

革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）の追跡評価

# 報告書

令和7年3月

内閣府

科学技術・イノベーション推進事務局

（未来革新研究推進担当）

## 目次

1. ImPACT の概要、及び本追跡評価の実施概要	1
1.1. ImPACT の概要	1
1.2. 本追跡評価の実施概要	3
1.2.1. 本追跡評価の目的	3
1.2.2. 本追跡評価に当たっての留意点	3
1.2.3. 本追跡評価の実施体制（外部評価委員会の設置）	5
2. ImPACT 期間終了後の成果・進展	7
2.1. 各プログラムの ImPACT 期間終了後の成果・進展	7
2.2. 特徴的な取組・PM の工夫等がみられる主要事例	12
2.3. 定量データ等に見る ImPACT の成果の特徴	26
2.3.1. ImPACT の研究成果に基づき執筆された論文	26
2.3.2. ImPACT の成果の知財化	26
2.3.3. 成果の普及に向けた取組	27
2.3.4. スタートアップ	28
3. ImPACT の成果及び制度への評価	30
3.1. ImPACT の成果の評価	30
3.1.1. ImPACT から生み出された社会・産業の変革の兆し見られた代表例等	30
3.1.2. ImPACT の成果と制度との関係	31
3.2. 今後の革新的イノベーション創出を目標とした研究開発プログラムへの提言	33
3.2.1. ImPACT の制度や運用において見出された課題	33
3.2.2. 提言	35
3.3. 総括	36
付属資料：16 プログラムの成果・進展の詳細	39
参考資料	73

# 1. ImPACT の概要、及び本追跡評価の実施概要

## 1.1. ImPACT の概要

革新的研究開発推進プログラム（Impulsing PARadigm Change through Disruptive Technologies Program (ImPACT)）は、将来の産業や社会に大きな変革をもたらす、これまでの常識を覆すような革新的なイノベーションを創出することを目標とし、平成26年度から平成30年度に実施された研究開発プログラムである。

ImPACTの実施概要を表 1に示す。

表 1：ImPACT の実施概要

目的	「実現すれば産業や社会のあり方に大きな変革をもたらす革新的な科学技術イノベーションの創出」を目指し、ハイリスク・ハイ インパクトな挑戦的研究開発を推進する
実施期間	平成26年度から平成30年度
研究費	550億円 平成25年度補正予算に550億円を計上し、「独立行政法人科学技術振興機構法」の一部を改正して5年間の基金を設置
取組まれたプログラム	図 1に示す16プログラム
特徴	①失敗を恐れず、ハイリスク・ハイインパクトな研究開発を推進したこと ②優れたアイデアを持つPMを厳選し、プログラムの企画・立案、プログラム実現に必要な研究機関のキャスティング、それら研究機関への予算配分等に関する権限を委ねたこと ③プログラム全体を牽引し目標達成に向けて責任を持って遂行すべく、PMにはImPACTへの専従を求めたこと ※ただし、アカデミア出身のPMには、大学業務及びImPACTの研究業務に各10%のエフォート <sup>1</sup> を認めた ④海外機関の参加を促進するため、一定の条件の下 <sup>2</sup> 、海外機関の参画を許容したこと
研究推進法人 <sup>3</sup>	国立研究開発法人 科学技術振興機構（JST）

<sup>1</sup>研究者の全仕事時間 100%に対する当該研究の実施に必要とする時間の配分割合（%）

<sup>2</sup>JST と知的財産権を共有すること（各々50%ずつ保有）、JST 所定の様式により契約を締結すること、経費明細（英文）の作成・報告を行うこと

<sup>3</sup>ImPACT 開始当時は「管理法人」と呼称していた。現在 CSTI・内閣府のプログラムでは、管理法人と同様の役割を担う法人を「研究推進法人」と称していることから、本報告書では「研究推進法人」と表記している。

 <b>伊藤耕三 PM</b> (49億円) 「超薄膜化・強化「しなやかなタフポリマー」の実現」	 <b>合田圭介 PM</b> (30億円) 「センディピティの計画的創出による新価値創造」	 <b>佐野雄二 PM</b> (35億円) 「コビキタス・パワーレーザによる安全・安心・長寿社会の実現」
 <b>佐橋政司 PM</b> (45億円) 「無充電で長期間使用できる究極のエコIT機器の実現」	 <b>山海嘉之 PM</b> (35億円) 「重介護ゼロ社会を実現する革新的サイバニックシステム」	 <b>鈴木隆領 PM</b> (30億円) 「超高機能構造タンパク質による素材産業革命」
 <b>田所諭 PM</b> (36億円) 「タフ・ロボティクス・チャレンジ」	 <b>藤田玲子 PM</b> (34億円) 「核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化」	 <b>宮田令子 PM</b> (27億円) 「進化を超える極微量物質の超迅速多項目センシングシステム」
 <b>八木隆行 PM</b> (30億円) 「イノベティブな可視化技術による新成長産業の創出」	 <b>山川義徳 PM</b> (33億円) 「脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現」	 <b>山本喜久 PM</b> (30億円) 「量子人工脳を量子ネットワークでつなぐ高度知識社会基盤の実現」
 <b>白坂成功 PM</b> (20億円) 「オンデマンド即時観測が可能な小型合成開口レーダ衛星システム」	 <b>野地博行 PM</b> (18億円) 「豊かで安全な社会と新しいバイオものづくりを実現する人工細胞リアクタ」	 <b>原田香奈子 PM</b> (16億円) 「バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命」
 <b>原田博司 PM</b> (23億円) 「社会リスクを低減する超ビッグデータプラットフォーム」	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  : 平成26年6月24日選定         </div> <div style="text-align: center;">  : 平成27年9月18日選定         </div> </div>	

図 1 : ImPACT で取組まれたプログラムと PM 一覧

出典 : 「革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) : 各プログラムの成果概要」

<https://www8.cao.go.jp/cstp/sentan/seikagaiyo.pdf>

ImPACTでは、平成21年度から平成25年度に実施された最先端研究開発支援プログラム (Funding Program for World-Leading Innovative R&D on Science and Technology (FIRST)) の制度的優位点を引き継ぎつつ、ハイリスク研究の推進により非連続的なイノベーションの創出に成功を収めている米国国防高等研究局 (DARPA) の研究開発の仕組みも参考としている (表 2)。

表 2 : ImPACT が FIRST、DARPA から参考とした点

FIRSTから参考とした点	DARPAから参考とした点
<ul style="list-style-type: none"> <li>○柔軟な研究計画の見直しや予算執行を可能にする研究費の基金化</li> <li>○研究者が研究開発に専念できるよう研究推進法人の設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○プログラム・マネージャー (以下、「PM」と表記) がプログラムを立案し、企画・遂行に大きな裁量を与えるPM方式</li> </ul>

注 : DARPAにおけるPM像と、実際にImPACTで運用されたPM像の差異

ImPACTではDARPAを参考にPM方式を採用したが、DARPAにおけるPM像と実際にImPACTで運用されたPM像の細部は異なる。

DARPAのPMは自ら研究は行わずプロジェクトのマネジメントに徹する。一方ImPACTではPM自らも一定の研究を行う「プレイングマネージャー」である。

## 1.2. 本追跡評価の実施概要

ImPACTでは、「革新的研究開発推進プログラム運用基本方針 取扱要領<sup>4</sup>」（平成30年3月30日総合科学技術・イノベーション会議/革新的研究開発推進会議改定）において、研究開発終了から一定期間経過後に追跡評価を実施し、プログラム全体の成果をフォローアップすることが規定されている。本評価報告書は、これに基づいて実施した追跡評価結果を取りまとめたものである。

### 1.2.1. 本追跡評価の目的

本追跡評価では、以下の2つの目的に沿って評価を行った。

#### (1) ImPACT の成果の評価

国費を投じて実施したImPACT各プログラムの成果から、ImPACTが目指した「産業や社会の変革の兆し」が実現したかを検証

##### 【実施した調査】

- ・プログラムごとの成果の進展の把握（社会実装、研究の継続・発展の状況等）
- ・特徴的な成果やプロセスでの工夫がみられたプログラムの抽出
- ・定量データ等の把握（論文、知財化、スタートアップ設立の状況等）

#### (2) 今後の研究開発プログラムに向けた提言

今後、革新的なイノベーションの創出を目標とした研究開発プログラムを実施するに当たっての、制度設計、運用に対する提言をとりまとめ

##### 【実施した調査】

- ・外部評価委員会での検討
- ・PM等への補足インタビュー調査

### 1.2.2. 本追跡評価に当たっての留意点

#### (1) 国の研究開発プログラムでの追跡評価の在り方を踏まえた評価

国では研究開発プログラムの評価について、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」<sup>5</sup>（内閣総理大臣決定）、及び「研究開発評価の充実に向けた検討WGとりまとめ」<sup>6</sup>（総合科学技術・イノベーション会議 評価専門調査会 研究開発評価の充実に向けた検討ワーキンググループ）を定めており、この中で追跡評価の在り方についても整理がなされている。

本追跡評価では、これらに記載された追跡評価の在り方を踏まえて評価を実施した（表3）。

<sup>4</sup> <https://www8.cao.go.jp/cstp/sentan/kakushintekikenkyu/unyoyouryou.pdf>

<sup>5</sup> <https://www8.cao.go.jp/cstp/kenkyu/taikou201612.pdf>

<sup>6</sup> <https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/hyouka/haihu136/siryol.pdf>

表 3：国の研究開発プログラム評価の在り方と本評価での対応

資料名	追跡評価の目的に関する記述	本評価での対応 (括弧内は記載箇所)
<b>国の研究開発評価に関する大綱的指針</b>	研究開発プログラムが終了した後に、一定の時間を経過してから、その副次的成果や波及効果等の把握、過去の評価の妥当性の検証等について、アウトカム指標等を用いて実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 16 プログラムの成果に関する終了時評価の結果を整理（巻末付属資料）</li> <li>• 論文の引用数や特許の取得状況等、ImPACT の成果を表す指標について、類似事業（FIRST、SIP<sup>7</sup>）と比較（2.3）</li> </ul>
<b>研究開発評価の充実に向けた検討WGとりまとめ</b>	研究開発に関連する政策・施策等の改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ImPACT に取組んだ PM の意見を踏まえ、外部評価委員会での議論を経て、今後の研究開発プログラムへの提言を整理（3.2）</li> </ul>
	研究開発の推進プロセスの改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ImPACT 期間中に特徴的な成果やプロセスでの工夫がみられた 3 プログラム（山川 PM、白坂 PM、野地 PM）を取り上げ、PM への記載（2.2）</li> </ul>
	研究開発の成果等の把握及び説明（アカウンタビリティ：公的資金投資効果の説明を含む）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 16 プログラムの ImPACT 期間終了後の成果を整理（2.1、巻末付属資料）</li> <li>• 成果の指標となるデータを整理（論文執筆、知財化、普及に向けた取組、スタートアップ設立；2.3）</li> </ul>

## (2) これまで実施した追跡調査を踏まえた評価

内閣府科学技術・イノベーション推進事務局では、追跡評価の一環として、基礎データを収集するために令和4年度にImPACTに参加した研究者を対象にアンケート調査を実施した。また令和5・6年度には、16プログラムのPMインタビュー及び有識者インタビューを行った。各調査の概要を表4に示す。

本追跡評価ではこれらの調査結果を、ImPACT期間終了後における各プログラムの取組の成果・進展、PM側から見た評価など抽出するに際しての検討素材として活用した。

<sup>7</sup> 戦略的イノベーション創造プログラム（Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP)）。SIPは現在まで3期に亘って実施されている。第1期：平成26年～30年度、第2期：平成30年度～令和4年度、第3期：令和5年度～9年度

表 4：追跡調査の概要

資料名	アンケート調査	インタビュー調査
実施年度	令和4年度（2022年度）	令和5・6年度（2023・2024年度）
調査対象者	ImPACTに参加した研究者 （306名に発送、196名から回答）	ImPACTの16プログラムのPM 16名
調査方法	Webアンケート調査	オンラインインタビュー
調査目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>各研究者の研究成果、ImPACT 期間終了後の研究等の進展状況の把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PM からみたプログラム全体の成果、ImPACT 期間終了後の研究や社会実装の進展状況の把握</li> <li>ImPACT の制度に対する意見の把握</li> </ul>
主要調査項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>ImPACT の目標達成の度合い（社会・産業の変革に繋がる兆しの有無）</li> <li>ImPACT の成果内容</li> <li>研究者間の関係性の継続やオープンイノベーションの状況</li> <li>成果の対外発信の状況</li> <li>ImPACT の運営への意見</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ImPACT の目標達成の度合い（社会・産業の変革に繋がる兆しの有無）</li> <li>ImPACT 期間終了後の展開</li> <li>プロジェクトごとの特徴的な取組</li> <li>ImPACT 制度の振り返り（良かった点、改善点）</li> </ul>

### 1.2.3. 本追跡評価の実施体制（外部評価委員会の設置）

本評価を行うにあたっては、ImPACT期間当時の状況に知悉し、高い専門性を有する以下の4名の有識者を構成員とする外部評価委員会を設置した。

外部評価委員会は全3回開催し、評価に係る議論を行った（表5）。

#### 革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）の追跡評価における外部評価委員会 委員名簿 （敬称略）

秋永 広幸（委員長）

国立研究開発法人産業技術総合研究所 デバイス技術研究部門 総括研究主幹

上野 裕子

三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 政策研究事業本部  
産業創発部クリエイション・テクノロジーグループ 主任研究員

菅 裕明

国立大学法人東京大学大学院 理学系研究科 教授 CSTI議員

須藤 亮

株式会社東芝 特別嘱託 SIPプログラム統括チームアドバイザー

表 5 : 外部評価委員会の開催概要

回	日時・場所	議題
第1回	令和6年 10月29日 14:00~16:00 内閣府1422会議室	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ImPACT期間終了時から現在までの、社会実装の状況、研究開発等の進展状況の調査結果の報告</li> <li>・ 産業・社会のあり方への変革の兆しが見られたプログラムの検討</li> </ul>
第2回	令和6年 12月13日 10:00~12:00 内閣府623会議室	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 評価：ImPACTから生まれた社会・産業の変革の兆しの検討</li> <li>・ ImPACTの制度・運営上の課題の検討</li> <li>・ 追跡評価報告書の骨子の検討</li> </ul>
第3回	令和7年 1月23日 14:00~16:00 内閣府1422会議室	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 追跡評価報告書案の検討</li> </ul>

また、評価の過程では、ImPACTの制度設計・運営に知悉する以下の有識者にインタビューを実施し、ImPACT制度立ち上げ時の考え方や、実際の成果や制度への見解を伺った（表 6）。

表 6 : 有識者インタビューの対象者

有識者	ImPACT当時の役職	インタビュー日時
原山優子氏	総合科学技術・イノベーション会議 議員	令和6年 12月10日
久間和生氏	総合科学技術・イノベーション会議 議員	令和6年 12月24日

## 2. ImPACT 期間終了後の成果・進展

### 2.1. 各プログラムの ImPACT 期間終了後の成果・進展

本節では、16のプログラムの各々について、ImPACT期間終了後の主な成果、および取組の進展を整理した（表 7）。また各プログラムの成果・進展等の詳細は巻末の付属資料に記載している。

各プログラムともImPACT期間終了後にも成果があがっており、さらに取組の進展がみられる。

表 7：各プログラムの ImPACT 期間終了後の成果・進展

プログラム	ImPACT 期間終了後の主な成果・進展
超薄膜化・強靱化「しなやかタフポリマー」の実現 (伊藤 PM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製作したコンセプトカー「ItoP」を柏の葉キャンパスで常設展示、要望に応じて貸出（東大）</li> <li>・ 研究成果に基づき標準を策定：ISO21222「表面化学分析－走査型プローブ顕微鏡－原子間力顕微鏡及び二点 JKR 法を使用したコンプライアント材料の弾性係数の決定手順」（2020 年 3 月公開）</li> </ul>
セレンディピティの計画的創出による新価値創造 (合田 PM)	<p>(ImPACT で設立したスタートアップ「(株)CYBO」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 標本を高速で 3D 撮像する全スライドスキャナ装置「CYBO ScanTM」受注開始（2024 年）</li> <li>・ 4 億円の資金を調達し細胞解析技術に基づく AI 医療機器の製品開発・事業化を推進（2023 年）</li> </ul> <p>(ImPACT で設立したスタートアップ「(株)ライブセルダイアグノシス」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ LCI-S (Live-Cell Imaging of Secretion activity) 装置の事業開発、研究開発受託</li> </ul>
ユビキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿社会の実現 (佐野 PM)	<p>(ImPACT で設立したスタートアップ「(株)Lacubed」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 超小型レーザーと(株)ユニタックが開発した小型レーザー電源及び人協働ロボットを組合せ、持運びが容易なレーザーピーニング装置を商品化、数台販売（数十台、見積中）</li> <li>・ エアバス社からレーザーピーニングに関する委託開発を 2 件受注（2021 年）、その後 2 件見積もり依頼</li> <li>・ オーストラリア（納品済み）、ドイツ、韓国等の企業・研究所から見積依頼</li> <li>・ TILA コンソーシアムの設立（2019 年）、小型集積レーザー技術に関する社会実装、社会人再教育、会員協力を推進</li> </ul>
無充電で長期間使用できる究極のエコ IT 機器の実現 (佐橋 PM)	<p>(ImPACT で支援したスタートアップ「パワースピン(株)」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ JAXA はやぶさ 3 に搭載するプロセッサの開発（東北大学スタートアップ事業化センターWeb サイトでの遠藤哲郎教授へのインタビューより抜粋）</li> <li>・ 2024 年黒字転換を発表</li> <li>・ 25 億円を資金調達し技術者獲得や CAD システム投資等に充当（2023 年）</li> </ul>

(つづき)

プログラム	ImPACT 期間終了後の主な成果・進展
<b>重介護ゼロ社会を実現する革新的サイバニックシステム</b> <b>(山海 PM)</b>	<p>(ImPACT で支援したスタートアップ「CYBERDYNE(株)」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>マレーシア政府は、2022 年 6 月に、国立の神経ロボット・サイバニクスセンターの建設に着手し、革新的サイバニックシステムによる重介護ゼロ、サイバニクス治療、サイバニクス・ヘルスケアなどのアジア拠点の構築に着手した (2025 年に完成)。15.6ha の巨大なセンターであり、国家プロジェクトとしては、我が国の取り組みを遥かに超えるものであるが、日本で誕生し成長してきた当該 ImPACT の成果である。</li> <li>医療用 HAL、HTLV-1 関連脊髄症 (HAM) 及び遺伝性痙性対麻痺の適応追加に係る保険適用 (2023 年)</li> <li>医療用 HAL、HTLV-1 関連脊髄症 (HAM) 及び遺伝性痙性対麻痺の適応追加に係る医療機器承認取得 (2022 年)</li> <li>医療用 HAL 下肢タイプを導入した国：20 カ国 (2025 年 3 月現在)</li> <li>サイバニックバイタルセンシングインタフェース (動脈硬化度の計測を手のひらサイズで実現可能なバイタルセンシングインタフェース) を小型高機能バイタルセンシングシステム Cyvis (14 日間連続計測のホルター心電計) としてさらに進化させ、2024 年 12 月医療機器認証を取得、2025 年 1 月に保険適用が決定。</li> </ul>
<b>超高機能構造タンパク質による素材産業革命</b> <b>(鈴木 PM)</b>	<p>(ImPACT で支援したスタートアップ「Spiber(株)」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>構造タンパク質原料について、タイの量産プラントで年産数百トンに拡大、米国で ADM 社への生産委託で年間数千トン規模の生産体制を構築</li> <li>各種ファッションブランドと共同でアパレル製品上市</li> <li>兼松(株)と産業領域における用途開発を目指して協業開始 (2024 年)</li> <li>グローバルな量産・販売網の強化に向け 344 億円 (2021 年 9 月)、100 億円を調達 (2024 年)</li> </ul> <p>((一社) 構造タンパク質素材産業推進協会による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ライセンス事業のキックオフ (2024 年)</li> </ul>
<b>タフ・ロボティクス・チャレンジ</b> <b>(田所 PM)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ゴム人工筋肉ロボットハンドの開発、国際ロボット展への展示 ((株)ブリヂストン; 2022 年)</li> <li>(株)東京エネシス、(株)カナエと共同開発したヘビ型ロボットを福島原子力発電所 1 号機の廃炉ミッションで使用</li> <li>大末建設(株)と共同開発で、ヘビ型ロボットをベースに、マンション地下ピット点検用の自律移動ヘビ型ロボットを開発 (ImPACT で設立したコレオノイド(株)による成果)</li> <li>ロボット用統合 GUI ソフトウェアの開発、事業化</li> <li>Choreonoid2.2.0 リリース (2024 年)</li> </ul>

(つづき)

