

神戸大学先端融合研究環
外部評価報告書

令和元年 10 月

先端融合研究環外部評価報告書目次

【自然科学・生命医学系融合研究領域】

数学の幾何的様相	Rossman Wayne	…	1
素粒子実験で探る時空の物理研究	山崎 祐司	…	5
非共有結合系分子科学研究	富永 圭介	…	9
多細胞生物の構築原理と保障機構	井上 邦夫	…	13
水環境と水圏関連光合成生物が作る統合システムの解析と応用	三村 徹郎	…	17
水の起源と惑星進化における役割の解析	巽 好幸	…	22
スマート物質・材料工学	喜多 隆	…	27
バイオマテリアル・メディカルエンジニアリング研究	向井 敏司	…	33
次世代インフラ融合研究	山崎 寿一	…	40
次世代エコプロダクションシステム創生研究	大村 直人	…	43
システム構築戦略研究	貝原 俊也	…	46
Smarter World を実現するIT・RT 技術の創成	大川 剛直	…	51
低負荷・減災型のルーラルデザイン研究	田中丸 治哉	…	55
プラントヘルスサイエンスの統合と新展開	前藤 薫	…	60
ヘルスバイオサイエンス研究	水野 雅史	…	64
資源動物のシグナル伝達制御に関する研究	吉川 潮	…	68
津波災害の解析と安全システム構築に関する研究	西尾 茂	…	71
海洋再生可能エネルギーと水素エンジニアリングへの展開	武田 実	…	74
感染症国際共同研究拠点	森 康子	…	78
革新的予防・診断・治療法開発に向けたシグナル伝達医学研究	南 康博	…	82
医療デバイス実装医工学研究	福本 巧	…	87
文理融合による「こころの生涯健康学」研究の創成	古屋敷 智之	…	90
アジア諸国におけるシームレス・ヘルスケアシステムの共創 ーライフイノベーションをもたらす未来型保健学システムの提案ー	種村 留美	…	94

【人文・社会科学系融合研究領域】

新興経済諸国における政治・経済の停滞の原因と停滞からの脱出に関する総合的研究	吉井 昌彦	… 100
持続可能な交通(Sustainable Transport)実現に関する研究	正司 健一	… 105
歴史資料・企業資料のデータベース化、及び画像・テキストデータに基づく歴史・実証・文理融合研究	上東 貴志	… 108
現代中国研究拠点	梶谷 懐	… 111
メタ科学技術研究プロジェクト:方法・倫理・政策の総合的研究	松田 毅	… 115
人文情報の文理融合研究と地域学創出	奥村 弘	… 120
移住・多文化・福祉政策に関する国際的研究拠点の形成	坂井 一成	… 125
市場経済の持続的成長可能性に関する研究	羽森 茂之	… 129
貧困削減のための持続可能なコミュニティ開発 豚のマイクロ・クレジット	島村 靖治	… 132

【統合研究領域】

統合バイオリファイナリー研究	近藤 昭彦	… 136
先端膜工学研究	松山 秀人	… 139
構造ベース創薬研究	鶴田 宏樹	… 143
国際健康学研究	羅 志偉	… 145
惑星科学国際教育研究	観山 正見	… 149
次世代サブサーフェスイメージングシステム研究	木村 建次郎	… 154
マルチスケール計算生物学	近藤 昭彦	… 160
3次元可視化システムを活用した文理融合研究	的場 修	… 163
計算科学・計算機工学研究	田中 成典	… 167
神経回路網シミュレーションモデル研究	大森 敏明	… 171
計算科学研究センター(R-CCS)共同研究プロジェクト	横川三津夫	… 174

【極みプロジェクト】

ホログラフィック技術による生命現象の4次元計測・操作の実現とその臨床利用	的場 修	… 178
--------------------------------------	------	-------

自然科学・生命医学系

融合研究領域

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： 数学の幾何的様相

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：

理学研究科・数学専攻・ウェイン ラスマン

外部評価委員： 広島工業大学情報学部情報工学科・助教・直川 耕祐

令和元年（2019年） 9月 27日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

本研究テーマでは、幾何学的様相を主軸として、それに関連する数学の諸分野の融合を図っている。実際、微分幾何の諸問題は、可積分系、代数幾何、位相空間論、特異点論といった様々な分野と互いに密接に関連している。さらに、その構造を解析することで、単なる数値的な近似ではない「幾何学的構造」を保つ離散化（例えば、ラスマンによる Omega 曲面の離散化）およびその性質の解明も目的の一つとなっている。種々の概念の離散化の手法は、計算機科学、コンピュータ・グラフィクス、建築などを含めた工学、数理科学分野においても発展してきたので、本研究は純粋数学のみならず、他分野への応用も期待される。

以上のような背景を鑑みると、本研究プロジェクトは幾何学を中心に広く設定されるべきであり、その分野ごとに役割を分けて専門に研究し、互いに連携を取りながら融合を図るべきであると考えられる。そのため、構成員ごとに研究目的を予め設定しておき、プロジェクトリーダーがチームを最終的に統括する進め方は、本研究テーマにおいて適切である。各構成員の専門ごとに確実な成果が得られることが期待できるし、異分野との交流により新たな研究の萌芽にもつながる。

それぞれに設定された役割分担は、専門に則した適切なものである。実際、以下に列挙する通りである。

- (ラスマン) Omega 曲面の離散化と構造解析。微分幾何学的視点に基づく離散曲面、半離散曲面の構成法と諸性質の解明。特に極小曲面、ワインガルテン曲面、オメガ曲面の離散化。
- (吉岡) 複体によるベクトル束の研究。K3 曲面上の安定層のモジュライについて、Brill-Noether 軌跡についての研究。
- (野海) 可積分系と特殊函数の研究。楕円可積分系とそれに関連する特殊函数に対して、表現論と差分 de Rham の観点からの理論的枠組みの整備。
- (齋藤) 可積分系の代数幾何学的研究。曲線上の放物接続と放物 Higgs 束のモジュライ空間の幾何学、モノドロミー保存変形の微分方程式の幾何学的パンルヴェ性の厳密な証明、幾何学的ラングランズ対応。
- (Brendle) 集合論的位相空間論の研究。
- (石井) 曲面の平均曲率流、自由境界問題。平均曲率流に対する閾値型近似アルゴリズムに対する数学的な正当化や誤差評価等。
- (佐治) 特異点を許容する場合の曲面論。可微分写像がもつ特異点に対して、局所的な性質および大域的な性質の研究。
- (三井) 多様体の分類問題。
- (宮田) 幾何学的トポロジーの研究。距離空間の small-scale 構造と large-scale 構造への統合的アプローチ。

2. 研究目的に対する達成状況

各構成員の役割ごとに、研究目的に則した十分な成果が得られている。以下に挙げる通り、達成された成果は、質、量ともに十分であり、多岐にわたる。(以下が全てではない。また、正確な表現よりも成果の要約を優先したので注意。)

- (ラスマン) 離散線形 Weingarten 曲面の分類問題の研究, Lie 球面幾何の変換理論に基づく離散的定式化. 特に, なめらかな曲線に対するダルブー変換を離散化することによる半離散双等温曲面の研究, ゲージ理論的なアプローチによる多項式保存量を持つ連続的なオメガ曲面の特徴づけ及びその離散化. 3次元ローレンツ空間内の平均曲率0一定曲面の研究. 特異点をもつ2次元多様体上の閉磁気測地線の研究. 離散曲面に対する Lawson 変換の新たな定式化, 特に, 離散的なギーシャルド曲面の性質の研究.
- (吉岡) Enriques 曲面上の安定層のモジュライについての研究.
- (野海) 楕円超幾何積分に対する差分 de Rham 理論の深化, および, q 超幾何積分の接続問題や楕円超幾何関数の和公式への応用. 楕円差分の E8 型パンルヴェ方程式に対して, 楕円超幾何積分で表される, E7 型ワイル群不変性をもつ解の構成.
- (齋藤) モジュライ空間上の異なるラグランジュアン族の構造および, 放物ベクトル束のモジュライ空間との関係の解明. 確定特異点について, スペクトルタイプを固定した時のモノドロミー保存変形の方程式の幾何学的パンルヴェ性の証明.
- (Brendle) 連続体の基数不変量, 実数上のイデアルに関する複数の成果. 強制法の理論の研究について, 集合論的トポロジーに関連する A. Miller の問題の解決など.
- (石井) 外力や輸送項を伴う平均曲率流に対する閾値型近似アルゴリズムについて, 数学的な収束に関する証明と, 収束の速さに関する評価.
- (佐治) 曲面や超曲面に頻繁に現れる典型的な特異点の判定法を与えている. さらに, その成果を用いた特異点の微分幾何的性質の解明. 特に, 様々な双対曲面, ある種の変換を施して得られる曲面に現れる特異点の特徴付け.
- (三井) 代数群のトーサーに対して幾何学的なモデルの構成へのアプローチ.
- (宮田) 距離空間, coarse 距離空間, uniform 距離空間それぞれがもつ幾何学的性質と, それらの関係性の解明. asymptotic dimension に関して, Hurewicz の dimension raising map に関する定理の証明.

外部資金獲得実績は単年度あたり約 30,000 千円規模×5 年度分であり, 関連活動は継続的かつ活発である.

