

研究成果展開事業 共創の場形成支援

産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム (OPERA)

事後評価報告書

令和5年5月

国立研究開発法人科学技術振興機構

イノベーション拠点推進部

目次

1. 事業の概要	1
2. 事後評価の概要.....	1
2.1 事後評価の目的.....	1
2.2 評価の対象.....	1
3. 評価実施方法	1
3.1 評価者.....	1
3.2 評価の進め方.....	2
3.3 評価項目及び観点.....	2
4. 事後評価結果	5
4.1 マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開.....	5
(1) 領域概要	5
(2) プロジェクト成果.....	5
(3) 評価結果	7
4.2 人々を軸にあらゆる情報をオープンに活用する基盤「PeOPLE」によるライフイノベーションの創出.....	8
(1) 領域概要	8
(2) プロジェクト成果.....	8
(3) 評価結果	11
4.3 地域資源活用型エネルギーエコシステムを構築するための基盤技術の創出	12
(1) 領域概要	12
(2) プロジェクト成果.....	12
(3) 評価結果	14
4.4 超スマート社会実現のカギを握る革新的半導体技術を基盤としたエネルギーイノベーションの創出.....	15
(1) 領域概要	15
(2) プロジェクト成果.....	15
(3) 評価結果	17
別添1	18
別添2	21

1. 事業の概要

「産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム（OPERA）」（以下、本プログラムという。）では、産業界との協力の下、大学等が知的資産を総動員し、新たな基幹産業の育成に向けた「技術・システム革新シナリオ」の作成と、それに基づく学問的挑戦性と産業的革新性を併せ持つ非競争領域での研究開発を通して、基礎研究や人材育成における産学パートナーシップを拡大し、我が国のオープンイノベーションを加速することを目指す。

本プログラムは、新たな基幹産業の育成の核となる革新的技術の創出を目指すとともに、新たな基幹産業の育成が図れる持続的な研究環境・研究体制・人材育成システムを持つプラットフォームを形成することを目的とする。

2. 事後評価の概要

2.1 事後評価の目的

事後評価は研究領域ごとに掲げる技術・システム革新シナリオの実現に向け、これまでのコンソーシアムの構築状況や研究開発成果の創出状況を明らかにし、今後の成果の展開及び産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム運営の改善に資することを目的とする。

なお、本評価は「研究成果展開事業 共創の場形成支援の実施に関する規則」（別添1参照）に基づいて実施した。

2.2 評価の対象

オープンイノベーション機構連携型 平成30年度採択領域（4領域）

- ・ 「マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開」（幹事機関：山形大学）
- ・ 「人々を軸にあらゆる情報をオープンに活用する基盤「PeOPLE」によるライフイノベーションの創出」（幹事機関：慶應義塾大学）
- ・ 「地域資源活用型エネルギーエコシステムを構築するための基盤技術の創出」（幹事機関：名古屋大学）
- ・ 「超スマート社会実現のカギを握る革新的半導体技術を基盤としたエネルギーイノベーションの創出」（幹事機関：京都大学）

3. 評価実施方法

3.1 評価者

産学共創プラットフォーム推進委員会委員長（プログラムオフィサー）が、産学共創プラ

ットフォーム推進委員会（以下、推進委員会という。）（別添2参照）の協力を得て行った。

3.2 評価の進め方

研究領域による終了報告書の作成・JSTへの提出	令和4年11月7日
推進委員会による終了報告書の査読	令和4年11月16日～ 令和4年12月16日
事後評価会（プレゼンテーション・質疑応答）開催	令和5年1月27日： 慶應義塾大学領域、山形大学領域 令和5年1月31日： 京都大学領域、名古屋大学領域
推進委員会委員長による評価結果（案）とりまとめ	令和5年2月～3月
評価結果（案）を研究領域に提示し、意見交換	令和5年4月
JST内部手続き	令和5年4月
評価結果の通知	令和5年5月

3.3 評価項目及び観点

「研究開発目標の達成状況及び研究開発成果の創出状況」及び「プラットフォームの形成状況」について、以下の項目及び観点による評価を行った。

A. 研究開発目標の達成状況及び研究開発成果の創出状況

- ① 技術・システム革新シナリオ、研究領域及び個別研究開発課題の設定
 - ・ 技術・システム革新シナリオは、中間評価時の指摘事項やその後の状況変化への対応も含めて深化、具体化され、プログラム終了後の社会実装に向け新たな価値を提案するものとなっているか。
 - ・ 研究領域は、幹事機関が文部科学省の「オープンイノベーション機構の整備事業」の下で推進する競争領域の研究開発プロジェクトの一つ以上と研究内容において関連性があるものとなっているか。
 - ・ シナリオの実現に不可欠なものとして特定されたキーテクノロジーは適切に設定されているか。
 - ・ 研究領域を構成する非競争領域の研究開発課題は適切に設定されているか。
- ② 研究開発目標の達成状況及び得られた研究成果
 - ・ 研究開発体制が適切に整備され、研究開発課題の目標が達成されたか。

- ・ 国内外の先行研究や従来技術、競合技術とのベンチマークがなされて、先行研究や従来技術、競合技術に対し優位性のある成果が得られたか。
- ・ 研究開発の成果から知的財産権が創出されたか。
- ・ オープンイノベーション機構と連携し、非競争領域から競争領域への移行の実績や今後の見通しを含めたロードマップが示されており、社会実装の実現が期待できるか。