プログラム	ImPACT 期間終了後の主な成果・進展
<b>核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化</b> (藤田 PM)	<p>(日本原子力研究開発機構による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>白金族元素の内のパラジウムを再利用するための要件(重量当たりの放射能)の解明</li><li>放射性廃棄物の資源化プログラムを継続(2023年)(特許取得)(理化学研究所による成果)</li><li>核変換を効率的に進めるための革新的重陽子加速器の概念設計(日本、米国、中国、韓国で特許取得)</li><li>加速器で得られる大強度ビームを受けるための標的に関する概念を提案(日本で特許取得)</li><li>ImPACT で開発した超伝導加速空洞の実績をもとに、理研重イオン線形加速器施設に超伝導加速空洞を導入し、重イオンビームの増強に成功、今後医療用 RI の大量生成にも利用される予定</li><li>Moonshot「新的加速技術による大強度中性子原と先進フュージョンシステムの開発」(2024年採択)</li></ul>
<b>進化を超える極微量物質の超迅速多項目センシングシステム</b> (宮田 PM)	<ul style="list-style-type: none"><li>AMED 実用化研究を実施：スマートナノポアセンシング：医療機器申請に向けて臨床研究実施(大阪大学谷口教授、大阪大学病院、アイポア等；2020年度) (ImPACT で設立したスタートアップ「アイポア(株)」による成果)</li><li>2億円の資金を調達しアイポアプラットフォームを利用したポイント・オブ・ケア・テスト向け検査製品の開発加速、検査製品のバリエーション増加を促進(2023年)</li><li>機器メーカーと連携して製品発売<ul style="list-style-type: none"><li>➤ アイポアセンサモジュール⇒(株)朝日ラバー、NOK(株)</li></ul></li><li>微粒子計測装置⇒(株)アドバンテスト</li></ul>
<b>イノベーティブな可視化技術による新成長産業の創出</b> (八木 PM)	<p>(ImPACT で設立したスタートアップ「(株)Luxonus」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>2.3億円の資金を調達し、光超音波 3D イメージング装置の開発および海外への事業展開準備に投資(2023年)</li><li>第6回日本医療研究開発大賞スタートアップ奨励賞を受賞(2023年)</li><li>本邦初の新原理となる「光超音波イメージング装置 LME-01」の医療機器製造販売承認を取得(2022年)</li><li>日本超音波医学会第22回技術賞を受賞(2022年)</li><li>医療用 LME-01 の販売実績は現時点で1台、研究用機器で1台</li></ul>

(つづき)

プログラム	ImPACT 期間終了後の主な成果・進展
<b>脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現</b> (山川 PM)	<p>((株)ベスプラによる成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>携帯電話での BHQ サービスをスタート</li> </ul> <p>(パナソニック(株)による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BHQ の推定値を WEB 上で手軽に計測できる WEB アプリ開発 (2024 年)</li> </ul> <p>(ImPACT で設立したスタートアップ「BHQ(株)」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>推計 BHQ サービス開始 (2020 年)</li> </ul> <p>(ImPACT で設立した NPO スタートアップ「(一社)ブレインインパクト」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>愛媛県松前町、宮崎県都農町、長野県野沢温泉村、京都府久御山町で脳健康に関する研究協定締結</li> <li>浜松市「予防・健幸都市」実現に向けた脳と体の健康維持/促進の健康管理アプリの効果検証</li> </ul>
<b>量子人工脳を量子ネットワークでつなぐ高度知識社会基盤の実現</b> (山本 PM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>10 万個の縮退光パラメトリック発振器ネットワークから成る超大規模コヒーレントイジングマシンを実現 (日本電信電話(株)、情報・システム研究機構の共同 ; 2021 年)</li> <li>NTT Research 社を中心にしたオープンラボラトリーでの研究の継続 (10 外部研究機関との 5 年間の共同研究プロジェクト)、NSF-Expedition in Computing プロジェクトへの採択 (2 件で計 6 千万ドルの研究予算を獲得)</li> <li>BMW 社の「Quantum Computing Challenge」にて NTT データチームが『テスト車両の構成最適化』部門で 1 位 (2021 年)</li> </ul>
<b>オンデマンド即時観測が可能な小型合成開口レーダ衛星システム</b> (白坂 PM)	<p>(ImPACT で設立したスタートアップ「(株)Synspective」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>能登半島地震被災地を SAR 衛星で観測、データを無償提供 (2024 年)</li> <li>土地変位のデータサービスを提供し、平常時はインフラ保有企業・デベロッパー、テーマパークなどで活用</li> <li>5 機目の小型 SAR 衛星軌道投入 (2024 年)</li> <li>日本最高分解能 25cm の画像取得 (2024 年)</li> <li>70 億円の資金を調達し小型 SAR 衛星の開発・製造・打上・運用、量産施設の本格稼働準備、衛星データソリューションの開発とグローバル展開に充当 (2024 年)</li> <li>米 Rocket Lab 社と今後 10 機の衛星打上げに合意 (2024 年)</li> </ul>
<b>豊かで安全な社会と新しいバイオものづくり</b> (野地 PM)	<p>(ImPACT で設立したスタートアップ「オリシロジェノミクス(株)」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>モデルナ社がオリシロジェノミクス(株)を 8,500 万ドルで買収 (2023 年)</li> <li>無細胞再構成系長鎖 DN 構築ツール『OriCiro Cell-Free Cloning System』を研究用試薬として発売 (2020 年)</li> </ul>

(つづき)

プログラム	ImPACT 期間終了後の主な成果・進展
<b>バイオニック ヒューマノイ ドが開く 新産業革命 (原田香奈子 PM)</b>	<p>(ImPACT で設立したスタートアップ「Blue Practice(株)」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 同社が開発したセンサー搭載型血管モデルシステム「BIS-ORTA」が日本生体医工学学会 新技術開発賞を受賞 (2023 年)</li></ul> <p>(ImPACT で設立したスタートアップ「メドリッジ(株)」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• AMED「先進的医療機器・システム等技術開発事業」(全血対応が可能な細胞分取装置による癌モニタリング ; 2019~2021 年度)</li></ul>
<b>社会リスクを 低減する超 ビッグデータ プラット フォーム (原田博司 PM)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ImPACT で提案した狭域の無線通信システム Wi-SUN (HAN) が、現在東京電力ホールディングス (株) のスマートメーター約 2,900 万台全てに実装</li><li>• Wi-SUN (HAN) が、電力メータのみならず電力ガス、水道の共同検針用の仕様に拡張し、経済産業省次世代スマートメーター用共同検針標準仕様として採択、商用化、実装が 2025 年度より開始予定</li><li>• Wi-SUN (FAN) はアメリカのナショナル・グリッド社、デューク・エナジー社等でも採用され、全世界で 1 億台を超えて出荷 (Wi-SUN アライアンス発表)</li><li>• 超高速データベースは現在、合田和生准教授が研究を引継ぎプロモーションも実施、商用化に至る</li><li>• 医療用超ビッグデータプラットフォームは SIP 第 3 期「統合型ヘルスケアシステムの構築」で生成 AI 等も含めたさらなる拡張プロジェクトが創出 現在実施中 (2023~2027 年度)</li><li>• ImPACT で得られた知見と元に農業、医療、防災プラットフォームを構築するための新しい学術領域「プラットフォーム学」を立ち上げ京都大学内で京都大学プラットフォーム学卓越大学院を設置 (2023~2027 年度、文部科学省卓越大学院事業)、教科書発刊、博士人材育成に従事 (2025 年 2 月現在で 50 名を超える学生が在籍、4 名の学生が博士学位取得) ImPACT で提案した狭域の無線通信システム Wi-SUN は、現在東京電力のスマートメーター約 2,900 万台全てに実装</li><li>• Wi-SUN はアメリカのナショナル・グリッド社、ブラジルでも実装</li><li>• 超高速データベースは現在、合田和生准教授が研究を引継ぎプロモーションも実施、商用化に至っている</li></ul>

## 2.2. 特徴的な取組・PMの工夫等がみられる主要事例

ImPACTでは、PM主導で、失敗を恐れずハイリスク・ハイインパクトな研究開発を進めた。この中には、研究開発中に直面した様々な問題や新たな課題に対応しつつ社会・産業の変革を目指し、期間中に様々なマネジメント上の工夫や軌道修正を行いながら、研究成果を生み出したプログラムもあった。

本節では16プログラムのうち、特徴的な成果やプロセスでの工夫がみられた以下の3プログラムを取り上げ、PMの当時の背景や考え方、判断などをPMへのインタビュー形式にて記載する。

### 【取り上げた3プログラム】

- 脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現（山川義徳 PM）
- オンデマンド即時観測が可能な小型合成開口レーダ衛星システム（白坂成功 PM）
- 豊かで安全な社会と新しいバイオものづくりを実現する人工細胞リアクタ（野地博行 PM）

## 脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現 (山川義徳 PM)



目標：健康で若々しい脳でいることを個々人が享受でき、誰もが安全に低コストで脳情報を手にすることができるインフラ構築を目指した。

### (実フィールドでの実現に向けた体制構築)

内閣府：本日はお時間をいただきありがとうございます。ImPACT 事業で、私たちは「社会や産業の変革」を目指しました。山川先生の研究成果から「脳の健康を測る」ことが当たり前になれば、国民意識に大きな変革がもたらされたと言えるのではないかと考えています。「脳の健康を測る」ことを目指された背景や問題意識、先生が捉えておられる意義、そしてその実現のために ImPACT での体制構築や進め方などで重視したことなどをご紹介します。

山川：認知症やメンタル不調の増加に伴う医療費や介護費が急速に拡大する社会においては、既存の延長ではない、抜本的な社会変革が必要であると感じていました。そのような中で、ImPACT 開始当初から、ブレインマシンインターフェースのような科学的発見に基づいた技術のイノベーションに加え、『脳の健康』を目指す新たなルール形成に基づいた制度のイノベーションという「二つのイノベーション」を並行して進めることを目指しました。

その実現に向けて、革新的な技術開発を実現するための研究グループに加え、実フィールドでの活躍が期待される仕組みの構築やメンバー配置を行いました。具体的には、日本脳ドック学会を創設した新さっぽろ病院の端先生や当時学会理事長であった小林先生が、日本津々浦々に脳ドックという世界に類を見ない社会インフラを作っておられたので、そのインフラを使わせていただくことをご承諾いただきました。さらに、理研の渡辺先生、順天堂大の青木先生、岩手医科大の佐々木先生、筑波大の根本先生といった現場での活動を重視しておられる先生方に事業への参画をお願いしました。

これらの方々と協力して、これまでの病気になってから治療するという社会通念を超え、脳が健康になる生活を通じて、日々元気で心豊かに過ごせ、いつの間にか認知症やメンタル不調とは無縁の社会になるという新しいコンセプトを打ち立て、さらに、新たなルール形成を目指しました。

### (国際標準化策定をリード)

内閣府：先生のご研究では、脳の健康管理に関する標準規格 (ITU-T H. 861.0、H. 861.1) を、川森雅仁特任教授をはじめとする ImPACT 関係者がリードして策定されました。国際標準を積極的にご活用され、事業に活かされた特徴のある運営と評価されています。国際標準の重要性、ImPACT 関係者が主導したことの意義、ご苦労されたことなどについてご紹介いただけますでしょうか？

山川：脳の健康を日々の生活の中で実現するというルール形成をめざした過程で、最優先に考え

たのが脳の健康のモノサシである BHQ (Brain Healthcare Quotient) の策定でした。体重計や血圧計のように日々自分の脳の状態が測れることによって、多くの人が自分の脳の健康に配慮できるようになると考えました。さらに、このモノサシは、脳を専門としない研究者にとっても、脳を健康にする製品サービスの開発に役に立つものになると期待していました。

私たちは、この BHQ を確実なものとするため、国際標準活動を活発に進めておられた慶応大学 (当時) の川森先生の協力を得て、スイスのジュネーブにおいて ITU-T と WHO が共同で推進している eHealth に関する国際標準の研究グループでの議論を進めました。国際標準の議論は、身体の健康を中心にしたものであったことから、「脳の健康」という概念を理解いただくことすら難しかったのですが、世界に先駆け日本の高齢化が進む現状や脳ドックの存在、そして ImPACT での BHQ 関連の研究活動や社会実装活動によって、世界的なコンセンサスを得ることができました (図 2)。



図 2 : 国際標準化された脳の健康指標 BHQ (Brain Healthcare Quotient)

(大手企業との連携による測定器開発)

内閣府 : 国の事業として BHQ というモノサシを社会に広める試みをされていることが、国際標準の策定を後押ししたということですね。内閣府、そして本事業関係者にとっても励みになるニュースです。さて、山川先生のご研究では、パナソニックと連携して測定器が開発されました。革新的な分野で事業化を進めるにあたって、大手企業連携の有効性や苦労話などがございましたら、ご紹介下さい。

山川: ImPACT 実施期間中から、企業との協業や異業種のコンソーシアムの形成も進めていました。しかしながら、ImPACT 期間終了後はコンソーシアムに継続して参加いただく企業様は、残念なこ

とに徐々に減少してしまいました。その中で、重要な役割を担ったのはスタートアップでした。特に、脳に良いアプリから推定 BHQ を共同開発したベスプラ遠山社長や、スマートウォッチから BHQ をカレンダーアプリに連携したジョルテの下花社長は、最初に BHQ のビジネス化の可能性を感じた方々でした。続いて、これらの活動を参考に、自社での新規事業に組み込むことを決定くださったパナソニック HD の難波所長（当時）が社内でのコンセンサスに奔走くださり、結果として顔画像からの推定 BHQ の開発にこぎつけることができたのです。産学連携からスタートアップとの連携、さらに大企業との連携は、PwC の三治所長に全面的にご支援いただいております。現在、パナソニック BHQ 計測器の、自治体や大手企業への利用拡大も進めてくださっています。

ImPACT があったからこそ BHQ を策定することができましたが、それがすぐに社会実装に結び付いたわけではなく、迅速な意思決定が可能なスタートアップの経営者が自主事業として BHQ をサポートして下さり、大企業の中の先導者が社内を巻き込んで事業化を進め、それらをコンサル会社の理解者が全面的にサポートして下さったからこそ、ImPACT 期間終了後も BHQ の活動を継続できたと考えています。裏を返せばコンサル会社なしには連携は維持拡大せず、大企業は BHQ 事業のような新規事業を始めるには社内調整に時間が必要であり、またスタートアップは BHQ 事業を現状継続拡大できているわけでないという厳しい現実もあります。それらを繋いでいるのが関係者一同の「BHQ で社会に貢献する」という熱い想いだと感じています。

#### （地域連携によるサービスイン）

**内閣府：**多くの方々の志がつながって産学連携、事業化が進んだことを初めて知りました。ありがとうございます。さらに、山川先生の研究成果に関する社会実装の特徴として、地方自治体等と連携した健康サービスの展開が挙げられると考えています。モノづくりではないというところですね。先生が地域連携によるサービスを出口に捉えた理由やその有効性、苦労されている点、今後の展開などございましたらご紹介ください。

**山川：**BHQ 関連サービスの初期ユーザーは、認知症予防を強く希求する高齢者であると考えました。このことから、国保事業を現場で遂行している市区町村の自治体が最適な連携先となったわけですね。しかし、多くの自治体は目の前の住民の期待であるエネルギー政策に注力しており、長期的な保険福祉事業の継続に危機感を持つ自治体を探すことには困難が伴いました。とは言え、結果的には、京都府山下副知事（当時）や京都府久御山町中村副町長、愛媛県山名局長（当時）や愛媛県松前町宇都宮保健師などの協力によって、自治体での検診事業への導入や地域産業振興が推進できました。

一方で、科学的知見から、BHQ は 20 歳から着実に低下していくことが明らかになっています。つまり、若い時からの BHQ の維持向上が肝要であり、高齢者だけでなく働く世代も対象とする必要があるということです。そのため、働く世代を抱える企業の中で、メンタル不調対策を積極的に進めている企業との連携を始めました。従業員は、高齢者の認知症ほど危機感がなく、メンタル不調を感じる人も一部であるため、マイナスをゼロにするだけでなくゼロをプラスにする Well-being 向上や生産性の向上を中心に今後は進めていく計画です（図 3）。

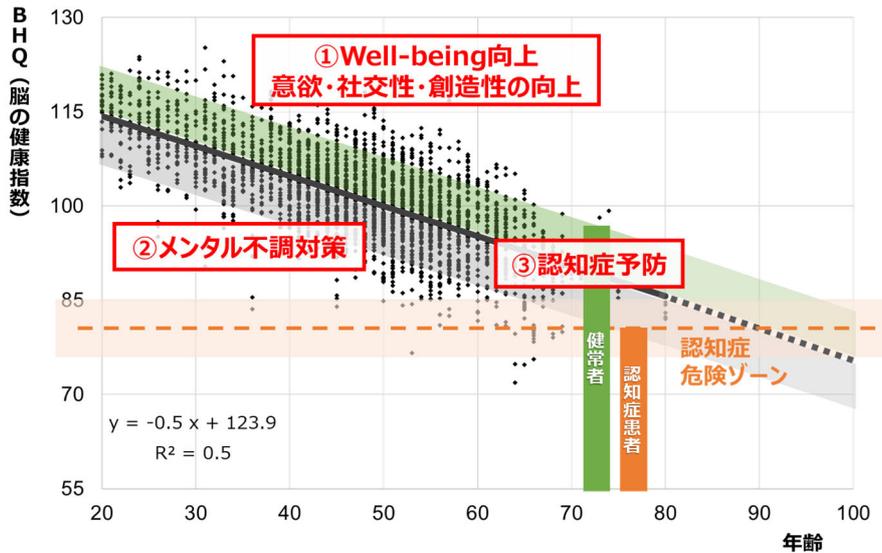


図 3：BHQ の活用が期待される 3 つの領域

私は、これら自治体や企業との連携の中で共通した取組においては、脳の健康状態が見えることだけでなく、改善できることがより重要になると考えています。そこで、BHQ Actions と名付けた楽しく無理なく脳を健康にする行動指針を作成し、住民向けや企業向けの活動も推進しています。今後、このガイドラインに従った事例を、さらに拡大していく予定です（図 4）。

【BHQ Actionsのマークと論文キーワード】



No.	カテゴリ	目標	論文キーワード
1-1.	健康	自分の脳を知ろう	BHQ、脳の健康
1-2.	管理	自分の体を知ろう	BMI、血糖値、ダイエット
2-1.	運動	エクササイズを習慣にしよう	有酸素運動
2-2.	運動	スポーツを楽しもう	レジャースポーツ
3-1.	社会	人と積極的に関わろう	社会資本、一人暮らし
3-2.	生活	多様性を受け入れよう	多様性、共感
4-1.	食事	野菜を食べよう	地中海食、ビタミンA・B
4-2.	食事	おやつを工夫しよう	ナッツ、ペリフラボノイド
4-3.	食事	バランスの良い食事を食べよう	魚、不飽和脂肪酸
5-1.	睡眠	質の良い睡眠をとろう	睡眠
5-2.	睡眠	仕事がある日も休息をとろう	休息
5-3.	睡眠	疲労とストレスを貯めないようにしよう	疲労、ストレス
6-1.	学習	学習を続けよう	学習
6-2.	学習	わくわくする体験をしよう	好奇心、意欲
6-3.	学習	アートや音楽に挑戦しよう	芸術
7-1.	環境	住環境を整えよう	空温、調光、天井の高さ
7-2.	環境	外に出て自然に触れよう	自然、生活環境、都市生活
7-3.	環境	美しいやわいしを周りにおこ	美

【BHQ Actions 監修】

- ・ 山川 義徳 (京都大学特命教授、東京工業大学特定教授、神戸大学客員教授)
- ・ 岡本 摩耶 (京都大学 経営管理大学院 客員教授)
- ・ 國分 圭介 (京都大学 経営管理大学院 特定准教授)
- ・ 根本 清貴 (筑波大学 医学医療系臨床医学域 准教授)
- ・ 川森 雅仁 (慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科 特任教授)
- ・ 伊香賀 俊治 (慶應義塾大学 理工学部 教授)
- ・ 小池 康晴 (東京工業大学 科学技術創成研究院 教授)
- ・ 猪原 匡史 (国立循環器病センター 部長)
- ・ 富田 克彦 (神戸大学 オープンイノベーション機構 特命教授)
- ・ 古和 久朋 (神戸大学大学院保健学研究科 教授)
- ・ 渡辺 恭良 (神戸大学 特命教授、理化学研究所 客員主管研究員、大阪公立大学 名誉教授)

【活用事例・受賞】

- ・ 活用事例 (自治体関連)
  - 京都府久御山町、愛媛県松前町、長野県野沢温泉村、福島県積葉町、宮崎県都農町、愛媛県久万高原町、兵庫県神戸市、鳥取県日南町、静岡県浜松市、東京都など (民間企業関連)
  - パナソニックHD、セントラルスポーツ、ココロ、ベスラ、松栄堂、丹青社、三井住友銀行、ライザップ、パログループ、Vトラック、大阪商工会議所、UR、松山三越コアスひめ、藤枝MYFC、コアコア、梓設計、ジアルテ、湘南アイパーク、SOMPOひまわり生命、日本アロマ環境協会など
- ・ 受賞
  - 内閣府 日本オープンイノベーション大賞 選考委員特別賞

