	CO2を原料とした化学原料合成VC 化学原料について再エネ水素とバイオマスまたはDAC由来のCO2から合成
		①-c	モビリティ向けアンモニア由来水素供給VC 海外からグリーン/ブルー水素を輸入し、商用FCVによるモビリティで利用
		⋮	
② エネルギーマネジメントバリューチェーン	再エネ、CCS付き火力発電、原子力発電等のグリーンエネルギーを、モビリティ用途や産業プロセスにおいて電気エネルギーとしてそのまま利用するバリューチェーン	②-a	グリーン電力によるグリーン鉄製造VC 再エネ水素製造や大規模水素サプライチェーンと連携して製鉄プロセスで水素(グリーン電力由来)活用
		②-b	グリーン電力によるスマートモビリティ向け電力供給VC 国内グリーン電力とEV向けのパワー半導体、モーター、蓄電池の製造と連携して利用
		②-c	グリーン電力によるデータセンター運用VC 国内再エネや半導体製造技術をデータセンターで利用
		⋮	
③ リサイクルバリューチェーン	CO2や金属資源、廃プラなどをリサイクルすることで、原燃料や蓄電池向けに再利用するバリューチェーン	③-a	CO2資源リサイクルVC CO2分離回収技術とセメント/コンクリート製造や燃料・化学品の製造との連携
		③-b	金属資源リサイクルVC 大型電炉による鉄のリサイクルと合わせて、半導体や蓄電池由来の希少金属もリサイクル
		③-c	廃プラ資源リサイクルVC 海外からグリーン/ブルー水素を輸入し、商用FCVによるモビリティで利用
		⋮	

(ご参考) 各連関バリューチェーン (VC) とGI基金の紐づき

分類	バリューチェーン (VC)	GI基金プロジェクト																			
		洋上風力	太陽光	資源循環	水素SC	水素製造	製鉄水素	NH ₃ SC	CO ₂ プラ	CO ₂ 燃料	コンクリート	CO ₂ 回収	蓄電モーター	車載シミュ	スマモビ	デジタル	航空機	船舶	食料農水	バイオ	熱処理
1 原燃料転換バリューチェーン	1-a 航空/海運向け合成燃料VC	✓	✓	✓		✓				✓		✓					✓	✓			
	1-b CO2を原料とした化学原料合成VC	✓	✓	✓		✓			✓			✓								✓	
	1-c モビリティ向けアンモニア由来水素供給VC	✓	✓			✓		✓				✓									
2 エネルギー・マネジメントバリューチェーン	2-a クリーン電力によるグリーン鉄製造VC	✓	✓		✓	✓	✓					✓									
	2-b クリーン電力によるスマートモビリティ向け電力供給VC	✓	✓									✓	✓	✓	✓	✓					
	2-c データセンターで発生する廃熱利用VC	✓	✓									✓									✓
3 リサイクルバリューチェーン	3-a CO2資源リサイクルVC			✓			✓		✓	✓	✓	✓								✓	
	3-b 金属資源リサイクルVC		✓	✓									✓				✓				
	3-c 廃プラ資源リサイクルVC			✓																	✓

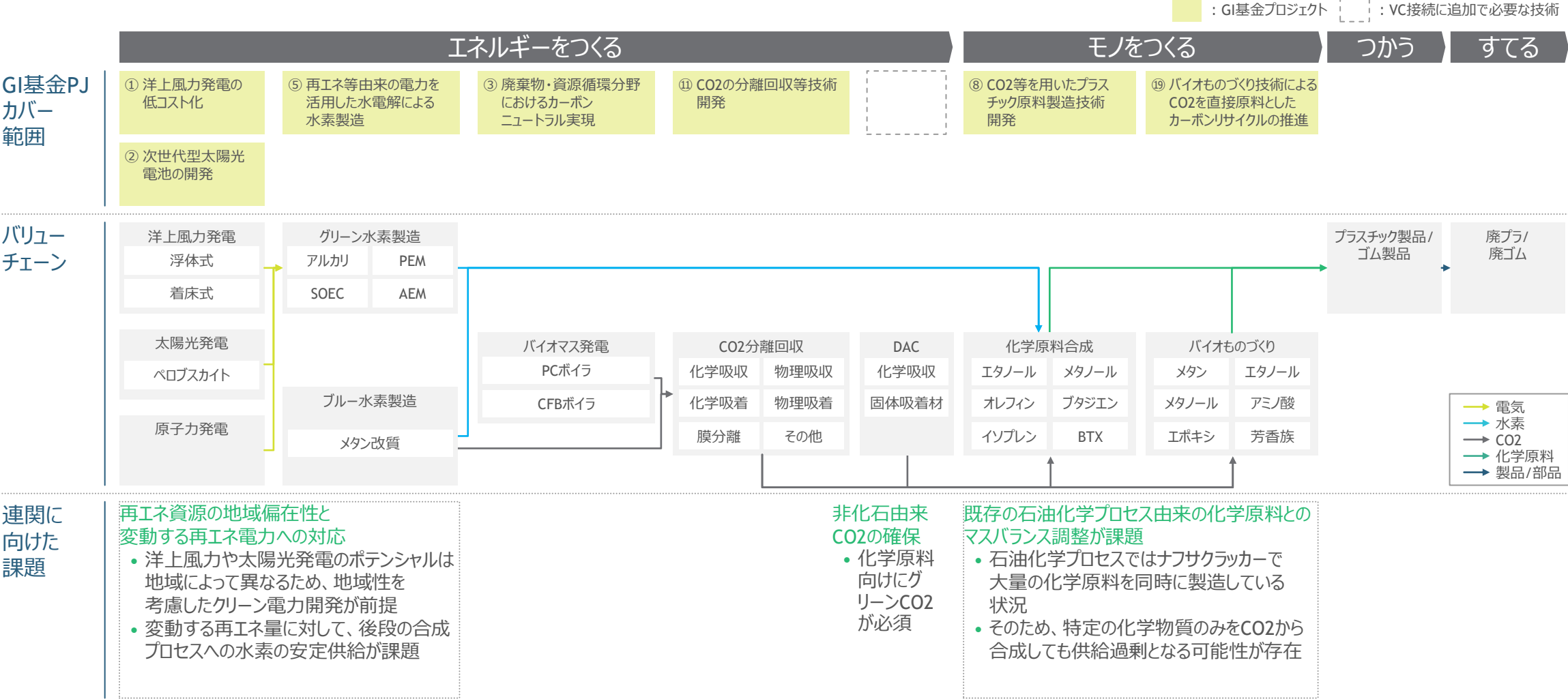
合成燃料は再エネ水素とバイオマスまたはDAC由来のCO2から合成するため、CO2を用いた燃料製造技術開発を中心として連携しVCを接続することが可能

分野横断的な取組の検討:①-a 航空/海運向け合成燃料VC



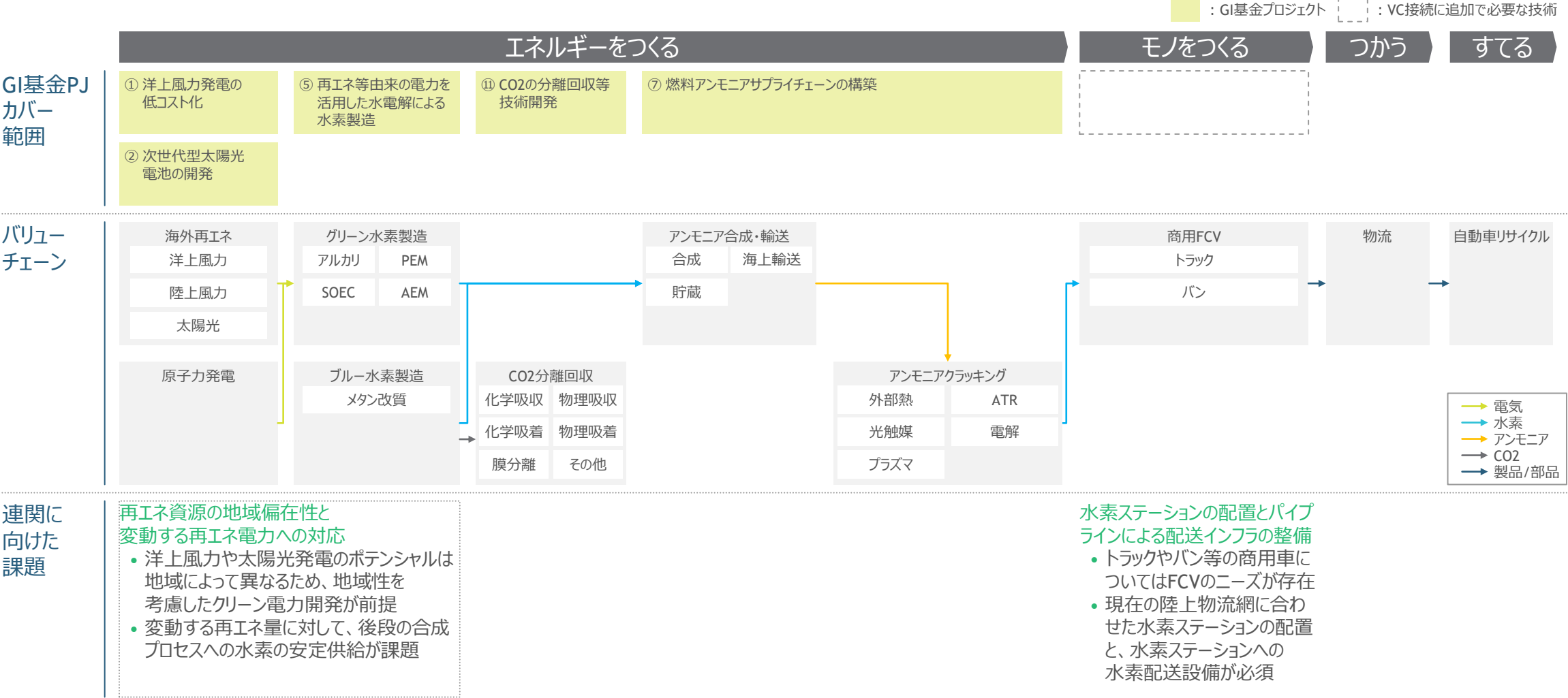
化学原料についても再エネ水素とバイオマスまたはDAC由来のCO2から合成できるため、CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発を中心として連携することでVCが接続

分野横断的な取組の検討：①-b CO2を原料とした化学原料合成VC



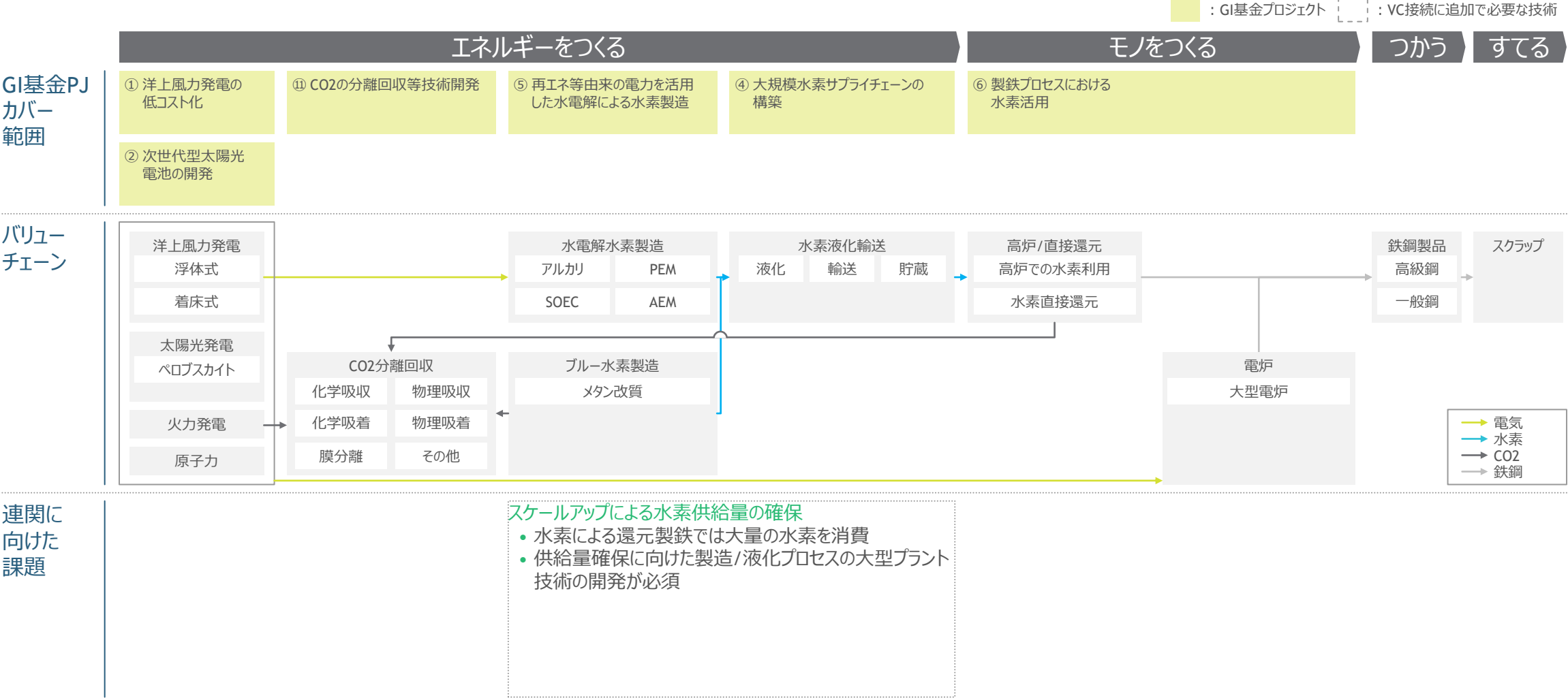
燃料アンモニアサプライチェーンの構築を中心として、海外からグリーン/ブルー水素を輸入し商用FCVによるモビリティ利用と連携することで燃料転換のVCをカバー

分野横断的な取組の検討：①-c モビリティ向けアンモニア由来水素供給VC



製鉄プロセスにおける水素活用を中心として、再エネ水素製造や大規模水素サプライチェーンの構築と連携することでグリーン鉄製造のVCが完成

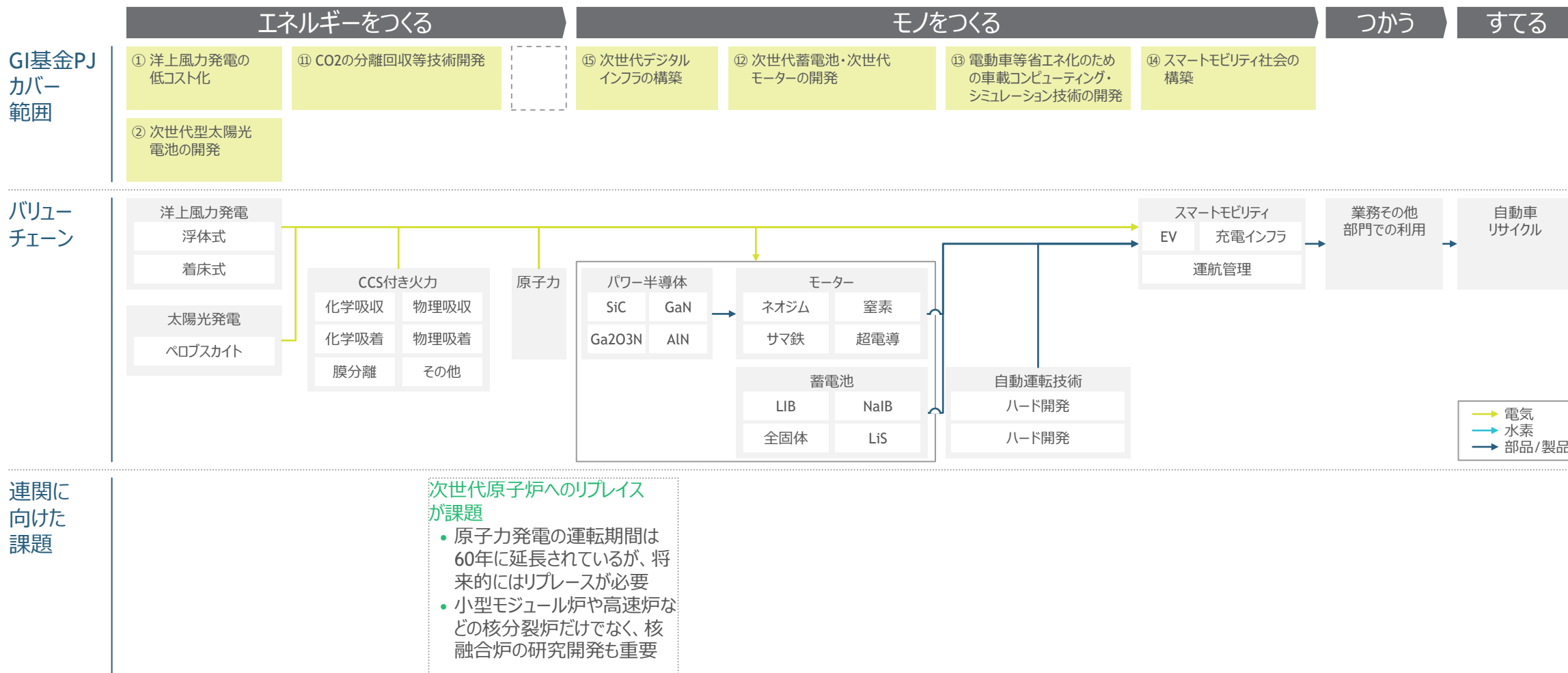
分野横断的な取組の検討：②-a クリーン電力によるグリーン鉄製造VC



国内グリーン電力やEV向けのパワー半導体、モーター、蓄電池の製造と連携し、スマートモビリティ社会の構築に向けたVC全体を接続

分野横断的な取組の検討: ②-b グリーン電力によるスマートモビリティ向け電力供給VC

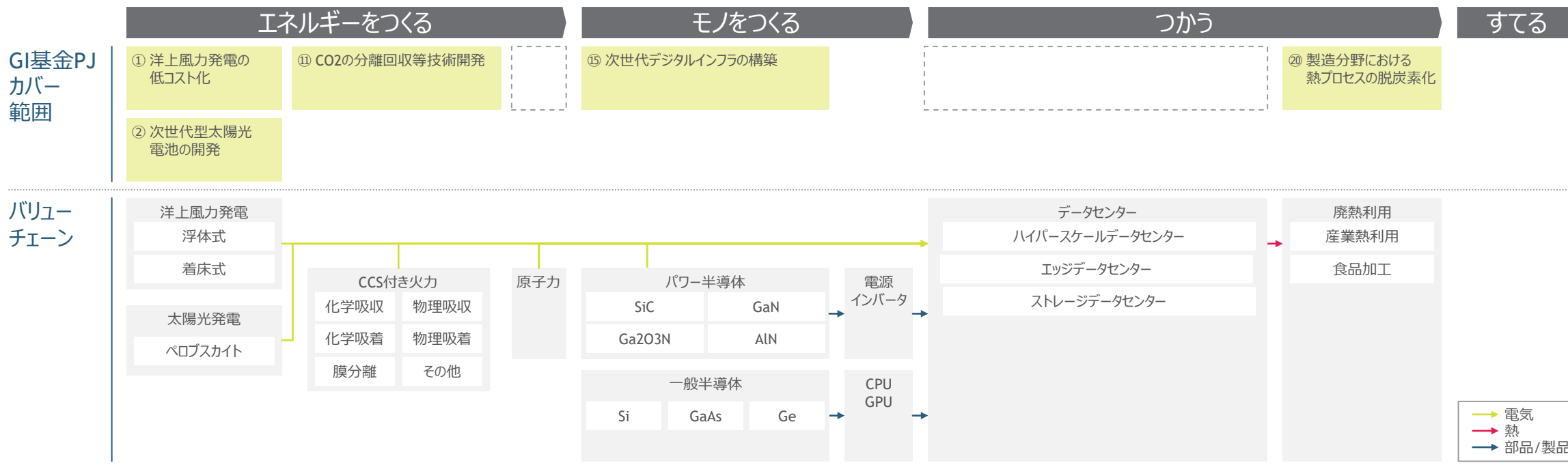
■ : GI基金プロジェクト □ : VC接続に追加で必要な技術



国内再エネや半導体製造技術はデータセンターでの利用との関連余地があり、下流側ではデータセンターからの廃熱利用も含めることでVCがつながる可能性

分野横断的な取組の検討：②-c クリーン電力によるデータセンター運用VC

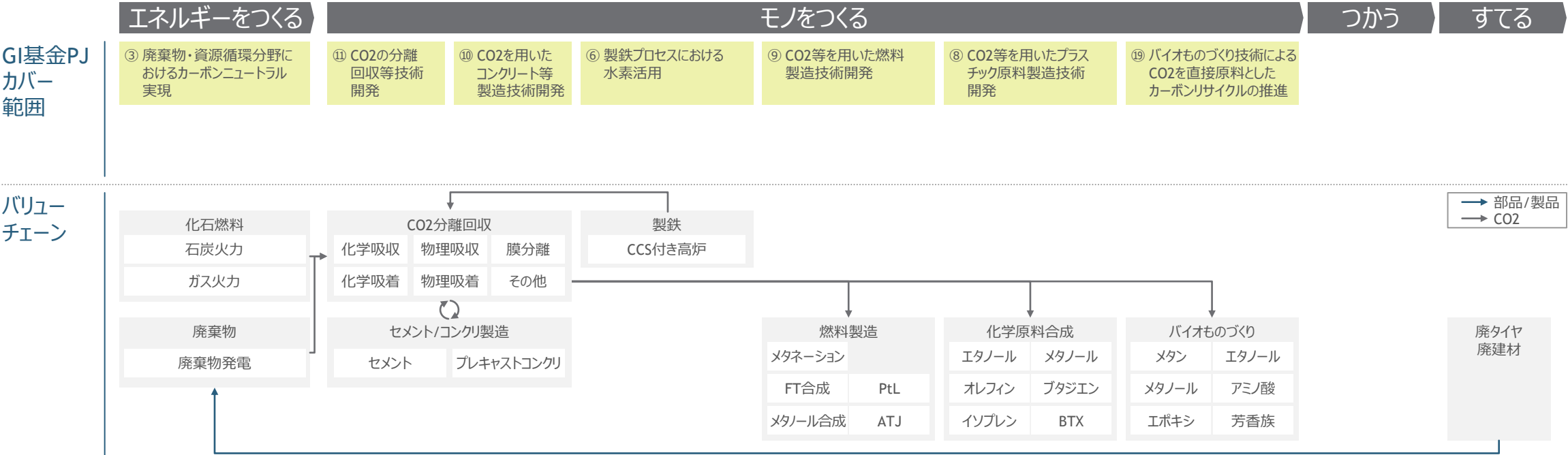
■ : GI基金プロジェクト □ : VC接続に追加に必要な技術



CO2分離回収技術を中心としたCO2資源のリサイクル・セメント/コンクリート製造や燃料・化学品の製造が連携し複数のVCの接続が可能

分野横断的な取組の検討：③-a CO2資源リサイクルVC

■ : GI基金プロジェクト □ : VC接続に追加に必要な技術



関連に向けた課題

小規模CO2排出源に合わせた標準設計プラントの開発が必要

- 既存のCO2分離回収技術は、石炭火力発電所や天然ガスプラント等大規模排出源に合わせてカスタマイズ設計されている状況
- バイオマス発電や廃棄物発電は比較的小規模かつ多くの排出源があるため、標準設計で大量生産されたプラントが必要

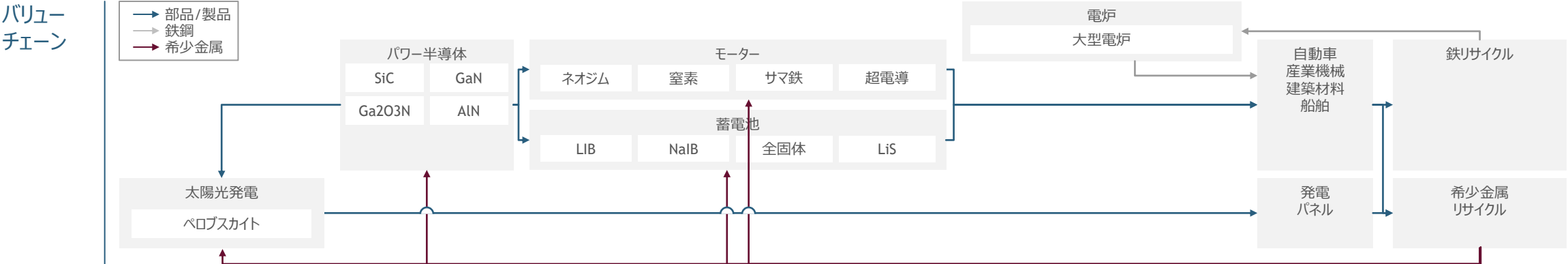
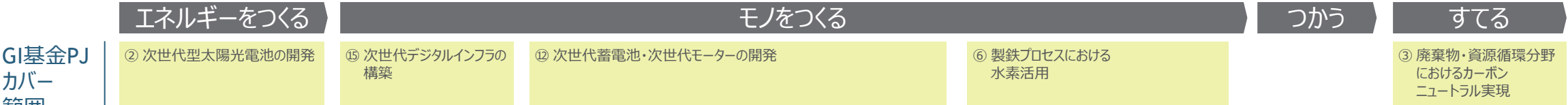
化石燃料由来のグレーCO2のリサイクルは将来的には縮小

- 化石燃料由来のグレーCO2からの燃料製造や原料合成は、将来的に脱炭素手段として認められない見通し
 - 欧州RED IIでは発電燃料由来のCO2は2035年まで、製鉄等の産業活動由来のCO2は2040年まで認める方針
- そのため、燃料製造や化学原料合成向けのCO2源としては、バイオマス由来のCO2やDAC由来のCO2のみが対象となる見込み

鉄のリサイクルについては大型電炉プロセスへの原料供給、半導体や蓄電池、モーターに利用する希少金属は原材料としてのリサイクル利用により金属材料のVCをカバー

分野横断的な取組の検討：③-b 金属資源リサイクルVC

■ : GI基金プロジェクト □ : VC接続に追加で必要な技術



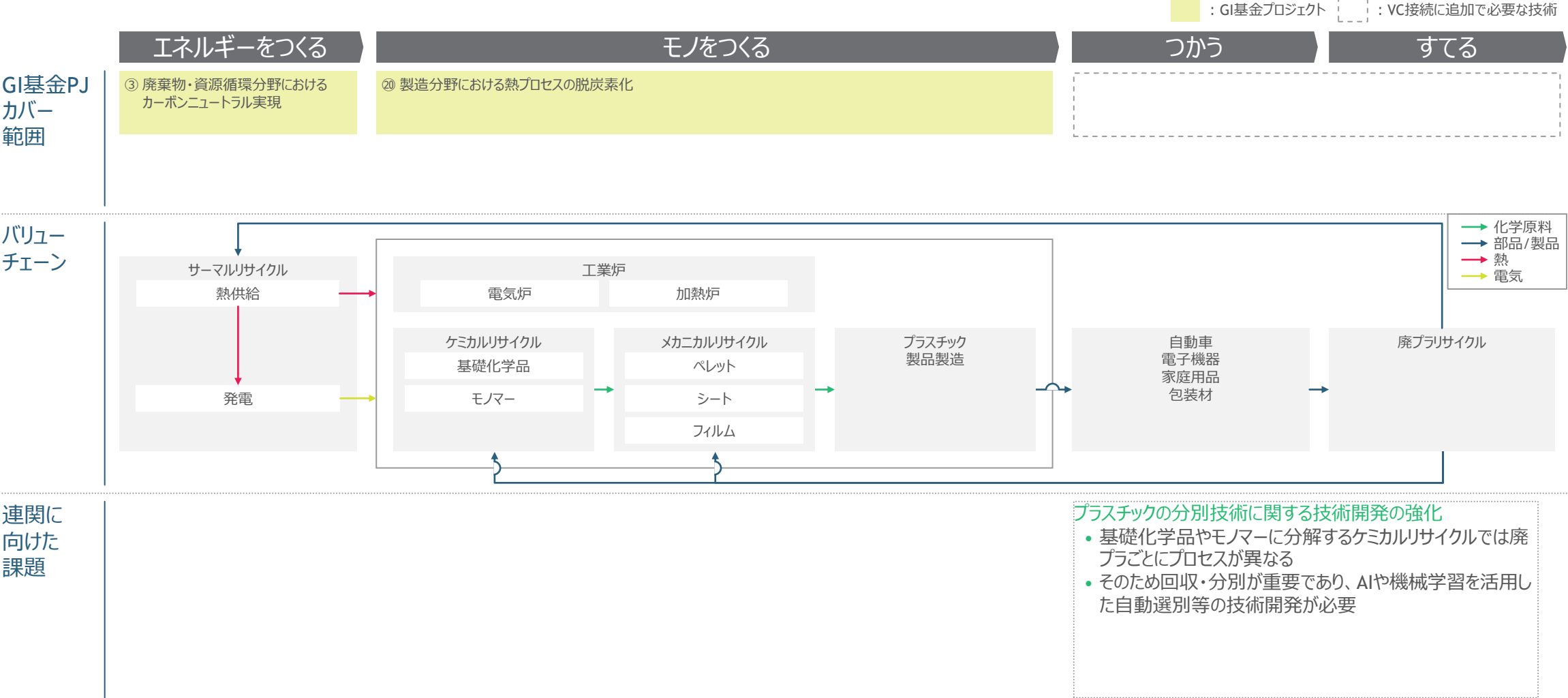
関連に向けた課題

原材料として利用する希少金属の回収・分別・精錬技術の強化

- 希少金属を含む蓄電池やモーターは規格・素材がバラバラなため回収・分別に技術開発が重要
- 回収・抽出した希少金属を原材料として使用するには品質基準を満たすことが必要であり、不純物の除去技術や精錬プロセスの技術開発の余地が存在

廃プラ資源のリサイクル方法は、ケミカルリサイクル・メカニカルリサイクル・サーマルリサイクルの3つのパスが存在し、ケミカルリサイクル技術の開発によりVCが接続可能となる見込み

分野横断的な取組の検討：③-c 廃プラ資源リサイクルVC



業務

②-b

②-c

②-b

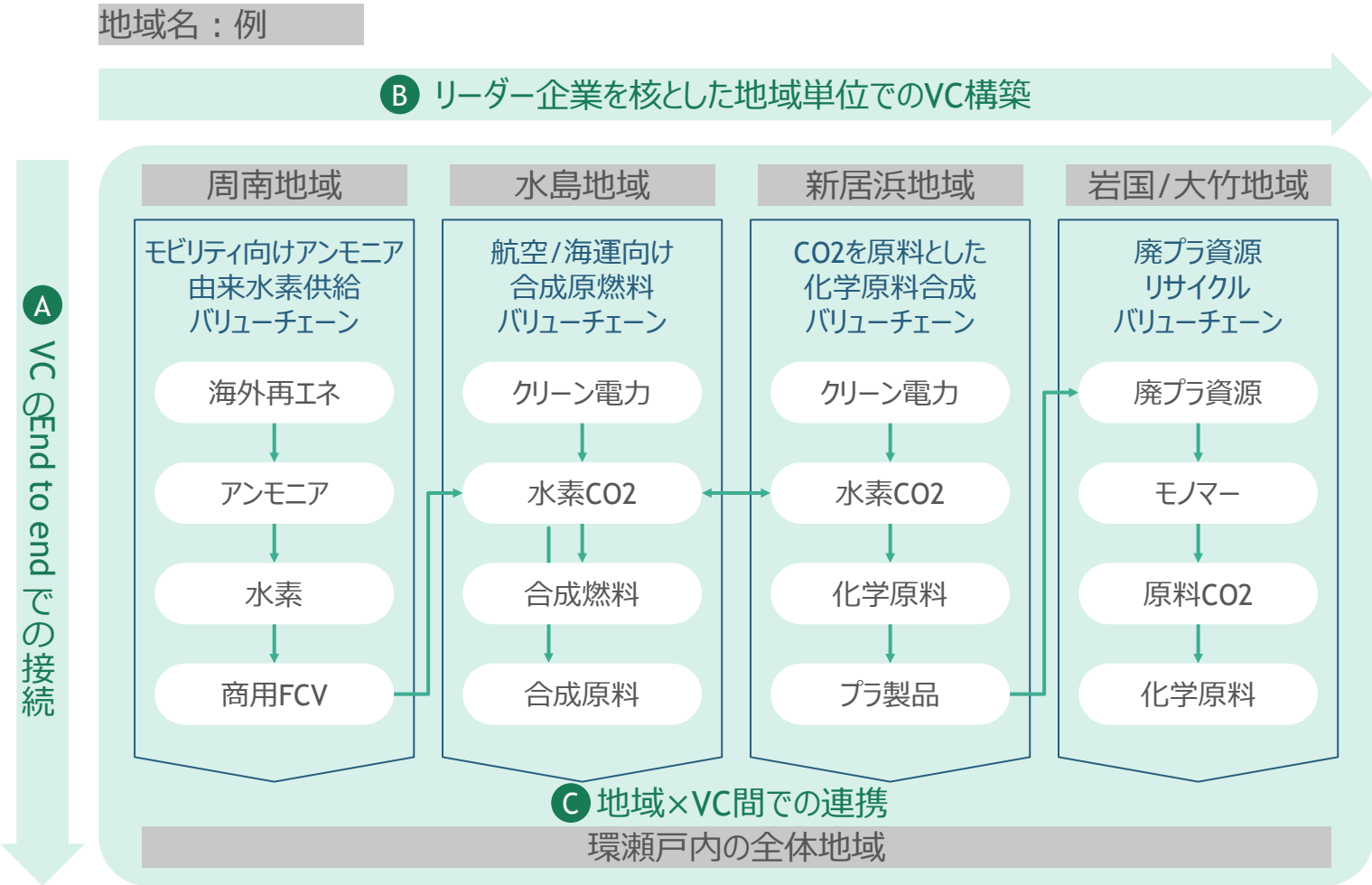
分野横断的取組の課題と支援策検討

②-c

気候変動を取り巻く直近グローバル動向分析

GX連携に向けては **A** VCのEnd to endでの接続に加えて **B** リーダー企業を核とした地域単位でのVC構築と **C** 地域×VC間での連携が重要

GX連携に向けた打ち手仮説



- A** VCのEnd to endでの接続
上流から下流まで接続することで、最終製品/サービスに対する価格転嫁が可能なVCの構築が必要
- B** リーダー企業を核とした地域単位でのVC構築
産業立地や再エネポテンシャルの分布を踏まえて、地域単位で主要な企業が連携してVCを構築することが必要
- C** 地域×VC間での連携
各地域のVC同士の連携 (隣接・広域) も検討必要

地域内/地域横断連携のエコシステムの在り方への示唆

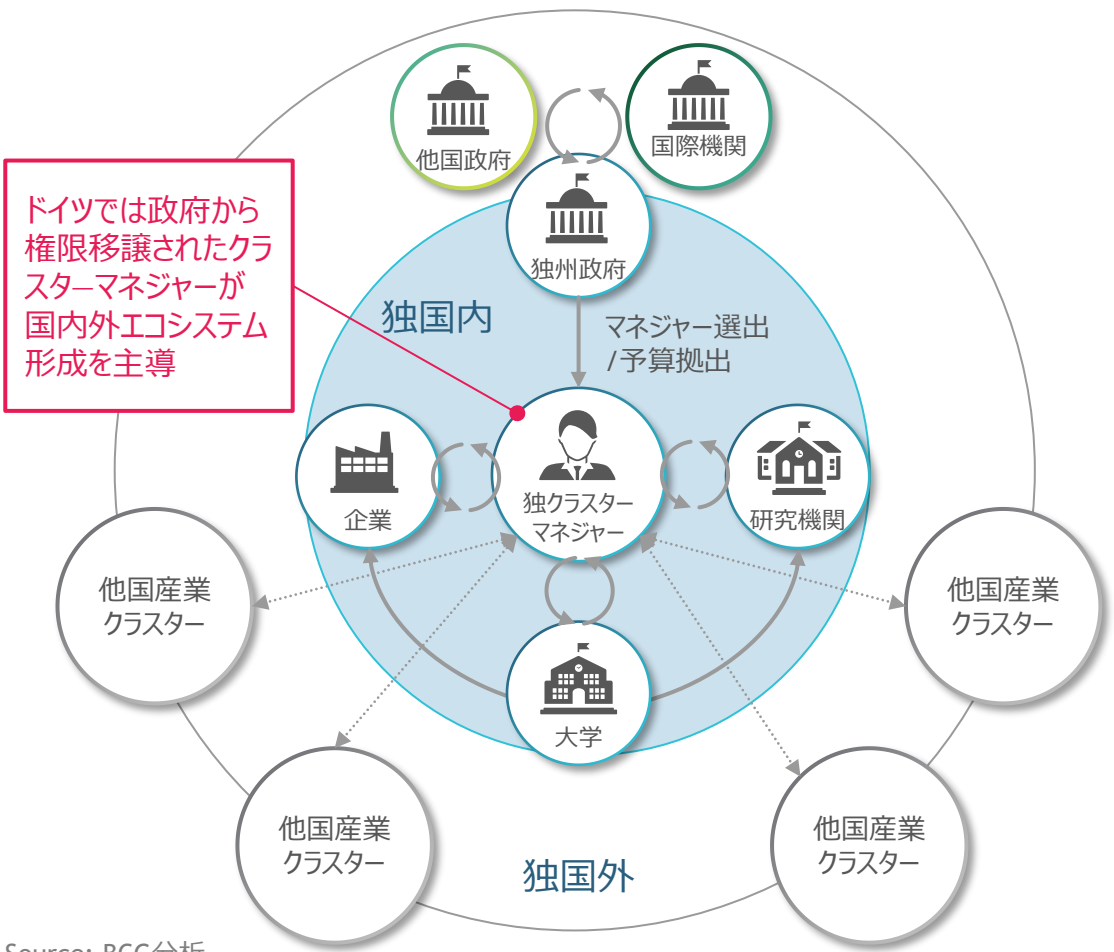
- I** 最終製品への価格転嫁によるバリューチェーン (VC) の経済的な独立 (=技術の社会実装) にはVC構築による実証が必要であり、
①"クラスター・マネジャー"による地域内連携の強化と、②地域横断連携による"連携バリューチェーン"構築が重要
- **地域内連携**：地域内でのVC構築には、研究開発と事業開発の"橋渡し"の役割を担う"クラスター・マネジャー"によるエコシステムの運営が必要
 - ドイツの産業クラスター政策では、その地域のリーダー企業や大学に所属する有識者が"クラスター・マネジャー"として産業クラスターを運営
 - クラスター構築の資金は国や州政府が拠出するが、実質的な運営の責任はクラスター・マネジャーに一任
 - クラスター・マネジャーが研究開発と事業開発の橋渡しを担い、自治体や企業間の調整やプロジェクト管理、進捗報告を一貫して実施
 - **地域横断連携**：地域横断のVC構築には、"連携可能な産業の集積"とあわせて"地方自治体の参加"が必要
 - 米国水素ハブの候補拠点23か所のうち、18か所が複数の州にまたがるハブの構築を提案、採択された7件のうち5件が地域横断連携のハブ
 - PNWG2ではワシントン州・オレゴン州・モンタナ州の各拠点に水素ステーションを整備することで地域横断の物流連携を図る計画
 - ARCH2ではオハイオ州・ペンシルバニア州・ウェストバージニア州の州政府が諮問委員会に州政府が参加して連携を協議
- II** 社会実装に向けて、スケールアップ開発や製造技術開発が必要なTRL 7以上の技術については技術開発と事業開発の境目がなくなり、
"技術開発と事業開発を一体化"して進めることが必要
- 技術の社会実装では、①技術確立の壁・②実証環境の壁・③市場受容性の壁の3つが存在し、特に③市場受容性の壁を超えることが重要
 - 脱炭素技術の社会実装で先行している欧米も、インフレや建築費の高騰によるコスト増を価格転嫁できず、③市場受容性の壁に直面している状況
 - 確実な価格転嫁の実現と社会実装のためには④VCのEnd to endでの接続・⑤地域単位でのVC構築・⑥地域 x VC間での連携により、技術開発と事業開発を一体化して進める必要
- III** 日本国内でも近接するコンビナートの広域連携が計画されており、水素利用やアンモニア利用、CCUSの分野で地域内/地域間VCの構築に向けて、
各地域の"リーダー企業"を中心に産業立地や再エネポテンシャル分布を元を進めることが重要
- 地域横断連携としては、瀬戸内地域で隣接する岩国・大竹、周南、宇部・山陽小野田の3コンビナートが連携可能性を検討
 - 水素供給インフラやCCS拠点については、コンビナートや大規模排出源などの産業立地を踏まえて整備が進む計画
 - 洋上風力発電についても北海道、東北日本海側、関東、九州で開発が進んでいる状況



独では、各州政府が産業政策立案権限を保有しており、クラスターマネジャーを通じた官民連携促進を通じて各地方独自の産業クラスターを形成

ドイツ: 官民連携組織事例

ドイツ: クラスターマネジャーによるエコシステム形成体制



Source: BCG分析

ドイツ: 産業クラスター構築事例

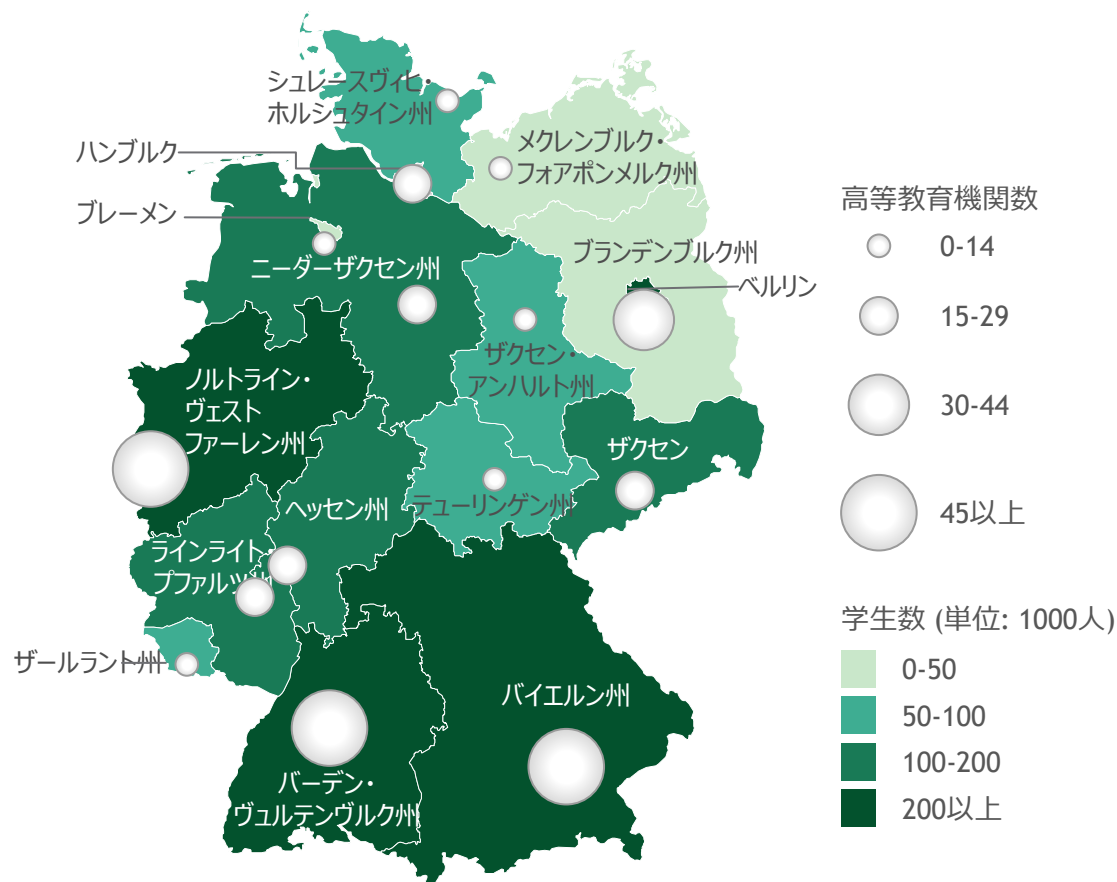




参考) ドイツの高度教育機関が存在するエリアは地域競争力が高いと想定されており、ドイツの地域経済が産学連携ベースで促進されている証左

ドイツの教育機関立地及び経済力の状況

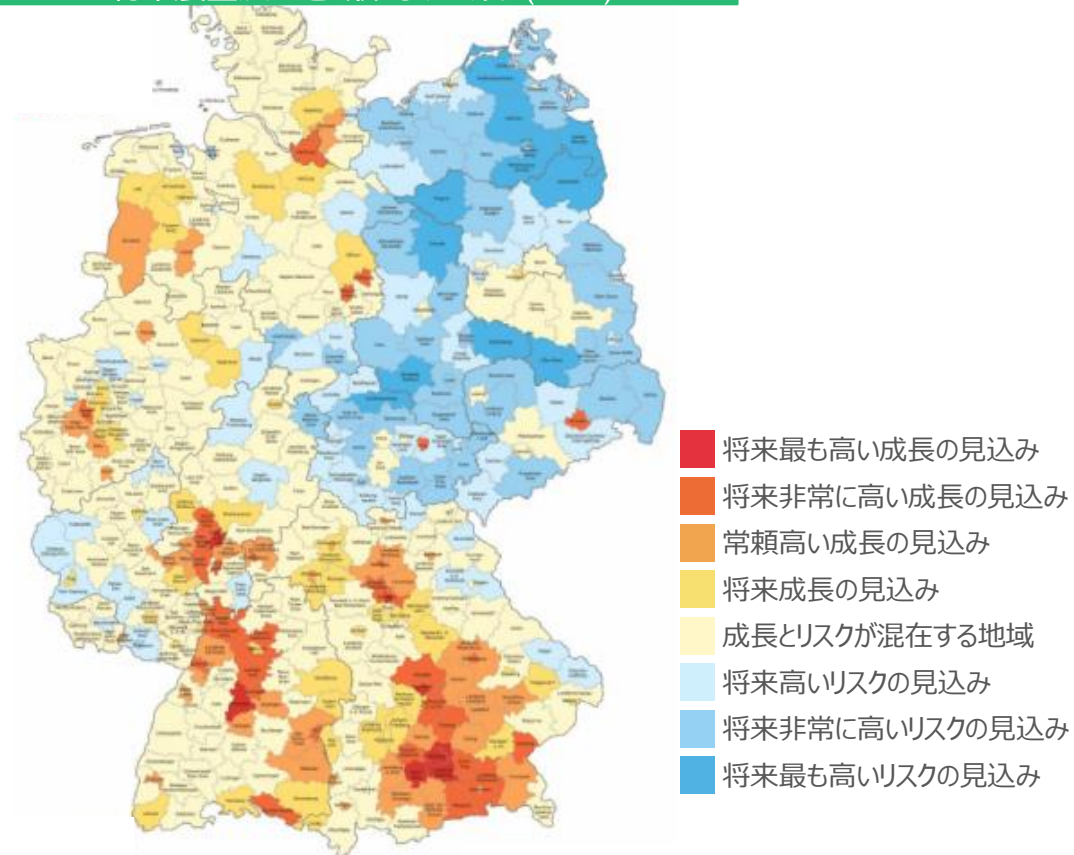
高等教育機関の分布状況



地域経済力の予想Map

[29 個のマクロ経済指標及び社会指標の現在値及び将来予測値から作成したもの]

