

図 II-11 バリューチェーン(テーマ A1①「公共交通と電力部門のセクターカップリング」)

▶ サブ課題 B 「エネルギー生産・変換・貯蔵・輸送」

主要技術テーマにおいて、現時点（2022年度末）で、TRL2（仮説）、BRL3（検証）、GRL1（基礎検討）、SRL1（基礎検討）、HRL1（基礎検討）を達成している。各 XRL の詳細は以下のとおり。

- TRL・・・現時点で基礎研究（TRL1）、仮説（TRL2）達成済み。ステージゲート（2025年度末予定）では、全ての発電システムのラボスケール動作検証を完了し、かつ、EMS はシミュレーションレベルの動作検証完了、かつ、研究室レベルでの初期テスト達成済み（TRL4）で、想定使用環境でのテスト（TRL5）に入ったところとなる見込み。2027年度末には、初期需要の整理と生産方法の机上検討がなされ、実生産を開始できる段階にある状況、つまり、スケール（パイロットライン）（TRL8）が達成される状況を見通している。
- BRL・・・基礎調査および FS で実施した、複数の企業へのインタビューを通し、事業モデルを確認しており、基礎研究、仮説、検証（BRL1～3）は達成済み。ステージゲート（2025年度末予定）では試作品を導入するキロワット発電レベルの初期ユーザーから FB を取得し、反映し、正しい動作のテストが完了する見通しで、想定顧客のフィードバックテスト（BRL5）を達成した状況を目指す。2027年度末には、キロワット発電レベルの初期ユーザーでの事業モデルについて、事業計画が策定され、学官との連携構想が明確になっている状態、かつ、大学発ベンチャー起業の検討を完了している状態、つまり、事業計画（BRL7）が達成された状

況を見通している。なお、サブ課題 B における主要テーマ「アンモニア利用キャンパスマイクログリッド」では、想定されるバリューチェーンを図 II-13 バリューチェーン (テーマ B1 ①「アンモニア利用キャンパスマイクログリッド」) のとおり検討している。

- ・ **GRL**・・・現時点で、国レベルで公共性有り と判断され、発電分野・船舶分野では実用性評価が開始されている。産業・民生・運輸分野では、国レベルで公共性有り と判断されているものの、社会に影響を及ぼし得る範囲の特定は十分ではない状況で、継続して、基礎検討 (GRL1) を実施中の状況。第 6 次エネルギー基本計画、2050 年カーボンニュートラルへの成長戦略に基づき、本技術が社会に影響を及ぼし得る範囲が特定できている状況を目指すとともに、制度に求める性質のコンセプト化 (GRL2) を進め、ステージゲート (2025 年度末予定) では、制度に求める性質のコンセプトに対する評価 (GRL3) が完了し、制度のコンセプト化 (GRL4) 実施中の状況を目指す。2027 年度末には、影響を受けるステークホルダー (関係省庁・自治体・民間企業等) 各々が、改正・新設された制度の導入計画を策定できている状況 (GRL6) で、かつ、その展開と評価 (GRL7) としてキロワットレベルでの数値評価が進んだ状況を見通している。2028 年度以降、実際の評価を開始予定。
- ・ **SRL**・・・現時点は、実現される社会像や、その意義、及び、人々への直接的なリターン・コストが金銭・非金銭の両面から検討中の状況、つまり、基礎検討 (SRL1) 実施中の状況である。ステージゲート (2025 年度末予定) では、リターンへの理解度、コストへの許容度、実装の実現可能性を高めるための施策の仮説の有効性が確認された状態 (SRL3) を目指す。2027 年度末には、一般的なコミュニティへの普及計画が策定・文書化され、普及計画 (SRL6) も完了した状況を見通している。
- ・ **HRL**・・・これまでの研究実績から、コア人材のスキル要素は十分検討されてきており、現時点で、基礎検討 (HRL1) 達成済み。ステージゲート (2025 年度末予定) では、シミュレーションや OJT を通して、コアスキル要素、事業化スキル要素群、チーム形成・育成計画の仮説の検証 (HRL3) 及び、人材の手配・育成・チーム形成が初期テストにて確認できた状態 (HRL4) を目指す。2027 年度末には、実証 (HRL5)、人材確保・育成計画 (HRL6) を達成した状況を見通している。

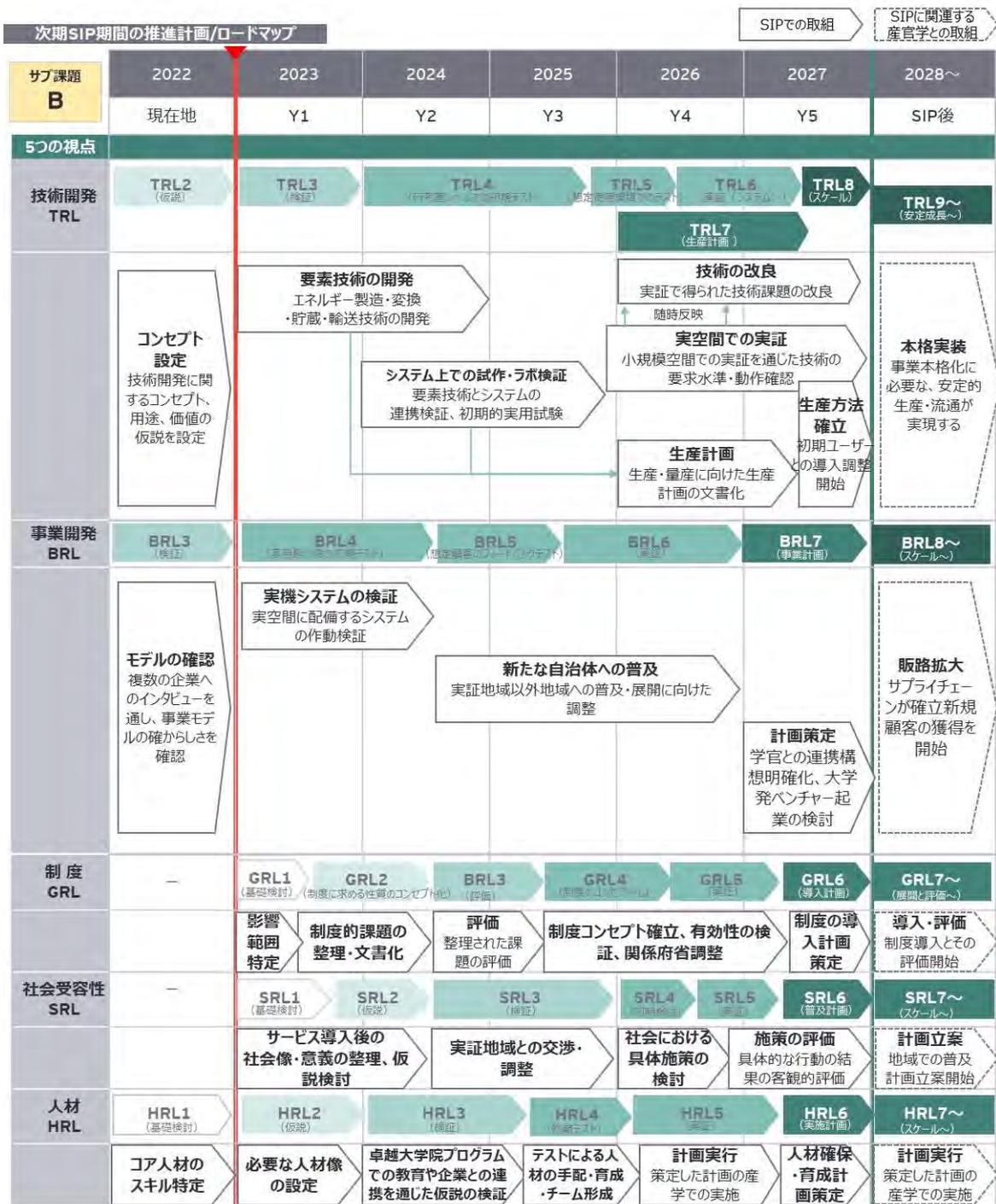


図 II-12 ロードマップ(サブ課題 B)

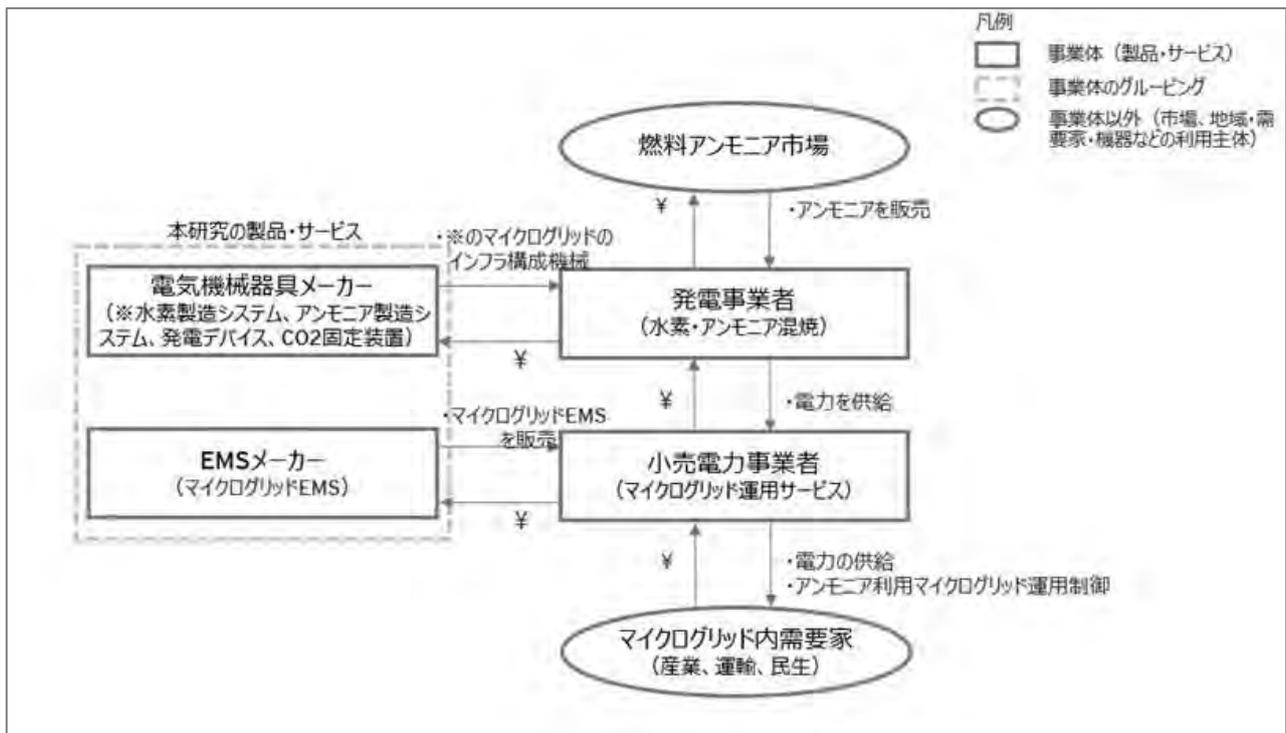


図 II-13 バリューチェーン(テーマ B1①「アンモニア利用キャンパスマイクログリッド」)