B. プラットフォームの形成状況

③ 共創コンソーシアムの整備の進捗

- ・ 領域統括を中心として、幹事機関のプロジェクト担当組織・協力組織、主な運営部門、委員会組織等の運営体制が構築され、共創コンソーシアムの運営に必要なと考えられる活動を適切に行ったか。
- ・ 参画機関の新規参入を促す取組みや、中途脱退を見据えた体制の方針策定などが行われていたか。
- ・ 本プログラム終了後のオープンイノベーション促進システムの継続的な発展に向けた方針・構想が示されているか。

④ 産学連携による研究開発推進・マネジメントの仕組みの構築・改善

- ・ 民間企業からの資金について、提供方法（算定方法等）及び間接経費・一般管理費の計上ルール・運営方法の構築が行われたか。
- ・ 非競争領域・競争領域の研究開発特性を踏まえ、民間企業が参画することへの価値を提供できる知的財産の取扱い方針が明確になったか。
- ・ 学生を含む若手研究者が主体性をもって共同研究に参画できるよう、継続的に学術論文の創出が可能となる産学共同のルールの設定、営業秘密管理や知財管理における学生の研究者としての扱いの整備、優秀な学生等の参画を促すためのインセンティブ（格別な経済的報酬等）の規定等の取組みが行われたか。
- ・ 参画する大学等及び民間企業による組織横断的なチーム編成を可能とするために、クロスアポイントメント制度の導入、人材交流の仕組みの構築、機器・施設の利用計画・共用計画の策定等の取組みが行われていたか。
- ・ 本プログラムでの取組みの成果（規定類等の仕組みの整備、ノウハウの蓄積）が幹事機関、参画機関に組織的に共有・定着されており、各機関での全学的な支援の下での活動継続や新たな取組みが期待できるか。

上記の評価項目に基づいて行った評価を総合的に勘案し総合評価ランクを定めた。

総合評価 ランク	基準
S	特に優れた成果が創出され、早期の社会実装やコンソーシアムの持続的な発展が期待できる。

A	目標を上回る成果が創出され、今後の社会実装やコンソーシアムの継続・発展が期待できる。
B	目標通りの成果が創出され、今後の社会実装やコンソーシアムの継続が期待できる。
C	成果の創出が不十分であり、今後の社会実装やコンソーシアムの継続には相当の努力が必要と考えられる。
D	成果の創出が著しく不十分であり、今後の社会実装やコンソーシアムの継続は困難であると考えられる。

※「成果」とは、研究開発成果およびプラットフォーム形成を指す。

対象領域に対する評価は、「4. 事後評価結果」の通りである。

4. 事後評価結果

4.1 マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開

共創コンソーシアム	やわらかものづくり革命共創コンソーシアム
幹事機関	山形大学
領域統括	古川 英光 (山形大学 理工学研究科 教授)
実施期間	平成30(2018)年10月～令和5(2023)年3月

(1) 領域概要

本領域は、マテリアル×プロセスによる非競争領域の研究を、デバイス、プロダクト、システムに関わる「競争領域」に繋げていくことを目的としており、5つのキーテクノロジーをオープンイノベーション機構(OI機構)で推進するデジタルマニュファクチャリングネットワーク(DMN)における基盤技術と位置付け社会実装を目指した。

将来的には個別ニーズに対応したソフト3D界面を有した少量多品種のデバイス・製品が身近に具現化できる「コンビニエンス・ファクトリー(CNVFAB)」を構築し、その先の「やわらかものづくり革命」の実現へと展開していく。

(2) プロジェクト成果

【主要な研究開発成果】

① キーテクノロジー1：プロダクトイノベーションを目指すコンビニエンス・ファクトリー

従来の粉末焼結方式の金属の3Dプリンタによる造形では、装置(約数千万～数億円)、材料(約数十万円/kg)が高価であり、製造コストが課題であった。炭素強化繊維、フッ素樹脂、金属粉末などを既存の熱溶解方式の材料に練り込む事で、安価な熱溶解積層方式3Dプリンタ(約数万円)での造形を可能とした。また、造形物のZ方向(積層方向)の強度がXY方向に対して50-80%程度であることがこの方式の課題であったが、金属粉末複合材料を用いて97%を達成した。本成果は、OI機構で推進するDMNにおける基盤技術と位置付けられる。

② キーテクノロジー2：インクジェット

インクジェットの液滴形成過程を寸法スケール 4×10^{-7} m、時間スケール 5×10^{-7} s、伸長ひずみ速度 $5 \times 10^{+5}$ 1/sで解析する技術を確立した。また、粘度モデルインク、動的表面張力モデルインク、粘弾性モデルインクを設計しインク仕様が標準化された。DMNにおける加飾用新規インク開発等に基盤技術となる成果である。

③ キーテクノロジー3：プリンティングプロセス工学

プリンテッドエレクトロニクス向けのスクリーン印刷法の高度化技術を開発した。

スクリーン印刷法によるフレキシブル基板上への配線形成プロセスにおいて、プロセス温度を100℃に低温化（従来：150℃）、最小線幅を単層で25 μm（従来：300 μm）、2層で100 μm（従来：300 μm）に微細化、2層配線の断線確率をほぼ0%（従来：90～50%）に低減、工程所要時間を最短で従来比約1/5に短縮する基本技術を確立した。また、フレキシブル配線基板上への配線部品実装プロセスにおいて100℃に低温化する基本技術を確立した。今後、プロトタイピングによって得られた結果から製品化に必要な課題を抽出し課題解決に向けた生産技術開発および事業環境の整備を検討している。