将来展望及び地域競争力マップ(2010)





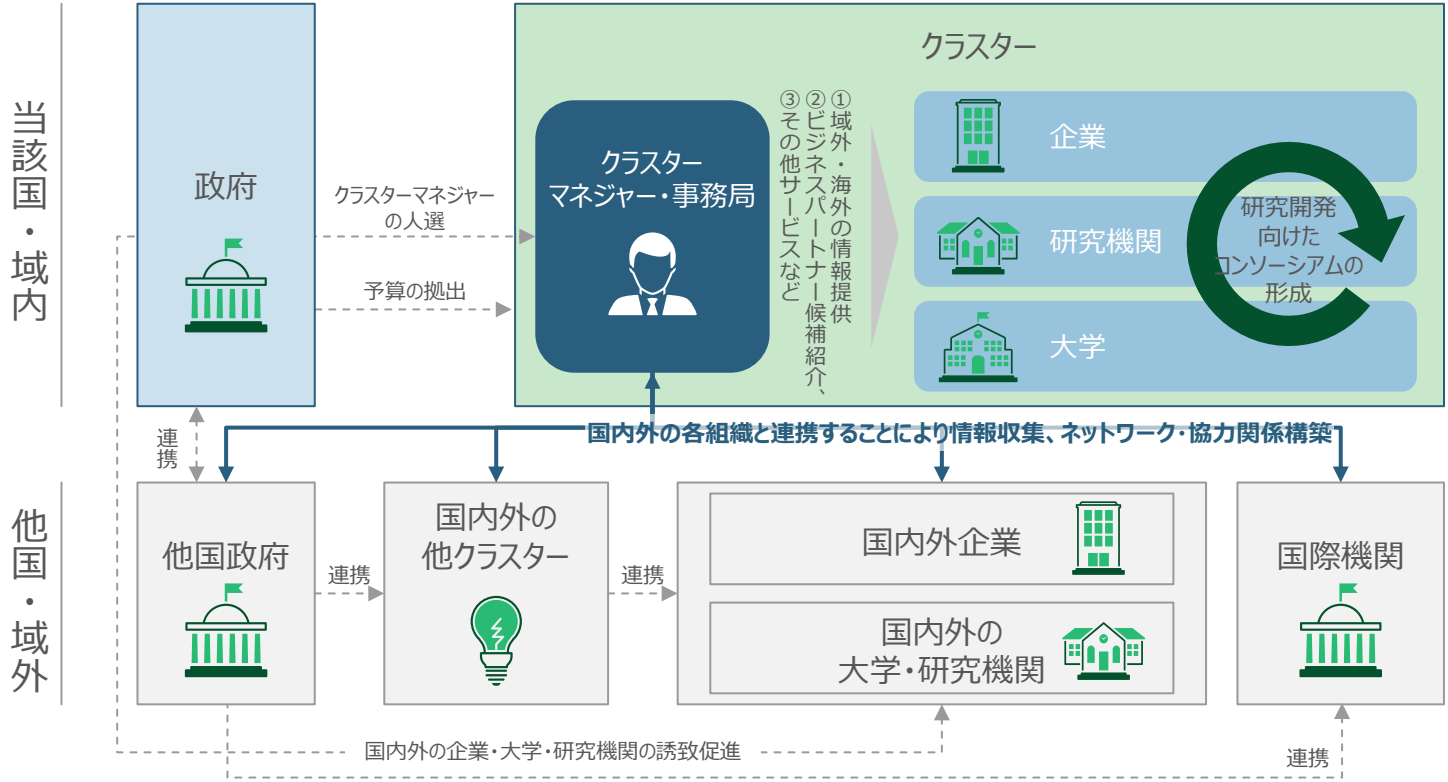
ドイツでは各州政府が産業政策立案権限を保有。多種多様な新興・支援対象の産業は大学/研究所・企業等にて構成されるクラスターを形成し、マネジャー設置の上推進

ドイツにおける産業クラスター形成の手法

産業政策において州政府が担う点

具体的な支援	権限	産業新興に関する全権限は国ではなく州が保有 海外からの直接投資含む
	投資・進出計画	州政府100%出資の経済振興公社等が企業の投資・進出を支援 - アドバイスや計画策定支援 - 具体の申請プロセス支援や金融機関紹介等
	クラスター形成支援	州がビジネスクラスターを形成、産学連携・産業間連携支援 - 州がクラスターマネジャー(調整役,リーダー)を指名 - 中小企業をメインに技術を持つ大学との協働を支援

クラスターマネジャーによるクラスター形成方法

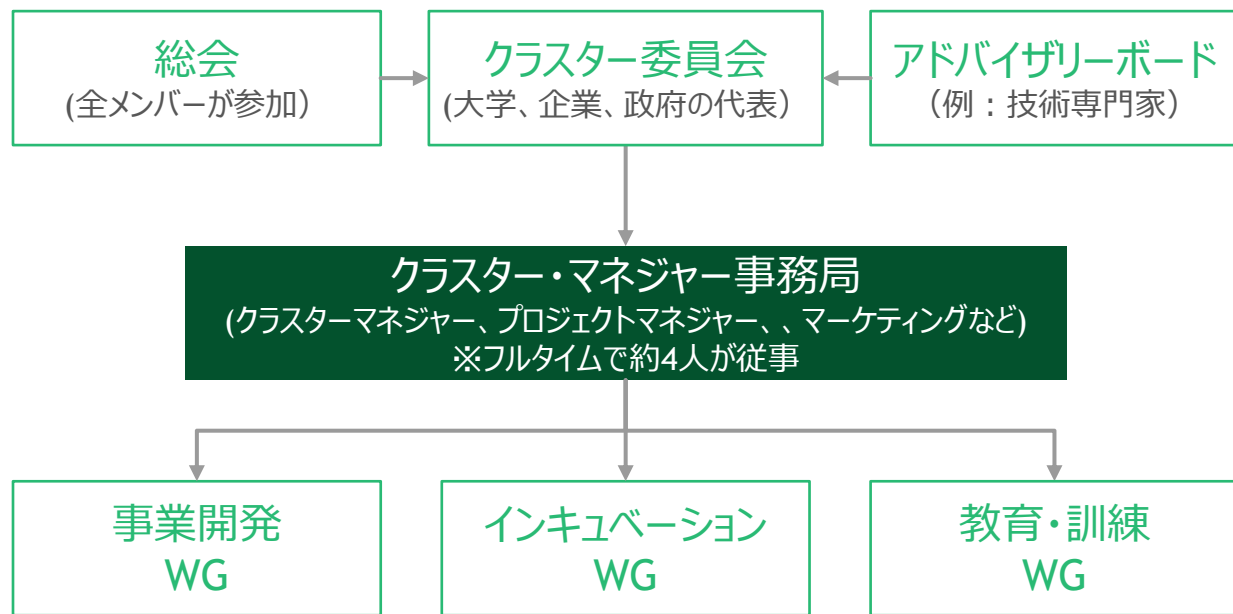




産業クラスターの運営は選任のクラスター・マネジャーを含む事務局が主導、クラスター・マネジャーは産業特有の専門知識だけでなくエコシステムを変革するためのスキルも保有

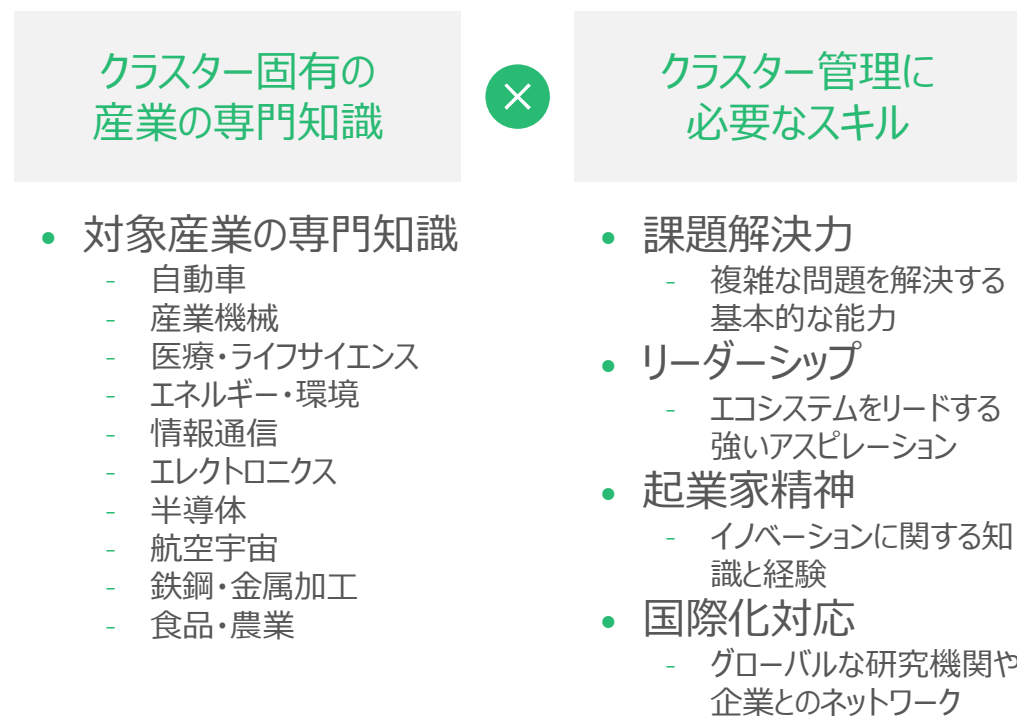
クラスター・マネジャー事務局の組織構造とマネジャーに必要なスキルセット

クラスター・マネジャー事務局の組織構造



クラスター・マネジャーは、ステークホルダーと調整や州政府との予算交渉と合わせて、域内の共同研究や中小企業とのネットワーキングも支援することで、研究開発と事業開発の“橋渡し”を実施

クラスター・マネジャー人材に必要なスキルセット



米DOEは2026年までに\$80億(約1兆円)を支援する"地域水素ハブ構想"を標榜し、2022年9月に開始した1st Launchでは、2023年10月に全米から7拠点が選定

米国: Regional Clean Hydrogen Hubs(地域水素ハブ構想)

根拠法:

- 2021年11月成立「インフラ投資雇用法」(IIJA: Infrastructure Investment and Jobs)

目的:

- 地域単位でのグリーン水素一気通貫サプライチェーン型のハブ形成支援(製造/加工/輸送/貯蔵/利用)

所管政府組織:

- DOE(米エネルギー省)

政策支援規模("Grant"):

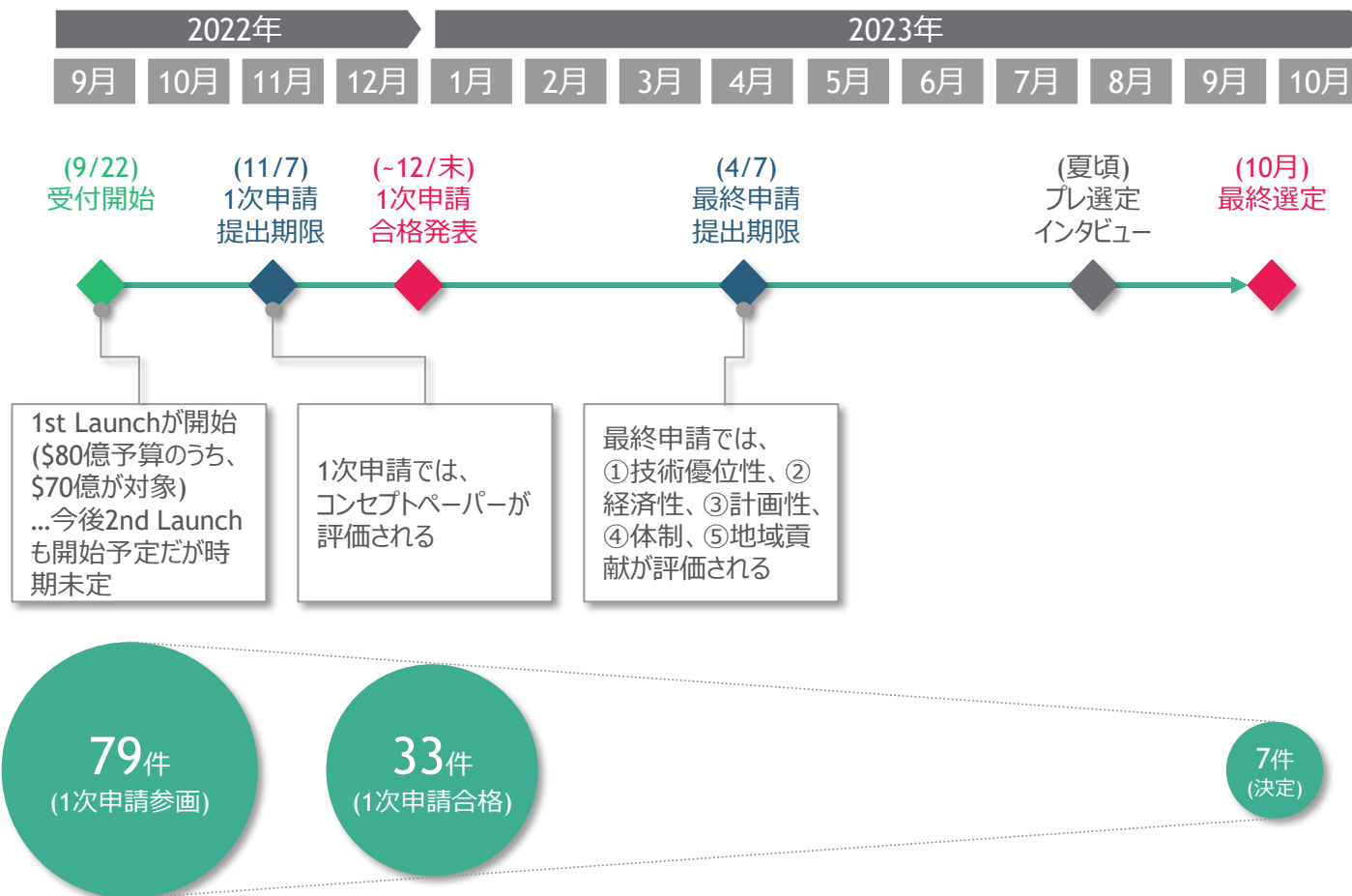
- 2026年までに全米で\$80億(約1兆円)
 - 各拠点到\$1.25B(約1,800億円)

支援対象範囲:

- 地域単位コンソーシアム

選定プロセス:

- 1st Launch/2nd Launchを経て、全米で6~10の拠点が選出
 - 1st Launchは2022年9月に開始済で、2023年10月に7拠点が選定



水素ハブ拠点選定にあたっては5つの評価指標があり、技術・経済性・計画性・体制・地域貢献の5つの項目についてバランスをとった網羅的な選定基準を設定

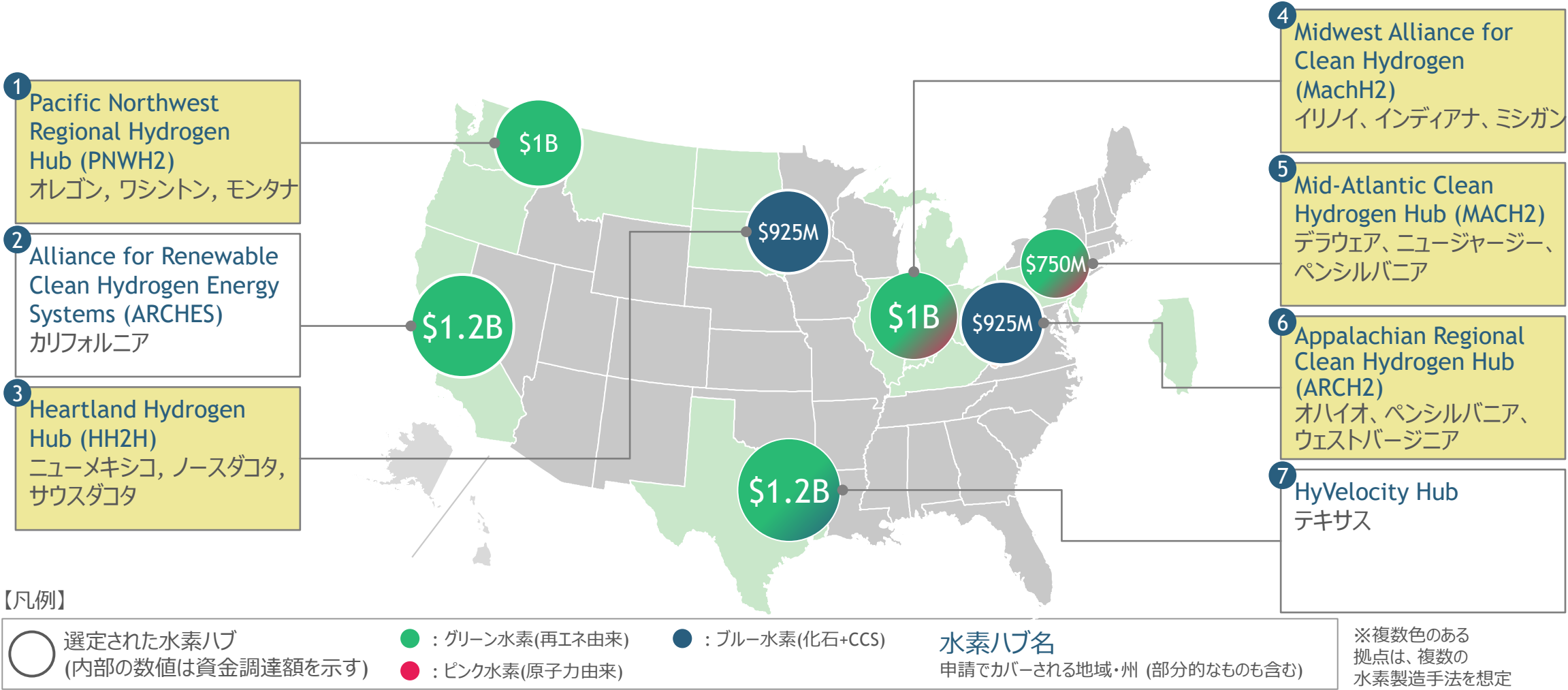
米国：地域水素ハブ拠点選定基準

基準点配分比率	選定基準項目	DOEによる精査項目
25%	1 技術優位性 ("Technical Merit and Impact")	- 水素ハブ全体/ライフサイクルでのCO2削減排出量(GREETモデルに基づく試算) - 最低50~100MT/d(年間1.5~3万t)のクリーン水素製造能力 + 水素需給均衡度合 - 個別技術/統合システムの技術優位性詳細 + 当該技術の社会実装実現性 - 包括的リスク評価(技術/建設/規制/安全性/スケール化/インフラ等リスク)とリスク低減策
20%	2 経済性 ("Financial and Market Viability")	- 水素ハブ事業構想における成長性、事業持続可能性、競争優位性 - 必要トータルコスト(CAPEX/OPEX)、全体コストに占めるDOE補助金 / 事業者負担比率 - 資金調達可能性(参画投融資家の資金供与コミットメント) - 事業成立要件となる主要プロジェクト契約(燃料調達、電力購入契約、オフイク契約等)
15%	3 計画性 ("H2Hub Workplan")	- 水素供給体制立上げまでの時間軸、及び水素需要拡大の時間軸 - 実行可能な詳細タスク項目 - 実行計画におけるフェーズ管理、マイルストン、Go/No Go判断基準
20%	4 体制 ("Management Team and Project Partners")	- プロジェクト体制メンバーにおける関連経験、経験年数、類似過去参画プロジェクト実績等 - 各プロジェクト参加者の具体的な役割/責任と想定タスク割り振り - DOEと地域水素ハブ構想チームが適切にインターフェースを取れるマネジメント体制
20%	5 地域貢献 ("Community Benefits Plan")	- 水素ハブ構想が地域にもたらす社会的便益、及びネガティブインパクトの低減効果 - 既存の地域組織(労働組合、業界団体等)からのサポート証明 "Justice40"(連邦政府の環境とグリーンエネルギー投資から得られる利益の少なくとも40パーセントを経済的不利な立場にある地域社会に還元)との整合性

Source: 各種公開情報(US DOE); BCG分析

 地域水素ハブとして採択された7件のうち、5件が複数州に跨るプロジェクトを実施

米国：地域水素ハブ採択拠点



Note: 地図上のハブ位置は、公開情報に基づくおよその位置を示す
Source: 各種公開情報(US DOE); BCG分析

 石油精製/ブルー水素/セメント/石灰/鉄鋼/石油化学/石炭火力へのCCS税額控除増額により、各ハブ&クラスター地域で対象とするCO2回収産業が拡大

米国：8地域のCCSハブ&クラスター構想における対象CO2回収産業

対象CO2回収産業	1 Great Lakes	2 Ohio River	3 Northeast	4 Gulf Coast	5 California	6 Great Plains	7 Northwest	8 Rockies
アンモニア			N/A		N/A			N/A
天然ガス処理								
エタノール・その他バイオ燃料					N/A		N/A	N/A
石油精製								
ブルー水素			N/A			N/A	N/A	N/A
セメント							N/A	
石灰					N/A		N/A	N/A
鉄鋼								
石油化学			N/A		N/A	N/A	N/A	N/A
石炭火力					N/A		N/A	
アルミニウム					N/A	N/A		N/A
ガス発電								

\$50/t
(IRA適用前インセンティブ)

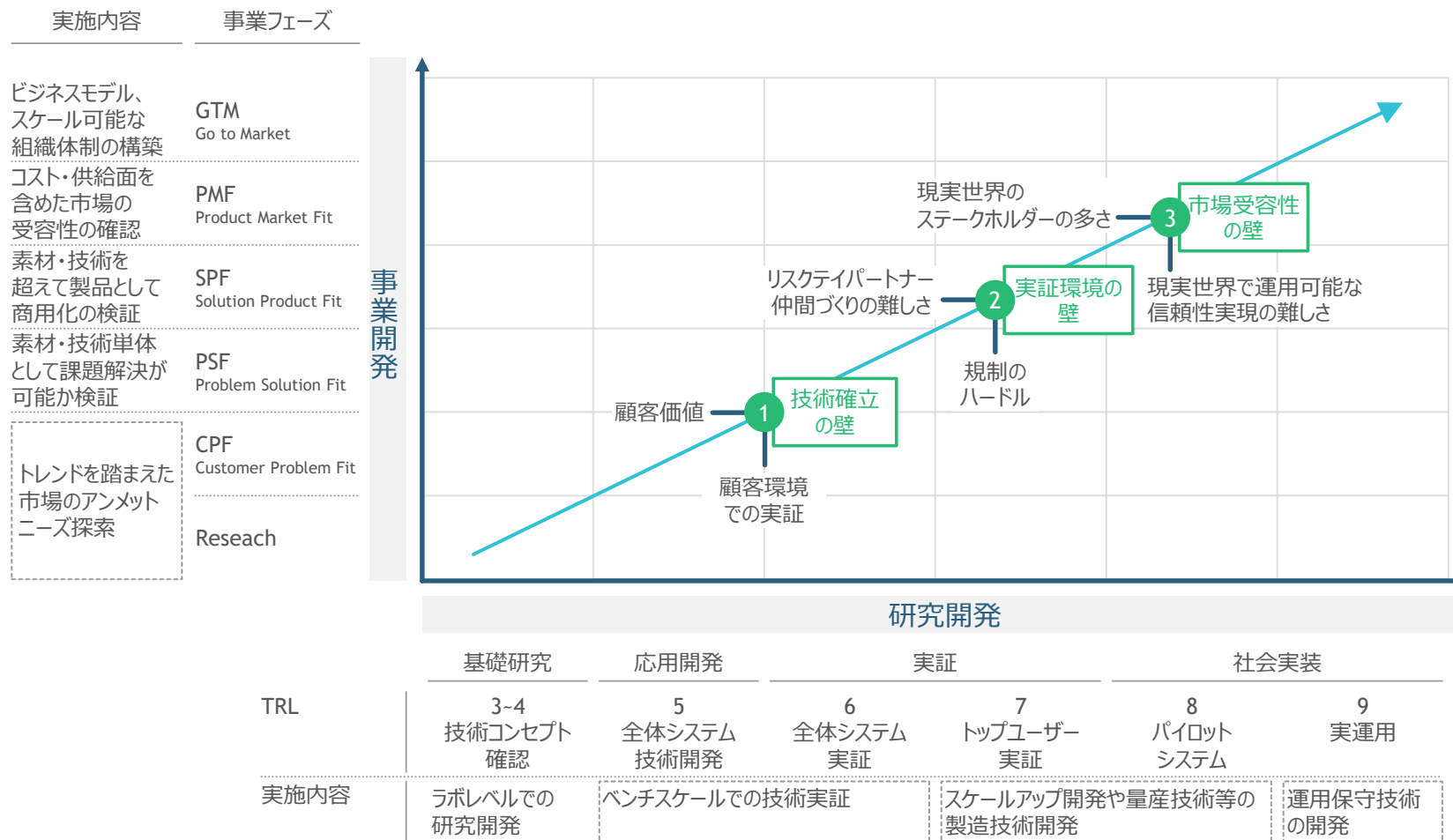
\$85/t
(IRA適用後インセンティブ)

\$100/t以上の
インセンティブ

\$125/t以上の
インセンティブ

社会実装に向けて①技術確立の壁、②実証環境の壁、③市場受容性の壁の3つが存在 特に③市場受容性の壁を超えることが重要

技術の社会実装に向けて超える必要がある壁



① 技術確立の壁

- 技術が実用化に必要な性能や信頼性を満たしていない段階
- 基礎研究から商業化に向けて技術の成熟度を高め、性能やコストに関する課題解決が必要

② 実証環境の壁

- 現実的に技術が機能するか確認する実証環境の確保の問題
- 適切な実証サイトや資金、原材料等リソース不足に対する課題解決が必要

③ 市場受容性の壁

- コストや供給量の面で市場が技術を受け入れるか判断する段階
- 市場のニーズに合わせて、量産技術開発や価格転嫁が可能なバリューチェーン構築が課題

先行している欧米も③市場受容性の壁に直面している状況



EV・蓄電池・太陽光は国内外の企業からも投資が相次ぎ黒字フェーズに移行 一方で、水素・CCS・DACは価格転嫁の壁により民間投資は限定的

米国：脱炭素技術の市場導入状況と政策支援・民間投資の進行状況

EV・蓄電池・太陽光 (排出減 + 付加価値) [黒字フェーズ]



政策 支援

- 国内生産による自国の産業競争力強化を図り、部品ごとに詳細なインセンティブを付与
 - 先端製造業クレジットにより太陽光・洋上風力・蓄電池の各主要部品生産を税額控除

民間 投資

- 需要拡大に伴い、米国内外の企業から投資が相次ぐ
 - 中国依存低減のため、米国外企業も多数投資し米国内にサプライチェーンを構築
 - インフラも整備されつつあり、高所得者のアーリーアダプター中心に価格転嫁可能

水素・CCS・DAC (排出減) [赤字フェーズ]



- 事業化支援の類型整理と枠組整備が進展し、ハブを中心に補助金導入を決定
 - CCS PJ: 8件、161億円
 - DACハブ: 21件、1,950億円
 - 水素ハブ: 7件、1.1兆円
- 但し、必要設備投資全体における政策補助比率は1-2割程度という声もある状況
- 一方で、実案件の民間投資は価格転嫁の壁があり、進んでいる案件は限定的
 - インフレによりCAPEXコストが上昇し大規模新規設備投資が停滞
 - 黎明期ゆえにグリーンプレミアムが高額でオフテイク獲得に苦戦

ウクライナ紛争の影響を受けて上昇したガス価格はピーク時から31%減少 一方で高騰した建設材料費は高止まりしている状況

米国：エネルギー費・建設材料費の中間需要指数

米国：エネルギー費¹の中間需要指数

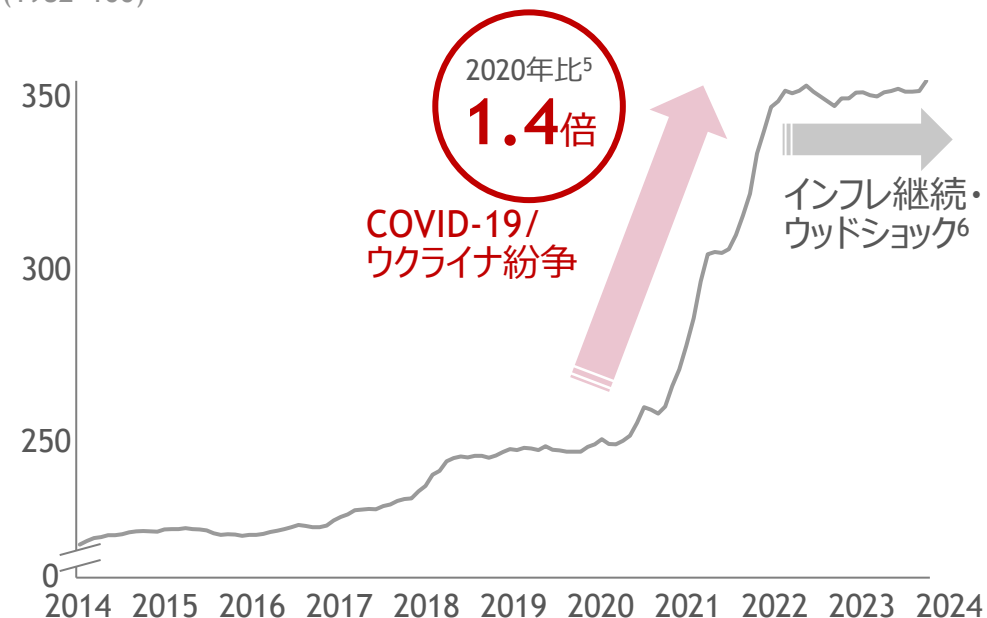
(1982=100)



化石資源含むエネルギー費は落ち着きつつあり、
化石資源継続利用のインセンティブが働き...

米国：建設材料費²の中間需要指数

(1982=100)



他方で...建設材料費の高止まりを受けて、
脱炭素関連の大規模新規設備投資の足枷に

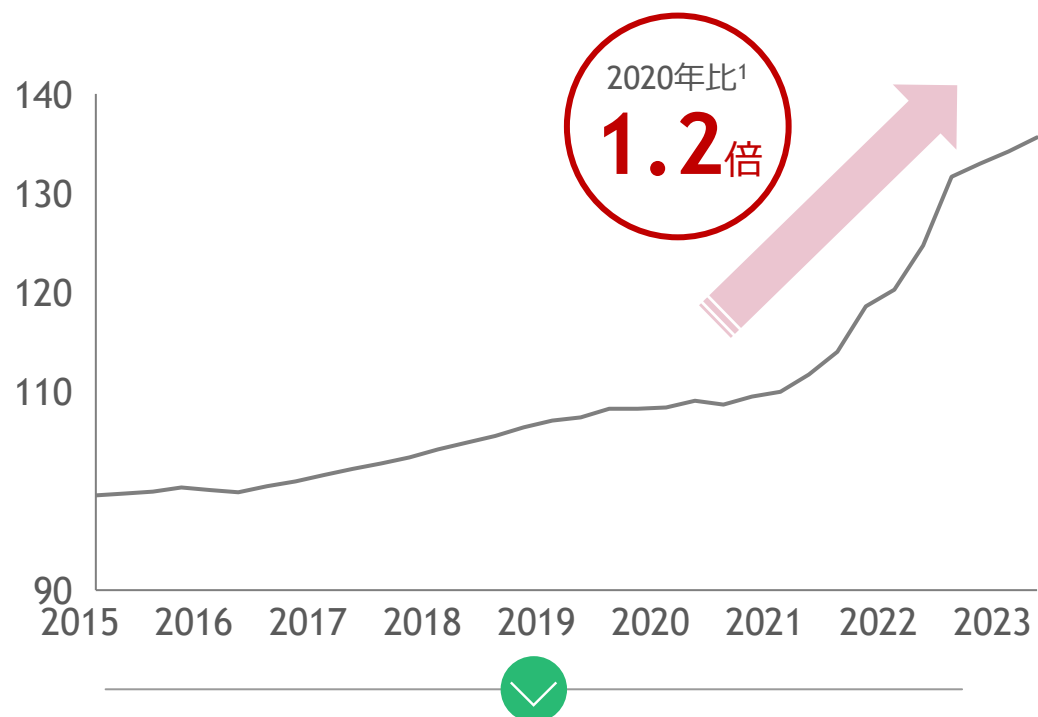
1. 製造業向けに使用される、未精製のエネルギー源で特に石炭と天然ガスを含む； 2. 建設に使用される材料（製材、コンクリート管 等）、コンポーネント（金属製ドア 給湯器 等）；
 3. 2020年1月と2022年9月を比較； 4. 2022年9月と2024年1月を比較； 5. 2020年1月と2024年1月を比較； 6. 中国・米国で住宅需要が高まり、建設材料価格が一気に高騰
 Source: 各種公開情報(U.S. Bureau of Labor Statistics (1/2); U.S. Bureau of Labor Statistics (2/2)); BCG分析



欧州における建設コストは上昇を続けており現在も2020年比1.2倍で高止まり 産業用ガス価格はウクライナ紛争を受けて2020年比3.0倍で高止まり

欧州：建設費と産業用ガス価格の推移

欧州：建設費の推移 (2015=100)



建設コストは上がり続けており、
現時点でも**2020年比1.2倍**で依然として高止まり

1. 2020年Q1と2023年Q1を比較; 2. 2020年H1と2023年H1を比較
Source: 各種公開情報(Eurostat (1/2); Eurostat (2/2));BCG分析

欧州：産業用ガス価格の推移

(€/kWh)

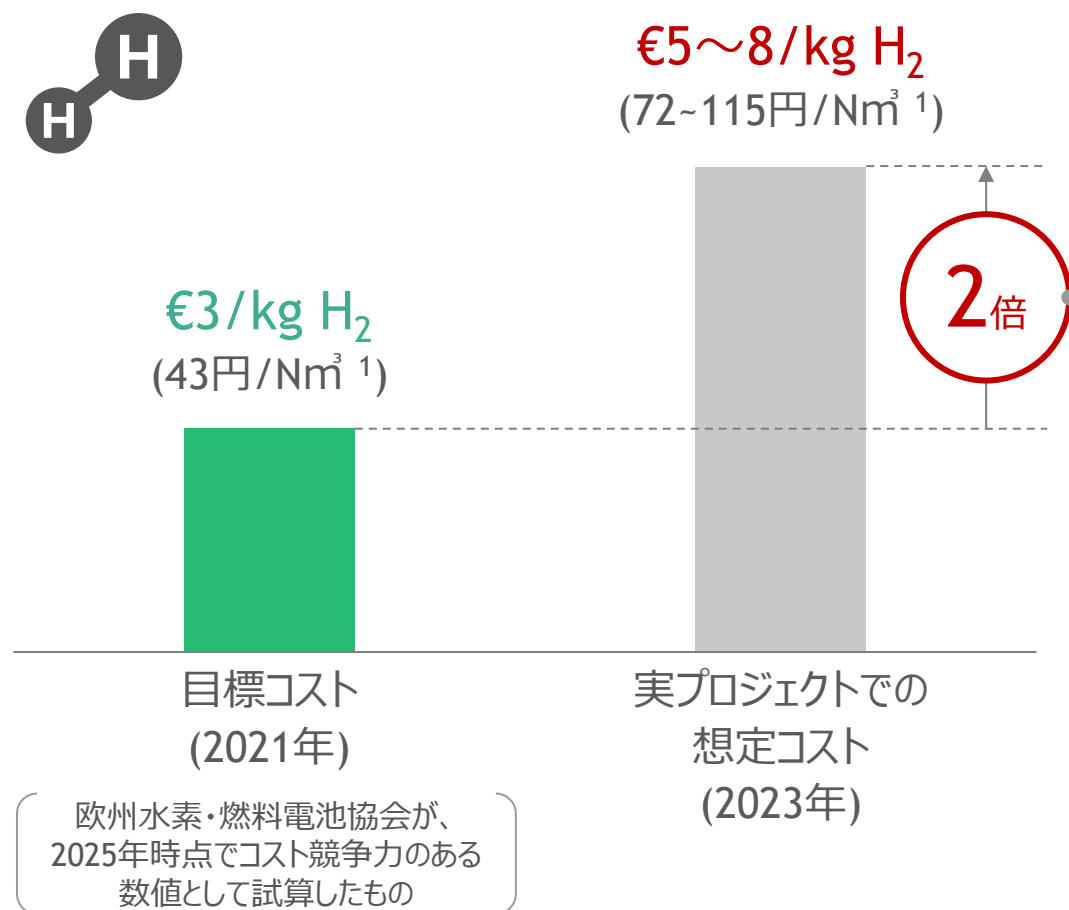


欧州域内産業用ガス価格が**2020年比3倍**で
急激に上がり、現状でも高止まり

水素製造コストはインフレによるコスト増で約2倍に上昇

米国：グリーン水素コスト目標と実態

欧州におけるグリーン水素コスト (€/kg H₂)



グリーン水素コスト上昇の要因

高	資本コスト増加	インフレの結果、資本コストが増加。グリーン電力/電解槽投資により高いリターンが求められるように
コストへの影響度	サプライチェーン制約	コロナ/地政学上のリスクから再エネ (風力発電所) と電解槽メーカーのサプライチェーンに制約が発生
	インフラ未整備	インフラが不足しており、今後10年間は低コストのパイプラインを経由したグリーン水素の輸入は困難
	電解槽稼働時間減少	卸電力の方が風力発電より安価な価格で提供されるため、電解槽の稼働時間が減少
	電解槽システムの複雑化	電解槽システムに使用される部品が複雑化し、当初よりBOP ² やその他部品 ³ のコスト削減が困難に
低		

1. 1€=160円、1kg=11.14Nm³で換算; 2. BOP = balance of plant. 水素の燃料電池やその他のエネルギーシステムにおいて、発電ユニット自体ではなく、その周辺で必要な機器や設備のことを指す; 3. パワーエレクトロニクスやガスコンディショナー等、Utilityスケールのプロジェクトではすでに標準的に設けられている部品

Source: BCG「Turning the European Green Hydrogen Dream into Reality: A Call to Action」(2023/10); BCG分析

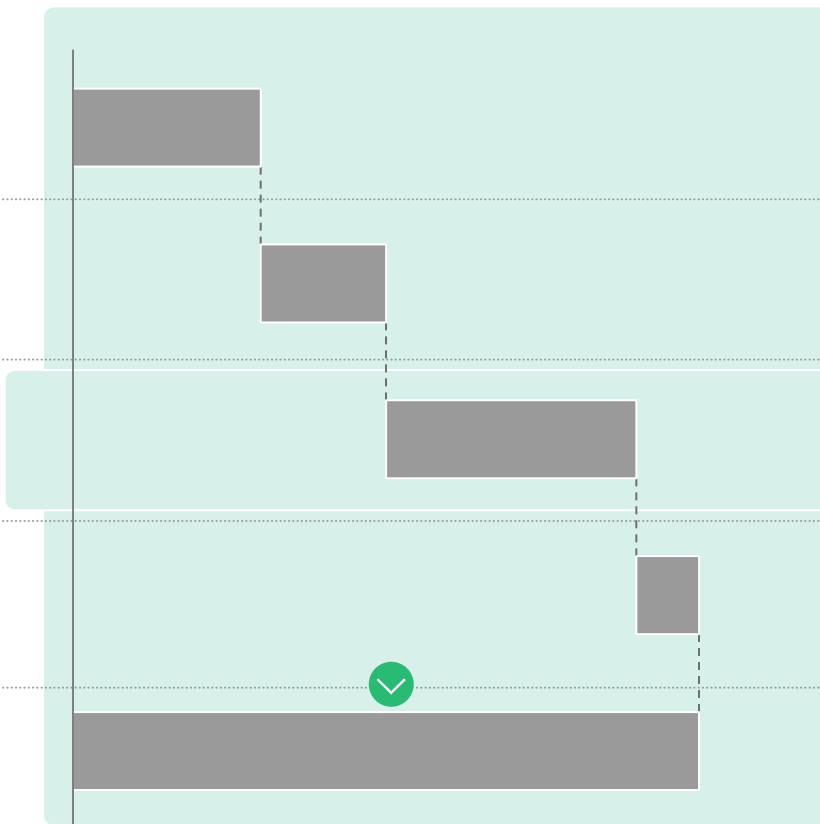
VCをEnd to endで接続することで最終製品への価格転嫁を実現、リーダー企業を核として地域単位でVC構築しオフテイクすると主に、地域横断で連携してコストを下げる事が可能
脱炭素技術の価格転嫁に向けた打ち手の関係性

バリューチェーン



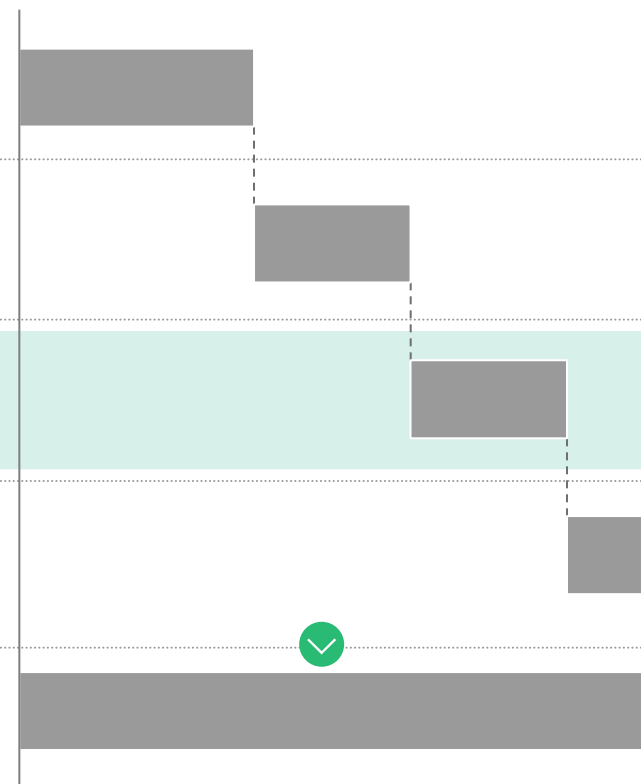
地域A

B リーダー企業を核とした地域単位でのVC構築

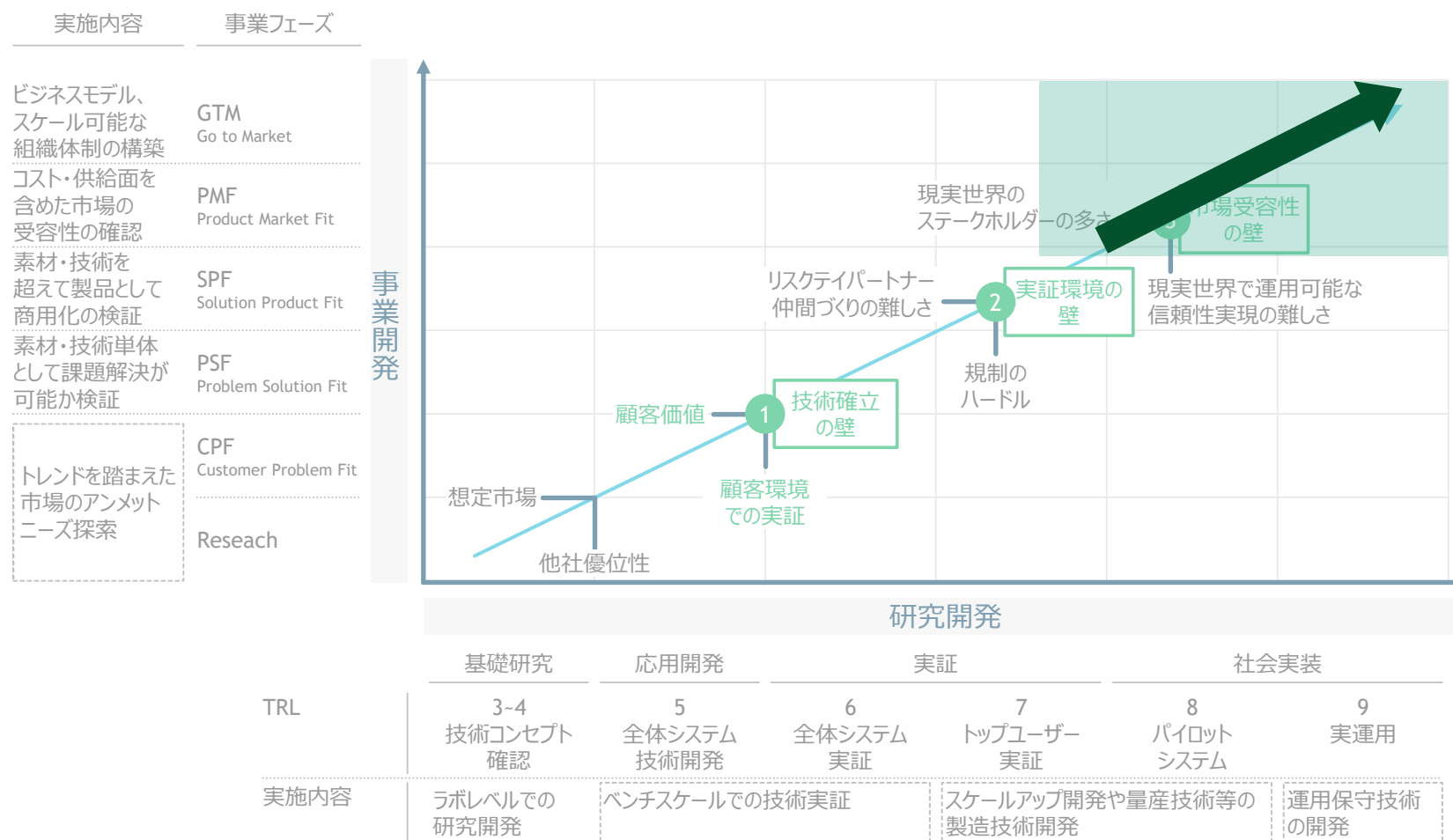


地域B

C 地域×VC間での連携



スケールアップ開発や製造技術開発が必要なTRL 7以上の技術については 技術開発と事業開発の境目がなくなり両者を一体化して進める必要 市場受容性の壁を超えるための要件