若手の研究交流, 社会への研究成果の還元も, 積極的に取り組んでいると言える. 研究集会が 6 件, うち国際研究集会が 3 件であり, 国内外の若手研究者, 大学院生が多数参加し講演発表も行っている. 各ワークショップのテーマについて, 最先端

の研究者を国内外から招聘し、本プロジェクトを通じて、活発な研究交流が行われている。また、論文 92 編のうち 44 編が国際共著で、約半数を占めていることから、国際交流の著しい成果が得られていると評価できる。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

各構成員に対して設定されたテーマについて、十分に研究を深化、邁進していく原動力になったと評価できる点が素晴らしい。それぞれの役割において、良い成果を出している。特に、薄葉季路氏の 2014 年度日本数学会賞建部賢弘特別賞、齋藤政彦氏の 2016 年度（第 19 回）日本数学会代数学賞は特筆に値する。

一方、内容について改善すべき点はあまりないが、強いて挙げるとすれば、国際交流のための支援がもっと手厚くあれば良い。ワークショップや共同研究のため、若手を含む海外研究者を招聘できる人数が増えれば、プロジェクトの意義をより高めることになると思う。

4. 研究の今後の展開

チームのそれぞれが、各自の研究テーマをより深化させていることになると思う。その中で、プロジェクトチームが結成されたことの意義は大きい。実際、何かの切っ掛けで異分野どうしの関連があることが分かった時に、新たな研究の萌芽が生まれることになる。チームの結成がなければ、このような機会が巡ってくることは、ほとんどないだろう。

5. その他 留意事項

これからも研究プロジェクトの枠組みを継続し、十分な支援を続けていくのが良いと思う。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： 素粒子実験で探る時空の物理研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 理学研究科・物理学専攻・山崎 祐司

外部評価委員： 国立大学法人名古屋大学宇宙地球環境研究所・教授・伊藤 好孝

令和元年（2019年）10月 7日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

現代の物理学において、素粒子物理と宇宙物理は密接に関連し、宇宙の始まりと物質の成り立ちの理解について飛躍的な進展をもたらした。それによれば、ビッグバン直後の超高温の宇宙において大量の粒子が生み出され、宇宙膨張と共に冷えていく中で、原子核、原子、恒星、銀河と、現在の宇宙が形成されていったと考えられている。初期の粒子生成において宇宙を支配する法則は高エネルギーでの素粒子物理であり、現在 Large Hadron Collider (LHC) などの衝突型加速器実験によって研究が進められている分野である。未だわかっていない素粒子理論により、宇宙初期に未知の粒子が生成され、現在の宇宙の大規模構造を形成する暗黒物質となっている可能性がある。また、初期の宇宙におけるニュートリノと反ニュートリノとの振る舞いの差が、現在の宇宙に物質だけが残り反物質が存在しないことの原因になっている可能性がある。本研究プロジェクトは、これら現代物理学における謎の根幹をなす課題について、素粒子実験と宇宙観測の両方を一体として行うことにより、暗黒物質を含む未知の新粒子の解明 (LHC アトラス実験, 暗黒物質), 素粒子の世代と消えた反粒子の謎の解明 (ニュートリノ振動) を目指している。LHC でのアトラス実験、暗黒物質およびニュートリノの3つの課題は、いずれも現代物理学における最重要課題であり、テーマの設定は適切である。これらの課題は世界中の研究機関で個々に進められているのが現状で、単一の研究ユニットによる研究体制は国際的にもユニークであり、緊密な連携によりあらたな方向性を生み出せる可能性がある。また、放射線検出器開発、シミュレーション開発をテーマとして設定しており、先端研究を支える基盤の強化につながっている他、社会への還元にも貢献できる体制となっている。

2. 研究目的に対する達成状況

本研究プロジェクトは、5つのサブグループ「アトラス実験」「暗黒物質直接探索実験」「ニュートリノ実験」「検出器開発」「放射線シミュレーション」に分かれている。

アトラス実験においては、2018年に完了した run2 運転のデータ取得において、助教を現地に常駐させミュオントリガーの安定運転等に貢献しており、当初予定の1.5倍にのぼるデータ量の取得に成功した。これら高統計陽子陽子衝突の解析から、ジェット生成精密測定やトップクォークによる新物理探索で成果が出ている。将来のトリガーのアップグレードに向けた開発も開始されている。

暗黒物質直接探索については、神岡の XMASS 実験に従事し、暗黒物質信号の季節変動の探索やボゾンの暗黒物質の探索など多くの成果を得ている。XMASS 実験の発展として、海外のより大型の XENONnT 実験に参加し、中性子検出器の開発などで国際的なビジビリティを出していることは評価される。また、神戸大独自のプロジェクトとして、方向感度をもつ暗黒物質直接探索 NEWAGE 実験の進め、感度を1桁向上するなど着実に成果をあげていることは評価される。

ニュートリノ実験については、T2K 実験におけるニュートリノ振動精密測定により CP 非対称性の兆候をつかむなど、大きな成果があった。また、スーパーカミオカンデでの太陽ニュートリノ観測について責任を持ち、太陽ニュートリノ振動精密観測の進展を担いながら、太陽活動との相関解析や太陽フレアニュートリノの探索など新たなトピックの開拓が評価できる。また、スー

パーカミオカンデでの自動較正装置や、ハイパーカミオカンデでの光センサー開発など、ハードウェア開発での貢献もおこなっている。

測定器開発については、アトラス実験のアップグレードに向けた検出器開発で、炭素薄膜技術を用いて成果を挙げている。この成果を応用した新しい位置検出器の開発や、記録型検出器開発などの成果も評価される。放射線シミュレーション技術については、GEANT4 によるガンの放射線治療予測の高速化などに成果をあげている。

【学問的意義の評価】

アトラス実験や暗黒物質探索実験、ニュートリノ実験において、データ取得を計画どおり成功させ、継続してその科学的成果を表出していることは大きく評価できる。新相互作用の発見や暗黒物質の特定などの特大の成果ではないが、測定精度の向上や新しいトピックの開拓などの着実な積み重ねを行っており、今後の大きな成果につながることを期待できる。例えばニュートリノ振動の CP 対称性の破れの兆候は、今後ハイパーカミオカンデ実験での大きな成果に繋がる重要なステップとして評価できる。科学的成果だけでなく、炭素薄膜などの新しい要素を加えたガス検出器を中心とした検出器開発で進展が見られ、今後の成果が期待される。これらのことから学問的成果については高く評価できると言える。論文業績について、年間100本強の国際共著論文を継続的に出版し、Top10%論文も常時半分近い割合をしめるなど業績の質も高い。

【若手人材の育成】

各サブグループにおいて、若手人材が研究の前線で活躍し成果をあげている。アトラス実験では、CERN 現地に助教が常駐してトリガー装置の運転・維持開発を行いトップクォークを通した新物理探索などでビジビリティをあげている。スーパーカミオカンデやハイパーカミオカンデにおいても、低エネルギーニュートリノ研究の開拓や、新しい光センサーの開発などで成果をあげている。これらの業績が評価され、4人の任期付き助教が理学研究科、他機関で上位の職を得ており、非常に高く評価できる。

【資金獲得】

教員1人あたりの外部資金は10,000千円前後で、新学術領域の計画研究代表者を複数務めるなど非常に順調であると評価される。最終年度に額がやや減少しているが、素粒子・宇宙の分野では実験装置、海外との研究協力により安定して多額の資金を必要とするため、今後も引き続きの努力が期待される。

【研究成果の社会還元】

粒子物理実験分野で用いられる放射線と物質との相互作用シミュレーションを GPU プロセッサにより飛躍的に向上させた研究、シミュレーションによるフィルムバジの性質の詳細な理解など、社会的にインパクトの大きい技術要素還元を行っている。また研究の広報もアウトリーチ活動を積極的に行っており、社会還元ができています。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

以下の点が、特に優れている点としてあげられる。

- ・ アトラス実験において、ミューオントリガーの運用に責任を持ち、run 2 のデータ取得に大きく貢献、大型国際共同実験の場でビジビリティを發揮した。
- ・ 炭素薄膜技術を応用した新しいガス検出器を進め、ガス検出器の新しい可能性を開いている。
- ・ 神戸大独自の技術で、方向感度を持つ次世代の暗黒物質直接探索実験 NEWAGE を主導している。

る。この方向性では世界最高の感度を達成して先頭を走っている。

- ・ 世界最高感度を持つ暗黒物質直接探索実験である XENONnT 実験に参入し、中性子検出器の開発を主導して、国際共同実験の中でビジビリティを発揮しながら暗黒物質探索の最先端に参画している。
- ・ スーパーカミオカンデの太陽ニュートリノ研究について責任をもって主導し、太陽ニュートリノの様々な最新成果の導出に貢献している。

今後の改善点として検討をすることが望まれる点として以下があげられる。

- ・ 個々のサブグループの活動や成果は十分出ているが、サブグループ間の連携による成果は、ガス検出器での共同以上のもの見られないようである。同一ユニットである強みを生かすためにはプロジェクト全体が関わる共同研究や研究会を通じて、本プロジェクトが目指す物理へのアプローチが検討されるべきである。
- ・ プロジェクトの中に若手研究者がもっとビジビリティを持って参画し、プロジェクトを主体的に牽引するような支援や仕組みがあるとよいと考えられる。

4. 研究の今後の展開

本プロジェクトは、アトラス実験、ニュートリノ実験、暗黒物質直接探索実験の3つの最先端研究について、同一ユニット内で密接な連携が期待できるところにある。たとえばアトラス実験での暗黒物質に関わる素粒子理論の検証や、ダークフォトンなど他の新粒子候補の探索結果をいち早く他のプロジェクトでのアイデアに反映するなどの戦略が期待される。その意味で、本プロジェクトの後継として「暗黒物質」をテーマに据え、さらに暗黒物質間接探索を加えた計画は評価できる。検出器技術開発も、現在のガス検出器技術をより高度に発展させ、科学的成果に結びつけられることが期待される。一方でニュートリノ物理は今後も成果が期待できるため、新プロジェクトの中での位置付けを考慮すべきである。また、アトラス実験の運用に大きく貢献してきた実績を生かして、次期計画の立案や技術開発にも一層注力することが期待される。

5. その他 留意事項

- ・ プロジェクトを牽引する若手研究者、大学院生を支援する立場から、大学からなんらかの支援が期待される。特に大学院生の経済状況は悪化しているなかで、RAの拡充、高額化などの支援の強化が期待される。
- ・ 国際的な共同研究において多くの成果をあげており、CERNやグランサッソーなど海外研究拠点でのアクティビティも高い。反面、グローバル化の視点からは、海外からの招聘を増やし、学内の研究環境のグローバル化にも注力すべきである。先端的融合研究環でのプロジェクトへの支援として、このような外国人客員のポストや、外国人招聘旅費などの措置も検討されるとよいと考えられる。
- ・ 先端融合研究環のプロジェクトの評価体制について存じ上げないが、評価結果のプロジェクトへのフィードバックを望むのであれば、中間段階での評価もあってよいと考えられる。また、一定の成功を収めたプロジェクトについて、学内センター化などの次のステップを用意するなど、より一層の発展を促す仕組みもあるとよいと考えられる。

