

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6年3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 ゼロ次予防戦略による WELL ACTIVE COMMUNITY のデザイン・評価技術の創出と社会実装..	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 低CO ₂ と低環境負荷を実現する微細藻バイオリファイナーの創出	8
(1) 領域概要	8
(2) プロジェクト成果.....	8
(3) 評価結果	10
4.3 光融合科学から創生する「命をつなぐ早期診断・予防技術」研究イニシアティブ....	11
(1) 領域概要	11
(2) プロジェクト成果.....	11
(3) 評価結果	13
4.4 物理・化学情報をミクロンレベルで可視化するマルチモーダルセンシング技術の創出	14
(1) 領域概要	14
(2) プロジェクト成果.....	14
(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

共創プラットフォーム育成型 平成30年度採択領域(4領域)

- ・ 「ゼロ次予防戦略による Well Active Community のデザイン・評価技術の創出と社会実装」(幹事機関：千葉大学)
- ・ 「低CO₂と低環境負荷を実現する微細藻バイオリファイナーの創出」(幹事機関：東京大学)
- ・ 「光融合科学から創生する「命をつなぐ早期診断・予防技術」研究イニシアティブ」(幹事機関：東京農工大学)
- ・ 「物理・化学情報をミクロンレベルで可視化するマルチモーダルセンシング技術の創出」(幹事機関：豊橋技術科学大学)

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

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5年10月10日
推進委員会による終了報告書の査読	令和5年10月26日～ 令和5年11月13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12月8日 （幹事機関：豊橋技術 科学大学、千葉大学） 令和5年12月11日： （幹事機関：東京大学、 東京農工大学）
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12月～令和6 年1月
評価結果（案）を研究領域に提示し、意見交換	令和6年2月
JST 内部手続き	令和6年2月～3月
評価結果の通知	令和6年3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。競争領域の研究開発プロジェクトへの発展及び社会実装へのロードマップが描かれているか。
 - ・ 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。
- ・ 新たな基幹産業の育成につながる基盤技術が確立できたか。
- ・ 研究開発の成果から知的財産権が創出されたか。
- ・ 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と考えられる活動を適切に行っていたか。
- ・ 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コンソーシア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、研究開発成果及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 ゼロ次予防戦略による Well Active Community のデザイン・評価技術の創出と社会実装

共創コンソーシアム	Well Active Community 共創コンソーシアム
幹事機関	千葉大学
領域統括	森 千里 (千葉大学 予防医学センター センター長)
実施期間	平成 30 (2018) 年 10 月～令和 6 (2024) 年 3 月

(1) 領域概要

本領域は、社会システムに変革をもたらす新たな市場を形成しうる価値として「Well Active Community (WACo)」(暮らしているだけで健康・活動的になれるコミュニティ)を提案しその具現化に取り組んだ。健康寿命の延伸は、高齢化に伴う労働人口減少、生産性の低下に対する我が国の重要課題であり、本人が意識的努力をせずとも暮らしているだけで健康になれるゼロ次予防に立脚した環境改善を行うことで、健康 (Well) で活動的 (Active) な空間・地域 (Community) を実現することを目指した。

具体的には、健康増進に寄与する住まい・オフィス・公共空間や空間・地域の特徴や資源を活かした身体活動や社会参加が増加するウェルネスプログラムを作成するとともに、行動・健康と地域環境の解析や評価に基づき、ハード、ソフト両面の改善や更新を促す社会システム構築を推進した。

(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：ゼロ次予防デザイン・実装技術

エビデンスに基づいたデザイン・設計支援ツールとして「健康コミュニティ・健康オフィスの空間デザインツール」を開発した。民間のまちづくり計画やオフィスの計画にこのツールを活用し社会実装を実現した。OPERA 参画企業が推進する開発への本ツールの活用を進めており、更なる好事例を社会に発信することが期待される。