技術開発と市場開発を
一体化して実施

- A VCのEnd to endでの接続
- B 地域単位でのVC構築
- C 地域 x VC間での連携

水素の利用先となる製油所、石油化学プラント、製鉄所に近接して水素供給インフラの整備が進む

エネルギーや産業集積の立地状況 (水素供給インフラ)

● 製油所 ● 石化プラント (エチレンクラッカー) ● 製鉄所

【近畿：敦賀】

- 福井県、北陸電力(株)、三井物産(株)：浮体式貯蔵再ガス化設備 (FSRU) を用いた水素・アンモニアサプライチェーン構築に関する事業化 調査を実施 (2023年10月～)

【近畿：播磨・神戸】

- 関西電力(株)：水素サプライチェーン構築に向けた調査を実施 (2024年6月～)

【中国：水島】

- ENEOS(株)、JFEスチール(株)：CO2フリー水素の利活用に関する共同検討を開始 (2023年10月～)

【中国：周南】

- 出光興産(株)、(株)IHI：既存設備を活用したアンモニアサプライチェーン構築の共同検討を開始 (2021年6月～)
- 出光興産(株)、(株)トクヤマ、東ソー(株)、日本ゼオン(株)：周南地区アンモニア広域供給拠点、域内パイプライン整備及び燃焼設備検討事業を実施 (2024年6月～)

【九州：北九州】

- 伊藤忠商事(株)、ENEOS(株)、オリックス(株)、九州電力(株)、西部ガス(株)、日本製鉄(株)：日本コークス工業(株)、日鉄エンジニアリング(株)、三井住友信託銀行(株)、福岡県、北九州市：水素・アンモニアの商用サプライチェーン構築実現可能性調査を開始 (2024年6月～)

【四国：波方】

- 四国電力(株)、太陽石油(株)、大陽日酸(株)、マツダ(株)、三菱商事(株)、波方ターミナル(株)、三菱商事クリーンエナジー(株)：波方ターミナルの燃料アンモニア供給拠点化に向けた検討を実施 (2023年4月～)

【四国：坂出】

- 川崎重工業(株)：水素利活用および水素ネットワーク形成に向けた実現可能性調査を実施 (2024年6月～)

【北海道：苫小牧】

- 出光興産(株)、ENEOS(株)、北海道電力(株)：国産グリーン水素サプライチェーン構築事業の実現に向けた検討を開始 (2024年2月～)
- 北海道電力(株)、北海道三井化学(株)、(株)IHI、丸紅(株)、三井物産(株)、苫小牧埠頭(株)：アンモニア供給大規模拠点の実現可能性調査を実施 (2024年6月～)

【北海道：千歳】

- 三菱商事(株)、高砂熱学工業(株)、北海道電力(株)、エア・ウォーター北海道(株)：グリーン水素供給に向けた共同検討を開始 (2024年6月～)

【東北：相馬】

- 日本資源開発(株)、三菱ガス化学(株)、(株)IHI、三井物産(株)、(株)商船三井：アンモニア供給拠点の構築に向けた調査の開始 (2024年6月～)

【関東：北関東 (常陸那珂)】

- (株)JERA、日本製鉄(株)、AGC(株)、鹿島南共同発電(株)、東京電力エナジーパートナー(株)、茨城県：アンモニア/水素サプライチェーン整備に関する調査事業を開始 (2024年6月～)

【中部：知多、三河港、伊勢湾 等】

- 住友商事(株)、トヨタ自動車(株)、(株)三井住友銀行等、民間企業45社：中部圏における地域・産業横断的な水素利活用に向けた水素供給網の構築を共同検討 (2020年3月～)
- 出光興産(株)、(株)JERA：水素サプライチェーン構築に向けた共同検討を実施 (2022年6月～)

【近畿：堺・泉北】

- 三井物産(株)、三井化学(株)、(株)IHI：アンモニア供給拠点整備の事業可能性調査事業の実施(2024年6月～)

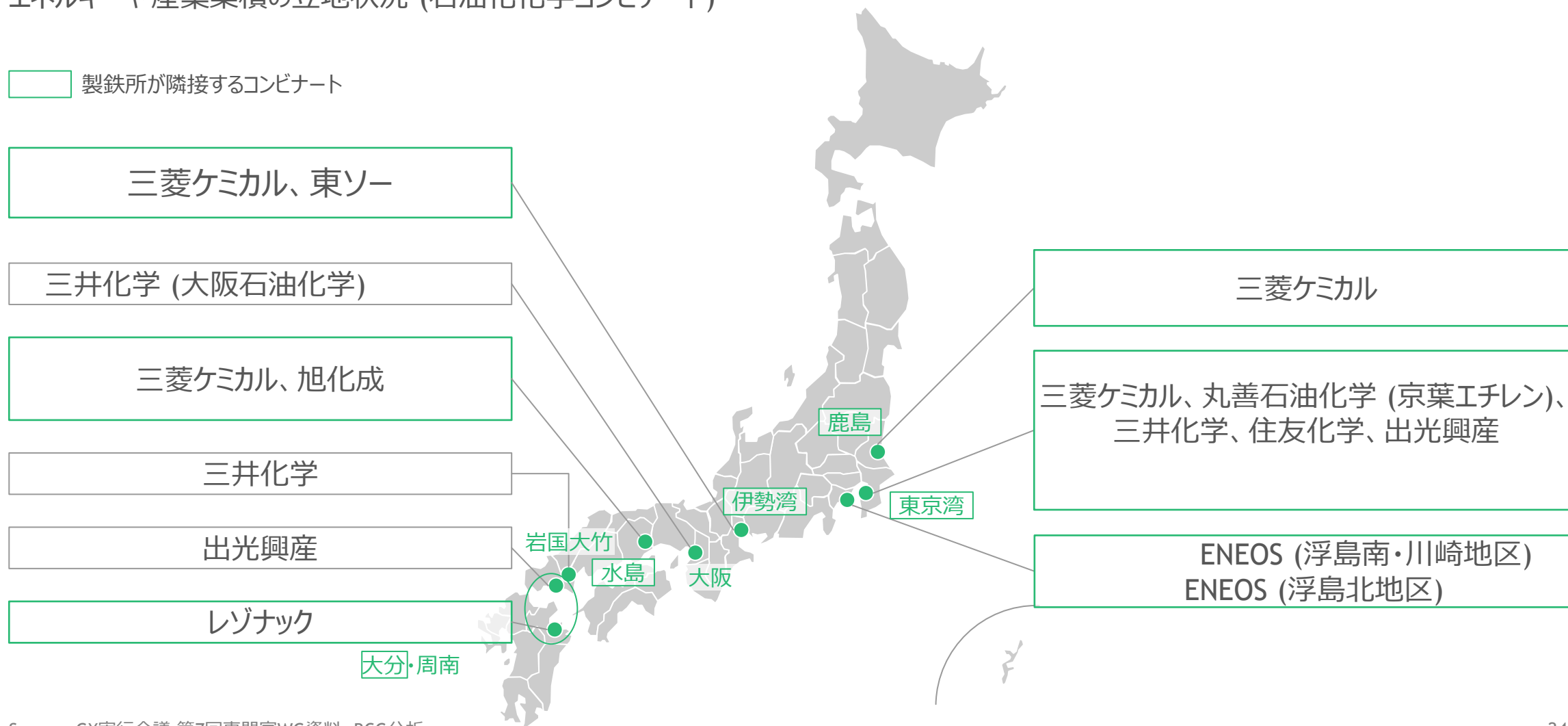
【実施地域非公表】

- 川崎重工業(株)：水素導入促進に係る実現可能性調査の実施 (2024年6月～)
- 川崎重工業(株)、日本製鉄(株)：液化水素実現可能性調査 (2024年6月～)

国内の石油化学コンビナートは、海外から資源を輸入しやすく大消費地に近い 太平洋ベルト地域を中心に立地

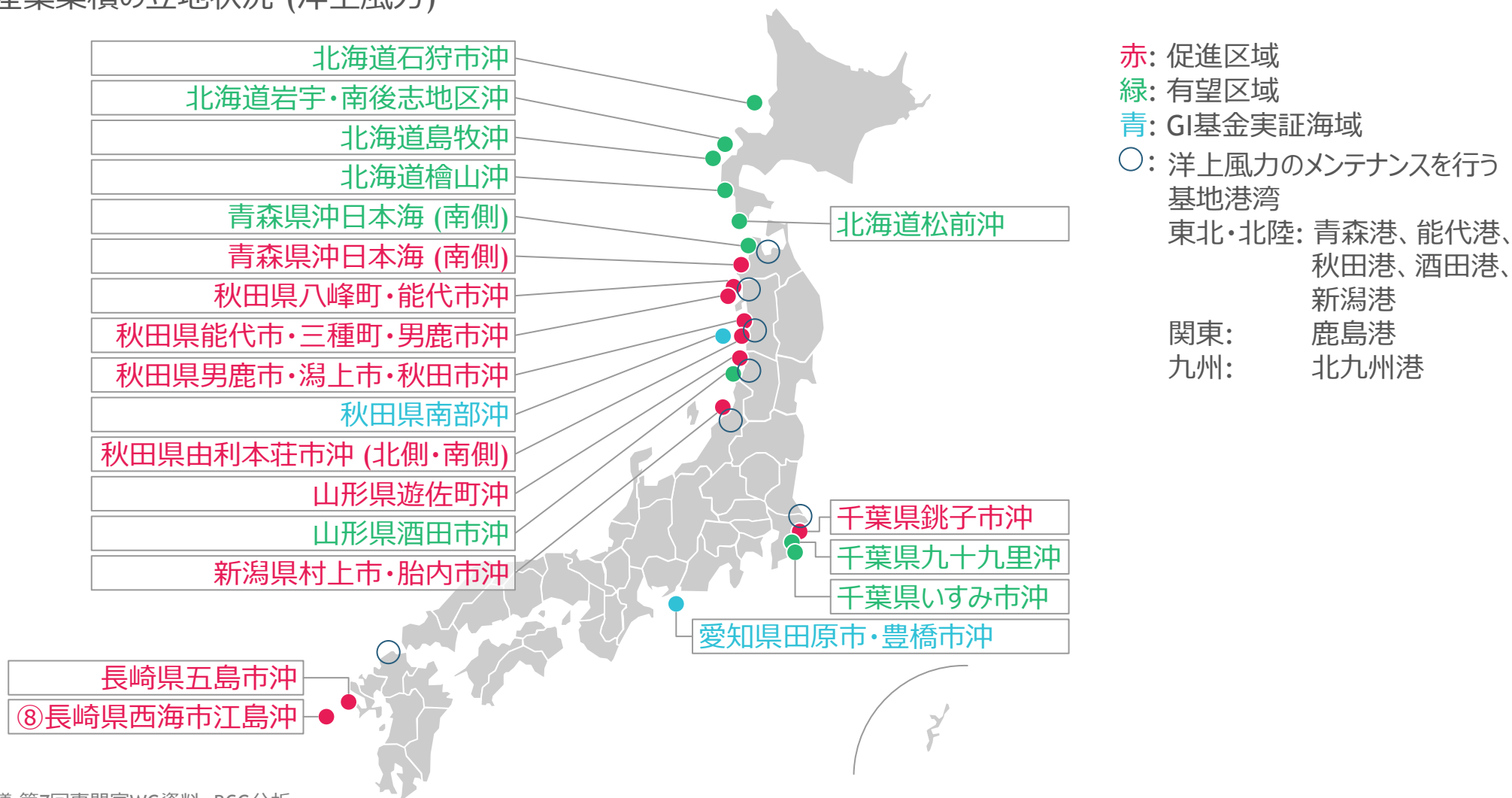
エネルギーや産業集積の立地状況 (石油化学コンビナート)

製鉄所が隣接するコンビナート



洋上風力発電の開発は風況の良い地域に偏在しており、北海道～東北の日本海側および千葉、長崎に立地している状況

エネルギーや産業集積の立地状況 (洋上風力)

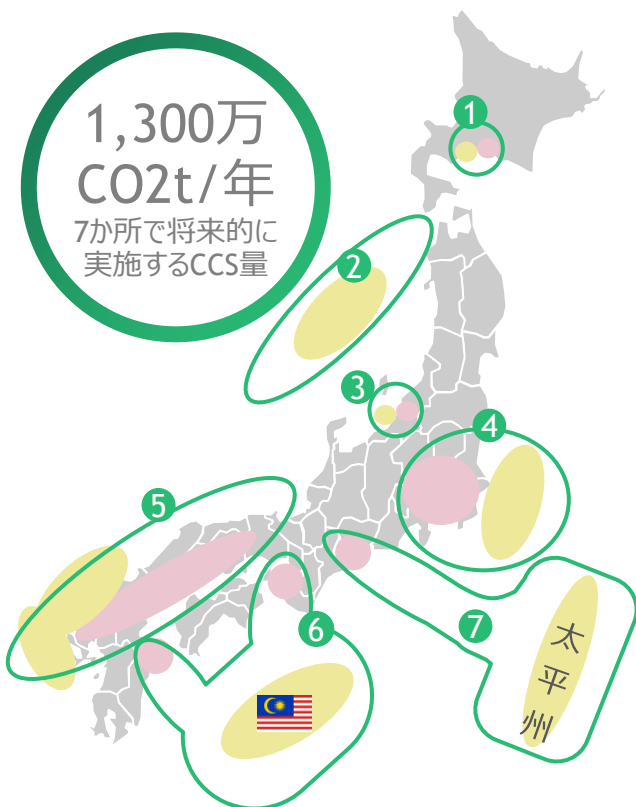


CCSは鉄鋼等複数の排出産業産業と貯留地を産業横断的に接続する必要

エネルギーや産業集積の立地状況 (CCS)

CCSフーズビリティスタディの対象拠点

● : 排出エリア ● : 貯留エリア ○ : PJグループ 輸送方法: パイプライン 船舶



排出エリア	貯留エリア	貯留量(万t/年)	輸送方法	プレイヤー	特徴
1 苫小牧地域製油所、発電所	苫小牧地域 (油ガス田又は帯水層)	150	パイプライン	JAPEX 石油資源開発、出光興産、北海道電力	CCUS及びBECCSのCO2 輸送パイプラインの接続も視野
2 全国の製鉄所・セメント工場	日本海側東北地方他 (海域帯水層)	200	船舶	伊藤忠商事、太平洋セメント、三菱重工、日本製鉄、伊藤忠石油開発、INPEX、大成建設	鉄鋼、セメント産業などを対象に、複数のCO2排出地域と貯留地域を船舶輸送で結ぶ
3 新潟県の化学工場、製紙工場、発電所	新潟県内 (既存油ガス田)	150	パイプライン	JAPEX 石油資源開発、東北電力、三菱ガス化学、野村総合研究所、北越コーポレーション	化学、紙、電力などを対象に、既存の油ガス田を活用
4 首都圏の製鉄所を含む複数産業	首都圏他 (海域帯水層)	100	パイプライン	JAPEX 石油資源開発、日本製鉄、関東天然瓦斯開発	首都圏の主要な臨海コンビナートの排ガスなどを対象
5 瀬戸内・九州の製油所、火力発電所	九州北部沖~西部沖 (海域帯水層)	300	船舶	エネオス、J-POWER 電源開発、JX石油開発	瀬戸内を含む西日本広域を対象に、海域での大規模CO2 貯留事業を推進
6 近畿・九州地域等の化学・石油精製を含む複数産業	マレー半島東海岸沖 (海域減退油ガス田、帯水層)	200	船舶	三井物産	日本からの CO2 受入れに積極的なマレーシア国営石油会社との協力事業を推進
7 中部の製鉄所を含む複数産業	大洋州 (海域減退油ガス田、帯水層)	200	船舶	三菱商事、日本製鉄、エクソンモービル	名古屋港、四日市港の幅広い産業を対象に、大洋州の海域での貯留事業を推進

業務
②-d

海外連携可能性分析

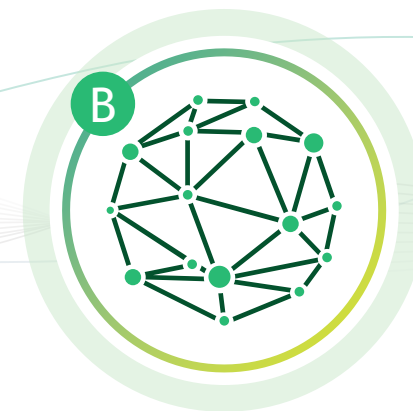
実証段階にある技術の海外連携支援をGI基金でカバーすることで 分野横断的なVC全体の接続やアジア地域における脱炭素経済圏の構築が可能

GI基金における海外連携の意義



バリューチェーンのEnd to endでの接続

- GI基金PJの分野横断的なVCの中には、水素/アンモニアやCO2分離回収・貯留など、接続先として海外が想定されているVCが存在
- 社会実装に向けてVC全体を接続するためには、海外企業/地域との連携も選択肢となる



アジア地域における脱炭素経済圏の構築

- 米国や欧州はそれぞれ国内/域内でのブロック経済圏の構築に向けて、政策や規制の整備をしている状況
- アジアを日本企業の脱炭素技術でロックインすることにより日本をリーダーとする経済圏を構築する可能
- アジア地域の脱炭素経済圏の構築は、JCM等により日本の脱炭素への寄与

GI基金の開発技術の社会実装において、VCの上流/下流での海外との接続や日本企業の脱炭素技術によるロックインのために海外連携も視野に入れる余地あり

海外連携によるVC構築の類型

VC構築のパターン	VC構築のイメージ	GI基金で取り組む意義	具体的なVCの例
	日本 地域A地域B	海外	
① 日本国内でVCを構築	①-a 地域VC構築 	GI基金PJのバリューチェーンのEnd to endの接続	- CO2を原料とした化学原料合成 - グリーン電力によるスマートモビリティ向け電力供給 - 金属資源リサイクル
	①-b 地域横断VC構築 		
② 日本と海外にまたがってVCを構築	②-a 日本から海外への接続 	A GI基金PJのバリューチェーンのEnd to endの接続(上流または下流で海外に接続が必要な技術) 	- 国内で回収したCO2の海外輸出・貯留 - 海外再エネで製造した水素やアンモニアの国内利用
	②-b 海外から日本への接続 		
③ 海外でのVC構築		B 日本企業の脱炭素技術でロックインすることによる脱炭素経済圏の構築 	風力発電ポテンシャルが高い海域での洋上風力発電

GI基金プロジェクトの海外連携においては、日本がリーダー国としてアジア地域の脱炭素化を推進する取組であるAZECの「技術導入支援」の枠組みを活用できる可能性

AZEC概要 (Asia Zero Emission Community: アジア・ゼロエミッション共同体)

AZEC基本情報

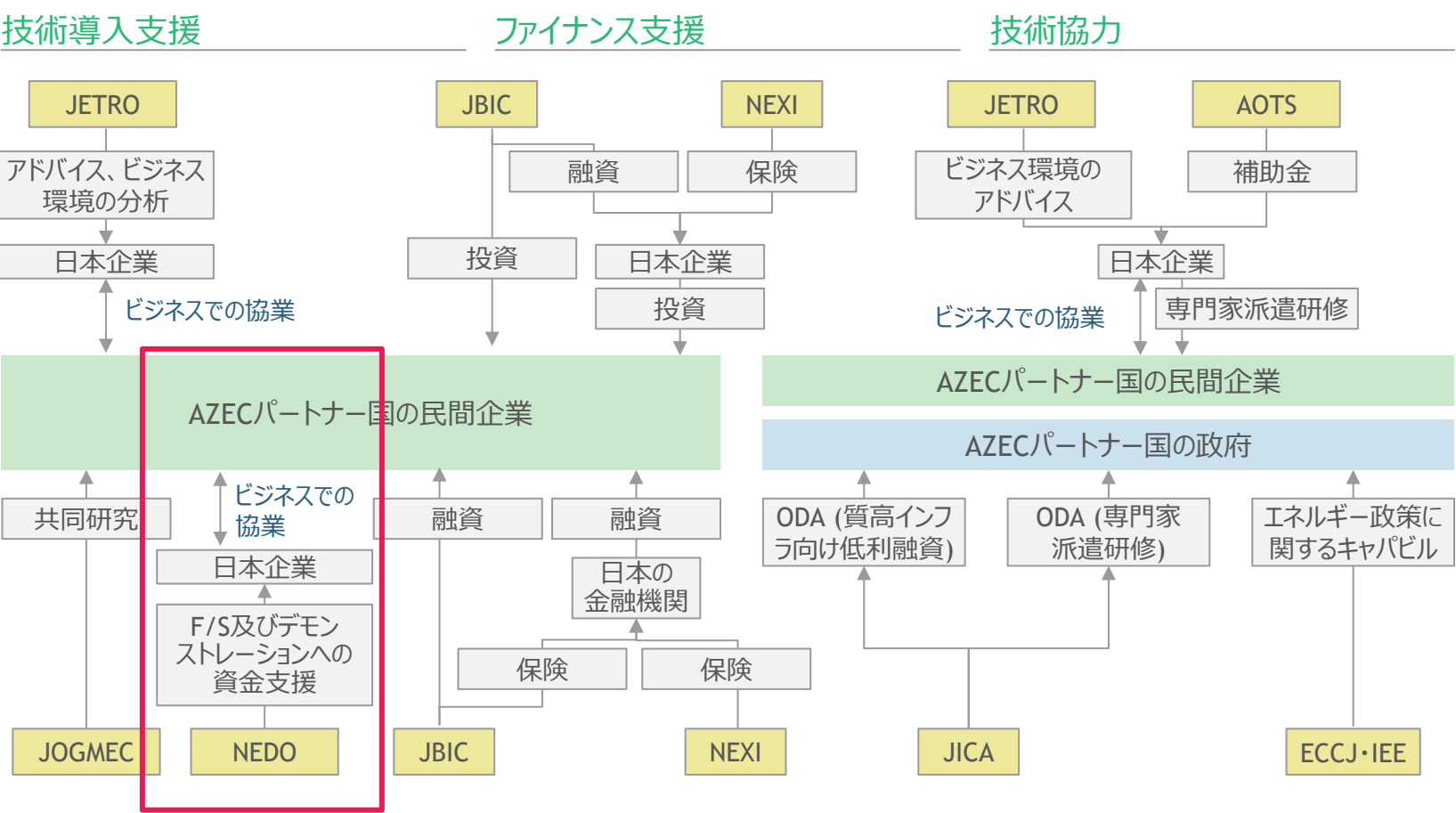
目的
日本と同様の脱炭素化の課題を持ち、CNに積極的に取り組むアジア諸国と共に、各国の状況に基づくエネルギーtransitionを目指す

- 日本支援詳細**
- 再エネ、省エネ、水素・アンモニア、CCUS等のPJへ2030年までに最大80億ドル資金支援
 - エネルギーロードマップ支援
 - 脱炭素化技術開発、実証、人材育成

パートナー国



日本によるAZECパートナー国への支援スキーム全体像



Source: 各種公開情報; BCG分析

業務

①②

シナリオ別での20PJの感度分析

将来的なシナリオは様々あるが極限のシナリオの間のどこかに着地すると想定

シナリオ軸の将来環境を想定し複数シナリオをピン止めし各GI基金のPJの将来像を検討

シナリオ分析のアプローチ

シナリオ軸・振れ幅を設定

論点

- シナリオはどのような軸で設定するべきか？
- 軸は将来的にどのような振れ幅が想定されるか？

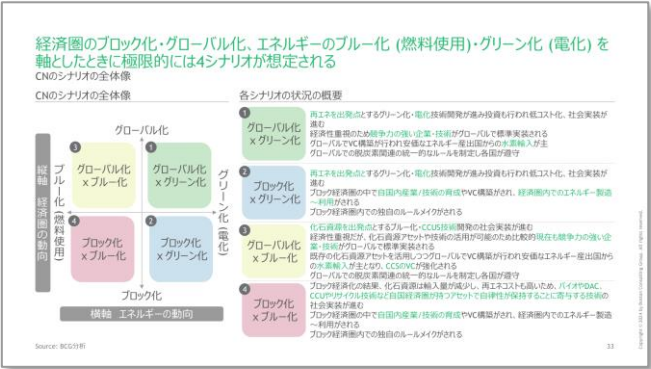
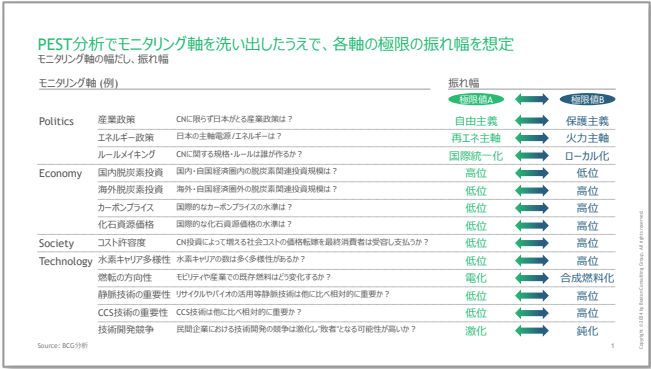
極限シナリオの様相分析

- 極限シナリオはどのような組み合わせか？
- そのシナリオにおける世界観はどのような様相か？

シナリオ別での各PJの将来像検討

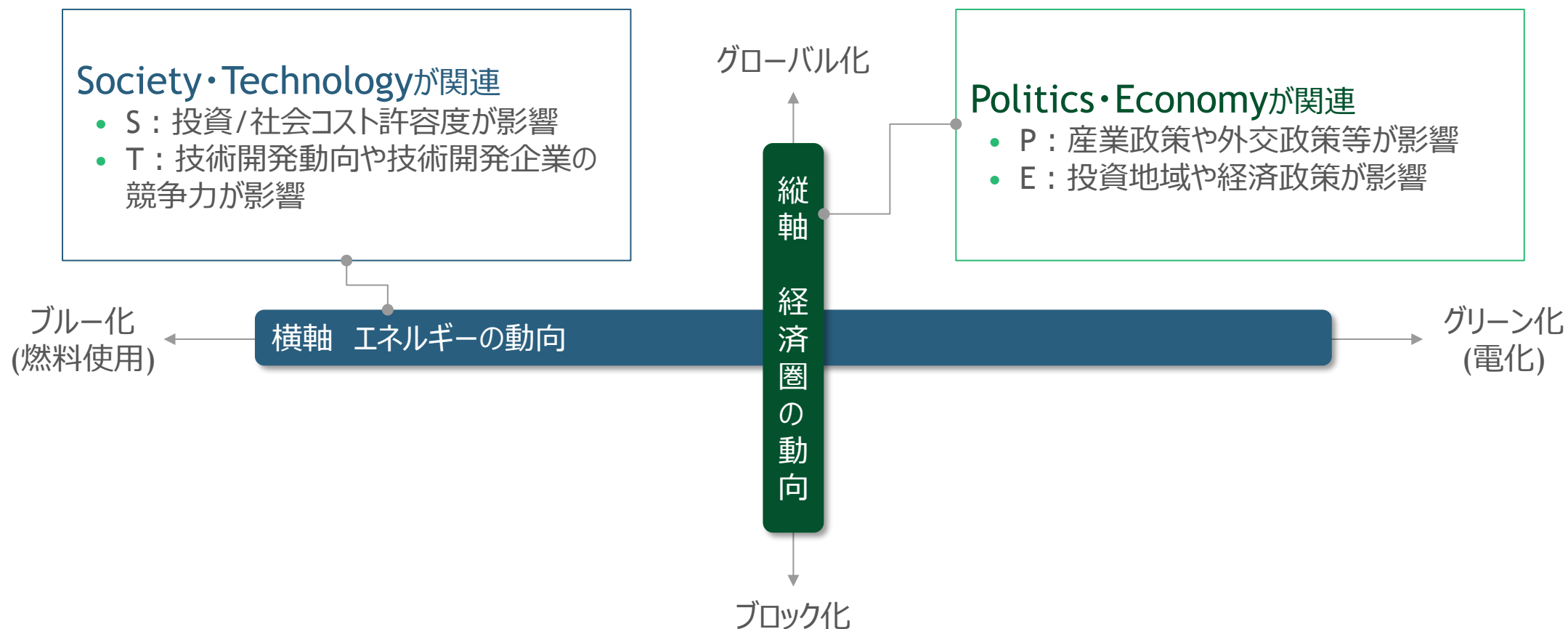
- シナリオ毎に20PJの相対的な重要性はどのように変わるか？
- シナリオ毎に20PJ内部で相対的に重要性が高まる技術はなにか？

イメージ



脱炭素の方向性のシナリオプランニング上、重要な軸は経済政策に紐づく経済圏の動向と実装技術に紐づくエネルギーの動向の2軸と想定

脱炭素シナリオ設定軸及びPESTとの関連性



シナリオはPolitics・Economyによる経済圏の動向およびSociety・Technologyによるエネルギーの動向でみつ、PESTの細かい軸を設定して影響を検証

PEST分析で経済圏・エネルギー動向への影響因子を洗い出し、極限の振れ幅を想定

PEST分析によるシナリオ影響軸の幅だし、振れ幅

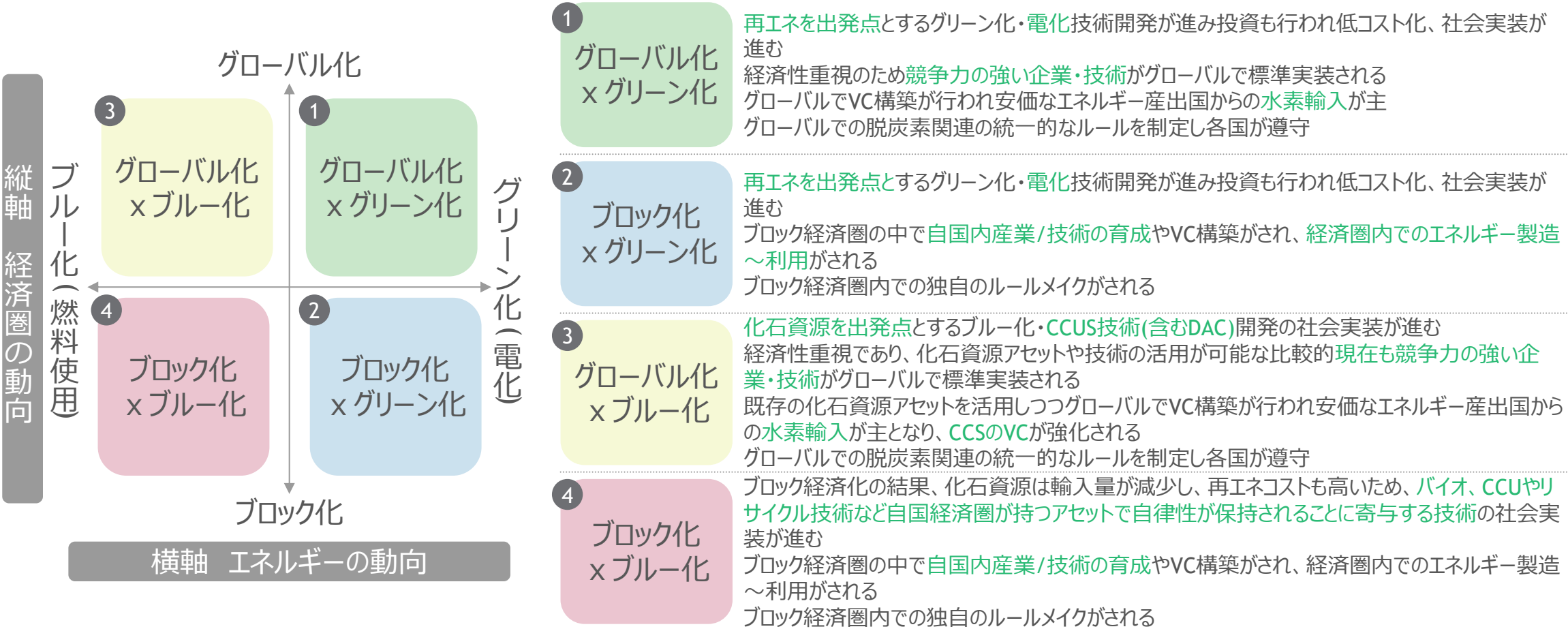
シナリオ影響軸(例)			振れ幅		
			極限值A		極限值B
Politics	産業政策	CNに限らず日本がとる産業政策は？	自由主義		保護主義
	エネルギー政策	日本の主軸電源/エネルギーは？	再エネ主軸		火力主軸
	ルールメイキング	CNに関する規格・ルールは誰が作るか？	国際統一化		ローカル化
Economy	国内脱炭素投資	国内・自国経済圏内の脱炭素関連投資規模は？	高位		低位
	海外脱炭素投資	海外・自国経済圏外の脱炭素関連投資規模は？	低位		高位
	カーボンプライス	国際的なカーボンプライスの水準は？	低位		高位
	化石資源価格	国際的な化石資源価格の水準は？	低位		高位
Society	コスト許容度	CN投資によって増える社会コストの価格転嫁を最終消費者は許容し支払うか？	低位		高位
Technology	水素キャリア多様性	水素キャリアの数は多く、多様性があるか？	低位		高位
	燃転の方向性	モビリティや産業での既存燃料はどう変化するか？	電化		合成燃料化
	静脈技術の重要性	リサイクルやバイオの活用等静脈技術は他に比べ相対的に重要か？	低位		高位
	CCS技術の重要性	CCS技術は他に比べ相対的に重要か？	低位		高位
	技術開発競争	民間企業における技術開発の競争は激化するか？	激化		鈍化

経済圏のブロック化・グローバル化、エネルギーのブルー化 (燃料使用)・グリーン化 (電化) を軸としたときに極限的には4シナリオが想定される

CNのシナリオの全体像

CNのシナリオの全体像

各シナリオの状況の概要



シナリオ毎の①経済圏の動向②エネルギーの動向の左右の振れ方によってモニタリング軸の様相は変化

各シナリオにおける影響軸の様相

シナリオ影響軸 (例)		1 グローバル化 x グリーン化		2 ブロック化 x グリーン化		3 グローバル化 x ブルー化		4 ブロック化 x ブルー化	
		極限值A ↔ 極限值B		極限值A ↔ 極限值B		極限值A ↔ 極限值B		極限值A ↔ 極限值B	
Politics	産業政策	自由主義	保護主義	自由主義	保護主義	自由主義	保護主義	自由主義	保護主義
	エネルギー政策	再エネ主軸	火力主軸	再エネ主軸	火力主軸	再エネ主軸	火力主軸	再エネ主軸	火力主軸
	ルールメイキング	国際統一化	ローカル化	国際統一化	ローカル化	国際統一化	ローカル化	国際統一化	ローカル化
Economy	国内脱炭素投資	高位	低位	高位	低位	高位	低位	高位	低位
	海外脱炭素投資	低位	高位	低位	高位	低位	高位	低位	高位
	カーボンプライス	低位	高位	低位	高位	低位	高位	低位	高位
	化石資源価格	低位	高位	低位	高位	低位	高位	低位	高位
Society	コスト許容度	低位	高位	低位	高位	低位	高位	低位	高位
Technology	水素キャリア多様性	低位	高位	低位	高位	低位	高位	低位	高位
	燃転の方向性	電化	合成燃料化	電化	合成燃料化	電化	合成燃料化	電化	合成燃料化
	静脈技術の重要性	低位	高位	低位	高位	低位	高位	低位	高位
	CCS技術の重要性	低位	高位	低位	高位	低位	高位	低位	高位
	技術開発競争	激化	鈍化	激化	鈍化	激化	鈍化	激化	鈍化

エコノミクスが強く作用しグローバルでの安価なVC構築やグリーン技術開発競争が行われる結果的に社会コストは競争の中で低位となるも自国以外の企業が勝者となる可能性あり

グローバル化 x グリーン化シナリオの詳細

概要	シナリオ影響軸別の状況					
	シナリオ影響軸(例)		シナリオにおける状況		極限值A	極限值B
再エネを出発点とするグリーン化・電化技術開発が進み投資も行われ低コスト化、社会実装が進む	Politics	産業政策	自由主義	グローバルでの自由競争を志向		
		エネルギー政策	再エネ主軸	再エネ導入促進しエネルギーの太宗が再エネ化		
		ルールメイキング	国際統一化	グローバルVC構築のため国際統一ルールを形成		
経済性重視のため競争力の強い企業・技術がグローバルで標準実装される	Economy	国内脱炭素投資	低位	再エネや電化投資はするも海外からの輸入が主のため低位		
		海外脱炭素投資	高位	海外VC構築に向けエネルギー価格が安い国へのVC構築投資が旺盛		
		カーボンプライス	高位	グリーンエネルギーの競争強化のため高位		
		化石資源価格	高位	ニーズは減るもカーボンプライスが高く高位		
グローバルでVC構築が行われ安価なエネルギー産出国からの水素輸入が主	Society	コスト許容度	低位	エコノミクス重視で低コスト品のみ実装されるため、コスト許容度は低い		
	Technology	水素キャリア多様性	高位	輸入が主のため複数キャリアでケースバイケースで活用		
燃転の方向性		電化	安価な再エネが大量にあるため電化を志向			
静脈技術の重要性		低位	グローバルで調達が可能のためサーキュラーの重要性は相対的に低位			
CCS技術の重要性		低位	再エネ主軸かつ化石資源活用は敬遠されることから技術的重要性は低位			
技術開発競争		激化	自由主義のためグローバルでの多数企業との競争へ			

保護主義が強く作用し経済圏内でのVC構築や自国企業によるグリーン技術や静脈技術開発が行われ、経済圏内で投資(カネ)・モノが循環

ブロック化 x グリーン化シナリオの詳細

概要

再エネを出発点とするグリーン化・電化技術開発が進み投資も行われ低コスト化、社会実装が進む

ブロック経済圏の中で自国内産業/技術の育成やVC構築がされ、経済圏内でのエネルギー製造～利用がされる

ブロック経済圏内での独自のルールメイクがされる

シナリオ影響軸別の状況

シナリオ影響軸(例)		シナリオにおける状況	極限值A	極限值B
Politics	産業政策	保護主義	自国経済圏を重視し自国産業育成や圏内でのVC構築を志向	
	エネルギー政策	再エネ主軸	再エネ導入促進しエネルギーの太宗が再エネ化	
	ルールメイキング	ローカル化	自国経済圏でのVC構築にフィットした経済圏内の独自ルール制定	
Economy	国内脱炭素投資	高位	自国経済圏内でのVC構築に向け国内投資が旺盛	
	海外脱炭素投資	低位	保護主義のため海外投資は低位	
	カーボンプライス	高位	グリーンエネルギーの競争強化のため高位	
	化石資源価格	高位	ニーズは減るもカーボンプライスが高く高位	
Society	コスト許容度	高位	自国経済圏内の投資コストは最終消費者へ転嫁されるためコスト高となる傾向にあり、許容度は一定高位	
Technology	水素キャリア多様性	低位	自国経済圏内でグリーン水素を生成のためVCにフィットした単一キャリアへ収れん	
	燃転の方向性	電化	安価な再エネが大量にあるため電化を志向	
	静脈技術の重要性	高位	自国経済圏内の資源には限りがあるので圏内でのサーキュラー化が重要	
	CCS技術の重要性	低位	再エネ主軸かつ化石資源活用は敬遠されることから技術的重要性は低位	
	技術開発競争	鈍化	保護主義のもと自国内の企業・技術を手厚く保護するため国際競争は鈍化	

再エネコストが低減せずエコノミクスの点からブルー化した場合CCUSの重要性が高まる 一方で化石資源ビジネスを行う既存のグローバル企業がVCの多くを担う

グローバル化 x ブルー化シナリオの詳細

概要

化石資源を出発点とするブルー化・CCUS技術開発の社会実装が進む

経済性重視のため、化石資源アセットや技術の活用が可能な比較的**現在も競争力の強い企業・技術**がグローバルで標準実装される

既存の化石資源アセットを活用しつつグローバルでVC構築が行われ安価なエネルギー産出国からの**水素輸入**が主となり、**CCSのVC**が強化される

グローバルでの脱炭素関連の統一的なルールを制定し各国が遵守

シナリオ影響軸別の状況

シナリオ影響軸(例)

シナリオにおける状況

極限值A

極限值B

Politics	産業政策	自由主義	グローバルでの自由競争を志向
	エネルギー政策	火力主軸	再エネコストが高く火力発電(水素・CCS付帯・バイオマス)が主軸
	ルールメイキング	国際統一化	グローバルVC構築のため国際統一ルールを形成
Economy	国内脱炭素投資	低位	CCUS投資はするも海外からの化石資源輸入が主のため低位
	海外脱炭素投資	高位	海外VC構築に向けCCS・ブルー水素価格が安い国へのVC構築投資が旺盛
	カーボンプライス	低位	化石資源利用を継続のためカーボンプライスは低位
	化石資源価格	低位	ニーズは増えるもカーボンプライスが低く、資源開発投資がされるため低位
Society	コスト許容度	低位	エコノミクス重視で低コスト品のみ実装されるため、コスト許容度は低い
Technology	水素キャリア多様性	高位	輸入が主のため複数キャリアでケースバイケースで活用
	燃転の方向性	合成燃料化	再エネコストが高く電力コストが低減せず、また燃料輸入継続のため電化ではなく燃料クリーン化へ(合成燃料化)
	静脈技術の重要性	低位	グローバルで調達が可能のためサーキュラーの重要性は相対的に低位
	CCS技術の重要性	高位	化石資源活用が主軸なのでCCS技術の重要性は高位
	技術開発競争	激化	自由主義のためグローバルでの多数企業との競争へまた既存の化石資源アセット・技術を持つ企業の競争力が高い

再エネコストが低減せずエコノミクス観点からブルー化するもブロック経済圏内でエネルギー等の調達が必要となるためサーキュラー等の静脈技術の重要性が高まる

ブロック化 x ブルー化シナリオの詳細

概要

ブロック経済化の結果、化石資源は輸入量が減少し、再エネコストも高いため、バイオやDAC、CCUやリサイクル技術など自国経済圏が持つアセットで自律性が保持されることに寄与する技術の社会実装が進む

ブロック経済圏の中で自国内産業/技術の育成やVC構築がされ、経済圏内でのエネルギー製造～利用がされる

ブロック経済圏内での独自のルールメイクがされる

シナリオ影響軸別の状況

シナリオ影響軸(例)

シナリオにおける状況

極限值A

極限值B

Politics	産業政策	保護主義	自国経済圏を重視し自国産業育成や圏内でのVC構築を志向
	エネルギー政策	火力主軸	再エネコストが高く火力発電(水素・CCS付帯・バイオマス)が主軸
	ルールメイキング	ローカル化	自国経済圏でのVC構築にフィットした経済圏内の独自ルール制定
Economy	国内脱炭素投資	高位	自国経済圏内でのVC構築に向け国内投資が旺盛
	海外脱炭素投資	低位	保護主義のため海外投資は低位
	カーボンプライス	低位	化石資源利用を継続のためカーボンプライスは低位
	化石資源価格	低位	ニーズは増えるもカーボンプライスが低く、資源開発投資がされるため低位
Society	コスト許容度	高位	自国経済圏内の投資コストは最終消費者へ転嫁されるためコスト高となる傾向にあり、許容度は一定高位
Technology	水素キャリア多様性	低位	自国経済圏内で水素を生成のためVCにフィットした単一キャリアへ収められ
	燃転の方向性	合成燃料化	再エネコストが高く電力コストが低減しないので電化ではなく燃料クリーン化へ(合成燃料化)
	静脈技術の重要性	高位	自国経済圏内の資源には限りがあるので圏内でのサーキュラー化が重要
	CCS技術の重要性	高位	化石資源活用が主軸なのでCCS技術の重要性は高位
	技術開発競争	鈍化	保護主義のもと自国内の企業・技術を手厚く保護するため国際競争は鈍化

グリーン化では再エネコストが安く電化が進むがブルー化ではCCUによる合成燃料化が重要
ブロック化経済の場合は自国経済圏内のVC構築が必要のため静脈技術も重要

各シナリオにおける具体的なエネルギー技術の動向概要

グローバル化

縦軸
経済圏の動向

ブルー化
(燃料使用)

グリーン化
(電化)