図 4：BHQ Actions ～楽しく無理なく脳を健康にする 18 の行動指針～

内閣府：脳の健康が、近い未来、私たちの生活における「新たな常識」になりそうです。このコラムを読まれた方々の中から、BHQ を、日々の健康管理や QOL 改善に役立てるアイデアが生まれたら嬉しいです。近いうちに、スマホのアプリに入っているかもしれないですね。ご協力ありがとうございました。

## オンデマンド即時観測が可能な小型合成開口 レーダ衛星システム（白坂成功 PM）

目標：必要なときに必要な地点で観測できる小型衛星を打ち上げ、夜間や悪天候でも打上後から数十分～数時間で観測可能になるシステムの構築を目指した。



### （小型 SAR 衛星の開発と ImPACT の柔軟性）

内閣府：毎年、評価アンケートにご協力いただきありがとうございます。昨年度のインタビューで、白坂先生のご研究は世界的にも取組が始まったばかりの SAR 衛星のコンステレーションを目指したもので、資金調達を円滑に進めるために、ImPACT の研究開発スケジュールを前倒ししたと伺いました。このような、先生の取組が必要とされた当時の時代背景と、研究を可能にした ImPACT の制度の柔軟性などをご紹介いただけますでしょうか？

白坂：ImPACT 事業開始当初は、SAR 衛星で数十機レベルのコンステレーションを構築すること自体が、世界中で現実的とは考えられていませんでした。私のプログラムでも、当初はコンステレーションではなく、即時打上げが可能な小型 SAR 衛星の実現により災害状況把握を即座に行うことを目指していました。しかし、スタートアップで社会実装するためには、発災時の利用だけでなく、通常時にも利用され、対価を得ることができなければ事業として成立しません。そこで、常時利用が可能なコンステレーションを目指すことにターゲットを変更しました。このターゲットの変更があっても、技術的な視点での ImPACT の事業計画には変更の必要性はありませんでした。しかし、世界的にも、小型 SAR 衛星のコンステレーションを計画する企業が出始め、競争に勝つためには、スケジュールを早める必要がありました。そのような理由で、ターゲット変更とともにスケジュールの変更もおこなわれました。さらに、発災時のステークホルダーの価値を重視するとともに、通常時の利用では、SAR データの扱いに慣れていない会社等をターゲットとしたため、体制も変更して、利用に関わる研究も強化しました。

このような変更ができたのには、ImPACT 事業に、研究計画の変更を柔軟に認めていただける制度があったことが役立ちました。白坂プログラムは 3.5 年の短い期間でしたが、この期間ですら、ベンチマーク相手が毎年変わってしまうくらいに変化の激しい領域であり、制度の柔軟性がなければ成果につながりにくかったのではないかと考えています。

### （社会実装を目指した体制構築と開発方針）

内閣府：先生のご研究では、最初から社会実装・事業化を目指して ImPACT での研究開発体制を組まれたと伺っています。体制構築で実際に重視したことをご紹介下さい。また、ImPACT 期間中に、開発目標を分解能から「災害発生時に情報提供までの時間が短いこと」に変更したと伺っています。このような開発方針の考え方や方針変更の具体的なきっかけ、今振り返っての方針変更の有効性などをご紹介ください。

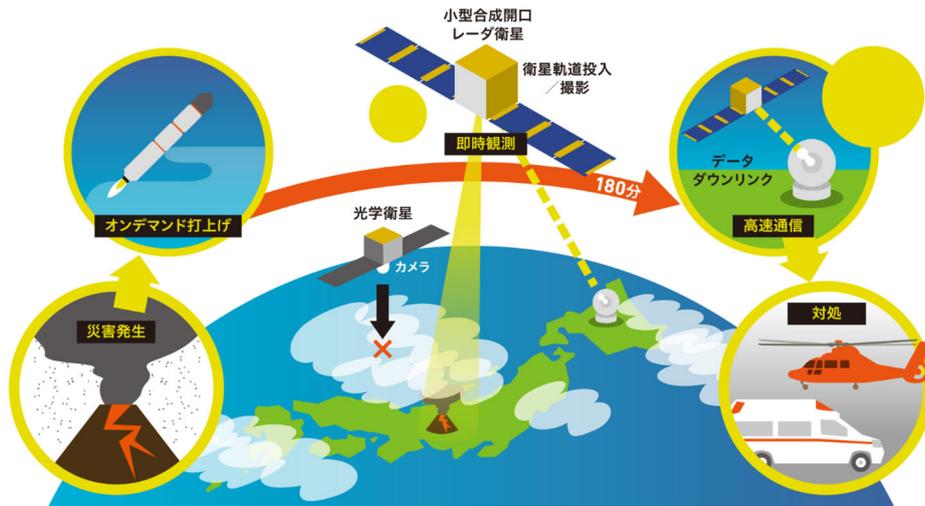


図 5：白坂プログラムでの研究開発の概要

白坂：ImPACT 開始当初から、社会実装を考慮して、最終的に小型 SAR 衛星を製造する可能性がある企業に参加していただき、常に量産時コストを試算しながら研究を進めていました。しかし、上述したように、途中で小型 SAR 衛星のコンステレーション実現を考慮した結果、発災時のステークホルダーの価値を重視するとともに、通常時の利用時のことを考慮して体制の変更をおこなっていました。

発災時のステークホルダーの価値については、発災時に役立つもの考えると、それまでの地球観測衛星では当たり前であった評価軸である「空間分解能」と「時間分解能」ではなく、災害対応に関わるユーザーにとっての価値である「即時性」が重要であると考えにいたりしました。そのためには、一秒でも早く、災害場所を特定し、撮像をし、データをダウンリンクし、処理して、情報を提供することが必要となります。この全体の流れを設計しなおし、必要な技術を特定し、研究項目を追加するとともに、体制変更を行いました。その他にも、通常の利用時については、SAR データの扱いに慣れていない会社等をターゲットとする必要があったため、体制を変更して、データ利用に関わる研究も強化しました。

#### （スタートアップ Synspective 社の設立と成長）

内閣府：ImPACT 事業で開発された技術を継承して、小型 SAR 衛星「StriX」（ストリクス）が完成し、2018 年 2 月に Synspective 社が創業されました。Synspective 社は、これまでも多くの資金調達に成功し、また 2024 年 12 月 19 日に上場予定と伺っています。同社の目指すもの、また事業を軌道に乗せるために重視・苦労したこと、今後の見通しなどご紹介いただけますでしょうか？

白坂：すでに、Synspective 社の経営からは離れているので、今後の話ではなく、立ち上げからの話をさせていただきます。Synspective 社の立ち上げ時には、早期の社会実装を目指して、考慮したことが何点かあります。

まず、資金調達のために、「Synspective 社のビジネスが成功する可能性が高い理由」について、そのロジックを精緻に設計しました。長期にわたる業界の経験とともに、ImPACT 期間中におこな

ったベンチマーキングも用いて検討を行いました。この検討結果は、資金調達時の出資者への説明に役立ちました。また、事業を軌道にのせるために、スピード、コストと体制が最も重要と考えました。スピードに関しては、事業開始時の計画に比較して、軌道上実証を1年早めるよう、ImPACT 期間中にスケジュール変更しました。人工衛星の目標コストも、ImPACT 期間中に4分の1以下へと変更しました。

体制については、次にあげる2点を重視しました。1点目は、先ほどお伝えした通り、利用者の立場を考慮した結果、SAR 画像をそのまま提供しても処理できるのはごく限られた人たちであることから、処理後の情報に変換するサービスまでカバーできるように ImPACT 期間中に体制を変更しました。そして、Synspective 社は、立ち上げ当初から、人工衛星の開発と、データ処理の技術の開発の両方をもつ世界で最初の宇宙スタートアップとなりました。これは、人工衛星データビジネスが、人工衛星の機数不足、すなわちデータ不足と、利用ニーズ不足が同時におこることによる停滞問題の解決にも貢献できると考えた結果でもあります。

そして、最も苦労したのは経営者探しでした。私自身は技術の研究者であり、経営のプロではありません。大学での業務もあります。このため、100%コミットしてくれる経営者を探しました。そのときの条件は、以下の5つです。

#### 1. 宇宙以外のビジネス経験

宇宙開発は長時間をかけて行うという業界常識がありました。しかしながら、Synspective 社ではスピードが重要と考えたため、宇宙開発の時間感覚ではなく、他の通常ビジネスの感覚で動く人が良いと考えました。

#### 2. 宇宙を含む技術への造詣

Synspective 社は技術開発が重要な会社となるため、技術に対する造詣があるとともに、技術に興味のある経営者である人が良いと考えました。

#### 3. スタートアップの経験

大手の中で動くのではなく、自らが動いて会社を動かすスタートアップの経験を持っている人が良いと考えました。

#### 4. 国際性

人工衛星は地球の周りを回るため、国内だけでビジネスをするのはもったいないですね。最初から国際的なビジネスを考えられる人が良いと考えました。

#### 5. 国との対話能力

宇宙ビジネスはまだ始まったばかり。ビジネスを進める上で、国との対話が必要になる可能性が高いはず。それを毛嫌いすることなく、また対等に議論をできる人が良いと考えました。

これら5つの条件全てを満たしたのが、現在のSynspective 社のCEOである新井元行さんでした。



新井元行氏と白坂 PM

### (画像提供サービスと活用事例)

**内閣府**：スタートアップを目指す方々にも有益なご意見をいただきありがとうございました。打ち上げられた SAR 衛星からは、能登半島地震の際も衛星画像を提供するという、国民の福祉に供する成果が見えてきています。最後に、現在提供されているサービスと、それが災害でどのように活用されているのか、今後はどのように利用されていくのか等を教えてください。

**白坂**：現在、Synspective 社が提供しているサービスのうち、災害対応に使われるものには、以下の3個のサービスがあります。Synspective 社の説明(<https://synspective.com/jp/solutions/>)から引用します。

- Land Displacement Monitoring (LDM)

街や道路、トンネル、橋などの社会インフラにとって、地すべりや地盤沈下といったリスクから安心・安全を評価することは必要不可欠です。LDM ソリューションは、継続的な衛星によるモニタリングによる InSAR 解析技術で、広域の地盤変動を mm 単位で検出します。

- Flood Damage Assessment (FDA)

洪水被害において、どこでどれくらいの洪水被害があるか、少しでも早く知ることが大切です。FDA ソリューションでは、SAR 衛星から全天候型の地表観測によって、浸水領域及び浸水の深さ等、広範囲の洪水被害の状況を迅速に評価します。

- Disaster Damage Assessment (DDA)

大雨や強風に伴う土砂災害や家屋倒壊、火山噴火に伴う火山灰堆積など、自然災害発生時には、被害・変化状況を迅速に把握する必要があります。天候や時間に左右されない SAR 衛星による地表観測により、遠隔から広範囲に被害度合いや変化状況を把握することができます。

この他にも、Synspective 社は、国立研究開発法人防災科学技術研究所と協力して、必要な場所を素早く撮像し、その結果を提供するためのシステム構築の実現を目指しています。

**内閣府**：短い事業期間で、人工衛星が開発され、その人工衛星が私たちの空を飛んでいるのですね。ImPACT が目指した、「イノベーションに最も適した国」になること、「起業、創業の精神に満ちあふれた国」になることの両方を体現した人工衛星です。とてもワクワクしました。本日はお時間をいただき、ありがとうございました。

## 豊かで安全な社会と新しいバイオものづくりを実現する 人工細胞リアクタ（野地博行 PM）



目標：世界トップの「マイクロデバイス技術」と「人工細胞技術」を融合し、「人工細胞デバイス技術」の創成を目指した。

**内閣府：**お時間をいただきありがとうございます。先生のテーマでは、どのテーマにもまして丁寧に研究開発計画の「つくりこみ」を行ったと伺っています。ImPACT 事業で目指した出口と、研究開発プロセスに対して、「つくりこみ」は、どのような役割を果たしたのでしょうか？

**野地：**当時の ImPACT 議員の皆様、ImPACT アドバイザー、および内閣府そして JST ImPACT 担当者による大変な指導およびサポートによって、私は最初の数ヶ月間はプログラムの「つくりこみ」作業に集中しました。実際の研究開発は 3 年足らずのプログラムでしたが、このプロセスがなければ、私のプログラムは基礎的な工学研究プロジェクトとして終わっていた可能性が高く、例えばオリシロの設立に至ることはなかったと思います。私のプログラムの評価は皆様及び外部有識者にお任せしますが、もしある一定以上の成功があるとしたら、それはなによりも「つくりこみ」があつてのものと思います。当時の久間議員をはじめとする皆様方には、心から感謝しております。

**内閣府：**先生のテーマでは、立教大学末次先生や平崎誠司氏を ImPACT の体制に組み込んだことがオリシロジェノミクスの円滑な設立につながったのではないかと考えています。ImPACT の体制構築に際し先生が重視したこと、社会実装を担う人材を抜擢することの重要性など、ご紹介下さい。

### （末次氏の研究を取り入れた経緯および、取り込んだ当初の経緯）

**野地：**当初、私の ImPACT プログラムには末次氏の参加は予定されていませんでした。しかし、上述の「つくりこみ」作業中に末次氏の未発表データに関する情報が入ったため、急遽本人に JST 市ヶ谷まで来てもらいその詳細をインタビューしました。その結果、数 100kbp の DNA を常温で指数増幅できることを知り、重要な基盤技術になると判断したうえで「ふえる」プロジェクトに参加してもらうことになりました。末次氏の未発表データをいち早くすることができたのには背景があります。末次氏は、2011-2016 年に JST PRESTO「細胞構成」として採択されており、ImPACT の研究につながるゲノム合成酵素系の生化学的研究に取り組んでいました。私は、この PRESTO のアドバイザーとして末次氏の研究提案の採択およびアドバイスに関わっています。この関係で、PRESTO 終了後も末次氏の成果は聞く機会があり、これが ImPACT に末次氏が参画した重要な背景です。

上述の末次氏へのインタビューにおいて、末次氏が開発した無細胞の長鎖 DNA 増幅技術は国内出願手続きが終了していましたが、PCT 出願は所属する立教大学の理解が得られず権利放棄する方向であるとわかりました。この時点で、PCT 出願締め切りまで 1 ヶ月もなかったと記憶していません。そこで、急遽 JST ImPACT 事務局及び知財部と相談・交渉して、末次氏の PCT 出願を JST ImPACT

予算でサポートすることとしました。ただし、ImPACT 予算は時限付き基金であり、プログラム終了後はこの知財を維持する財源の裏付けが消失するため、「ImPACT プログラム終了時までこの特許を買い取る企業等が現れない限り、ImPACT 期間終了をもってこの知財を破棄する」ということになりました。これが、ImPACT 期間終了直前にオリシロを起業したもう一つの背景です。

「つくりこみ」が終了し、実際の研究開発が始まったのちは、「ふえる」プロジェクトの末次氏の研究には研究予算を集中させて可能な限り加速推進しました。これと並行して、特別なマネージング体制を敷き、社会実装化の戦略策定に取組みました。特に有効だったのは、無細胞の長鎖



DNA 増幅の溶液をキット化するプロジェクトです。これによって、国内のみならず海外の企業から希望者を募りキットを配布することで、「どのような企業がどのような目的で末次技術に興味を持つのか」に関する情報を得ることに成功しました。これによって確実にニーズがあるという確信に至りましたが、その後のバイオ試薬メーカー等へのインタビューの結果、既存のメーカーに技術移転するだけでは

その技術のポテンシャルを最大化できないと判断しました。そのため、末次技術は大学発ベンチャーとして起業化することを決定しました。

#### (平崎誠司氏の CEO への抜擢の経緯)

**野地：**言うまでもなく、バイオベンチャーの成功には CEO 選定が最大の重要なポイントになります。そのため、私も複数のバイオベンチャーを解析したうえで、PM として CEO の人選を担当しました。当初、候補者を紹介してもらい何人かインタビューさせていただきました。しかし、私たちがイメージしていた「ベンチャーの立ち上げの初期を経験している国際経験の豊富な人物」はおられませんでした。そのような状況のなか、とある人材紹介会社に平崎誠司氏を紹介してもらいました。平崎氏は新聞記者として英国に長く滞在したのち、大阪のバイオベンチャーに参加し、初期の立ち上げ経験した経歴をもっていました。加えて、末次氏の技術の価値を理解した上で大変興味を持っていただいたため、CEO を平崎氏にお願いすることになりました。このプロセスは1年近くかかりましたが、ここで妥協をしなかったのが重要なポイントの一つであると考えています。

その後、オリシロ社は ImPACT 期間終了直前に起業し、速やかに JST が有する末次特許の使用契約を結び、その後完全買い取りをしたと記憶しています。オリシロ社設立後の末次氏および平崎氏らによる活動に関しては、詳細を述べることはできませんが、オリシロ社の成功は末次氏による徹底した研究開発と、平崎氏の「やるべきことを全て粛々と実行する」というスタイルによるものと考えています。

#### (ImPACT PM としての取組や社会実装人材の重要性について所感)

**野地：**以上の経験を通じて痛感したことは、「バイオベンチャーに関与したがる方々（主として投資目的）は多数おられますが、CEO として本当のリスクと責任を引き受けられる候補者は極めて少ない」ということです。同時に、「組織を0から作って育てる経験を持つ方も極めて少ない」と

ということです。そのため、その掛け算である「0 から何らかの組織を作り育てた経験のある CEO 候補者はほとんどいない」という状況です。現在は多少なりとも状況が改善していると信じたいですが、欧米と異なり「成長見込みのないベンチャーはすぐに終了させて次のベンチャーを作る」という文化にない日本では、将来性のないベンチャーを低空飛行のままダラダラと続けるケースが多く、失敗も含めて経験値の高い CEO 候補者が国内で循環していないと思われまふ。ただ、私は平崎氏が極めて特異な人物であるとは考えていません。



アボットジャパンの吉村徹所長(プロジェクト 1A 研究開発責任者)が Research Fellow を授与された。日本人初の授与。2018 年 4 月

私の知る平崎氏は、強いリーダーシップやカリスマ性があるという点がポイントの人物ではありません。私が平崎氏を評価する点は、「0 から組織を作る際に何を優先して何に取り組むべきか」「事業の方向性の探索過程では誰の意見を聞くべきか」「情報発信するためにどこに行くべきか」などを的確に判断したのち、全て淡々と実行するという姿勢です。これは、ある一定の経験値と合理的な洞察力・学習能力があれば身につけられるものです。つまり、成功するベンチャーの CEO に必要なのは天才的な能力やカリスマではなく、やるべきことを正しく理解してもれなく実行する能力であると考えます。そのような能力を有する人材は、国内にもまだまだ多数存在するはずでふ。そのような人材がベンチャー CEO 候補者として顕在化しない理由については私が述べられる範囲を超えています。比較的是っきり言えることは、まだかろうじて国際的レベルを維持している日本の基礎研究力を考えると、オリシロ以上のベンチャーが多数誕生する潜在的可能性は極めて大きいということです。

#### (オリシロでの事業化とモデルナによる買収)

**内閣府:** 先生の ImPACT の成果 (ふやす) はオリシロジェノクミスに引き継がれ、また同社は 8,500 万\$でモデルナに買収されました。オリシロのまま事業を行うよりも ImPACT の成果を早く広く社会に提供できたという面があったかと考えています。オリシロでの事業化とその後のモデルナの買収について、先生自身はどのように評価しておられますか。

**野地:** 2 つの意味で極めて大きな社会還元につながったと考えています。

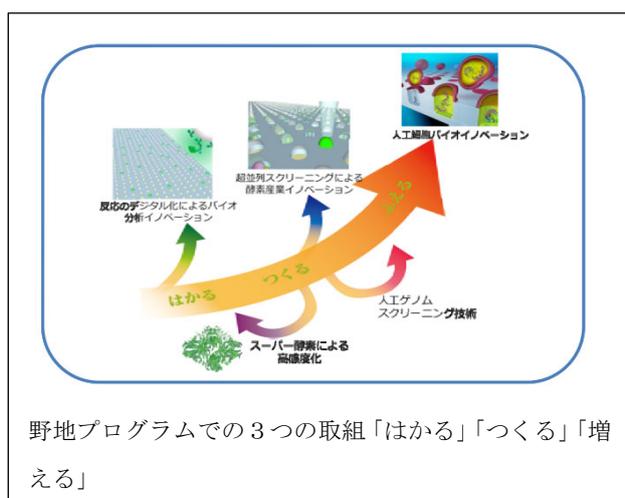
1 つ目は、近視眼的に見ても ImPACT による投資は、極めて短期間のうちに大きな形で日本に還元されています。まず、買収額は全て日本人すなわち日本に与えられたものです。正確な計算はしていませんが、末次氏の研究には ImPACT 予算は総額で 2.3 億円投資されています。これが数年後に約 110 億円となり日本に戻ってきています。雇用の面でも、プラスになっています。旧オリシロメンバーはほとんどそっくりモデルナエンザイマティクス社に異動しました。つまり、オリシロが産んだ雇用は、国内にとどまりむしろ拡大しています。その一部人材は海外に移動していますが、日本人の雇用は全体として拡大しています。