既に、本ツールをもとに開発したウェルネストラックを複数のイオンモール等に実装しその効果検証を行っており、イオンモールが推進する稲毛駅前開発や、別の参画企業 1 社が推進する西千葉開発においても、本ツールの活用を進めている。

② キーテクノロジー 2：ゼロ次予防データプラットフォーム

各研究開発課題で扱ってきたデータプラットフォームを整備し、各研究開発課題で扱うデータの概要や特徴を閲覧・検索等が可能な「WACo データカタログ ver. 0」を整備した。このデータカタログは、領域全体のデータを一覧することができ、随時、更新・整備する。多岐にわたる疫学調査や、先行事例を一覧でき、新たな研究開発や事

業への展開に繋げる。同カタログは、参加企業から活用への期待があり、今後の整備・公開が期待される。

③ キーテクノロジー 3：指標開発・評価技術

WACo デザイン・評価体系の基となるロジックモデルの構築に関しては、14社の取り組みに対する評価事例を蓄積した。この中には、キーテクノロジー 1 に参画したハウスメーカーと共同して作成した二つのロジックモデルも含まれる。このロジックモデルに基づく予測式が、複数の自治体が行き組む成果連動型民間委託契約方式（PFS：Pay For Success）における成果指標に用いられることが決まっており、成果の社会実装を進める方針である。

また、ゼロ次予防のデータベース基盤の開発に関しては、5～7万人規模の縦断データベースから評価項目を選定し、3～6年間の新規要介護認定確率や累積介護費用額を各人の点数毎に推定できる「要支援・要介護リスク評価尺度」を開発した。内閣府が進める PFS を介護予防事業に導入した堺市、豊田市などにおいて、成果指標としてこの「要支援・要介護リスク評価尺度」が採用された。

【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

採択・FS フェーズ時には6社だった民間企業の参画が、延べ26社と規模が拡大した。非競争領域の活動状況を共有する会議体としてWACo 共創会議を設置した。この会議はコンソーシアム参画企業・機関の意思決定の場としても機能している。

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

本学では令和2年7月に30%を超える率の間接経費を交渉可能とする仕組みとして、戦略的産学連携経費を大学執行部が承認した。コンソーシアム参画企業1社について、この経費計上を前提に共同研究契約を締結している。今後は、戦略的産学連携経費や、アワーレート方式を用いた人件費を、本プロジェクトのような大型連携に積極的導入を進め、外部資金の多様化、研究者の意欲向上を目指す。

③ 知的財産の取扱い

非競争領域に属する知的財産取扱いルールをコンソーシアムとして規定した。Well Active Community 共創コンソーシアムの後継として新規に発足予定の法人でプロジェクトを承継し参画企業が知財を活用する仕組みを検討している。

④ 人材育成

RAとして延べ15名及び企業所属の博士課程研究者3名の研究サポートを行った。プロジェクト採択当初に博士学生RAとして採用された学生がプロジェクトを通じて特任助教へとキャリアアップを果たした事例もある。

【今後のコンソーシアム活動の展望】

引き続き WACo の普及を推進する。特に、設置を予定している西千葉 Well-being リサーチパーク（仮称）を拠点に、WACo のデザイン・評価技術の創出と社会実装を発展させていく。

また、OPERA 終了後のコンソーシアム機能継承を目的とした新法人設立を検討中であり、その主要な機能として、秘密情報の管理、情報発信、WACo 知財の権利確保、蓄積された知財権のマネタイズ機能等を検討している。

（3）評価結果

本領域が本事業に精力的に取り組んだ結果、多くの研究開発課題で目標を達成したこと、また、コンソーシアムへの参画企業が大幅に増加し事業終了後も多くの企業が参加を継続することから産学連携体制が充実していることが示された。OPERA 終了後は、企業側の参画意図との整合性も踏まえた、きめ細かいコンソーシアム運営のもとで、長期にわたる研究が持続されることを期待する。