3 グローバル化 x ブルー化

- 国内の再エネコストが下らず火力発電が主
- 化石資源ベースの水素輸入が進みキャリア・輸入技術及びCCSが重要
- 燃料のCN化に伴いCCU技術が重要

1 グローバル化 x グリーン化

- 国内の再エネ需要は拡大
- エネルギーコストが安い国からのグリーン水素輸入に向けたキャリア・輸入技術が重要
- 安価な再エネにより電化が進展

4 ブロック化 x ブルー化

- 国内の再エネコストが下らず、また輸入水素量も限定的
- 経済圏内の資源の最大化に向けたバイオ/DAC由来CCUやリサイクル等の静脈技術や省エネ化が重要

2 ブロック化 x グリーン化

- 国内の再エネ需要は拡大
- 国産グリーン水素製造技術が重要も、地産地消のためキャリア技術は低位
- 安価な再エネにより電化が進展
- 化学原料等の国産CCU技術が重要

ブロック化

横軸 エネルギーの動向

技術の目線で見たとときには経済圏動向がレバーとなるものと、エネルギー動向がレバーとなるものに二分される

各シナリオにおける具体的なエネルギー技術の動向詳細

Technology軸の状況 : 経済圏動向が重要となる軸 : エネルギー動向が重要となる軸 極限值A 極限值B

	水素キャリア多様性	燃転の方向性	静脈技術の重要性	CCS技術の重要性	技術開発競争
1 グローバル化 x グリーン化	高位 再エネが豊富で安いグリーン水素製造国で大量生産し輸入することから複数キャリア保有が重要	電化 国内にグリーンな再エネ大量導入モデルのため電気代が安く電化が促進	低位 "不足分はグローバルから輸入"が可能のためリサイクル等の静脈チェーンの重要度が相対的に低下	低位 安価な再エネ、グリーン水素があることから化石資源活用が低下しCCS需要も低下	激化 グローバルでのVC構築となるため、他国のグリーンTechとの主にコスト面での競争激化
2 ブロック化 x グリーン化	低位 ブロック経済圏内での水素地産地消のためキャリアは利用に最適化のうえ絞られる	電化 国内にグリーンな再エネ大量導入モデルのため電気代が安く電化が促進	高位 ブロック経済圏内にある資源のモノの循環が重要	低位 安価な再エネ、グリーン水素があることから化石資源活用が低下しCCS需要も低下	鈍化 ブロック経済圏内での投資や産業育成のため競争はプレイヤー数が少なく鈍化
3 グローバル化 x ブルー化	高位 化石資源が豊富で安いブルー水素製造国で大量生産し輸入することから複数キャリア保有が重要	合成燃料化 再エネの低コスト化進まずブルー燃料活用のため電化ではなく合成燃料技術開発が進展	低位 "不足分はグローバルから輸入"が可能のためリサイクル等の静脈チェーンの重要度が相対的に低下	高位 化石資源ベースのブルーエネルギーが主のためCNの上ではCCSが必須	激化 グローバルでのVC構築となるため、他国のブルーTechとの主にコスト面での競争激化
4 ブロック化 x ブルー化	低位 ブロック経済圏内での水素地産地消のためキャリアは利用に最適化のうえ絞られる	合成燃料化 再エネの低コスト化進まずブルー燃料活用のため電化ではなく合成燃料技術開発が進展	高位 ブロック経済圏内にある資源のモノの循環が重要	高位 化石資源ベースのブルーエネルギーが主のためCNの上ではCCSが必須	鈍化 ブロック経済圏内での投資や産業育成のため競争はプレイヤー数が少なく鈍化

グリーン化の場合は再エネ主軸となるため再エネや電化技術ニーズが増加する傾向
ブロック化の場合は経済圏内でのモノの循環が重要のため静脈技術ニーズが増加の傾向

各シナリオにおける20PJの相対的な重要性の動き例

現在から重要性増加
 現在から重要性不変
 現在から重要性低下

GI基金PJ	1 グローバル化 x グリーン化	2 ブロック化 x グリーン化	3 グローバル化 x ブルー化	4 ブロック化 x ブルー化
① 洋上風力発電の低コスト化	↑ 再エネ拡大のためニーズ大	↑ 再エネ拡大のためニーズ大	↓ 火力主軸のためニーズ減少	↓ 火力主軸のためニーズ減少
② 次世代型太陽光電池の開発	↑ 再エネ拡大のためニーズ大	↑ 再エネ拡大のためニーズ大	↓ 火力主軸のためニーズ減少	↓ 火力主軸のためニーズ減少
③ 廃棄物・資源循環分野におけるCN実現	↓ 安価な輸入エネルギー増加のため循環ニーズが低減	↑ ブロック経済圏内のモノの循環のためにサーキュラー技術ニーズ増加	↓ 安価な輸入エネルギー増加のため循環ニーズが低減	↑ ブロック経済圏内のモノの循環のためにサーキュラー技術ニーズ増加
④ 大規模水素サプライチェーンの構築	↑ 安価な輸入水素増加のためキャリア開発が重要	↓ ブロック経済圏での国産水素製造により国際VCやキャリア開発需要低減	↑ 安価な輸入水素増加のためキャリア開発が重要	↓ ブロック経済圏での国産水素製造により国際VCやキャリア開発需要低減
⑤ 再エネ水電解による水素製造	↓ 水素は輸入のため電解技術需要は低減	↑ ブロック経済圏での国産水素製造により需要増加	↓ 水素は輸入のため電解技術需要は低減	↓ 再エネ価格が高く国内水素価格も高騰の結果需要が減少
⑥ 製鉄プロセスにおける水素活用	↓ 安価な再エネ活用に向けた電化が進展	↓ 安価な再エネ活用に向けた電化が進展	↑ 再エネが低コスト化せず、熱需要が増加のため水素活用技術ニーズ増	↓ 再エネ価格が高く国内水素価格も高騰の結果、国内での開発需要が減少
⑦ 燃料アンモニアサプライチェーンの構築	↑ 安価な輸入水素増加のためキャリア開発が重要	↓ ブロック経済圏での国産水素製造により国際VCやキャリア開発需要低減	↑ 安価な輸入水素増加のためキャリア開発が重要	↓ ブロック経済圏での国産水素製造により国際VCやキャリア開発需要低減
⑧ CO2等を用いたプラ原料製造技術開発	→ 化学原料開発は再エネ拡大・水素輸入モデルでも必要	↑ 輸入量が減ることからバイオ/国産水素由来でのCCU需要が増加	→ 化学原料開発は安価な輸入水素を用いて実施が必要	↑ 輸入量が減ることからバイオ/国産水素由来でのCCU需要が増加
⑨ CO2等を用いた燃料製造技術開発	↓ 安価な再エネに支えられ電化のため需要低減	↑ 輸入量が減ることからバイオ/国産水素由来でのCCU需要が増加	↑ 電化ではなく燃料のグリーン化のためバイオ/水素のCCU需要が増加	↑ 輸入量が減ることからバイオ/国産水素由来でのCCU需要が増加
⑩ CO2を用いたコンクリート等製造技術開発	→ 新規コンクリ生産技術開発は再エネ拡大・水素輸入モデルでも必要	→ 新規コンクリ生産技術開発は再エネ拡大・国産水素モデルでも必要	→ 新規コンクリ生産技術開発はブルー水素輸入モデルでも必要	→ 新規コンクリ生産技術開発は国産エネルギーモデルでも必要
⑪ CO2の分離回収等技術開発	↓ 脱化石資源のためCCS需要は低減	↓ 脱化石資源のためCCS需要は低減	↑ ブルー化の中で化石資源活用が進むためニーズ増加	↑ ブルー化の中で化石資源活用が進むためニーズ増加
⑫ 次世代蓄電池・次世代モーターの開発	↑ 安価な再エネにより電化が加速	↑ 安価な再エネにより電化が加速 リサイクルニーズは増加	↓ 電化ではなく燃料グリーン化のため需要が減少	↑ 電化ではなく燃料グリーン化のため需要が減少 もリサイクルニーズは増加
⑬ 電動車の車載コンピューティング技術の開発	↑ 安価な再エネにより電化が加速	↑ 安価な再エネにより電化が加速	↓ 電化ではなく燃料グリーン化のため需要が減少	↓ 電化ではなく燃料グリーン化のため需要が減少
⑭ スマートモビリティ社会の構築	→ スマートモビリティ需要は不変	→ スマートモビリティ需要は不変	→ スマートモビリティ需要は不変	→ スマートモビリティ需要は不変
⑮ 次世代デジタルインフラの構築	→ 半導体需要は不変	→ 半導体需要は不変	→ 半導体需要は不変	→ 半導体需要は不変
⑯ 次世代航空機の開発	↑ 一部で電化しつつ海外水素の燃料活用が進む	↑ 一部で電化しつつ国内水素の燃料活用が進む	→ 合成燃料や化石資源+CCS燃料化となりエンジン開発ニーズ減少	↑ 合成燃料や化石資源+CCS燃料化となりエンジン開発ニーズ減少も省エネ化は必要
⑰ 次世代船舶の開発	↑ 一部で電化しつつ海外水素の燃料活用が進む	↑ 一部で電化しつつ国内水素の燃料活用が進む	→ 合成燃料や化石資源+CCS燃料化となりエンジン開発ニーズ減少	↑ 合成燃料や化石資源+CCS燃料化となりエンジン開発ニーズ減少も省エネ化は必要
⑱ 食料・農林水産業のCO2等削減・吸収	↓ 安価な再エネ・輸入水素ベースの社会のためクレジット需要が低下	↓ 安価な再エネ・国産水素ベースの社会のためクレジット需要が低下	↑ 化石資源が残存するためクレジット需要が増加	↑ 化石資源が残存するためクレジット需要が増加
⑲ バイオものづくり技術によるCO2直接原料化	↓ 安価な再エネ・水素ベースの社会のためバイオ技術ニーズ低下	↑ ブロック経済圏では安価な輸入エネルギー・原料に頼らず静脈技術ニーズが増加	↓ 安価なブルー水素ベースの社会のためバイオ技術ニーズ低下	↑ ブロック経済圏では安価な輸入エネルギー・原料に頼らず静脈技術ニーズが増加
⑳ 製造分野における熱プロセスの脱炭素化	↓ 電化促進のためニーズ低下	↓ 電化促進のためニーズ低下	↑ ブルー水素や化石資源活用のため熱減の脱炭素化ニーズは増加	↑ ブルー水素や化石資源活用のため熱減の脱炭素化ニーズは増加

シナリオが変わることでPJ内の技術についても重みづけに変化があり、例えばグローバル化xブルー化のシナリオでは現在支援していないターコイズ水素技術への支援余地がある

各シナリオにおける20PJ内の重要技術の変動例

GI基金PJ	重要性が増す技術	1 グローバル化 x グリーン化	2 ブロック化 x グリーン化	3 グローバル化 x ブルー化	4 ブロック化 x ブルー化
① 洋上風力発電の低コスト化	低コスト化に資する生産技術	低コスト化に資する生産技術	低コスト化に資する生産技術	—	—
② 次世代型太陽光電池の開発	低コスト化に資する生産技術	低コスト化に資する生産技術	低コスト化に資する生産技術	—	—
③ 廃棄物・資源循環分野におけるCN実現	—	リサイクル技術	—	—	リサイクル技術
④ 大規模水素サプライチェーンの構築	キャリア技術・輸入技術	—	ターコイズ水素・合成メタン製品技術	—	—
⑤ 再エネ水電解による水素製造	—	国産電解槽の製品・製造技術	—	—	—
⑥ 製鉄プロセスにおける水素活用	高級鋼向け電炉技術	高級鋼向け電炉技術	—	—	省エネ技術
⑦ 燃料アンモニアサプライチェーンの構築	キャリア技術・クラッキング	—	キャリア技術・クラッキング	—	—
⑧ CO2等を用いたプラ原料製造技術開発	—	バイオ・DAC由来CO2の製品技術	—	—	バイオ由来CO2の製品技術
⑨ CO2等を用いた燃料製造技術開発	—	バイオ・DAC由来CO2の製品技術	—	—	バイオ由来/FT合成の製品技術
⑩ CO2を用いたコンクリート等製造技術開発	—	—	—	—	—
⑪ CO2の分離回収等技術開発	—	—	分離回収生産技術、CO2輸送技術	分離回収生産技術、CO2輸送技術	分離回収生産技術、CO2輸送技術
⑫ 次世代蓄電池・次世代モーターの開発	次世代電池の製品製造技術	次世代電池技術とリサイクル技術	—	—	リサイクル技術
⑬ 電動車の車載コンピューティング技術の開発	SDVのデジタルツインでの製造技術	SDVのデジタルツインでの製造技術	—	—	—
⑭ スマートモビリティ社会の構築	スマートグリッド/エネマネ技術	スマートグリッド/エネマネ技術	—	—	—
⑮ 次世代デジタルインフラの構築	—	—	—	—	—
⑯ 次世代航空機の開発	小型機の電化技術、水素エンジン	小型機の電化技術、水素エンジン	—	—	省エネ技術
⑰ 次世代船舶の開発	小型機の電化技術、水素エンジン	小型機の電化技術、水素エンジン	—	—	省エネ技術
⑱ 食料・農林水産業のCO2等削減・吸収	—	—	クレジット創出製品技術とMRV技術	クレジット創出製品技術とMRV技術	クレジット創出製品技術とMRV技術
⑲ バイオものづくり技術によるCO2直接原料化	—	バイオ由来製造技術	—	—	バイオ由来製造技術
⑳ 製造分野における熱プロセスの脱炭素化	—	—	燃焼加熱技術の製造技術	燃焼加熱技術の製造技術	燃焼加熱技術の製造技術

Politics軸は貴省コントローラビリティが高くまたインパクトも大きく連携が重要

シナリオ影響軸のコントローラビリティ・インパクトの感度

シナリオ影響軸 (例)		貴省のコントローラビリティ		GI基金の支援内容へのインパクト	
Politics	産業政策	高	国内政策は管理可能	大	VC構築場所 (国内外)、実装技術が変わるため重要
	エネルギー政策	高	国内政策は管理可能	大	エネミにより重要技術は大きく変化
	ルールメイキング	中	日本単体は管理可能も国際ルールは管理が困難	大	ルール形成者・内容によって投資技術が変化
Economy	国内脱炭素投資	高	国内の投資額はGI/GXにて管理可能	中	実証場所が国内・海外へ変化するも支援内容は大きく変わらず
	海外脱炭素投資	中	日本から海外への投資は管理可能も外国政府の動向は管理困難	中	
	カーボンプライス	低	市場価格のため管理困難	大	価格によっては脱炭素技術の優位性が変わるためインパクトは大きい
	化石資源価格	低		大	
Society	コスト許容度	中	補助金やコンセンサス醸成により一定は管理可能	小	GI基金ではなくGXでの管理範囲の可能性
Technology	水素キャリア多様性	高	GI/GXにて管理可能	大	GIとして支援するべきPJ及び技術が変わるためインパクトが大きい
	燃転の方向性	高		大	
	静脈技術の重要性	高		大	
	CCS技術の重要性	高		大	
	技術開発競争	中	補助金のつけ方で管理可能も技術開発自体は民間企業の範疇	中	補助金付与先を選定することで複数の有力企業を中心に競争力強化が可能

業務

③-a

デュアルユース技術分析 / 技術レベルマップ構想策定

防衛に関しては機密性が高く公開情報が限定的で体系的につかみにくい側面あり 公開情報に加えその読み解き方や最新情報をBCG専門家にヒアリングすることでまとめていく

③新規分野の技術に関する調査・分析の具体的な進め方

デュアルユース分析の難しさ

情報の機密性が高く情報へのリーチアウトが難しい

- 一般的なリサーチ・検索ではそもそも情報がでてこない、もしくは表面的な情報に限られる

情報が断片的・点在のため体系的な理解・解釈が難しい

- 情報をつなげてメカニズムとして理解するうえで、Big Pictureが纏まっておらず理解が難しい

国毎の安保/防衛事情の理解なしに体系的に理解しにくい

- 体系的メカニズムを理解しても、なぜそのメカニズムをとっているのかは国の背景によって異なるが、その背景がまとまっていない

今回の分析の進め方

DoDなどが発表しているレポートやプログラムを収集

- 対象とする技術例の特定
- 募集対象企業や協働方法を把握

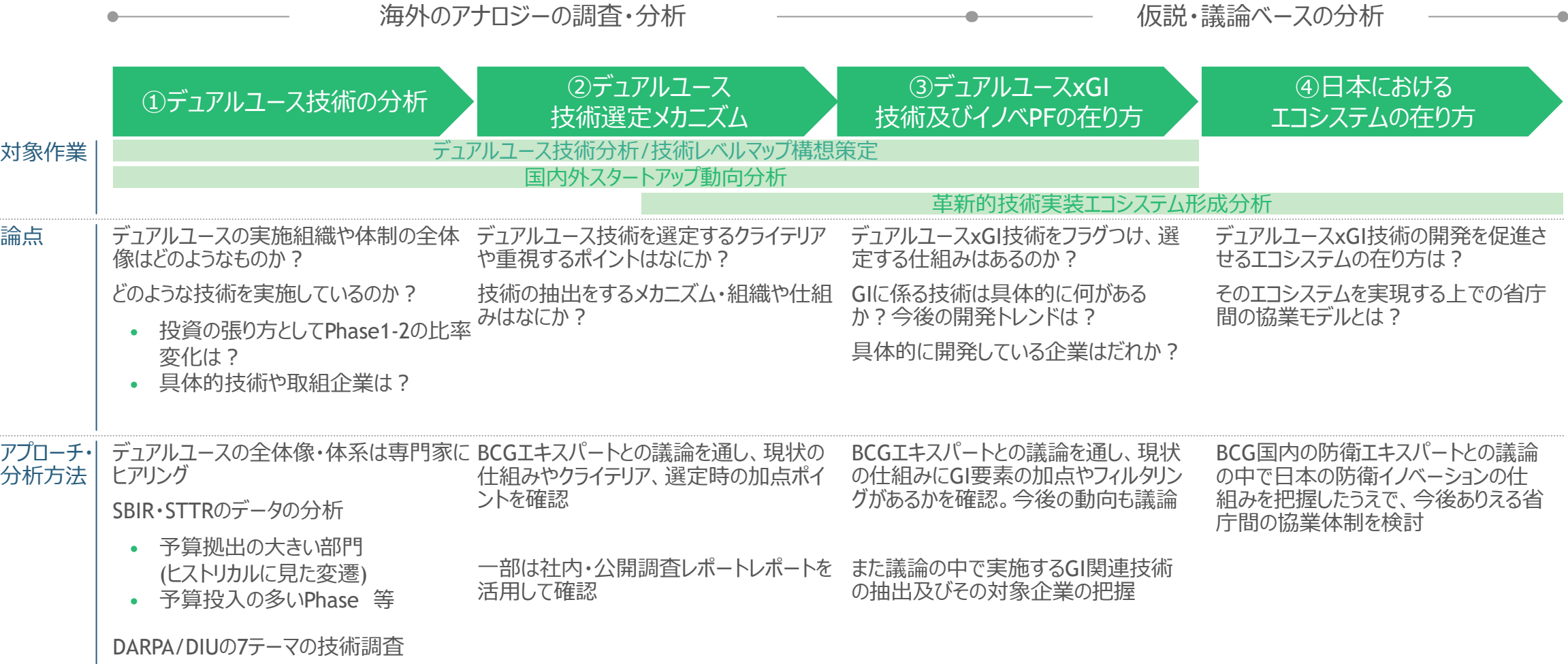


BCGの専門家と議論し情報収集を補完

- 収集した情報に洩れがないよう確認
- 対象技術や開発方法の背景を議論し把握

DARPAやSBIR・STTR等の予算リストよりデュアルユース技術を特定 具体的な技術の選定メカニズムや協業の仕方をBCGエキスパートよりヒアリング

③新規分野の技術に関する調査・分析のステップ



デュアルユース分野からの革新的要素技術の取り込みに際しては、GXに向けた3つのVC類型の強化に資する、防衛分野が対象とする重点技術分野の技術を整理することが肝要

技術レベルマップ整理における観点

日本の防衛分野の重点技術分野

寄与するVC類型

原燃料転換バリューチェーン
"エネルギーをつくる"

エネルギーマネジメントバリューチェーン
"エネルギーを使いこなす"

リサイクルバリューチェーン
"作ったものを使いこなす"

1	無人化、自律化
2	プラットフォーム活用
3	エネルギー活用
4	素材・材料・製造手法
5	センシング
6	コンピューティング
7	見えなかったものの見える化
8	仮想、架空情報を現実かのように見せる能力
9	未来予測による判断能力
10	正確、瞬時に情報共有を可能とするネットワーク
11	サイバー空間の防衛
12	認知能力

GIで取り組むべき各VC類型全体のどこに寄与する革新的技術なのかについて整理

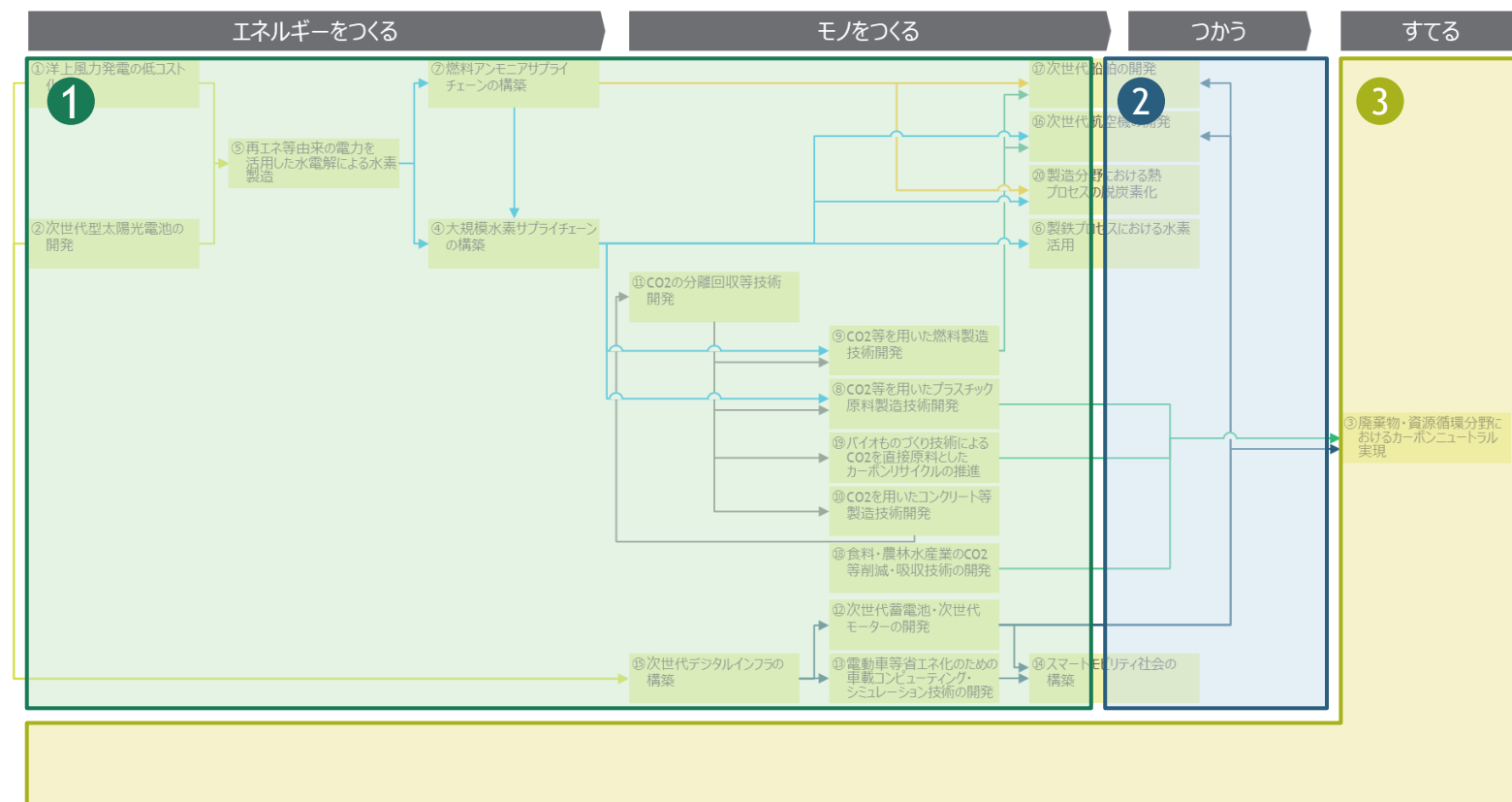
- GIで取り組み中の要素技術の次世代技術
- GIで取り組めていないVCを連結する技術

日本の防衛分野が革新的技術の開発対象とする分野

①エネルギーをつくる、②作ったエネルギーを使いこなす、③エネルギーを使って作ったものの自体も使いこなす、の3つVCのどの部分の強化に資するかの観点で、デュアルユース技術を整理 (再掲)超俯瞰図から見えるGXに向けたバリューチェーンの類型

超俯瞰図におけるバリューチェーン類型のカバー状況

バリューチェーン類型



"エネルギーをつくる"

① 原燃料転換バリューチェーン

グリーンエネルギーを燃料や原料に変換

"エネルギーを使いこなす"

② エネルギーマネジメントバリューチェーン

グリーンエネルギーをモビリティや産業プロセスで効率的に利用

"作ったものを使いこなす"

③ リサイクルバリューチェーン

CO₂や金属資源、廃プラをリサイクルして利用

日本の防衛分野における革新的技術開発は、防衛省が定めた「防衛技術指針」にて定められた12の重要技術分野を対象に実施

「防衛技術指針 2023」で定める12の重要技術分野

防衛技術方針で定める我が国を守り抜く上で重要な機能・能力の12分野

物理分野で優勢を獲得するための機能・能力

情報分野で優勢を獲得するための機能・能力

認知分野で優勢を獲得するための機能・能力

① 隊員の負担、損害を局限しつつ、隊員以外の付随的な損害も局限する無人化、自律化 ② 従来使っていなかったプラットフォームの活用 ③ 従来使っていなかったエネルギーの活用 ④ 新たな機能を実現する素材・材料、新たな製造手法	⑤ より早く、正確に情報を得るためのセンシング ⑥ 膨大な情報を瞬時に処理するためのコンピューティング ⑦ これまで見えなかったもの(例えば遠くのもの、電磁波や隊員の意思決定プロセス)の見える化 ⑧ 仮想、架空情報をあたかも現実かのように見せる能力 ⑨ 未来の状況を予測して先手を打つ判断能力の強化 ⑩ 組織内外において、どこでも誰とでも正確、瞬時に情報共有を可能とするネットワーク ⑪ 効率的、効果的にサイバー空間を防御する能力	⑫ 認知能力の強化

各分野で必要となる技術例

- ① 人と機械の融合技術、人と機械の対話技術、アバター（分身）コントロール技術等
- ② 水中航行・通信技術、長距離・長時間航行技術、宇宙航行技術等
- ③ 高出力エネルギー創出技術、高容量電池技術、高安全性電池技術等
- ④ 自己修復機能材料技術、微細構造や複雑構造も製造可能技術等
- ⑤ 量子センシング技術、センシングデータ融合・統合技術等
- ⑥ エッジコンピューティング技術、量子コンピューティング技術、超分散コンピューティング技術等
- ⑦ 量子イルミネーション技術、素粒子検出技術、ネット情報分析技術等
- ⑧ メタバース技術、立体ホログラム投影技術、地理空間情報攪乱技術等
- ⑨ 大量の実データ等を活用した未来予測技術、実環境デジタルツイン技術等
- ⑩ Beyond 5G 技術、量子暗号通信技術、ネットワーク抗たん性向上技術等
- ⑪ 未知攻撃検知・対処技術、サイバーキルチェーン自動分断・対処技術等
- ⑫ 脳科学を活用した認知能力向上のためのトレーニング技術等

(参考)米国のデュアルユース技術レベルマップ

日本の防衛分野の重点技術分野

1	無人化、自律化
2	プラットフォーム活用
3	エネルギー活用
4	素材・材料・製造手法
5	センシング
6	コンピューティング
7	見えなかったものの見える化
8	仮想、架空情報を現実かのように見せる能力
9	未来予測による判断能力
10	正確、瞬時に情報共有を可能とするネットワーク
11	サイバー空間の防衛
12	認知能力

寄与するVC類型

~2030に社会実装
~2040に社会実装
~2050に社会実装

GIカバー済技術の次世代技術
GIで取り組めていないVCを連結する技術

原燃料転換バリューチェーン "エネルギーをつくる"

自律型eVTOL

海洋バイオマスを利用した発電技術
ポータブル遠征用電力システム

宇宙での微生物による燃料製造

ベクトル電磁放射の量子イメージング

AI支援気候転換点モデリング

エネルギーマネジメントバリューチェーン "エネルギーを使いこなす"

ブレインマシンインターフェースによる制御

低軌道グローバル高速ネットワークの開発

パワービームによる無線エネルギー伝送
次世代リチウム硫黄電池

極低温で動作する半導体材料の開発
冷蔵不要な微生物保存システムの開発

低軌道衛星によるリアルタイム画像解析

次世代赤外線検出器の開発

AIを活用した複雑系シミュレーション技術

人工衛星間のマルチプロトコル光通信

識別交通カメラやジオロケーション技術

リサイクルバリューチェーン "作ったものを使いこなす"

EVバッテリーのリサイクルシステム
排出CO2の再燃料化システム
微生物を用いた希土類元素回収
セルロース系材料のアップサイクル

業務
③-b

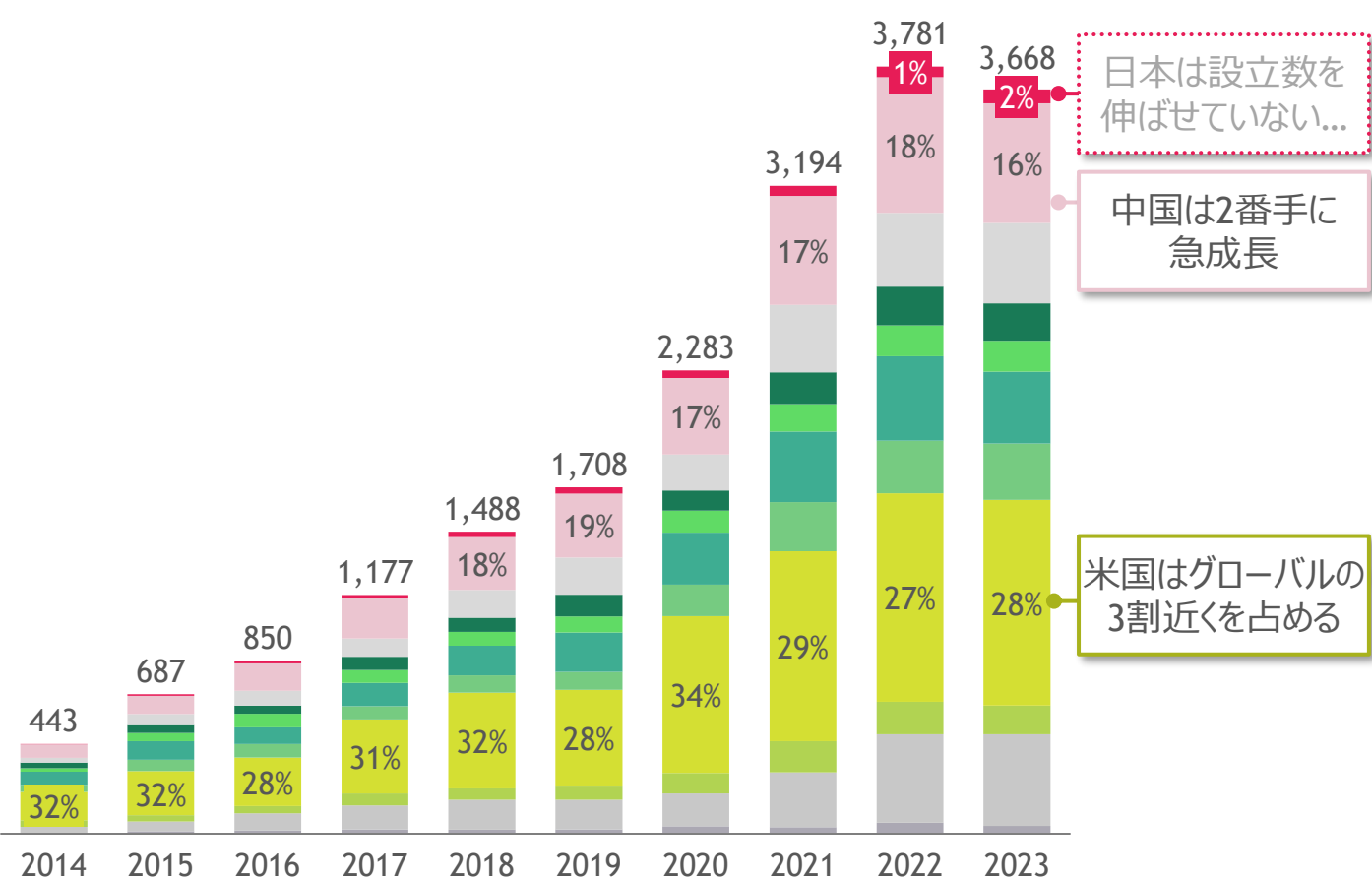
国内外スタートアップ動向分析

クリーンテック関連スタートアップ社数は米国がグローバル全体の3割近く占める傾向が続いている中、中国は2番手に急成長している一方で日本の設立数はごく僅かな状況

クリーンテック関連スタートアップ分析: 国/地域別設立社数動向

各国/地域別スタートアップ¹設立数 (社数)

各国/地域の成長率 (2014-2023年のCAGR²)



アジア	日本	41.4%
	中国	27.6%
	アジアその他	36.5%
欧州	ドイツ	23.3%
	フランス	27.7%
	イギリス	20.7%
	欧州その他	26.8%
北米	米国	24.5%
	北米その他	17.8%
その他	中南米	35.7%
	中東・アフリカ	25.3%

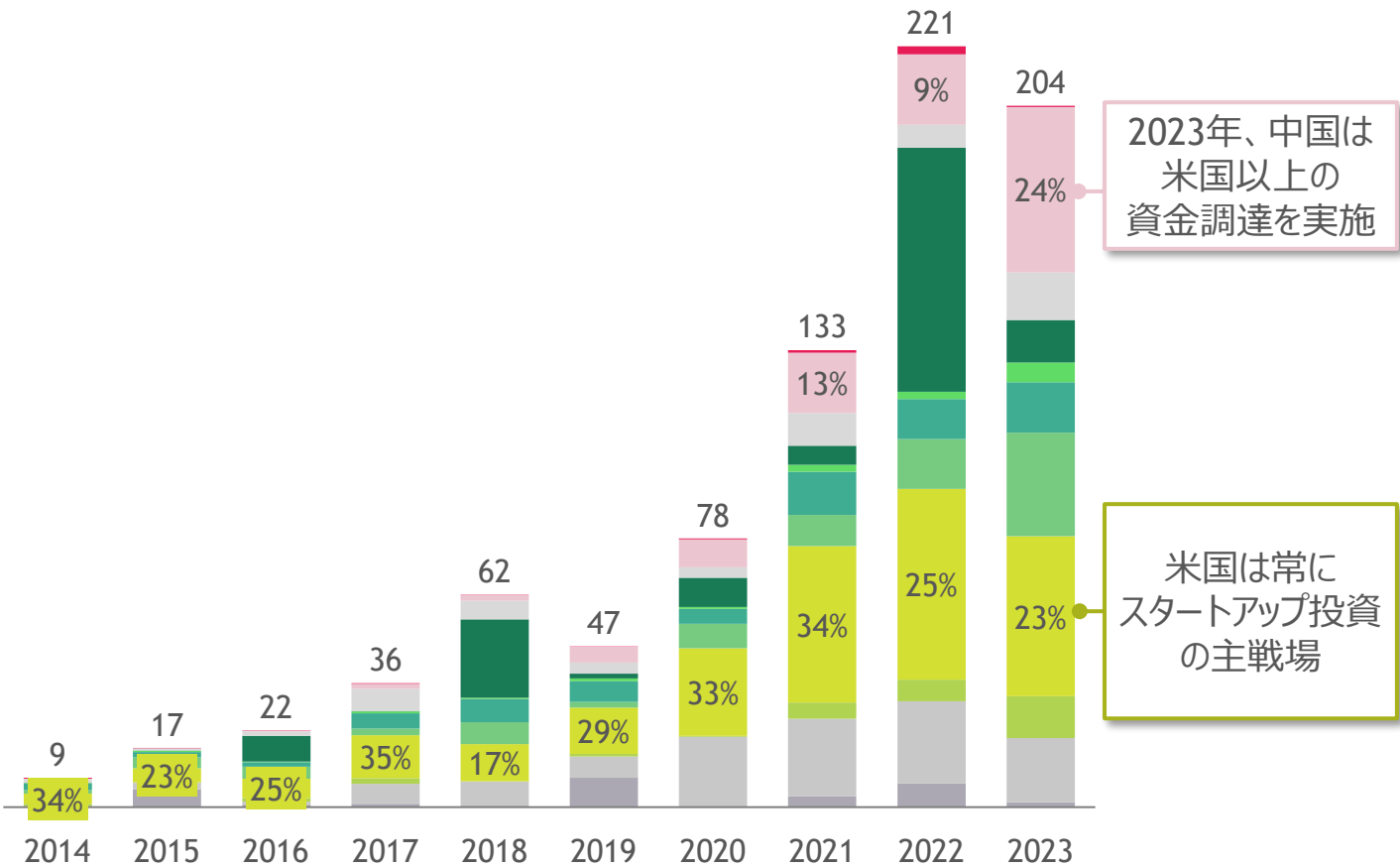
1. 2012年以降に設立された企業をスタートアップとしてカウント; 2. 2014年のスタートアップ設立が無い場合は、最も古い年数からのCAGRを示す
Source: PitchBookデータベース; BCG分析

クリーンテック関連スタートアップ投資は米国が長い間主戦場ではあるが、 2023年には中国が米国のスタートアップ資金調達額を追い抜き急速に拡大

クリーンテック関連スタートアップ分析: 国/地域別資金調達動向

各国/地域別スタートアップ¹資金調達額 (\$B)

各国/地域の成長率 (2014-2023年のCAGR²)



アジア	日本	2.8%
	中国	96.5%
	アジアその他	32.2%
欧州	ドイツ	118.7%
	フランス	48.2%
	イギリス	24.9%
	欧州その他	46.2%
北米	米国	35.9%
	北米その他	37.0%
その他	中南米	63.9%
	中東・アフリカ	46.6%

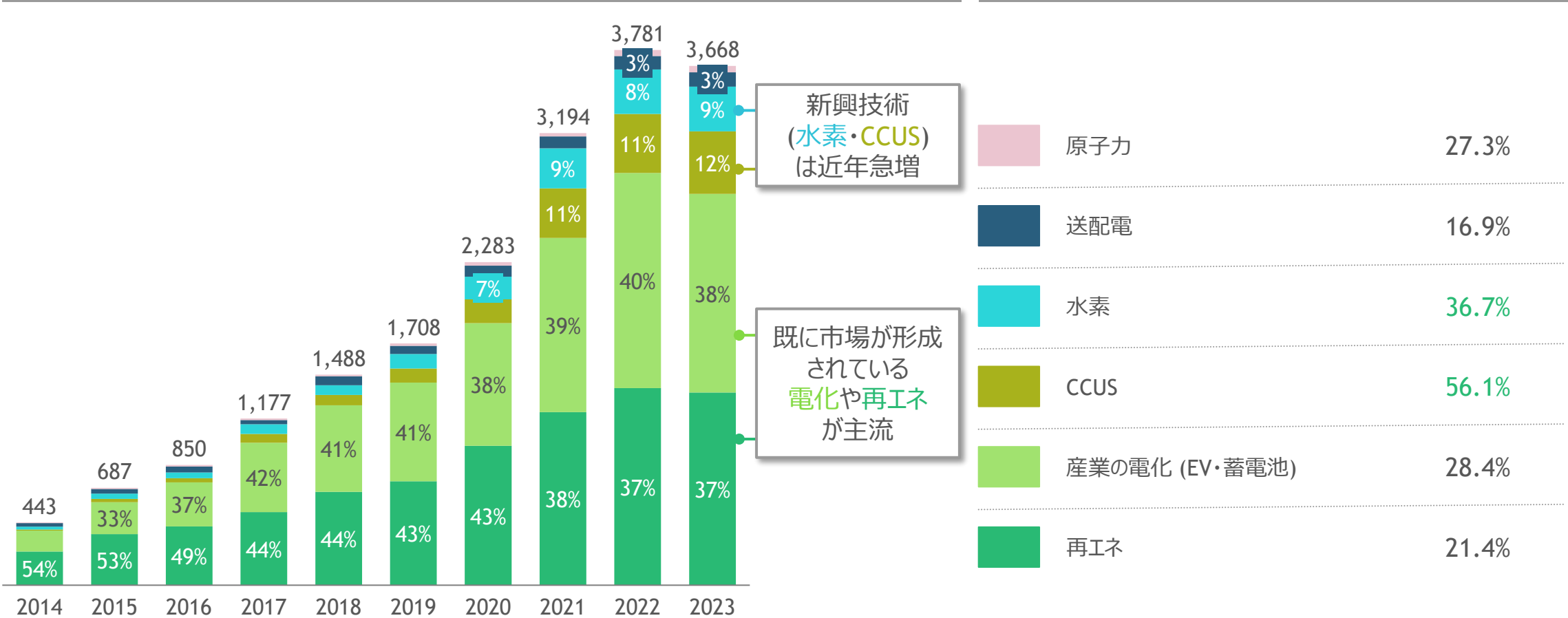
1. 2012年以降に設立された企業をスタートアップとしてカウント; 2. 2014年のスタートアップ設立が無い場合は、最も古い年数からのCAGRを示す
Source: PitchBookデータベース; BCG分析

クリーンテック関連スタートアップ社数は既に市場形成済の電化・再エネが主流だが、近年では新興技術(水素・CCUS)が急増

クリーンテック関連のスタートアップ分析: 技術別設立社数動向

各技術別スタートアップ¹設立数 (件)

各技術別成長率 (2014-2023年のCAGR²)



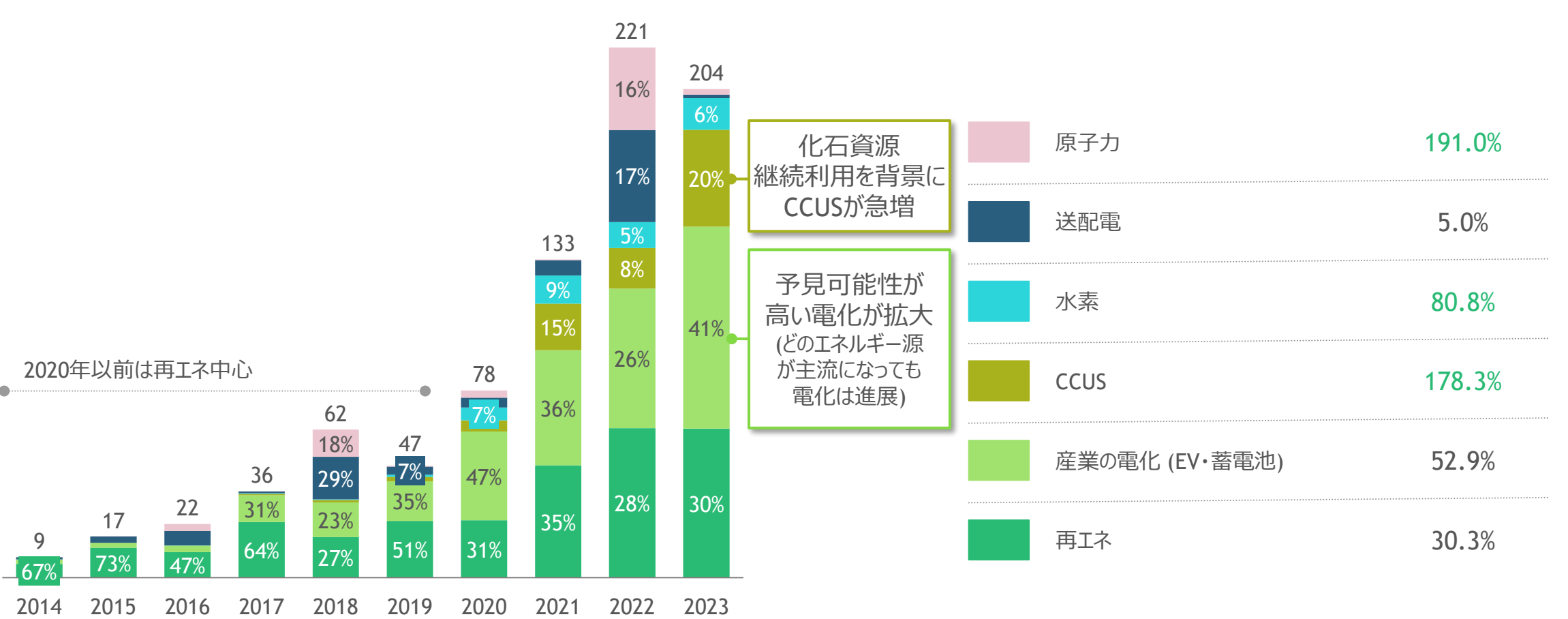
1. 2012年以降に設立された企業をスタートアップとしてカウント; 2. 2014年のスタートアップ設立が無い場合は、最も古い年数からのCAGRを示す
Source: PitchBookデータベース; BCG分析

クリーンテック関連スタートアップ資金調達額は2020年以前は再エネ中心だったが、近年では予見可能性が高い電化や化石資源継続利用を背景としたCCUSへの投資が拡大

クリーンテック関連のスタートアップ分析：技術別資金調達動向

各技術別スタートアップ¹資金調達額 (\$B)