④ キーテクノロジー4：ソフト薄膜ナノコーティング

3Dデバイスに向けた高耐久コーティング素材の開発をした。ソリューションプロセス（印刷）によるバリア膜用プレカーサーとしてポリシラザンを用いVUV光緻密化することで水分透過率（WVTR） 2×10^{-4} g/m²/dayを達成。さらに多積層構造にてWVTR 5×10^{-5} g/m²/day（3 units）を達成した。

本成果はフレキシブルペロブスカイト太陽電池の開発に展開する。

⑤ キーテクノロジー5：ソフト・ハイブリッドデバイス

柔軟かつ低抵抗損失（シート抵抗： $< 5 \Omega/\square$ ）のフレキシブル電極基板を開発した。AlやCuメッシュ電極形成技術の開発により、従来のITO膜付フィルム基板と比べて大幅に低抵抗化した、柔軟かつ低抵抗損失（ $< 5 \Omega/\square$ ）のフレキシブル基板を実現した。さらに、それを用いたフレキシブル有機EL等の形成技術の構築を行った。有機ELパネルの少量多品種を目指したJSTのSTARTプログラム（キーテクノロジー4、5連携）に採択され、ベンチャー創出を目指している。

【産学連携システム改革に関する取組みの成果】

① コンソーシアム運営の仕組みの構築

産学官連携推進本部・オープンイノベーション推進本部等のマネジメント組織、事業創出を目的としている有機材料システム事業創出センター等の関連組織が連携し、オープンイノベーション推進リエゾン会議（OIL）を組織した。これによって、基礎研究から応用研究、事業化まで一貫通貫でのマネジメントを実施し、CNVFABの出口戦略を立案する体制を構築した。

② 産学共同研究における費用負担の適正化・管理業務の高度化

ガバナンス改革・財務マネジメント改革として、研究・産学連携担当理事のもとに設置する研究戦略本部会議において、コンソーシアム運営や人材育成等全学的かつ、研究から産学連携への一貫した戦略を策定するとともに、財務マネジメント改革として、間接経費を研究・産学連携担当理事により本戦略に基づき投資する仕組みを令和3年度に構築した。

③ 知的財産の取扱い

山形大学の知的財産部門を総括する知的財産本部を設置し、知的資産等を活用・マ

ネジメントするための実効性のあるシステムの構築等を一元化した。知的財産本部の下に有識実務者をもって構成する知的財産評価活用会議を設置し、職務発明の判定及び機関帰属の是非に関する経営判断を行う体制を構築した。令和2年度から、知的財産評価活用会議にオープンイノベーション推進本部から知財クリエイティブ・マネージャー、および、法務クリエイティブ・マネージャーが参画し、発明の審査や指導・助言を強化した。

④ 人材育成

学生に180万円の人件費及び120万円のグローバル実践教育支援を実施する Young Researcher 制度に加え、文部科学省「フェローシップ創設事業」の運営支援としてマテリアル人材育成コンソーシアムを立ち上げ、複数の有料会員企業を集めた。また、クロスアポイントメント手当による民間等と人材の好循環およびインセンティブシステムを設計した。今後、優れた研究者の雇用期限対応として研究専任特別年俸制（仮）を新設する。

【今後のコンソーシアム活動の展望】

プロジェクト終了後のオープンイノベーション推進はOI機構が中心となり、DMNが担う競争領域において大型共同研究につなげる。その活動で生まれた基礎研究テーマを非競争領域の共同研究に結びつけるオープンイノベーションエコシステムを構築する。

また、非競争領域と競争領域のこれまでの取組みを発展させ、継続的な産学連携活動の創出が行えるようOI機構の自立的経営に向けた組織改革を策定中であり、この新たな組織にCNVFABとOI機構の連携体制を引き継ぐ計画である。

(3) 評価結果

多くの企業が参画する体制を構築することでコンソーシアム活動を大きく活性化させ、3Dプリンティング、インクジェット、有機発光デバイス、有機トランジスタの基盤技術について計画に沿って成果を創出できたことを評価する。今後、OI機構において多くの企業との連携が成立しCNVFAB構想が結実することを期待する。

以上から、総合評価ランク「B（目標通りの成果が創出され、今後の社会実装やコンソーシアムの継続が期待できる。）」と評価する。

以上

4.2 人々を軸にあらゆる情報をオープンに活用する基盤「PeOPLE」によるライフイノベーションの創出

共創コンソーシアム	PeOPLE 共創・活用コンソーシアム
幹事機関	慶應義塾大学
領域統括	宮田 裕章（慶應義塾大学 医学部医療政策・管理学教室教授）
実施期間	平成 30（2018）年 10 月～令和 5（2023）年 3 月

（1）領域概要

本領域では、慶應義塾大学イノベーション推進本部における目標「人生100年 時代の健康長寿を支えるスマート社会の創成」に即し、個人に最適化した予防サービス等の開発や事業化を進め、持続可能なウェルビーイング社会の実現を目標とした。

「PeOPLE」(Person-centered Open Platform for well-being) は各個人を中心としたオープンな情報プラットフォームである。個人に紐づく多様な情報が本人同意のもと安全に保管され、かつ多様なステークホルダーによる利活用が可能な自律分散型のデータ共有による次世代サービスの実現を目指した。

本領域では、その実現に向け、行政系、医療系、民間系、コホート系、それぞれの課題を踏まえ、データを「つくり」「つなぐ」ことを可能とする情報基盤の創出、本人同意のもとデータを安全に「ひらく」ことができる個人情報保護とデータ利活用との両立が可能な認証/認可の技術開発を行った。また個人の状況に応じた健康/医療/介護サービス提供に必要な、倫理的課題の解決/実装可能な制度設計/データ利活用のための社会的合意形成についても推進した。