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

4.2 低CO₂と低環境負荷を実現する微細藻バイオリファイナリーの創出

共創コンソーシアム	機能性バイオ共創コンソーシアム
幹事機関	東京大学
領域統括	三谷 啓志（東京大学 大学院新領域創成科学研究科 特任教授）
実施期間	平成 30（2018）年 10 月～令和 6（2024）年 3 月

（1）領域概要

- ・ CO₂削減効果の大きい微細藻バイオマスを原料としたバイオ燃料の実用化に期待がかかっているが、高い製造コストが障壁となっている。一方、微細藻類には酸化防止剤、天然染料、多価不飽和脂肪酸などの有用物質が含まれており、化粧品、栄養補助食品、飼料等として既に利用されている。
- ・ 本領域では、3,000 株のライブラリーから選抜した微細藻類を原料とした有用物質生産とバイオ燃料生産を実現し、それらを統合したバイオリファイナリー・プロセスを創出することにより、バイオ燃料の製造コストを削減し、バイオ燃料の早期実用化を図った。

（2）プロジェクト成果

【主要な研究開発成果】

- ① 研究開発課題 1 「微細藻類 3,000 株スクリーニングと変異導入による高生産株の探索」
 - ・ 微細藻類の多様な可能性を 3,000 株のライブラリーから選抜して示し、14 大学 4 国研と 24 社を超える民間企業が参画する大きなコンソーシアムを形成して研究開発を進めた。
 - ・ ユーグレナ、コッコミクサ、クロレラの 3 種をバイオ燃料生産に適するとし、重イオンビーム照射突然変異体からの選抜やゲノム編集法の確立により野生株に比べ油脂生産性に優れる株や回収が容易な株を作出できるようにした。
 - ・ 開発した重イオンビーム照射突然変異体のクロレラ (PK-4 株) は、60～40,000 L 規模の屋外培養でのオイル生産性は 590 mg/L/d と世界最高水準となり、その原因遺伝子も同定した。
 - ・ 200 L のクロレラの従属栄養培養で、対糖収量が 21～32%、バイオマス生産 22.7 g/L を確認しており、今後、油脂生産の採算性を考慮した実証実験の開始が期待される。
- ② 研究開発課題 2 「閉鎖系バイリアクターによる微細藻類の培養と回収」
 - ・ 藻類培養に必要な CO₂ の水への供給を効率化する膜モジュールを開発し、CO₂ 供給の最適制御を検討した。開発した曝気レス CO₂ 膜モジュールにて、屋外大規

模培養でのCO₂利用効率を曝気法の2倍以上とした。

- ・ 開発した藻類陸上養殖装置により、参画企業にてスジアオノリ年間3.1トンの商業生産に成功しており、生産性と養殖密度管理技術を向上させた。
- ・ 油脂を多く含む微細藻類の閉鎖系従属栄養高密度培養を提案し、企業との共同研究で検証を実施し、国産バイオマス（甜菜）の利用によるバイオジェット燃料であるSAF生産の可能性を示した。

③ 研究開発課題3「触媒化学による微細藻類バイオマスからの燃料と機能性化学品合成」

- ・ 微細藻類由来油脂と開発した触媒によりガソリンやジェット燃料成分が得られることを実証した。
- ・ クロレラ等よりオイルを抽出した残渣をそのまま原料として用い、樹脂化する技術を開発した。合成した樹脂はPETに匹敵する機械物性を発現した。
- ・ 高い発熱量をもつアルケノンを含むハプト藻と活性汚泥とを混合した火力発電用の新たなバイオマス燃料の開発に向け、メタン発酵で発生する消化液を活用するハプト藻の培養検討を行った。
- ・ 微細藻類の水熱処理による油脂抽出条件の検討および微細藻類抽出残渣の利用について水熱処理と膜分離技術を組み合わせ有用化するプロセスを検討した。水熱処理条件や膜の種類により得られる生成物の種類と量を制御できる。