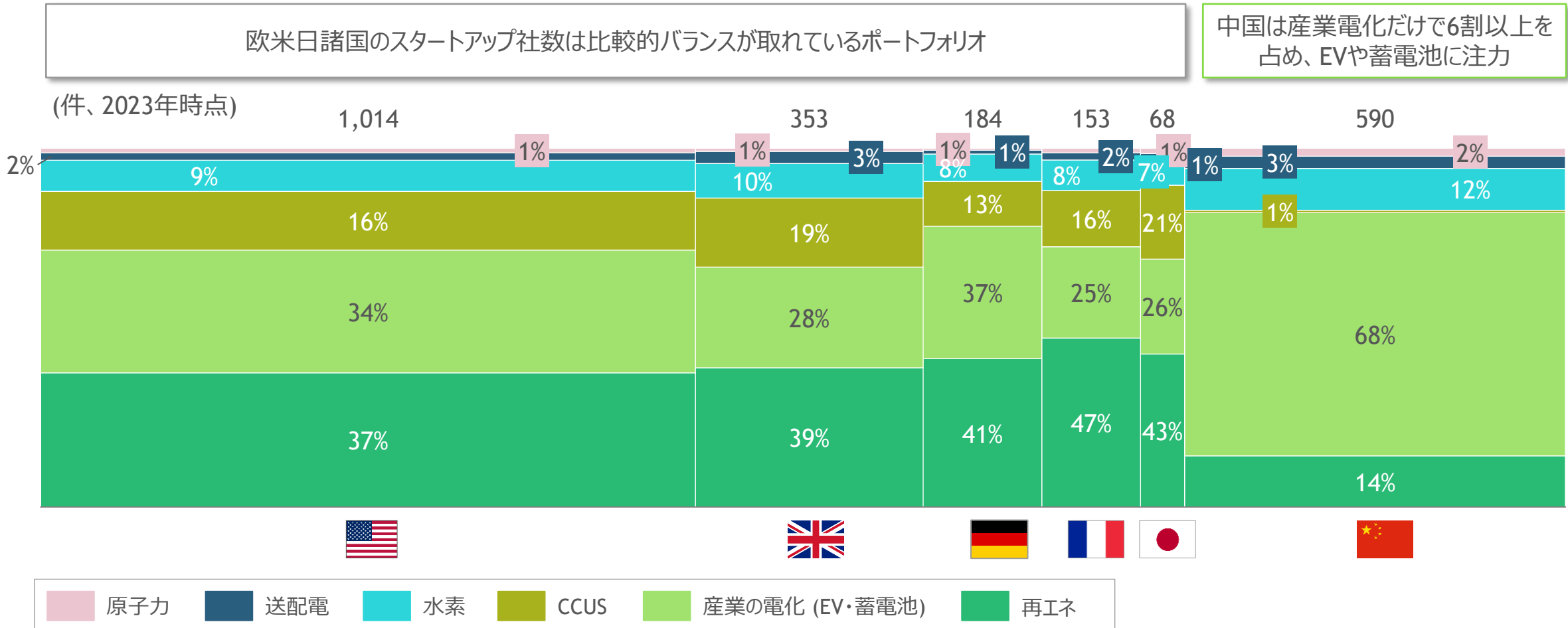
各技術別成長率 (2014-2023年のCAGR²)



1. 2012年以降に設立された企業をスタートアップとしてカウント; 2. 2014年のスタートアップ設立が無い場合は、最も古い年数からのCAGRを示す
Source: PitchBookデータベース; BCG分析

欧米日諸国のスタートアップ社数は比較的バランスが取れているポートフォリオな一方で 中国は産業電化だけで6割以上を占め、EVや蓄電池に注力

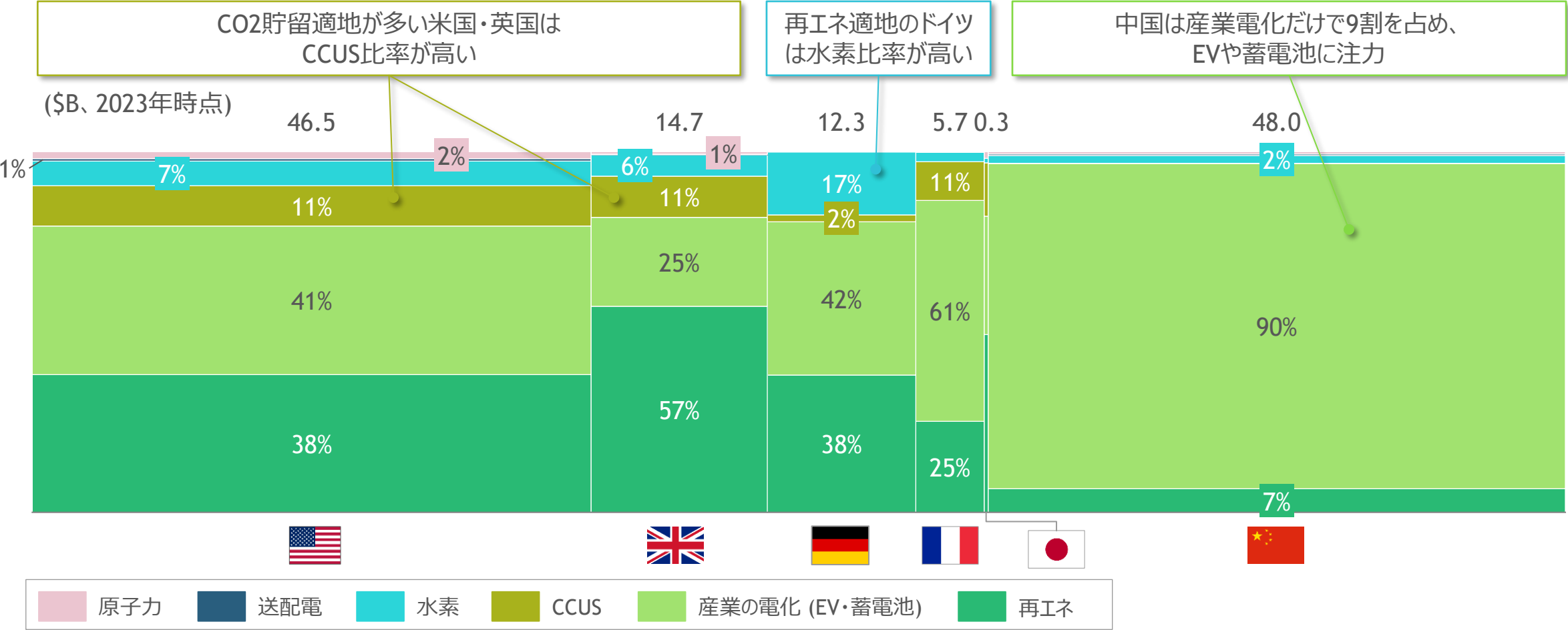
クリーンテック関連のスタートアップ分析：主要国における技術別設立社数



Source: PitchBookデータベース; BCG分析

資金調達額は、CCUS比率(11%)が高い米国・英国、水素比率(17%)が高いドイツ、産業電化比率(90%)が圧倒的に大きい中国と各国の産業政策上の特性が表れている

クリーンテック関連のスタートアップ分析:主要国における技術別資金調達額



Source: PitchBookデータベース; BCG分析

現状を踏まえると、政府・関連業界は、次のような点について検討を進めておくことが有益

課題の所在（BCG仮説）

	現状における課題		検討すべき論点		対応の方向性(例)
	“ソフトウェア”に偏る企業数	>	気候テック系の中でも、<u>ディープテックに属するスタートアップの裾野（起業数）を広げるための支援のあり方</u>	>	GI基金のさらなる活用
	ハードウェア系は大企業が担う構図	>	特にものづくり関連などで大企業に偏在しがちな知財へ、<u>1社の投資体力を超えて資金を注ぎ込むための仕掛け</u>	>	GX推進機構の運用（JV組成?）
	初期ステージから飛躍できない技術	>	気候テックの文脈に特化し、大学等を含めた<u>初期ステージの関連知財を目利きし、海外資金へ繋ぐ体制</u>	>	気候テック系VC / アクセラレーター誘致
	自社GXへの活用が後手になる大企業	>	<u>「国内大企業→国内スタートアップ」の提携について、多様な視点・アプローチでの検討を促す環境整備</u>	>	初期需要創出（国内版FMC等）

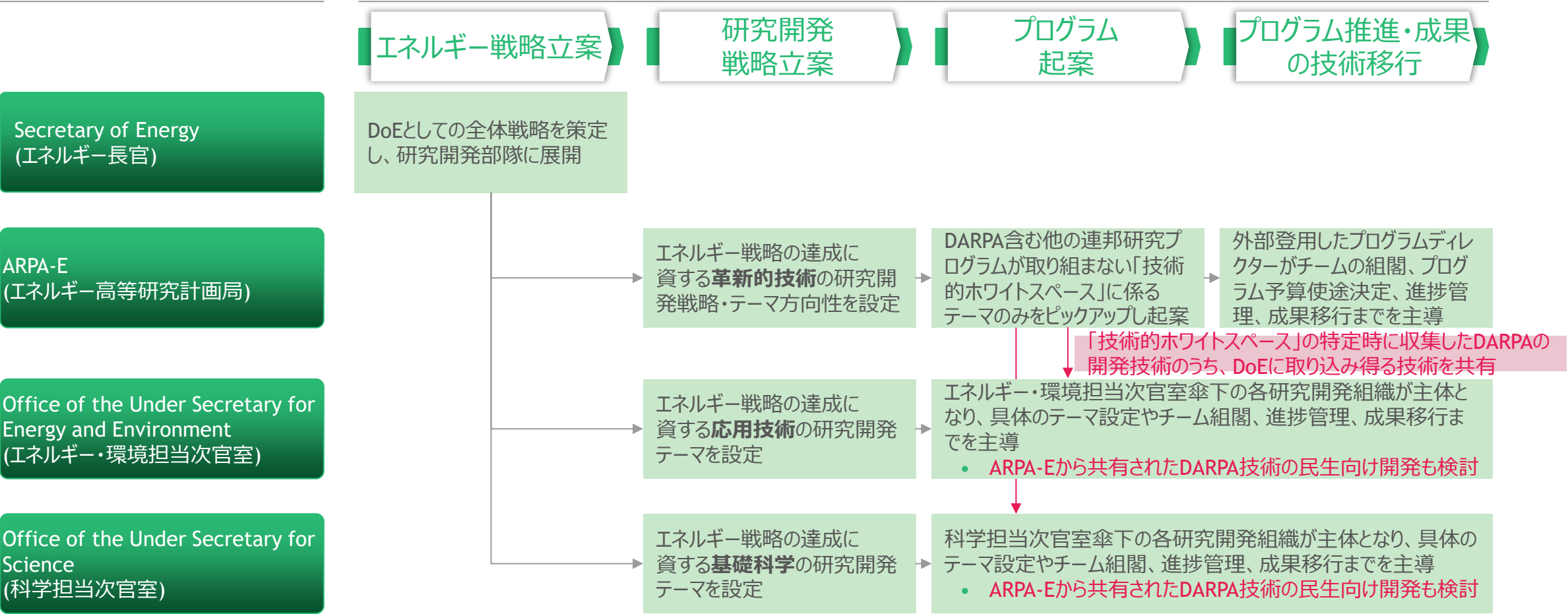
革新的技術実装エコシステム 形成分析

DoEはARPA-Eのプログラム起案時にDARPAのベンチマークを徹底させた結果、当該プロセス内で発掘した自組織内への転用可能性を有すデュアルユース技術を取り込んでいる

(参考)DoEにおけるARPA-Eを活用したデュアルユース技術の取り込みプロセス

担当組織

DoEにおける研究開発のプロセス



日本では2024年10月に設立されたの「防衛イノベーション技術研究所」が実施する「革新型ブレークスルー研究」が中心となり、革新的先端技術の開発が実施される予定

(参考)防衛イノベーション技術研究所概要

日本の「防衛イノベーション技術研究所」の仕組み

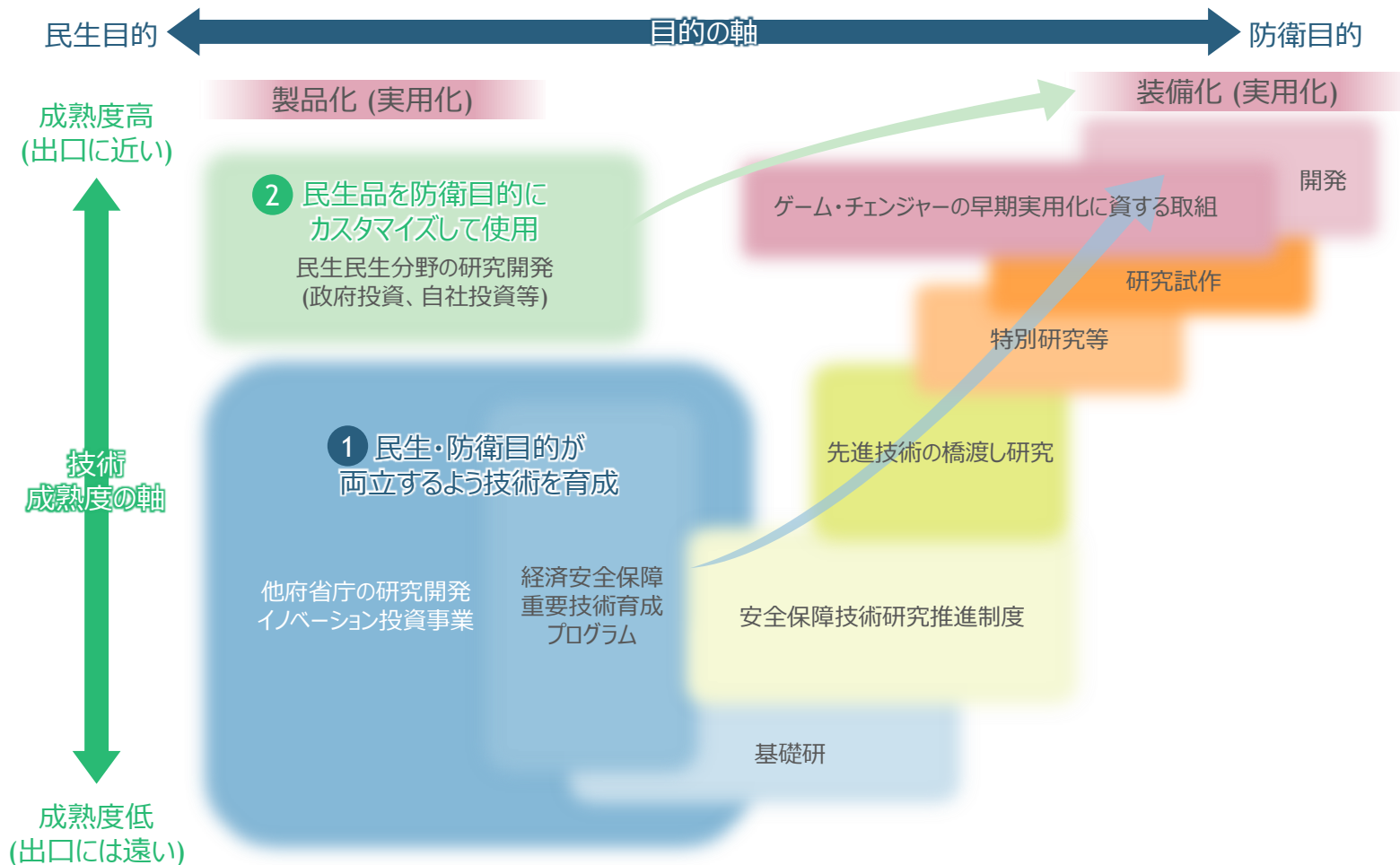
	DARPA (国防高等研究計画局) 式	× DIU (国防イノベーションユニット) 式
主目的	「革新型ブレークスルー研究」 革新的科学技術を育て、これまでの延長ではない新機能、技術を創る	「実証型ブレークスルー研究」 防衛分野で活用可能性を有す民生技術の研究開発
開発主体	外部から登用した研究者が中心	先端技術を持つ企業や大学などが中心
具体的な開発トピックス事例	素粒子で潜水艦を探知する技術 従来の音波より、高感度で遠方の探知も可能になることが期待される	AIや高精度な画像認識手法を組み合わせ、暗闇でも自律走行できる無人車両の開発等
プロマネ体制	民間企業などから優秀な人材を登用 事業の設計や管理などを担うプロジェクトマネジャーも任せる方向	



- デュアルユース技術開発が進むアメリカのエコシステム組織を参考に形成
- 同様の研究所は、英国では2023年に発足しており、オーストラリアでも設立に向けた準備が開始
- 米国や「準同盟国」と位置づける英豪と積極的に連携し、中国等との技術開発競争を優位に進めたい考え

防衛イノベーション技術研究所(仮称)では、防衛→民生(DARPA式)、民生→防衛(DIU式)の2方面からのアプローチを通して、デュアルユースでの技術拡大を目指す予定

(参考)日本におけるデュアルユースでの技術拡大のアプローチ



1 — **DARPA (国防高等研究計画局) 式**

民生・防衛目的が両立するよう技術を育成
 例) 水中通信 (音響・光) UUV (AUV) : 同士の通信や海中に設置したセンサからのデータ回収手段として、民生・防衛両分野での活用を期待。
 外乱光の影響低減・多重化等の光通信の課題を解決の上、音響通信と組合せてのハイブリッド化を指向。

2 — **DIU (国防イノベーションユニット) 式**

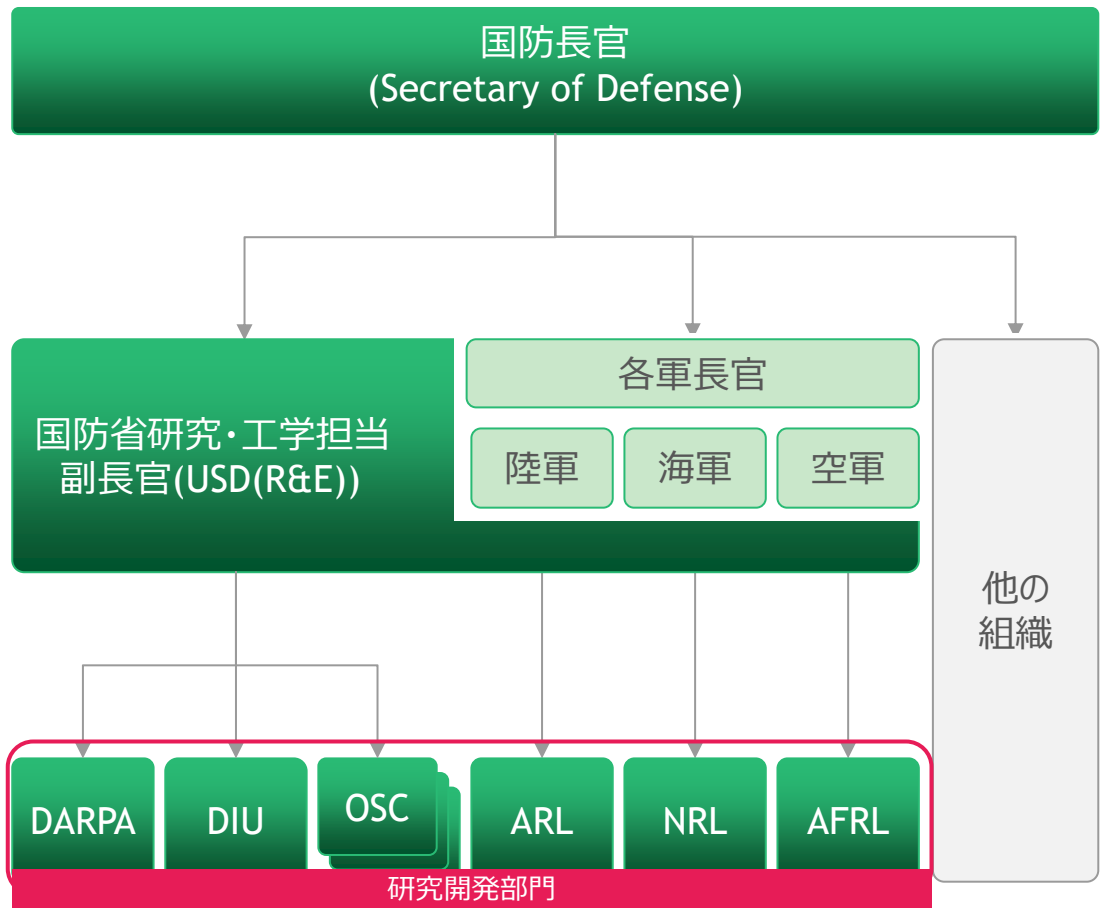
民生品を防衛目的にカスタマイズ
 例) ドローン等を用いた基地警備システム : 民生において実用化レベルにあった無人機及び画像伝送・伝送技術をもとに基地警備等に活用可能なドローン等を実証。
 これをもとに更なる開発がなされ民生用警備用ドローンとしてカスタマイズ。

米国の防衛技術開発の全体像

国防長官が打ち出したDoDの全体の具体的な防衛戦略目標に基づいてUSD(R&E)が設定した重点研究分野を基に、各研究開発部門がそれぞれのミッションに応じて研究開発を担う

米国の国防総省(DoD)における研究開発の概要

DoDの組織構造



重点研究分野設定の進め方

- DoD全体の戦略目標を立案
- NDS : 国家安全保障の脅威に対処し、国防の長期的な目標を達成するための戦略
 - NIDS : ネットワーク内のセキュリティ脅威を早期に検出し、システムやデータへの不正アクセスや攻撃を防ぐための戦略
 - JADC2 : DoDの全ての作戦領域(陸、海、空、宇宙、サイバー)の 情報等の共有による意思決定の迅速化及び最適化のための戦略 など
- DoD全体の戦略目標に基づき、DoD全体および各軍の能力強化に資する重点研究分野、研究開発目標を立案
- USD(R&E) : DoDの研究開発全体を統括
 - 各軍長官 : 各軍の能力に特化した技術開発 など
- 実際の研究開発を担当する部門が、それぞれの部門のミッションに応じた具体的な研究開発目標、プログラムの設計を担当
- DARPA : DoD全体における革新的かつ初期段階の研究開発
 - DIU : 民生利用が進み、防衛利用への実用化への移行 など

陸海空軍含むDoD全体の革新的技術の研究開発はDARPAが一元的に担い、年間\$4B、約250件の研究開発プロジェクトを運営・管理

DoDの各研究開発部門の役割と予算規模

資金拠出主体		設立年	概要	予算額(FY2024)
組織	部門			
	● 開発フェーズ向け ● 実用化フェーズ向け			
	■ 防衛(→民生)利用 ■ 民生→防衛利用			
国防総省 (DoD)全体	DoD Research & Engineering	1947	DoDの総合的な研究組織であり、DoD全体の研究・技術開発活動のライフサイクルの管理、組織横断や大規模プロジェクト等の技術開発を管轄する組織	148,320 ¹
	DARPA	1958	量子、AI、極超音速、マイクロエレクトロニクスなどの技術を中心に、 DoD全体の革新的かつ初期段階の研究開発プロジェクト(約250件) を管轄する組織	4,008
	DIU	2022	民生利用が進んでおり、防衛利用への実用化へ移行する準備が整った技術を持つ中小企業を対象に、資金調達プログラムを提供するアクセラレータ	983
	APFIT	2022	民生利用が進んでおり、防衛への実運用の移行が準備できている革新的技術を持つ企業を対象に、迅速な生産への移行に向けた資金を提供するプログラム	300
	OSC	2022	DoD全体における、ベンチャー企業にOTAsを通じて資金を提供することに焦点を当てた組織	1,000
陸軍	ARL (Army Research Laboratory)	2002	アメリカ陸軍の近代化業務を統括するArmy Futures Command傘下の陸軍の能力向上に特化した陸軍内の基礎技術研究、技術導入を統括する組織	3,259
	AAL (Army Applications Lab)	2018	陸軍向け技術の実用化に向けた開発を担当する組織	ARL内に包含
海軍	NRL (Naval Research Laboratory)	1923	海軍の能力向上に特化した海軍内の基礎技術研究を統括する組織	2,680
	NavalX	2019	海軍向け技術の実用化を加速化するためのアクセラレータのような組織	NRL内に包含
空軍	AFRL (Air Force Research Laboratory)	1917	航空・ミサイルなどの空軍の能力向上に特化した空軍内の基礎技術研究を統括する組織	2,908
	AFWERX	2017	空軍向け技術の実用化を加速化するためのアクセラレータのような組織	AFRL内に包含
				291

1. 上記のDARPA～AFWERXを含む、DoDの技術開発の予算合計
Source: 各種公開情報; エキスパートインタビュー; BCG分析

米国では国防総省(DoD)の各組織が資金拠出主体となり、組織ごとに複数のイニシアティブを通して技術開発を行っている

DoDの各研究開発部門における研究資金の拠出形態

資金拠出主体		資金拠出形態(契約スキーム/資金提供プログラム)		
組織	部門	SBIR / STTR	OTAs (Other Transaction Authorities)	Traditional contract award
	● 開発フェーズ向け ● 実用化フェーズ向け ■ 防衛(→民生)利用 ■ 民生→防衛利用	中小企業・研究機関の研究・技術開発向けに、SBA ² が運営する資金提供プログラム	新技術や革新的技術の研究・プロトタイプ開発向けに用いられる政府の契約スキーム	大規模設備や長期契約等、確立済技術・商品導入に用いられる政府の契約スキーム
国防総省 (DoD)全体	DoD Research & Engineering ¹	■	✓	✓
	DARPA		✓	✓
	DIU		✓	✓
	APFIT		✓	✓
	OSC		✓	
陸軍	ARL (Army Research Laboratory)	■		✓
	AAL (Army Applications Lab)		✓	✓
海軍	NRL (Naval Research Laboratory)			✓
	NavalX		✓	✓
空軍	AFRL (Air Force Research Laboratory)			✓
	AFWERX		✓	✓

1. 正式名称はOffice of the Under Secretary of Defense for Research and Engineering 2. 米国中小企業庁
Source: 各種公開情報; エキスパートインタビュー; BCG分析

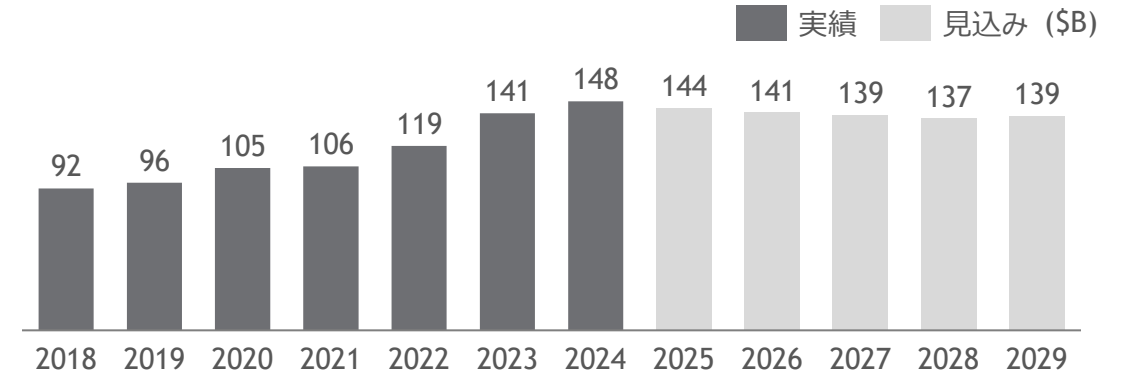
DoD Research & EngineeringはDoDの組織横断や大規模PJ等の技術開発を管轄

各研究開発部門の概要) DoD Research & Engineering

DoD Research & Engineeringの概要

正式名称	Office of the Under Secretary of Defense for Research and Engineering (アメリカ合衆国国防総省研究・工学担当国防次官室)
概要	- 国防総省の研究・技術開発の全体統括機関 - DoDの研究とエンジニアリングの方向性をトップダウンでリード - DoD全体の研究・技術開発活動のライフサイクルの管理、組織横断や大規模プロジェクト等の技術開発を管轄 - 主要な部門 - Science and Technology Office: 基礎研究から技術開発フェーズの技術の開発・研究に焦点 - 特に、量子科学・バイオテクノロジー・最先端材料・次世代ワイヤレス通信分野などに注力 - Critical Technologies Office: 戦略的に重要な分野の技術の実用化に向けたプロトタイプ開発・生産・評価・メンテナンス等の技術開発に焦点 - 宇宙技術、マイクロエレクトロニクス、AI、ヒューマンマシンインターフェース、指向性エネルギーなど - Mission Capabilities Office: 相応に成熟した技術の軍隊間での統合等、実戦適用に向けた技術開発に焦点

研究開発費の推移と見込み



プロジェクト例

プロジェクト名	契約先	プロジェクト概要	予算
F-35 Joint Strike Fighter	Lockheed Martin	空軍、海軍、海兵隊用の多用途ステルス戦闘機“F-35”の開発	総額\$400B
Distributed Common Ground System	Raytheon Technologies/ Northrop Grumman	戦場での意思決定を支援する情報収集、分析、共有データ統合プラットフォームの開発	総額\$10B
Optionally Manned Fighting Vehicle	BAE Systems/ General Dynamics Land Systems	機動性、火力、防御力を強化し、将来の戦闘環境に対応するための新しい装甲戦闘車両の開発	総額\$30B

DARPAはDoD全体における革新的要素技術の研究開発支援を一手に担う

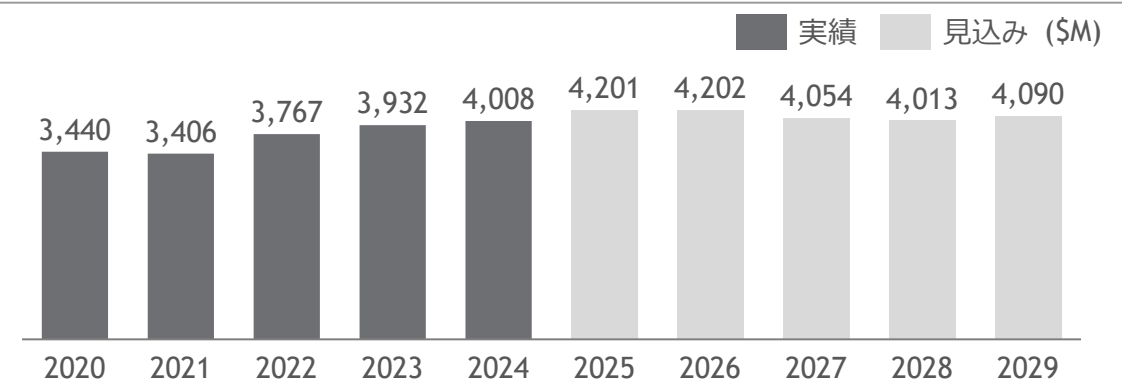
各研究開発部門の概要) DARPA

DARPAの概要

正式名称	Defense Advanced Research Projects Agency (国防高等研究計画局)
概要	- DoDの中央研究開発機関 - 約220人の職員を含み、そのうち約100人がプログラママネージャー - 常時約250のR&Dプログラムを監督 - 主要な技術部門 - Biological Technologies Office (BTO): 生物学的な研究開発に焦点 - Defense Sciences Offices: 新材料/構造/センサーや測定/計算処理に焦点 - Information Innovation Office: AIやサイバーセキュリティに焦点 - Microsystems Technology Office: C4ISR¹、電子戦、指向性エネルギー兵器などの次世代コンポーネントに焦点 - Strategic Technology Office: キネティック戦闘における優位性確保に焦点 - Tactical Technology Office: 武器そのものやプラットフォームの開発に焦点

1. 指揮・統制・通信・コンピューター、情報、監視、偵察
Source: 各種公開情報; エキスパートインタビュー; BCG分析

研究開発費の推移と見込み



プロジェクト例

プロジェクト名	契約先	プロジェクト概要	予算
Heterogeneous Integration and Microelectronic Manufacturing (HIMM)	テキサス大オースティン校	次世代のマイクロエレクトロニクス製造技術の開発と、異種集積技術の促進	\$1,360M
X-Plane Program	Aurora Flight Sciences/ Bell	革新的な航空機用の素材・設計や自律飛行技術等の研究・開発	\$54M
Willow	Northrop Grumman	アクティブな水中ソナーに対抗するためのペイロードの開発	\$14M
Cognitive Cyber Defense	Systems and Technology Research	認知攻撃からユーザーを保護するためのMRシステムの開発	\$8M

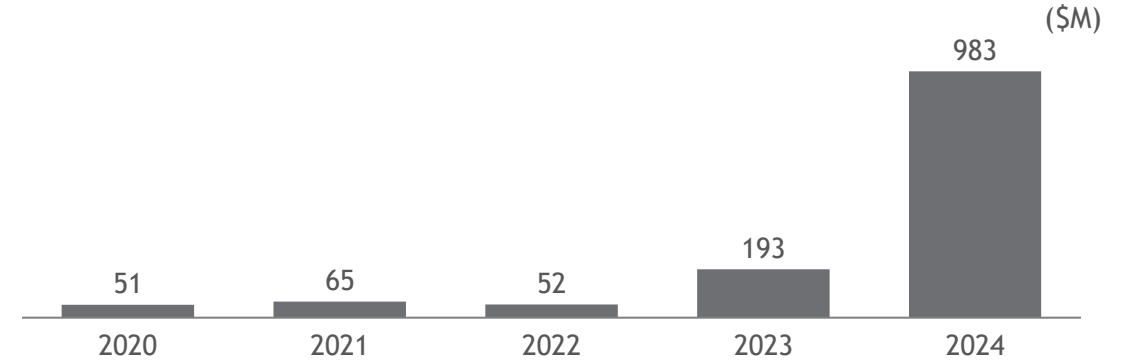
DIUは民生利用で実績を有す6つの優先分野の技術の防衛利用における実証を支援

各研究開発部門の概要) DIU

DIUの概要

正式名称	Defense Innovation Unit (国防イノベーション・ユニット)
概要	- DoDのイノベーションアクセラレーター - スタートアップやベンチャー企業との連携によるイノベーションを目的に設立されたアクセラレーター - 防衛利用への転用が期待される民生利用で実績を有す技術を選定し、実用化に向けて支援 2015年にシリコンバレーで立ち上げ、現在はボストン、オースティン、シカゴ、ワシントンD.C.に拠点 - 現在のリーダーは元Apple VPのDoug Beck 6つのイノベーション優先分野 - AI: 人工知能と機械学習に焦点 - 自律システム: 人間と機械の相互作用に焦点 - サイバーセキュリティ: システムやネットワーク、デジタル情報の保護に焦点 - エネルギー: 軍事プラットフォームの連続運行時間、対象範囲拡大、効率向上に焦点 - 人間システム: 生物学的脅威に対する生存能力向上に焦点 - 宇宙: オンデマンドでの宇宙アクセス、持続的な衛星能力、広帯域宇宙データ転送の開発に焦点

研究開発費の推移と見込み



プロジェクト例

プロジェクト名	契約先	プロジェクト概要	予算
Blended Wing Body Prototype Aircraft	JetZero	効率性や性能の向上を目指した翼と機体が融合した新形状航空機のプロトタイプの開発	\$235M
Enterprise Test Vehicle	Anduril/ Dynetics/ Is4s/Zone 5	Attritable combat drone (使い捨て可能な戦闘ドローン) プロトタイプの開発	\$104M
Large Displacement Unmanned Underwater Vehicle	Kongsberg	大規模な無人水中車両プロトタイプの開発	\$100M
Hypersonic High-Speed Flight Testing	Hermeus	次世代の高速航空機の開発に向けた超音速飛行技術のテストと評価	\$23M

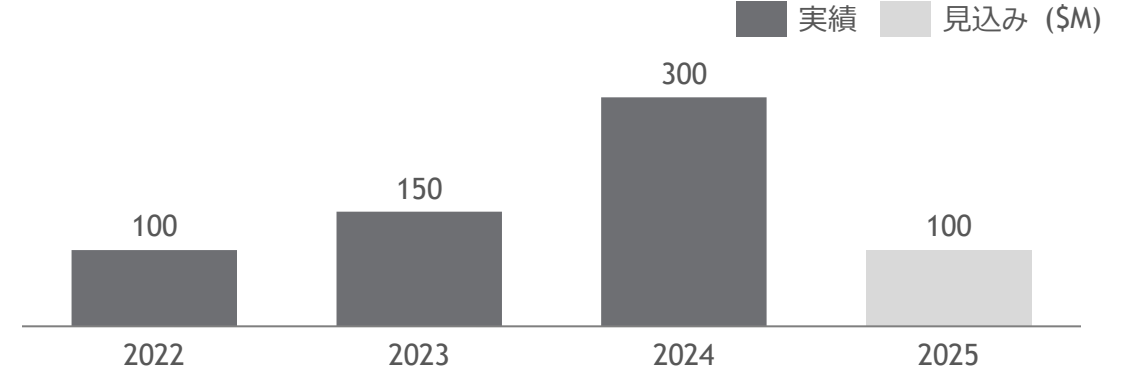
APFITは民生技術を有す企業が迅速な防衛利用向け生産へ移行するための資金を提供

各研究開発部門の概要) APFIT

APFITの概要

正式名称	Accelerate the Procurement and Fielding of Innovative Technologies (革新的技術の調達・導入加速)
概要	- 民生技術の迅速な防衛利用向け生産へと移行するための調達資金を提供するプログラム - 民生技術の防衛分野での運用を加速化するために、民生分野での運用実績を保有し実運用への移行が準備できている企業に対して速やかな資金提供を行うプログラム - 評価基準には、戦闘員への影響、継続的な支援、及びDoD全体への適用性等の観点が含まれる - 対象技術: - 民生利用が進み戦闘上の要件を満たすものの、生産段階への移行に資金が必要な革新的な技術・製品 - 対象企業: - 中小企業、または伝統的な防衛産業に属さない企業 - 提供資金規模: \$10M～\$50M/件

研究開発費の推移と見込み



プロジェクト例

プロジェクト名	契約先	プロジェクト概要	予算
Installation Resilience Operations Command and Control	SAIC	軍事施設の運用および防御のための指揮・制御システムの開発	\$20M
Family of Systems for Assured Movement and Maneuver	General Dynamics	部隊の移動と機動を保証するための一連のシステムの開発	\$16M
Communications Mobile Gateway Buoy	HPE	海上や遠隔地での通信を強化する移動可能な通信ゲートウェイの開発	\$13M
High Efficiency Phase Modulator	OptiMax Technologies	通信システムやレーダーシステムの信号精度向上のための高性能フェーズモジュレーターの開発	\$8M

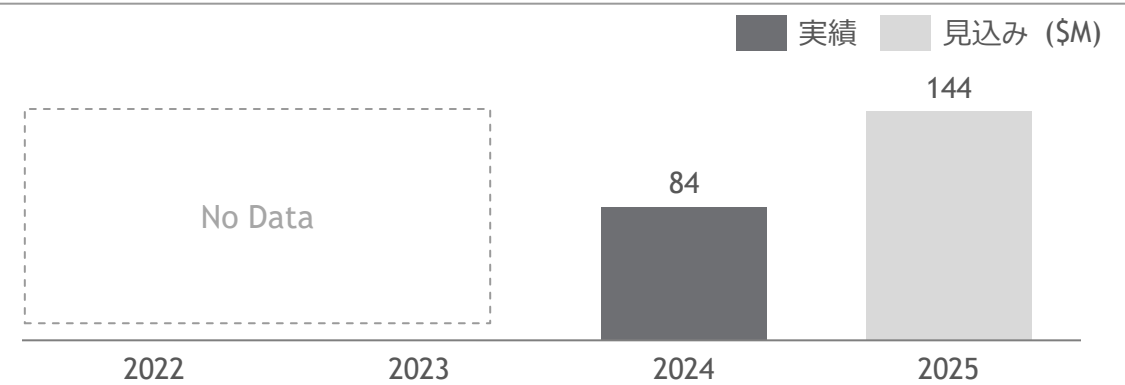
OSCはDoDにとって重要な14の技術分野に係るベンチャー企業へ迅速な資金提供を行う

各研究開発部門の概要) OSC

OSCの概要

正式名称	Office of Strategic Capital (戦略的資本局)
概要	- ベンチャー企業を対象とした迅速な資金提供 - DoDが必要とする14の重要技術分野のサプライチェーン構築・強化に資するベンチャー企業に対し、OTAsを活用した迅速な資本提供を行う 14の重要技術分野 - バイオテクノロジー - 量子科学 - FutureG/ワイヤレス技術 - 先端材料 - 信頼できるAIと自律性 - 統合されたネットワークシステム・オブ・システムズ - マイクロエレクトロニクス - 宇宙技術 - 再生可能エネルギーの生成・貯蔵 - 先進的なコンピューティングとソフトウェア - 人間と機械のインターフェース - 指向性エネルギー - 超高周波 - 統合センサーとサイバー

研究開発費の推移と見込み



プロジェクト例

プロジェクト名	契約先	プロジェクト概要	予算
初回の支援対象企業を募集中			

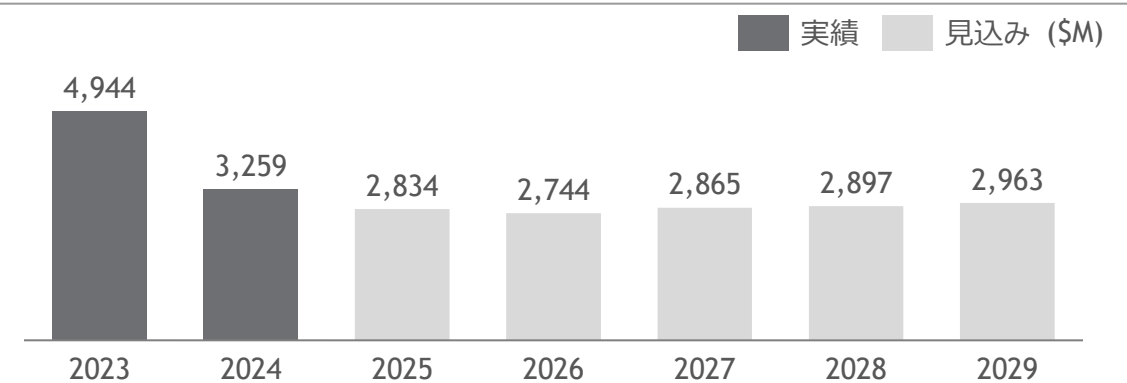
陸軍は自軍能力向上を目的にARL(基礎研究開発)とAAL(実用化開発)の2組織を保有

各研究開発部門の概要) 陸軍の研究・技術開発部門(ARL, AAL)

陸軍の研究・技術開発部門の概要

正式名称	- ARL: Army Research Laboratory (陸軍研究所) - AAL: Army Applications Lab (陸軍応用研究所)
概要	- 陸軍の能力向上に特化した技術の基礎研究開発を担うARLと、実用化に向けた開発を担うAALを保有 - 陸軍将来コマンド (Army Futures Command)傘下に戦略的に配置 - 陸軍での利用にフォーカスした基礎研究～実用化に向けた一貫した開発体制 - 重点分野 - 生物・バイオテクノロジー科学 - 電磁スペクトル科学 - エネルギー科学 - 複雑システム内の人間とシステムの相互作用¹ - 機械科学 - 軍事情報科学 - ネットワーク・サイバー・計算科学 - フォトニクス・エレクトロニクス・量子科学 - 極限物質科学 - 終末効果² - 兵器科学

研究開発費の推移と見込み(陸軍全体)



プロジェクト例

プロジェクト名	契約先	プロジェクト概要	予算
No Data			

1. Humans in Complex Systems/複雑なシステム内での人間の役割、行動、相互作用を研究する分野 2. Terminal Effects/兵器や弾薬が目標に対して達成する最終的な効果や影響を研究する分野
Source: 各種公開情報; エキスパートインタビュー; BCG分析

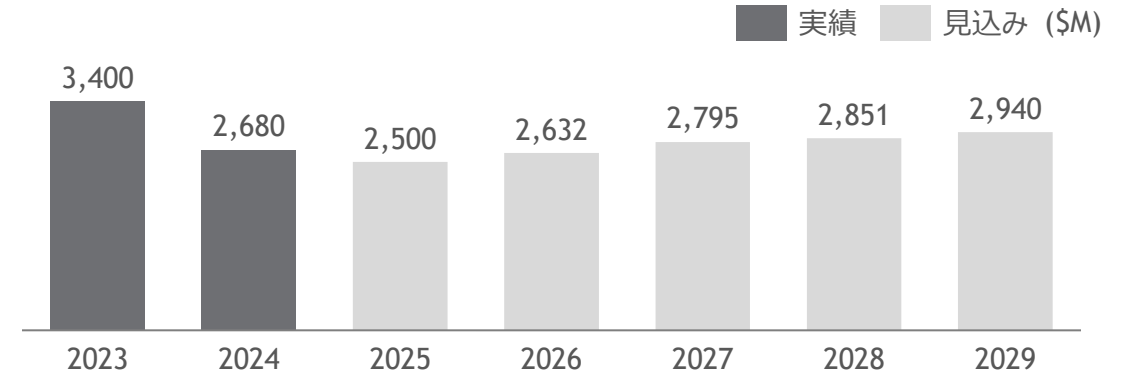
海軍は自軍能力向上を目的にNRL(研究開発)とNavalX(アクセラレータ)の2組織を保有

各研究開発部門の概要) 海軍の研究・技術開発部門(NRL, NavalX)

海軍の研究・技術開発部門の概要

正式名称	- NRL: Naval Research Laboratory (海軍研究所) - NavalX
概要	- 海軍向けの総合的な研究開発を担うNRLと、民間企業・学術機関との協業を通じた技術革新・実用化に向けたアクセラレータ機能を担うNavalXを保有 - 海軍の技術的ニーズに応じた研究開発と民間技術の転用・導入を図る - NRL: 目的別に4つの研究部門を擁す - システム本部: 作戦能力の拡大を目的に、レーダー、情報技術、光学科学などの分野に注力 - 材料科学・コンポーネント技術総局: 先端材料開発を目的に、化学、材料科学などの分野に注力 - 海洋大気科学技術本部: 海上通信や運航能力向上を目的に、音響学、リモートセンシング、海洋地球科学、海洋気象学などの分野に注力 - 海軍宇宙技術センター: 宇宙技術活用による海軍能力の向上を目的に、宇宙システム開発と宇宙船工学などの分野に注力 - NavalX: 海軍における最重要課題の迅速な解決に向け、海軍基地を活用したPoC等で実用化を促進 - 民生技術の防衛利用への転用に力点