▶ サブ課題 C 「エネルギー最適利用」

主要技術テーマにおいて、現時点（2022年度末）で、TRL2（仮説）、BRL2（仮説）、GRL1（基礎検討）、SRL・（対応無し）、HRL1（基礎検討）を達成している。各 XRL の詳細は以下のとおり。

- TRL・・・ローカルエネルギーPF、公共建物エネマネ共に検討済みで、現時点で基礎研究（TRL1）、仮説（TRL2）を達成済み。ステージゲート（2025年度末予定）では、公共建物エネマネの動作確認を含めた全ての技術の動作確認が完了し、研究室レベルでの初期テスト（TRL4）についても完了見込みである。2027年度末には、想定使用環境でのテスト（TRL5）を完了する見込み。
- BRL・・・基礎研究、社会的価値は、FS 及び基礎的調査によって明確化済みで、現時点で仮説（BRL2）達成済み。ステージゲート（2025年度末予定）では、外部事業者の動向にも留意し、継続的にヒアリングを実施し、事業モデルの確からしさの確認が完了した状況（BRL3）を目指す。2027年度末には、作品を用いて繰り返しテストが実施され、（検証済みの）事業モデルの有用性が確認できた状態、つまり、実用最小限の初期テスト（BRL4）が完了した状況を見通している。なお、サブ課題 C における主要テーマ「自治体向けローカルエネルギープラットフォームの構築」では、想定されるバリューチェーンを図 II-15 バリューチェーン(テーマ C1①「自治体向けローカルエネルギープラットフォームの構築」) のとおり検討してい

る。このテーマでは、図 II-9 に示したように、自治体に対して、サービスとして「ローカルエネルギープラットフォーム」を提供する計画であり、その市場規模見通しを 2030 年に約 244 億円、2040 年に 446 億円と見込んでいる。ただし、この数値については、前提としている初期費用、年間サービス費用、及び、普及率等の設定について、更なる精緻化を行う予定である。

- ・ **GRL**・・・ローカルエネルギーPF、公共建物エネマネ共に公共性のあるサービスであり、ターゲットは明確。つまり、現時点で、対象技術から生み出す製品・サービスの公共性の有無が検討されて、それによって、対象技術が社会に影響を及ぼし得る範囲が特定されている状況（GRL1）。ステージゲート（2025 年度末予定）では、制度に求める性質について、現制度が満たしているかの評価が完了し、その結果が、整理・文書化されている（GRL3）状況を目指す。2027 年度末には、改変後の制度の有効性が特定され実証（GRL5）が達成されている状況を見込んでいる。
- ・ **SRL**・・・ローカルエネルギーPF、公共建物エネマネ共に、実現される社会像や、その意義、及び、人々への直接的なリターン・コストは一部整理されているが、文書化はされていない状況で、継続的に基礎検討（SRL1）を実施中。ステージゲート（2025 年度末予定）では、対象技術から生み出される製品・サービスが与えるリターンへの理解度、コストへの許容度、実装において想定されるボトルネックの特定とボトルネックへの対応策の仮説検討が完了している状況（SRL2）を目指す。2027 年度末には、仮説の有効性がプレゼンテーション・インタビュー等で検証されている状況を見通している。ここで、検証は複数回繰り返され、有効性が確認できている状況（SRL3）を目指す。
- ・ **HRL**・・・ローカルエネルギーPF、公共建物エネマネ共に FS 段階でコア人材の役割、スキルについて検討済みで、現時点で、基礎検討（HRL1）達成済み。ステージゲート（2025 年度末予定）では、シミュレーションや OJT を通して、コアスキル要素、事業化スキル要素群、チーム形成・育成計画の仮説の検証（HRL3）実施中の状況を目指す。2027 年度末には、検証（HRL3）が完了し、初期テスト（HRL4）や実証（HRL5）に部分的に進んでいる状況を見通している。

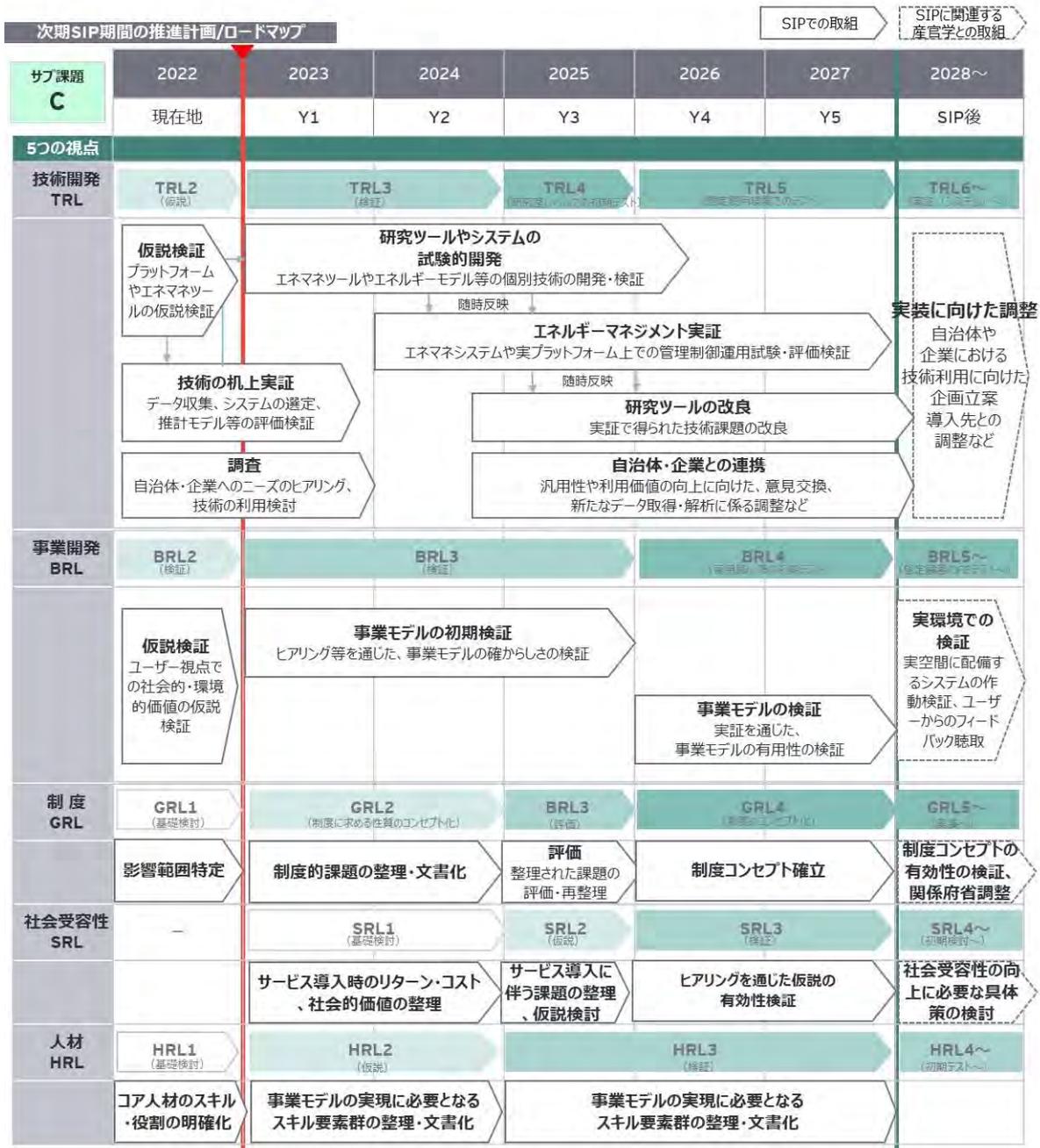


図 II-14 ロードマップ(サブ課題 C)

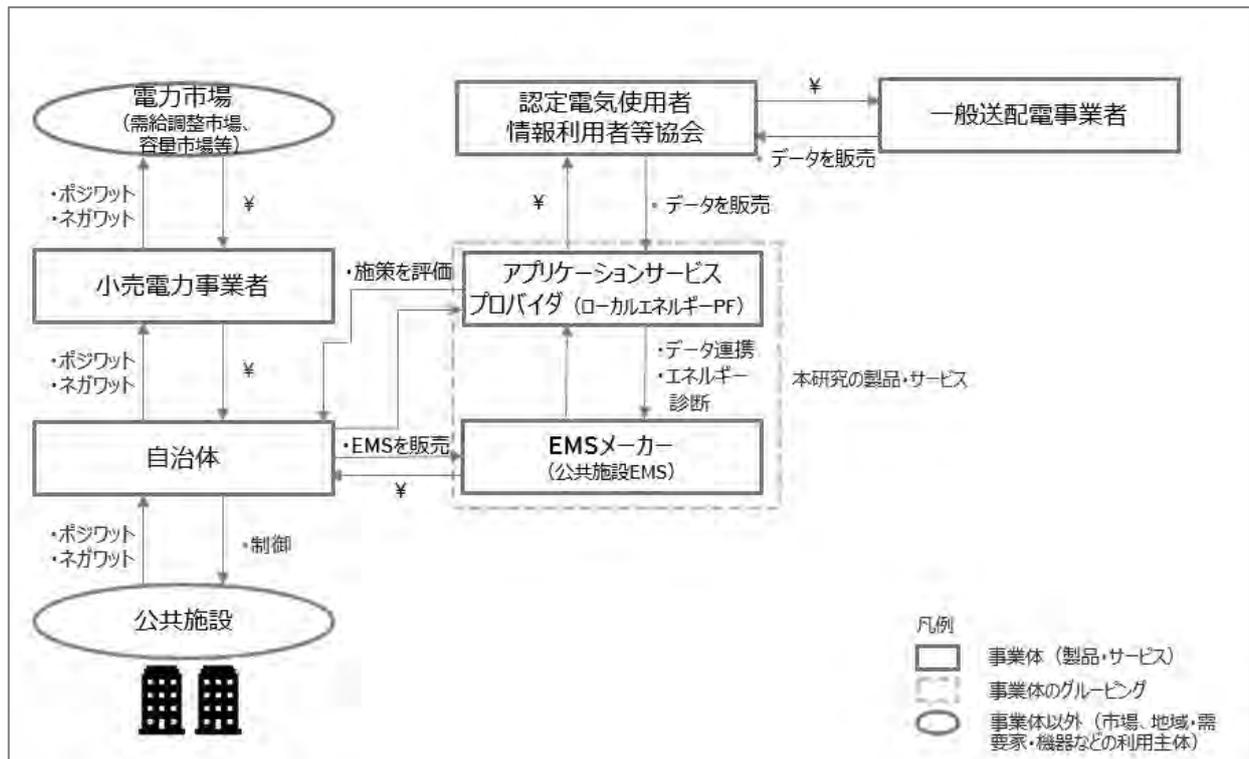


図 II-15 バリューチェーン(テーマ C1①「自治体向けローカルエネルギープラットフォームの構築」)