以上

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： 非共有結合系分子科学研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 分子フォトサイエンス研究センター・富永 圭介

外部評価委員： 国立大学法人京都大学大学院工学研究科・教授・佐藤 啓文

令和元年（2019年）9月26日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

現在の数物科学の根幹をなす基本原理は 20 世紀初頭までに概ね整備され、物質を対象とする化学においても、経験にのみ大きく依拠してきた従来の状況が一変した。20 世紀後半には種々の技術発展に伴ってこうした基本原理に立脚した知の体系化が急速に進み、個別の電子や原子核、分子は、一般的でシンプルな原理・原則に基づいて理解されるようになった。ところがこれらは多数集まると協同的な効果によって複雑で特徴的な構造や振る舞いが発現し、シンプルな原理・原則だけでは説明しきれない。我々の生活に関わる現実の物質、生体分子あるいは生命体そのものは、そうした集合体の一例であり、現実の物質と「一般的、単純な」原理の間には未だに大きな隔たりが残っている。P.W. Anderson (ノーベル物理学賞受賞者) が、行きすぎた要素還元主義を批判し、“more is different” と指摘したことはよく知られており、集合体における発現機構を明らかにし、その本質を理解していくことは現代科学における最重要課題の一つである。最近のテラヘルツ分光を含む計測技術の高度化やデータ解析を含む理論計算の発達は、こうした積年の課題に正面から挑戦する環境が漸く整ってきたことを示しており、本プロジェクトはまさに時宜にかなったものと言える。また、こうした課題設定が純粋に基礎的な学究活動としての重要性を有するだけでなく、実用上の技術革新とも密接に関わりうることを指摘しておきたい。実際、本プロジェクトにおける活動を通じて、新しいイメージングや、光エネルギー変換など産業応用等も視野入れた新たな展開の萌芽が見られている。理学的にも工学的に意義の深い、卓越した課題設定と言える。

2. 研究目的に対する達成状況

材料科学から生体内での分子過程に至るまで幅広い現象を対象とした研究が着実に遂行され、目的を達成している。各々の構成員が高い水準の研究を継続的に行なっているだけでなく、プロジェクトリーダーを中心に、グループ内外での共同研究が精力的に進められてきた。これらの成果は、*Nature Comm.* や *Proc. Natl. Acad. Sci.* などの総合誌や、*Phys. Chem. Chem. Phys.* や *J. Phys. Chem.* に代表される物理化学研究の中核をなす専門誌など、国際的に評価の高い学術誌に多数掲載されている。特に共同研究に関しては、発足時（平成 26 年）に比較して、平成 30 年にはプロジェクト内共同研究数は 2 倍、その他の研究グループとは 2.5 倍以上とその数を大きく増加させており、プロジェクト進捗に伴って協力体制が加速度的に強化されたことがわかる。米国、ドイツ、台湾などの数多くの国々との共同研究も積極的に進めており、本プロジェクトが国際的に高いレベルの研究を推進するハブとして重要な役割を担って来たことがうかがえる。また数は多くないものの、論文リストの中に日本語による総説が毎年出版されていることを指摘しておきたい。言うまでもなく国際的な学術雑誌における公表が研究者にとっては最重要だが、こうした邦文論文は我が国の研究者間の情報共有に寄与するだけでなく、幅広く国民へ直接的に働きかけることにも繋がる。国際競争の観点からは一見無関係のようだが、著書とともに、こうした取り組みは長期的に重要な意義を持ちうる。

より直接的な教育活動として、大学院での特論講義を通じた基礎的な研究能力養成が進められた他、国際学会を含む内外のシンポジウム等において毎年複数名の学生がポスター賞や優秀講演賞等を受賞しており、大学院生に対する質の高い研究指導の賜物と理解される。教員の受賞も含め

ると期間5年で37件にもものぼり、若手研究者の育成が順調に進み、実を結んだことがうかがえる。また10件の国際学会を含む研究集会も数多く開催しており、研究交流、成果の内外への発信にも務めている。

外部資金に関しては、多くの構成員が科研費を継続的に受給していることに加え、奨学寄付金、民間研究助成の他、さきがけ、JST 産学共創基礎基盤研究や JST 研究成果最適展開支援プログラム A-STEP 産学共同フェーズなどの大型研究費も取得しており積極的に活動している。産業応用等も視野入れた展開に関連して、平成29年に1件、最終の30年には3件の特許が出願されており、プロジェクト期間を通じて創出された技術が社会還元されたものと理解される。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

テラヘルツ帯は振動分光と誘電緩和の中間領域をカバーする。従って、特に分子科学分野においては、分子間の相互作用あるいはその影響を大きく受ける運動を観測する上で、テラヘルツ分光法は最適なアプローチである。また太陽電池や光触媒などにおける機能の根幹をなす光励起直後の過程を調べる上でも、電荷キャリアの運動を追跡できる重要な方法である。このプロジェクトには計測技術のみならず生体分子、理論計算など多様な分野の研究者が参画しており、テラヘルツ分光を基軸とした有機的連携がなされることで、比較的小規模なグループであるにもかかわらず高い成果をあげている。例えば、大道准教授-太田教授-高橋助教-鏑木教授は、微小機械デバイスを用いた高感度 ESR 検出技術を開発し、マイクロリットルオーダーの金属タンパク質微量溶液について、テラヘルツ領域での ESR 信号の検出に成功している。こうした計測技術の高度化の追求は、次代を含む今後の展開をはかれる盤石な基盤を築く上で極めて重要である。

プロジェクトの重要なミッションの一つは分子科学の深化にあり、非常に幅広い系における様々な分子過程を明らかにしている。立川准教授-富永教授は、二酸化チタンの表面に吸着した水の動的挙動とその温度変化を調べ、緩和および振動の様子を明らかにしている。また立川准教授-小堀教授-富永教授は、混合ハロゲン化物ペロブスカイトに関して、溶液中でのハロゲン交換反応のその場観察を行い、励起に伴う電荷キャリアダイナミクスを明らかにしている。こうした研究は分子科学と材料科学の境界領域に位置付けることができ、従来法のみでは到達できなかった新しい分野を切り開くものと大いに期待される。さらに、茶谷准教授-富永教授は、テラヘルツ時間領域分光法を用いてアミロイド線維形成の初期段階のダイナミクスにアプローチするなど、生体分子あるいは生命現象へもターゲットを広げている。

近年の技術的発展を背景にテラヘルツ帯の利用は益々活発化して来ており、国際的な競争も激しくなっている。本プロジェクトにおいては、基盤的な計測技術開発から実際の物質における事象の観察に至るまで、プロジェクト内外の協力を通じて幅広くかつバランスよい展開がはかられたことは特筆に値し、分子科学を起点とする新しい学問領域の創造を期待させる成果として、関係者各位のご努力に深い敬意を表する。

4. 研究の今後の展開

立川准教授を代表とする開拓プロジェクト「階層縦断的アプローチによる革新的光エネルギー変換系の開拓」が開始され、上述の通り複数の大型研究費を取得するなど、本プロジェクトを通じて創出されてきた研究課題が萌芽し、さらなる発展の段階に入りつつあることは高く評価できる。また、こうした直接的な研究費取得以外にも、これまでの共同研究あるいはワークショップや研

研究会を通じて形成された研究者間のネットワークは次代への大きな礎になる。今後の新たな共同研究などを通じて、非共有結合系における分子科学の理解をさらに深化させてくれるものと大いに期待している。

5. その他 留意事項

研究プロジェクト内での連携をさらに強化するために、全体へ目を配りつつ、必要に応じて調整できる立場にある若手研究者がいてより望ましいと感じた。こうした高い研究遂行・運営能力を有する特任教員などの雇用は優秀な研究者を育成するキャリアパスの観点からも重要であると考えられる。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： 多細胞生物の構築原理と保証機構

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 理学研究科・生物学専攻・井上 邦夫

外部評価委員： 甲南大学工学部・教授・日下部 岳広

令和元年（2019年） 9月 26日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

本プロジェクトの研究目的である、多細胞生物体がゲノム情報やエピゲノム情報の時空間制御によって形成される構築原理と保障機構は、生命科学における中心課題の一つである。1980年代後半から2000年代前半にかけての多細胞生物の分子遺伝学研究的進展により、多細胞動物の発生を制御するHox遺伝子や種々の細胞間シグナル因子の発見に代表されるように、生物種を超えて重要なはたらきをもつ多くの遺伝子が明らかにされ、多細胞生物の構築機構の全解明に近づいたかに思われた。ところが、21世紀に入って、次世代DNAシーケンシング、エピゲノム解析、イメージング法等、各種分析技術等の革新的な進歩により、それまで知られていなかった多くの非コードRNAやエピジェネティック制御の重要性が明らかとなり、従来のセントラルドグマに基づいた遺伝子情報の発現とタンパク質コード遺伝子を中心とした制御機構は、多細胞生物体の構築原理のひとつの側面にすぎないことが認識されつつある。本プロジェクトの各メンバーの研究は、このような新しい生命科学の潮流を先導しており、それらの研究者が集結し、植物、菌類、動物を含む多様なモデル生物を用いて、多細胞生物体の構築原理と保障機構の解明をめざす本プロジェクト研究は、学術的に極めて重要な意義をもつと考えられる。また、多細胞生物体の構築原理、保障機構、およびその破綻は、ヒトの健康の問題と直結しており、医療、農業、産業等への波及効果も極めて大きいことが期待される。