研究開発費の推移と見込み(海軍全体)



プロジェクト例

プロジェクト名	契約先	プロジェクト概要	予算
No Data			

空軍は自軍能力向上を目的にAFRL(研究開発)とAFWERX(アクセラレータ)の2組織を保有

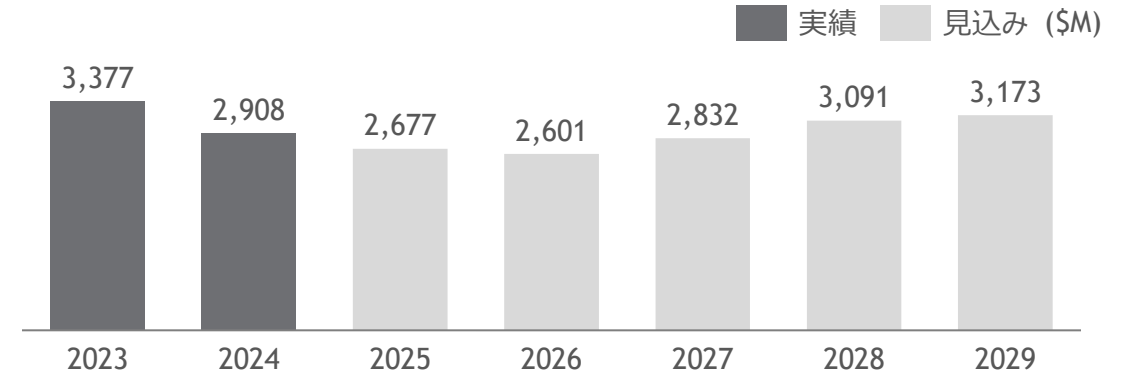
各研究開発部門の概要) 空軍の研究・技術開発部門(AFRL, AFWERX)

空軍の研究・技術開発部門の概要

正式名称	- AFRL: Air Force Research Laboratory (空軍研究所) - AFWERX
概要	- 空軍向けの総合的な研究開発を担うAFRLと、民間企業・学術機関との協業を通じた技術革新・実用化に向けたアクセラレータ機能を担うAFWERXを保有 - 空軍の技術的ニーズに応じた研究開発と民間技術の転用・導入を図る - AFRL: 世界40か所以上の拠点を有し、航空宇宙に係る各種技術の発掘、開発、統合をリード - センサー・情報 - 戦闘機・宇宙船の材料・製造技術/制御技術 - ヒューマンインターフェース¹ - AFWERX: 空軍のイノベーション部門として、民間技術の転用による空軍能力の向上を加速化 - AFVentures: 空軍の能力を拡張するためのベンチャー投資部門 - Spark: 空軍・宇宙軍と民間企業のマッチングによる新製品のアイデア出し等の場を提供 - Prime: 資金・試験インフラ等の提供、認証・政府調整等、実用化に向け包括的に民間企業を支援 - SpaceWERX: 宇宙軍に特化した実用化支援

1. ユーザーとコンピュータや機械、システムとの間のインタラクションについて研究する分野
Source: 各種公開情報; エキスパートインタビュー; BCG分析

研究開発費の推移と見込み(空軍全体)



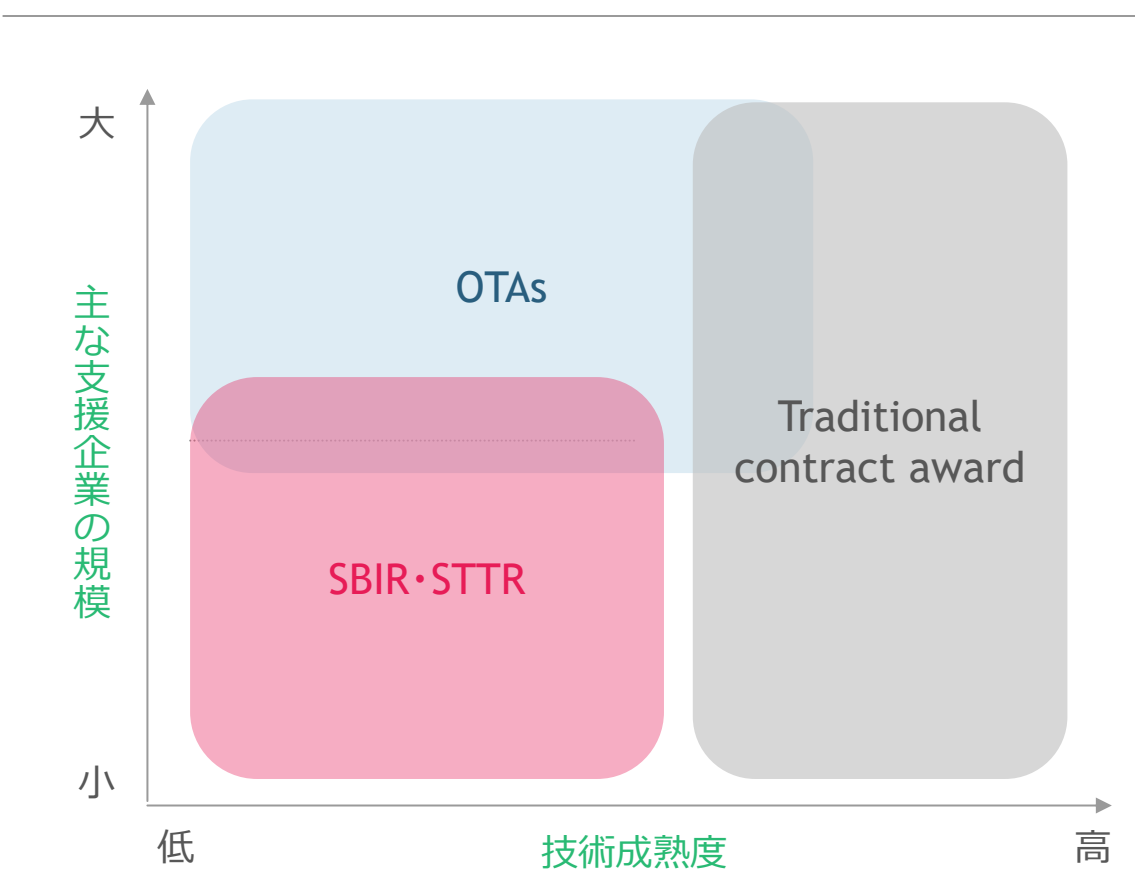
プロジェクト例

プロジェクト名	契約先	プロジェクト概要	予算
Solid rocket fuel project	パデュー大学	回転デトネーションエンジン用の固体燃料の開発	-
Rapid operation of launch systems	ABL Space Systems	少人数のチームによる打ち上げシステム運用法の開発	-
On-Orbit Operations	Starfish Space	宇宙でのドッキングや機動の自動化による宇宙での自律的な操作技術の開発	\$38M
Stratospheric C4ISR Microballoons	Urban Sky Theory	広範な監視や情報収集を可能とする成層圏でのC4ISRマイクロ気球の開発	\$15M

革新的技術の開発促進を目的とした中小企業庁が提供するSBIR・STTRは、米国最多の年間3,000件以上のプロジェクトを支援中

米国における防衛分野の研究開発に係る主な契約スキーム/資金提供プログラム

契約スキーム/資金提供プログラムの主な支援対象



Source: 各種公開情報; エキスパートインタビュー; BCG分析

契約スキーム/資金提供プログラム概要

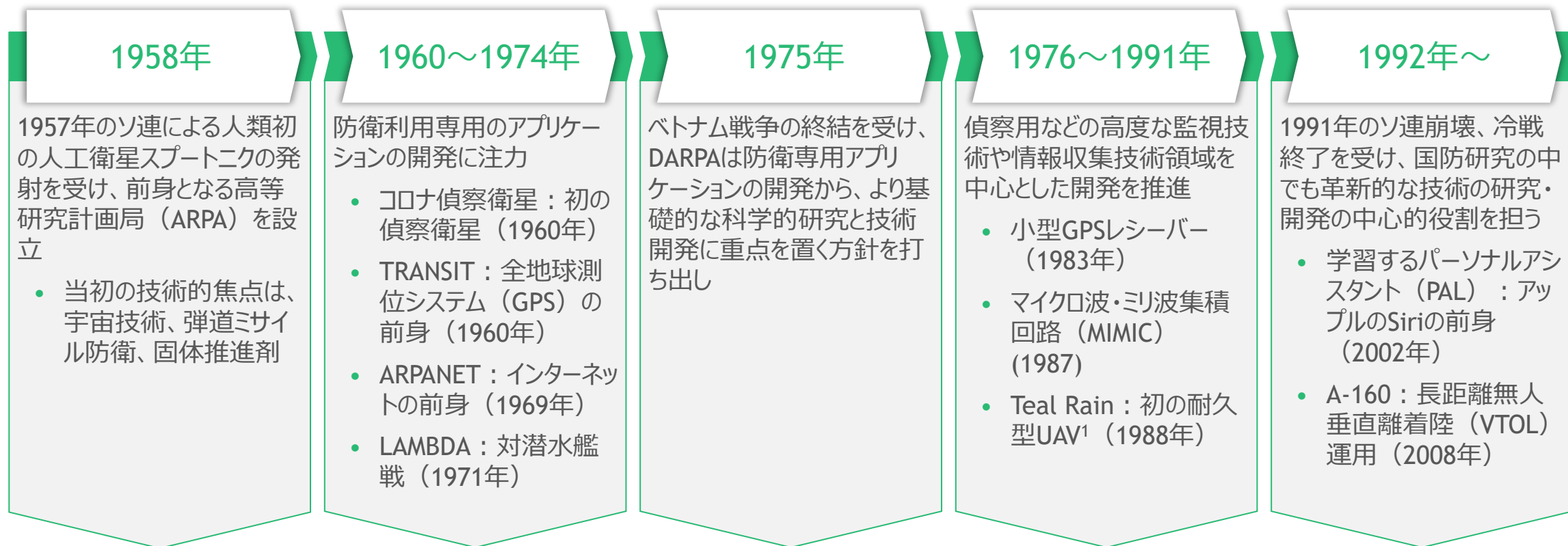
	OTAs	SBIR・STTR	Traditional contract award
目的	新技術や革新的技術の研究・プロトタイプ開発向けの政府の契約スキーム 大中企業の採択が多い傾向	スタートアップや中小企業 への資金提供により、政府のR&Dニーズを満たす 技術革新の促進 を目指す	大規模設備・システムや長期・定期契約等、技術・商品導入に用いられる政府の契約スキーム
契約主体	企業-資金拠出主体	企業-SBA(米国中小企業庁)	企業-資金拠出主体
資金調達の速さ	数日～ 標準契約プロセスよりも規制が少なく、契約主体が条件・要件を柔軟に設定	～数カ月 SBAで確立された契約プロセスにより、中小企業への速やかな資金調達に対応	～2年 予算額も大きいために、標準化された詳細な規制・要件の審査に時間を要す
主な対象技術	防衛分野の強化に資する可能性のある 革新的な技術 全般		防衛分野や民生分野で確立済の、大規模化が期待できる技術
DoDに係るPJ数(年間)	500-600件	3,000-4,000件	～数千件

革新的技術開発の件数が最も多い資金提供プログラム

米国の防衛分野における 革新的技術の研究開発の概要 (DARPA)

DARPAは、ソ連に対抗するための防衛利用専用のアプリケーション開発を目的に設立され、冷戦終了後はより革新的な技術の研究開発の中心的役割を果たしている

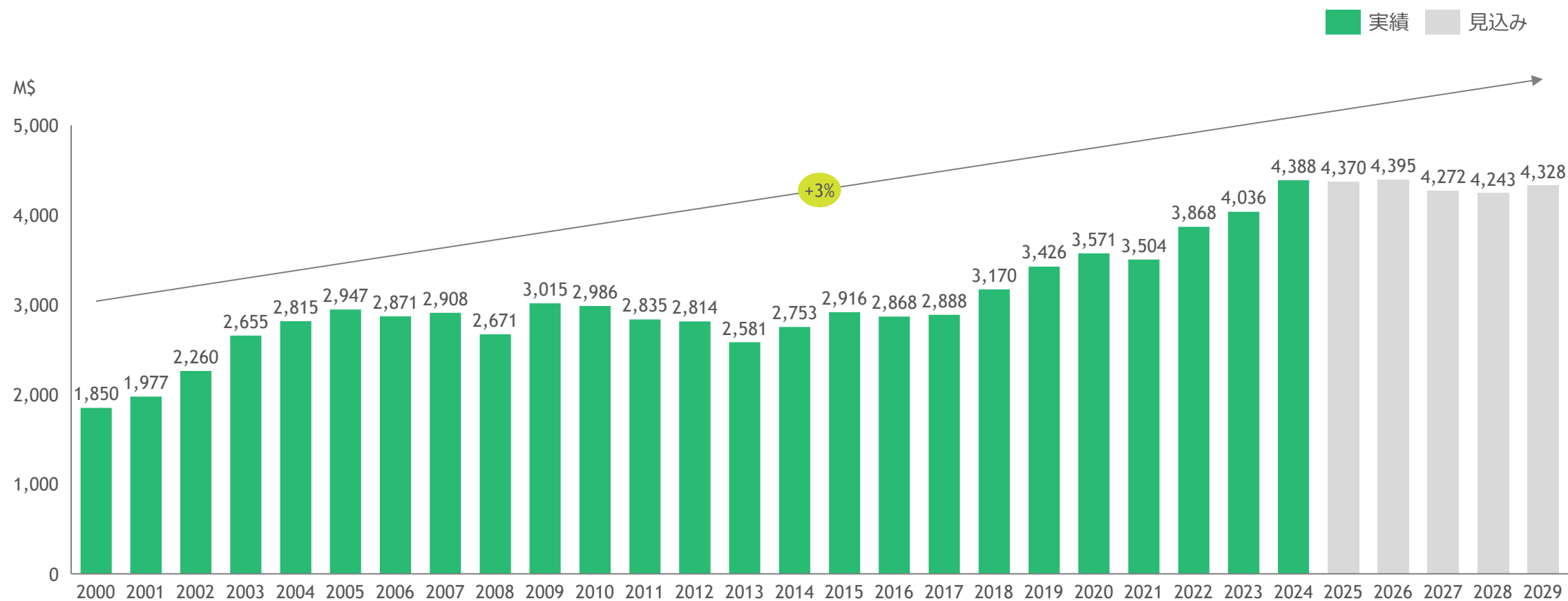
DARPA設立の背景とその変遷



1. Unmanned Aerial Vehicle(無人航空機)
Source: 各種公開情報; BCG分析

DARPAの研究開発予算は、2000年に入ってから年率3%で増加している

DARPAの研究開発予算の推移と見通し



Source: 各種公開情報(DoD President's Budget Request 2024; DoD Green Book)

革新的技術の 発掘・社会実装 に向けた DARPAの取組の ポイント

① バリューチェーン全体における研究開発方向性のアライン

- 迅速かつスムーズに社会実装を実現するため、DoDが打ち出した具体的な防衛戦略目標の達成に資する重点研究分野の設定においては、研究開発を担当するDARPAのみならず、技術移管先となる各軍などのVC全体で合意
- 防衛利用を見据えた具体的な開発ゴールを設定した上で、一貫した開発ストーリーが提示されたプログラムのみを採択することで、“科学を進歩させるための基礎研究に終わる”プログラムの発生リスクを低減

② 果敢なチャレンジを許容する組織運営の仕組み

- 野心的な研究哲学を設定し、それを体現する組織運営の仕組みを構築
 - 高度な不確実性を期待し、そのリスクを許容する“ハイリスク・ハイペイオフ”なプログラムのみを採択
 - 細かな報告や承認等のマネジメント体制を排除し、プログラムマネジャーにプログラムに係る全権を付与することで、3-5年の短期間での高速開発を後押し

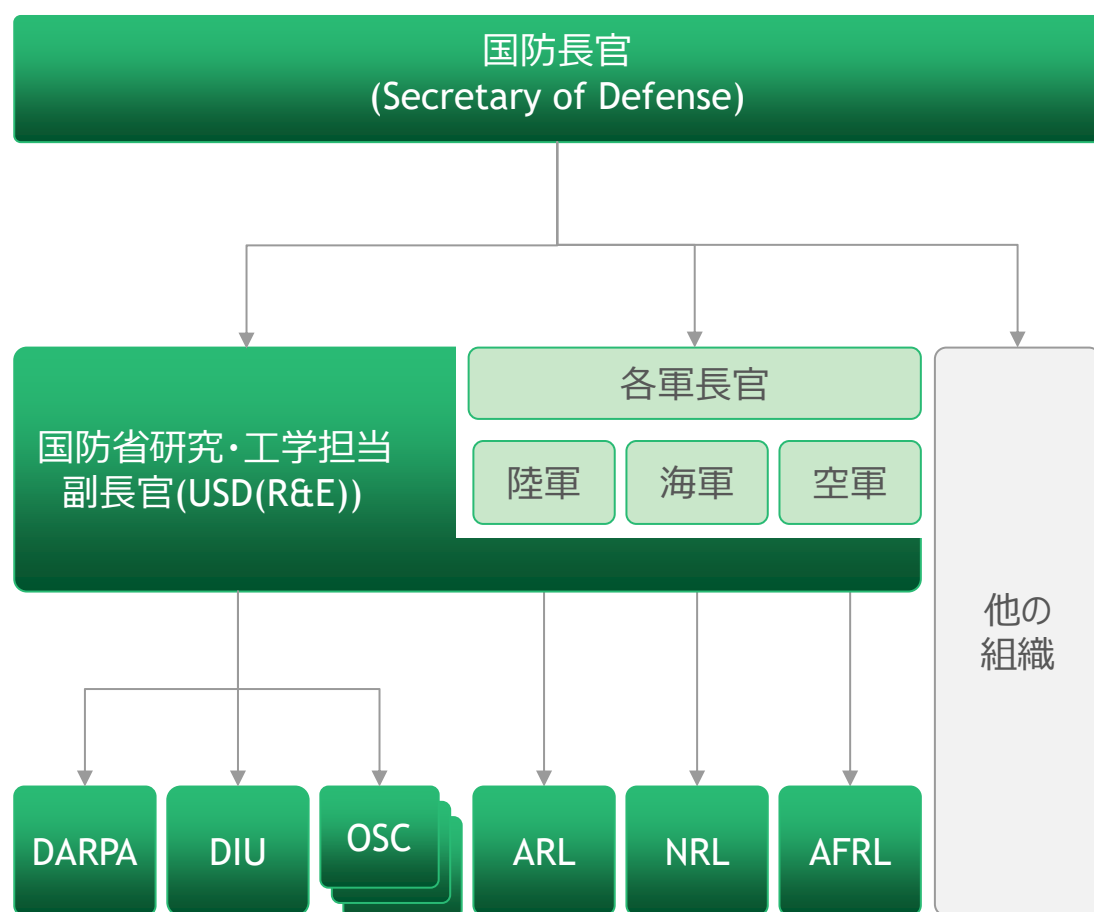
③ 外部の異能人材登用による革新性の確保

- これまでのDoDとは異なる新たなアイデアやアプローチによる革新的な技術開発を実現するために、プログラムマネジャーをすべて外部から登用
- すべてのプログラムマネジャーとは3-5年のプログラム期間終了後に退職する前提で契約をしており、常に組織に新鮮な考え方を取り込んでいる

国防長官が打ち出したDoDの全体の具体的な防衛戦略目標に基づいてUSD(R&E)が設定した重点研究分野を基に、DARPAは革新的な技術にフォーカスした研究開発を担う

DoDの組織構造と重点研究分野設定の進め方

DoDの組織構造



Source: 各種公開情報; エキスパートインタビュー; BCG分析

重点研究分野設定の進め方

DoD全体の戦略目標を立案

- NDS : 国家安全保障の脅威に対処し、国防の長期的な目標を達成するための戦略
- NIDS : ネットワーク内のセキュリティ脅威を早期に検出し、システムやデータへの不正アクセスや攻撃を防ぐための戦略 次頁にて詳述
- JADC2 : DoDの全ての作戦領域(陸、海、空、宇宙、サイバー) の情報等の共有による意思決定の迅速化及び最適化のための戦略 など



DoD全体の戦略目標に基づき、DoD全体および各軍の能力強化に資する重点研究分野、研究開発目標を立案

- USD(R&E) : DoDの研究開発全体を統括
- 各軍長官 : 各軍の能力に特化した技術開発 など



実際の研究開発を担当する部門が、それぞれの部門のミッションに応じた具体的な研究開発目標、プログラムの設計を担当

- DARPA : DoD全体における革新的かつ初期段階の研究開発
- DIU : 民生利用が進み、防衛利用への実用化への移行 など

JADC2では、DoDの全ての作戦領域(陸、海、空、宇宙、サイバー) における情報、監視 及び偵察情報を共有することで、意思決定の迅速化及び最適化を図ることを目指す

JADC2(Joint All Domain Command and Control)概要

戦略	目的	具体的な目標
全領域の統合指揮・統制	全ての作戦領域(陸、海、空、宇宙、サイバー)での指揮・統制を統合し、シームレスな作戦の実施を可能にする	各領域のデータや情報をリアルタイムで統合し、複数の領域にまたがる統合的な作戦計画と実行を支援する
迅速な意思決定	高速で複雑な作戦環境において、迅速かつ正確な意思決定をサポートする	大量のデータをリアルタイムで分析し、迅速な意思決定を可能にするための高度なデータ解析とAI技術の活用を進める
データの統合と共有	各作戦領域で収集されたデータを統合し、関連するすべての部門やチームと共有する	データのリアルタイム共有と連携により、情報のギャップを埋め、作戦の効率と効果を高める
作戦の柔軟性と適応性の向上	動的な戦場環境に対して柔軟に対応し、迅速に適応する能力を高める	高度なシミュレーションと予測技術を使用して、変化する状況に即応できる作戦計画を策定する
脅威への対応能力の強化	新たな脅威や敵の戦術に対して効果的に対応する能力を強化する	サイバー攻撃や宇宙からの脅威など、多様な脅威に対する防御と反撃の戦略を統合的に実施する
自動化とAIの活用	自動化と人工知能（AI）を活用して、作戦の効率と精度を向上させる	AIによる状況認識、予測、意思決定支援を導入し、人的エラーを減少させ、作戦の効果を最大化する
連携の強化	軍の各部門や同盟国との連携を強化し、共同作戦をより効果的に実施する	同盟国や他の政府機関との情報共有と連携を促進し、共同の作戦や訓練をスムーズに行う

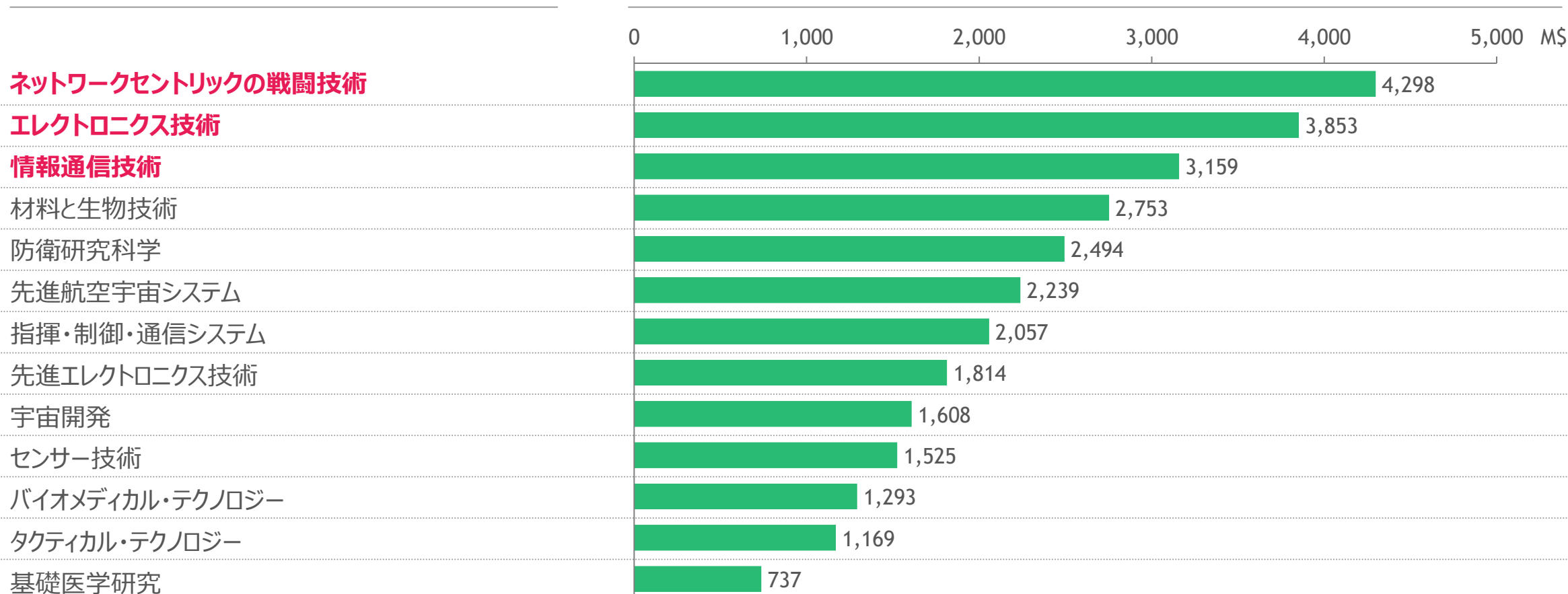
DARPAの設定する13の研究分野のうち、最新の予算要求ではJADC2等のDoDの優先防衛戦略の実現に向けた電子戦能力の強化に資する研究分野に重点が置かれている

DARPAの研究分野別予算

研究分野

赤太字：電子戦能力の強化に資する研究分野

研究開発予算(FY23-29累計)



Source: DoD FY25 PBR (管理本部や任務支援費などの間接費は除く)

元DARPA長官が作成した“Heilmeier Catechism”と呼ばれる一連の質問を用いて一貫した開発ストーリーが描けているプログラムであるかを評価し、採択に値するプログラムを見極め

DARPAのプログラムの採択基準“Heilmeier Catechism”

質問事項

- 提案するプログラムは何をしようとしているのか？
 - 専門用語を一切使わず、目的を明確に表現
- 現在、その開発はどのように行われているのか、そしてそのアプローチの限界はどこにあるのか？
- 提案するアプローチのどこが新しく、なぜそれが成功すると思うのか？
- 提案するプログラムは誰が興味を持つのか？また、そのプログラムが成功したところで、どのようなアウトカムを持つのか？
- プログラム推進にあたってのリスクはどのようなものか？
- 費用と期間はどのくらいのものか？
- 成功に導くための中間・最終チェックの試験はどのようなものか？

質問の背景・意図

- どのような能力の開発・実現を達成しようとしているのかを、平易に説明できるか
- 問題解決のための技術的アプローチではなく、問題を明示できるか
- プログラム目標を明確に定量的に定義できるか
- 問題に対する重要な洞察について説明できるか
- コスト面などの解決策の見通しがつきやすいような“エンジニアリングな課題”の解決になっていないか（≡革新性はあるのか）
- なぜ今その課題に取り組み、今であれば解決し得るのかを説明できるか（「なぜ今なのか」のストーリー）
- その課題の解決に資する新しいアイデアや能力に重点が置かれているのか
- 潜在的な解決策のハイレベルな要約ができていないか
- DoDの新たな、あるいは将来の任務上の必要性に合っているのか
- プログラムのアウトカムは漸進的ではなく破壊的であるか
- 潜在的な影響は、投資レベルに見合うものなのか
- DoDの内外で誰がこの技術を使うのか
- 研究開発にあたり、十分なリスク分析・シミュレーションができていないのか
- 期待するアウトカムがどのくらいのスピード感で出てくるのか
- どのようにプログラムの進捗やGo/No Goの判断をすればよいのか

DARPAは野心的な研究哲学を掲げるとともに、それを体現する自律的な組織運営の仕組みを構築しており、これがDARPAが研究を成功に導くための重要な要因となっている

DARPAの研究哲学とそれを体現する組織運営の仕組み

研究哲学

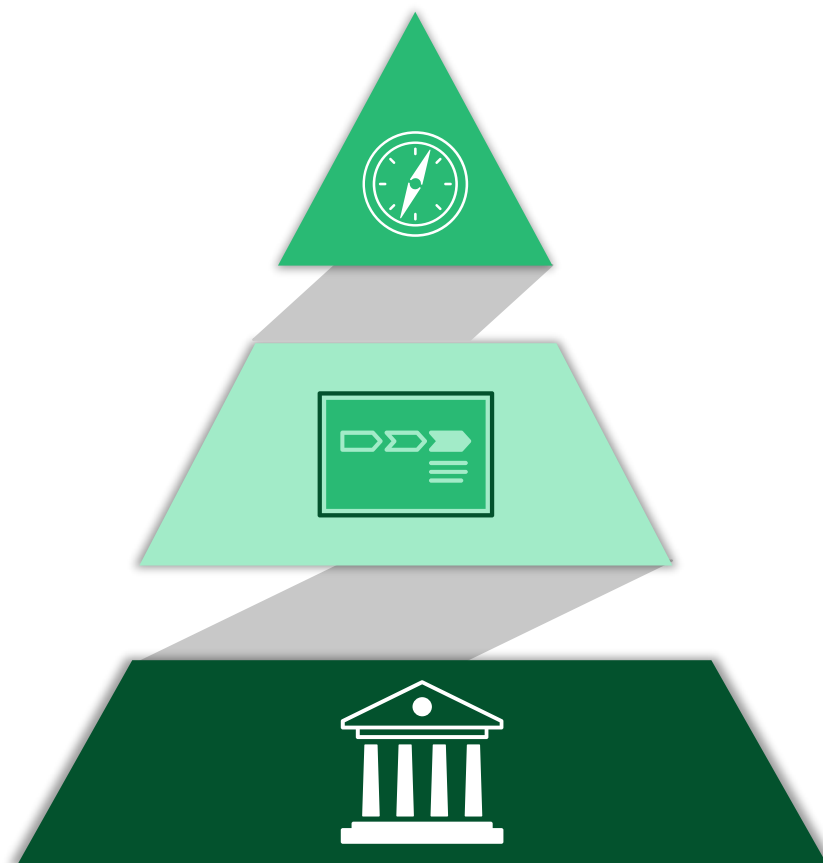
- “ DARPAは実用化を前提とした革新的な技術開発に重点を置いており、**ゴールのない科学を進歩させる基礎研究ではない**
- “ DARPAは "チャレンジ・ベース"モデルを採用しており、研究プログラムが高いハードルを乗り越えることを期待し、**高度な不確実性を許容する**
- “ DARPAは "ハイリスク・ハイペイオフ"プログラムに資金を提供し、DoDの目標に応えるために、**できるだけ早く具体的な技術能力を特定し、開発する**

組織運営の仕組み

- 明確なゴール設定**
国防長官が打ち出すDoDの目指す方向性をDoDの研究開発全体を統括するUSD(R&E) とDARPA長官が研究開発文脈に落とし込み、**具体的な研究開発のゴールを設定**
例) JADC2の実現に資する研究・技術開発 など
- 現場への自治権付与**
革新的な開発を実現するため、監督組織による細かな統治ではなく、当該分野の研究・技術開発に精通した**プログラムマネジャーにプログラム開発の全権**をゆだねている
例) 細かい進捗確認の省略(中間報告、最終報告以外の報告の不要化)、プログラムチームの組閣承認の不要化など
- 異能な人材登用**
斬新な**アイデア**や従来の研究開発手法の焼き増しではない**新たなアプローチ**での開発を提案する**外部人材**をプログラムマネジャーとして登用
 - 過去のDoDでの実績にとらわれない考え方を積極的に導入
 - 任期終了後は組織に新鮮な考え方をもたらすために退職
- 迅速な開発スキーム**
従来の政府のルールにとらわれない**柔軟かつ迅速なスキーム**により、プログラムに係る資金提供や雇用等の各種契約を行うことが可能
 - 全てのプログラムはPoCまでを対象として**3-5年の短期間**で行われ、アプリケーションの開発は実軍隊が担当

DARPAは自組織内に研究機能や研究スタッフを持たず、研究方向性や予算を統括する長官・オフィスディレクターの元、外部から登用したプログラクマネジャーが研究開発の全権を担う

DARPAの組織概要



長官

- DARPAの6つの技術部門全体を監督
- DoDのみならず、学界、民間部門の外部関係者と協力し、DARPA研究の全体的な方向性を決定

オフィスディレクター

- 6つの技術部門それぞれを監督
 - 過去のプログラクマネジャー経験者が登用される場合が多い
- 長官及び各部門のディレクターと協力し、研究プログラクのポートフォリオ、およびリストを最終決定
- プログラムマネジャーに予算を割り当て、プログラクの実行を支援

プログラクマネジャー

- プログラムにかかる全権と責任を有す
- 全て外部から期限付きで登用(約100名、任期は3-5年)
- 具体的なプログラクテーマの案出し、チームの組閣、プログラク予算使途決定、進捗管理、防衛への実運用移行までを管轄
 - 技術の実運用移行に向け、プログラク全般に大きな裁量権を有す
 - 関連する複数のプログラクを一度に監督することが多い

DARPAは、研究対象別に6つの技術部門を有しており、それぞれのオフィスディレクターが関連する重点研究分野の研究技術開発を監督

DARPAのオフィスディレクターの監督対象

技術部門	主な研究対象	所管重点研究分野	プログラム例
Biological Technologies Office (BTO)	生物学的な研究開発	- バイオメディカル・テクノロジー - 基礎医学研究	- バクテリアの挙動を予測する計算モデル - 石油化学製品に類似した有機商品を生産するためのバイオマニュファクチャリングを推進する研究
Defense Sciences Offices	新材料/構造/センサーや測定/計算処理	- 材料と生物技術 - センサー技術 - 防衛研究科学	- 無線周波数発生を改善するフォトニック発振器の改良 - コンピューティングのための量子ビット (qubits) の改良
Information Innovation Office	AI・サイバーセキュリティ	- 情報通信技術 - 先進エレクトロニクス技術	- 自動化されたソリューションを使用した、レガシーCコードのRustプログラミング言語への移行 - 生成AI能力の定量化
Microsystems Technology Office	C4ISR ¹ 、電子戦、指向性エネルギー兵器などの次世代コンポーネント	- エレクトロニクス技術 - ネットワークセントリックの戦闘技術 - 指揮・制御・通信システム	- マイクロシステムのプロトタイピングを改善する次世代マイクロエレクトロニクス製造プログラム - 量子コンピューティングのアプリケーションとアルゴリズムのベンチマークを行う量子ベンチマーク・イニシアティブ(Quantum Benchmarking Initiative)
Strategic Technology Office	キネティック戦闘における優位性確保	- 宇宙開発 - 先進航空宇宙システム	- 重要鉱物の価格、需給情報を予測する技術 - 将来の月での商業経済の分析的枠組み
Tactical Technology Office	武器そのものやプラットフォーム	タクティカル・テクノロジー	- XRQ-73、ハイブリッド電気式無人航空機システム - マンタ・レイ、無人水中ビークル試作機

1. 指揮・統制・通信・コンピューター、情報、監視、偵察
Source: 各種公開情報; エキスパートインタビュー; BCG分析

外部から登用した斬新なアイデアと強力なネットワークを有するプログラクマネジャーがプログラク推進の全権を担い、プログラク期間終了と共に退職することで常に新陳代謝が図られる

DARPAにおけるプログラクマネジャーの要件・役割と期待される効果

プログラクマネジャーの要件・役割

- DARPAの研究開発プログラクのポートフォリオの中核を担い、プログラク推進の全権と責任を負う
 - プログラム提案者がプログラクマネジャーを拝命
 - 具体的なプログラクテーマの案出し、チームの組閣、プログラク予算使途決定、進捗管理、防衛への実運用移行までの、プログラク遂行に係るあらゆる意思決定の全権を担う
 - 必要に応じて新しいアイデアをテストするための小規模な「シード」プログラクなども自由に立ち上げ、予算を投入可能
- 過去のDoDにおける技術開発のアプローチにとらわれず、革新的な技術開発の考えを持ち込む中心的な役割を期待されるため、全て外部から登用される
- 博士号を持ち、博士号取得後に少なくとも10年の実務経験を有する各技術分野の専門家
 - 政府や公共セクター、産業界、シンクタンクなどのバックグラウンドを有することが多い
- 常に組織に新鮮な考え方をもたすために、3-5年の任期で雇用され、任期終了後は退職することが前提

外部からのプログラクマネジャー登用により期待される効果

革新的な
技術開発の
きっかけづくり

DoDの外で柔軟かつ独創的なアプローチにより様々なイノベーションを起こしてきた“個の尖った異能な人材”を登用することで、DoD内でなじみのあるアイデアやアプローチでは実現できない革新的な技術開発のきっかけを作る

独自のネット
ワーク活用による相乗効果

“尖った人材のネットワークも尖っている”という考えの元、DoDのネットワークにとじないプログラクマネジャー独自のネットワークを活用することで、より革新的な技術のタネの発見や推進力の強化における相乗効果が期待できる

定期的な
新陳代謝

DARPA内において常に最先端のアイデアやアプローチを取り入れるべく、長期的なプログラク開発を避け、あえて3-5年の任期内での高いパフォーマンスを期待し、任期後は退職させることで、次の新たな人材・チームによるチャレンジを促す

プログラムマネジャーが具体的なテーマ特定からプログラムの推進までをリードし、3-5年で技術実用化の見通しをつけた後、当該技術の防衛用途での実用化を担う軍隊等へと引き継ぐ
プログラムのライフサイクル

プログラム起案

- DARPAがDoDの定めた具体的な防衛戦略目標の実現に資する研究開発分野に係るプログラムテーマ案を公募し、採択提案者をプログラムマネジャーとして登用
- プログラムマネジャーは、政府やアカデミア、産業界などの自らのネットワークを活用し、具体的なプログラムテーマを特定、予算をオフィスディレクターに要求

プログラムチーム組閣

- プログラムマネジャーがプログラムテーマに係る募集要項を作成し、外部組織からの提案を受ける
- プログラムマネジャーが、提案企業の中からチームとして参画させる1社以上の企業を自らの権限で選定

プログラム推進

- プログラムマネジャーはプログラムチームの実務者を監督し、研究開発の進捗状況を追跡
- プログラムマネジャーは必要に応じ、自らの権限でさらなる外部の技術支援や追加予算獲得等の支援を実施

プログラム成果の技術移行

- プログラムのPoCが成功したのち、プログラム・マネジャーはプロトタイプを軍隊などの他のDoD内の技術開発部門や防衛関連企業での防衛用途での実用化に向けた“技術移行”を支援
- 技術移行後、プログラムマネジャーは任を解かれ、DARPAから退職する

研究開発実績を多く持つ各分野の専門家をプログラムマネジャーとして登用し、それぞれの 独自性を活かした防衛分野向けの研究開発を成功させ、その後民生利用も進んでいる

DARPAの研究プログラム例

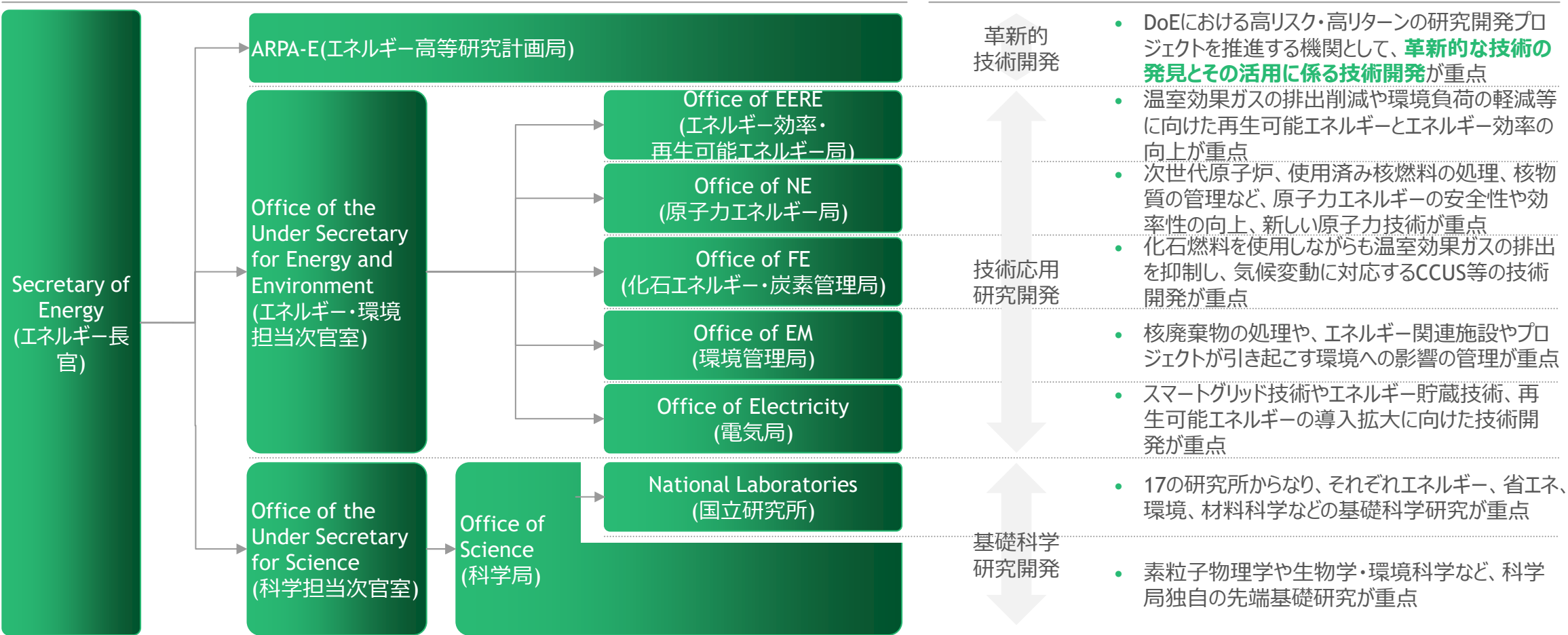
プログラム マネジャー名	登用前の職業	担当プログラム		
		プログラム名	実施時期	プログラムの成果 緑太字：民生利用先
Regina Dugan	ジョージ・ワシントン大 学教授 Google Advanced Technology and Projects (ATAP) 部門のリーダー	MEMS (Micro- Electro-Mechanical Systems)	1990年代初頭（お およそ1994年から開 始）	- MEMS技術の商業化を促進し、ミニチュ アセンサーやアクチュエーターの開発に 寄与 - 慣性ナビゲーションシステム、光学スイッ チ、軽量ラボ機器などの新しいアプリ ケーションが可能に - 現在のスマートフォンや医療機器など に広く利用
Dr. Michael B. Miller	ハーバード大学教授	Biological Sensor Technologies	N.A.	- 生物学的センサー技術の開発により、 バイオメトリクスや環境監視システムの 向上に寄与 病気の早期発見や汚染物質の検出 など、医療や環境保護分野で応用

米国におけるGreen/CleanTech分野へのデュアルユース技術取り込みの仕組み概要

米国のGreenTechに係る研究開発はDoEが主体となり進めており、革新的な技術開発およびデュアルユース技術情報の獲得はDoE版のDARPAであるARPA-Eが担う

DoEにおける研究開発の推進体制

DoEの研究開発関連組織



ARPA-Eは、America COMPETES法の一環として、グローバルにおけるアメリカのエネルギー分野の競争力強化を目的に設立され、革新的な研究開発の中心的役割を果たしている

ARPA-E設立の背景とその変遷

2007年

America COMPETES法¹の一環としてARPA-Eが設立

- ハイリスク・ハイリターンのエネルギー研究を促進することが目的
- DARPAをモデルとして設立

2008～2009年

革新的なエネルギー技術に係る最初の資金提供のアナウンスメントを発表

- 再生可能エネルギー
- エネルギー効率向上技術
- エネルギー貯蔵技術

2010～2020年

年1回のエネルギーイノベーションサミットを立ち上げ、資金提供プログラムの対象分野を拡充

- グリッドの回復力や先進的製造業分野における革新的な研究(2014)
- 交通、農業、建物のエネルギー効率などの分野における革新的な研究(2018)

2021年～

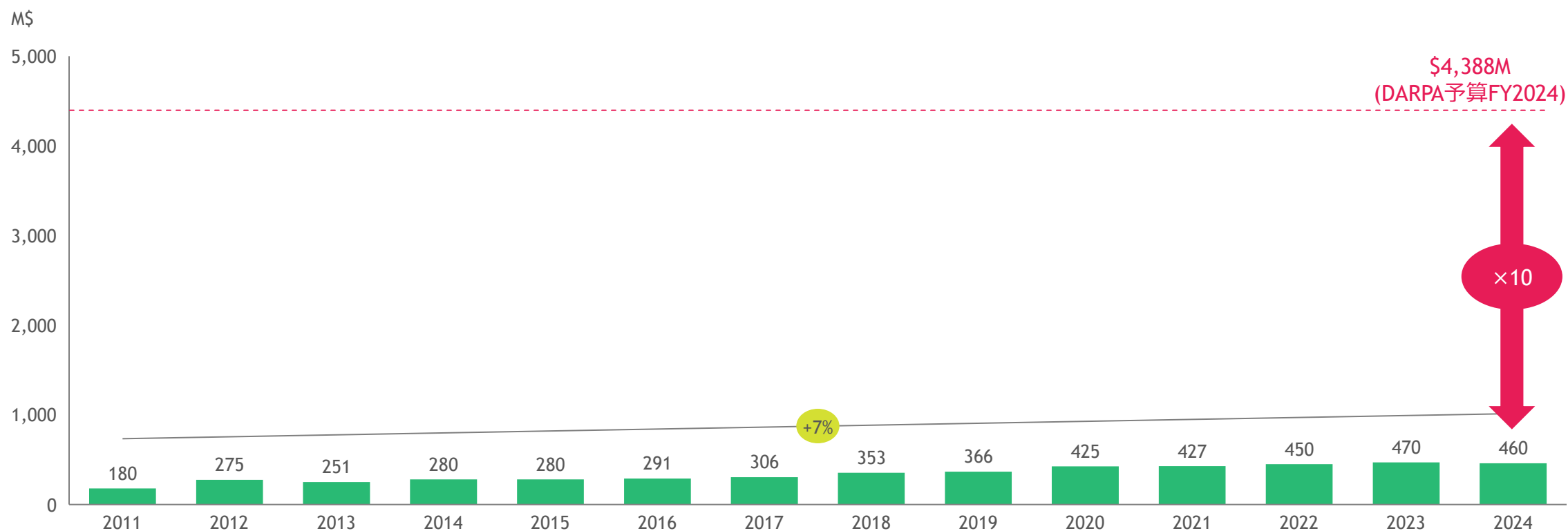
気候変動の増加を受け、エネルギーインフラと回復力を改善するためのイニシアティブを強化