（2）プロジェクト成果

【主要な研究開発成果】

① キーテクノロジー 1：多様な規格のデータベースを個人を軸に連結するデータサイエンス手法の開発

ヘルスケアデータは一般的に規格や機微性も異なるため、データを統合した解析が困難であった。本領域では介護も含めた多様な行政系医療保健データ等の連結基盤技術と解析基盤技術を開発し、4つの自治体でデータ連結を実施した。本取組みにより各個人の複数年分のデータを経時的に解析できるようになり、例えば、検査値と疾患の発症、経過との関連性から現実的なケアサイクルに則った各個人の健康状態の現状把握と予測が、他自治体へのデータの転用性を担保した形で可能になった。これにより個人が必要とする医療・介護の実態把握や自治体内での政策の立案に役立つこと目指す。

情報活用基盤の実装と展開の事例として、SNSをベースにCOVID-19関連の行政データ

(抗体検査、感染状況、陽性者の追跡データ等)の解析結果を住民/行政へ還元するサービスを34都道府県に迅速に展開したこと、スマートフォン向けアプリから歩行データを解析し、歩行速度の低下と1年以内の屋外転倒経験との有意な関係性を明らかにしたことなどが挙げられる。

② キーテクノロジー2：プレジジョンヘルスサービス実現のためのデータ技術の開発

精緻化・個別化が可能な予防医療サービス実現に不可欠な遺伝子・環境相互作用を考慮した日本人の疾病予測モデル構築に必要な基盤的研究を推進した。東北メディカルメガバンク機構の協力を得て10,500人分のmGWASデータベースを構築し、解析結果等を、予防医療の実現を目指す企業を含む関係者に広く活用される形で公表するためのシステム化を進めた。

また日本ゲノムコホート連携(JGCA)(注1)に参加しての共同解析を積極的に進め、さらに令和4年度より競争領域に向けた研究として複数の民間企業との共同研究を開始し、人工知能を活用したメタボローム未知ピークの自動抽出や、血中および尿中アミノ酸濃度と関係する10以上の新規遺伝子座の同定を行った。

(注1) 疾患発症に影響を与える遺伝的素因の解明や発症リスク予測モデルの構築などを行っている、ゲノム疫学解析の共同研究の36万人規模の枠組み

③ キーテクノロジー3：膨大なデータを個人同意を基に安全に利活用するコミュニケーションテクノロジーの開発

新潟県佐渡市の住民を対象に、スマートフォン経由での歩行速度等のデータや、測定会開催を通じて住民の心身機能のデータを取得し、医療・介護情報等のデータベース「さどひまわりネット」に追加した。また、佐渡市のデータを、北里大学が作成したAIにより分析し、フレイル判定結果を、個人や医療・介護従事者にフィードバックし、行動変容を促すためのシステムを構築した。佐渡市での同活動の継続、さらに神奈川県などの他地域展開を通じて対象者数を増やす計画を進めている。本データ分析基盤は、未来のフレイル予測やフレイル以外の他疾患への応用も期待できる。

国際的な展開に向けては、UNRWA(国連パレスチナ難民救済事業機関)の職員向けに、電子wellbeing手帳として体温、日々の体調、ワクチン接種歴の収集等が可能な健康管理アプリを作成しフィージビリティ調査を完了し、実地利用へと進めることで合意した。この活動により国際機関等によるヘルスデータの利用プラットフォームの実装に向けての知見を得た。

④ キーテクノロジー4：実装に向けた社会的合意形成の促進

ヘルスケアデータは、医療情報のような機微性の高い情報と一般的な個人情報との中間にあり、その位置付けが明確でないことから、関連業界においても取扱いが一定していない。そのため、過度な萎縮が発生する可能性とともに不適切に積極的な業者が競争面で有利に立つという問題が懸念される。このような状況に対しヘルスケアデータの健全な利活用の基盤として、一定の基準を確立することを目指した。またPeOPLeの運

用上重要なヘルスケアデータの取扱いにおいて知的財産・個人情報保護・倫理審査等に関する国際的な位置づけも含めた検討、対外的な発信を行い、法社会制度整備や教育コンテンツ・人材育成を推進した。具体的には、国内外の法規制の現状確認、法社会制度等ELSI（倫理的・法的・社会的課題）の検討、PeOPLEの意義の公表（『共鳴する未来』河出新書出版）、教育コンテンツ作成、「ヘルスケア分野における倫理審査制度のあり方に関する報告書」作成等を実施した。

【産学連携システム改革に関する取組みの成果】

① コンソーシアム運営の仕組みの構築

コンソーシアム運営に関する事項を決議する「協議会」、円滑な運営に必要な事項を審議決定する「運営委員会」、PeOPLEを活用した新たな価値創造と会員間の交流の促進することを意図して、最先端の情報を共有し、必要な機能・役割・法制度を検証する場としての「ワーキンググループ」を設置し運営した。

② 産学共同研究における費用負担の適正化・管理業務の高度化

慶應義塾大学イノベーション推進本部で設定するオーバーヘッドの外付 15%から 30%に準じ、OPERAでも「産学連携オープンイノベーションを推進するプロジェクト(特別案件)」として 15%とは別に定められるよう事業担当キャンパスの規程を改訂した。

③ 知的財産の取扱い

知的財産の取扱いルールの方針は研究成果に関しては発明者主義の原則のもとに、持分割合は貢献度によりその都度定めるものとするとし、プロジェクト内でフォアグラウンド IP、バックグラウンド IP の円滑な利用ができるようにコンソーシアム運営会則に知的財産等の取扱いを定めた。