④ 研究開発課題4「機能性試験と新規成分抽出法の確立と機能性素材の開発と応用」

- ・ ユーグレナやクロレラ等の微細藻類由来物質の機能性（免疫機能や睡眠の向上性能、抗酸化作用、飼料応用性等）を検証した。その結果、機能性を有する食品、化粧品、家畜飼料、水産飼料等につながることを明らかとし、複数の特許取得および機能性表示食品等の上市を行った。
- ・ 形態プロファイリングや機能性含硫化合物メタボロームの研究を進め商品開発など競争領域に移行した。

⑤ 研究開発課題5「バイオエコノミーと市場調査：機能性バイオによる低炭素社会の実現」

- ・ ファーマンターにガス分析機を装着して、独立栄養条件や従属栄養条件など実証プラントを模した様々な条件検討を行い、バイオマスの生産性やCO₂消費量などLCA計算を可能とする基礎データを取得できるようにした。
- ・ 藻類由来のバイオ燃料のCO₂排出削減効果とその経済性について、他の再生可能エネルギーやCO₂リサイクル技術と比較評価できるようにした。

【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

- ・ NEDO、国土交通省、農林水産省、地方自治体などとの意見交換やコンタクトのあ

った企業への柔軟な対応によりコンソーシアムを拡充した。その結果、従属栄養培養にも着目した新たな企業との連携を加速させた。

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

- ・ 企業と締結した共同研究契約額（民間資金）の約 10%を協議会運用資金として集約し、協議会の承認を経て、RA 雇用支援や領域として研究費を支援すべき大学・国研等に資金配賦することができる制度とした。

③ 知的財産の取扱い

- ・ 知財の取扱いの基本方針では「個々の共同研究により発生した知的財産権は、当該共同研究を行っている各大学等にて、出願、維持管理を行う」と定めた。共同研究先の民間企業の意向を反映しつつ、当事者間で自由に知財を取扱える仕組みとした。

④ 人材育成

- ・ LCA 解析に関する複数の参画機関へのヒアリングやプロジェクト担当組織と企業・研究機関の進捗打ち合わせへの同席の機会を RA 学生に提供し、産学連携の研究とプロジェクト運営の現場を実体験することで、研究推進の仕組みについて学べるようにした。

【今後のコンソーシアム活動の展望】

- ・ OPERA 終了後も現在の体制を維持し、新たにロビーイング活動機能を持つ後継コンソーシアムの形成に取り組んでいる。本プロジェクトメンバーから NEDO など公的資金獲得による研究も増えており、これらの研究成果も後継コンソーシアム形成への相乗効果になると期待される。

(3) 評価結果

- ・ 当初の目的に向かって着実に努力を重ねて多くの成果を出したことを評価する。
- ・ OPERA で開発した技術や企業が持つ既存技術を用いることで SAF の原料となる微細藻類を生産できるというモデルを示し、次のロードマップを描く段階になってきたことは大きな進捗であり評価する。
- ・ 今後、日本国内の関連機関と連携し、個々の研究成果を結び付け、持続的に研究できるような体制を構築するとともに、後継コンソーシアムによる探索研究と並行しての事業化への取り組みに期待する。

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

4.3 光融合科学から創生する「命をつなぐ早期診断・予防技術」研究イニシアティブ

共創コンソーシアム	命をつなぐ技術コンソーシアム
幹事機関	東京農工大学
領域統括	三沢 和彦（東京農工大学 特命理事・副学長（教学統括担当））
実施期間	平成 30（2018）年 10 月～令和 6（2024）年 3 月

（1）領域概要

本領域は、「コヒーレントラマン顕微鏡」による生体細胞内における生体関連分子の分布と動態を対象に、その場で分子構造を同定し画像化するトップレベルの技術を有している。この技術を中心におき、生命科学・農学・獣医学分野の研究領域で設定したキーテクノロジー群を組み合わせ、日本発の革新的な医薬品・検査キット・医療機器、機能性食品等の創出を目指した。また、検出対象として学問的挑戦性が極めて高いものを戦略的に選択し、本検出方法により得られた研究成果により国際的な学会や業界のデファクト化を目指した。