(2) 本課題における成熟度レベルの整理

本課題では、内閣府より提示された「指標モデル」をベースに改訂したものを利用している。ここで言う改訂とは、課題「スマートエネルギーマネジメントシステムの構築」の社会実装性を測定するうえで、関係者間でより明確に意思疎通・合意形成を図る目的で行った指標モデルを指す(表 II-1 TRL の概要～表 II-5 HRL の概要)。

表 II-1 TRL の概要

TRL		
1	基礎研究	対象技術について、科学的な基本原理・現象・知識が特定できている。
2	仮説	対象技術のコンセプト、用途、ユーザーにとっての価値が仮説として設定できている。
3	検証	対象技術の実用性について、机上での検証（実験、分析、シミュレーション等）が完了している。
4	研究室レベルでの初期テスト	対象技術が一定の条件下（研究室等）において、机上での検証通りの機能・性能で動作することが確認できている。
5	想定使用環境でのテスト	対象技術が実際に利用される最もよくある環境/条件が定義されており、その環境/条件下のテストで、検証通りの機能・性能で動作することが確認できている。
6	実証（システム）	対象技術が実際に利用され得るあらゆる環境/条件と、実運用に耐える要求水準（非機能・機能要件）が整理・定義されている。また、それらを満たした動作が確認できている。
7	生産計画	対象技術を用いた製品・サービスを生産・供給するうえで必要な技術が揃い、生産計画（材料・部品調達～製造～出荷までの日程、種類、数量、仕様）が明確に文書化されている。
8	スケール（パイロットライン）	対象技術を用いた製品・サービスについて、初期の需要（機能、導入可能量、利便性（導入容易性、保守性）、性能、コスト、導入インセンティブ（補助金等））を整理し、それらを満たす生産方法が確立され、実現できる。
9	安定供給	対象技術を用いた製品・サービスについて、需要の変化に対応する体制・設備・サプライチェーンが確保され、安定的な生産・流通可能がある。

表 II-2 BRL の概要

BRL		
1	基礎研究	対象技術で解決可能と想定される企業・社会課題の存在が認められている。また、発見された課題の解決方法（製品・サービス）と、そのユーザーの存在が発見されている。
2	仮説	対象技術で解決可能な企業・社会課題と提供する製品・サービスのユーザーが具体的に特定されている。また、ユーザーにもたらす社会的価値（優位性）・経済的価値（利益）の仮説がたてられている。
3	検証	事業化に伴う価値（優位性・リターン・コスト=事業モデル）の仮説について、有識者・ユーザーへのプレゼン、インタビュー等が繰り返し実施され、事業モデルの確からしさが確認できている。
4	実用最小限の初期テスト	対象技術を製品・サービスの一部に含めた試作品が完成している。また、試作品を用いて繰り返しテストが実施され、（検証済みの）事業モデルの有用性が確認できている。
5	想定顧客のフィードバックテスト	試作品で検証した事業モデルについて、想定するユーザーからの機能・性能に関するFBを取得している。FBを製品・サービスに反映したうえで、正しく動作することのテストが終了している。
6	実証	初期ユーザーに、製品・サービスの提供が開始されている。その結果、高い顧客満足度を得られ、これまで検証してきた事業モデルの妥当性が実証できている。
7	事業計画	初期ユーザーで実証できた事業モデルについて、短期～中期（～3年）の事業ロードマップ、投資計画、収益予測を含む事業計画が策定されている。その中で、産業連携（スタートアップの活用含む）のみならず、学官との連携構想が明確になっている。
8	スケール	体制やサプライチェーンの整備により、新規顧客獲得・対応が可能である。また、定期的にユーザーからFBを受け、それらを製品・サービスに反映させるPDCAサイクルが機能している。
9	安定成長	製品・サービスが市場で認知され、継続的に導入数増、売上増・収益増がみられる。

表 II-3 GRL の概要

GRL		
1	基礎検討	対象技術から生み出す製品・サービスの公共性（「利用者が全国民、あるいは、広範囲である」、「誰に対しても開かれている」）の有無が検討されて、それによって、対象技術が社会に影響を及ぼし得る範囲（業界、ユーザー層、地域等）が特定できている。
2	制度に求める性質のコンセプト化	対象技術から生み出す製品・サービスにまつわる制度・規制を検討するチームが形成されている。各種制約（安全性、国際基準、法規、社会・業界通念等）を踏まえて、制度に求める性質（効率性、公平性、インセンティブ条件、デメリット）が整理・文書化されている。
3	評価	制度に求める性質について、現制度が満たしているかの評価が完了し、その結果が、整理・文書化されている。
4	制度のコンセプト化	現制度に不足がある、又は、将来的（2030年）に不足やボトルネックが想定される場合、求める制度の改正・新設（解釈変更、規制改革、規格化・標準化、ガイドライン等）案が整理・文書化されている。
5	実証	整理・文書化された制度の改正・新設（解釈変更、規制改革、規格化・標準化、ガイドライン等）案について、フィールドでの被験者を巻き込んだ実証・シミュレーションを通して、改変後の制度の有効性が特定されている。
6	導入計画	改正・新設された制度の実証結果を踏まえ、その影響を受けるステークホルダー（関係省庁・自治体・民間企業等）各々が、改正・新設された制度の導入計画を策定できている。
7	展開と評価	改正・新設された制度が実際に導入され、その効果が、数値データ（製品・サービスの売上や収益、ユーザー数等）に基づいて評価され、適宜、改善・再改変されるプロセスが回り始めている。
8	安定運用	改正・新設された制度自体、及び、その導入効果が、社会全体に周知・認識され、制度に対するPDCAプロセスが適切に機能している。

表 II-4 SRL の概要

SRL		
1	基礎検討	対象技術から生み出される製品・サービスによって実現される社会像や、その意義、及び、人々への直接的なリターン・コストが金銭・非金銭の両面から検討され、整理・文書化されている。
2	仮説	対象技術から生み出される製品・サービスが与えるリターンへの理解度、コストへの許容度、実装の実現可能性を高めるために、想定されるボトルネックと、施策の仮説が検討され、整理・文書化されている。
3	検証	リターンへの理解度、コストへの許容度、実装の実現可能性を高めるための施策の仮説が、初期実装対象のコミュニティにて、その有効性がプレゼンテーション、インタビュー等で検証されている。検証は複数回繰り返され、有効性が確認できている。
4	初期検討	初期実装対象のコミュニティにおいて、リターンへの理解度、コストへの許容度を高める具体的な施策（消費体験、消費疑似体験、説明会等）が検討されて、整理・文書化されている。
5	実証	初期実装コミュニティにおいて、リターンへの理解度、コストへの許容度を高める具体的な施策が実証されている。また、その結果、当該コミュニティがリターン・コストを含めて製品・サービスの受け入れを許容したことが、アンケート・インタビュー等で客観的に確認できている。
6	普及計画	初期実装コミュニティにおける実証でのフィードバック（アンケート・インタビュー等）やデータ（製品・サービスの販売実績・収益・カスタマーサービス情報等）を検証し、施策を改善している。また、その結果、一般的なコミュニティへの普及計画が策定され、文書化されている。
7	スケール	製品・サービスの普及計画が実行され、コミュニティに合わせて、修正・再発明されながら、継続的に普及が拡大している。
8	市場への浸透	製品・サービスの普及計画が実行され、コミュニティに合わせて、修正・再発明されながら、継続的に普及が拡大している。

表 II-5 HRL の概要

HRL		
1	基礎検討	対象技術から製品・サービスを生み出す際に必要となる コア人材（コア技術に関する専門家や、深い知見を持つ人材）のスキル要素が検討 されている。
2	仮説	コア人材のスキル要素に加え、事業モデルの実施に必要な スキル要素群の仮説 が立てられ、整理・文書化されている。また、スキル要素群や事業領域に精通した人材による チーム形成/育成計画の仮説 が立てられ、整理・文書化されている。この中で、 産/官/学連携の構想 （スタートアップの活用含む）や、求められる 国の取り組み等 、所関係者の役割が明確になっている。
3	検証	シミュレーションやOJT を通して、コアスキル要素、事業化スキル要素群、チーム形成・育成計画の 仮説が検証 されている。仮説の有効性が確認できるまで、 仮説・検証（シミュレーションやOJT）が繰り返 されている。
4	初期テスト	初期テスト（必要最小限の製品・サービス、施策にて、最も理想的な環境下での検証）を通じ、コアスキル要素、事業化スキル要素群、チーム形成・育成計画について、 初期的なテストを通して、実際に必要な人材が手配・チーム形成・育成 されている。
5	実証	実証（実際の製品・サービス、施策が現実社会において「求められる要件」を満たせることの実環境下での検証）を通じ、コアスキル要素、事業化スキル要素群、チーム形成・育成計画について、 初期的なテストを通して、実際に必要な人材が手配・チーム形成・育成 されている。
6	実施計画	対象技術の 社会実装（製品・サービスの創出、及び、事業化後の運用） に必要な人材の「 スキル要素群 」と「 必要量 」、「 教育方針 」と「 手段 」、「 マッチング方法 」が整理され、 人材確保・育成計画 がまとめられている。
7	スケール	対象技術の 社会実装（製品・サービスの創出、及び、事業化後の運用） に必要な人材の 教育環境の整備 が計画通りに進んでいる。また、育成された 人材が社会の需要と最適にマッチング され、 活躍の場が拡大 している。
8	安定的な人材輩出	対象技術の 社会実装（製品・サービスの創出、及び、事業化後の運用） に必要な 人材の輩出が社会全体 で行われ、 収益拡大、新たなビジネスモデル検討、及び、スキル要素群の高度化 に貢献している。