2 つ目は、まだ可能性の段階ですが、モデルナ社が今後 RNA ワクチンや核酸医薬の製造にオリ

シロ社の技術を使うことになれば、これは金額では測れない世界的な医療貢献につながります(\*)。M&A でも発表されていますが、モデルナ社をはじめとする RNA ワクチン企業は、生産技術が無細胞化しています。しかし、DNA 関係は未だバクテリアを用いる必要があります、バクテリアに由来するごく少量の狭雑物質をいかに低減化させるかが重要な課題になっています。オリシロ社の技術はこれを解消する可能性があり、現在もモデルナ社およびモデルナエンザイマティクス社がその実現に取り組んでいます。少なくとも、このようなスケールでの研究開発は、オリシロ社だけでは不可能だったと考えます<sup>8</sup>。

新しい技術は、どの例を見ても広い意味で何らかの M&A を経て進むものであり、自社開発だけにこだわる範囲では、非連続的な成長や事業拡大は極めて難しいと考えています。そのような意味では、今後モデルナエンザイマティクス社がオリシロ技術で飛躍的な成長をとげ、さらに研究投資を行い雇用も事業も拡大することになれば、アメリカの投資を利用して日本の事業を拡大していると見なすことができるはずです。

**内閣府：**経験に基づく貴重なご意見ありがとうございました。最後に、「はかる」「つくる」「ふえる」とともに科研費やCREST、ムーンショットなどで研究が継続されているとのことですが、ImPACTの研究がその後どのように継承されているかもご紹介下さい。



**野地：**わたしの ImPACT「人工細胞リアクタ」プログラムでは、微小リアクタ技術を利用した3つの取組を推進しました。1つめが「はかる」で取組んだ超高感度デジタルバイ分析法の社会実装です。2つめが「つくる」で取組んだ酵素スクリーニングデバイス、3つ目が人工細胞に様々な分子システムを搭載した人工細胞創成の「ふえる」となります。それぞれ、ImPACT 期間終了後も非常に順調に成長しています。

「はかる」では、まず私が開発したデジタル抗原抗体検出反応（デジタル ELISA）を Abbott Japan 社においてテストしてもらい、自動装置開発も含めて多数の測定項目を確立してもらいました。現在は、主に Abbott US 本社において引き継ぎ実用化に向けた開発に取り組んでもらっていると聞いております。「はかる」では、国内メーカーである Toppan holdings. にデジタル核酸計測技術の開発と実用化に向けた取組をしてもらいました。現在も、私の研究室と Toppan 社との共同研究は継続・拡大しており、東京大学社会連携講座として第1期「デジタルバイオ分析」講座（2018-2022年）、第2期「次世代デジタルバイオ分析」講座（2023年-2025年）として取り組んでいます。また、私たちはスマートフォンとデジタルバイオ分析法を組み合わせた小型化技術も開発しました。この研究は、現在 AMED ムーンショット

<sup>8</sup> 内閣府コメント：有識者（原山優子氏）からも同様の意見を頂いている

ト産学プロジェクトへと引き継がれており、在宅における超高感度デジタルバイオ分析に向けた取組が進行中です。

「つくる」では、微小リアクタ技術を用いた無細胞酵素スクリーニング技術を開発しました。この技術は、現在の JST Gtex バイオモノづくりプログラムにおいて、「超並列たんぱくプリンタの開発」（代表：野地）の基盤技術として引き継がれており、更なる価値の創出と社会実装化を目指しています。ImPACT メンバーであった末次さんも含めたグループで、総額 4 億 4 千万円のプロジェクトへと拡大しています。

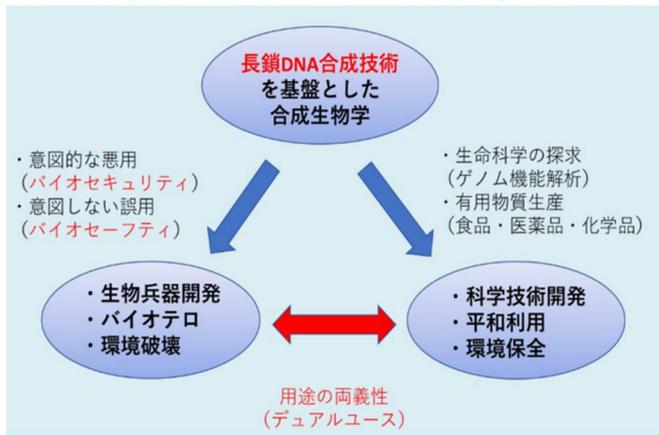
「ふえる」では、様々な人工細胞技術を開発しました。その一つが、後述する無細胞ゲノム複製システムの開発と社会実装で、これはオリシロの設立およびモデルナによる M&A へと繋がっています。これに関しては後述します。そのほかの人工細胞研究は、例えば現在進行中の CREST「長鎖 DNA 合成と自立型人工細胞創出のための人工細胞リアクタシステム」（代表：野地，2019-2026）、CREST「人工ゲノムのセルフリー-On chip 合成とその起動」（代表：末次，2018-2025）、CREST「自己生産し進化する人工ゲノム複製・転写・翻訳システムの開発」（代表：市橋，2020-2026）、などへと発展しています。この三つの CREST プロジェクトは総額 10 億円以上の規模になっていると思います。このように、「つくる」の基礎研究の部分も大きく発展していると言えます。

**内閣府：**このコラムを読まれた方々の中から、第2の野地先生、末次先生が生まれることを期待しています。ご協力ありがとうございました。

**内閣府による追記：**野地 PM のプログラムでは「長鎖 DNA 合成技術の進展と課題」に関する調査報告書をリリースしている。バイオセキュリティ、セーフティ、デュアルユースにも言及されている。

<https://www.jst.go.jp/impact/noji/progress/pdf/20190301.pdf>

長鎖 DNA 合成技術の進展とバイオセキュリティ・セーフティ (BS2) とデュアルユース問題



## 2.3. 定量データ等における ImPACT の成果の特徴

### 2.3.1. ImPACT の研究成果に基づき執筆された論文

ImPACTの研究成果に基づいて執筆された論文は2014～2024年で1,702件にのぼった。これら論文の1論文当たり被引用数は40.1で、後続の研究に一定の影響を与えたと言える(表8)。

SIP、FIRSTの1論文当たり被引用数はそれぞれ27.4、58.4であった。FIRSTの研究費がImPACTの2倍であること、FIRSTが世界のトップを目指した先端的研究を目指した「研究者最優先」の制度であることを踏まえると、ImPACTも決して引けを取らない水準であることが窺える。

表8：ImPACTの研究成果に基づく論文の1本当たり被引用数（SIP、FIRSTとの比較）

年	ImPACT			SIP(第1期、第2期)			FIRST		
	論文数(A)	被引用数合計(B)	1論文当たり被引用数(B/A)	論文数(A)	被引用数合計(B)	1論文当たり被引用数(B/A)	論文数(A)	被引用数合計(B)	1論文当たり被引用数(B/A)
2010							121	21348	176.4
2011							377	36393	96.5
2012							512	58537	114.3
2013							770	57045	74.1
2014	9	678	75.3	3	634	211.3	799	62,995	78.8
2015	104	6,173	59.4	117	6,461	55.2	396	22,148	55.9
2016	262	14,603	55.7	238	12,084	50.8	183	11,379	62.2
2017	326	15,693	48.1	322	12,560	39.0	148	9,543	64.5
2018	348	12,975	37.3	345	11,742	34.0	87	3,844	44.2
2019	303	11,706	38.6	374	11,600	31.0	80	4,019	50.2
2020	159	3,992	25.1	335	7,938	23.7	73	1,864	25.5
2021	75	1,732	23.1	331	6,588	19.9	71	2,218	31.2
2022	62	579	9.3	244	2,959	12.1	105	2,110	20.1
2023	37	135	3.6	205	878	4.3	71	716	10.1
2024	17	14	0.8	178	203	1.1	59	91	1.5
赤枠合計	1,702	68,280	40.1	2,692	73,647	27.4	2,072	120,927	58.4
研究費	516.4億円			3,019億円 (第1期:1,573.8億円、第2期:1,445億円)			1,100億円		

データ出所：Webの論文検索サイト「Dimensions」に掲載された論文のうち、書誌情報に「ImPACT」「SIP」

「FIRST」の記述がある論文数とその被引用数をカウントした

2024年11月22日現在のデータを用い、2014～2024年をカウントの対象とした

### 2.3.2. ImPACTの成果の知財化

ImPACTに参加した研究者のうち、成果を国内特許出願した研究者が48%、成果が特許登録された研究者も29%おり、研究成果に基づく知財化の取組が進みつつある(図6)。

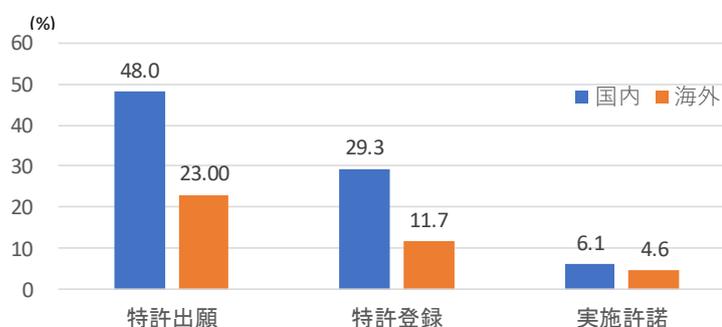


図6：ImPACTでの知財関連の取組を行った研究者の割合

出所：令和4年度追跡調査アンケート (n=196)

鈴木PMのプログラムでは、知財のプールやマッチング・標準化を推進する組織、構造タンパク質産業推進コンソーシアム（CASPI）を設立している（図 7）。鈴木PMは、各研究機関が持つ知財の有効活用と知財を利用したい企業などの利便性向上を目的に、ImPACTの期間中から、ImPACT期間終了後に知財を管理し産業化を推進する組織を構想していた。2024年にはライセンス事業が開始された。

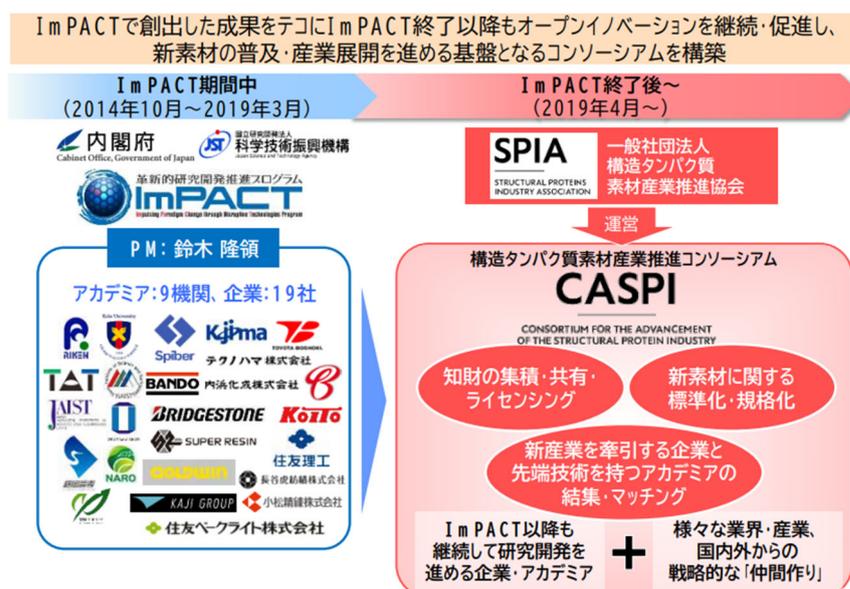


図 7：鈴木 PM が設立した、知財のプール・マッチングや標準化を推進する団体「CASPI」の概要

出所：ImPACT成果報告会鈴木PM資料

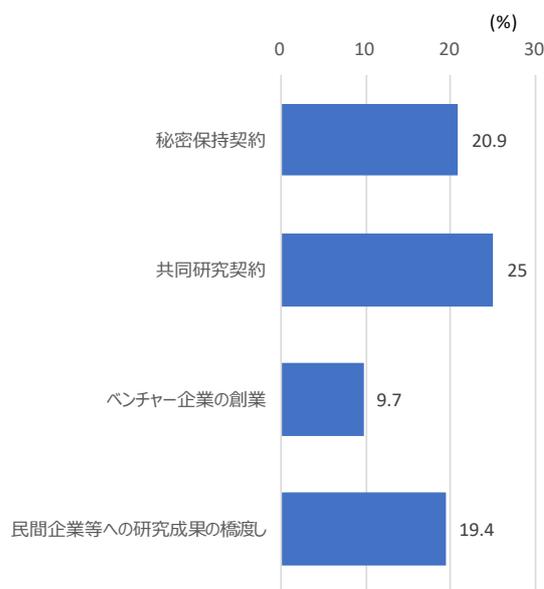
<https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/yusikisha/20201008/siryol-2.pdf>

### 2.3.3. 成果の普及に向けた取組

ImPACTに関わった研究者のうち、ImPACT期間終了後に成果の普及に向けた取組を民間企業等と行った研究者の割合は2割程度を占めた（図 8左グラフ）。

成果が普及した要因として、アンケートでは「ユーザー側のニーズとマッチしていたため」、「民間企業等と連携して、実用化や事業化に取り組んだため」が比較的多く、ユーザーニーズとの合致や企業との連携体制などがより重要であることが窺える（図 8右グラフ）。

(研究成果の普及の取組)



(研究研究成果が普及した要因)

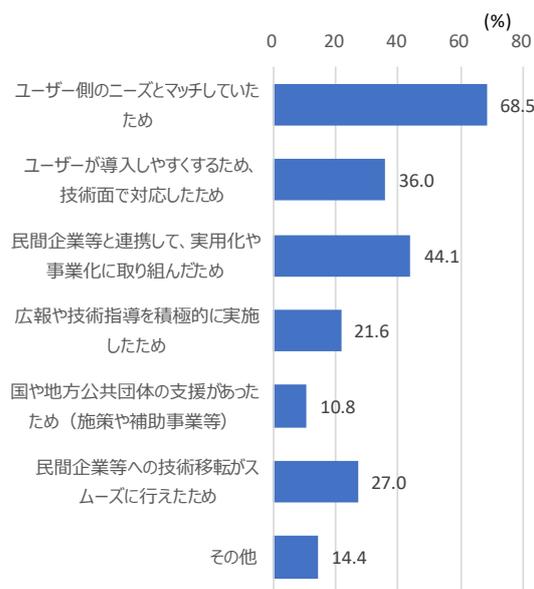


図 8 : ImPACT 期間終了後に、成果の普及に向けた取組を行った研究者の割合

出所 : 令和4年度追跡調査アンケート

(左グラフ : n=196、右グラフ : n=111 (研究成果の普及の取組を実施した研究者) )

#### 2.3.4. スタートアップ

ImPACTで設立されたスタートアップは15件にのぼった。また、ImPACTの取組の一環で支援が行われたスタートアップも3件あった。設立されたスタートアップの数は、第1期SIPの2件、FIRSTの5件を大きく上回っており、ImPACTの成果における大きな特徴と言える(表 9)。

これらのスタートアップの資金調達額は、合計で約903億円にのぼった(表 10)。

表 9 : ImPACT で設立されたスタートアップの件数 (第 1 期 SIP、FIRST との比較)

プログラム	設立したスタートアップ数	研究費	出所
ImPACT	15 件 ※この他既存スタートアップの支援3件	516億円	革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) 終了時評価報告書
第1期SIP	9件	1,574億円	戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第1期課題評価 最終報告書
FIRST	5件	1,100億円	最先端研究開発支援プログラム (FIRST) 追跡評価報告書

表 10 : ImPACT で設立・支援したスタートアップ

PM	社名	設立年	従業員数	資金調達計 (百万円)	売上高 (百万円)	純利益 (百万円)	事業	主要販売先	備考
伊藤 PM	(株)澤田高分子技術研究所	2014年	-	-	-	-	-	-	2021年8月 登記閉鎖
合田 PM	(株)CYBO	2018年	18(23年)	460	-	-97(23.6)	・子宮頸がん検診 ・血小板活性化検査 ・画像活性セルソーティングENMA	-	-
	(株)Cupido	2018年	-	-	-	-	-	-	-
合田 PM	(株)ライブセルダイアグノシス	2019年	1(23年)	-	21(23.5)	-1(23.5)	・各種研究及び開発に関する企画、データ解析業務の受託	国立研究開発法人 日本医療研究開発 ・学校法人慶應義塾 ・大学研究室、研究者	-
	(株)LAcubed	2019年	4(24年)	97	41(24.3)	-0.4(21.3)	・表面処理技術に関わる研究開発・評価・受託試験・装置製作など	Airbus Operations GmbH, Swinburne University of Technology	-
佐野 PM	パワースピン(株)	2018年	22(24年)	2,500	-	6(23.3) -150(22.3) -14(21.3)	・回路設計サービス事業 ・試作サービス事業 ・コンサルティングサービス事業	-	ImPACT期間中に設立、ImPACTで支援
	SPIN-ORBITRONICS TECHNOLOGIES(株)	2018年	-	-	-	1(19.8)	-	-	-
山海 PM	CYBERDYNE(株)	2004年	83(24年)	-	1,835(24.3)	-1,431(24.3)	・HAL(身体機能を改善・補助・拡張・再生することができる装着型サイボーグ) ・Neuro HALFIT(HALによる脳神経・筋系の機能の向上を促すプログラム) ・MTX式Neuro HALプラス(アスリートやジュニア向けプログラム) ・サイバニクス治療(HALを用いた脊髄損傷や脳卒中、神経筋難病疾患の機能改善・機能再生治療) ・HALTREAD(HAL下肢用のユーザー効果的な歩行練習を提供するために開発された専用トレッドミル) ・CL02(清掃ロボット) ・搬送ロボット(自律走行型搬送ロボット) ・Acoustic X(光吸収物質から得られる情報と超音波から得られる情報を画像表示する装置) ・Cyin福祉用(筋活動以外で随意にコントロールできる生体情報を活用するインターフェース)	・大和ハウス工業 ・福祉施設・医療機関 ・鈴鹿ロボケアセンター ・湘南ロボケアセンター ・大分ロボケアセンター	ImPACT開始時点で既設、ImPACTで支援 2014年3月上場
鈴木 PM	Spiber(株)	2007年	284(24年)	44,400	752(23.12)	-3,531(23.12)	Brewed Protein素材(植物由来の原料を元に微生物発酵プロセスを通して製造される繊維やフィルム、樹脂などの素材)	ゴールドウイン等	ImPACT開始時点で既設、ImPACTで支援
田所 PM	(株)H-MUSCLE	2018年	-	-	-	-	-	-	-
	(株)コロノイド	2019年	-	-	-	-	-	-	-
宮田 PM	アイボア(株)	2018年	5(23年)	390	-	-	1. アイボア微粒子測定ソリューション(微粒子のボア通過バルス計測) ・微粒子数推定 ・サイズ分布推定 ・サイズ推定/形状分布推定 2. アイボア微粒子AIソリューション(バルスのAI解析) ・微粒子(感染症原因菌、ウイルスなど)種類の識別 ・微粒子亜種(感染症原因菌、ウイルスなど)の識別 ・由来細胞の識別/ウイルスなどの生死判別	・大学病院 ・医療機器メーカー ・研究機関 ・製薬メーカー	-
八木 PM	(株)Luxonus	2018年	15(24年)	1,520	10(24.11)	-209(24.11)	・医療機器LME-01(光超音波イメージング装置) ・研究機器LRK-01(光超音波イメージング装置) ・3D画像表示ソフトPAT Viewer(光超音波3Dイメージングシステムで撮影した高精細三次元画像を高速表示するソフトウェア) ・機器利用サービス	・慶應義塾大学病院 ・Ningbo Konfoong Bioinformation Tech	-
山川 PM	BHQ(株)	2019年	-	-	-	-	-	-	-
白坂 PM	(株)Synspective	2018年	186(24年)	28,190	1,500(23.12)	-1,560(23.12)	・Land Displacement Monitoring(衛星データを用いた広域の地盤変動の解析結果を提供するソリューションサービス) ・Flood Damage Assessment(災害対応のための浸水被害評価サービス) ・Disaster Damage Assessment(自然災害によって生じた被害・変化状況に関するSAR衛星画像を用いたアセスメント)	・三菱UFJ信託銀行 ・清水検査 ・森トラスト ・損害保険ジャパン ・内閣府 ・防衛省	2024年12月上場
野地 PM	オリシロジェノミクス(株)	2018年	-	12,750	-	-	-	-	2023年1月にモデルナが買収
原田(香) PM	Blue Practice(株)	2019年	3(23年)	-	25(24.1)	-	・血管モデルシリアORTA(ヒトの血管の質感と力学特性を極めて正確に再現したPVA/ハイドロゲル製の血管モデル) ・センサ搭載血管モデルシステムBIS-ORTA ・症例モデルサービス	・医療機器メーカー ・医療機関	-
	メドゥジ(株)	2019年	-	-	30(23.6)	-9(24.1)	・Bionic-Brain(経鼻内視鏡手術訓練システム) ・細胞分離・分取システム事業(血液などの体液から不要な細胞を連続的に排除し、CTC等の特定細胞を分離する技術)	・大学病院 ・研究機関 ・医療機器メーカー ・製薬会社	-
合計				90,307					