④ 人材育成

慶應義塾大学では「知的財産の取扱いに関する指針」で国の資金で実施した研究成果は、慶應義塾大学に帰属させることができることを定めており、学生に対しても、あらかじめ個別の契約により同意を得たうえで適用される。RAについては雇用契約の中で、本指針を適用した。

【今後のコンソーシアム活動の展望】

参画機関の新規参入を促すため幹事機関を中心として、PeOPLE 共創・活用コンソーシアムの研究者、運営委員会を主体としたプロモーション活動、ワーキンググループによるオープンセミナー、タスクフォースなどの活動により、新たなコンソーシアム会員の獲得を実施し、コンソーシアム会員は、企業を中心に大幅に増加した。

さらに、今後は社会保障分野におけるイノベーションの創出と、ウェルビーイングの実現に寄与することを目的とする一般社団法人 DST (DATA for Social Transformation) を設立し、データ活用に取り組んでいく。

(3) 評価結果

PeOPLE の全体コンセプトであるデータを囲い込むのではなく、個人を軸としたデータ運用、相互運用の可能性、データ可搬、安全性を確保し、異なるシステム間での連携・協調を可能とする設計思想の下、実装化に繋がる具体的成果が多数出ていることを評価する。

一般社団法人 DST を立ち上げ、さまざまなステークホルダーを巻き込んだ活動について今後の進捗を期待する。

PeOPLE の社会実装に向けての法社会制度等の ELSI 課題に関しても、社会科学系の教授を中心に提言をまとめたことを評価する。

以上から、総合評価ランク「A（目標を上回る成果が創出され、今後の社会実装やコンソーシアムの継続・発展が期待できる。）」と評価する。

以上

4.3 地域資源活用型エネルギーエコシステムを構築するための基盤技術の創出

共創コンソーシアム	物質・エネルギーリノベーション共創コンソーシアム
幹事機関	名古屋大学
領域統括	北 英紀（名古屋大学 大学院工学研究科 教授）
実施期間	平成 30（2018）年 10 月～令和 5（2023）年 3 月

（1）領域概要

豊かな未来社会の構築には、地域の生活に安心と活力を生み出すエネルギーと物質の好循環システムの確立が不可欠である。地域のステークホルダーが持つ資源（人・社会・環境エネルギー）を有機的に結合して、各々の地域に適した、物質とエネルギー間の変換・蓄積・輸送を最小限のロスで実現する技術の開発と地域社会への協調的実装を図る地域イノベーションの創出を目指した。

本領域では、実現の中核となる高効率な物質・エネルギー利用・再利用技術の基盤研究と、リベラルアーツの視点を併せ持つ次世代リーダーの育成を同時・横断的に行う産学官金連携教育研究オープンプラットフォームの構築を行った。また、環境負荷を抑制した持続可能なエネルギーの地産地消を新たな社会・産業構造の基盤として地域資源活用型エネルギーエコシステムの構築を目指した。

（2）プロジェクト成果

【主要な研究開発成果】

① キーテクノロジー 1：高効率物質・エネルギー変換技術

・ヘテログラフェン酸素還元触媒

燃料電池用白金フリー触媒の開発を目指し、ヘテログラフェンをシェルとしナノサイズ遷移金属をコアとするコアシェル構造の酸素還元触媒を開発した。本領域は、独自技術であるソリューションプラズマ法によるヘテログラフェンの合成技術を発展させ、金属ナノ粒子をヘテログラフェンで包み込むナノ構造体を連続合成した。これまで、燃料電池の特性として I-V 特性で 0.6 V における電流密度 0.1 A/cm² 以上を実現した。

・ヘテロカーボン複合解析用データベース共創プロジェクト（Hetero-DIA）

リチウムイオン電池や燃料電池などのエネルギー用途を中心として、総計 50,000 データ程度のカーボン材料のデータベースを構築した。X 線回折、ラマン分光法、熱重量分析、エネルギー分散型 X 線分光法、比表面積などの材料構造・組成分析だけでなく電子顕微鏡の分析に加えて画像処理で粒径や結晶格子に関する説明変数など、幅広く複合的な多変量解析を可能とするデータを蓄積した。また、機械学習/深層学習を用いてリチウムイオン電池のためのカーボンをロールモデルとして使用し、メソサイズ記述子で電池の抵抗値や容量を記述できることを示した。

② キーテクノロジー 2：異種界面形成・制御技術

・放熱材料

急速な電子機器の小型化・高集積化による今後の更なる小型化・高性能化の対応に向けて、800 W/m²・K(銅の約 2 倍)以上という熱伝導率を目標に、ヒートスプレッドに向けた高効率な放熱材料を開発した。本領域は、微結晶ダイヤモンド (MD) の表面に SiC 膜を最適成長させた「SiC 成膜ダイヤモンド/銅複合めっき膜」で目標値を越える熱伝導率を達成した。

・潜熱蓄熱体

アルミナセラミックスをシェルとし、内部に金属を封止したコアシェル構造潜熱蓄熱体 (EPCM, Encapsulated Phase Change Material) の構造設計と製造プロセス技術を開発した。充填物である銅ビーズと Cu-Al アトマイズ粉が初期の焼成プロセスでシェルアルミナと反応して自己シール機能を発現し、また、続く酸化プロセスでシェル内部の残留酸素を酸化物として固定することを見出した。本 EPCM は 1100°C、1000 時間の耐久試験をクリアし、従来の顕熱型蓄熱体に比べて 2.5 倍の熱容量を達成した。