6. 対外的発信・国際的発信と連携

電気学会などの国内学会発表や IEEE や CIGRE、ACEEE、ECEE など国際シンポジウムでの情報発信の機会を捉え、同シンポジウムで SIP・本課題の成果を積極的に発表する。加えて、関連業界雑誌へ投稿するなど、企業や自治体に向けて情報発信に積極的に取り組む。また、海外機関と研究交流を実施期間の中で進める。また、LBNL など海外機関と研究交流を実施期間の中で進める。

研究開発の発展や国際標準化を見据え、これらの取組を通じた本課題の成果の国内外への浸透を図る。

III. 研究開発計画

1. 研究開発に係る全体構成

本課題のミッション到達に向けて、エネルギーバリューチェーン全体で再エネを中心としたゼロエミッションエネルギーを使いこなす統合的なスマート EMS を早期に構築し、2050 年カーボンニュートラルに道筋をつけるとともに、あらゆる消費セクターでのエネルギー利用の利便性・効率向上を図る。本課題では、国内外の関連プロジェクトの成果を踏まえ、EMS に関わる多様なステークホルダーの関与を得て、社会実装を強く意識した計画を策定するため、3 つのサブ課題構成とする（図 III-1 研究開発等の全

体像)。

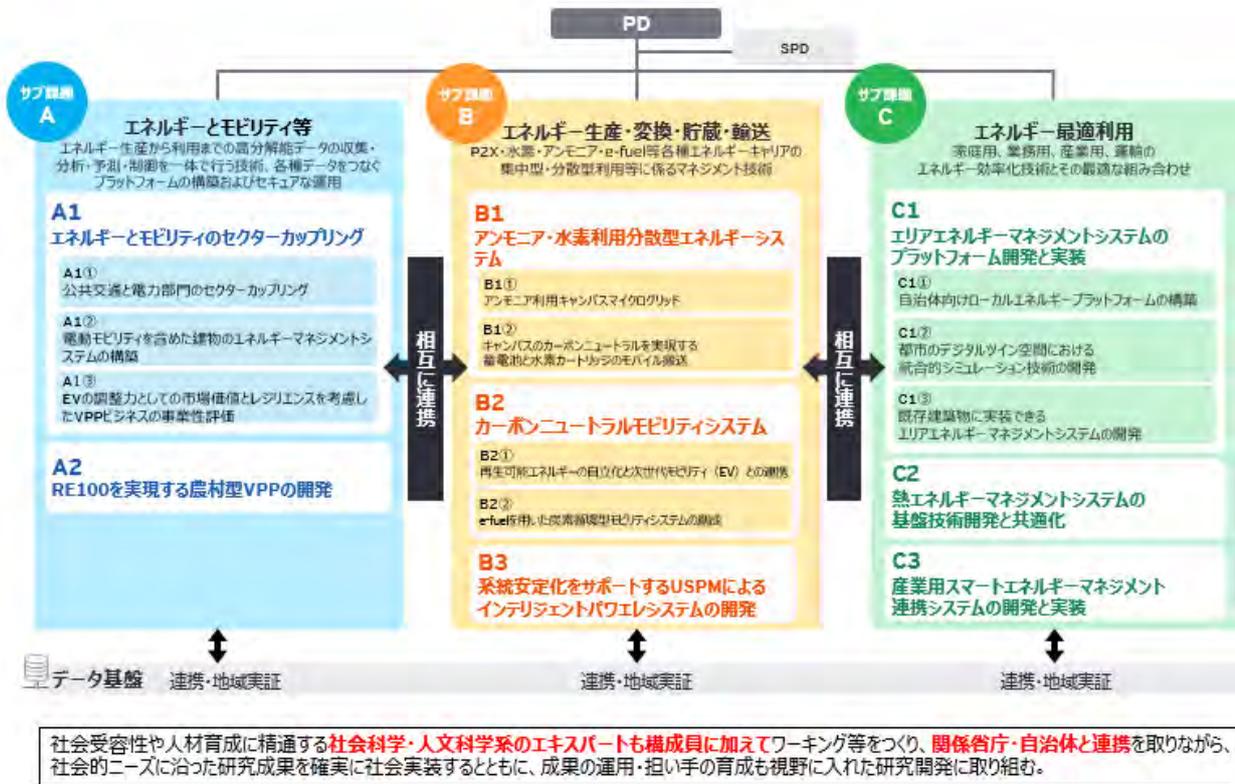


図 III-1 研究開発等の全体像

2. 研究開発に係る実施方針

(1) 基本方針

本課題では、2050年カーボンニュートラル、エネルギー安全保障の確保、ならびに Society5.0 の実現に向けて、従来の一建物や一地域における電力マネジメントの枠を超え、クロスボーダー・セクター横断での、主に再生可能エネルギーを起源とする熱・水素・合成燃料を含めた様々なエネルギーを包含する「スマートエネルギーマネジメントシステム」を構築し、次世代の社会インフラを確立することを目的としている。したがって、本課題における地域・自治体での実証結果を、他地域・自治体に展開していくために必要な手法・データはオープンとすることを基本とする。一方、参画民間企業等による製品・サービスの形で他地域に展開可能なツールやデバイス等のコアとなる技術についてはクローズとする。なお、オープンとすることを基本とした情報についても、各テーマにおいてエネルギー安全保障、個人情報保護の観点からオープンとすることの可否を慎重に検討する。

本研究で開発するシステムや技術については効率的な運用を行うことを前提とし、個別テーマ間で共通利用が可能なシステムやインターフェース等として開発することを検討する。特に、運用時における維持・管理等のコストの低減が考慮されるものとする。

(2) 知財戦略

本課題で得られた研究開発成果に関する論文発表及び特許等（以下、「知財権」という。）の取り扱いについて、戦略を策定し、出願・維持等の方針検討や、必要に応じ知財権の実施許諾に関する調整等を行う。また、知的財産、国際標準化、データ保護、データ流通に関する各テーマの考え方を整理し、専門家からの助言を得るなどによって戦略の検討・深化を図る。

(3) データ戦略

本課題で使用するデータや得られた研究開発成果、スマート EMS の基盤として開発を進める予定のデータ連携基盤で共有するデータなどの取り扱いについて、企画会議（PD/SPD/内閣府課題担当/研究推進法人/データ連携を中心的に担うテーマの研究責任者からなる定例会議）の方針も踏まえ、データ戦略を定めることとする。

(4) 国際標準戦略

スマート EMS の技術要素の国際標準化に向けて、必要テーマにおいて研究開発と並行して関係府省や関係国際会議に働きかけ、外部有識者を含めたワーキンググループ（WG）を組織する等により国際標準化に向けた仕掛けづくりや仕組みづくりを開始する。

(5) ルール形成

社会インフラ化に必要なルールの検討と研究開発とを併せて進めるとともに、必要なルール毎に関連テーマで連携して関係府省との調整を進める。

具体的には、課題の社会実装に向けてルール・法制度の不在がボトルネックになるものについて、必要な各種制約（安全性、国際基準、法規、社会・業界通念等）内容を踏まえて、制度に求める性質（効率性、公平性、インセンティブ条件、デメリット）を整理・文書化していく。併せて、既存のルール・法制度が社会実装のボトルネックになるケースについて、その解消に向け、ルール・法制度の改正に向けた取組を進める。

例えば、サブ課題 A「エネルギーとモビリティ等」では、社会実装に向けてボトルネックとなりうるルール・法制度として、「認定電気使用者情報利用者等協会（認定協会）制度」を認識しており、認定協会の電力データ提供開始時期が後ろ倒しになると、研究計画に影響を与える可能性がある。また、「農林漁業の健全な発展と調和のとれた再生可能エネルギー電気の発電の促進に関する法律（農山漁村再生可能エネルギー法）」については、本法律を適用させることで、農地における再エネ発電の設置拡大が可能だが、設置拡大を慎重に判断する制度やプロセスが必要である。

サブ課題 B「エネルギー生産・変換・貯蔵・輸送」では、社会実装に向けてボトルネックとなりうるルール・法制度として、「エネルギーの使用の合理化等に関する法律（省エネ法）」、「高圧ガス保安法」等を

認識しており、2023年より非化石エネルギーである水素が対象に含まれるなど、取り巻く環境が大幅に変わるため、常に改正案を確認する必要がある。また、「電気事業法」、「半導体集積回路の回路配置に関する法律」については、事業用電気工作物が適合しなければならない技術基準に則った開発を行う必要があるとともに、半導体集積回路は知的財産として権利登録可能であるため、類似配置がないか確認しておく必要がある。

サブ課題C「エネルギー最適利用」では、「電波法」において、現時点では空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの利用は屋内に限定されており、屋外使用の規制緩和を促す必要がある。また、「認定電気使用者情報利用者等協会（認定協会）制度」については、認定協会の電力データ提供開始時期が後ろ倒しになると、研究計画に影響を与える可能性があるとともに、デジタルツイン技術開発に関するガイドラインがまとまっていないため、個人情報保護に関するガイドライン等を幅広く確認する必要がある。

(6) 知財戦略等に係る実施体制

① 知財委員会

- ▶ 課題または課題を構成する研究項目ごとに、知財委員会を研究推進法人等または選定した研究責任者の所属機関（委託先）に置く。
- ▶ 知財委員会は、研究開発成果に関する論文発表及び知財権の権利化・秘匿化・公表等の方針決定等のほか、必要に応じ知財権の実施許諾に関する調整等を行う。
- ▶ 知財委員会は、原則としてPD またはPD の代理人、主要な関係者、専門家等から構成する。
- ▶ 知財委員会の詳細な運営方法等は、知財委員会を設置する機関において定める。