2. 研究目的に対する達成状況

プロジェクトを構成する各研究グループは、オリジナリティの高い独自の研究テーマを展開し、多細胞生物体の構築原理と保障機構に関する多くの新しい知見を得ている。研究成果の多くは国際的に評価の高い学術雑誌に掲載・公表されている。特にNature、Science、PNASをはじめとするトップジャーナルに、複数のグループの論文が掲載されていることは、国際的にみて極めて高い水準の、新規性の高い研究成果が得られていることの証左である。専門学術論文を多数発表する一方で、一般向けの書籍の執筆・出版等を通して、広く社会に向けての啓蒙活動も活発に行われている。

各グループは、学外国内外の研究グループとの活発な共同研究を主体的・有機的に行い、多くの研究成果に結びついている。こうした共同研究は、新たな研究ネットワークの構築につながることが期待され、国際的な研究の可視化と新分野の開拓へと展開することが見込まれる。

また、本研究プロジェクトには大学院生や博士研究員が参画し、論文著者となっている他、上記国際共同研究に参画することによる教育効果も大きく、さらに海外での学会発表の渡航費支援が実施され、若手人材育成でも大きな成果をあげている。

本プロジェクトの各メンバーは優れた研究が評価され、プロジェクト開始時から多

くの競争的外部資金を獲得しているが、複数の構成員がプロジェクト期間の後半に新たに基盤研究 (S) (B) (C)、新学術領域研究、若手研究などの科学研究費補助金を取得するなど、資金獲得面でも大きな成果をあげている。

3. 研究内容で優れている点, 及び改善すべき点

いずれのグループも活発な研究活動を行い、高いオリジナリティを有する優れた研究成果を得ている。

深城グループの植物モデルを用いた側根形成の研究では、英国、フランス、中国など多くの国の研究機関との研究ネットワークを構築して、重要なはたらきをもつ新規ペプチドおよびその受容体を発見し、さらに詳細な分子機構までを解明した。これらの研究成果をまとめた論文は、Science、Developmental Cell、PNAS など権威ある国際学術誌に掲載されている。

菅澤・酒井グループおよび横井グループは、多細胞生物体構築の保証機構として、中心的な役割を担うプロセスである、DNA 損傷に対する生体応答の分子機構について、DNA-タンパク質相互作用からクロマチンレベルの解析、さらに脂質代謝、オルガネラおよび細胞レベルの解析まで、ChIP-seq、低温電子顕微鏡など様々な最新手法を駆使して、詳細かつ包括的な研究を展開し、多くの重要な知見を得ており、Nature、Molecular Cell などの権威ある国際学術誌に論文を発表している。菅澤教授は、科学研究費補助金・基盤研究(S)を取得して強力に研究を進めており、今後もさらに新しい重要な知見が得られることが期待される。

影山グループは、ショウジョウバエをモデル生物として用いて、多細胞生物体構築を制御する新しい因子としてマイクロペプチドや非コード RNA を同定し、きわめて独創的な研究を展開している。影山博士らの研究成果は、多細胞生物体構築原理の普遍性と多様性の両面から注目される知見といえる。

井上・坂本・高崎・松花グループは、哺乳類、小型魚類、線虫を主なモデル生物として用いて、選択的スプライシングや RNA 輸送など多様な転写後制御の分子機構や多細胞体構築における役割を解明で先導的な研究を展開し、さらにクロマチンリモデリング因子のエピジェネティック制御やゲノム安定性における役割を示した。

また中屋敷グループは糸状菌 (イネ科植物いもち病菌) のレトロトランスポゾンに対するゲノム防御機構に関して、宅見グループはコムギ類の種間雑種をもちいた核ゲノム間相互作用に関して、応用に向けた取り組みも含め、それぞれオリジナリティの高い研究を展開している。また、宅見教授らは、科学研究費・新学術領域研究に採択され、PNAS をはじめとする国際学術誌に多数の論文を発表するなど、顕著な研究成果をあげている。

以上のような各構成員の研究によって、多細胞体構築の原理の真の理解に近づく知見が得られていると考えられるが、プロジェクト全体の統合やグループ間の連携によって、研究目的に謳う従来型セントラルドグマの枠を超えたパラダイムの提示を明確に行うまでには至っていない点は、今後の展開に残された課題の一つである。

4. 研究の今後の展開

各研究グループの研究成果は、さらなる新しい研究の地平を開き、また応用研究に展開するための出発点となるものであり、開拓プロジェクト「高次生命現象におけるゲノムファンクション」による今後の進展がおおいに期待される。今後は、多様な研究モデル系を用いた独創的な研究の展開とともに、プロジェクト内の個々の研究グループで得られた知見の相乗効果によって、あらたなパラダイムの提示につながる学術的新展開と、医学、薬学、農学への応用が期待される。

5. その他 留意事項

プロジェクトの研究内容・運営等に関する意見等は上記3・4に述べた通りです。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： 水環境と水圏関連光合成生物が作る統合システムの解析と応用

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 理学研究科・生物学専攻・三村 徹郎

外部評価委員： 国立大学法人高知大学・理事（教育担当）・副学長・奥田 一雄

令和元年（2019年） 9月14日

神戸大学先端融合研究環における平成26年度から平成30年度までの5年間実施された研究プロジェクト「水環境と水圏関連光合成生物が作る統合システムの解析と応用」について、以下のいくつかの項目に従って評価します。

当該研究プロジェクトは、その全般を見渡した場合、プロジェクト課題および構成員（グループ）の個々の研究ターゲットの設定が妥当であり、5年という比較的短期間に顕著な研究業績を挙げていることから、当初の目的を達成し、本研究環の研究の発展に寄与し、有効であったと判断します。

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

本プロジェクト研究では、水圏に生存する独立栄養光合成生物とそれを取り巻く環境、とくに水環境との相互作用を通して水圏の生命・環境システムの成立を明らかにするという主要テーマを設定している。シダ植物と種子植物を含むいわゆる陸上植物は、乾燥や重力等を克服して陸上へ進出した。植物の陸上進出の前提となるプロセスは未知の部分が多い。この大きな謎を解くために、水圏を主に生育場としている藻類、コケ植物、水草などの光合成生物に着目し、分子から細胞、生態、気象・環境レベルでこれらの生物と水圏との相互作用を明らかにすることは大きな意義があると考えられる。

このテーマに取り組むために、研究材料としてキーとなる分類群をいくつか適切に選択し、また、生物の系統学および生理・生態学的特性を意識し、種々の研究方法とアプローチを採用している。さらに、それらの研究手法がプロジェクト構成員のそれぞれの専門分野と密接に関連し、研究者（研究グループ）個々の研究成果をプロジェクトの主要テーマへと合理的に収斂させる立て付けとなっている。従って、研究の進め方についても妥当であると考えられる。

2. 研究目的に対する達成状況

水圏および水圏と陸域との境界領域に生育する光合成生物の生理、分子、系統解析の研究セクションでは、光合成生物にとって重要な無機栄養塩としてのリン酸の取り込みにおいて、陸上植物ではプロトンとの共役輸送であるのに対し、シャジクモではナトリウムイオンとの共役輸送系が存在することを見つけている。また、陸上進出せずに水圏で留まって進化してきた不等毛藻類とくに褐藻類の多細胞体制の獲得を細胞壁構成多糖類の合成遺伝子から比較考察している。さらに、光合成能を規定するカロチノイドなどの色素の進化と多様化や活性酸素や強光傷害に対する色素分子応答、光捕集機能とエネルギー移動メカニズムを明らかにしている。また、水草における気孔形成に係る環境ストレスと遺伝子発現の調節機構を解析している。これらの研究によって発見・明らかにされた分子とその働きは、今後、光合成生物を改変・開発して食糧の増産や水圏環境を改善するために役立つと考えられる。このような水圏関連光合成生物の生理解析は継

続して実施すべき基礎研究として学問的に意義がある。

水圏環境分析の研究セクションでは、河川や湖沼生態系において、隣接する陸域や海洋生態系との連環の実態や、動物と光合成生物の間の相互作用と栄養塩動態を野外観測・実証試験に基づいて解析している。フィールドにおける生態調査と模擬実験、環境DNA分析手法等を駆使し、サケ科魚類の母川回帰のタイミング、侵略的外来種の生態リスク評価、回遊性魚類や甲殻類の海洋からの河川への遡上を明らかにしている。これらの成果は実際のフィールド調査研究の有用性と重要性を示す上で意義がある。

水圏関連光合成生物のバイオコレクション・ゲノムデータベースの研究セクションで明らかにした成果の1つは、水圏と陸域の境界領域に生育する基部陸上植物ゼニゴケを用い、国際コンソーシアムに参画してその全ゲノムを解読したことである。種子植物の発生・形態形成や栄養上の特性を示す遺伝子のいくつかはコケ植物の段階で獲得されていることを明らかにしている。2つは、コケ植物と同様にシダ植物や種子植物と同じ起源をもつと考えられているシャジクモ類を用い、陸上植物の生殖器官形成等に関する遺伝子のホモログ解析を行っていることである。これらの研究成果から、光合成生物の水圏から陸域への進化の実態を見通せるようになり、明らかにされたゲノム中から多数の有用遺伝子資源が見いだされてきており、その成果が学問的および今後の開発・応用研究につながることを期待され、意義のある基礎研究であると考えられる。

水圏光合成生物の応用、環境改善への利用に関する研究については、人工的に海底に設置したLEDが有光層を拡大させることで、植物プランクトンの光合成速度を増加させる効果を明らかにしている。また、水環境のモニタリング調査は、藻類の生育環境と分布を様々な手法で解析が可能であることを明らかにしている。これは各種水圏環境を評価する指標を与えることを意味し、環境の維持・保全と改善へ向けての方策や行動計画を立案するために社会的にも意義がある。また、植物の成長にとって重要な空気中の微量二酸化炭素濃度を制御するために、二酸化炭素と反応性を有するイオン液体を二酸化炭素のキャリアとする促進輸送膜を開発している。膜を用いた二酸化炭素分離技術の進展は、イオン液体の理論的設計を通じ、将来的に有用微細藻類などの光合成生物の培養に役立つことが期待される。