注：公知情報から情報収集・整理を行っており、情報が得られなかった項目がある  
 青の網掛けはImPACTで設立された企業、グレーの網掛けはImPACTで支援を行った企業  
 売上高および純利益の欄の括弧書きは(年・月)を示す

### 3. ImPACT の成果及び制度への評価

#### 3.1. ImPACT の成果の評価

##### 3.1.1. ImPACT から生み出された社会・産業の変革の兆し見られた代表例等

16プログラムの中で、特に社会・産業の変革の兆しが見られた代表例を以下の(1)で3事例挙げ、またその他に今後の社会・産業の変革に発展することが期待される成果を(2)に示す。

(1)の3事例に代表されるように、ImPACTが目標とした「将来の産業や社会に大きな変革をもたらすこれまでの常識を覆すような革新的なイノベーションを創出すること」を実現するプログラムが生まれつつあると言える。

#### (1) 社会・産業の変革の兆しが見られた代表例

##### ①国民の意識の変革（山川 PM）

山川プロジェクトでは、脳の健康のモノサシであるBHQを策定し、体重計や血圧計のように日々自分の脳の健康状態が測れることを目指した。この実現に向けて、体制構築において実フィールドでの活躍が期待される研究者、企業・スタートアップとの協業を重要視し、幅広い関係者との連携の中でBHQ策定からサービスの実装を進めた。

現在では、自治体の認知症予防の事業や健康経営を志向する企業など幅広い主体と協同した健康・福祉サービスでBHQが活用されている。山川プロジェクトの成果は、多くの人が自分の脳の健康に配慮できるようになるという新たな常識を確立し、国民の意識の変革に寄与する兆しを生みつつある（P13参照）。

##### ②社会システムの変革（白坂 PM）

白坂プロジェクトでは、即時打上げが可能な小型SAR衛星の実現により災害状況把握を即座に行う体制を目指した。海外にも小型衛星を開発する動きがあり、スケジュールの前倒しとSARデータに不慣れなユーザーでも利用しやすいSAR衛星開発に向け、計画・体制等を変更した。現在、災害対応関連ではSynspective社により①Land Displacement Monitoring、②Flood Damage、③Disaster Damage Assessmentの3つのサービスが展開されている。データは平常時にも提供され、一例として、インフラ保有企業・デベロッパーがインフラの現状・開発の進捗状況等の把握等に活用している。

白坂プロジェクトの成果は、平常時のみならず災害時においても迅速に衛星データを意思決定に活用するという社会システムの変革に寄与する兆しを生みつつある（P17参照）。

##### ③イノベーションに対する関係者のマインドの変革（野地 PM）

野地プロジェクトでは、研究開発の「つくりこみ」の作業中には、重要な基盤技術になる研究データを持っていた立教大学末次教授を研究体制に加え、またスタートアップ（オリシロジェノミクス(株)）を設立する際には、バイオベンチャーの初期の立ち上げ

の経歴を持つ平崎誠司氏をCEOに抜擢した。2023年にオリシロジェノミクスはモデルナ社により買収された。モデルナ等が取組んでいるバクテリア由来の狭雑物質の低減には、オリシロジェノミクス(株)の技術が有効である可能性があり、両者の技術を組み合わせることで大きな医療貢献につながることを期待される。

野地プロジェクトの成果は、ImPACTで設立したスタートアップが海外企業からの買収を受け、世界規模の研究拠点へと成長するというプロセスを通じ、我が国をイノベーティブな国にしたいというマインドを持つ研究者を生み、イノベーションに対する関係者のマインドの変革に寄与する兆しを生みつつある（P21参照）。

## (2) その他

この3事例の他にも、各プログラムから社会実装がなされ、今後の社会・産業の変革に発展することが期待される成果が生れている。

### 【社会実装が進展している事例】

- 血液中のガン細胞等を1細胞レベルで高速かつ高精度に検出・識別できる世界初の計測システムを開発、細胞解析技術に基づき、スタートアップでAI医療機器の製品開発・事業化を推進（合田PM；P43参照）
- HAL等のサイバニックデバイスから得られた生体情報をヒューマンビクデータ処理し、機能改善治療プログラム（サイバニクス治療）を提供する、世界初の人・AIロボット・情報系を融合したサイバニックシステムを構築し、革新技術による新たなカテゴリの医療機器として承認され、保険適用を達成（山海PM；P49参照）
- 構造タンパク素材と既存の化学樹脂と複合化することにより、強度や弾性率が向上できることを確認、複数のアパレルブランドで素材として採用（鈴木PM；P51参照）
- 開発された光超音波3Dイメージング技術により、これまで計測が困難であったヒトの毛細血管の状態やリンパ液の流れ等が可視化可能、光超音波イメージング装置は医療機器承認を取得（八木PM；P53参照）

### 3.1.2. ImPACTの成果と制度との関係

ImPACTは、2.3.の定量データにより示した成果や、3.1.1で取り上げたような社会・産業の変革の兆しを生んだ。このような成果が見受けられたプログラムは、PMがImPACTの制度の特徴を正しく理解し、体制構築・マネジメントに際し社会実装を見据えた工夫を施している傾向がみられた。ここで改めて、ImPACTの制度の特徴がどのように寄与したのか、PMや有識者へのインタビューをもとに考察する。

#### (1) ハイリスク・ハイインパクトな研究開発とプログラムの作り込み

ImPACTでは、社会課題に紐づくハイリスク・ハイインパクトな目標設定を研究者に求めたことにより、社会課題の解決に向けた成果を目指す優秀なPMを採用することができた。

加えて、研究開発プログラムの開始前に、PMの創意工夫の下、十分な時間と密度の濃い議論を経てプログラムの作り込みを行い、あらかじめ研究開発の方向性を定めたことが、成果の創出に大きく寄与したと考えられる。

## (2) PM への権限の委譲と失敗を恐れない研究開発の奨励

ImPACTでは、PMへ権限を委譲し、失敗を恐れない研究開発を奨励した。

ハイリスク・ハイインパクトな目標達成に向けてPMの裁量によって研究計画を柔軟に策定、見直すことにより、研究の追加、変更、加速、中止などPMの大胆な意思決定を促すことができたと考えられる。

## (3) PM への専従の義務付け

ImPACTでは、PMに対しImPACTへの原則専従を義務付けたことにより、研究開発マネジメントのみならず、ハイインパクトな目標の達成に向け、社会実装を見据えた人材を登用したり、連携する企業の発掘に精力的に取り組んだりすることができた。

これは、研究成果の知財化、コンソーシアムなどの設立、スタートアップの設立、製品化・サービス化といった社会実装を見据えた取組を多く創出できたことに大きく寄与したと考えられる。

## (4) 海外機関参画の許容

研究体制に一定の条件の下で海外機関の参画を許容したことにより、16プログラム中5プログラム（海外の大学の参画が4プログラム、米国企業の日本法人の参画が1プログラム；巻末付属資料参照）が海外機関を参画させ、予算を配分した。これは、海外機関の研究動向の把握や海外機関が持つ技術や研究環境の活用などにつながり、被引用数の多い論文に執筆など質の高い研究に寄与したと考えられる。

### 3.2. 今後の革新的イノベーション創出を目標とした研究開発プログラムへの提言

本節ではImPACTの制度や運用に関する課題を総括し、今後、革新的イノベーションの創出を目標とした研究開発プログラムを実施するに当たっての、制度設計、運用に関する提言をとりまとめた。

#### 3.2.1. ImPACTの制度や運用において見出された課題

PMや有識者へのインタビューや外部評価委員会で課題として指摘された事項のうち、表 11 に示す4点について本追跡評価で提言を検討した。

表 11 : ImPACT での課題（提言を検討した項目）

提言を検討した項目	ImPACT の制度や運用における課題	PM や有識者へのインタビューや外部評価委員会での指摘等
<b>PM の権限と責任</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PM のエフォートを専従とすると、研究・教育活動が行えないという点でデメリットが大きい</li> <li>• 専従している間の研究キャリア中断が我が国の雇用慣行上、不利になる懸念がある</li> <li>• 現状での PM の担い手の多くは、起業や民間からの資金調達等への経験が少ないのが現状であり、社会実装等に向けた活動を担ってもらうことに多くの苦勞、労力を伴う</li> <li>• DARPA 型の PM 人材は極めて重要であるが、社会側に ImPACT 期間終了後の受け皿がなければ PM のなり手がいない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 大学関係者としては、教育のエフォートをゼロにはできない (PM へのインタビュー)</li> <li>• 学内の役職を辞任せざるを得ず、ImPACT 期間終了後に以前の役職に戻る事がなかった (PM へのインタビュー)</li> <li>• ImPACT の一部の PM が研究も行うプレイングマネージャーを希望していたことは DARPA との相違 (外部評価委員会)</li> </ul>
<b>人材育成</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PM により効果的なマネジメントへの工夫が見られた一方、各 PM のマネジメント上の工夫の蓄積と共有がさらに必要</li> <li>• 若手研究者を、PM や研究責任者の補佐として、マネジメントの経験を積ませている PM は少ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PM には、目利き能力とマネジメント能力と、出口を自ら探す能力を求めたが、うまくできた人もいれば、できなかった人もいた (有識者インタビュー)</li> <li>• 若手に投資いただいた分は、数十年単位で社会に還元され、研究成果自体よりトータルインパクトは大 (PM へのインタビュー)</li> </ul>

(つづき)

提言を検討した項目	ImPACT の制度や運用における課題	PM や有識者へのインタビューや外部評価委員会での指摘
<b>海外人材・機関の参画</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>海外からの人材・機関について、プロジェクトに参画させることの意義や効果的にプロジェクトマネジメントを行えるのかといった検討がさらに必要</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>ImPACT では PM に就任する人材の国籍は問わないが、国内に拠点を置くことを要求しており、ImPACT 公募時に米国に居住していた PM は、PM に就任するため米国から日本に拠点を移す必要に迫られた(外部評価委員会)</li><li>プロジェクトに国内企業が参画している場合には海外企業の参画が歓迎されないケースもある(外部評価委員会)</li></ul>
<b>海外を含めた成果展開</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>どのような場合に海外を含めた成果展開を視野に入れるべきか考え方が十分に整理できていない</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>研究成果を製品化できる企業が国内に無く、海外企業からの買収提案も仮に受け入れなかった場合、成果としての知財やスタートアップは、十分な発展を遂げず死蔵していた怖れがあった(外部評価委員会)</li><li>海外企業による買収が行われたが、感染症予防といった世界の社会的課題解決に貢献できたことは評価できる(外部評価委員会)</li><li>外為法及び産業技術力強化法(バイ・ドール法)に反しない限り、プロジェクトにより得られた知財又は設立されたスタートアップが、海外企業に買収されることはあり得る(外部評価委員会)</li></ul>

### 3.2.2. 提言

3.2.1に挙げた4項目に対する提言は以下のとおりである。

#### (1) PMの権限と責任

##### ①研究開発プロジェクトへの専従

- 研究マネジメント、社会実装等に向けた外部資金調達、プロモーション、人脈形成など広範な役割が期待されることから、PMには研究開発プロジェクトへの専従に近いエフォートが必要
- マネジメントスキルを保有する人材は、研究者としても一流であり、プレイングマネージャーでも良いとしなければPMのなり手が現れない可能性があるため、PMをマネジメントに専念させるか、日本型としてプレイングマネージャーを許容するかは慎重に議論し制度設計することが重要

##### ②PMのキャリア形成

- PM自らが任期後のキャリアも念頭に置き業務にあたる必要がある
- 本人の希望に応じ、一定程度のエフォートでのPM任期前のポストとの兼職を許容することも考えられる
- 国・研究推進法人はPMの任期終了後を見据え、終了後に成果の発展が期待できる公募事業に関する情報提供、研究推進法人が推進する事業の補佐役やアドバイザーへの登用、PMへの外部からの評価を高めるような機運の醸成に努めることが重要

##### ③マネジメントを補佐する人材の登用

- 知財戦略等、社会実装に向けた活動を担うPM補佐（フルタイム）を置くことは有効な選択肢の一つ
- PM補佐には担当を分け、複数名置くことも考えられる

#### (2) PM・研究者の育成

##### ①PMの育成

- 今後の研究開発プログラムのPM等に対して、マネジメント上の工夫について国・研究推進法人から十分に情報共有を行うことが必要

##### ②若手研究者の育成

- 大型国家プロジェクトに有望な若手研究者を積極的にPIとして参画させ、PMが若手研究者に対し指導、助言などを行うことが重要
- 大型国家プロジェクトへの参画が若手研究者のキャリアにとってプラスとなるよう、積極的に活躍している事例を発信することが重要

### (3) 海外人材・機関の登用

#### ① 海外人材の PM への登用

- 海外機関所属の人材の PM への登用を検討する場合、プロジェクトマネジメント（研究責任者の採択、予算の配分等）を効果的に行い得るかの慎重な判断が必要

#### ② 海外人材・機関の研究者への登用

- PM には各プログラムの研究計画策定段階において、目的達成における海外機関参画の意義を戦略的に検討し、その趣旨・必要性を明確にした上で応募を募ることが重要
- 海外機関の参画を期待する場合には、引き続き英文書類の用意、外国語による事務手続き対応等を行った上で、積極的に応募を働きかけることが必要

### (4) 海外を含めた成果展開

- 成果により創出されたスタートアップなどが海外 VC などから資金を獲得したとしても、国内における雇用が維持または拡大し、自立的に研究や製造を国内において継続できるとすれば国益に叶うものである
- 従って、研究開発の成果を最大限社会実装に結び付け、国富を最大化する観点から、国内企業による製品化が困難な場合は、我が国の国際競争力の維持に支障を及ぼすこととなる研究開発成果の国外流出を来さない限り、M&A などを通じた海外企業による社会実装を検討することも選択肢の一つ
- 研究開発成果の国外流出を来さないために、外為法及び産業技術力強化法（日本版バイ・ドール制度）に則った手続きが必須

## 3.3. 総括

以上、本追跡評価の総括として、以下の通りとりまとめた。

### 【総括】

本追跡評価により、ImPACTは社会課題の解決に向けたイノベーションのきっかけを作り、社会変革を促す挑戦であって、尖った研究成果を目指すだけでなく、人に対する投資の意味もあるプログラムであったことが明らかになった。

事業期間後半から終了後にかけて、多くの起業もなされ、一部のプログラムにおいては、社会・産業の変革の兆しが認められるなど、ImPACTの挑戦は一定のインパクトを社会に与えたと言える。

一方、ImPACTの制度の特徴に起因する、制度や運用に関する課題も見られたことから、今後ハイリスク・ハイインパクトな研究開発を行うプログラムを推進する場合には、本追跡評価で整理された提言を参考としつつ、制度設計や運用のあり方について十分検討する必要がある。

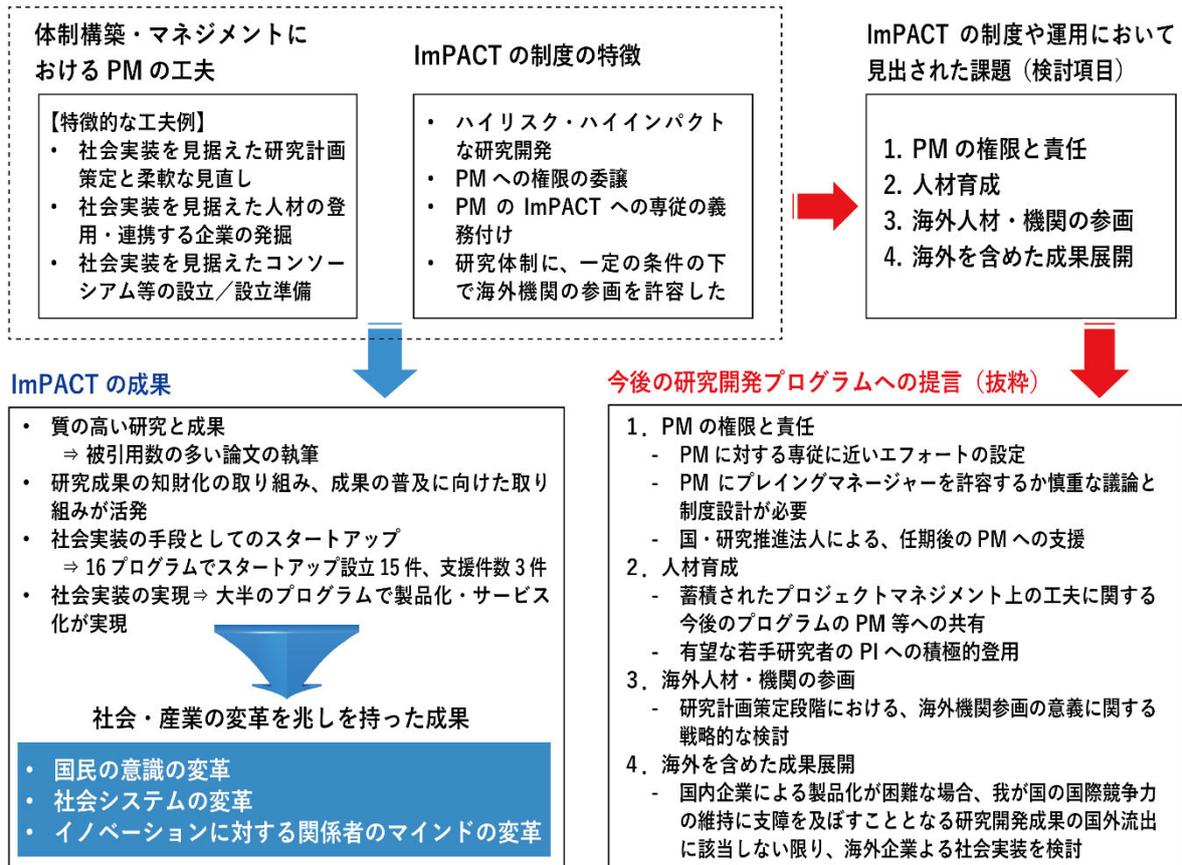


図 9：ImPACTの成果ならびに今後の研究開発プログラムへの提言とImPACTの制度との関係



**付属資料：16 プログラムの成果・進展の詳細**



## (1) 超薄膜化・強靱化「しなやかタフポリマー」の実現（伊藤 PM）

### ① ImPACT での取組内容、ImPACT 期間での成果等

取組内容	
<p><b>伊藤耕三 PM</b></p>  <p>48.5 億円 エフォート 80%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 現行の金属構造材等を刷新する、より軽量・強靱な新たな高分子化合物（タフポリマー）等を開発し、自動車をはじめとする様々な製品・サービスの省エネルギー性や耐久性を飛躍的に高める。現行の金属構造材等を刷新する、より軽量・強靱な新たな高分子化合物（タフポリマー）等を開発し、自動車をはじめとする様々な製品・サービスの省エネルギー性や耐久性を飛躍的に高める</li> <li>• 軽量かつ強靱な高分子化合物を生み出す新たな分子結合メカニズム等を解明し、それらのメカニズムを応用した新規高分子化合物の設計指針を確立することによって、自動車用の新たな構造材の開発など、用途特性に応じた最適な高分子化合物が設計・製造できる基盤技術を確立する</li> </ul>

ImPACT 期間での主要成果	ImPACT 終了時評価での所見 (終了時評価報告書からの抜粋)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 車体構造用のポリマーにおいて、従来と同等の剛性と 10 倍のしなやかさを達成</li> <li>• フロントガラスに必要な強靱さを持ち、約 50%軽量化した透明ポリマーを開発</li> <li>• 実車サイズで部材を開発し、ポリマー率 90%(体積)のコンセプトカーを作成、実証</li> <li>• プロジェクトマネジメント手法「産学連携マトリクス運営」を構築</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ポリマー開発において難題とされていた「堅さ」と「脆さ」のトレードオフ関係を突破</li> <li>• 研究開発過程で、大学と個別企業とをマトリクス関係で結び付ける産学連携体制を採ることにより、驚異的なスピードで画期的な研究成果を創出</li> <li>• 開発された素材は、EV コンセプトカーという形で実用可能性を検証し、国内各所において展示会等を主催することにより、しなやかポリマーの有用性・実用性をアピール</li> <li>• 将来の産業・社会のあり方の変革に向けた見通しが得られたと判断</li> </ul>