（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：生体関連小分子の無標識検出技術

非対称パルス波形スペクトルフォーカス法（日独特許査定、米国審査中）に二位相ロックイン検出法（PCT 出願準備中）を新たに組み合わせ、競合技術より 2 桁低い検出限界濃度 0.1 mM を達成し低濃度な細胞の内因性物質を検出できる可能性を示した。また、外因性物質である小分子薬剤についての空間濃度分布や、その動態を画像化する技術を世界で初めて実用化し、紫外線吸収剤、局所麻酔薬剤、消炎外用薬剤、ステロイド薬剤の皮膚浸透動態を直接観察可能なことを皮膚モデルにより実証した。

② キーテクノロジー 2：エピジェネティクスセンシング

がん患者で確認されている DNA メチル化を検出することで、がんの早期発見が可能となる。ラマン分光法を用いてメチル化によって引き起こされる DNA の構造変化を検出したと示唆されるデータを得た。

③ キーテクノロジー 3：生体恒常性破綻で生じる疾患の予測系開発

脳アミロイドβアミロイドーシスと診断された霊長類の脳組織のラマンスペクトルを測定し、アミロイド沈着の指標となるマーカー信号を探索した結果、アミロイドβの蓄積に由来する可能性があることを発見した。

④ キーテクノロジー 4：オプトリピドミクスと食由来栄養

食由来腸内細菌代謝物である短鎖脂肪酸について、糞便や盲腸内容物中で、従来の質量分析法に匹敵する十分な検出感度と定量性をもって検出が可能であることを確

認めしマウス腸管中組織内における酢酸イオンの濃度分布を可視化することに成功した。

⑤ キーテクノロジー5：感染症・疾病の未来予測と未然対策

ブタパルボウイルスを感染させた豚腎由来株化細胞において、コヒーレントラマン顕微鏡による感染の初期、中期、後期それぞれに特徴的なシグナルを生体内で捉えることに成功し、感染後6時間経過時点でのウイルス感染を細胞レベルで判別できる可能性を示した。

⑥ キーテクノロジー6：がん細胞のイメージインフォマティクス

尿路上皮がん細胞株を対象に、がん細胞の悪性化と脂質蓄積・組成変化の関連を明らかにした。悪性度をラマンスペクトルから判別するための指標を探索する目的で、悪性度が異なる尿路上皮がん細胞株のラマンスペクトルを比較測定した。

⑦ キーテクノロジー7：農産物製造と品質評価手法の開発

きのこと類が生産するシュウ酸に焦点を当て、シュウ酸と木材基質とを区別する波長帯を特定することに成功した。きのこと類における木質系基材上での生育過程で生産されるシュウ酸のモニタは、きのこと類の生育状態、木材基質分解状態のモニタリング用マーカーとして期待される。

【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

コンソーシアムの基本運営組織は、①基本運営方針や企業の参画・脱退を審議する最高決定機関である「協議会」、②産学共創の研究開発を推進する「共創会議」の二つで、そのもとに「研究戦略部門」「知的戦略部門」「人材育成部門」「研究企画管理部門」「市場調査実施部門」を設置した。

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

「産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン」の趣旨を踏まえた大型プロジェクト管理経費や知財マネジメント関連経費等の導入を検討し令和2年4月から、共同研究における間接経費30%の全学的導入を行った。間接経費30%の根拠を明示することで共同研究相手先企業の理解が得られ、財務基盤の強化に繋げることができた。

③ 知的財産の取扱い

「クローズ・オープン戦略」ともいうべき基本方針を策定した。具体的には、コアテクノロジー（コヒーレントラマン顕微鏡を活用した生体関連分子の無標識検出技術）は大学単独で権利化してコンソーシアム内で公開し自由に使用できるが、各企業が共同研究する個別のキーテクノロジーはコンソーシアム内であっても公知情報に限定し使用許諾による権利保護を行った。また、個別のキーテクノロジーとラマン測定のコア技術と接続する「インターフェース領域」においてのみ、オープン領域の拡大を図った。その結果、多様な分野・業種の多数の企業からなるコンソーシアムが生成され、企業にとって新しい研究開発素材に出会える貴重な場となって