【産学連携システム改革に関する取組みの成果】

① コンソーシアム運営の仕組みの構築

未来社会創造機構オープンイノベーション推進室 (OI 推進室) と研究戦略委員会を共催し、研究成果を適用した社会実装モデルを企画・推進するとともに、OI 推進室における新事業促進につなぐ。コンソーシアム活動全体の戦略立案・運営方針策定については、外部有識者に助言を求めるアドバイザリー委員会を設置した。また、新規課題や参画機関を発掘する場として研究戦略パートナーシップフォーラムを開催した。

② 産学共同研究における費用負担の適正化・管理業務の高度化

共同研究の実施に際し間接的に要する経費や教員人件費相当額についてアワーレート方式にて相手方企業に費用を求める「指定共同研究制度」を制定した。また、非競争領域における研究課題を担当する大学院生 (主として後期課程学生) の雇用費として、直接経費の 30%を目安に参画企業に負担を求めた。

③ 知的財産の取扱い

既に名古屋大学内に設置された「GaN 研究コンソーシアム」、および、「人間機械協奏技術コンソーシアム」を参考に、OPERA の共同研究成果について、複数法人が各々保有する知財の実施許諾を OPERA 終了後もコンソーシアムがとりまとめ、非競争的に産業を育成する方針を策定した。

Hetero-DIA では、本領域で共有する知財管理規定下の研究課題毎の契約に相当する取決めとして知財の取扱いルールを位置付け、同プロジェクトに参加する 1 研究機関と企業 4 社の間で、令和元年度に運用を開始した。

④ 人材育成

海外機関や産業界への派遣やリベラルアーツ教育など、学生が企業との産学連携研究に直接参加し、OJTを通じて育成する「物質・エネルギーリノベーション共創コンソーシアム3P人材育成産学連携教育プログラム」を幹事機関および参画大学が連合して開始した。令和3年度に30名の学生が参加した。

【今後のコンソーシアム活動の展望】

本領域では、OPERA実施期間中に、OI推進室との連携のもとで複数の研究開発成果を競争領域に展開している。今後は、東海国立大学機構においてTokai Innovation Institute (TII) (株)が設立され、OI推進室とハイブリッドで活動し、研究シーズの企業への売り込み、企業リクエストに適した大学シーズを結び付ける企画立案と事業提案、知財・契約管理、市場調査、次世代事業提案等を検討している。本活動により、OI推進室が継続して連携・促進し、ステージゲートを活用した管理を通して非競争領域から競争領域までの大型の研究開発を一元的に管理するシステムの確立が期待される。

また、本領域においては、複数の参画大学で企業からのクロスアポイントメント活用による出向がなされ、また、大学教員の産業界への出向を推進する制度改革を行っており、今後さらなる産学協働の発展を期待する。

(3) 評価結果

非競争領域から競争領域に移行するテーマが4件出ており、評価できる。また、ヒートスプレッドに向けた熱輸送の研究開発では、初期的な成果であるが、純銅の熱伝導率を大きく超える「SiC成膜ダイヤモンド/銅複合めっき膜」が得られており、期待ができる。

一方で、本領域が掲げた「Aging in Place」というビジョンは本領域で検討した「地域資源活用型エネルギーエコシステムの構築」だけで到達できるものではないと考えられる。今後、研究成果がビジョン実現に繋がる社会実装のシナリオを構築されることを期待する。個別テーマのそれぞれが優れた成果を出しているものと理解しているが、共創して目標を実現するために課題間のつながりを明確化し、協調して目標を達成することを期待する。

以上から、総合評価ランク「B(目標通りの成果が創出され、今後の社会実装やコンソーシアムの継続が期待できる。)」と評価する。

以上

4.4 超スマート社会実現のカギを握る革新的半導体技術を基盤としたエネルギーイノベーションの創出

共創コンソーシアム	超スマートエネルギー社会基盤技術共創コンソーシアム
幹事機関	京都大学
領域統括	木本 恒暢（京都大学 大学院工学研究科 教授）
実施期間	平成 30（2018）年 10 月～令和 5（2023）年 3 月

（1）領域概要

本領域は、参画機関が所有するキーテクノロジー（SiC パワー半導体、ワイドギャップ半導体を用いた超高感度センサ技術、電力パケット伝送、高電力密度パワーモジュール、SiC 複合材料の極限環境下での利用技術など）を最大限活用し、新たな機能・付加価値を有するエネルギーネットワークが構築された社会、即ち「超スマートエネルギー社会」の実現に資する基盤技術の確立を目指した。

（2）プロジェクト成果

【主要な研究開発成果】

① キーテクノロジー 1：SiC パワー半導体信頼性向上のための設計技術

低損失パワーデバイスとして有望な SiC トランジスタにおける課題である酸化膜/SiC 界面の欠陥を独自手法により大幅に低減し、デバイス性能を支配するチャンネル移動度を 6 倍以上増大することに成功した。本研究の成果をもとに、既に 2 社がオープンイノベーション機構（OI 機構）における共同研究に移行している。

② キーテクノロジー 2：ワイドギャップ半導体を用いた超高感度センサ技術

ダイヤモンド磁気センサ用に開発した空間的均一性の優れた磁場発生コイルを用いて、100Hz 程度の低周波 AC 磁場を高感度に計測する手法を開発し、室温においてピコテスラレベルの高感度を有する磁場センサを実現した。