② 知財及び知財権に関する取り決め

- ▶ 研究推進法人等は、秘密保持、バックグラウンド知財権（研究責任者やその所属機関等が、プログラム参加前から保有していた知財権及びプログラム参加後にSIPの事業費によらず取得した知財権）、フォアグラウンド知財権（プログラムの中でSIPの事業費により発生した知財権）の扱い等について、予め委託先との契約等により定めておく。

③ バックグラウンド知財権の実施許諾

- ▶ 他のプログラム参加者へのバックグラウンド知財権の実施許諾は、知財の権利者が定める条件に従い（（注）あるいは「プログラム参加者間の合意に従い」）、知財の権利者が許諾可能とする。
- ▶ 当該条件などの知財の権利者の対応が、SIPの推進（研究開発のみならず、成果の実用化・事業化を含む）に支障を及ぼすおそれがある場合、知財委員会において調整し、合理的な解決策を得る。

④ フォアグラウンド知財権の取扱い

- ▶ フォアグラウンド知財権は、原則として産業技術力強化法第 17 条第 1 項を適用し、発明者である研究責任者の所属機関（委託先）に帰属させる。
- ▶ 再委託先等が発明し、再委託先等に知財権を帰属させる時は、知財委員会による承諾を必要とする。その際、知財委員会は条件を付することができる。
- ▶ 知財の権利者に事業化の意志が乏しい場合、知財委員会は、積極的に事業化を目指す者による知財権の保有、積極的に事業化を目指す者への実施権の設定を推奨する。
- ▶ 参加期間中に脱退する者に対しては、当該参加期間中に SIP の事業費により得た成果（複数年度参加の場合は、参加当初からのすべての成果）の全部または一部に関して、脱退時に研究推進法人等が無償譲渡させること及び実施権を設定できることとする。
- ▶ 知財の出願・維持等にかかる費用は、原則として知財の権利者による負担とする。共同出願の場合は、持ち分比率及び費用負担は、共同出願者による協議によって定める。

⑤ フォアグラウンド知財権の実施許諾

- ▶ 他のプログラム参加者へのフォアグラウンド知財権の実施許諾は、知財の権利者が定める条件に従い（(注) あるいは、「プログラム参加者間の合意に従い」）、知財の権利者が許諾可能とする。
- ▶ 第三者へのフォアグラウンド知財権の実施許諾は、プログラム参加者よりも有利な条件にはしない範囲で知財の権利者が定める条件に従い、知財の権利者が許諾可能とする。
- ▶ 当該条件等の知財の権利者の対応が、SIP の推進（研究開発のみならず、成果の実用化・事業化を含む）に支障を及ぼすおそれがある場合、知財委員会において調整し、合理的な解決策を得る。

⑥ フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転の承諾

- ▶ 産業技術力強化法第 17 条第 1 項第 4 号に基づき、フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転には、合併・分割による移転の場合や子会社・親会社への知財権の移転、専用実施権の設定・移転の場合等（以下、「合併等に伴う知財権の移転等の場合等」という。）を除き、研究推進法人等の承認を必要とする。
- ▶ 合併等に伴う知財権の移転等の場合等には、知財の権利者は研究推進法人等との契約に基づき、研究推進法人等の承認を必要とする。
- ▶ 合併等に伴う知財権の移転等の後であっても研究推進法人は当該知財権にかかる再実施権付実施権を保有可能とする。当該条件を受け入れられない場合、移転を認めない。

⑦ 終了時の知財権取扱いについて

研究開発終了時に、保有希望者がいない知財権等については、知財委員会において対応（放棄、又は、研究推進法人等による承継）を協議する。

⑧ 国外機関等（外国籍の企業、大学、研究者等）の参加

- ▶ 当該国外機関等の参加が課題推進上必要な場合、参加を可能とする。
- ▶ 適切な執行管理の観点から、研究開発の受託等にかかる事務処理が可能な窓口又は代理人が国内に存在することを原則とする。
- ▶ 国外機関等については、知財権は研究推進法人等と国外機関等の共有とする。

3. 個別の研究開発テーマ

(1) A1 エネルギーとモビリティのセクターカップリング

2050年カーボンニュートラルの実現には、太陽光発電や風力発電等の再生可能エネルギーの貢献最大化、その導入に不可欠な蓄電池を含むエネルギーネットワーク及びエネルギーマネジメントシステム（EMS）の構築といったエネルギーイノベーションが必要である。一方、日本における運輸部門のCO₂排出量比率は全体の18%程度と大きく、ガソリン車、ディーゼル車から電動車両（EV）への転換が急務となっており、バスなど公共交通や配送トラックにおいてもEV化が進みつつある。EV化の進展に伴い、再エネ由来の充電電力確保、電力ネットワークや充電インフラの整備、経済性・事業性の確保など多くの技術課題、社会課題が顕在化しつつある中、現在までに実施されている研究事業や実証事業は個別課題への対応が中心であり、エネルギーとモビリティという異なるセクターにおける個別のベネフィット、部分最適の追求にとどまっている事例が多い。社会全体のエネルギーにまつわる諸問題を総合的に解決するためには、電力インフラや交通、その他産業などの異なる部門（セクター）を統合し、エネルギーの相互やり取り等を行うことで相補的に全体最適を満たすことを可能とするセクターカップリングに取り組む必要がある。

こうした状況認識に基づき、SIP第2期では、電力部門×交通部門のセクターカップリング研究の初期段階として、宇都宮市において、電力および交通データの連携による地域エネルギーマネジメントプラットフォーム設計に必要なコア技術（地域PV予測と公共バスのロケーションに基づくEVバス充電スケジュールの最適化シミュレーションや、プラットフォームのプロトタイプ部分の構築と機能検証）の開発が進められてきた。この研究成果を基盤とし、本研究開発テーマでは、EV化が進展した社会において、「エネルギーとモビリティのセクターカップリング」によるセクター間の相補的な全体最適を進めることで社会的ベネフィットの最大化を実現する手法の開発と社会実装へ向けた取組を推進する。

具体的には、エネルギーとモビリティのセクターカップリングによるスマートEMSの社会実装を目的に、実都市でのスマートメータデータや公共交通運行データ等の大規模面的データを格納するデータ基盤を構築・活用し、自治体や事業者と連携して実施する大規模実証、ワイヤレス給電対応EVと建物の協調EMSの実証、フィールド実証のデータ分析に基づき社会科学の知見を踏まえた事業性評価や社会価値の検証を実施する。更に、実証、検証成果に基づき、カーボンニュートラルを実現する社会インフラ再構築へ向けての制度・政策の提言等を行う。

なお、開発は以下の個別テーマを有機的に繋げながら進める。

(1) 公共交通と電力部門のセクターカップリングの総合技術検証

ネットゼロを地域レベルで達成する基盤技術として「公共交通と電力部門のセクターカップリング」をテーマに設定し、中核規模の実都市におけるスマートメータデータ、自動車走行データ等の収集・蓄積・分析に加え、リアルタイム制御までをスコープとする、地域エネルギーマネジメントプラットフォームの構築を行い、その社会実証を行う。本実証を通して、各技術要素の連携、事業者や自治体を含むステークホルダー間の連携を進め、地域全体のエネルギーマネジメントシステムの社会実装に繋げる。また、本

取組により、全国の各都市で共通的に利用可能なデータの連携、自治体・事業者・アカデミアの連携に基づく公共交通と電力のセクターカップリング手法を確立し、地域レベルでのカーボンニュートラルへの取組推進に寄与する。

(2) 電動モビリティの遠隔制御によるワイヤレス充放電を含めた建物のエネルギーマネジメントシステムの構築

都市部の需要側である「建物」に焦点を当て、都市部に多数存在するモビリティの電動化を基に、これらを蓄電池として活用した、建物需要と協調する建物・EV 一体型エネルギーマネジメントシステムの研究開発を行う。また、電動モビリティの普及率向上へ向けて、ワイヤレス給電機能を有する充放電インフラの開発も実施する。

(3) EV の調整力としての市場価値とレジリエンスを考慮した VPP ビジネスの事業性評価

工学と社会科学の専門家による知見を融合し、技術面、経済面、地域社会との共創、ユーザー価値、レジリエンス強化とビジネス化の視点から、既存の電力システムと連携し整合性が担保される形での分散型リソースを活用した日本ならではの V2X ビジネスモデルの構築と総合的事業性評価の課題に取り組む。そのために、フィールド実証から得られる実データを収集・蓄積・整理し、データドリブンな事業経営シミュレーション分析、電力入札シミュレーション分析、費用便益分析の総合的事業性評価ツールを構築する。また、研究成果を踏まえ、持続可能な V2X ビジネスの社会実装に向けた課題を明らかにするとともに、その解決策となるビジネスモデル、制度・政策の提言に結びつける。

① 研究開発目標

(事業期間の 5 年間で達成する研究開発目標)

【各項目における i, ii, …は、実施内容における番号に準ずる】

- (1) 公共交通と電力部門のセクターカップリングの総合技術検証
- iii. 推定・予測された EV バスの SoC と充電可能タイミング、および、予測された地域 PV 余剰電力に基づく、動的充電マネジメント手法の開発
様々な気象条件、運行条件の下においても、交通事業者が仕業を維持した上で、地域における CO2 削減効果を最大化することが可能なマネジメント手法の開発
- iv. 動的充電マネジメントを実現するエネルギーマネジメントプラットフォームの構築と社会実証
研究内容 i ~ iii の成果に基づき、エネルギーマネジメントプラットフォームの構築と社会実証により、下記を実現する。
 - ▶ 中核規模の都市において、公共交通運行データ、スマートメータ統計データなど、公共性が高く面的に広がるリアルタイムデータを、標準インタフェースを介して、プラットフォームに収集・格納する。
 - ▶ 様々なステークホルダーが、プラットフォーム上に格納されたデータを利活用することで、多様な EMS の構築を可能とする。