いる。

④ 人材育成

若手研究者に自らの専門分野で産学共同研究した後にその成果を新しい研究領域へと展開させるべく、異なる分野の若手研究者と学内共同研究に挑戦することを奨励しており、具体的な取り組みとしては若手研究者交流会およびラマン顕微鏡研修会を企画実施した。企画実施を主導した人材育成部門長と副部門長が揃って「令和5年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞」を受賞した。

【今後のコンソーシアム活動の展望】

本コンソーシアムでの成果に基づき、①「オープンイノベーション拠点形成」と②「機動性を生かした挑戦を行うスタートアップ支援」を両輪として加速的に新産業創出や変革を行うことを目的に「ディープテック産業開発機構」を全学組織として新設した。同機構は、中小企業基盤整備機構のインキュベーション強化事業の支援を受け本領域からのスタートアップをスピンアウトさせる。また令和5年の国際産業見本市出展を契機に、日本貿易振興機構の支援事業を受ける準備に着手し国際市場でのデファクト標準形成に向けて具体的な活動を開始しており、大学本体事業としてコンソーシアムの継続的な発展が期待できる。

(3) 評価結果

ラマン顕微鏡性能向上に大きな進展が見られ、また受託測定ビジネスを開始したことを評価する。本事業を通して確立した技術や社会実装プラットフォームを活用し、領域が目指す「日本発の革新的な医薬品・検査キット・医療機器あるいは機能性食品等の創出」が達成されることを期待する。

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

4.4 物理・化学情報をミクロンレベルで可視化するマルチモーダルセンシング技術の創出

共創コンソーシアム	マルチモーダルセンシング共創コンソーシアム
幹事機関	豊橋技術科学大学
領域統括	澤田 和明（豊橋技術科学大学 大学院工学研究科 教授）
実施期間	平成 30（2018）年 10 月～令和 6（2024）年 3 月

（1）領域概要

豊橋技術科学大学が世界で初めて開発した「イオンイメージセンサ」の技術をベースとして、本領域は様々な物理現象や化学現象をリアルタイムで可視化する革新的な「マルチモーダルセンサ」の実現を目指した。

そのために、①ミクロンレベルの空間分解能を可能とするマイクロチップ設計製造技術、②複数の物理・化学現象を同時に観測するマルチモーダルセンシング技術、③さまざまな事象の変化をリアルタイムに検出する技術開発を行った。

更に、IoT・AI 時代を支える「データ」の価値を飛躍的に高めるセンサの実現と、医療・バイオ・化学分野などの高度情報化に向けた基幹産業の創出に向けて、センサ基盤技術開発と並行して用途開拓を意図した評価装置としてのシステム開発を行った。このように、マルチモーダルセンシング技術を基盤として、応用分野を開拓する「大樹型オープンイノベーション」を提唱し、実践した。

環境、農業、医療・創薬、健康、人間機械、など幅広い応用分野で用途開発を展開し、その一部で新事業創出につないだ。

（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：マルチモーダルイメージセンサ構造

- ・ 参画企業 A 社との共同研究により、マルチモーダル化に適した、2-トランジスタ累積型エクステンデッドゲート構造イオンイメージセンサを実用化した。
- ・ 2-トランジスタ累積型エクステンデッドゲート構造センサシステムでは、感応膜、センサ構造、回路・アーキテクチャ、計測制御機器を一貫して開発した。また、参画企業からの要望を抽出し、画素数可変・デジタル/アナログ出力搭載のセンサ領域を拡大したチップを現在試作中である。
- ・ 従来構造である 7-トランジスタ累積型では、4×4 画素×5 群（80 画素）でデジタル出力を備えた汎用タイプの小型センサのプロトタイプを完成させ、匂いセンサ用として事業化した。
- ・ 参画企業 B 社および C 社と計測装置及びその制御プログラムを開発し、生産体