プロジェクトの成果を示す論文や学会発表は非常に多数である。それらには、プロジェクト構成員に加えて多数の大学院生とポスドクが共著者として名を連ね、一部は受賞歴のある若手研究員も含まれる。彼らの多くは若手研究者として自身の専門研究を拓き、推進しているので、本プロジェクトは若手人材育成に役に立っていると考えられる。また、科学研究費補助金や受託研究経費、奨学寄付金の件数および金額は十分に大きく、また、各種の研究会やシンポジウムをオーガナイズしていることなどは、プロジェクト構成員（グループ）それぞれの研究のアクティビティの高さを反映している。研究成果の一部は特許として出願・登録され、また、社会にインパクトのある研究はマスメディアに取り上げられ、さらに招待講演等を通してその成果を社会へ還元している。これらのことは、プロジェクト研究の成果とその内容が学会だけでなく社会的にも波及効果が及んでいることを示している。

以上のように、本プロジェクトの目的は当初に目標としていた水準を達成していると評価する。

3. 研究内容で優れている点, 及び改善すべき点

水圏および水圏と陸域との境界領域に生育する光合成生物の成育を支える生理機構を、遺伝子・細胞レベルで明らかにし、かつシダ植物と種子植物を含むいわゆる陸上植物と比較解析することで、植物の陸上進出のプロセスと必要条件や環境適応のメカニズムを理解しようとしている点は優れている。また、その研究と密接に関連し、これらの重要な光合成生物の系統保存とゲノムデータベースの構築、およびそれらの有効利用を併せて進めている点も優れている。さらに、主に水圏で生育する藻類などの光合成生物の進化と多様性を、光合成関連分子種（それらの遺伝子）および細胞壁多糖類（それらの遺伝子）の特性・機能・構造解析の観点から理解しようとしている点は系統進化と分子進化を考察する上で優れている。

4. 研究の今後の展開

一般論的ではあるが、本研究プロジェクトによって得られた成果をベースに、1つは同様のテーマをさらに追究するという選択肢と、もう1つは今回見つけた解くべき課題を派生的に新たに設定するという選択肢がある。いずれにせよ、この5年間の本研究プロジェクトの成果を基盤に、プロジェクト構成員（構成グループ）同士で共同して実施したテーマが複数あったことは良かったし、情報共有と役割分担することで今後も継続して研究の発展が見込まれる。

水圏と水圏-陸域移行帯に生育する光合成生物が陸生化に必要な生理機能と遺伝子を獲得した過程と方法を明らかにするという研究の基本的な方向性を維持することは本研究プロジェクトをさらに深化させるために妥当と考える。一方、水圏から陸生化しなかった光合成生物で、水圏で陸上とは異なる進化を遂げて多様化した系統群を、細胞構造や遺伝子のレベルで理解することは新しい研究方向になるかも知れない。さらに、今回は基部陸上植物としてゼニゴケを対象にゲノムデータベースを構築し、有用遺伝子資源としての利活用の道が拓かれた。今後は蘚類やツノゴケ類、またはシャジクモ類やコレオケーテ類を含む藻類との比較解析もあり得るかも知れない。また、光合成生物だけでなく動物さらには無機物や有機物、気象までもも包含する水圏-生物圏環境と物質循環をモニタリングし、グローバルな地球環境の時空間変化を未来予測も展望して理解する研究の方向性もあるかも知れない。

5. その他 留意事項

本研究プロジェクトに参加している研究員（研究グループ）のそれぞれが自身の専門知識と技術を駆使して活発な研究活動を実施し、着実にかつインパクトある成果を挙げ

ている。本研究プロジェクトのテーマを実現するために、独自に研究を進められる大きな能力をもつこれらの研究員をテーマから逸れないように束ね、役割分担と進捗状況のチェック、年度毎の研究のとりまとめや進路補正などの任務を負ってきたプロジェクトリーダーに敬意を表する。

プロジェクト研究を実行するために必要な経費のほとんどはプロジェクト構成員が独自に獲得してきた外部資金からまかなわれている。つまり、生み出された成果の大部分は各研究員の自己資金が元手となっており、プロジェクト研究に係る真水の予算としての運営経費はこの規模の研究としては比較的小さい。これは、神戸大学先端融合研究環が支出する運営経費は貴学研究者資源と潜在力を活用する上で非常に有効にはたらし、費用対効果が大きい。それゆえ、本研究プロジェクトは神戸大学先端融合研究環の研究のレベルアップに十分に貢献していると考ええる。

以上

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： 水の起源と惑星進化における役割の解析

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 海洋低調査センター・巽 好幸

外部評価委員： 国立大学法人九州大学大学院比較社会文化研究院・教授・小山内 康人

令和元年（2019年） 9月18日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

・太陽系における惑星の中で、地球を特徴的な「水惑星」および「陸惑星」として捉え、地球の水の起源、生命活動、大気・水循環、プレートテクトニクスの起動、マグマ活動、大陸形成、磁場形成などを、太陽系形成史ならびに地球史における一連の壮大なスケールの事象を包括的に扱うための研究計画であり、国内では極めて特徴的な惑星科学を教育・研究対象とする神戸大学の研究組織に相応しいプロジェクトといえる。

・プロジェクトリーダーの理学研究科・地球惑星科学専攻担当ならびに海洋底探査センター長である巽好幸教授は、マグマの発生・分化（マグマ学）と大陸形成メカニズムを主要な研究テーマとして長年にわたり最先端の研究を展開しており、巽教授のリーダーシップのもと、本プロジェクトの研究チームでは、精密な理論展開に基づく大胆な作業仮説の設定と詳細な野外調査、最先端装置を駆使した観測データ取得、ならびに新しい実験手法の開発等によって、まったく新たな研究展開を導き出すとともに、最先端の研究成果をわかりやすく社会に還元することも継続的に実施されており、大学における基礎科学に関するプロジェクト研究の最も望ましい研究展開の一つといえる。

・地球の水の起源については一定の仮説が横行しており、一部では定説として捉えられることも行われる昨今ではあるが、神戸大学理学部惑星学専攻らしい多彩で多様な研究者の集合する研究チームによる本プロジェクト研究が嚆矢となって、新たな研究成果が導き出されることが大いに期待される。

・地球の水の起源および水が関与する過程で進行してきた地球進化を新たな視点から考究する意義は極めて大きい。この研究プロジェクトを発展させて、世界が注目する小惑星探査計画「はやぶさ2」との今後の連携研究の進展が大いに期待される。

2. 研究目的に対する達成状況

研究成果の概要は以下のようにまとめられ、惑星学ならびに固体地球科学の観点から見て、短期間の研究プロジェクトとしては、得られた研究成果は多大なものといえる。

・伊豆・小笠原・マリアナ海洋島弧を舞台に、プレートテクトニクスの作動と玄武岩質初期地殻から大陸地殻への進化過程が明らかにされるとともに、「反大陸物質」の形成過程および地球内部物質循環の精密解読がなされ、得られた成果は高いインパクトファクターを有する多くの国際誌論文で公表されている。

・本プロジェクトの荒川政彦教授を中心とするチームは、「はやぶさ2」による小惑星物質回収にかかるインパクト実験に大きく寄与しており、Science誌への論文掲載を含め惑星探査時における物質回収技術の開発および実用化、ならびにそこから派生する地球の水の起源に関する研究進展に大きく貢献している。

・最近では、安山岩質大陸地殻の進化と関連して、本プロジェクトの研究チームによって地質学的・岩石学的研究手法と地球物理学的研究手法を強固に連携させて下部大陸地殻の熔融によってもたらされる流紋岩質マグマ活動による超巨大噴火メカニズムが解明されつつあり、関連する大陸地殻の進化過程研究にも新たな展開がもたらされている。

これらのプロジェクトによる研究成果をもとに、プロジェクトリーダーの巽好幸教授を中心に複数の研究チームメンバーにより、多数の一般普及書刊行、普及講演、新聞・雑誌等への取材協力、テレビ・ラジオ出演等が実施され、研究成果の一般市民への普及効果は極めて大きい。ちなみに、岩波書店から刊行された「和食はなぜ美味しいー日本列島の贈りもの」（巽好幸 著）は、身近な和食の味について解説しながら、日本列島の地球科学を学ぶことができる希少な普及書であり、プロジェクトリーダーならびに本研究プロジェクトの蘊奥が感じられる。なお、プロジェクト期間中の多数の国際共著論文を含む公表論文数は十分であり、各年度ともTOP10%論文の割合が高いことは極めて重要である。一方、資金獲得に関しては、プロジェクトの構成員数から見て、各年度とも外部資金獲得は得られており一定レベルの研究継続は可能であろうが、運営経費が潤沢であるとはいえない。

若手人材育成に関しては、初年度のみ関連指導学生の学位取得状況等が示されているが、2年度目からは記載が無い。しかし、各年度とも学術研究員や学振特別研究員、外国人招聘研究員をメンバーとして迎え、この研究分野における人材育成にも貢献度が大きいと思われる。

「陸惑星」地球における大陸地殻の形成・進化プロセスを読み解く過程で、より二酸化ケイ素成分に富むマグマ活動がカルデラ形成を伴う超巨大噴火を発生させるメカニズムを萌芽的に解明し、それが破局的噴火におよぶ可能性を示唆するなど、先端研究成果に裏付けられた現在の地球における大規模変動過程の一端を世に問うとともに、「想定外」とは言わせない今後の防災科学にも波及させた研究展開は、極めて高いインパクトを有する。また、本プロジェクトの研究チームが牽引した「はやぶさ2」における小惑星物質回収実験の成功に関しても、今後の地球帰還を待って改めてその貢献度の高さが認識されるとともに、社会的に大きな波及効果を生むことが期待される。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

本研究プロジェクトは、太陽系内における惑星地球の水の起源、ならびに獲得した水の機能による地球進化過程を包括的に明らかにしようとする、壮大なテーマのもとに研究展開がなされている。このような研究テーマを推進する参画メンバーは、理学研究科惑星学専攻や神戸大学関連研究科の研究者を中心に、海洋研究開発機構やウッズホール海洋研究所などの国内外有数の研究機関の研究者を加えた強力な布陣であり、このプロジェクトを実施するには必要不可欠な優れた背景といえる。