(2) 電動モビリティの遠隔制御によるワイヤレス充放電を含めた建物のエネルギーマネジメントシステムの構築

i. EVバスのリアルタイムな充放電制御を実現する BEMS (Building Energy Management System) の開発

現在普及している気象条件や建物運用などから最適制御を行う BEMS (Building Energy Management System) に新たに EV バスの運行条件なども加味し、建物・建物群における CO2 削減効果を最大化することが可能な BEMS の開発を目標とする。

iv. ワイヤレス給電機能を有する V2X 設備および車載ワイヤレス給電装置の開発

建物周辺の駐車場等において、シームレスな充電を実現する EV バスのワイヤレス充放電機能をもつ装置を開発することを目標とする。

(3) EV の調整力としての市場価値とレジリエンスを考慮した VPP ビジネスの事業性評価

ii. V2X ユースケースに関する事業性評価および社会的費用便益評価、評価ツールの開発

- ▶ 我が国の電力システム、電力市場に適した DER によるローカルフレキシビリティへの貢献機会の類型化・定量化、DER の利活用を前提とした需給最適化、経済的価値と社会的価値の再定義と評価、費用便益分析、そのためのシミュレーションモデルを含む一連の分析手法とモデルの開発および運用。EV (EV バス、EV マイクロバス、EV タクシー、EV 自家用車) など DER の利用実態を反映した電力市場および新市場調整力への入札機会の解析と入札シミュレーション分析、そのためのツールの作成
- ▶ 地域の省エネルギー、CO2 排出量削減、エネルギーレジリエンス向上の見える化とそのためツールの作成、電力と交通のセクターカップリングを推進する社会インフラの再構築のために必要な概念・技術・制度・評価ツールの構築

iii. V2X フィールド実証の構築と実施、実データの収集・蓄積、効果検証

- ▶ i と ii で得られた知見と分析ツールを適用し、V2X フィールド実証を構築し実施する。それにより実データの収集・蓄積と効果検証
- ▶ 分析結果の蓄積と総合的検証を通じて、V2X 事業普及・促進のための新たな制度や政策への含意を探る。

(KPI/マイルストーン)

【各項目における i, ii, …は、実施内容における番号に準ずる】

(1) 公共交通と電力部門のセクターカップリングの総合技術検証

iii. 推定・予測された EV バスの SoC と充電可能タイミング、および、予測された地域 PV 余剰電力に基づく、動的充電マネジメント手法の開発

2025 年度までに動的充電マネジメントプラットフォームコアへの予測プロトタイプ実装と EV バス電力供給貢献能力推計への展開利用 (TRL3) 《達成目標 a-1》

2027 年度までにリアルタイムエネルギーマネジメント実証での利活用に向けた余剰発電電力予測エ

エンジンのプラットフォーム実装 (TRL5) 《達成目標 a-1》

iv. 動的充電マネジメントを実現するエネルギーマネジメントプラットフォームの構築と社会実証

2025年度までにプラットフォームコアの開発と初期稼働 (TRL3) 《達成目標 a-1》

2027年度までにリアルタイムエネルギーマネジメントの実証 (TRL5) 《達成目標 a-1》

vi. 事業化対応

2027年度までに代表都市での想定ユーザーからのFBを反映したシステム改良 (BRL5) を経て、想定ユーザーによるサービス試使用による事業モデルの妥当性検証を実施 (BRL6) 《達成目標 a-1》

(2) 電動モビリティの遠隔制御によるワイヤレス充放電を含めた建物のエネルギーマネジメントシステムの構築

i. EVバスのリアルタイムな充放電制御を実現する BEMS (Building Energy Management System)の開発

2025年度までに建物のエネルギーマネジメントにEVを組み込んだエネルギーシミュレーション技術を開発し、建物のエネルギーマネジメントにEV(1台)を組み込んだ実証実験を行う。

(TRL4) 《達成目標 a-1》

2027年度までに複数建物におけるエネルギーマネジメントとEV(複数台)を合わせた実証実験の実施 (TRL5) 《達成目標 a-1》

iv. ワイヤレス給電機能を有するV2X設備および車載ワイヤレス給電装置の開発

2025年度までに停車中ワイヤレス充放電技術を開発(充電10kW、放電10kW) (TRL3) 《達成目標 a-1》

2027年度までに高出力停車中ワイヤレス充放電技術の実証実験の実施(充電100kW、放電10kW) (TRL5) 《達成目標 a-1》

(3) EVの調整力としての市場価値とレジリエンスを考慮したVPPビジネスの事業性評価

ii. V2Xユースケースに関する事業性評価および社会的費用便益評価、評価ツールの開発

2025年度までに、事前調査で可視化したユースケースのうち特に有望な3ケースを選定し事業性評価モデルのプロトタイプを開発、動作確認を完了し、社会的費用便益評価を机上実施する。3ケースすべての事業性および費用便益評価額の初期結果の導出と比較分析を行う。(TRL3)

《達成目標 a-1》

2027年度までに、開発・動作確認済みの事業性評価モデルの本格版をフィールド実証に向けて展開し、社会的費用便益評価を机上実施して検証する。また、評価ツールをWeb上で一般公開し、スタートアップ企業をはじめとする利用希望者に実際に使ってもらうことで社会実装に向けたフィードバックを得る。(TRL3) 《達成目標 a-1》

iii. V2Xフィールド実証の構築と実施、実データの収集・蓄積、効果検証

2025 年度までに実証サイトを 1 件決定、構築した事業性評価モデルと社会的費用便益評価モデルを実環境で試行適用する。(TRL4) 《達成目標 a-1》

2027 年度までに、提案する制度や仕組みに基づき DER の多様な活用策の実証と効果検証を含めたすべての技術の実仕様環境下での動作検証を実施。ii の本格版評価ツールにフィードバックして改良を進める。(TRL6) 《達成目標 a-1》

② 実施内容

エネルギーとモビリティのセクターカップリングの実現には、①総合技術検証による自治体の社会的受容性確保、②未確立の先進技術開発、③事業性や社会価値の評価、の三つの視点が重要であると捉え、三つの研究テーマを用意し、相互を有機的に繋げながら研究開発を進める。

- (1) 公共交通と電力部門のセクターカップリングの総合技術検証
- (2) 電動モビリティの遠隔制御によるワイヤレス充放電を含めた建物のエネルギーマネジメントシステムの構築
- (3) EV の調整力としての市場価値とレジリエンスを考慮した VPP ビジネスの事業性評価

各個別研究テーマの具体的な内容は、下記の通りとする。

- (1) 公共交通と電力部門のセクターカップリングの総合技術検証 (図 A1①-1、図 A1①-2)

中核都市レベルにおいて、スマートメータデータ、公共交通運行データなど、公共性の高いデータをプラットフォーム上で連携、また、実証用に複数の EV、急速充電器などを設置し、遠隔制御による動的充電マネジメントの総合技術検証を行うとともに、ステークホルダーとの連携に基づく社会的受容性確保へ向けた研究開発を行う。

- i. EV バス実証走行による EV バス SoC・電費推定・予測手法の開発
- ii. スマートメータ統計データを利用した地域 PV 余剰電力の予測手法の開発
- iii. 推定・予測された EV バスの SoC と充電可能タイミングおよび予測された地域 PV 余剰電力に基づく動的充電マネジメント手法の開発
- iv. 開発手法を基盤とした動的充電マネジメントを実現するエネルギーマネジメントプラットフォームの構築と社会実証
- v. 路線バス EV 化による便益向上・レジリエンス高度化手法の開発

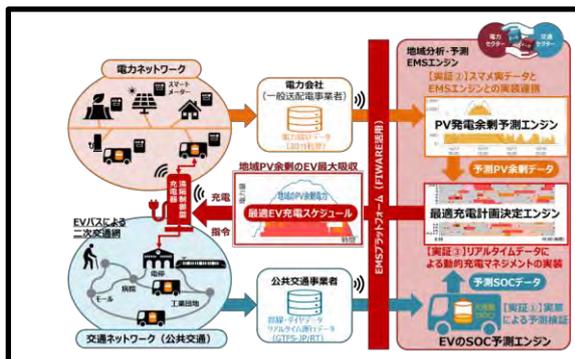


図 A1①-1:
電力×公共交通のセクターカップリングによるスマートエネルギー管理実証概要

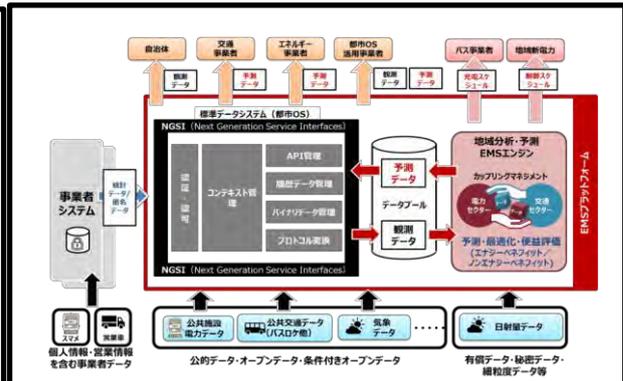


図 A1①-2:
電力・公共交通データ連携型エネルギー管理プラットフォーム(実装イメージ)

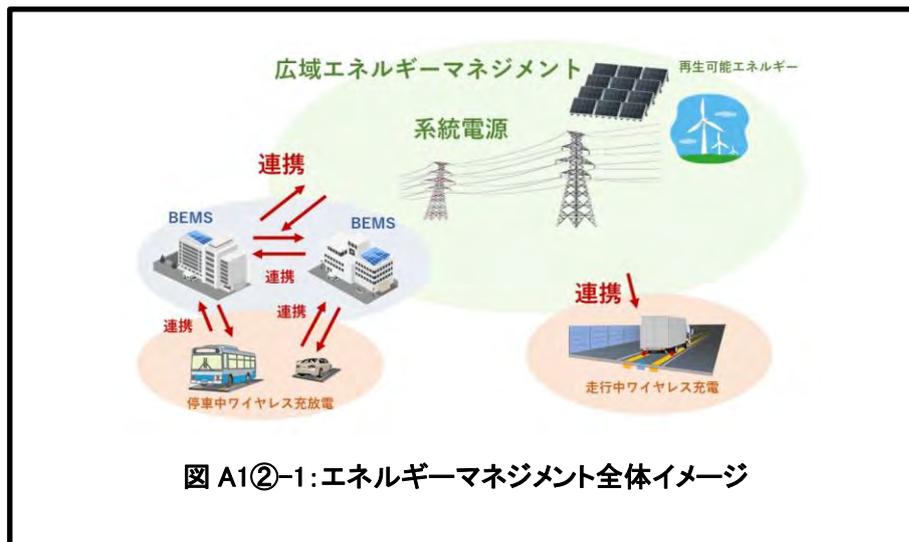
(2) 電動モビリティの遠隔制御によるワイヤレス充放電を含めた建物のエネルギー管理システムの構築