制を構築した。特許技術を多数保有した一方で、移管を円滑に行うためにノウハウブック・成果有体物6件を登録した。

② キーテクノロジー2：マルチガス成分センシング

- ・ 大学ならびに参画企業複数社による連携体制を構築し、匂いセンサモジュール及び匂い自動計測機を実用化した。
- ・ ポリアニリン樹脂を基材とした匂い検出膜は、添加物により分子極性、酸基・アルカリ基等の種々の形態で特徴づけられ、多様な匂い分子と結合することが可能である。膜種は、現時点で約70種にクラスター分類でき、中長期寿命試験も実施中である。これら検出膜の多様な性質を活かすために機械学習を用いた匂い判別を導入し、また、参画企業が主体となって匂い吸引、パージ機構が検討され、嗜好品の銘柄判断等が可能となった。現在、参画企業B社およびD社から匂いセンサ開発キット、ニオイ自動測定器が販売されている。

③ キーテクノロジー3：マルチフィジカル・ケミカルセンシング

- ・ 材料メーカーである参画企業2社の保有する有機強誘電体薄膜を用いてセンサ構造と製作プロセスを開発した。また大学独自に、剪断変形を利用して微小な剪断力を検出可能なセンサ構造を開発した。
- ・ 本研究開発はnNレベルの微小圧力を高い空間分解能で2次元イメージとして検出できることに特徴がある。医療・創薬分野で注目される単一細胞の機械的特性評価に十分な剪断力検出精度を得た。
- ・ 参画企業E社の薄膜圧電材料を感応膜とし、参画企業G社の水溶性樹脂を利用してpH（水素イオン濃度）も同時検出可能な製造プロセスを開発した。更に、流体解析への適用に着手し、微小領域・微小圧力センシングの基礎から用途開拓までを、産業機器分野に展開中である。

④ キーテクノロジー4：マルチケミカル・バイオセンシング

- ・ 米国シリコンバレーのベンチャー企業と連携してマルチケミカル・バイオセンシング技術の医療・創薬への利用可能性を検討した。また農業分野では、国内企業と連携して植物工場の養液管理システムを構築した。
- ・ 従来型イオンセンサに比べ、半導体CMOSセンサ化により小型化とアレイ化が可能となり、多種のセンサを混載・同時計測するマルチモーダルセンサが可能になった。Na, K, Ca, Cl等の電解質イオン検出膜の実現に加え、酵素反応を用いた「乳酸等の生理活性物質・神経伝達物質」検出では、酵素添加膜を用いて酸化還元電位や発生水素イオン濃度を検出するセンサ膜を開発した。医療・創薬分野への展開として、①がん診断用その場観察機器、②再生医療用細胞シート品質管理、③イオンチャネル創薬向けの開発ツールに展開できることを確認した。農業分野への展開として植物工場養液管理を検討し、計測自動化等により要求仕様を満足させた。

【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

- ・ 共創コンソーシアム活動では、OPERA 参画企業及び参画を検討する企業で構成されるマルチモーダルバイオイメージセンサ研究会（（一社）豊橋センサ協議会が運営）でマルチモーダルセンシング技術についての最新情報の収集や情報交換を行っており、研究会会員企業にとって有効に機能した。
- ・ クロスアポイントメント制度では、勤務地を限定しない等、利用し易い運用とし、企業研究者の参画を始め、経営層・技術責任者等のキーパーソンの参画が実現した。

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

- ・ OPERA プロジェクトでは産学連携マネジメントの見直しを進め、OPERA に係わる共同研究は率先して、共同研究費の間接経費率を 30%とし、これを契機に令和 4 年度に URA が関与する全学の共同研究で間接経費 30%が実現した。