このような組織背景で展開される先端研究成果を、5年間というプロジェクト期間内に国際共著論文54編を含む173編の雑誌論文として公表したことは、本プロジェクト研究チームの研究力量の高さを明瞭に示すものである。また、このような研究成果のエッセンスを、多数の一般普及書、普及講演、新聞・雑誌等への取材協力、テレビ・ラジオ出演等により一般市民へ余すところなく還元・啓蒙している点は研究成果公表と合わせて、高く評価されるべきものである。

改善すべき点を挙げるとすれば、本プロジェクトによる若手研究者の育成に関して、傾注度が低いと思われる点である。プロジェクトへの参画とは別に、通常の大学院教育を通じて十分な若手育成は実施されているものとは考えられるが、プロジェクト等による実践的な研究・観測・実験等の経験は、若手の研究力向上に極めて有効と思われる。

4. 研究の今後の展開

神戸大学ならびに国内外研究機関の多彩で強力な研究布陣が扱う個々の研究対象は、宇宙空間から地球深部におよぶものの、ある意味で極めて基礎科学的な内容であるにもかかわらず、得られる成果を包括的に融合させることにより、第一級の先端科学研究へと昇華させる内容となっていることは、極めて高く評価されるべき点であろう。古くて新しい地球科学・惑星科学の命題でもある「水の起源」ならびに「大陸の起源と進化」を包括的に扱う本プロジェクトのさらなる研究進展は、「はやぶさ2」や「超巨大噴火」プロジェクトを強力に推進することになる。そこから生じうる自然科学の新たなパラダイムシフトを期待するのは、評価者だけでは無かるう。

5. その他 留意事項

一つの研究プロジェクトとして、「地球の水の起源」、「水の挙動と大陸形成・進化」、「超巨大噴火」、「はやぶさ2」のような、一見乖離したように見える研究テーマを有機的に連携させ、矛盾無く研究成果をあげられる組織は多くない。

本プロジェクトにより得られた成果をより深化させる研究テーマとして、最終報告書には「はやぶさ2」ならびに「超巨大噴火」プロジェクトの推進が謳われている。これらを滞りなく実施するためには、今後の本研究チームの不断の努力と関連機関の協力による、国際研究拠点の早期実現が望まれる。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： スマート物質・材料工学

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 工学研究科・電気電子工学専攻・喜多 隆

外部評価委員： パナソニック株式会社・客員・上野山 雄

令和元年（2019年）9月27日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

本プロジェクトは社会課題などを解決するために現状の材料やデバイスの性能を著しく向上させることを目標としたものであり、それを実現するための取り組みについて評価するものとして進めさせて頂きます。

材料やデバイスの性能を著しく向上させるために、原子、分子レベルの制御による新規材料の創出を可能にする物質材料科学と新機能デバイスを生み出す物資材料エンジニアリングの両輪によって世の中に必要とされる材料やデバイスを生み出すプラットフォームの構築を目的とされ、それを具体的実現するために複数の学科が組み合わせられ学際領域を埋めることが可能な体制を整えられたことは高く評価できます。

複数の学科として半導体材料工学、無機材料工学、有機材料工学、高分子材料工学、生体材料工学、医療材料工学、分子生物学の様々な学術分野の専門家を結集させ、これまでの大学では困難であった縦割りでない異なる専門分野が協力し合える組織を創り上げたことは意義深いと思われまます。

同時に計算科学（デザイン）、材料創生、原子／分子レベルでの表面、界面制御やナノレベルの構造制御、それらの各工程を評価できる広範囲での評価技術も含め、材料からデバイスまでの一連の研究開発について PDCA を回すことができる体制にもなっており、大学の研究資産である基礎研究から市場の顧客価値を評価できるところまで生み出すプラットフォームの構築を明確に目指しているところも評価できます。

ただ昨今の日本の材料デバイス分野での企業の閉塞感は否めない状況です。本プロジェクトのプラットフォームで生み出されたものを社会実装する際に、例えば企業に対して何を提案するつもりなのか。高いレベルの研究開発の個々の要素技術の提供か、それとも社会課題を解決する新しいソリューションに必要な材料やデバイス、また、それを実現するためのエンジニアリングまでの一連のパッケージの提供なのかによってプロジェクトの取り組み方も変わってきます。そういった意味でこのプラットフォームが目指すものを最初に明確に決めておくことが重要かと思われまます。

2. 研究目的に対する達成状況

各分担テーマにおいて堅実に研究は進められています。

半導体の光物性においては、物質の構造制御によって具体的なデバイス構造を用い、構造と光-電子相互作用という基礎的な原理原則に関わる内容であり、学問的にも意義があります。また、達成状況は新しい可能性を示す状況であり、是非を実現するためのエンジニアリングとのコラボレーションで手触り感のある成果を期待します。

研究レベルが高いが故に海外からの共同研究のオファーがあり、それを通して人材の交流も行われ人材育成にも繋がっています。学外でも評価され定常的な科研費の獲得は高く評価できます。

本研究そのものではありませんが、その礎となるこれまでの光物性の研究資産を生かして水銀レス紫外線光源を実現し、医療分野への社会実装を目指すコンソーシアムを形成されていることは高く評価できるとともに、プラットフォームの一つの出口の形にもなっています。

光触媒においては、すでに市販化されているものの利用波長領域が紫外領域のみであり、本質的に効率に課題があります。ドーピングによる利用波長領域の拡大は、工学的な意義だけでなくそれを原理的に立ち返って研究することは学問的に意義があります。また、50%以上の量子効率を達成している材料も見つけれ原理解明に加速できるものと期待されます。そのことが科研費などの外部資金の獲得に繋がっていると思われま

す。固液界面の摩擦というのは社会の多くの所で生じる現象であり、マクロな現象として利用され生活を営んでいます。ただ、複雑系で体系的な理解で利用する事ができるような状況ではありません。それを分子科学的に捉えることは、統計力学を用いて熱も含めたミクロとマクロを繋ぎ新しい摩擦の捕まえ方が生み出される可能性があります。そのような期待の元に科研費も獲得され、同時に研究レベルの高さも示されているものと思われま

す。材料・デバイスの研究開発には評価技術は欠かせません。ESRによる評価技術は物理・化学・工学・医学・薬学・地学などと広範囲であり学際領域での研究開発に必須であります。また評価技術の場合、その評価対象の材料物性やその界面や反応の解析に必要な要求からさらに評価技術が高められます。このように評価対象と評価技術がスパイラルに絡み合いながらお互いに向上し合うことは意義深いです。本研究の場合、高圧下でのTHzの時間分解などはその例になると思われま

す。また、評価技術は客観性が高いためのネットワークを通して広められると同時に人材育成に繋がっています。

物質における計算科学は、材料物性予測・デバイス構造からの特性予測することが目的の

一つであり、そのためにはモデリングが必須であります。理論・シミュレーションのレベルは、対象が求める予測すべき特性に応じてどれだけ基礎に立ち返るかを考慮する必要があり、もし不十分であれば、新しい学理を生み出さなければなりません。本研究では、基礎的なアプローチからのシミュレータが企業で使えるところまでに仕上げられているところは高く評価できます。

また、理論・シミュレーションはより早く応用まで含めた全体像を見渡すことができ、ニーズを理解した研究開発者の育成、人材育成にも適しています。本プロジェクトでも行なっているものと思われます。

半導体や金属のナノ構造による量子効果が、デバイスに対して新たな機能を生み出す期待感があります。しかし、デバイスの用途そのものを変えるような機能ではなく、その用途の特性の桁を変える可能性です。その為にはナノ構造の集団での振る舞いが重要であり、それが新たな学理を生み出す可能性が高いと思われます。そのような集団を実現できるエンジニアリングとの相乗効果で性能向上に挑戦されています。

“材料のバルクは神様が創り、表面・界面は悪魔が創ったと（パウリ）”言われるほど表面・界面の理解や制御は困難であります。本プロジェクトでは応用化学の専門分野の先生方も参画され、高分子の構造やシェル構造、また、高分子の分散性を上げる為に表面を界面活性や高導電性をもたらす分子表面制御技術の研究開発を実践されています。新規デバイスを実現する上でのプロセスのバリエーションが一段と挙げることができ、これは今回の体制の成果として評価できます。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

・優れている点

太陽電池の効率が60%以上になる構造の提案や、光触媒として触媒材料にアルカリ土類金属元素のドーピングによって量子効率が50%以上で水素を発生されたことは、数値的には画期的なことであります。是非、本プロジェクトの特徴であるエンジニアリングとのコラボレーションで実際にデバイスの試作を考えた場合、つまり構造の複雑化によって界面の影響などの悪影響を考慮した場合の効率やプロセスの課題などを明確にできれば社会実装に向けた成果として価値が非常に高まるものと思われます。

非平衡グリーン関数法を用いた量子カスケードレーザーのシミュレータを利用するための一連のモデリングがパッケージ化され、企業が利用できるレベルにまで仕上げられていることは、完成度も高く原子レベルのミクロな状況からレーザー特性のマクロな特性までを理論として繋がっていることが示され、デバイス設計に対して非常に役立つものと思わ

れます。

シリコン量子ドットを励起エネルギーが伝搬するエネルギー移動現象を初めて実験的に明確に示されたことは、集団的な量子ドットの振る舞いが大きさや配置などの構造の依存性などが調べられ、新たな量子ドットエンジニアリングという分野を生み出す可能性が感じられます。

・パーフルオロアルキル (Rf) 基と (PEO) 鎖を同時に利用して表面状態を制御し、作製した改質表面に高撥水性と高接着性という相反する性質を同時に有し、これまでの問題解決に成功されたこと。このような相反する性質の共有化させる技術は他の相反する性質の共有化の発展させる可能性があります。