③ キーテクノロジー 3：高効率・大電力変換を可能とするパワーモジュール・受動素子技術

受動素子としてインダクタとキャパシタを複合した新たなハイブリッドインダクタを開発した。LC を複合し従来の π 型フィルタと同等のゲイン特性を維持したまま、体積の 30%削減を実現した。また、開発された数百 kHz～数 MHz 帯低損失リアクトル用 Fe 系メタルコンポジット鉄心（損失量が従来比 30～40%）については OPERA 参画企業 2 社と OPERA 終了後も共同研究等の連携関係を維持し新幹線電装品用コンバータ/インバータシステムの製品化を検討している。

④ キーテクノロジー 4：パワー集積回路・パワープロセッシング技術と次世代システム応用

パワープロセッシングを高電力密度で実現するシステムを実現し、またパワープロセッシングに適した永久磁石補助リラクタンスモータ (PM-SRM) の開発と動作解析を行った。それらを統合し、小型自動車駆動の実証実験に成功した。

本成果は、JST の A-STEP で実施している電気自動車用ならびに鉄道用モータに関する研究開発における PM-SRM 駆動システムに展開している。また、OI 機構にて本プロジェクトの参画企業とともに電気自動車向他の実用を狙った検討を進めている。

⑤ キーテクノロジー 5：電力パケット化・ルーティング技術

電力パケットの演算処理において、その演算をパケットに付加した制御情報により書き換え可能回路を開発し電力パルスを信号と同様にデジタルのまま処理できる演算系を実現した。また、この概念をモータ駆動に応用しその有効性を実証した。

⑥ キーテクノロジー 6：SiC の極限環境下での利用技術

耐酸化特性を改良した BN 粒子分散 SiC 複合材料で、1400℃、大気下で疲労試験を実施し、10 万回未破断を達成した。航空業界、エネルギー業界の出口企業との共同研究が開始されており OPERA 終了後も継続する。

【産学連携システム改革に関する取組みの成果】

① コンソーシアム運営の仕組みの構築

大学の技術シーズをベースに非競争から競争領域への一連のプラットフォームの中で共同研究を持続または構築するため、OPERA の研究成果を大学単独で出願しノウハウをクローズにしながらかつ当該研究成果を公開することで、同成果を OI 機構における共同研究へと発展させつつ新たな企業を OPERA に呼び込むというモデル (京大モデル) を確立した。また持続的なコンソーシアム運営を行うために、京都府、京都市、(公財)京都高度技術研究所と連携し、中小企業の参加を促す取組みを形成した。

② 産学共同研究における費用負担の適正化・管理業務の高度化

令和 2 年度に間接経費の見直し (10%から 30%に引上げ) を行い、産官学連携本部、全学、部局において戦略的な運用を行った。また、令和 3 年度より、研究の「価値」の値付けが可能となる制度を制定し、大学の知の価値を共同研究費に含めて企業に負担する仕組みとし、大学の研究力及び研究基盤の強化をした。

③ 知的財産の取扱い

知的財産の取扱いルールを含む「超スマートエネルギー社会基盤技術共創コンソーシアム合意書」を参画機関との間で締結した。OPERA における非競争領域の研究から OI 機構における競争領域の研究や事業化への発展を想定して、プロジェクトの実施により得られた知的財産権 (FIP)、プロジェクト開始前から保有していた知的財産権、および、開始後にプロジェクトとは関係なく取得した知的財産権 (BIP) の取扱いを規定した。また、本合意書で定めたガイドラインに基づく知的財産の取扱いルールを円滑に運用するため、「知的財産権管理マニュアル」を制定した。これにより、OPERA 知財事務

局がコンソーシアム全体の知的財産活動を統一的に把握可能な体制を構築した。

④ 人材育成

企業との共同研究に参画する若手研究者（大学院学生、ポスドク、助教）の人材育成に取り組んだ。学生の学会・論文発表機会の確保などインセンティブ設計を行うことにより、多くの発表が行われ、各分野で高い評価を得た。全体として、60名を越える学生が OPERA に参画し、多くの博士後期課程学生をリサーチアシスタント（RA）として雇用したが、当該研究に従事した学生の就職について企業に束縛されることなく就職先を決定できるよう配慮した。また、「卓越大学院プログラム」と連携し、学生だけでなく、社会人博士を積極的に受け入れ、企業の若手技術者を養成した。

【今後のコンソーシアム活動の展望】

プロジェクト終了後も OI 機構と連携して各技術シーズの研究開発の競争領域への移行と社会実装を図る一方、コンソーシアムは引き続き非競争領域におけるオープンイノベーションと次世代技術創発の場として、外部資金の獲得も一部交えながら発展、自立化を検討している。また、京都大学内（学際融合教育研究推進センター）に参画企業および連携大学の研究者が参画できる研究開発ユニットの設置を予定している。

また、本プロジェクトの運営ノウハウは JST の共創の場形成支援プログラム（COI-NEXT）の拠点運営にも活かし、「共創支援チーム」を組織し情報やノウハウの共有している。

(3) 評価結果

国際的にも高い評価が得られた研究成果を含め、多くの研究成果創出や知財出願がなされ、OI 機構への移行する事例が複数認められる。また、産学連携を大きく活性化させ多くの企業が参画するコンソーシアムの体制（京大モデル）を構築し、産学連携組織や人材育成等のルールを整備等において先進的な取り組みがなされた。今後、産学連携体制のもとで当事業の研究成果が社会実装につながることを期待する。

以上から、総合評価ランク「A（目標を上回る成果が創出され、今後の社会実装やコンソーシアムの継続・発展が期待できる。）」と評価する。

以上

別添 1

研究成果展開事業 共創の場形成支援の実施に関する規則(平成 31 年 3 月 26 日平成 31 年規則第 82 号) (抄)

第 4 章 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム

第 3 節 評価

(評価の実施時期)