③ 知的財産の取扱い

- ・ FS フェーズ中に、当初の「全参画企業から知財合意書の承認を受ける形式」から、知財合意書に代わる新たな「知財取扱い指針」を定め、実施許諾に関して異議のあった規定については当事者間の協議に基づく形態に改め、全参画機関の同意を得た。この形態では、一般的な秘密保持契約に産業財産権相互実施の規定を加え、実施の自由を担保している。この知財ルールの方策を行った結果、応用分野ごとに知財管理の座組を形成・運用する形となり、OPERA 事業を大樹型オープンイノベーションの形で推進する事に繋がった。
- ・ フォアグラウンド IP 取得と並行して、ものづくりプロセスや用途ごとに異なる計測プロセス上のノウハウを、後日の技術指導契約に活かすべくノウハウブックに集約・管理する運用を進めている。

④ 人材育成

- ・ OPERA 期間中の RA 雇用は延べ 12 名であった。RA の雇用に当たっては、採用時に民間企業に対して就職の自由度を確保することを規定した。
- ・ 令和 3 年 7 月に、OPERA に参画する企業との共同研究に参加する博士前期課程学生を、特に Master-Course RA として雇用する制度を設けた。経済的支援に加えて、企業との先端研究の現場に早くから触れることで博士後期課程への進学へのモチベーションを高めると共に、進学した後に OPERA-RA として雇用することとした。博士課程進学を後押しすることとなり、進学する学生も現れた。
- ・ 博士課程学生育成の一環として RA セミナーを開催した。同セミナーは、参画企業、研究機関の関係者、その他、広くセンサ関連技術者や研究者に向けて、企業との共同研究に RA として参加する博士後期課程学生が 30 分の時間枠で、オン

ラインで研究紹介を行うものである。令和5年11月30日までに10回（豊橋技術科学大学 RA：7名、東京大学 RA：3名）開催し、毎回100人前後のオンライン参加者があった。

【今後のコンソーシアム活動の展望】

- ・ マルチモーダルセンシングの今後の普及に向けては高機能化と低価格化の両立が求められ、本領域は、同センサの高機能性をCMOS半導体デバイスにより実現・実証し、電位センサアレイ技術をベースとするプラットフォーム化により多用途展開性と半導体製造プロセスでの大量生産による低価格化が原理的に可能であることを確認した。一方応用開発では、多様な用途に合わせた計測制御装置の提供が不可欠であり、少量多品種供給への対応が不可欠になっている。OPERA終了後は、設立したベンチャー企業と高機能センサチップの供給や新規仕様チップの開発を行い、また、連携を深めた社団法人・大学及び参画企業が連携して多品種少量に即した評価システムの提供を行う、の2つの体制を採る。
- ・ 豊橋技術科学大学は、令和5年4月、「地域中核・特色ある研究大学の連携による産学官連携・共同研究の施設整備事業」（文部科学省）に採択され、OPERA事業でセンサデバイス開発の中核を担ったエレクトロニクス先端融合研究所(EIIRIS)を「次世代半導体・センサ科学研究所」に改組し、機能強化としてLSI工場の新館増設を進める。さらに、基礎研究部門、LSI工場に加え、出口戦略を担う「社会実装部門」及び全体を統括する「戦略マネジメント部門」を設置し、基礎研究、集積回路製作、社会実装まで一貫通貫の運営体制を構築し、社会実装に向けて継承・加速する計画である。

(3) 評価結果

- ・ 本領域では、大樹型での「技術・システム革新シナリオ」を作成し、目指すゴールのイメージ（ありたい未来像）を多方面に拡張する体制とした。大学の保有する基幹技術を磨き、良好な産学連携の下で、様々な用途に向けて開発を進めたことは評価する。また要素技術開発に留まらず、実用化検討のための評価システムの構築やベンチャー企業の設立など、OPERA終了後への対応も充実した。
- ・ 今後、競争領域での産学連携の下、差異化技術の明確化と深化を行い、事業性の深掘りを行って、真の社会実装を達成する事を期待する。

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 3 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 50 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。

(事前評価)

第 51 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 52 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、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

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 53 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、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

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 54 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、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

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6年3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

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Future Materialz 代表取締役社長

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 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