逆ミセル空間を利用した新規拡散分離システムの研究開発の展開で、ナノ空間を利用してナノ粒子を抽出・包括するキャリアとして使えることを実証し、具体的に DNA と半導体を組み合わせられたプロセスが実証されたことは半導体プロセスに新たな広がりを生み出しています。

・改善すべき点

個々のテーマは着実に進展させそれぞれ成果を挙げられています。しかし、既に一部では行われていますが、今回の特徴であります異分野の専門家が協力し合える体制を創上げたことを積極的に採用した研究テーマがもっとあれば良いかと思えます。それがこのプラットフォームの強みなると思われれます。そのためには共有の目標があれば良いかと思えます。実際は行われているかと思えますが、既存のデバイスの性能向上のための研究開発の場合にはやはりベンチマークが必要です。それでどれだけ性能を上げれば意味があるのかを知って研究をされると目標も明確になり、課題も明確になります。

4. 研究の今後の展開

本プロジェクトの名称がスマート物質・材料工学となっていますが、スマートの定義や具体的な説明がありません。Society5.0 などでスマートシティのスマートはデータ・ドリブンで暮らしをよくしていくという説明があります。スマート物質の場合はデータ・ドリブンではないと思うのですが、これを定義するという事は手段系の How の研究開発だけでなく What を決めてそれに向かった研究開発をすることになります。プラットフォームのところでも述べましたが、企業の閉塞感を打破するには個々の要素技術も必要ですが、次に何を目指していくのかを示すソリューションの提案が強く望まれていると思えます。

今回、電気電子工学系だけでなく応用化学の分野の方々との融合された体制を創られた

ことは素晴らしいと思いますが、さらに What を創造する分野の方々との融合も考えられてはどうでしょうか。材料デバイス分野での成功の方程式の一つに価値のスマイルカーブの両端を握る（取り込む）ことがあります。一つの端は材料の創生技術であり、もう一つの端はその材料で創られたデバイスを用いたシステムのデファクトや標準化です。後者は What であり潜在的な社会課題などから生まれる可能性が高いと考えられています。

是非、挑戦して頂きたいと思います。

5. その他 留意事項

その他、神戸大学先端融合研究環におけるプロジェクトの運営等についての意見等があれば記入してください。

4のところでご説明した内容はビジネスモデルにも依存するものでもあります。一方、神戸大学は経営学も非常に高いレベルでの活動をされているとお聞きしています。What を生み出すため手段として経営学の専門分野の先生方との融合も考えられては如何でしょうか。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： バイオマテリアル・メディカルエンジニアリング研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 工学研究科・機械工学専攻・向井 敏司

外部評価委員： 東京医科歯科大学 生体材料工学研究所・教授・埴 隆夫

令和元年（2019年） 7月31日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

本研究プロジェクトでは、工学系、理学系、農学系研究者による横断的研究チームを構成し、我が国初となるインプラントデバイスやメディカルシステムを創製するための、基礎的・応用的研究を推進することを目的としている。

本研究プロジェクトは、①本今後ますます重要になり需要が見込まれる低侵襲医療をキーワードとして、国産医療機器の開発を推進するための基盤を構築するという視点、②工学系、理学系、農学系の異分野研究者によって横断的研究チームを構成した点、③承認認証までに時間を要する医療機器開発を一気に目指すのではなく、実現性を重視し、その基盤となる基礎的研究、応用研究に注力した点、④医学系研究者との密接な協力関係を構築した点で、斬新で実現可能な研究目的を設定していると言える。

一方で、クリップ、ステント、CAD/CAM システムなど、目標とする医療機器が既存のものと比較して優れている点や新規性などを更にアピールする必要がある。また、各根級テーマと対象とする各医療機器・システムの関係についても明確な説明が必要である。

2. 研究目的に対する達成状況

個々の研究テーマにおいて凹凸はあるものの、当初の研究開発目標は概ね達成されている。また、各研究を推進する過程で、多くの論文発表、特許出願、新聞報道がなされており、成果の発信については申し分ない。さらに、多様な外部資金を獲得している点も評価できる。加えて、学内の他のプロジェクトとの連携や多様なセミナーの開催などでも満足すべきプロジェクト運営がされている。一方、本研究プロジェクトによって醸成されたニーズとシーズのマッチングによって、6件以上の共同研究が開始され、さらには「未来医療工学開発センター」が発足したことは、国内では希にみる特筆に値する優れた成果である。学内での医工連携体制が構築されたことにより、国産医療機器の実用化とその過程で培われる科学と技術による新たな展開が期待できる。本研究プロジェクトには、多くの若手研究者、大学院生などが関わっており、個々の研究推進のみならず、異分野融合、医工連携、基礎研究から実用化までの一貫体制など、多様な経験を通じた人材育成が行われている。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

「各種インプラントデバイスに最適な強度—分解性を具現化させるためのナノ～マイクロメートルオーダー内部組織制御」では、マグネシウム合金の結晶組織の制御によって、生分解性のクリップの開発に成功しており、またステントについても開発研究を推進しており、分解速度の制御に対する形状に応じた加工の重要性を見出している。クリップは国内初のマグネシウム合金による医療機器開発であり、極めて優れた成果である。ステントの実用については実用化までに多くの隘路が待ち構えていることは自明であり、これを一つずつ克服していく必要がある。

「個々の患者に最適なテーラーメイド精密加工システムと制御研究」では、歯科補綴物の機械加工

用プログラム作成工程の完全自動化及びCAM操作不要な一貫加工に成功している。また、表面特性を考慮した見た目の予測技術とそれに基づく見た目の制御技術を確立している。一方で、既に多くのシステムが市販されているため、これらとの差別化を図ることが肝要である。

「MEMS技術の応用によるナノ/マイクロメートルオーダーの表面構造設計およびバイオセンサーの創製」では、ダイヤフラム型MEMS圧力センサ技術に基づいた医療器具用微小MEMS触覚センサの開発を試みた。また、単一DNAオリゴマーに含まれる単一塩基の検出に成功し、一塩基感度でのDNAセンシングへの応用に道を拓いた。基本技術から製品化までの壁が厚い分野であり、製品化までもう一段の技術革新が必要と思われる。

「遠隔マイクロ手術に向けた制御システムの基礎研究」では、折り紙ロボットによる教示・再生能力の実験的確認、バイラテラル制御による作業者への力覚フィードバック、マスタ・スレーブ方式の遠隔操作におけるインデキシング操作時のマスタアーム姿勢のストレートアームによる拘束手法の提案と有効性の確認、頭部運動を伴う視点移動の際の視覚提示誤差の検知限の解明を実施した。これらが総合的に手術ロボットに応用し実用化する道筋を明確にする必要がある。

「拍動など繰り返し荷重の作用による疲労損傷の高精度評価研究」では、散逸エネルギー計測に基づく疲労強度推定法を開発し、接合部におけるき裂発生位置の予測および溶接の疲労限度の推定を可能にした、さらに疲労限度がない材料においても散逸エネルギーを用いて疲労強度を評価できることを明らかにしている。本成果を実際の医療機器への適用方法を検討する必要がある。

「ヒト遺伝子に由来した酵素によるがん評価用バイオセンサーの作製」では、11種類のヒトP450を大腸菌へと発現させた組換え大腸菌によって、疾患の程度や進行度合いの評価を可能にした。今後は疾患に対する特異性を明らかにするとともに、センサへの実装戦略について図る必要がある。

「次世代乳がんスクリーニングのためのマイクロ波散乱場断層イメージングシステムの開発」では、高周波ノイズ対策、組み立ての効率化を十分考慮した、符号変調復調回復モジュールの開発によって、量産機に使用可能な性能を達成している。無痛、高分解能、高コンストラスト比の乳がんスクリーニング技術は、医療現場で強く求められており、本研究成果はその実現に向けて高く評価できる。

4. 研究の今後の展開

報告書では、「今後は個々の共同研究を発展させることにより、国産医療機器としての各種デバイスやシステムを具現化し、製造技術開発に貢献するとともに、その基礎となる学問領域を構築し、拡張することへつなげる予定である」としているが、この記述はやや具体性に欠ける。基礎基盤研究、応用研究、実用化研究という流れで考えると、既に個々の研究テーマの現在の位置が異なっており、これらを一律にして将来展開を論じるには無理がある。また、各研究テーマの関係も不明な点があり、もし今後も単一の研究プロジェクトとして扱うならば、各テーマを実施することの相乗効果で生み出される事項を明らかにする必要がある。そのためには、一部テーマの入れ替えも必要となるであろう。個々の共同研究が分離独立して、それらが更に新たなテーマを生み出し発展するような方向性も視野に入れる必要がある。

5. その他 留意事項

低侵襲医療に貢献する医療機器開発の基盤となる基礎研究・応用研究として、十分な成果が得られ

ており、また当初の目標は達成されている。また、本研究プロジェクトを通じて、多くの共同研究の派生、大型研究資金の獲得、人材養成、論文発表、特許出願がなされており、また医工連携を始めとする学際的共同研究システムが構築されている点は、賞賛に値する。今後も構築されたシステムを活用し、多くの成果が継続的に発表され、一つでも多くの医療機器が実用化されることを願っている。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： バイオマテリアル・メディカルエンジニアリング研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 工学研究科・機械工学専攻・向井 敏司

外部評価委員： 国立大学法人大阪大学大学院工学研究科・教授・中野 貴由

令和元年（2019年） 9月21日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

【評価】S（極めて優れている）（S, A, B, Cの4段階で評価）

（ただし、S:極めて優れている、A:優れている、B:普通、D:劣っている、としている。）

本研究プロジェクトは、工学研究科の向井敏司教授を代表者として、その強いリーダーシップのもとに神戸大学におけるバイオマテリアル・メディカルエンジニアリングにおけるそれぞれの関連分野でのエキスパートの研究者が集結し、工学系、農学系、理学系と医学系の分野横断型の学際領域テーマを設定している。基礎研究に根差しながらも、応用研究を見据えた研究課題設定は極めて適切なプロジェクトといえる。ここまでの5年間の研究において、大分類としては最終的には7つの研究テーマにしぼり、相互作用が可能な意義のある設定がなされている。