②ImPACT 期間終了後の成果・進展

ImPACT 期間終了後（現在まで）の社会実装に向けた主要成果	ImPACT 期間終了後の研究の進展、終了時評価の指摘への対応等
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 製作したコンセプトカー「ItoP」を柏の葉キャンパスで常設展示、要望に応じて貸出（東大）</li> <li>• IS021222「表面化学分析－走査型プローブ顕微鏡－原子間力顕微鏡及び二点 JKR 法を使用したコンプライアント材料の弾性係数の決定手順」（2020年3月公開） ※発行に際し東工大中島教授の研究が寄与、中島教授は IS021222 への貢献が評価され、ISO より「ISO Excellence Award」を受賞</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 伊藤 PM によりテーマを発展させて研究継続               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 第3期 SIP：サーキュラーエコノミーシステムの構築（プラスチック等素材の資源循環）</li> <li>➢ ムーンショット：海洋分解可能なマルチロック型バイオポリマーの研究開発</li> </ul> </li> <li>• ポリマーの自動車への採用にはコストがネックであることから、モジュール化等コスト低減に取り組む（マイナビレポート「樹脂でクルマは作れる？850kg の超軽量 EV「ItoP」を作った会社に聞く」での東レへのインタビューより抜粋）</li> </ul>

特記事項
<ul style="list-style-type: none"> <li>• マトリクス経営はその後のプロジェクトで活かされることを高く評価する</li> </ul>

## (2) セレンディピティの計画的創出による新価値創造 (合田 PM)

### ① ImPACT での取組内容、ImPACT 期間での成果等

取組内容	
<p><b>合田圭介 PM</b></p>  <p>29.5 億円 エフォート 85%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>生物が有する多様な変異・機能を、1 細胞レベルで高速かつ高精度に検出・識別できる世界初の計測システムを開発し、早期がん検診サービスの創出やバイオ医薬品創薬の加速化、バイオ燃料用微生物の効率的な探索等、今後成長が期待されるバイオテック産業分野のイノベーション創出を図る</li> <li>血液中に極微量存在するがん細胞等、生物が有する様々な変異を、1 細胞レベルで高速かつ高精度に検出・識別できる世界初の計測システム「セレンディビター (細胞検索エンジン)」を開発する</li> <li>研究開発に海外機関を参加させ予算を配分 (カリフォルニア大学ロサンゼルス校 (UCLA)・コロンビア大学)</li> </ul>

ImPACT 期間での主要成果	ImPACT 終了時評価での所見 (終了時評価報告書からの抜粋)
<ul style="list-style-type: none"> <li>人工知能を実装した細胞検索エンジンの開発・実証に成功 (Cell 誌で発表) 従来技術よりも 1,000 倍以上高速化</li> <li>特殊な光合成を行う藻類遺伝子変異体の超高速分取に成功 →地球温暖化防止、バイオ燃料開発、穀物生産増大に寄与</li> <li>血栓症の原因となる血中の血小板凝集塊の超高速分取に成功 (従来は 1 日間かかる作業を 1 分間に短縮) →寝たきり要因第一位である脳梗塞 (国民病) の克服に寄与</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>血液中のガン細胞等を 1 細胞レベルで高速かつ高精度に検出・識別できる世界初の計測システムを開発</li> <li>インパクトファクター 10 以上の学术论文も 14 報受理され、Nature 誌で特集が組まれる等、学術的な評価も高い</li> <li>目標であった多様な変異・機能を 1 細胞レベルで高速・高感度に検出・識別できることまでは実証できていない、産業応用に向けた取組も道半ばの状況</li> <li>将来のバイオテクノロジー分野に大きな変革をもたらす見通しが確実にたったと言うのは難しい</li> <li>今後、東京大学セレンディピティラボ等で産業応用に向けた取組が進むことが期待される</li> </ul>

②ImPACT 期間終了後の成果・進展

ImPACT 期間終了後（現在まで）の主要成果	ImPACT 期間終了後の研究の進展、終了時評価の指摘への対応等
<p>(ImPACT で設立したスタートアップ「(株)CYBO」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>標本を高速で 3D 撮像する全スライドスキャナ装置「CYBO ScanTM」受注開始 (2024 年 6 月)</li> <li>4 億円の資金を調達し細胞解析技術に基づく AI 医療機器の製品開発・事業化を推進 (2023 年 6 月)</li> </ul> <p>(ImPACT で設立したスタートアップ「(株)ライブセルダイアグノシス」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>LCI-S (Live-Cell Imaging of Secretion activity) 装置の事業開発、研究開発受託</li> </ul> <p>※ImPACT で成果を挙げた研究者を京大、北大、九大、スタートアップ等へ輩出</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(株)ライブセルダイアグノシスは、「安全かつ簡便で信頼性の高いアレルギー検査プラットフォームの開発」で令和 5 年埼玉県社会課題解決型新技術・新製品開発支援事業費補助金に採択 (2023 年 7 月)</li> <li>産業応用に向けた取組に関し、(株)CYBO で細胞解析技術の事業化を推進</li> </ul>

特記事項
<ul style="list-style-type: none"> <li>研究者がその後、大学やスタートアップ等で活躍している点など、産業応用に向けた進展がみられることを評価する</li> </ul>

### (3) ユビキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿社会の実現（佐野 PN）

#### ① ImPACT での取組内容、ImPACT 期間での成果等

取組内容	
<p><b>佐野雄二 PM</b></p>  <p>35.3 億円 エフォート 100%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ものづくり（長寿命燃料電池等）における物質組成等を原子レベルで簡易に計測できる世界初の「小型 X 線自由電子レーザー」等を開発することによって、他国がまねできない分子レベルの超精密加工を可能とし、ものづくり分野における産業競争力を抜本的に強化する</li> <li>先進各国が競って建設整備を進めている大型施設「X 線自由電子レーザー」を、レーザープラズマ加速技術等を応用することにより、実験室レベル（トレーラーサイズ）で実現可能であることを概念実証する</li> </ul>

ImPACT 期間での主要成果	ImPACT 終了時評価での所見 (終了時評価報告書からの抜粋)
<ul style="list-style-type: none"> <li>独自のレーザー多段方式で、レーザーの加速と位置制御の両立に世界で初めて成功</li> <li>世界最小で微細な調整が不要なアンジュレーター（レーザー発生装置）を開発、検証</li> <li>排熱効率化と大出力化を両立する新方式で、掌サイズのパワーレーザーを実現</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>小型で持ち運び自由な世界最小（最高出力密度）の超小型パワーレーザー（掌サイズ）の開発に成功、国内企業において事業化・製品化が開始</li> <li>本技術の実用化により、欧米企業が寡占状態にある産業用パワーレーザー分野への日本企業の進出や新たな市場開拓が期待</li> <li>超小型 X 線自由電子レーザーの開発に関しては、トレーラーサイズまで小型化するという極めて高い目標に挑戦したが、目標未達の状況で、産業・社会のあり方変革に向けた見通しは道半ばの状況</li> </ul>

②ImPACT 期間終了後の成果・進展

ImPACT 期間終了後（現在まで）の主要成果	ImPACT 期間終了後の研究の進展、終了時評価の指摘への対応等
<p>(ImPACT で設立したスタートアップ「(株)LAcubed」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>超小型レーザーとユニタック(株)が開発した小型レーザー電源および人協働ロボットを組合せ、持運びが容易なレーザーピーニング装置を商品化、数台販売(数十台、見積中)</li> <li>エアバス社からレーザーピーニングに関する委託開発を2件受注(2021年以降)、その後2件見積もり依頼</li> <li>オーストラリア(納品済み)、ドイツ、韓国などの企業・研究所から見積依頼</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>超小型パワーレーザー関連では、(株)LAcubedがエアバス社から受注するに際し、経済産業省 サポイン事業(2020～2022年度)を受託してプロトタイプを開発</li> <li>超小型X線自由電子レーザー関連では、JST 未来社会創造事業「レーザー駆動による量子ビーム加速器の開発と実証」(佐野 PM、高輝度光科学研究センター熊谷教孝名誉フェロー等;2017年11月～継続中)で研究を継続。2023年にFEL発振を確認。</li> </ul>

#### (4) 無充電で長期間使用できる究極のエコ IT 機器の実現 (佐橋 PM)

##### ① ImPACT での取組内容、ImPACT 期間での成果等

取組内容	
<p><b>佐橋政司 PM</b></p>  <p>45.3 億円 エフォート 95%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スピントロニクス技術を用いた磁気メモリ (MRAM) により、メインメモリのみならず LSI の演算処理部までを不揮発化し、超低消費電力化が可能な究極のエコ IT 危機を実現する。そして、IoT や AI 等の進展により爆発的に増大する情報の処理、増大する機器の消費電力の抑制等の社会的課題の解決を図る</li> <li>新構造のスピン軌道トルク (SOT) 素子により、微弱なエネルギーでも駆動し高速処理可能な不揮発性マイコンの開発。電圧パルス制御を用いた新たな電圧駆動方式を開発とメインメモリ等記憶装置への応用展開</li> </ul>

ImPACT 期間での主要成果	ImPACT 終了時評価での所見 (終了時評価報告書からの抜粋)
<ul style="list-style-type: none"> <li>屋内光の電池でも駆動する超低消費電力の不揮発性マイコン(磁気メモリ搭載)の開発に世界で初めて成功</li> <li>電圧駆動の磁気メモリにおいて、書込み速度の大幅な向上(従来の 10 倍以上)と高い書込み回数(10 の 13 乗回以上)を両立させる新たな書込み原理を世界で初めて実証</li> <li>車載/IoT センサーの分散協調システムでは 90%以上、ディスプレイを有するデジタル情報家電では 50%程度の電力消費量の削減が期待</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>超低消費電力の不揮発性マイコン(磁気メモリ搭載)の開発に成功(世界初)</li> <li>磁気メモリにおいても、従来の 10 倍以上の書込み速度と 10 の 13 乗回以上の高い書込み回数とを両立させることを世界で初めて実証</li> <li>研究成果は集積回路技術に関する世界最高峰の国際会議 ISSCC にも採択される等、海外からも画期的な成果として注目</li> <li>ただし現状では国内の技術移転を図るべき半導体産業の基盤が弱く、目標達成に向けた製品開発の見通しが十分に得られていないことから、将来の IoT 社会を大胆に変革し得るような見通しまでには至っていない</li> </ul>

②ImPACT 期間終了後の成果・進展

ImPACT 期間終了後（現在まで）の主要成果	ImPACT 期間終了後の研究の進展、終了時評価の指摘への対応等
<p>(ImPACT で支援したスタートアップ「パワースピン(株)」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• JAXA はやぶさ 3 に搭載するプロセッサの開発 (東北大学スタートアップ事業化センターWeb サイトでの遠藤哲郎教授へのインタビューより抜粋)</li> <li>• 黒字転換 (2024 年 2 月発表)</li> <li>• 25 億円を資金調達し技術者獲得や CAD システム投資等に充当 (2023 年 11 月)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不揮発性マイコン関連では、主に以下のプロジェクトで研究継続 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 第 2 期 SIP「フィジカル空間デジタルデータ処理基盤」(東北大 遠藤哲郎教授; 2018~2022 年度)</li> <li>➢ NEDO 先導研究プロジェクト「量子スピントロニクス脳磁計の開発」(東北大 大兼幹彦教授; 2022 年度)</li> <li>➢ 文科省 次世代 X-nics 半導体創生拠点形成事業「スピントロニクス融合半導体創出拠点」(東北大 遠藤哲郎教授、2022 年度)</li> </ul> </li> <li>• 磁気メモリ関連では、以下のプロジェクトで研究継続 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ NEDO「ポスト 5G 情報通信システムのための革新的不揮発メモリおよび光伝送技術の研究開発(産総研、ソニー; 2020~2023 年度)」</li> <li>➢ NEDO「電圧駆動不揮発性メモリを用いた超省電力ブレインモルフィックシステムの研究開発」(産総研、ソニー、九工大、NIMS; 2020~2024 年度)</li> </ul> </li> </ul>

特記事項
<ul style="list-style-type: none"> <li>• パワースピン (株) が黒字転換し事業が進展している点を評価する</li> </ul>

## (5) 重介護ゼロ社会を実現する革新的サイバニックシステム (山海 PM)

### ① ImPACT での取組内容、ImPACT 期間での成果等

取組内容	
<p><b>山海嘉之 PM</b></p>  <p>34.9 億円 エフォート 80%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 少子高齢化の進展に伴い、高齢者等の重介護問題が深刻化する中、要介護者の自立度を高め、介護者の負担を大幅に減らすため、要介護者の脳・神経系情報等に基づき介護支援等を行う革新的サイバニックシステムを研究開発し、「重介護ゼロ社会」の実現に貢献する</li> <li>• 要介護者の身体機能の状態等に応じた介護支援用サイバニックシステムを研究開発するための基盤技術（脳神経系情報等を伝達するサイバニックインタフェース、身体機能を改善・支援する各種サイバニックデバイス・サイバニックシステム等）を確立する</li> </ul>

ImPACT 期間での主要成果	ImPACT 終了時評価での所見 (終了時評価報告書からの抜粋)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 少子高齢化の進展に伴い、高齢者等の重介護問題が深刻化する中、要介護者の自立度を高め、介護者の負担を大幅に減らすため、要介護者の脳神経系情報等に基づき介護支援等を行う革新的サイバニックシステムを研究開発し、「重介護ゼロ社会」の実現に貢献する。</li> <li>• 要介護者の身体機能の状態等に応じた介護支援用サイバニックシステムを研究開発するための基盤技術（脳神経系情報等を伝達するサイバニックインタフェース、身体機能を改善・支援する各種サイバニックデバイス等）を確立する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HAL 等の介護用機器情報から得られた生体情報をビッグデータ処理し、要介護者の身体状況等に応じた最適なりハビリ・メニューを提供する、世界初のサイバー・フィジカル融合モデルを構築するなど画期的な研究成果が得られた</li> <li>• ただし、開発されたシステムは HAL 等の一部の限られたデバイスやセンサーから得られた情報を対象としたもので、限られた期間において他の様々なデバイス情報を集積・処理できるシステムにまでは確立できなかった</li> <li>• 「重介護ゼロ社会」の実現には限定的であり、将来の医療・介護分野のあり方に大きく変革をもたらす見通しが得られたとまでは結論付けられない</li> <li>• 今後、他の医療・介護機器等を取り込んだオープン・プラットフォームづくりへの発展が期待される</li> </ul>

②ImPACT 期間終了後の成果・進展

ImPACT 期間終了後（現在まで）の主要成果	ImPACT 期間終了後の研究の進展、終了時評価の指摘への対応等
<p>(ImPACT で支援したスタートアップ「CYBERDYNE (株)」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>医療用 HAL、HTLV-1 関連脊髄症(HAM)および遺伝性痙性対麻痺の適応追加に係る保険適用 (2023 年 10 月)</li> <li>医療用 HAL、HTLV-1 関連脊髄症(HAM)および遺伝性痙性対麻痺の適応追加に係る医療機器承認取得 (2022 年 10 月)</li> <li>国内での医療用 HAL 下肢タイプを導入した医療機関数：73 病院 (208 台)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>山海 PM により研究継続 <ul style="list-style-type: none"> <li>第 3 期 SIP 人協調型ロボティクスの拡大に向けた基盤技術・ルールの整備 (2023~2027 年度) <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒研究開発計画においてオープンイノベーションの推進の記述あり</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>CYBERDYNE 社では、主に以下の事業で研究継続 <ul style="list-style-type: none"> <li>AMED「ロボット介護機器開発等推進事業 (海外展開)」(HAL 腰タイプ介護支援に関する研究開発；CYBERDYNE 社；2022 年度)</li> <li>AMED「医療機器開発推進研究事業」(小児用医療機器の実用化を目指す医師主導治験・臨床研究等；2020 年度)</li> </ul> </li> </ul>

特記事項
<ul style="list-style-type: none"> <li>CYBERDYNE (株) が持つ、脳神経系由来の生体電位信号を使う技術によって、人と AI ロボット・情報系を機能的に融合・一体化した機器が保険適用し実績があることを評価する</li> <li>CYBERDYNE (株) は上場企業でもあり国の支援なしに成長できるようになると良い</li> </ul>

## (6) 超高機能構造タンパク質による素材産業革命（鈴木 PM）

### ① ImPACT での取組内容、ImPACT 期間での成果等

取組内容	
<p><b>鈴木隆領 PM</b></p>  <p>30 億円 エフォート 100%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄鋼の 340 倍もの強度を有すると言われる「クモの糸」に代表されるように、世界的にも未開拓分野となっている構造タンパク質の設計・加工技術等を開発することによって、衛星・航空機用や次世代燃料（水素）用等の分野に新素材（高機能性タンパク質素材）を供給する新産業の創出を図る</li> <li>天然物を超える性能・機能を実現する人工構造タンパク質素材の設計・製造概念を世界で初めて確立・実証する</li> </ul>

ImPACT 期間での主要成果	ImPACT 終了時評価での所見 (終了時評価報告書からの抜粋)
<ul style="list-style-type: none"> <li>世界初の構造タンパク質統合 DB を構築。その知見を活かし水接触時の収縮率を 90%抑制（研究開発開始時との比較）した人工の構造タンパク質を設計</li> <li>開発した人工の構造タンパク質を用いた複合材を世界で初めて開発し、既存の複合材に比べて強度、弾性率、伸度が向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>クモ糸を再現するような軽量かつ強靱な構造タンパク質の開発までは至らなかったが、開発された構造タンパク質素材を既存の化学樹脂と複合化することにより、強度や弾性率が向上できることを確認</li> <li>世界中から集めた 826 種類のクモ遺伝子情報と 200 種類以上のクモ糸の構造解析データと関連付けた世界初の構造タンパク質データベースを構築</li> <li>データベースの整備や得られた知財等を梃として関連企業との研究開発コンソーシアムを立ち上げ、ImPACT 期間終了後も自立的に研究開発が続けられる体制を整備</li> <li>素材産業の将来のあり方を変革するような研究成果や見通しが得られたとは言えないが、今後のコンソーシアムにおける研究成果の創出や実用化が期待される</li> </ul>

②ImPACT 期間終了後の成果・進展

ImPACT 期間終了後（現在まで）の主要成果	ImPACT 期間終了後の研究の進展、終了時評価の指摘への対応等
<p>(ImPACT で支援したスタートアップ「Spiber(株)」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 構造タンパク質原料について、タイの量産プラントで年産数百トンに拡大、米国で ADM 社への生産委託で年間数千トン規模の生産体制構築</li> <li>• 各種ファッションブランドと共同でアパレル製品上市</li> <li>• 兼松(株)と産業領域における用途開発を目指して協業開始 (2024 年 1 月)</li> <li>• グローバルな量産・販売網の強化に向け 344 億円 (2021 年 9 月)、100 億円を調達 (2024 年 4 月)</li> </ul> <p>((一社)構造タンパク質素材産業推進協会 (2018 年 10 月設立) による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ライセンシング事業のキックオフ (2024 年 6 月)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中小企業庁 成長型中小企業等研究開発支援事業 (人工構造タンパク質繊維を用いた自動車内装用部材開発 ; SPIA、2024 年度)</li> <li>• 環境省 脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業 (Spiber、2021 年度)</li> </ul>

## (7) タフ・ロボティクス・チャレンジ (田所 PM)

### ① ImPACT での取組内容、ImPACT 期間での成果等

取組内容	
<p><b>田所諭 PM</b></p>  <p>36 億円 エフォート 80%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震発生時に災害現場における救命活動や、老朽化したビルの修繕管理、原発事故現場の除染作業等、ヒトが立ち入れないような危険な場所で遠隔自律ロボットを効果的に活用できるよう、それら状況に応じたロボット・コンポーネント等を設計・開発し、安全・安心な社会の実現に貢献する</li> <li>地震、津波、風水害等の災害発生時に想定される極限環境下で、遠隔操作により自律的に人命救助や応急工事等を行うロボット開発に必要な共通的なロボット・コンポーネントやインテリジェンス技術等を開発する</li> <li>研究開発に海外機関を参加させ予算を配分 (テキサス A&amp;M 大学)</li> </ul>