建物側のエネルギー管理システム (BEMS) に EV および蓄電池の充放電管理機能を加え、実証による機能検証を行う。実フィールドにて BEMS から電動モビリティを蓄電池として充放電管理を行う。研究対象とする電動モビリティは、送迎バス等施設側で運行管理可能なものとし、実使用下での検証を基本とする。また、将来的な普及を目指し、高出力の充放電やワイヤレス充放電設備を有するものとする。建物側は、単体および複数建物とし、ZEB (net Zero Energy Building) 等を含めた再生可能エネルギーの余剰がある程度発生する環境下での実証を行う。

電動モビリティが実運用下において、どの程度、施設の蓄電池として、再エネの蓄電や建物のピークカット・シフトに活用できるのか、またその最適化の手法検討などについて、実証を中心として進める。

上記構想の概念を図 A1②-1 に示す。

- i. EV バスのリアルタイムな充放電制御を実現する BEMS (Building Energy Management System) の開発
- ii. 電動モビリティを含めた蓄エネによるエネルギー利用最適化・二酸化炭素排出量削減のシミュレーション手法の開発
- iii. 高出力の充放電機能を有する V2X 設備 (有線) の実証
- iv. ワイヤレス給電機能を有する V2X 設備および車載ワイヤレス給電装置の開発
- v. 走行中ワイヤレス給電技術についての技術検討



(3) EV の調整力としての市場価値とレジリエンスを考慮した VPP ビジネスの事業性評価

種々の分散型エネルギー資源（DER）と関連技術を組み合わせて最適化することで、効率的なエネルギーネットワークとスマート EMS を構築・運用し、DER によって地域の需給バランスや周波数調整などを可能にする、我が国の電力システム、電力市場に適した事業性ある V2X ビジネスモデルを開発する。そのために、V2X 事業の経営シミュレーションモデルを独自に開発し、実データを用いたデータドリブな手法を適用する。大学などの研究機関、電力会社、メーカー、エネルギー関連スタートアップ企業、自治体などとの連携により、シミュレーション分析と地域実証試験を行う。

特に、EV や蓄電池の調整力としての市場価値や経済性の検証に着目するとともに、地域の自律的かつレジリエントな電力需給の実現と、省エネルギー、カーボンニュートラルへの貢献、需要家の行動変容の促進、EV バスや EV タクシー、EV マイクロバスなどを使った地域の交通弱者対策などにつながる制度・政策について、それを可能にする技術的基盤を踏まえつつ、経済的価値に加え社会的価値最大化の視点からも検証し提言していくことを目標とする。

具体的には、以下を実施する。

- i. 国内外の V2X 技術実証およびビジネス化事例について、ビジネスモデルの類型化を行う。
- ii. V2X 事業のビジネスモデルの検証ならびに日本の電力市場に適した総合的事業性評価（経済的価値、社会的価値、社会的インパクト）を行うための分析手法を、実データを用いたシミュレーションモデルを核として開発する。それにより、2050 年カーボンニュートラル実現に向けた地域の再エネ、蓄電池、EV（EV バス、EV マイクロバス、EV タクシー、EV 自家用車）など DER の大量導入を前提とした V2X ビジネスモデルを提案する。また、価値創出のさらに大きな枠組みとして、経済的価値に縛られることなく、DER を前提とした地域エネルギー資源インフラの再構築がもたらす社会的価値、レジリエンス強化の価値、交通弱者対策など社会課題の解決による社会福祉的価値など、これまでの計測では必ずしも定量的に捉えられてこなかった、社会における新たな価値の再定義とその定量化を行うことで本事業の社会的なインパクトを示す。

- iii. 上記 ii .と並行して地域エネルギーシステムにおける実証フィールドの構築を進める。地方中核都市でのフィールド実証に参画するなど、地域実証を通じて、技術的課題の検証、実データの収集・蓄積・分析、エビデンスに基づく制度的示唆からデータドリブンな政策提言に結びつけ、事業モデルの社会実装を目指す。

(2) A2 RE100 を実現する農村型 VPP の開発

日本のエネルギー施策では、2030 年に電力供給における再生可能エネルギーの導入割合を 36～38% まで増やすことを目標としているが、この目標を達成するには、再生可能エネルギーが豊富に賦存する農山漁村地域から周辺の都市地域に安定的に電力を供給する等の仕組みが必要である。

FIT 制度導入後、農山漁村地域にも太陽光発電を中心に多くの発電事業が立地したが、太陽光発電事業が先行したことにより、農山漁村地域が有する再エネ発電ポテンシャルを十分に活用できていないという課題がある。また、農山漁村地域にとっては、①発電事業への取組が無秩序な土地利用を引き起こしている、②外部資本による事業の利益が地元地域に還元されない等の課題が顕在化している。そのため、農林水産業の健全な発展を前提とし、地域経済社会の活性化に寄与しうるエネルギー事業への取組と、FIT、FIP 制度後も安定して事業展開できるような再生可能エネルギーに関するビジネスモデルが必要となっている。

農山漁村地域には、太陽光、風力、小水力、バイオマス等に加え、地中熱や農業用水の流水熱等の未利用熱が賦存している。そこで、農山漁村地域に広く賦存するこれらの再生可能エネルギーを活用した低コストかつ効率的なエネルギーマネジメント技術を開発し、同地域で消費される化石燃料由来のエネルギーの削減と、地域経済が持続的に潤う地産地消型エネルギーシステムを構築することで課題解決を図る。このシステムを中心となる技術として、季節や時間帯によって変動する電力需要や再エネ発電の供給量に応じ、余剰電力や廃熱を熱エネルギーとして貯留、あるいは積極的に利用することにより出力変動をより少なくする「農村型バーチャルパワープラント (VVPP)」の構築を行う。蓄熱、および積極的な熱の利用技術、エネルギー需給の解析、LCA 等を踏まえた最適化技術等 VVPP にかかわる基礎技術開発を通じ、通期の安定的再エネ供給システムの構築を目指す。

これにより、農山漁村地域が有する再エネポテンシャルの活用による地域経済社会の発展と、カーボンニュートラル社会の実現に寄与する。

① 研究開発目標

(事業期間の 5 年間で達成する研究開発目標)

- i. 農村型 VPP (VVPP) のシミュレーション技術の開発・検証
農山漁村地域の再生可能エネルギーの発電／廃熱量と、蓄熱可能量、農林漁業等の生産活動に伴う電気・熱エネルギー需要の予測に基づき、エネルギー需給を最適制御する農村型 VPP (VVPP) シミュレーション技術を開発する。

農業経営体等の生産場面において、経営利潤を最大化しようとしたり、GHG 排出を削減しようとしたり、いくつかの目的に応じた最適エネルギー利用が選択できるようなエネルギー供給を実現するシミュレーション技術の開発を目標とする。

ii. 発電量の制御、および余剰電力の蓄熱・熱利用技術の開発・検証

VVPPシミュレーションの一部をなす再生可能エネルギー発電量予測モデルを確立するとともに、発電量を制御する/余剰電力を蓄熱して利用する等の技術を開発する。小水力発電や、メタン発酵施設における発電の場面で実際の制御に利用できる精度を目標とする。

iii. 農林水産業に関わるエネルギー消費と生産/加工/流通情報を見える化するための情報通信プラットフォーム技術の開発・検証

農山漁村地域にある電力、ガス、熱等を共通の単位で置き換え、VVPPやEMSに関わる全ての機器や設備のデータを一元的に収集・管理・運用を可能とする技術を開発する。また、VVPPやEMSからの機器や設備のDR要求等にも対応可能なようにし、GHG排出削減とともに経済性についてもマネジメントできる技術とする。さらに、開発する技術の普及を担保する持続的インセンティブを付与するために、農林水産業に関わる生産、エネルギー消費、流通、小売りまでを一気通貫する情報通信プラットフォームとして構築する。

農山漁村にある再エネに関する様々な情報を一元的に収集、管理、運用し、かつ農業経営体等の再エネ利用が証拠づけられる精度の技術開発を目標とする。

iv. VVPPの実証

VVPPに関わる事業については、技術開発の状況を踏まえつつ、2028年以降はカーボンニュートラルに対応するVVPPの実証事業を国内で2地域以上、2030年までに5箇所以上で展開し、2050年までに農山漁村地域においてカーボンニュートラル社会を実現するための制度や基盤を構築する。

(KPI/マイルストーン)

i. 農村型VPPのシミュレーション技術の開発・検証

対象エリアにおけるGHG排出量の16%削減を目標として、農村型VPP(VVPP)を開発する。

2025年までにシミュレーターの基本技術を開発し、想定する農業経営体等の電力および熱需要を模擬したテストを実施し、GHG排出削減目標の60%を達成する(TRL5) 《達成目標 a-2》

2027年度までに、農業経営体等の生産場面における電力/熱需要を最適制御する動的なシミュレーションを実証し、GHG排出削減目標の100%を達成する(TRL6) 《達成目標 a-2》

ii. 発電量の制御、および余剰電力の蓄熱・熱利用技術の開発・検証

発電量を制御、余剰電力を蓄熱・利用する技術の開発により、GHG排出削減目標の25%を達成する。

2025年までに、複数種類の再エネ発電プラントを対象に、再エネ発電量を正確に予測する技術と、予測に基づき発電量を制御する技術、余剰電力を蓄熱・利用する基本技術の開発を行い、想定される使用環境でのテストを実施し、GHG排出削減目標の60%を達成する(TRL5) 《達成目標 a-2》

