

## 革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）の追跡評価

### 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、岩手医科大学の佐々木先生、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 1）。



図 1：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 をサポートしてくださり、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。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。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 2）。

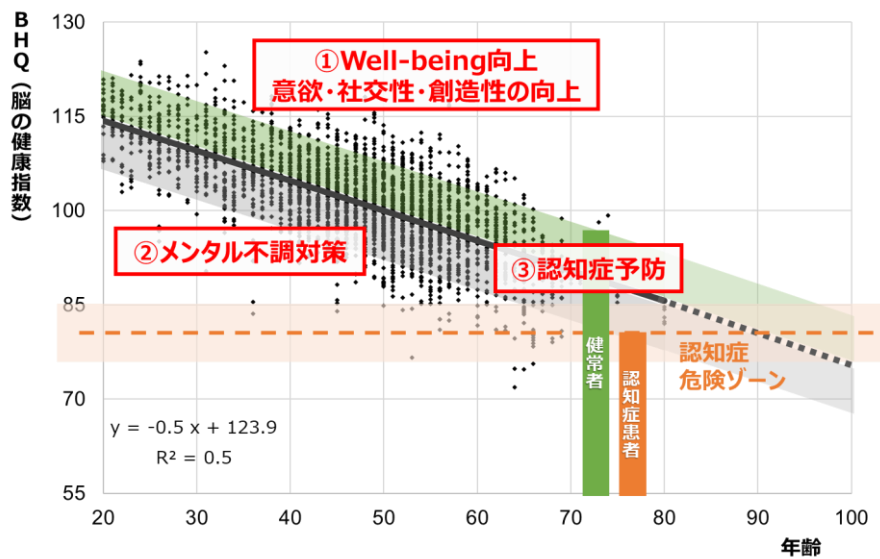


図 2 : BHQ の活用が期待される 3 つの領域

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 3）。

#### 【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、ペリーフラボノイド |
| 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・休息 | 質の良い睡眠をとろう         | 睡眠            |
| 5-2. | 睡眠・休息 | 仕事がある日も休息をとろう      | 休息            |
| 5-3. | 睡眠・休息 | 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    | 美しいやわかいを周りにおこう     | 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 特任准教授)
- ・ 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、福島県楢葉町、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、コクヨ、ベスプラ、松栄堂、丹青社、三井住友銀行、ライザップ、パローグループ、Vドラック、大阪商工会議所、UR、松山三越コープエヒメ、藤枝MYFC、コープこうべ、梓設計、ジヨルテ、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 3 : 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ということが、世界中で現実的とは思わ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、即時打ち上げが可能な小型 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。

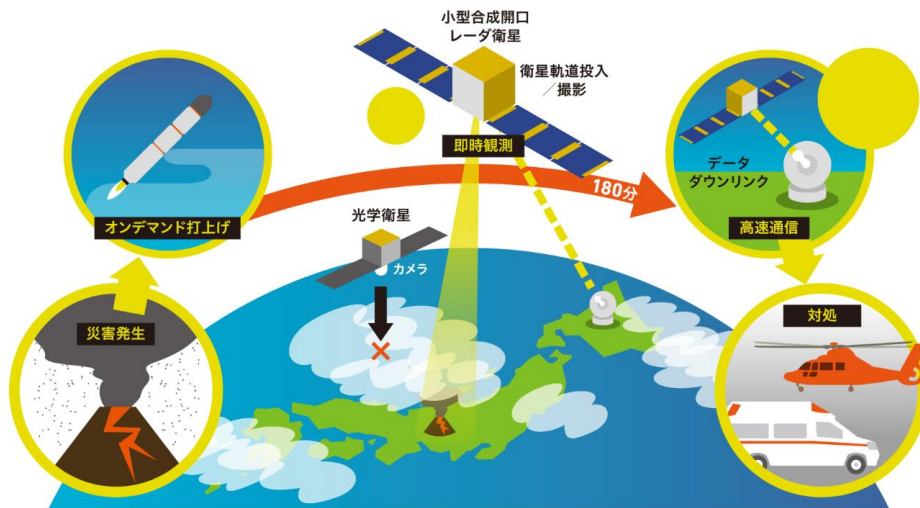


図 4：白坂プログラムでの研究開発の概要

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と考え、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、データをダウンロードし、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。

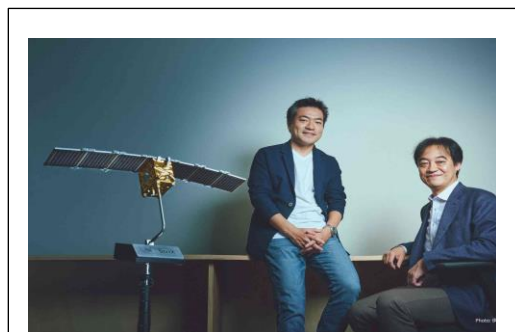
#### 4. 国際性

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な研究開発計画の「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す。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。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す。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すが、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が、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。オリシロのままで事業を行うよりも 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。

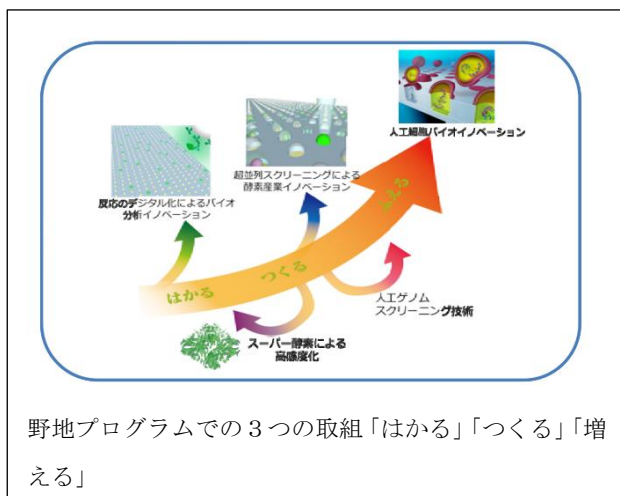
1 つ目は、近視眼的に見ても ImPACT による投資は、極めて短期間のうちに大きな形で日本に還元されています。まず、買収額は全て日本人すなわち日本に与えられたものです。正確な計算はしていませんが、末次氏の研究には ImPACT 予算は総額で 2.3 億円投資されています。これが数年後に約 110 億円となり日本に戻ってきています。雇用の面でも、プラスになっています。旧オリシロメンバーはほとんどそっくりモデルナエンザイマティクス社に異動しました。つまり、オリシロが産んだ雇用は、国内にとどまりむしろ拡大しています。その一部人材は海外に移動していますが、日本人の雇用は全体として拡大しています。

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、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>1</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

<sup>1</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