- 温室効果ガスの削減
- クリーンエネルギーソリューションの促進

1. アメリカの科学技術、教育、研究開発を推進し、世界経済における競争力を強化することを目的とした法律。特に中国などの国際的な競争相手に対し、アメリカのイノベーション力を維持・強化することが念頭
Source: 各種公開情報; エキスパートインタビュー; BCG分析

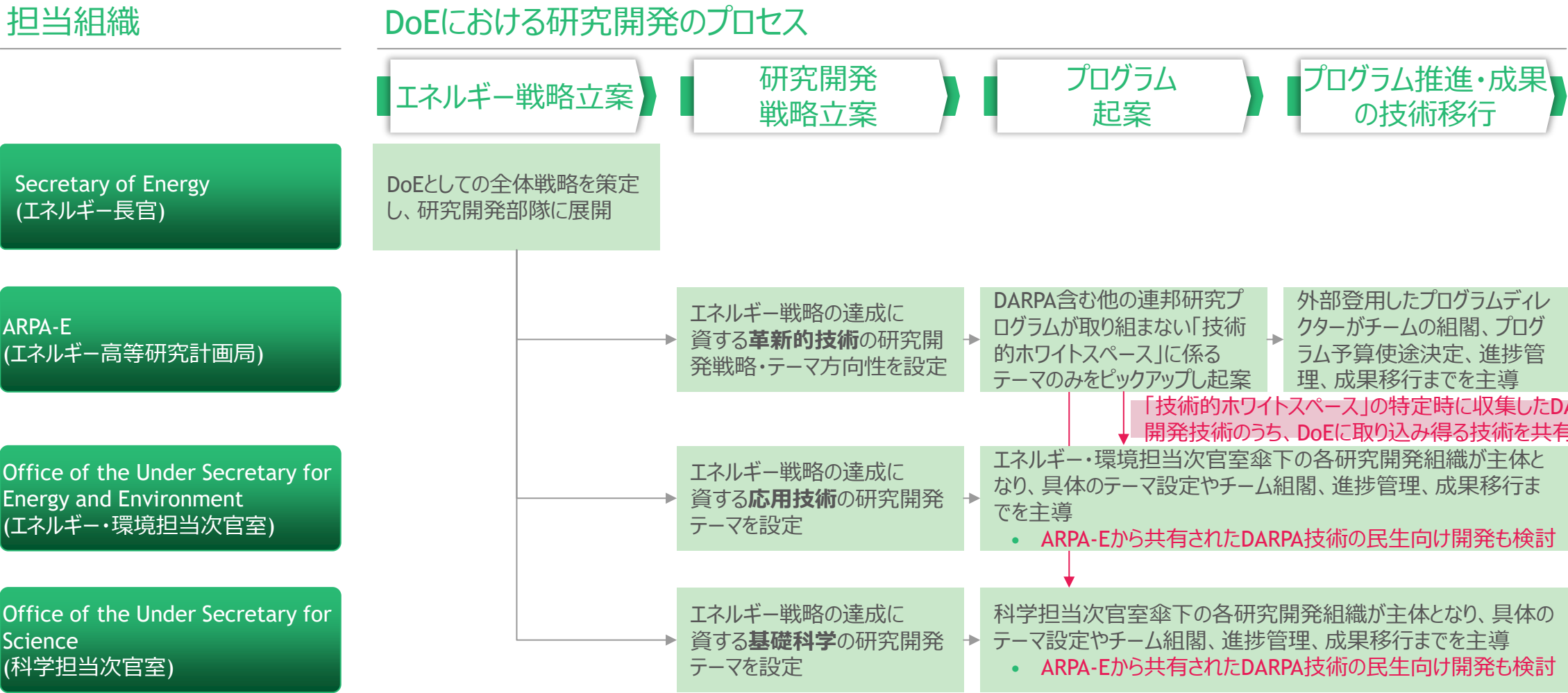
ARPA-Eの研究開発予算はDARPAと比較すると1/10程度の規模であり、年率7%で増加

ARPA-Eの研究開発予算の推移



DoEはARPA-Eのプログラム起案時にDARPAのベンチマークを徹底させた結果、当該プロセス内で発掘した自組織内への転用可能性を有すデュアルユース技術を取り込んでいる

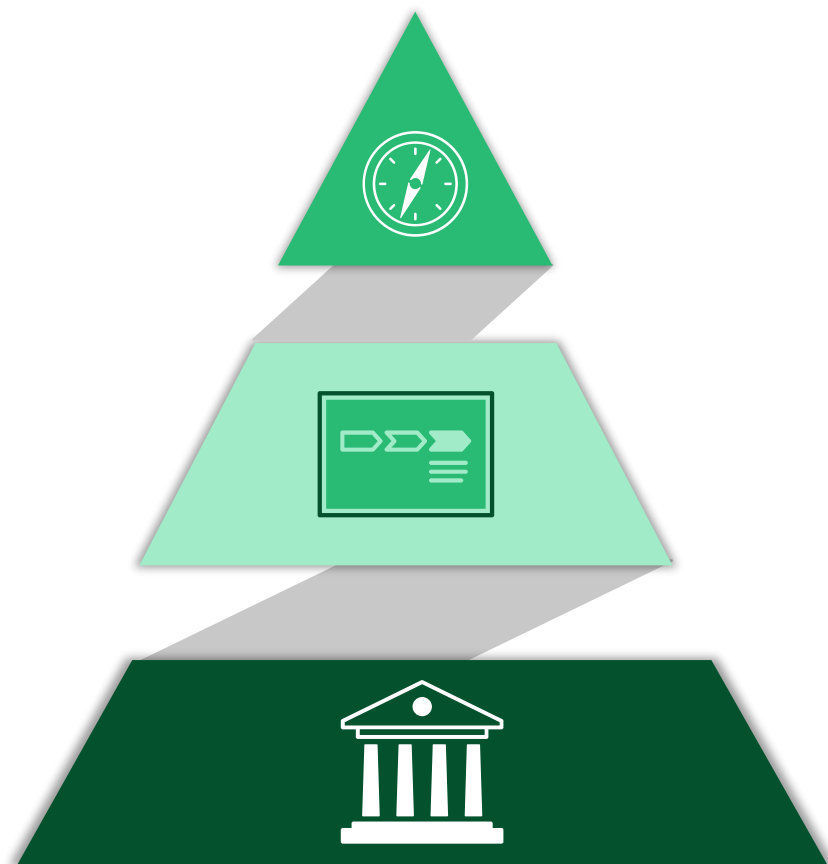
DoEにおけるARPA-Eを活用したデュアルユース技術の取り込みプロセス



「技術的ホワイトスペース」の特定時に収集したDARPAの開発技術のうち、DoEに取り込み得る技術を共有

ARPA-Eのトップであるディレクターは、研究方向性や予算の統括に加え、DARPA等他の連邦研究プログラムとDoEの連携を担う

ARPA-Eの組織概要と役割



ディレクター

- ARPA-Eの研究開発全体を監督
- DoEのみならず、学界、民間部門の外部関係者と協力し、ARPA-Eの研究の全体的な方向性を決定
 - 他の連邦研究プログラムとの調整

デピュティ ディレクター

- 技術開発、商用化、オペレーション部門のそれぞれを統括
 - 技術開発：研究プログラムのポートフォリオ管理を統括。プログラムディレクターに予算を割り当て、プログラムの実行を支援
 - 商用化：SCALEUPプログラムにおける民間企業との連携を統括
 - オペレーション：ARPA-E内の各種バックオフィス業務を統括

プログラム ディレクター

- プログラムにかかる全権と責任を有す
- 全て外部から期限付きで登用(約20名、任期は3年)
- 具体的なプログラムテーマの案出し、チームの組閣、プログラム予算使途決定、進捗管理、実用化移行までを管轄
 - 技術の実運用移行に向け、プログラム全般に大きな裁量権を有す

ARPA-Eは、対象技術の成熟度別に“探索プログラム”、“重点プログラム”、“SCALEUPプログラム”の3段階に分けて研究開発を推進

ARPA-Eの各プログラム類型と予算(FY2024)

プログラム類型	予算総額・プログラム数	具体的なプログラムの概要
探索プログラム	• 未検証度合いが最も高い段階で、アイデアの可能性を試す研究を推進 • 技術の初期検証が主要力点 • \$65M • 7プログラム	• INTERMODAL: 資産と物流のモデリングを通じた輸送効率と回復力の向上 • CREATE : 革命的なエネルギーおよび技術的取り組みの創出 • PRE-TRAILS : 航空機による空中線跡を減少させるための予測型リアルタイム排出技術 • Algal Mining : 海洋の大型藻類バイオマスからの重要鉱物の抽出 • NSTC : 導体向けの新しい超伝導技術 • Geological Hydrogen : 鉱物学的プロセスを刺激しての地質水素の生産 • Geological Hydrogen : 地下層の技術を用いた水素貯蔵の管理
重点プログラム	• 技術の基礎がある程度検証されており、PoCに主眼をおいた研究を推進 • 探索プログラムから進化したプログラムが多い • \$235M • 8プログラム	• PROPEL-1K: 1KWh/KGのエネルギー貯蔵システムを活用した鉄道、海洋、航空機の電化 • ROSIE: 排出量に影響を与える鉱石から鉄鋼への革命的生産技術 • SEA CO2: 海洋観測を通じた人為的炭素排出の検出 • ULTRAFast: 電力における半導体技術の応用による持続的な変革的回復力の向上 • SPARKS: エネルギー研究を迅速に進めるプロジェクトの推進 • CriticalMAAS: AIによる重要鉱物の評価技術 • REEACH Phase II: 低炭素・高効率の電動航空の航続距離延長装置
SCALEUPプログラム	• 商業化に向けたスケールアップの開発が力点 • \$100M • 4プログラム	• エネルギー効率の高い断熱ガラスユニット用のエアロゲル • 再生可能電力から熱電併給を供給する熱電池 • エネルギー密度の高い固体電池 • セメントの脱炭素化

Appendix_ SBIR/STTRの概要・開発技術

'60年代の圧倒的なアメリカの科学技術力は'70年代の諸国の技術力発展により競争力を失ったが、これを危惧し科学技術政策強化のためにSBIR/STTRの前身が誕生

SBIR/STTRの設立の社会的な背景

1960年代

自由競争による高い技術力を保有

- 第二次世界大戦で自国領土が戦場とならなかったことから他国比で産業・技術レベルが高いアメリカは市場における自由競争によって突出した科学技術力を保有
- 技術開発は産業で自律的に実施されるため、産業政策に対して否定的な姿勢

1970年代

国際競争力の強化のために科学技術政策の必要性を認識

- 第二次世界大戦から復興した諸外国が経済や科学技術を発展させ、米国に追いつく
- 結果的に、米国企業の国際競争力が低下
- 自由競争だけではなく科学技術を支援する政策の重要度が増す

高い技術力が産業・経済において重要である一方、その技術競争力が低下したことで政府がシーズレベルから技術開発を支援する機運が高まる

中小企業を技術開発に巻き込むSBIR・STTRの概念・前身組織の誕生

- 1977年、国立科学財団は研究開発型中小企業を活用することにより、連邦政府研究開発の成果の実用化を推進することを目的とするSmall BusinessInnovation Applied to National Needsプログラムを開始
- 国立科学財団応用科学・研究実用化局が対象とするテーマで失敗する危険性も高いが成功すれば社会に大きな貢献をする可能性を有する研究のプロポーザルを研究開発型中小企業から募集

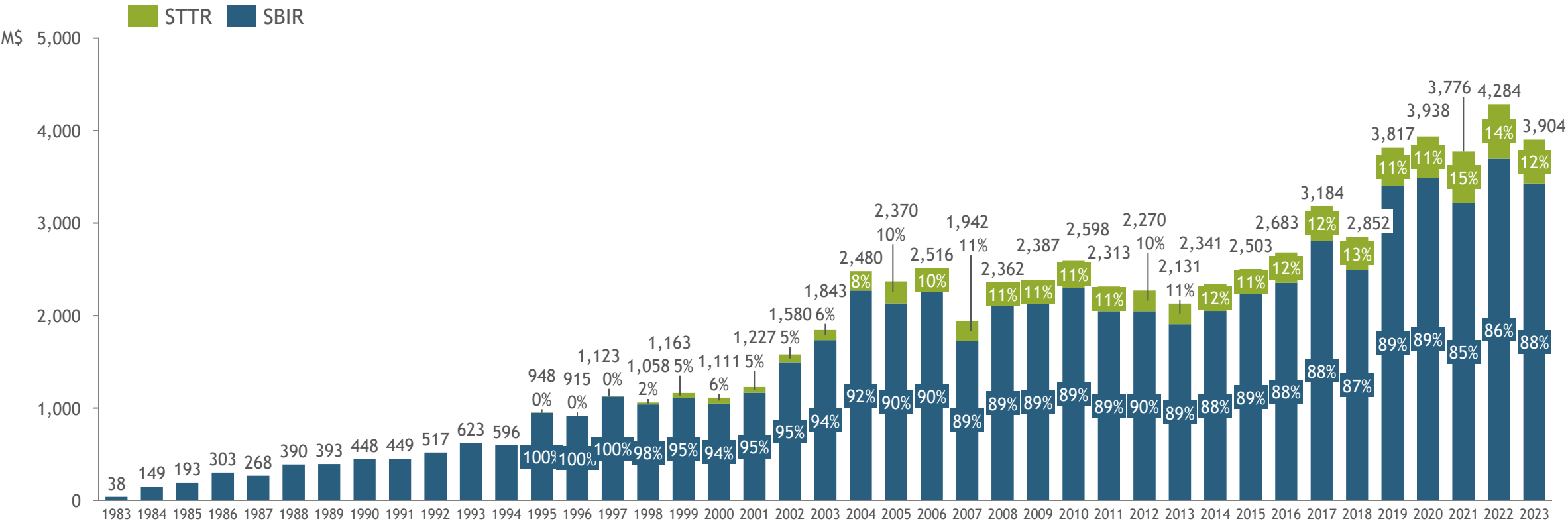
SBIRはDoDの調達ニーズに沿った中小企業のイノベーションへの資金提供・商用化が目的
STTRは政府の研究成果を中小企業に移転しシーズレベルの技術の開発支援が目的

SBIR/STTRの概要・目的

	SBIR (Small Business Innovation Research Program)	STTR (Small Business Technology Transfer)
設立年	1982年	1992年
目的	技術開発の リスクマネー の提供 初期のイノベーションのアイデア、ベンチャー企業等の民間の発明者にはリスクが高すぎるアイデアに資金を供給すること	技術開発の アイデアと お金の提供 各省庁の研究予算を使って中小企業と研究機関を結び付け、政府出資で行われた研究の成果を民間に技術移転させることでイノベーションを創出
テーマの 方向性	直近の省庁の調達ニーズに沿ったもの	提供技術に対してアイデーション余地がある未確立なもの
対象企業	米国国内で研究開発を行う中小企業	米国国内で研究開発を行う中小企業 ・ ただし研究機関が助成額の30%以上関与する必要あり
実施機関	中小企業庁 (Small Business Administration: SBA)	
参加省庁	- Department of Agriculture (USDA) - Department of Defense (DoD) - Department of Commerce (DoC) - Department of Education (DE) - Department of Homeland Security (DHS) - Department of Transportation (DfT) - Environmental Protection Agency (EPA) 11省庁 - Department of Energy (DoE) - Department of Health and Human Services (HHS) - National Aeronautics and Space Administration (NASA) - National Science Foundation (NSF) 6省庁	

SBIRのほうが全拠出額に占める割合は高く9割程度を占める

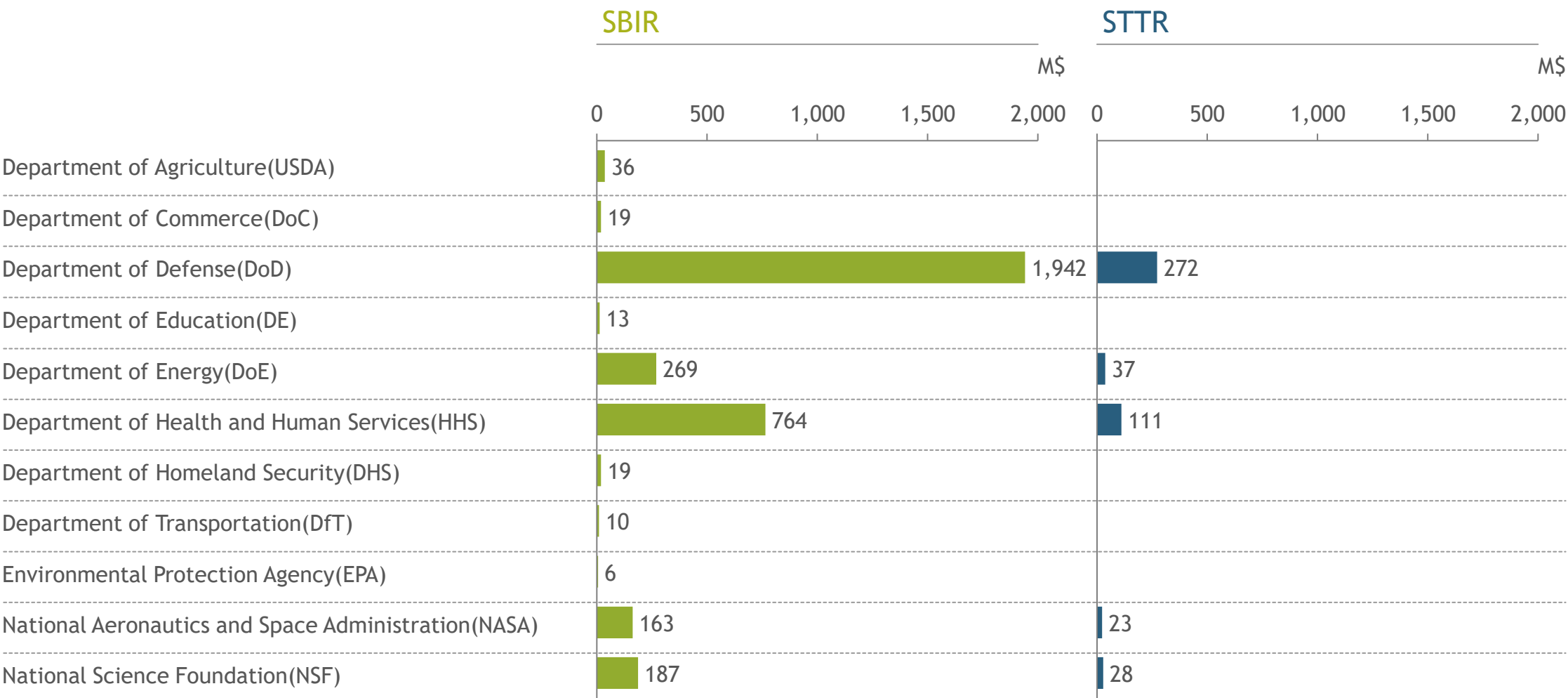
SBIR/STTR拠出額・割合の推移



Source: 各種公開情報(Awards | SBIR);BCG分析

SBIR/STTRともにDoDの拠出額が一番多く2番目はHHS

SBIR/STTRへの各省庁の拠出額/割合(FY23)



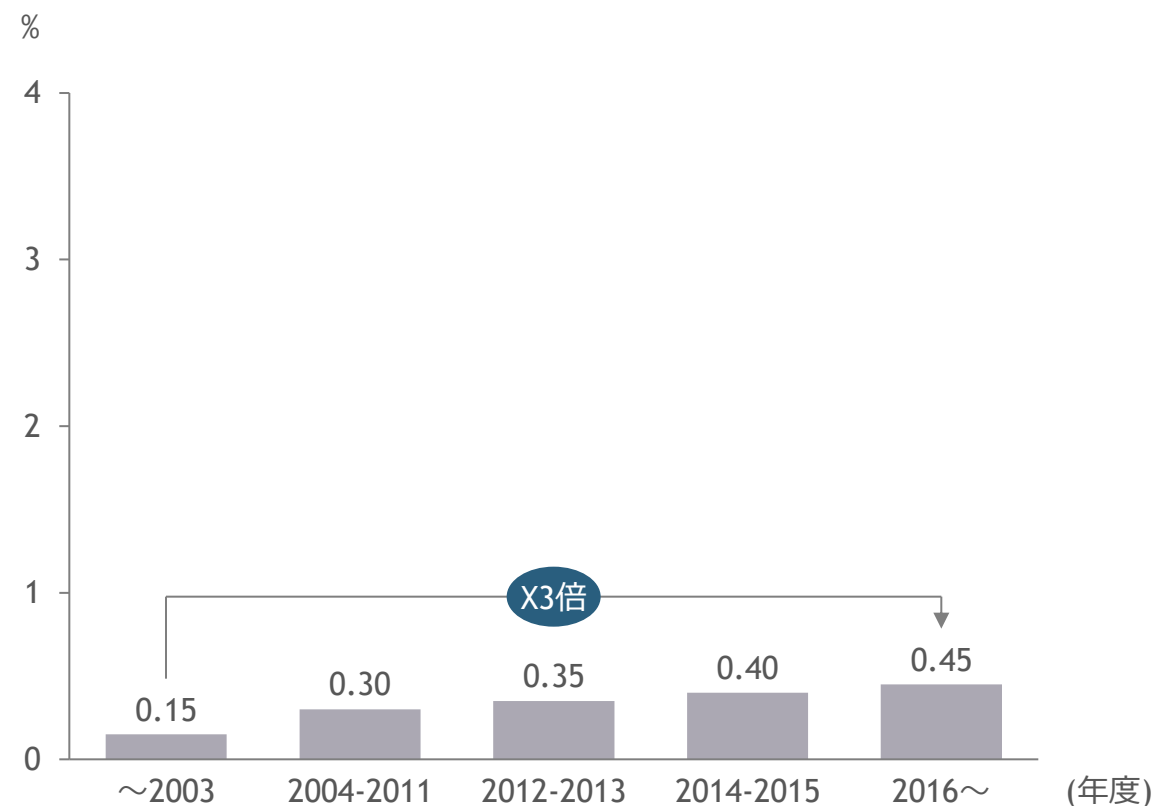
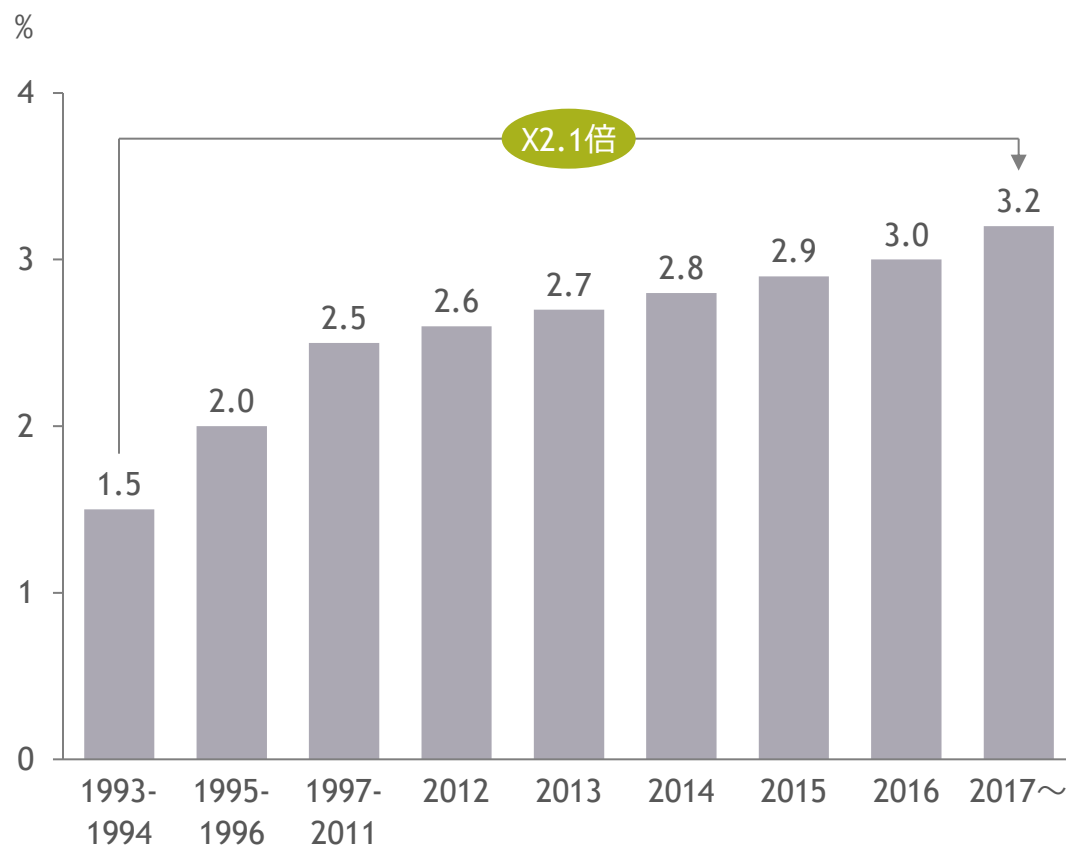
Source: 各種公開情報(Awards | SBIR);BCG分析

参考) 各省庁の持つ研究開発全体予算のうち SBIR/STTRへ拠出しなければならない義務割合は年々上昇傾向

省庁の研究開発全体予算に占めるSBIR/STTRへの助成金拠出義務割合

SBIR (Small Business Innovation Research Program)

STTR (Small Business Technology Transfer)

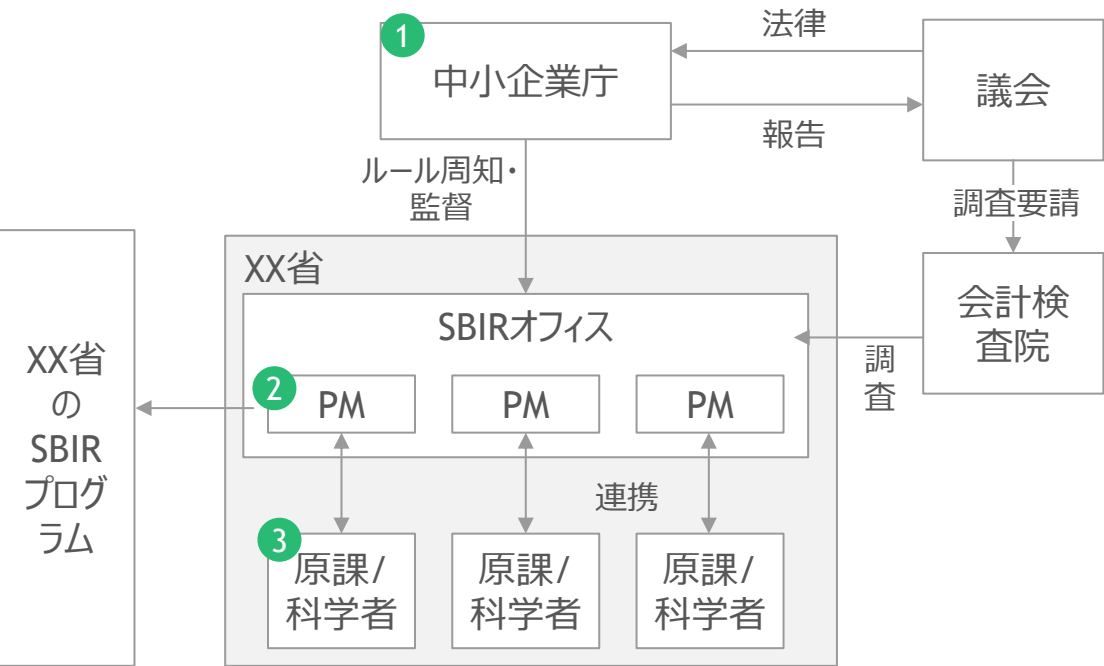


Source: 各種公開情報よりBCG作成; BCG分析

中小企業庁は運営・管理機能を保持するが具体的なSBIRの研究開発テーマ出しは原課プログラムの採択は各省庁のSBIRオフィスのプログラムマネジャー(PM)が実施

SBIRの運営体制

SBIRに関する組織の連関イメージ図



具体的な実施内容の例

役割		詳細
1 中小企業庁	運営・管理者	- 議会で定められた法律をもとに、プログラム参加各省庁が守るべきルールを「Policy Directive」として策定・改定 - 各省が実施する SBIR プログラムを監督・モニタリングし、その内容を議会に報告 - SBIR 全体のアウトリーチ活動や、省庁間のノウハウ共有を目的とした研修やカンファレンスを開催
2 PM	PMO	- 原課のトピック案の取りまとめ、各省のミッションとの整合性やニーズの重複の整流化 - 原課トピックごとへの予算配分 - 審査体制の構築とプログラムの採択 - 採択企業との契約（委託契約・助成金契約）、支払 - 採択プログラムのPMO、協働
3 原課 科学者	トピック提案	政府のニーズ（調達ニーズおよび政策ニーズ）や研究トレンドに基づいた公募テーマ（トピック）を策定(研究開発ニーズだし)

公募前は原課が研究開発のトピックを出し、SBIRオフィス・PMにてトピックを採択しプログラムを組成し公募し、案件決定においては外部・内部組織で精査

SBIRの公募前後の採択のステップ

ステップ		実施者			実施内容
		省庁内部		外部組織	
		原課	SBIR オフィス	審査 委員会	
公募前	トピックの案だし		✓		各省庁における「調達ニーズ」や「政策課題」を分解し、具体的で明確な開発課題に落とし込みトピック案を策定。トピック案は、中小企業が提案可能かつ、研究開発上の「チャレンジ」を含むものを選択
	公募するトピックの採択 (プログラム組成)		✓		多段階で審査し、トピックの採用・不採用を決定するとともに、予算を配分
	プログラムごとへの応募開始		✓		審査に通ったトピックが、SBIR のトピックリストに掲載され、公募 なお、トピックを提案した科学行政官が、当該トピックのPMにアサインされる
公募後	採択企業決定	第一段階		✓	トピックに関連する研究所にて、科学的なイノベーションやインパクトの観点で1~9までスコア付しレビューを実施。フェーズ2の場合は、商業化の観点でもレビュー。複数応募がある場合、比較し優劣をつける
		第二段階		✓	省庁やSBIRの理念やミッションに合致しているかの確認 プログラムやトピックと応募内容の整合性 採用の有無にかかわらず、応募者と交流し応募内容を確認・議論

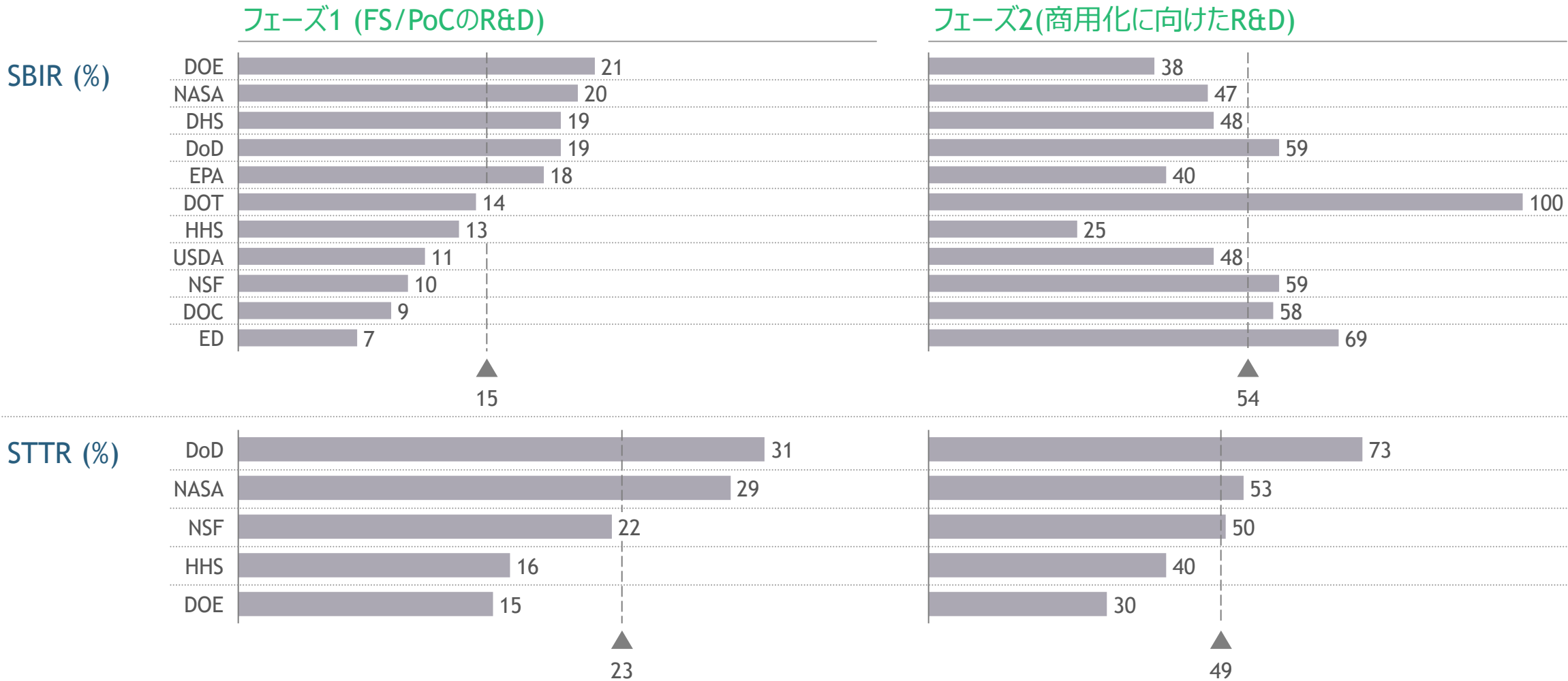
SBIR/STTRともに3フェーズ存在しており、フェーズ3は商用化となり助成対象外
 フェーズ2は商用化が可能な技術であるため助成額がフェーズ2より大きく、助成期間も長い
 SBIR/STTRのフェーズ

助成対象			
	フェーズ1 (FS/PoCのR&D)	フェーズ2(商用化に向けたR&D) Initial Phase IISequential Phase IIThird Phase II ¹⁾	フェーズ3 (商用化)
上限補助額	原則15万ドル以内 2018年の上限額は\$252,131 - 補助率100%	原則100万ドル以内 2018年11月20現在の上限額は\$1,680,879 - 補助率100%	なし
上限期間	通常6か月	通常2年間	なし
概要	実現可能性の検討（Feasibility Study）、概念検証（Proof of Concept）を実施 提案の優位性、実現性、商業化可能性を検証	原則Phase Iの参加企業のみPhase IIに応募可能 ただし2019年よりDARPAが技術的メリットや商業化のポテンシャルに関する根拠を認めれば、DARPAのプログラムはとしてフェーズ1をとばして直接フェーズ2に進めることができる Phase IIにおいてのR&Dを継続 出資金額は基本Phase IIにおいての成果と提案の優位性と商業可能性を元に決定	Phase IとIIでの技術開発の成果の商業化 直接参加企業に対して資金支援を行わない Phase IIと並行して参加可能

1. このフェーズに割り当てられる予算は各実施省庁のSBIR全体予算の5%を超えてはいけない
 Source:各種公開情報よりBCG作成; BCG分析

参考)フェーズ1の採択率は平均15~23%に対して
フェーズ2は技術の確度の高さから採択率が高い

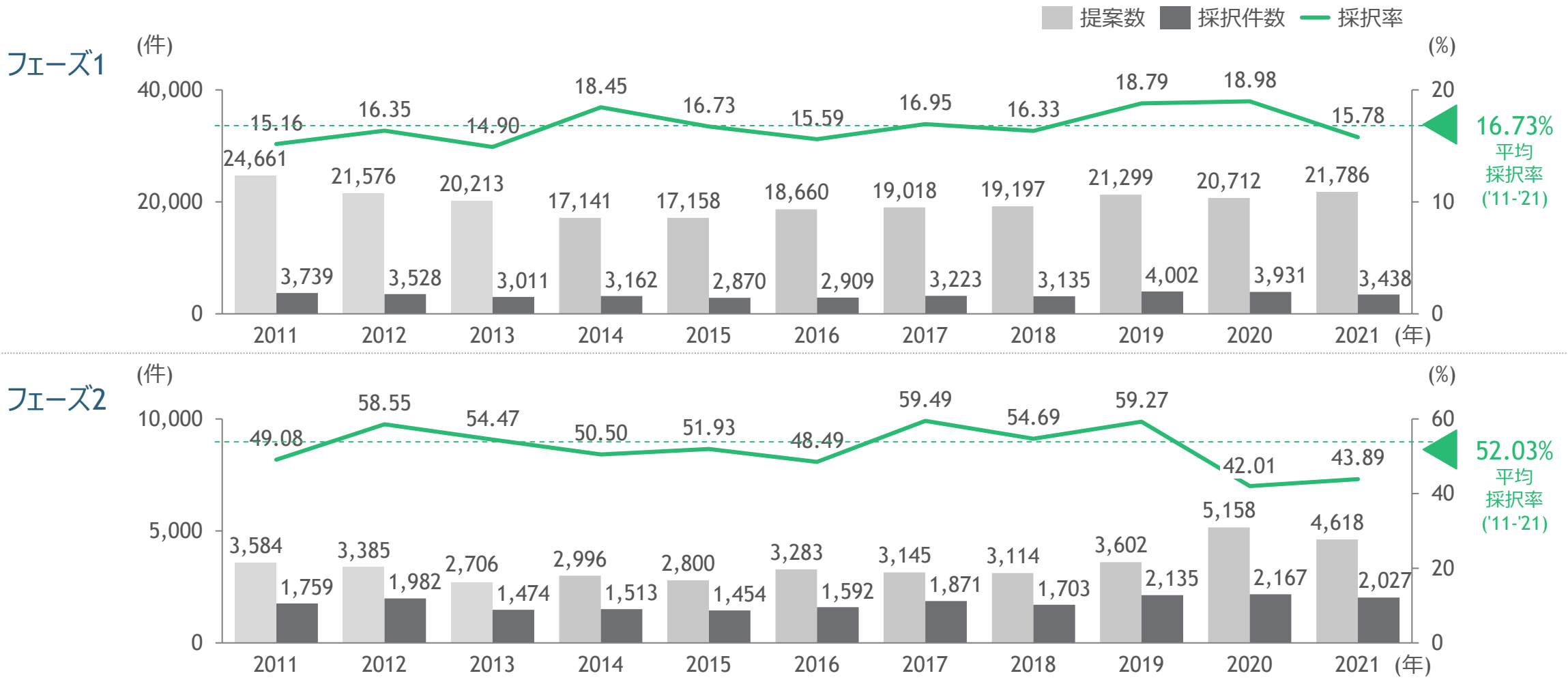
SBIR・STTRのフェーズ別・省庁別の採択率 (FY21)



Source: 各種公開情報(SBIR AND STTR ANNUAL REPORT); BCG分析

参考)採択率はフェーズ1ではおおむね17%、フェーズ2は52%で推移

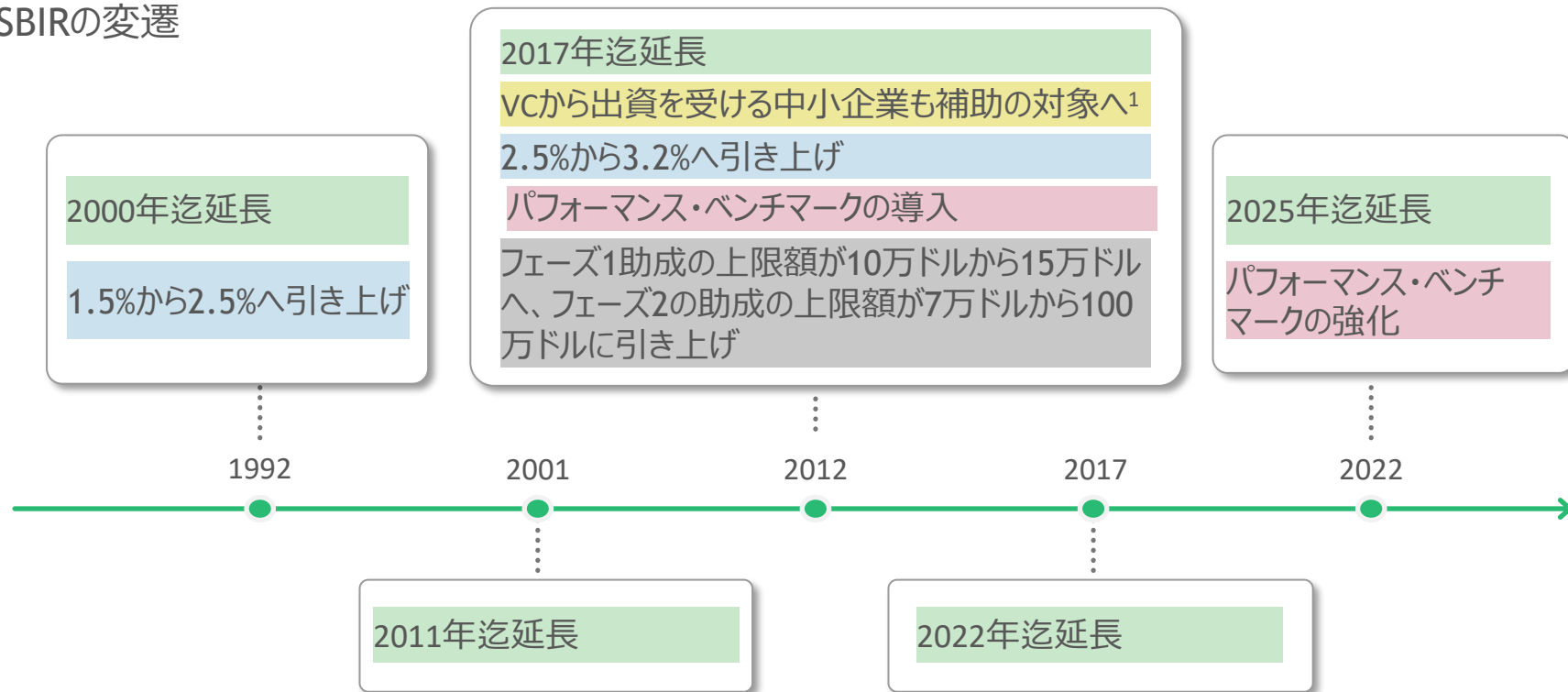
SBIRのフェーズ別の応募数と採択率推移



Source:各種公開情報(Awards | SBIR); BCG分析

SBIRは5度の延長・仕組みを改正しており、 助成要件は2012年以降パフォーマンスベンチマークを導入

SBIRの変遷



パフォーマンスベンチ
マークについて導入の
背景や具体的な内容
について深堀

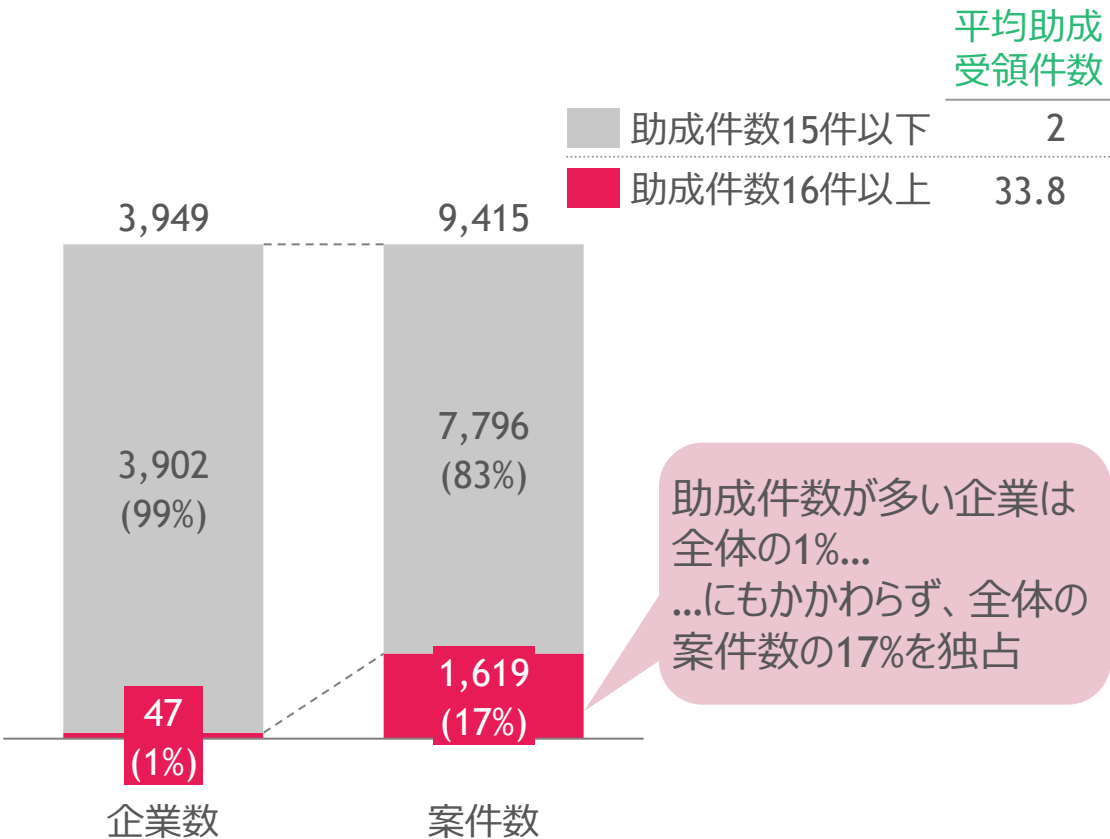
- 期間の変更
- 助成要件の変更
- 対象企業の変更
- 省庁の拠出義務割合の変更
- SBIRの補助額の変更