ImPACT 期間での主要成果	ImPACT 終了時評価での所見 (終了時評価報告書からの抜粋)
<ul style="list-style-type: none"> <li>強風(15m/s)、豪雨(300mm/h)等の悪環境下でも飛行して情報収集可能な飛行ロボ</li> <li>瓦礫内や産業設備内の狭隘箇所に進入して、捜索・点検・消火できるヘビ型ロボ(世界初)</li> <li>救助犬の捜索のモニタリングや行動指示が可能なサイバー救助犬スーツ(世界初)</li> <li>九州北部豪雨や西日本豪雨、熊本地震等に出動。消防が飛行ロボを数十機導入</li> <li>日本救助犬協会毎月訓練使用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1m の段差を乗り越え、瓦礫の隙間を自在にぬって救命探索等を行う索状ロボット、サイバー救助犬用のアシスト・スーツ、全天候型ドローンなど5種類の独創的な災害ロボットが開発された</li> <li>これらロボットは、一部が実際に災害救助(西日本豪雨災害)の現場に実証活用されたほか、福島ロボットテストフィールドにおける実証テスト等により、実用性をアピールする取組が行われた。</li> <li>研究開発の過程において、民間企業等の取り込みや AI との融合等も必ずしも十分でなかったため、実用化の見通しには課題を残す</li> <li>将来の災害対応のあり方を変革させるほどの見通しが得られたとはいえない</li> </ul>

②ImPACT 期間終了後の成果・進展

ImPACT 期間終了後（現在まで）の主要成果	ImPACT 期間終了後の研究の進展、終了時評価の指摘への対応等
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ゴム人工筋肉ロボットハンドの開発、国際ロボット展への展示（(株)ブリヂストン；2022年）</li> <li>• (株)東京エネシス、(株)カナエと共同開発したヘビ型ロボットを福島原子力発電所1号機の廃炉ミッションで使用</li> <li>• 大末建設(株)と共同開発で、ヘビ型ロボットをベースに、マンション地下ピット点検用の自律移動ヘビ型ロボットを開発（コレオノイド(株)（2019年4月設立）による成果）</li> <li>• ロボット用統合 GUI ソフトウェアの開発、事業化</li> <li>• Choreonoid2.2.0 リリース（2024年3月）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ヘビ型ロボットの開発に関して、複数の民間企業との共同開発で実装を目指す取組を推進</li> </ul>

## (8) 核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化 (藤田 PM)

### ① ImPACT での取組内容、ImPACT 期間での成果等

取組内容	
<p><b>藤田玲子 PM</b></p>  <p>34.1 億円 エフォート 100%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高レベル放射性廃棄物中に含まれる長寿命核分裂生成物 (半減期が 10 万年以上の放射性物質) を有用貴金属や半減期の短い短寿命核種に変換する新たな処理プロセス概念を確立することにより、原子力発電所等から生じる高レベル放射性廃棄物の処理処分問題に貢献する</li> <li>高レベル放射性廃棄物 (HLW) 中の含まれる長寿命核分裂生成物 (LLFP) を有用貴金属や半減期の短い短寿命核種に変換する新たなプロセス概念を世界で初めて確立・実証する</li> </ul>

ImPACT 期間での主要成果	ImPACT 終了時評価での所見 (終了時評価報告書からの抜粋)
<ul style="list-style-type: none"> <li>パラジウム (Pd) 同位体のうち、LLFP を含む 奇数核種のみを回収する方法 (偶奇分離) を世界で初めて開発。処理量は従来比で 10 万倍</li> <li>世界で初めて、LLFP の Pd-107 (半減期 650 万年) へ重陽子ビームを照射して核変換する実証実験を行い、核変換を実現する大容量加速器施設の概念設計を完成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高レベル放射性廃棄物を核変換処理するための第一歩として、世界で初めて Pd-107 の放射性同位体の分離法 (偶奇分離法) の確立及び核変換処理に成功</li> <li>研究成果は、学術的な成果として国際的にも高い評価を得たほか、国内においては、この概念特許が 21 世紀発明賞により表彰された。</li> <li>Se-79 以外の Zr-93 は Pd-107 と同様の方法について分離法を提案し、Cs-135 と共に資源化の研究が継続されている。高レベル放射性廃棄物種については、核変換の実現可能性を示す研究成果は得られておらず、所期の目標達成には今後相当長期にわたる研究開発が必要になることから、Pd-107 以外の高レベル放射性廃棄物の無害化・資源化に見通しが得られたとは言いがたい</li> </ul>

②ImPACT 期間終了後の成果・進展

ImPACT 期間終了後（現在まで）の主要成果	ImPACT 期間終了後の研究の進展、終了時評価の指摘への対応等
<p>（日本原子力研究開発機構による成果）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>白金族元素の内のパラジウムを再利用するための要件（重量当たりの放射能）の解明</li> </ul> <p>（理化学研究所による成果）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>核変換を効率的にすすめるための革新的重陽子加速器の概念設計（日本、米国、中国、韓国で特許取得）</li> <li>加速器で得られる大強度ビームをうけるための標的に関する概念を提案（日本で特許取得）</li> <li>ImPACT で開発した超伝導加速空洞の実績をもとに、理研重イオン線形加速器施設に超伝導加速空洞を導入し、重イオンビームの増強に成功、今後医療用 RI の大量生成にも利用される予定である</li> </ul>	<p>（日本原子力研究開発機構）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ImPACT の成果に基づき、NxR センターが立ち上がり放射性廃棄物の資源化に取組中</li> </ul> <p>（理化学研究所）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>核融合研との共同研究でイオン源開発を実施</li> </ul>

## (9) 進化を超える極微量物質の超迅速多項目センシングシステム (宮田 PM)

### ① ImPACT での取組内容、ImPACT 期間での成果等

取組内容	
<p><b>宮田令子 PM</b></p>  <p>26.8 億円 エフォート 95%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>昆虫等の優れた生物能力に学び、身の回りの多様な有害・危険物質を 1 分子レベルで簡便かつ高感度に検出・識別できる「超微細エレクトロニクスデバイス」原理を確立し、病原性薬剤耐性菌や新型病原性ウイルスの発生、危険空気質等、公衆衛生における将来の危機に備える</li> <li>細菌やウイルス等のナノ粒子を 1 分子レベルで AI により高感度識別できる世界初の「超微細エレクトロ・デバイス・システム」の開発を目指し、その基本原理を確立・実証する</li> </ul>

ImPACT 期間での主要成果	ImPACT 終了時評価での所見 (終了時評価報告書からの抜粋)
<ul style="list-style-type: none"> <li>微細なナノポア (1 ナノ (<math>10^{-9}</math>) スケールの極小の穴) 空間を通過する電流変化を基に、ウイルスや微粒子等を 1 粒子レベルで、AI で高感度に識別可能なセンサーを開発</li> <li>昆虫等の嗅覚原理に学び、複数の気体成分の状態から臭気を AI で高感度に識別する人工嗅覚システムを開発</li> <li>多項目の細菌・ウイルスを簡便・迅速に計測できる方法を提供</li> <li>匂いに基づく危険・有害性の可視化の期待成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>微細なナノポア空間を通過したウイルス等の電位変化を機械学習させることにより、ウイルスや微生物等を 1 粒子レベルで高感度・識別可能なセンサー開発に成功</li> <li>ヒトの嗅覚原理を模倣し、複数の気体成分の状態から機械学習により臭気を高感度識別するセンサーを開発し、事業化・商品化の見通しを得た</li> <li>研究成果は、物質科学と AI 等とを融合した、独創的かつ先駆的な研究成果と言えるが、将来の産業・社会ニーズに具体的にどのように結びつけ、社会実装を目指すかなどの全体戦略が依然不明確であり、現時点において将来の公衆衛生のあり方に変革をもたらすと見通しは得られてない</li> </ul>

②ImPACT 期間終了後の成果・進展

ImPACT 期間終了後（現在まで）の主要成果	ImPACT 期間終了後の研究の進展、終了時評価の指摘への対応等
<p>(ImPACT で設立したスタートアップ「アイポア(株)」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 億円の資金を調達しアイポアプラットフォームを利用したポイント・オブ・ケア・テスト向け検査製品の開発加速、検査製品のバリエーション増加を促進（2023 年 7 月）</li> <li>• 機器メーカーと連携して製品発売               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ アイポアセンサモジュール⇒(株)朝日ラバー、NOK(株)</li> <li>➢ 微粒子計測装置⇒(株)アドバンスト</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• スマートナノポアセンシング：医療機器申請に向け AMED 実用化研究で臨床研究実施（大阪大学谷口教授、アイポア(株)等；2020 年度）</li> <li>• バイオエアロゾル：エアロゾルに含まれる原因物質に絞り研究推進（名古屋大学馬場教授等）</li> <li>• 人工嗅覚システム：パナソニック(株)が成果を引受け、吐息成分で個人認証等の研究に発展（2022 年 11 月発表；97%の精度で個人特定）</li> </ul>

## (10) イノベーティブな可視化技術による新成長産業の創出（八木 PM）

### ①ImPACT での取組内容、ImPACT 期間での成果等

取組内容	
<p><b>八木隆行 PM</b></p>  <p>29.7 億円 エフォート 100%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>血管等の生体情報を非侵襲・非破壊で可視化する新たな計測手法等を開発することによって、病気の早期発見や個人情報のセキュリティ対策等、様々なサービス分野に応用し、安全・安心な社会の実現に貢献する</li> <li>光超音波を活用した生体情報リアルタイムイメージング手法の概念実証し、世界で初めて血管画像等を非侵襲・非破壊で計測可能であることを確認する</li> </ul>

ImPACT 期間での主要成果	ImPACT 終了時評価での所見 (終了時評価報告書からの抜粋)
<ul style="list-style-type: none"> <li>高解像度・リアルタイム 3D イメージングを実現し、ヒトのリンパ液の流れを動画で撮影することに世界で初めて成功</li> <li>腫瘍周囲の癌に特徴的な血管網をヒトで初めて可視化し、乳がんの良悪性鑑別への可能性を確認</li> <li>リンパ浮腫や乳がん等の早期発見・治療効果評価の応用の可能性が示唆され、安全かつ簡便な病気の早期診断への応用が期待</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>開発された光超音波 3D イメージング技術により、これまで計測が困難であったヒトの毛細血管の状態やリンパ液の流れ等が可視化可能</li> <li>医療関係者からは乳がんやリンパ浮腫の診断への応用が期待されているほか、さらなる臨床データの蓄積等により、将来的には様々な疾病予測等にも応用できる可能性が指摘されている。</li> <li>医療技術としての応用可能性を実証するためには、今後様々な医療機関と連携して、相当期間の臨床試験や臨床データの蓄積や関連規制への対応が必要</li> <li>ImPACT 期間中の 5 年間の成果のみをもって、将来の医療分野を大きく変革する見通しを得られたとの判断は困難</li> </ul>

②ImPACT 期間終了後の成果・進展

ImPACT 期間終了後（現在まで）の主要成果	ImPACT 期間終了後の研究の進展、終了時評価の指摘への対応等
<p>(ImPACT で設立したスタートアップ「(株)Luxonus」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.3 億円の資金を調達し、光超音波 3D イメージング装置の開発および海外への事業展開準備に投資（2023 年 7 月）</li> <li>医薬品医療機器総合機構から「光超音波イメージング装置」の承認を取得(2022 年 9 月)</li> <li>LME-01 は現在まで 1 台販売に成功</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AMED「先進的医療機器・システム等技術開発事業（診断・治療適用のための光超音波 3D イメージングによる革新的画像診断装置の開発）」（Luxonus ; 2019～2023 年度）</li> </ul>
特記事項	
<ul style="list-style-type: none"> <li>医療機器承認取得を評価する</li> </ul>	

## (11) 脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現（山川 PM）

### ①ImPACT での取組内容、ImPACT 期間での成果等

取組内容	
<p><b>山川義徳 PM</b></p>  <p>32.8 億円 エフォート 100%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報化の進展に伴う心の病の増加や、高齢者の認知症対策等が社会問題化する中、個々人の脳情報を簡便に計測できる手法の開発やそれら脳情報を民間企業等が活用できるインフラ基盤を構築することによって、世界初の脳情報サービス産業を創出する</li> <li>大型機器でしか計測できなかった個々人の脳情報を、簡便に計測できる手法の開発や、それら計測情報のビッグデータ解析の結果から、認知症の予防や学習効率の向上等に向けて脳機能を最適化する世界初の制御手法を確立する</li> </ul>

ImPACT 期間での主要成果	ImPACT 終了時評価での所見 (終了時評価報告書からの抜粋)
<ul style="list-style-type: none"> <li>ニューロフィードバック※1 による認知機能の低下防止の可能性を実証 ※1 脳活動パターンの調整を行う技術</li> <li>大量の MRI※2 データ解析技術を用いて、脳内イメージ解読技術を開発 ※2 Magnetic Resonance Imaging</li> <li>脳波によるアンドロイド制御※3 を実証 ※3 追加肢(3 本目以降の手足)の制御等</li> <li>脳機能の改善技術に道筋</li> <li>マルチタスク強化など人の機能が発展する可能性</li> <li>脳の健康管理に関する標準規格 (ITU-T H. 861. 0、 H. 861. 1 策定 ; 2017 年 12 月) ⇒ImPACT 関係者 (慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科 川森雅仁特任教授等) が標準策定を主導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>個々人の脳情報を簡便に計測できる携帯型ブレインマシンインターフェースの開発や、人の記憶をデコーディングする技術、脳情報とロボットとをつなぎ一人の人間 (脳) が複数のロボットを制御できる可能性の実証など、将来の脳情報サービス産業の創出に向けた画期的な研究成果が得られた</li> <li>脳科学分野における学術知見も大きく前進させ、国内外から評価を得ている</li> <li>プログラムが掲げた脳情報サービス産業の創出という野心的な目標を達成するには、これら研究成果を産業化するための更なるエビデンスの蓄積や具体的な民間企業を巻き込んだ共同研究や事業化戦略が必要</li> <li>ImPACT の 5 年間という限られた期間中において将来の脳情報サービス産業の創出に向けた見通しが得られたとは言い難い</li> </ul>

②ImPACT 期間終了後の成果・進展

ImPACT 期間終了後（現在まで）の主要成果	ImPACT 期間終了後の研究の進展、終了時評価の指摘への対応等
<p>（(株) ベスプラによる成果）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・携帯電話での BHQ サービスをスタート （パナソニック(株)による成果）</li> <li>・BHQ の推定値を WEB 上で手軽に計測できる WEB アプリ開発（2024 年 12 月） （ImPACT で設立したスタートアップ「BHQ(株）」による成果）</li> <li>・推計 BHQ サービス開始（2020 年 4 月） （ImPACT で設立した NPO スタートアップ「(一社)ブレインインパクト」による成果）</li> <li>・愛媛県松前町、宮崎県都農町、長野県野沢温泉村、京都府久御山町で脳の健康に関する研究協定締結</li> <li>・浜松市「予防・健幸都市」実現に向けた脳と体の健康維持/促進の健康管理アプリの効果検証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民間企業（パナソニック）との連携で、脳の健康状態をスマートフォンやパソコンで手軽に計測できる WEB アプリを開発するとともに、企業の従業員向けサービス『クイック BHQ ドック』サービスを開発（2024 年トライアル開始）</li> </ul>

特記事項
<ul style="list-style-type: none"> <li>・体温や血圧の測定と同様に、脳の健康を測定し日常に生かす社会になれば、社会変革の兆しを作ったと言える</li> <li>・大手と組んでビジネスへ展開していることを評価する</li> <li>・BHQ 指標を使った健康管理を様々な自治体へ継続的に展開している</li> </ul>

## (12) 量子人工脳を量子ネットワークでつなぐ高度知識社会基盤の実現（山本 PM）

### ① ImPACT での取組内容、ImPACT 期間での成果等

取組内容	
<p><b>山本喜久 PM</b></p>  <p>33 億円 エフォート 100%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報化の進展に伴う心の病の増加や、高齢者の認知症対策等が社会問題化する中、個々人の脳情報を簡便に計測できる手法の開発やそれら脳情報を民間企業等が活用できるインフラ基盤を構築することによって、世界初の脳情報サービス産業を創出する</li> <li>大型機器でしか計測できなかった個々人の脳情報を、簡便に計測できる手法の開発や、それら計測情報のビッグデータ解析の結果から、認知症の予防や学習効率の向上等に向けて脳機能を最適化する世界初の制御手法を確立する</li> <li>研究開発に海外機関を参加させ予算を配分（スタンフォード大学、ウルツブルク大学）</li> </ul>

ImPACT 期間での主要成果	ImPACT 終了時評価での所見 (終了時評価報告書からの抜粋)
<ul style="list-style-type: none"> <li>2000 ビットのコヒーレントイジングマシンの開発に成功。量子-古典ハイブリッド計算の思想を国内外に定着させた</li> <li>量子暗号と秘密分散を組み合わせたデータ保存システムを確立。東京圏内において実用レベルの分散保存ネットワークを構築・実証</li> <li>様々な産業分野において飛躍的な効率化が期待できる最適解を高速に導出可能</li> <li>計算機の性能が向上しても情報漏洩や不正改ざんの危険がない IT システムへの期待</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スパコンでは処理できない複雑な組合せ最適化問題を世界最速で処理できる、光量子効果を用いた新型コンピュータ(2000 ビット機)の開発に成功し、クラウド公開を実施</li> <li>最終年度にはそれを上回る 10 万ビット機の開発も完了しており、現在、参画企業側において性能確認を実施。</li> <li>量子暗号技術については、光量子による暗号技術を用い、将来計算機の性能が向上しても情報漏洩の危険のないデータの分散保存システムを確立し、東京圏内において実用レベルの分散保存ネットワークを構築・実証</li> <li>情報通信分野における将来のあり方変革を見通すには、様々な業種・企業等と連携し、実問題を処理するためのソフトウェアやアルゴリズム開発が必要であり、今後 ImPACT 参画企業による事業化・実用化に向けた取組が期待される</li> </ul>

②ImPACT 期間終了後の成果・進展

ImPACT 期間終了後（現在まで）の主要成果	ImPACT 期間終了後の研究の進展、終了時評価の指摘への対応等
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 万個の縮退光パラメトリック発振器ネットワークから成る超大規模コヒーレントイジングマシンを実現（日本電信電話(株)、情報・システム研究機構の共同開発；2021 年 9 月）</li> <li>• NTT Research 社を中心にしたオープンラボラトリーでの研究の継続（10 外部研究機関の 20 代表研究者との 5 年間の共同研究プロジェクト）</li> <li>• NSF-Expedition in Computing プロジェクト※2 件で計 6 千万ドルの研究予算を獲得</li> <li>• BMW 社の「Quantum Computing Challenge」にて(株)NTT データチームが『テスト車両の構成最適化』部門で 1 位（2021 年 12 月）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NTT Research 社・NTT 物性科学基礎研究所で、TFLN を用いた薄膜基盤技術、CIM アルゴリズムの研究を継続</li> </ul>

特記事項
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 世の中で「量子コンピュータ」が話題になる前に先駆けて研究を開始している点は評価できる</li> <li>• 肝となるコヒーレントイジングマシンの研究は継続して進んでおり、研究時に課題であったアルゴリズムも大きく改善している</li> </ul>

### (13) オンデマンド即時観測が可能な小型合成開口レーダ衛星システム（白坂 PM）

#### ① ImPACT での取組内容、ImPACT 期間での成果等

取組内容	
<p><b>白坂成功 PM</b></p>  <p>19.9 億円 エフォート 80%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自然災害等の緊急時に、雨天や夜間等コンディションを問わずに被災地状況等を速やかに把握し、救命・復旧等に当たり得るよう、場所や天候、時間を問わず即時観測可能な「小型合成開口レーダ衛星システム」を開発し、各地の防災・減災対応に貢献する</li> <li>これまで実現されていない、場所や天候、時間を問わず即時観測可能な世界最小の X バンド合成開口レーダ衛星システムを開発する</li> </ul>

ImPACT 期間での主要成果	ImPACT 終了時評価での所見 (終了時評価報告書からの抜粋)
<ul style="list-style-type: none"> <li>独自方式で大型アンテナの超コンパクト収納を実現。同時に世界トップクラスの小型化・軽量化(従来比 1/10)も実現</li> <li>製造コストを 1/20 以下(従来 100 億円以上を 5 億円以下に削減)に削減し、多数機配備による全地球規模・高頻度観測が可能に</li> <li>夜間・悪天候でも、緊急対応時に被災状況を数十分～数時間で把握する目途が立った</li> <li>高頻度観測で取得した衛星データによる新たな衛星ビジネスの開拓が期待</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大型・高額な合成開口レーダ (SAR) 衛星を、わずか 3 年間の研究開発により世界で最も小型・軽量化することに成功し、2020 年に打ち上げる見通しを立てた</li> <li>衛星の小型化により、打ち上げコストが大幅に縮減するため、複数機を連動させたコンステレーションが可能となり、災害時の即時観測のみならず、平時において大規模プラントや高速道路の常時観測、船舶航路のモニタリング等が可能となり、現在、様々な関係者から宇宙ビジネスの開拓が期待</li> <li>今後の宇宙ビジネスの本格化に向けた画期的な研究成果が得られ、そのビジネス化が着実に進みつつあることから、将来の宇宙産業のあり方に大きなインパクトをもたらすことが確実に判断される</li> </ul>