第 91 条 評価の実施時期は、次の各号に定めるとおりとする。

- (1) 事前評価は、課題の選定前に実施する。
- (2) 中間評価は、共創プラットフォーム型及びオープンイノベーション機構連携型については、原則として研究開発開始後 3 年目に実施し、共創プラットフォーム育成型については、原則として研究開発開始後 4 年目に実施する。ただし、P0 の判断により実施時期を変更することができるものとする。
- (3) 共創プラットフォーム育成型における本格実施フェーズへの移行評価は、フィージビリティ・スタディフェーズ終了前の適切な時期に実施する。
- (4) 事後評価は、研究開発の特性や発展段階に応じて、研究開発終了後できるだけ早い時期又は研究開発終了前の適切な時期に実施する。
- (5) 追跡評価の実施時期については、研究開発期間終了後一定期間を経過した後に必要に応じて実施する。

(事前評価)

第 92 条 事前評価の目的等は、次の各号に定めるとおりとする。

- (1) 事前評価の目的課題の選定に資することを目的とする。
- (2) 評価項目及び基準
 - ア 研究領域の設定
 - イ 目標・計画の妥当性
 - ウ 産学共同での研究開発体制の妥当性
 - エ 新たな基幹産業の育成等につながる基盤技術の確立の可能性
 - オ プラットフォーム成長のための方策
 - カ その他前号に定める目的を達成するために必要なこと。なお、アからオに関する具体的基準及びカについては、P0 が推進委員会の意見を勘案し、決定する。
- (3) 評価者 P0 が推進委員会の協力を得て行う。
- (4) 評価の手続き提案された課題について、評価者が、書類選考により絞り込みを行った後に面接を行い、課題を評価して選考する。この場合、必要に応じて専門家等の意見を聴くことができる。評価結果の問い合わせに対しては、イノベーション拠点推進部が P0 と連携して対応する。

(中間評価)

第 93 条 中間評価の目的等は、次の各号に定めるとおりとする。

- (1) 中間評価の目的研究開発の進捗状況や成果を把握し、これを基に適切な予算配分及び研究開発計画の見直しや研究開発の中止等を行うことにより、研究成果の最大化に資することを目的とする。
- (2) 評価項目及び基準
 - ア 研究開発の進捗状況と今後の見込み
 - イ 研究開発成果の現状と今後の見込み
 - ウ その他前号に定める目的を達成するために必要なこと。なお、ア及びイに関する具体的基準及びウについては、PO が推進委員会の意見を勘案し、決定する。
- (3) 評価者
PO が推進委員会の協力を得て行う。
- (4) 評価の手続き
被評価者からの報告及び被評価者との意見交換等により評価を行う。この場合、必要に応じて専門家等の意見を聴くことができる。また、評価の実施後、被評価者が説明を受け、意見を述べる機会を確保する。

(本格実施フェーズへの移行評価)

第 94 条 本格実施フェーズ移行評価の目的等は、次の各号に定めるとおりとする。

- (1) 本格実施フェーズへの移行評価の目的
共創プラットフォーム育成型において、研究開発の実施状況及び産学共同での研究開発体制の妥当性等を明らかにし、本格実施フェーズへの移行の妥当性を評価することを目的とする。
- (2) 評価項目及び基準
 - ア 事前評価の評価項目及び基準に準ずる。
 - イ その他前号に定める目的を達成するために必要なこと。なお、アに関する具体的基準及びイについては、PO が推進委員会の意見を勘案し、決定する。
- (3) 評価者
PO が推進委員会の協力を得て行う。
- (4) 評価の手続き
被評価者からの報告及び被評価者との意見交換等により評価を行う。この場合において、必要に応じて専門家等の意見を聴くことができる。また、評価の実施後、被評価者が説明を受け、意見を述べる機会を確保する。

(事後評価)

第 95 条 事後評価の目的等は、次の各号に定めるとおりとする。

- (1) 事後評価の目的研究開発の実施状況及び研究成果等を明らかにし、今後の成果の展開及び産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム運営の改善に資することを目的とする。
- (2) 評価項目及び基準
 - ア 研究開発目標の達成度
 - イ 知的財産権等の発生
 - ウ プラットフォームの形成状況
 - エ その他この目的を達成するために必要なこと。ただし、オープンイノベーション機構連携型については、ウを除く。なお、アからウに関する具体的基準及びエについては、P0が推進委員会の意見を勘案し、決定する。
- (3) 評価者
P0が推進委員会の協力を得て行う。
- (4) 評価の手続き
研究開発期間終了時において、評価者が、終了報告書に基づき、被評価者からの報告、被評価者との意見交換等により評価を行う。この時、必要に応じて専門家等の意見を聴くことができる。また、評価実施後、被評価者が説明を受け、意見を述べる機会を確保する。

<後略>

別添2

産学共創プラットフォーム推進委員会 委員名簿

(令和5年1月現在)

(敬称略、五十音順)

(1) 委員長

須藤 亮 元 株式会社東芝 副社長

(2) 委員

穴澤 秀治 一般財団法人バイオインダストリー協会 技術顧問

岸本 康夫 JFEスチール株式会社 スチール研究所 研究技監

京藤 倫久 株式会社明電舎 技術顧問

田原 修一 アイオーコア株式会社 取締役 CFO

古市 喜義 元 アステラス製薬株式会社 執行役員

元 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究監

前田 英作 東京電機大学 知能創発研究所 所長

システムデザイン工学部 学部長・教授

柳下 彰彦 弁護士法人内田・鮫島法律事務所 パートナー弁護士・弁理士

以上