1. 当時の要件では第三者からのいわば評価として、SBIR 外の資金源（金融機関やベンチャー・キャピタル 等）からの資金調達も、商業化の実績に含まれていた
Source: 各種公開情報(宇宙空間の利用をめぐる動向と課題科学技術に関する調査プロジェクト報告書(国立国会図書館 調査及び立法考査局))よりBCG作成

他の企業と比較してSBIRから多数の件数の助成を受けている企業が案件を独占しており、 加えて商業化の成功率が低い企業が "補助金漬け" となっているリスクを懸念

助成要件が2012年以降強化された背景 ("補助金漬け" 課題)

フェーズ2で助成獲得した企業の状況 (2014-18年)(SBIR+STTR)



懸念事項

- 表層課題** 助成企業が集中するリスク
- 特定・少数の企業がフェーズ2の助成獲得を独占しているリスクが顕在
- フェーズ2においては全体の1%企業が、助成案件の17%を独占
 - フェーズ1についても特定企業の独占や、フェーズ2で独占する企業が多く助成案件を獲得している状況
- 深層課題** 補助金漬けとなる特定企業の発生リスク
- 助成獲得してもフェーズの移行及び商用化が上手くいかず単に "補助金漬け" となっている企業の存在リスク
- フェーズ1と2が特定企業にて独占されていることから、フェーズの移行の基準があいまいとなり "手なり" で自動的に移行し助成されているリスクあり
 - 特定企業が各フェーズで繰り返し助成を受けるも製品化まで至らない結果、特定企業に助成案件が偏っている可能性

助成案件の次フェーズへの移行率や売上額を閾値として設定し、ベンチマーク適応企業の条件も10年間で企業当たりの獲得助成件数が増加している点を加味し変更

SBIR/STTRの助成の応募要件(パフォーマンスベンチマーク)の強化の推移

	フェーズ1		フェーズ2	
	2012年	➤ 2022年	2012年	➤ 2022年
パフォーマンスベンチマーク適応企業の条件	21件~	51件~	16件~	51件~ 101件~
✓	前年度から過去5年間にフェーズ1助成を受けている件数		直近2年間を除き過去10年間にフェーズ2助成を受けている件数	
パフォーマンスベンチマーク	25%	50%	\$10万~	\$25万~ \$45万~
	前々年度から過去5年間の期間においてフェーズ1からフェーズ2へ移行した比率		フェーズ2助成1件当たりの平均売上	
			115%	当該パフォーマンスベンチマークは廃止
	助成数比特許件数			
パフォーマンスベンチマーク未達の場合	特になし	年間フェーズ1、フェーズ2合計して最大20件までしか助成を受けることができない	特になし	年間フェーズ1、フェーズ2合計して最大20件までしか助成を受けることができない

SBIR/STTRのデータは①全体に占める各省庁の割合②DoDに占めるブランチ別割合③DoDにおけるPhase別での割合を示し、② x ③の軸でフィルタし大きい予算案件を深堀

SBIR/STTRの案件リストのビックデータの分析

Company	Award Title	Agency	Branch	Phase	Program	Award Year	Award Amount
123 See, Inc.	SBIR Phase II:Gaze-independent contactless autorefractor for self-serve eye exam kiosk.	National Science Foundation		Phase II	SBIR	2023	1,000,000
149 BIO LLC	Integrin-Targeted Novel Oral Therapeutics for Lupus Nephritis	Department of Health and Human Services	National Institutes of Health	Phase I	SBIR	2023	306,500
21MedTech LLC	ARRAY: A novel polymeric mesh for prophylactic antibiotic protection of cardiac implantable electronic devices	Department of Health and Human Services	National Institutes of Health	Phase II	SBIR	2023	999,978
2INNOVATE LLC	STTR Phase I:A novel wall-mounted gait assist system to reduce the risk of injuries on stairs and level surfaces	National Science Foundation		Phase I	STTR	2023	275,000
2PI INC	Chip-scale Large-aperture, Ultrawide-angle LiDAR	National Aeronautics and Space Administration		Phase I	STTR	2023	149,782
2PI INC	SBIR Phase I:High-performance, ultra-compact 3D sensor enabled by metasurface flat optics	National Science Foundation		Phase I	SBIR	2023	256,000
2SIGMA SCHOOL INC	Using Algorithmic Understanding of Student Comprehension of Computer Science Concepts to Support Teacherswith Personalized Student Recommendations	Department of Education		Phase II	SBIR	2023	1,000,000
2WITECH SOLUTIONS LLC	Fast Field Screening of PFAS in Non-Portable Waters..	Department of Health and Human Services	National Institutes of Health	Phase I	SBIR	2023	173,075
3 ROCKS ENGINEERING LLC	Flow Control Gate to Increase Irrigation, Water Quality Treatment, and Detention Efficiency	Department of Agriculture		Phase I	SBIR	2023	122,402
361 INTERACTIVE LLC	Battle Damage Assessment Manager	Department of Defense	Air Force	Phase II	SBIR	2023	1,799,973
361 INTERACTIVE LLC	CHART2 for JADC2 Environments	Department of Defense	Air Force	Phase I	STTR	2023	149,938

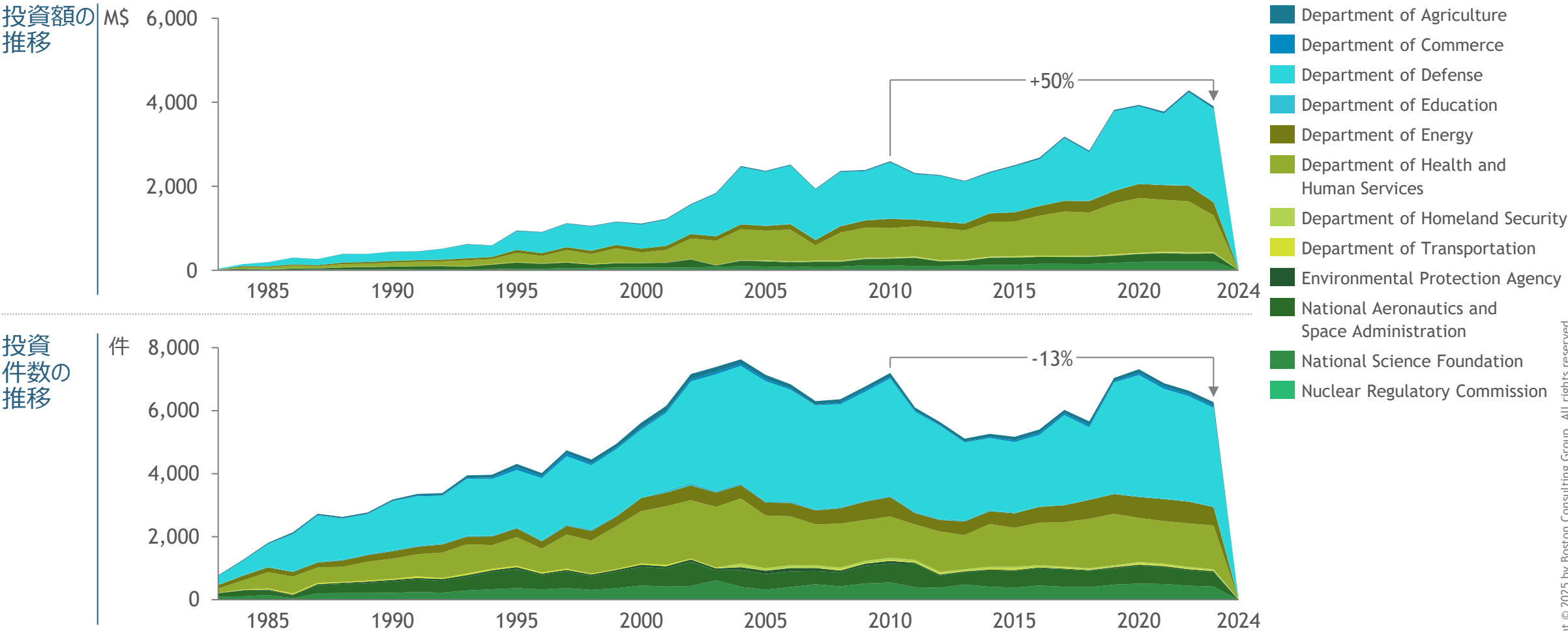
①SBIR/STTRに参画する省庁別の拠出額を集計。DoDの全体に占める割合や拠出額を算出

②DoDの組織の中にあるブランチごとでの拠出額・割合を集計

③DoDの拠出する案件のフェーズごとでの拠出額・割合を集計

SBIR・STTR全体予算額は2010年から2023年で1.5倍に増加も件数は減少であることから
単価が上がっていると想定されるが、DoDの予算額・件数は省庁内で最多であり半数

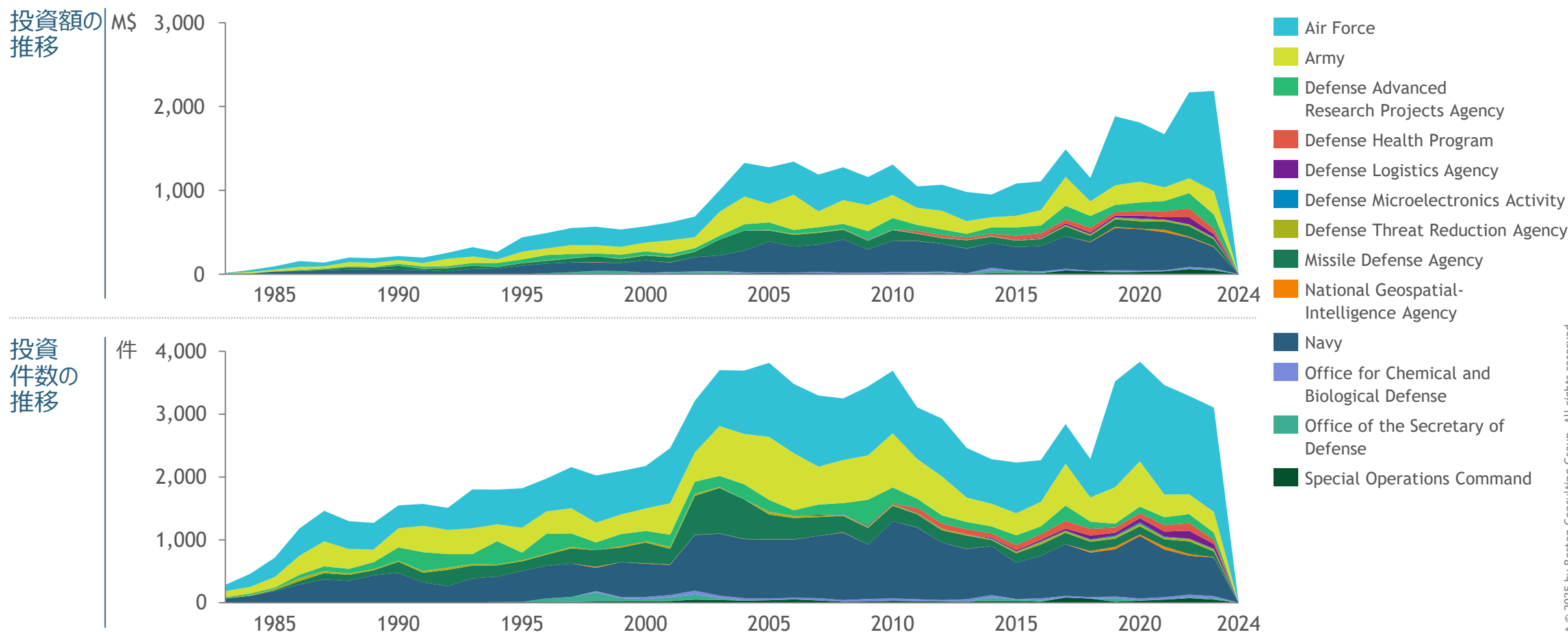
SBIR/STTRにおける管轄省庁別予算措置の推移 (1983~2024年)



Source:各種公開情報([Awards | SBIR](#)); BCG分析

予算額・件数ベースではAir Force・Army・Navyなど主管部が多い 2010年前後からDefense Health Programなど新しいブランチへの拠出が開始

SBIR/STTRにおけるDoDのブランチ別予算措置額・件数推移 (1983~2024年)

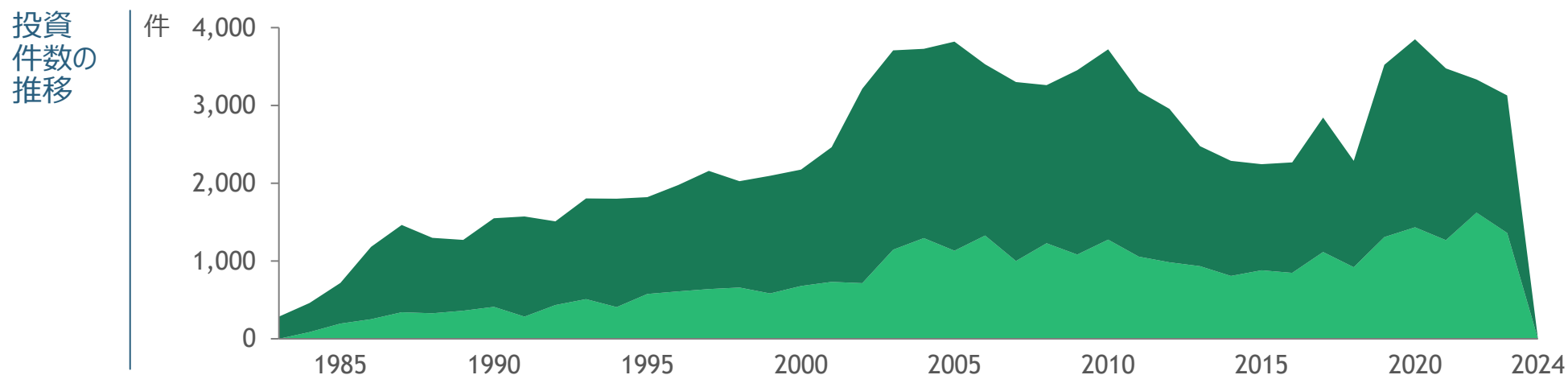
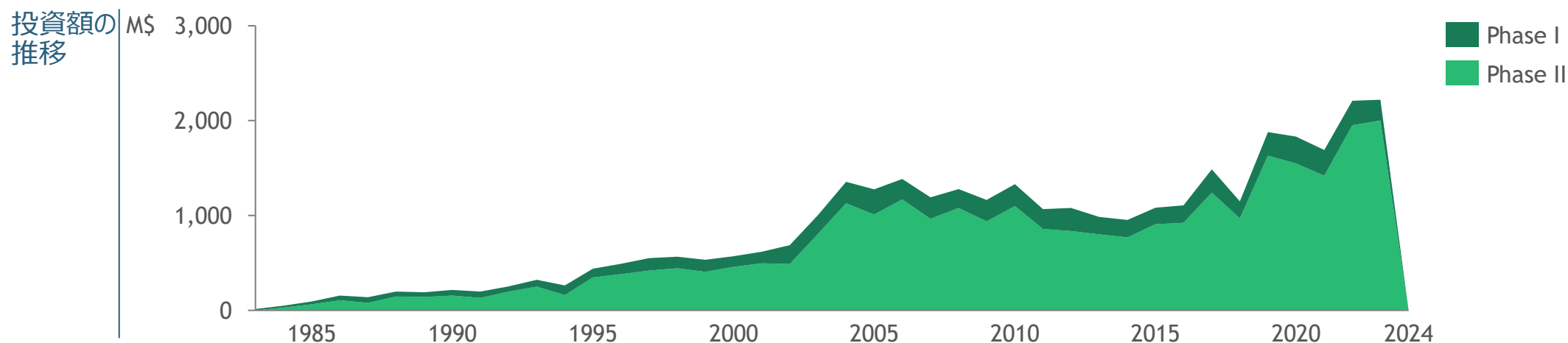


参考)DoDのブランチ別の概要

ブランチ名称	概要
Air Force	空中および宇宙での軍事作戦を担当する組織。航空戦力を提供し、国防と戦略的な空中防衛を行う
Army	地上での軍事作戦を担当。国家の防衛、国際平和維持活動、災害救助など、さまざまな地上作戦に従事
Defense Advanced Research Projects Agency	革新的でハイリスク・ハイリターンの研究を推進し、技術的なブレークスルーを目指している研究機関
Defense Health Program	米軍の現役兵士や退役軍人などの軍隊の健康維持と医療提供を実施
Defense Logistics Agency	米軍全体に物資、設備、燃料、医療品などを提供し、サプライチェーン全体を管理する役割を持つ組織
Defense Microelectronics Activity	国防用マイクロエレクトロニクス技術の開発と維持を担当する組織
Defense Threat Reduction Agency	核、生物、化学兵器など、脅威を減少させるために活動する機関
Missile Defense Agency	米国を弾道ミサイル攻撃から防御するための技術開発とシステム運用を担当
National Geospatial-Intelligence Agency	地理空間情報（地理情報や衛星画像など）を収集・分析し、米軍や政府機関に情報を提供する機関
Navy	海洋での軍事作戦を担当。海上戦力を提供し、海上の安全保障や国際貿易の保護実施
Office for Chemical and Biological Defense	化学兵器や生物兵器に対する防護技術や対策を開発する役割。化学・生物兵器に対する防衛の研究
Office of the Secretary of Defense	国防総省全体の指導を行う機関で、政策立案、戦略計画、予算編成など、国防総省全体の管理を実施
Special Operations Command	特殊作戦を指揮・実行する部隊を統括する司令部。テロ対策、非正規戦、特殊偵察などの任務に従事

技術確度・規模が大きいPhase2のほうがPhase1より大きく予算が付く傾向 一方で件数ではPhase1は全体の1/2~1/3を占める

SBIR/STTRにおけるDoDのフェーズ別予算措置額・件数の推移 (1983~2024年)



Airforceでは直近5年、Phase1で飛行機の素材や超音速向けセンシング開発などを実施 Phase2ではeVTOLの水素エネルギー活用やGPSを用いない操縦等の開発を実施

SBIR/STTRにおけるDoDのブランチ別予算措置額の多い企業・テーマ(2020~2024年累積)_Air Force

Phase	2020~2024年累積額上位3社	2020~2024年累積額(\$M)	具体的なテーマ例	GIの関連性がありそうなテーマ例
1	PHYSICAL SCIENCES INC.	3.7	無人航空機システム、宇宙船の熱調整、エネルギー効率向上のための新素材の開発、 軽量で熱耐性のあるバッテリーシステム 、航空機のポッド冷却用の超小型熱交換器等	
	SPECTRAL ENERGIES LLC	3.2	極超音速飛行、先進的なナビゲーション、デブリ検出に関連する音速爆発に基づく極超音速車両性能の分散型リモートセンシング、軌道上デブリ検出と監視のための高解像度データマイニング等	
	ROGUE SPACE SYSTEMS CORP	2.6	通信不能環境での自律的なミッション遂行や、GPSが使用できない環境での位置決定技術に関する自律ミッション向けスケーラブルコンピュータプラットフォームや通信不能環境用の自律軌道ロボット	
2	PIASECKI AIRCRAFT CORP	48.6	自律飛行制御、高速VTOL（垂直離着陸機）、 高温PEM燃料電池を使用したターボチャージャー付きのエネルギー貯蔵システム に関する概念設計、 燃料電池発電システムによる垂直離着陸等	
	ELECTRA.AERO INC.	35.5	次世代航空機、特に電動垂直離着陸機および短距離離着陸機の開発に関する電動分散推進システムや音響設計、モデリング、および初期飛行試験の検証、 電力制御システム等	
	ARCHER AVIATION INC	32.8	GPSが使用できない環境でも航空機が正確に着陸位置を特定できる 自律型eVTOL（電動垂直離着陸機） の開発	

Armyでは直近5年、Phase1ではセンサーや次世代リチウム硫黄電池の開発を実施 Phase2ではEVのバッテリー管理やライフサイクルにかかる技術を開発

SBIR/STTRにおけるDoDのブランチ別予算措置額の多い企業・テーマ(2020~2024年累積)_Army

Phase	2020~2024年累積額上位3社	2020~2024年累積額(\$M)	具体的なテーマ例	GIの連関性がありそうなテーマ例
1	INTELLISENSE SYSTEMS INC	3.6	敵対的環境におけるセンサーの改善、エネルギー効率の向上、そして無線周波数の管理と認識に焦点を当てた、デジタル暗視センサー、強化レーダー通信システム、超小型低消費電力の計測器等	
	TRITON SYSTEMS, INC.	3.4	防衛、医療、航空宇宙分野での応用が想定される技術が主。全天候型大気飲料水生成装置、薬剤耐性細菌感染症の治療のための改良技術、冷媒不要の冷却システム等	
	LYNNTECH INC.	2.6	修理技術、エネルギー回収技術、センサー技術、そして新世代の電池技術が主。最適化修理のための迅速な積層造形技術、次世代リチウム硫黄電池、カーボンファイバーを埋め込んだタイヤ等	
2	INTELLISENSE SYSTEMS INC	9.0	防衛に関わるエネルギー関連の技術が主。高度な電力管理のためのスマートで効率的なECB（電気回路ブレーカー）、熱膨張予測のための大気吸収分光システム、電磁エネルギーハーベスター等	
	R-DEX SYSTEMS, INC.	8.0	データ生成、レーダー技術、無線波形の管理、および電気自動車のバッテリー管理に関する技術。直交波形見張りステルス（OWLS）レーダー、電気自動車バッテリーの全ライフサイクルシステム等	
	CORNERSTONE RESEARCH GROUP INC	7.3	地質材料の特性評価、エネルギー貯蔵、およびターゲット識別に関連する技術。マルチスペクトル地質材料特性評価(異なる波長域での地質材料の性質を評価する技術)、小型でエネルギー効率の高いバッテリー技術等	

Defense Advanced Research Projects Agencyでは直近5年、Phase1・2ともにシステムのセキュリティの安全性の向上に向けた技術開発を実施

SBIR/STTRにおけるDoDのブランチ別予算措置額の多い企業・テーマ(2020~2024年累積)_Defense Advanced Research Projects Agency

Phase	2020~2024年累積額上位3社	2020~2024年累積額(\$M)	具体的なテーマ例	GIの連関性がありそうなテーマ例
1	TRITON SYSTEMS, INC.	0.8	完全自動化された酵素法による遺伝子製造。低コスト使い捨てドローンは、群飛行を前提にした設計で、監視や偵察、または輸送などの用途を期待。ハイブリッド高度放射線シールドは、宇宙開発や原子力関連の分野で重要な役割を果たす可能性	
	BLUERISC INC	0.7	市販されているソフトウェア（COTS: Commercial Off-The-Shelf）が特定の要件を満たしているかどうかを第三者が検証するための手法。海上で使用されるセンサーからのデータを収集・管理するシステム。	
	ASSURED INFORMATION SECURITY, INC.	0.7	システムの脆弱性を減らし、サイバー攻撃に対する防御力を高める技術。信頼性のあるストレージソリューションに関連する技術で、データの安全な保存とアクセスの保証技術。機械学習モデルの性能を向上させる技術	
2	ASSURED INFORMATION SECURITY, INC.	7.8	新しいサイバー攻撃を回避するためのデータ意図の保証を目的とした技術。データの安全性と可用性を確保するための技術的な改良。データ汚染や不正操作を検出するための共鳴イメージング技術	
	GALOIS, INC.	6.6	古いレガシーソフトウェアの解析を行い、そのコードをリファクタリング（再構成）する際に役立つ技術。ソフトウェア要件を証明するための証拠を生成する技術。セキュリティアーキテクチャ向けのバイナリ解析と再コンパイルを行う技術	
	WEB SENSING, LLC	4.8	航空機にFPGA（Field Programmable Gate Array）を導入することで、システムのセキュリティ、信頼性、柔軟性を向上させる技術。地上車両に対しても同様に、FPGAを導入してセキュリティと耐久性を強化する技術	

Defense Health Programでは直近5年、Phase1・2ともに血液の輸送技術や細菌に対しての治療技術を開発

SBIR/STTRにおけるDoDのブランチ別予算措置額の多い企業・テーマ(2020~2024年累積)_ Defense Health Program

Phase	2020~2024年累積額上位3社	2020~2024年累積額(\$M)	具体的なテーマ例	GIの関連性がありそうなテーマ例
1	TRITON SYSTEMS, INC.	2.7	血液を安全かつ効率的に輸送するための高度なコンテナ技術。現場で迅速に透析液を作成できる軽量で持ち運び可能なデバイス。組織の結合を促進するために使用される材料で、光化学的に活性化され、使用後に自然に溶解	
	CFD RESEARCH CORPORATION	1.7	バクテリオファージ（細菌を標的とするウイルス）を捕捉し、抗バイオフィーム特性を解析するためのデバイス。緑膿菌に対抗する新しい薬剤の発見を目的とした研究開発。神経細胞に特異的に薬物を届けるためのアニオン性ナノ粒子キャリア	
	TDA RESEARCH, INC.	1.7	戦場で負傷した兵士のケアに使用される酸素発生器で、積み重ね可能なデザインにより、効率的な輸送と使用が可能。頭部への衝撃を軽減するための複合材料で作られたヘルメット。兵士が過酷な環境で使える殺菌剤の開発	
2	TRITON SYSTEMS, INC.	7.7	血液を安全かつ効率的に輸送するための高度なコンテナ設計。飛行操作中にパイロットやクルーが経験する首や背中への痛みを緩和するための治療法の開発。傷口の感染を治療するために、患者が簡単に使用できる自己注射器	
	ZYMERON CORPORATION	7.1	放射線被曝による造血系急性放射線症候群に対する放射線防護剤として機能する新しい対策技術の開発。多剤耐性を持つ緑膿菌（Pseudomonas aeruginosa）感染症を治療するための新しい抗生物質の開発。出血性ショックに対する治療技術	
	TDA RESEARCH, INC.	5.5	戦場での負傷者のケアに使用される酸素発生器で、コンパクトで積み重ね可能なデザイン。戦場や災害現場などで、即座に透析液を生成するための技術。過酷な環境でも効果的に使用できる殺菌剤。傷口の感染を予防するモジュール式の止血帯	

Defense Logistics Agencyでは直近5年、Phase2では主にリバースエンジニアリングを活用し部品の品質や代替部品の調達の可能性を研究

SBIR/STTRにおけるDoDのブランチ別予算措置額の多い企業・テーマ(2020~2024年累積)_ Defense Logistics Agency

Phase	2020~2024年累積額上位3社	2020~2024年累積額(\$M)	具体的なテーマ例	GIの関連性がありそうなテーマ例
1	DeVal Life Cycle Support, LLC	0.7	詳細情報なし	
	PARTS LIFE INC	0.7	詳細情報なし	
	MENTIS SCIENCES INC	0.6	TF33エンジンに関連する部品や資材の供給チェーンを確立・強化。無線周波数（RF）リフレクターの製造プロセスを開発し、その性能を検証。核関連の供給品について、リバースエンジニアリングを通じて新たな供給源を開発	
2	MENTIS SCIENCES INC	5.5	既存の航空宇宙部品に対してリバースエンジニアリングを行い、新たな供給源を開発。大型輸送機C-5のダクトアセンブリに対して、新たな供給源を開発し、これらの部品が必要な品質基準を満たしていることを確認するための認定試験	
	Kaney Aerospace, Inc.	4.7	航空機に使用される電流変成器アセンブリの性能および品質を確認する技術。航空機の油圧システムをサポートするための補助電源の開発。特定の加速度計とトルクモーターの認定プロセス開発	
	NANOSONIC INC.	4.4	産業用ゴム手袋や国防総省向けの装備品を必要に応じて3Dプリンティング技術を使用して製造する技術。オットー燃料に対する耐性を持つ個人用防護具（PPE）や航空宇宙関連システムを必要に応じて生産するプロジェクト	

Defense Microelectronics Activityでは直近5年、Phase1では電子部品が放射線にさらされた時の影響を確認する技術を実施しPhase2では次世代半導体関連技術を実施

SBIR/STTRにおけるDoDのブランチ別予算措置額の多い企業・テーマ(2020~2024年累積)_ Defense Microelectronics Activity

Phase	2020~2024年累積額上位3社	2020~2024年累積額(\$M)	具体的なテーマ例	GIの関連性がありそうなテーマ例
1	CFD RESEARCH CORPORATION	0.5	マイクロエレクトロニクスデバイスが放射線にさらされた際の影響を調査し、その劣化を予測するモデル。DNAマーキング技術を用いて、電子部品の偽造品を検出するシステムの堅牢な読み取り技術。超小型エネルギー貯蔵デバイス、マイクロスーパーキャパシタの開発	
	ALPHACORE INC	0.4	デバイスが放射線にさらされた場合の影響を予測するモデル。通信システムやレーダー、信号処理などのシステムの柔軟性と性能を大幅に向上させる可能性があるマルチモード操作が可能な超広帯域の電圧制御発振器（VCO）の開発	
	NANOHMICS INC	0.3	電子機器の中に含まれるDNAマーキングを利用して、偽造品を検出するための堅牢なセンサー。電力変換や高周波回路での使用が期待され、性能の向上とエネルギー効率の改善が可能となる光導電技術を利用して高い効率で動作する垂直型の半導体スイッチ	
2	MAINSTREAM ENGINEERING CORP	2.4	SiC MOSFET（メタル・オキシド・セミコンダクタ・フィールド・エフェクト・トランジスタ）の高電圧および高速動作を実現。厚いシリコンカーバイドエピタキシャルウェーハと20kVクラスの高電圧トランジスタの製造と供給チェーンを整備	
	EDAPTIVE COMPUTING INC	1.3	設計時に設定したアサーションが、実際の回路合成（ハードウェアに変換するプロセス）においても保持され、回路の検証を強化できるようにする技術(レジスタ転送理論、TRL)	
	RADIATION DETECTION TECHNOLOGIES, INC.	1.3	エピタキシャルシリコンスイッチは、高性能な電力変換やスイッチングアプリケーションで使われる半導体デバイスで開発実施。従来の製造方法よりも効率的でコスト効果の高い新しいプロセスを導入することで、より手頃な価格で高品質なシリコンスイッチを生産する	

Defense Threat Reduction Agencyでは直近5年、Phase1では放射線の検出に関する技術開発を実施しPhase2では加えて化学分析の技術開発も実施

SBIR/STTRにおけるDoDのブランチ別予算措置額の多い企業・テーマ(2020~2024年累積)_ Defense Threat Reduction Agency

Phase	2020~2024年累積額上位3社	2020~2024年累積額(\$M)	具体的なテーマ例	GIの関連性がありそうなテーマ例
1	CAPESYM INC	0.5	核戦場などの過酷な環境で使用するための、耐放射線性が高く、かつ超高速で放射線を検出できるシンチレータ（放射線検出器）の開発。非常に高い放射線量率にも耐えられる堅牢なガイガー・ミュラー（GM）検出器を開発。	
	H3D INC	0.3	さまざまな放射線検出用途に対応するための汎用的なフロントエンドとデジタルプロセッサを開発。ペロブスカイト材料を使用したガンマ線センサーを商業化するプロジェクトで防衛用途での放射線検出において、軽量で高感度なセンサーを提供	
	OPTICSLAH, LLC	0.3	フィールドでの化学分析のための微量の元素や化学物質を精密に検出するために、広帯域でかつコンパクトなデュアルコム分光計を開発。高密度液体エアロゾルスプレーの物理的特性を評価するために、多角度および多波長で散乱光を測定する診断装置を開発	
2	RADIATION MONITORING DEVICES, INC.	2.2	従来の光電子増倍管に比べてサイズや耐久性に優れ、核戦場などの過酷な環境で使用するための固体光電子増倍管の開発。高放射線環境下での迅速かつ正確な放射線測定が可能で、高線量環境で使える高速かつ放射線耐性を持つシンチレータの開発	
	OPTICSLAH, LLC	1.2	現場での迅速かつ正確な化学分析が可能となり、環境モニタリング、セキュリティチェック、科学研究が可能な、複数の光周波数コム（光の周波数の等間隔な線スペクトル）を利用して、非常に高い分解能で化学物質や元素のスペクトルを測定する技術	
	SONALYSTS INC	1.1	詳細情報なし	

Missile Defense Agencyでは直近5年、Phase1ではミサイルのデータ分析や推進剤を開発しPhase2ではロケットのステルス性の向上や強度向上につながる素材を開発

SBIR/STTRにおけるDoDのブランチ別予算措置額の多い企業・テーマ(2020~2024年累積)_ Missile Defense Agency

Phase	2020~2024年累積額上位3社	2020~2024年累積額(\$M)	具体的なテーマ例	GIの関連性がありそうなテーマ例
1	PHYSICAL SCIENCES INC.	1.6	高放射線環境下でも動作する集中視野型の赤外線シーンプロジェクターの開発。	ペロブスカイト材料を開発し、推進剤やエネルギーデバイスへの応用。ルビジウムを使用したDPALレーザーシステムにおけるプラズマ環境の特性を測定し、性能向上
	TRITON SYSTEMS, INC.	1.2	熱防護システム（TPS）材料の靱性と層間強度を強化技術。HLG（High-Lift/High-Landing）ロケット推進剤の燃焼速度を向上させるためのナノエネルギー添加剤の開発。推進システムの効率と耐久性があがる固体推進システムで使用される高温動的シール	
	NOU SYSTEMS INC	1.1	極超音速巡航ミサイルの特性を予測するための技術開発。ミサイル防衛システムにおいて信頼性の高い情報源と知識をデジタルデータとして構築するための技術。ミサイル防衛システムの新たな能力に対して、データ分析を自動化し、その支援を行うための革新的な技術	
2	PHYSICAL SCIENCES INC.	7.5	ロケットの推進剤にステルス特性を持たせることで、敵の検知を回避しつつ高い推力を提供する技術。高温耐性や強度を向上できる3D構造で強化された炭素/炭化ケイ素複合材料の開発。高放射線環境下でも動作する集中視野型の赤外線シーンプロジェクター開発	
	NOU SYSTEMS INC	4.7	新しいミサイル防衛システム（MDS）能力の開発に向けたデータ分析プロセスを自動化し、効率化する技術。レーダーを使用してクラスター（密集領域）内の目標を高度に分類する技術	
	ATTOLLO ENGINEERING, LLC	4.5	宇宙空間で使用されるクライオクーラー（極低温冷却装置）の低コスト化。生物の視覚システムにインスパイアされたニューラルネットワークを用いた赤外線センサーの開発。III-Vアンチモン化物超格子を基にした焦点面アレイ技術で、特に長波長赤外線の高感度検出	

National Geospatial-Intelligence Agencyでは直近5年、映像や写真から情報を抽出する技術を開発

SBIR/STTRにおけるDoDのブランチ別予算措置額の多い企業・テーマ(2020~2024年累積)_ National Geospatial-Intelligence Agency

Phase	2020~2024年累積額上位3社	2020~2024年累積額(\$M)	具体的なテーマ例	GIの関連性がありそうなテーマ例
1	ARETE ASSOCIATES	0.4	車両の再識別技術を使用して、交通カメラの最適な配置技術。EO（Electro-Optical）およびSAR（Synthetic Aperture Radar）データセットに対して、トポロジカルデータ解析を用いて自動的にアノテーションを行う技術。	
	ETEGENT TECHNOLOGIES, LTD.	0.3	地理情報を活用して、自動的に目標を認識し推論を行うシステムの開発。人手によるラベル付けが不要なデータからも有用な情報を抽出できるように無監督で収集された大量のデータリポジトリから自動的に学習するシステムを開発	
	KITWARE INC	0.2	異なるスケールや解像度での情報を効果的に処理し、さまざまなタスクに適応できるシステムで、複数のタスクを同時に処理できる技術。未知の状況や新しいオブジェクトに対するモデルの適応力を向上させる技術で、新しいデータ（新規性）のモデリングを行う技術	
2	VISION SYSTEMS INC	2.9	時間と空間の情報（時空間コンテキスト）を利用して、ターゲットを正確に検出する技術。同じような特徴を持つ複数のターゲットを区別する能力が向上する時空間コンテキストを利用して、ターゲットの識別における曖昧さを解消する技術の開発	
	APTIMA INC	1.0	敵や対象物の動きや行動を理解するためにMOVINT（Moving Target Indicator）データを利用して、活動や状況を合成する技術の開発	
	Intelligent Automation, Inc.	1.0	例えば監視カメラの映像や航空写真から、迅速に場所を特定することが可能なランク集約ハッシュインデックスという手法を用いて、画像から位置情報を特定するシステムで画像を基にしたジオロケーション技術の開発。	

Navyでは直近5年、Phase1ではイメージングや位置特定システム、Phase2ではモジュール式で簡単に組み立てや展開が可能な水力発電機を開発

SBIR/STTRにおけるDoDのブランチ別予算措置額の多い企業・テーマ(2020~2024年累積)_ Navy

Phase	2020~2024年累積額上位3社	2020~2024年累積額(\$M)	具体的なテーマ例	GIの関連性がありそうなテーマ例
1	TRITON SYSTEMS, INC.	9.4	潜水艦内の環境状態を外部からモニタリングする技術。曳航されたソナーアレイの正確な位置を推定するシステム。金属の積層造形（3Dプリンティング）においてAIを活用して製造プロセスを最適化する技術。深海環境での物資配送を行うための低コストな水中車両	
	PHYSICAL SCIENCES INC.	6.0	無人水中航行体（UUV）用の通信システム。マイクロプラズマを使用して、マイクロ波スイッチやアンテナの動作周波数を迅速に調整する技術。爆発物処理を行う際に使用する照準装置で、状況に応じてスケラブルに展開できる設計	
	INTELLISENSE SYSTEMS INC	4.9	特定の波（例：音波、電磁波）を透過して物体を検知・撮影するイメージングシステム。ミリ波を使用した精密な測距と同期を実現するシステム。慣性センサーの性能を向上させるために設計された、小型で高性能なレーザーシステム	
2	TRITON SYSTEMS, INC.	15.1	MK 48魚雷に使用される燃料タンクを、複合材料で製造する技術。特定のターゲットを識別し、その分類を行うための音響源で海中でのターゲット探知能力技術。金属の3DプリンティングプロセスにAIを導入し、製造の精度と効率を向上させる技術	
	PHYSICAL SCIENCES INC.	9.2	モジュール式で簡単に組み立てや展開が可能な水力発電機。航空機のエンジンの推力増強に使用される回転デトネーション燃焼器を用いて推進システムの効率を向上させる技術。爆発物処理（EOD）において使用される照準装置	
	LUNA INNOVATIONS INCORPORATED	7.8	ポリマー複合材料の熱損傷を高精度にシミュレーションする技術。システム内部の状態や外部からの脅威をインテリジェントに監視する技術で、セキュリティ強化と状態管理が目的。機体の腐食を予測し管理するためのデジタルツイン技術	

Office for Chemical and Biological Defenseでは直近5年、Phase1では除染向けの技術や物質の無害化技術を開発し、Phase2は厳しい環境下向けの次世代手袋を開発

SBIR/STTRにおけるDoDのブランチ別予算措置額の多い企業・テーマ(2020~2024年累積)_ Office for Chemical and Biological Defense

Phase	2020~2024年累積額上位3社	2020~2024年累積額(\$M)	具体的なテーマ例	GIの連関性がありそうなテーマ例
1	TDA RESEARCH, INC.	0.5	吸着性や選択的なガス捕捉特性を持つ繊維用途向けMOF（Metal-Organic Frameworks、金属有機構造体）のペレット化。撥水性や耐油性に優れた化学物質を環境に悪い物質を使わず全方向性の撥水コーティングに使用する技術	
	TRITON SYSTEMS, INC.	0.5	大気圧プラズマを利用して、物理的な洗浄剤や化学薬品を使わずに、表面や物質の除染を行う技術。オピオイドの存在を可視化するためのスプレー技術。環境に悪い物質を使わない弾性のある化学バリア材料の開発	
	LYNNTECH INC.	0.5	過酸化水素（消毒や殺菌に用いられる薬品）をその場で生成できる携帯型のシステム。エアロゾル粒子（空気中に浮遊する微小な固体や液体の粒子）をその場で検出し、形状やサイズに基づいて分類する技術	
2	CFD RESEARCH CORPORATION	1.1	コールドプラズマ(常温で電離したガスであり、細菌やウイルス、化学物質を効果的に無害化する技術)を利用して生物兵器の除染を行う携帯型システム。ブニヤウイルスに対する治療薬の開発において、新しい作用機序を持つ抗ウイルス薬を開発する研究。	
	NANOSONIC INC.	1.1	CBRN（化学・生物・放射線・核）対応の保護手袋にウイルス不活化機能を持たせ、さらに改良された触感やタッチスクリーン対応機能を備えた製品を開発。(手袋を着用したままタッチスクリーン機器を操作できるため、作業効率が向上)	
	LUNA INNOVATIONS INCORPORATED	1.1	化学・生物・放射線・核（CBRN）環境に対応する次世代の保護手袋で、防護性能を維持しながらも、細かい作業を行う際に必要な触感を提供する技術	

Office of the Secretary of Defenseでは直近5年、Phase1ではSiGeSnを用いた半導体・センサ向けの材料を開発しPhase2ではデータ分析技術を開発

SBIR/STTRにおけるDoDのブランチ別予算措置額の多い企業・テーマ(2020~2024年累積)_ Office of the Secretary of Defense

Phase	2020~2024年累積額上位3社	2020~2024年累積額(\$M)	具体的なテーマ例	GIの関連性がありそうなテーマ例
1	ARKTONICS LLC	0.3	SiGeSn（シリコン・ゲルマニウム・スズ）材料の製造方法技術。「アスペクト比トラッピング」は、欠陥の影響を抑えながら結晶成長を進める技術で、半導体材料の性能向上に寄与。CMOS技術とレーザーを統合し、通信やデータ処理の効率を向上させることが可能	
	EPITAXIAL LABORATORY INC	0.3	SiGeSn（シリコン・ゲルマニウム・スズ）を用いた高性能イメージセンサーの開発。SiGeSn材料は、光感度や効率の向上に寄与し、特に赤外線検出や低光量条件での性能向上が期待されている	
	PEARL BIO, INC.	0.2	非標準アミノ酸(自然界に存在しない、または生物が通常使わないアミノ酸)を複数含む特定の配列を持ったバイオポリマー(生物由来の高分子材料)を、大規模に生産する技術。遺伝子の配列や細胞のタンパク質合成メカニズムを変更して、新物質を作り出す技術	
2	ETEGENT TECHNOLOGIES, LTD.	1.5	大量のデータを迅速に処理し、画像認識や解析を行う技術。画像処理やパターン認識の分野で、リアルタイムでの解析を可能にするために開発。この技術は、産業用ロボット、監視システム、医療画像解析、科学研究など、多様な分野で応用可能	
	SOAR TECHNOLOGY, LLC	1.5	QUINNは、「量子インスパイアードニューラルネットワーク」の略で、量子コンピュータの概念に基づいたニューラルネットワーク技術。量子コンピューティングの理論やアルゴリズムを、古典的なコンピュータ上で効率的に動作するニューラルネットワークを設計	
	TRUVENTIC LLC	0.8	グラフェン（炭素原子が2次元のシート状に配列した素材）を使用し、特定の角度で「ねじれた」構造を持つジョセフソン接合に基づく超伝導効果を利用した非常に高感度な検出器の開発。	

Special Operations Commandでは直近5年、Phase1では高密度バッテリーを開発するも Phase2ではミサイルの誘導システムに関する技術を開発

SBIR/STTRにおけるDoDのブランチ別予算措置額の多い企業・テーマ(2020~2024年累積)_ Special Operations Command

Phase	2020~2024年累積額上位3社	2020~2024年累積額(\$M)	具体的なテーマ例	GIの連関性がありそうなテーマ例
1	TOYON RESEARCH CORPORATION	0.5	監視やシミュレーション、リアルタイムの3Dモデリングに応用できるもので、複数のセンサーやカメラからの映像データを統合することで、立体的な情報を生成・表示する技術。センサーから得られたデータを高速かつ効率的に処理し、リアルタイム解析や演算を可能にする技術	
	TDA RESEARCH, INC.	0.3	神経毒や特定の化学物質に対する解毒剤や治療薬として使用される薬剤アトロピンの濃縮製造技術。より多くのエネルギーを小型のバッテリーに蓄えることができる高エネルギー密度バッテリーに関する技術。	
	ENVISION TECHNOLOGY, LLC	0.3	標的を特定し標的追跡やミサイル誘導などに使用するために、位置情報、ナビゲーション、およびタイミング（PNT）システムを利用する技術。視覚情報を強化した距離測定機能（レンジファインダー）を備えたシステムの開発	
2	Applied Systems Engineering Incorporated	5.5	ミサイルの誘導システムにより、目標に対して非常に高い精度で攻撃を行う技術。防衛システムや妨害が存在する状況下で使用される精密誘導兵器（巡航ミサイル）の技術	
	IERUS TECHNOLOGIES INC	4.5	サイズ・重量・電力消費を最小限に抑えつつ、非常に高い安全性を備えた戦術用通信システムに関する技術。アナログシステムの性能を向上させ、例えば、信号処理能力や制御精度を高める技術。地上の戦術車両で使用する衛星通信のレンズアンテナ技術	
	SCIENTIFIC SYSTEMS CO INC	2.9	敵の防衛システムや妨害が存在する状況下で使用される精密誘導兵器（巡航ミサイル）技術	

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