- 2027年度までに、複数種類の再エネ発電プラントを対象に、発電量の予測と制御、および余剰電力の利用について実証し、GHG排出削減目標の100%を達成する（TRL6）《達成目標 a-2》
- iii. 農林水産業に関わるエネルギー消費と生産/加工/流通情報を見える化するための情報通信プラットフォーム技術の開発・検証
- 2025年までに、VVPPやEMSに関わる全ての機器や設備のデータを一元的に収集・管理・運用を可能とする技術のプロトタイプを完成しテストを完了する（TRL5）《達成目標 a-2》
- 2027年度までに、VVPPを介した再エネ利用が根拠づけられる技術を実証する（TRL6）《達成目標 a-2》
- iv. VVPPの実証
- 2025年度までに i～iiiに関する基本技術を完成させ、地域内のエネルギー供給/需要量の予測に伴い、発電制御/蓄熱/熱利用に移行し、地域の中で最適なエネルギー需給調整が図られるなどの一連の動作テストを終了する（TRL5）《達成目標 a-2》
- 2027年までに、i～iiiを統合して、初期導入コミュニティを対象とし、実際に利用され得るあらゆる環境/条件と、実運用に耐えうる要求水準（非機能・機能要件）を整理・定義し、実証試験を行う（TRL6）《達成目標 a-2》
- v. 事業化対応
- VVPPに参加する需要家の省エネによるエネルギー消費削減率または再エネによるエネルギー代替率5%～10%を達成することにより事業性を担保することを目標とし、2025年までに同目標を60%達成、2027年までに100%達成する。2025年度までに、農山漁村地域にVVPPを導入する場合の事業の範囲、アグリゲーターをいくつか想定し、それぞれの事業モデルの確からしさを確認（BRL3）するとともに、プロトタイプとなるソフトウェア/ハードウェアの完成と初期テストを完了（BRL4）《達成目標 a-2》
- 2027年度までに事業モデルの妥当性実証（BRL6）《達成目標 a-2》
- vi. 制度化対応
- 2025年度までに、開発する技術の普及を担保する持続的インセンティブを付与するために、再エネ供給/利用に関する制度の改正・新設案の整理・文書化（GRL4）《達成目標 a-2》
- 2027年度までに新制度の有効性を特定（GRL5）し、少なくとも農水省において、導入計画を策定（GRL6）《達成目標 a-2》
- vii. 社会受容醸成
- 2027年度までにリターンへの理解度、コストへの許容度を高める具体的な施策を、アンケート・インタビュー等で客観的に確認（SRL5）《達成目標 a-2》
- viii. 人材確保・育成
- 2027年度までに初期実装対象のコミュニティにおける経験をもとに、アグリゲーターを担う人材確保・育成に関する課題を整理し、人材育成プランを提案する（HRL6）《達成目標 a-2》

② 実施内容

農村型バーチャルパワープラント（VVPP）は、バイオマス/バイオガス発電施設からの廃熱、農地および農業用水路、パイプライン、多目的貯水池等の農業水利施設からの採熱/蓄熱を、温室・畜舎・加工/流通/貯蔵施設等の農業施設と組み合わせ、熱エネルギーの利用を含めたエネルギー利用の最適化/最大化を図る技術開発を目指す。

VVPP を制御するために、気象予測とエネルギー需給に関する実測データを融合したモデル解析をベースとするシミュレーターを開発し、導き出される最適化シナリオに基づく制御を実施するためのソフトウェア/ハードウェアの開発と実証を行う。実測データとして、農山漁村地域の再生可能エネルギー（太陽光発電、小水力、バイオマス/ガス発電等）発電/廃熱量、農業等の生産活動（温室、畜舎、食品加工場、農業水利施設等）に伴う電気・熱エネルギーの需要を、リアルタイムで把握するシステムを構築する。システムを稼働させるアプリケーションには、農業経営等の利潤を最大化する経営モデル評価やLCAによるGHG排出削減評価を実施し、再生可能エネルギーの最適な活用（電気と熱の即時利用、ヒートポンプを介した熱の貯留、貯留熱の利用、売電）を促す意思決定ができるような機構を設ける。

VVPP を支える技術として、農山漁村地域内で多くのエネルギーを消費する温室やパイプハウスなどの園芸用施設、畜舎、食品加工、冷蔵・冷蔵庫等へ高効率的に再エネ電力や再エネ熱を供給/蓄熱する新たなシステムの開発と実証を行う。農山漁村地域にある施設を活用する①低コストな蓄熱システムの開発、②余剰電力、未利用熱、廃熱、余剰熱を、ヒートポンプを介して冷熱または温熱として活用する技術、③熱損失を抑制する高性能な保温/断熱技術の開発等を進める。

事業の前半（2023～2025年度）でVVPPシステムの基本技術の開発と、VVPPのシミュレーション技術の開発を構築する。後半（2026～2027年度）は国内で2地域以上の実証事業を進めながら課題を抽出し、解決に向けた技術開発を継続する。本事業は2027年度に終了するが、2030年度までに国内で5地域以上の実証事業を継続し、VVPPを全国で展開した場合に必要な事業費を試算し、他の事業や脱炭素に関わるインセンティブを活用しながら、民間企業の主導により、2050年度までにVVPPを社会実装する。

VVPPは都市部で構築、運用されているVPPとは異なるシステム技術が求められる。VVPPにおけるエネルギーの供給側の特徴として、再エネに大きく依存するため安定・不安定の電源（あるいは熱源）が多種多様に混在していること、発電設備・熱源設備が広範囲に分散していること、1箇所あたりの出力は小さいこと等があげられる。一方、需要側の特徴としては、営農の形態や規模により時間的スケール（1日のうちの時間、月、季節など）で需要量の変動が大きいこと、温度や湿度、気象や農業経営事情に左右されるなど需要見込みが立ちにくいこと、農家住宅や農業加工施設が需要先になる場合は安定した電力量・熱量の確保が必須となること等があげられる。すなわちVVPPは導入する農山漁村地域ごとにシステムやアプリケーションを組み上げるオーダーメイド型のVPPを構築する必要がある、既存のVPPをそのまま適用することはできない。図A2-1に、VVPPが社会実装したときのシステムイメージ図を示す。

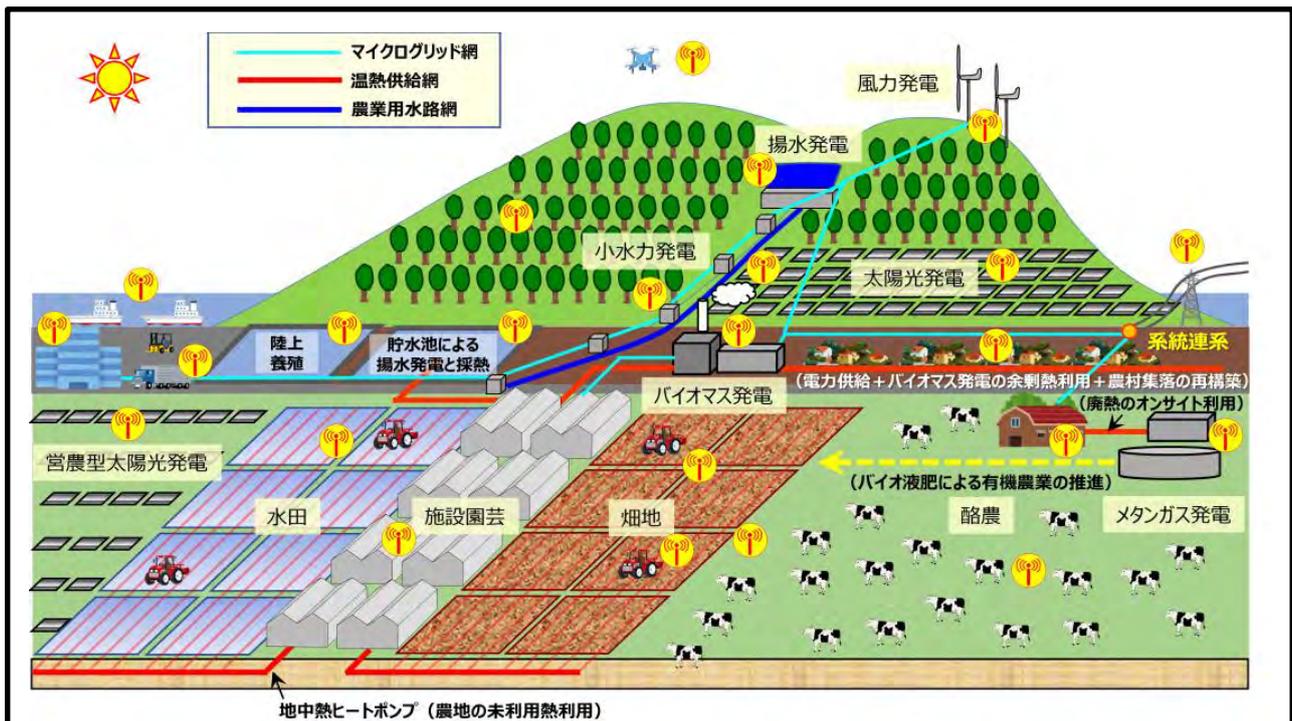


図 A2-1: VVPP が農山漁村地域に社会実装されたときのシステムイメージ図

出典: 日本における脱炭素社会に向けた農山漁村エネルギーマネジメントシステム (VEMS) の現状と技術的展開 (農研機構、2022)、第 12 回エネルギー・環境フォーラム (主催: NEDO、ドイツ連邦経済・気候保護省 (BMWK) / 環境・自然保護・原子力安全・消費者保護省 (BMUV))

(3) B1 アンモニア・水素利用分散型エネルギーシステム

産業・運輸・民生部門の CO₂ 大幅減を目的に、2030 年社会実装をめざして、アンモニア・水素利用分散型エネルギーシステムの要素研究および実証研究を行う。アンモニア改質ガスを燃料とする工業炉・ボイラ・ガスエンジンによる発電を基盤として、アンモニアおよび再エネ利用の純水素製造による燃料電池発電、蓄熱、蓄電、蓄水素、水素供給システムなどでの複合化により、導入する地域・分野に適した CO₂ フリーエネルギーシステムを設計する。

アンモニア利用キャンパスマイクログリッドの研究開発においては、工業炉・ボイラ・ガスエンジン・燃料電池それぞれに適するアンモニア改質装置の研究開発を主として、既存燃焼器を用いた水素・アンモニア混合ガスの最適比率に関する探索研究を行い、エネルギー効率や NO_x/N₂O 排出量等の観点で各デバイスまたは複合デバイスを最適制御するスマートエネルギーマネジメントシステムを構築する。

キャンパスのカーボンニュートラルを実現する蓄電池と水素カートリッジのモバイル搬送における研究開発においては、再生可能エネルギーを主とする蓄電、水素製造、貯蔵、モビリティ搬送および電力変換システムについて実証研究を行う。

最終的には、以上 2 つの研究成果を統合してキャンパス等での実証研究を行い、産業・運輸・民生部門