②ImPACT 期間終了後の成果・進展

ImPACT 期間終了後（現在まで）の主要成果	ImPACT 期間終了後の研究の進展、終了時評価の指摘への対応等
<p>(ImPACT で設立したスタートアップ「(株)Synspective」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>能登半島地震被災地（石川県穴水町、七尾市、門前町、志賀町、珠洲市、氷見市、珠洲市、富山県氷見市、高岡市）を SAR 衛星で観測、データを無償提供（2024 年 1 月）</li> <li>土地変位のデータサービスを提供し、平常時はインフラ保有企業・デベロッパー（インフラの現状・都市開発の進捗状況把握）、テーマパーク（駐車場の満空情報把握）などで活用</li> <li>5 機目の小型 SAR 衛星軌道投入（2024 年 8 月）</li> <li>日本最高分解能 25cm の画像取得（2024 年 7 月）</li> <li>70 億円の資金を調達し小型 SAR 衛星の開発・製造・打上・運用、量産施設の本格稼働準備、衛星データソリューションの開発とグローバル展開に充当、累計調達額 281.9 億円（2024 年 6 月）</li> <li>米 Rocket Lab 社と今後 10 機の衛星打上げに合意（2024 年 6 月）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>慶應義塾大学、JAXA、(株)天地人、(株)sorano me で「衛星利用ビジネス検定」の開発（2024 年 5 月発表）</li> </ul>

特記事項
<ul style="list-style-type: none"> <li>衛星画像の提供で防災・減災に貢献しており良い成果が確実に出ている</li> <li>社会実装を見据えた時、解像度向上などの当初目標から早く打ち上げる技術の方向へ研究途中で大きく舵を切り、現状見られる成果に至る大事な判断であった</li> </ul>

## (14) 豊かで安全な社会と新しいバイオものづくりを実現する人工細胞リアクタ（野地 PM）

### ① ImPACT での取組内容、ImPACT 期間での成果等

取組内容	
<p><b>野地博行 PM</b></p>  <p>17.5 億円 エフォート 80%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 生物が持つ物質生産機能を活用して、有用な物質を人工的に合成する新たなバイオ産業を創出するため、それら基盤技術となり得る「人工細胞リアクタ」や DNA の人工合成技術等を開発し、創薬等のものづくり分野におけるイノベーション創出を図る</li> <li>• 人工的に作り出した細胞から多様な有用物質を自在かつ効率的に製造するための基盤技術として、「人工細胞リアクタ」や DNA の人工合成技術等を開発する</li> <li>• 研究開発に米国企業の日本法人を参加させ予算を配分（Abbott Japan 社）</li> </ul>

ImPACT 期間での主要成果	ImPACT 終了時評価での所見 (終了時評価報告書からの抜粋)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 従来法の最高レベルより感度が 100 万倍以上向上し、検査時間や簡便性もはるかに優れた新たな計測方法(デジタル ELISA※1)を確立。本方法を活用し、スマートフォンで検査可能な インフルエンザウイルス検出システムを開発 ※1 Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay</li> <li>• 生物細胞を用いずに長鎖 DNA を 10 倍高速に増殖させる新たな DNA 合成法を確立</li> <li>• 小規模医療機関や在宅での早期診断が期待</li> <li>• ワクチン開発や再生医療等、新たなバイオ市場の開拓が期待</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 独自に開発したスーパー酵素と光学デジタル計測技術を融合し、ウイルスを簡便・高感度に計測できるデジタル計測装置を開発し、大手海外医療機器メーカー等と連携して、米国のリテール・クリニック市場等に展開する予定</li> <li>• 生物細胞を用いずに長鎖 DNA を効率的に増殖させる新たな DNA 合成法等も確立され、今後、バイオ研究分野への普及が期待されている</li> <li>• バイオ産業の発展に向けたいくつかの基盤技術が確立されたが、ImPACT の期間内では、創薬等のモノづくりを抜本的に変革する見通しまでは得られていない</li> </ul>

②ImPACT 期間終了後の成果・進展

ImPACT 期間終了後（現在まで）の主要成果	ImPACT 期間終了後の研究の進展、終了時評価の指摘への対応等
<p>(ImPACT で設立したスタートアップ「オリシロジェノミクス(株)」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>モデルナ社がオリシロジェノミクス(株)を8,500万ドルで買収(2023年1月)</li> <li>無細胞再構成系長鎖DN構築ツール『OriCiro Cell-Free Cloning System』を研究用試薬として発売(2020年7月)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>科研費基盤研究「次世代型デジタルバイオアッセイのための動的フェムトリアクタ技術」(野地PM、2019～2023年度※3領域横断的内容)</li> <li>ムーンショット型研究開発推進事業(目標7「テーマ5:「病院を家庭に」を実現させるための革新的な検査技術の開発」;野地PM;2021年度～)</li> <li>JST CREST「人工ゲノムのセルフフリーOn chip合成とその起動プロジェクト」(立教大末次正幸教授;2018～2023年度)</li> </ul>

特記事項
<ul style="list-style-type: none"> <li>モデルナ社によるオリシロジェノミクス(株)の買収は適切な出口、そのまま事業を続けていたら、普通の試薬会社で終わった可能性があった</li> <li>PMが大事な技術を持つ先生を体制に組み入れたのが成功の一因</li> </ul>

## (15) バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命（原田香 PM）

### ①ImPACT での取組内容、ImPACT 期間での成果等

取組内容	
<p><b>原田香奈子 PM</b></p>  <p>19.9 億円 エフォート 80%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 人体を精巧に模倣した「バイオニックヒューマノイド」を開発し、医療分野等での活用を通じて、試行錯誤のない研究開発・評価環境を構築し、革新的技術の社会実装を加速する</li> <li>• バイオニックヒューマノイド活用による研究開発・評価及び社会実装の加速という提案するコンセプトを具現化</li> <li>• 研究開発に海外機関を参加させ予算を配分（レンヌ大学）</li> </ul>

ImPACT 期間での主要成果	ImPACT 終了時評価での所見 (終了時評価報告書からの抜粋)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 生体組織を精密に計測し再現する技術を開発。眼科、脳外科、血管内治療用の3つのバイオニックヒューマノイド専用機を実用化</li> <li>• 産業ロボット技術を活用した手術ロボット「スマートアーム」を、バイオニックヒューマノイドを活用することにより、短期間で開発し評価</li> <li>• バイオニックヒューマノイドを医師の教育・訓練に活用</li> <li>• 手術ロボット等の医療機器の開発や評価にも活用。研究開発の加速化、効率化に期待</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 医療教育現場での活用が期待されるバイオニックヒューマノイドや、これまで困難とされた脳外科手術を想定した医療用手術ロボット等の試作機を開発</li> <li>• これら研究成果が医療用技術として有用性を実証するためには、様々な医療関係者・機関と連携した臨床試験等が必要であるが、ImPACT 期間内ではエビデンスの獲得等が十分ではなく、今後の医療規制対応に向けた見通しも必ずしも明らかになっていない</li> <li>• 将来の医療分野のあり方 を変革する見通しが得られたとは言い難い</li> </ul>

②ImPACT 期間終了後の成果・進展

ImPACT 期間終了後（現在まで）の主要成果	ImPACT 期間終了後の研究の進展、終了時評価の指摘への対応等
<p>(ImPACT で設立したスタートアップ「Blue Practice(株)」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>同社が開発したセンサー搭載型血管モデルシステム「BIS-ORTA」が日本生体医工学学会 新技術開発賞を受賞 (2023 年 6 月)</li> </ul> <p>(ImPACT で設立したスタートアップ「メドリッジ(株)」による成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>AMED「先進的医療機器・システム等技術開発事業」(全血対応が可能な細胞分取装置による癌モニタリング; 2019~2021 年度)</li> </ul> <p>(医療用立体モデルコンソーシアムによる成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>医療用立体モデルの開発・製造・評価・利用技術に関する関連技術の向上と国際標準化や関連産業に関する取組</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ムーンショット型研究開発推進事業(目標 3 人と AI ロボットの創造的共進化によるサイエンス開拓; 原田 PM)             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ムーンショットでは、ImPACT で開発したロボット制御ソフトウェアを活用し、AI がどんなロボット動作を生成しても、ロボット同士・ロボットと周囲の環境との衝突を自動で回避しながら自動化できるよう発展</li> </ul> </li> </ul>

## (16) 社会リスクを低減する超ビッグデータプラットフォーム（原田博 PM）

### ①ImPACT での取組内容、ImPACT 期間での成果等

取組内容	
<p><b>原田博司 PM</b></p>  <p>23.2 億円 エフォート率 80%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 個々人の健康・医療情報や工場内の機器情報等をビッグデータ化し、それら膨大な情報を効率的に解析・処理するプラットフォームをモデル構築することにより、Society5.0 が目指すサイバー空間とフィジカル空間の融合による知識集約的な社会の実現に貢献する</li> <li>• 各家庭を結ぶ無線通信ネットワーク化技術等を開発することにより、住居情報等を効率的にビッグデータ化し、個々人のニーズに応じたきめ細かな行政サービスの提供を可能とする超ビッグデータプラットフォームを確立する</li> </ul>

ImPACT 期間での主要成果	ImPACT 終了時評価での所見 (終了時評価報告書からの抜粋)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 社会ビッグデータ収集のための100km以上を面的カバーする無線通信システムを研究開発し、国際標準化・商用化を実現</li> <li>• 医療現場の超ビッグデータ（※1.2,000億規模のレセプトデータ）を数分以内で処理可能な超高速データベース（CLIDAS）を開発、実証</li> <li>• 無線通信システムが西日本豪雨の支援活動で活用</li> <li>• 政府統計、三重県等の自治体にて医療データ解析、医療政策立案に向けた実用性を実証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 約6.9億の医療用カルテ情報をオンラインで10秒以内に解析処理できる超ビッグ・データ処理システムを開発し、三重県等の自治体の協力を得て実用性を現地実証した</li> <li>• 在宅状態で患者の健康状態等をリアルタイム把握するための多段無線中継システム等を確立</li> <li>• 本システムは、医療介護現場の利用だけでなく、災害発生時における広域無線通信システム等としても応用可能な技術であり、西日本豪雨災害では京都府の災害支援活動に役立てられた</li> <li>• 本成果は、Society5.0 社会の実現に向けた基盤技術となるものであり、今後の医療・介護分野のあり方に大きな変革をもたらすことが確実</li> </ul>

②ImPACT 期間終了後の成果・進展

ImPACT 期間終了後（現在まで）の主要成果	ImPACT 期間終了後の研究の進展、終了時評価の指摘への対応等
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ImPACT で提案、商用化した狭域の無線通信システム Wi-SUN (HAN) は、現在東京電力ホールディングス（株）のスマートメーター2,900万台にすべてに実装</li> <li>• Wi-SUN(HAN)は電力メーターのみならず、電力ガス、水道の共同検針用の仕様に拡張し、経済産業省次世代スマートメーター用共同検針標準仕様として採択、商用化、実装が2025年度より開始予定</li> <li>• Wi-SUN (FAN) はアメリカのナショナル・グリッド社、デューク・エナジー社等でも採用され、全世界で1億台を超えて出荷（Wi-SUN アライアンス発表）</li> <li>• 超高速データベースは現在、合田和生准教授が研究を引継ぎプロモーションも実施、商用化に至る</li> <li>• 医療用超ビッグデータプラットフォームはSIP第3期「統合型ヘルスケアシステムの構築」で生成AI等も含めたさらなる拡張プロジェクトが創出 現在実施中（2023～2027年度）</li> <li>• ImPACT で得られた知見と元に農業、医療、防災プラットフォームを構築するための新しい学術領域「プラットフォーム学」を立ち上げ京都大学内で京都大学プラットフォーム学卓越大学院を設置（2023～2027年度、文部科学省卓越大学院事業）、教科書発刊、博士人材育成に従事（2025年2月現在で50名を超える学生が在籍、4名の学生が博士学位取得）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 医療ビッグデータPFに関し、第3期SIP「統合型ヘルスケアシステムの構築」（自治医科大学永井良三学長、2023～2027年度） ※CLIDASを活用して医療デジタルツインの実装による「知識発見」と「医療提供」の循環を促進</li> <li>• ファクトリセキュリティについては、工場ラインの乗っ取りやなりすましなどの高度なサイバー攻撃が行われていない状況であるが、事態に備えて準備</li> <li>• 工場内の通信環境のエミュレーションを行うために、総務省研究開発プロジェクト「仮想空間における電波模擬システム技術の高度化に向けた研究開発」を実施（PMがこの研究プログラムのリーダー）、ファクトリセキュリティを行うための無線システムの設計を、実伝送試験を行うことなく設計するシステムを構築（2019-2023年度）</li> </ul>

## 参考資料



## 参考資料 1 : ImPACT の PM を経験したことによる、PM 自身の受けとめの例

### (1) 伊藤 PM

ImPACT のマネジメント全般を通じて、PM としての意識や行動は大きく変わったが、具体的なきっかけとして一番大きいのは、三菱ケミカルから PD 補佐として参加いただいた加藤尚樹氏や JST のスタッフとの議論、参画機関の企業やアドバイザーからの意見、久間議員を初めてとするガバニングボードの委員の皆さんからのアドバイスなど。特に加藤氏との議論が一番大きかったと思う。

ImPACT では、マトリクス運営を実践した。すなわち、一つの企業のテーマに対し、ポリマーの合成、物性や構造解析、理論・シミュレーションなどを専門とする複数のアカデミアメンバーが連携しながら研究開発を推進した。企業は一つのテーマに社だけなので、他社に気兼ねなく課題を開示し、アカデミアが共同研究を通じて課題克服のアイデアを出す。こういうスタイルはこれまでになかった。

マトリクス運営については、これまでの企業との共同研究やベンチャーの経営に携わった経験から、ImPACT の最初の申請の段階で提案した。最初は詳細な計画がなくイメージの提案であったが、採択後に作り込み期間が4ヶ月あったので、加藤氏との議論や参画機関の企業からの意見などを取り込みながら作り上げた。

その後、運用の過程で課題も出てきたので変更しながら今の形に落ち着いた。重要なポイントは、企業と大学がそれぞれ本気で取組める仕組みとなっていること、双方について利点がありウィン・ウィンの関係にあること、お互いが楽しんで共同研究に取り組めることである。結果的に短期間でのブレークスルーにもつながった。研究開発は5つテーマがあったが、マトリクス運営をうまく使ったテーマが早くから円滑に研究開発が進んだ。具体的な課題をなかなか出さない企業は進捗が遅い傾向があった。

最初はイメージとして提案したマトリクス運営であったが、具体化する過程で私自身の意識が大きく変わっていった。

マトリクス運営はその後のムーンショットやSIPでも利用しており、基本的なコンセプトは引き継いでいるが、やり方は研究開発の方向性やステージに応じてフレキシブルに変えて活用している。

### (2) 原田(香) PM

研究マネジメント人材としてのキャリアとなり、周囲からもそのように認知されるようになった。様々な分野の方と接する機会があり、様々な価値観について身をもって知ることができた。特に、私の専門分野(医療機器)はマネジメントが極めて重要な分野であり、専門家としてのキャリアに役立っている。

今は医学系が本務であり本年度教授に昇任した。保健・看護系以外では女性初と聞いている。主な評価指標は研究ではあるが、PMとしての経験も評価していただいていると思われる。

また ImPACT での経験は、ムーンショットを企画・運営、大学の Active learning 関係の授業の企画や運営にも反映されている。

私の場合定年まで時間があるため、今後携わるプロジェクトや人材育成、東大での教育活動に PM としての経験を生かすことができるという点で、若手であることが有利かと思っている。

私に限らず、PM 人材育成として若手に投資いただいた分は、数十年単位で社会に還元されるため、研究成果そのものよりもトータルとしてのインパクトは大きいのではないかと。

一方で、若手の段階で研究者としてのキャリアを中断したため、PM 終了後の人生について当時は全く想像できなかった。

参考資料 2 : ImPACT 期間終了後に昇進や後継プロジェクトのリーダー等への就任があった人材の例

PM	氏名	ImPACT期間終了時	現在まで
伊藤 PM	田中敬二教授 (九州大学 工学研究院)	タイヤ薄ゲージ化プロジェクト「無機固体界面における高分子の凝集状態と緩和挙動」の研究開発責任者	接着技術の研究がJST 未来社会創造事業で採択され、研究代表者として研究継続
合田 PM	井手口拓郎講師 (東京大学 大学院理学系研究科)	Project3 (細胞計測技術開発) チームリーダー	2019年に東京大学卓越研究員としてフotonサイエンス研究機構の准教授に
	Cheng Lei 特任助教 (東京大学大学院理学系研究科)	Project3 (細胞計測技術開発) チームリーダー	研究成果により海外の大学の教授に飛び級で就任 (合田PMインタビュー)
佐野 PM	細見知准教授 (大阪大学光科学センター)	「レーザー加速要素技術開発」研究開発責任者	2019年4月から教授、産業科学研究所量子ビーム科学研究施設の施設長を兼任
	平等拓範准教授 (自然科学研究機構分子化学研究所)	「マイクロチップレーザーの開発」研究開発責任者	2018年10月から教授、理化学研究所放射光科学研究センターグループディレクターを兼任
佐橋 PM	深見俊輔准教授 (東北大学 国際集積エレクトロニクス研究開発センター)	「スピン軌道トルク(SOT)素子の高速書き込み動作の原理検証とSOT-MRAMの開発」に従事	2020年1月から教授、2023年4月から先端スピントロニクス研究開発センター長
山海 PM	原大雅統括 (CYBERDYNE 研究開発部門 HAL腰タイプ研究開発チーム)		AMED事業で研究開発代表として研究継続
鈴木 PM	森田啓介執行役 (Spiber社)		環境省 脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業 (人工タンパク質を用いたマイクロビーズおよび繊維の開発事業; 2021年度)
田所 PM	田中基康教授 (電気通信大学 大学院情報理工学研究科 機械知能システム学専攻)	「タフな車輪型索状ロボットの開発と制御」研究責任者	へび型ロボットの福島への投入、マンション地下ピット点検用の自律移動へび型ロボットの開発
藤田 PM	木野康志准教授 (東北大学大学院理学研究科)	「高温プラズマ中でのミュオン触媒核融合反応の素過程の理論計算」で研究開発責任者	2021年10月～東北大学 大学院理学研究科 化学専攻 教授
	奥野広樹室長 (仁科加速器科学研究センター 核変換技術研究開発室)		Moonshot型研究開発推進事業 (目標10) でPMとして研究継続
	菅原隆徳氏 (日本原子力研究開発機構)	日本原子力研究開発機構原子力科学研究所 基礎工学センター 核変換システム開発グループ研究副主幹	日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所 NRX開発センター副センター長
宮田 PM	安井隆雄准教授 (名古屋大学 大学院工学研究科)	バイオエアロソル プロジェクトマネージャー補佐 2018年5月にCraif株式会社を創業	2023年5月東京工業大学 生命理工学院 教授に就任
八木 PM	備瀬竜馬教授 (九州大学 大学院システム情報科学研究 情報知能工学部門)	准教授	教授に昇進
	中畑和之教授 (愛媛大学工学部)	愛媛大学理工学研究科 理工学専攻, 教授	社会基盤iセンシングセンター長に就任
山川 PM	今水寛客員所長 (国際電気通信基礎技術研究所 認知機構研究所)	携帯型BMI研究責任者	東京大学大学院人文社会系研究科教授に昇進 Moonshot型研究開発推進事業 (目標9) でPMとして研究継続
山本 PM	小芦雅斗教授 (東京大学 工学部物理工学科)		Moonshot型研究開発推進事業 (目標6) でPMとして研究継続
	樽茶清悟ディレクター (理科学研究所 量子機能システム研究グループ)		
	大関真之教授 (東北大学大学院 情報科学研究科 情報基礎科学専攻)		第3期SIPで研究継続
野地 PM	末次正幸教授 (立教大学理学部生命理学科)		オリシロジェノミクス設立時にCSOに就任 JST CRESTでプロジェクト代表者として研究継続
	松浦友亮准教授 (大阪大学 工学研究科)	「リポソーム型リアクターを用いた膜タンパク質進化分子工学技術の開発」研究開発責任者	均一かつ均質な人工細胞を作るマイクロ回路システムを開発 (2023年12月発表)
原田香 PM	金太一特任教授 (東京大学脳神経外科)	3次元コンピュータグラフィックス (3DCG) モデル開発 (当時助教)	医療情報工学講座主催 <a href="https://medicalinfo-engineering.org/">https://medicalinfo-engineering.org/</a>
原田博 PM	合田和生教授 (東京大学生産技術研究所)	超ビッグデータ処理エンジンプロジェクトに従事 (当時同研究所特任准教授)	2024年～ 東京大学生産技術研究所 教授
	水谷圭一准教授 (京都大学情報学研究科)	ImPACT期間終了時「超ビッグデータ創出ドライバプロジェクト」に従事 (当時同研究所助教)	2021年1月-2022年9月 京都大学 大学院情報学研究科 特任准教授 2022年10月～ 京都大学 大学院情報学研究科 准教授