工学研究科の中でも多数のバイオマテリアル・メディカルエンジニアリングに関するシーズがある中で、それを一堂に会すること、さらに医学系・農学系・理学系と統合化するプロジェクトは医工連携がキーワードとされる中においても、その具体的な取り組みがなされている好例と言える。特に、生体吸収性の独自に開発されたマグネシウム合金を基軸に、テーラーメイド加工に関する制御技術、バイオセンシング技術、さらには遠隔地で手術のための姿勢制御技術、さらには使用する医療デバイスの品質保証や管理のための計測技術、加えて癌を中心とした疾病をバイオマーカーからマイクロ波を使って診断する研究開発に至るまで、現在、国の医療政策の要ともいえる統合的で意義深い研究課題設定と異分野間を有機的に融合した学際領域ならではの研究の進行を行っている。さらに、異分野融合のためのセミナーの開催や国際連携を見据えたテーマ設定や構成員の配置になっていることも高く評価される。

2. 研究目的に対する達成状況

【評価】S（極めて優れている）（S, A, B, Cの4段階で評価）

全てのプロジェクト課題に対して、基礎学理の構築とそれを応用した「研究成果の社会還元」が強く意識されつつ研究目的が達成されているといえる。具体的には、（1）材料科学・材料工学に基づき、独自開発のマグネシウム合金に対し、結晶組織制御の観点から、実際の臨床現場で有効性を発揮するクリップやステントデバイスにつなげ、外科・内科臨床系の医師との強い連携の下で動物実験での優位性の検証実施、（2）制御工学に基づく、加工姿勢の自動制御システムの開発や医療機器への応用が直接期待できる可動範囲の広いモーターの小型化による加工技術の深化、さらにはピッキング動作の解析に基づくマスタースレーブアームの姿勢制御、さらにはその制御技術の有効性の実験的検証、（3）高度解析技術に基づく、一塩基まで検出可能なDNAシーケンシング技術の開発や散逸エネルギー計測に基づく、医療デバイスの安全性・品質保証の計算機予測の検証、（4）ミクロ・マクロからの生物学・計算機技術に基づく、癌評価用の大腸菌を用いた血清反応の利用によるバイオセンサーの有効性評価、さらには、乳癌に対するマイクロ波散乱場断層イメージングシステムの有効性検証、など学理の発展に裏付けされた今後社会へ直接的に還元される医療デバイス・診断機器などの研究開発は高く評価される。さらにこうした課題解決を行う過程において、若手人材の育成や国際化が進み、数多くの受賞や論文掲載がなされている。さらに外部資金等の獲得にも本プロジェクトへの期待と学問的な意義が反映されて

おり、こうして達成された成果の発信は多くの新聞をはじめとしたメディアからなされており、今後の波及効果は計り知れない。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

【評価】S（極めて優れている）（S, A, B, Cの4段階で評価）

全ての設定課題が順調に進んでいるが、特に研究開発として応用間近になっている2つの医工連携プロジェクトの成果は特筆すべき研究内容と言える。新規マグネシウム合金の開発とその医療デバイスへの応用、さらにはマイクロ波とその演算技術を使った乳がんの検出に関する課題である。

いずれも低侵襲性が強く求められる臨床現場での応用が期待される技術であり、早期の臨床応用が期待される。さらにこうした研究開発を支える制御・設計・理論構築が先の2つの具体的開発事例を支えている。改善すべき点は特にないが、他大学や研究機関との連携を一層強化することにより、さらなる多面的な観点からの課題設定、融合型学問の構築が加速するものと期待され、神戸大学を中心とした医工連携ネットワークがさらに広範囲に拡張されるものと考えられる。

4. 研究の今後の展開

【評価】A（優れている）（S, A, B, Cの4段階で評価）

ここまでの連携展開として既に、学内にて多数の共同研究がスタートし、共同での外部資金の獲得にも至っている。さらに、全学センター組織として、「未来医工学研究開発センター」が2019年4月の発足に至ったことは特筆すべき成果といえる。ただし国産医療機器開発には医療系企業との連携が不可欠であり、研究者個人と企業とのつながりに加えて、神戸大学と企業との共同研究講座を作るなどの工夫が必要であるものとする。さらに、大学、企業からの資金援助やコンソーシアム化、さらには国家プロジェクトの構築が必要となる。さらに、日本学術会議の関連部門との連携によるマスタープランや提言発出への積極的な関与なども望まれる。今後も5年間で構築した研究の方向性を維持・発展させつつ、長期的展望に立った、目標設定やプロジェクトの推進を期待する。

5. その他 留意事項

神戸大学先端融合研究環におけるプロジェクトの運営に関しては、研究代表者の強いリーダーシップによってなされている傾向があり、学内での運営経費の十分な措置が必要であるものと推察される。さらに、研究者ポストの新規貸与など、恒久性を持った運営のための神戸大学全体の研究開発支援体制の拡張が望まれる。個々の共同研究による研究資金の獲得だけに頼ることは、プロジェクトの長期的な運営にとって必ずしも望ましいとは思えない。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： 次世代インフラ融合研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 工学研究科・建築学専攻・山崎 寿一

外部評価委員： 公立大学法人兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科・研究科長・室崎 益輝

令和元年（2019年）10月2日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

一方で自然の凶暴化、他方での社会の脆弱化の中で、国民の命と暮らしを守ること、さらには社会の経済や文化を守ることが、喫緊の課題として突き付けられている。この最重要の課題にこたえるには、その必要条件である「国土や都市の基盤はもとより、政治や経済さらに文化の基盤の再構築」が欠かせない。

その基盤すなわちインフラの再構築では、そのインフラを、第1に、ハードウェアだけに限定せず、ソフトウェアやヒューマンウェアにまで広げて総合的にとらえること、第2に、最新の科学技術を背景にしたシステムとして革新的にとらえることが、求められる。その中で、この研究プロジェクトの「次世代インフラ融合研究」は、まさにその課題の核心に迫るものと考えられる。

「次世代」というキーワードは「革新性」を提起しており、「融合」というテーマは「総合性」を提起している。プロジェクトの「研究目的」は、未来に向けてのインフラ構築の背景を的確にとらえている。「人口縮減社会の到来や想定外の危機に直面する現代社会において、サステナブルでレジリエントな社会を追求する」という課題意識は、卓見であり清新である。

そのための研究法として、ハードとソフトを融合する、戦略と戦術を融合する、国内と国外を融合するという、進め方がとられている。ハードとソフトの融合では、耐震工学や土木工学などのハードな分野と環境デザインや生活設計などのソフトな分野との協働がはかられている。国内と国外との融合では国際協働研究が目指されている。

戦略と戦術の融合ということでは、ビッグデータなどの情報技術や光ファイバーなどのセンシング技術の開発をはかって、レジリエントな実装社会の構築に迫ろうとしている。老朽化した構築物の診断、老朽化した社会の診断をいかにはかるかという技術の開発にも力を入れている。

2. 研究目的に対する達成状況

研究目的は、大きな目的と小さな目的に大別される。大きな目的は、サステナブルでレジリエントな次世代の社会をつくるためのインフラを構築することに置いている。小さな目的は、その社会インフラを構築するための、内容づくり、態勢づくり、手法づくりに置いている。

大きな目的では、全体としての融合的な研究のプロセスが必ずしも充実した形で行われていないために、次世代の社会の方向性とそのためのインフラの将来像は描けておらず、今後の課題として残されている。

その一方で、小さな目的については、個々の研究者の尽力により、大きな成果が得られており、その目的はほぼ達成されている。内容づくりでは、社会インフラや文化インフラに関わる、復興再生に関わるプロセスの解明やまちや農村などの地域デザインのあり方に関する貴重な知見が得られている。

態勢づくりでは、分野融合と国際協働の体制づくりに腐心しているが、国際的な協働研究については、大きな実績と成果が得られている。計画分野、耐震分野、センシング分野、シミュレーション分野のいずれにおいても、国際共同研究の実を上げていることを、とりわけ高く評価したい。

手法づくりでは、建物や都市インフラの現況と把握するためのセンシング技術の開発におい

て、実用的で国際的にも評価できる、高いレベルの新しい技術が開発されている。次世代インフラにつながる「要素技術の開発」で、大きな成果を確認することができる。

こうした成果のうち、建築の耐震化や都市のインフラ整備については、社会に還元できる内容を獲得している。また農村計画や復興計画についても時代の要請にかなった内容が獲得されている。ただ、それらの内容と成果は、まだ発展途上で、今後の真価が期待される。

若手研究者の育成については、多くの若手が参画して、それなりの成果をあげていることから、成果があったと評価できる。また、資金獲得については、3億円を超える科学研究費やその他の民間資金の獲得を把握しており、その資金獲得が優れた研究成果にもつながっており、高く評価したい。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

多くの優れた研究成果が確認できるが、とりわけ評価できる成果として、次の4点を指摘しておきたい。第1は、光ファイバーを利用したセンシング技術の開発、第2は、都市インフラの状態を可視化するセンシング技術の開発、第3に橋脚や耐震壁などの新しい構造技術につながる研究の進展、第4に被災現場に密着した復興技術の開発である。社会に貢献する、あるいは次世代につながる成果が得られている。社会インフラを構築するための「研究インフラ」が整備されたといつてよい。

とはいえ、それらの成果は緒に就いたばかりで、各論の域にとどまっている。こうした成果を体系化し、サステナブルでレジリエントや社会につなげるという「大きな目的」の達成につなげることは、未達成である。レジリエントとはどういうことか、サステナブルとはどういうことかという次世代の社会目標についての論議をもう少ししっかりし、許攸かされた理念と発想のもとに融合化を図るようにしなければならない。

4. 研究の今後の展開

全体フレームのデザインをするグループを作り、研究プロジェクトの全体像をより明確にする必要がある。その全体フレームに従って、個別要素の研究を図るようにしなければならない。そのために、融合ということを意識したシンポジウムを繰り返し開催することが欠かせない。具体的な個別成果を普遍化し抽象化して、次世代の融合インフラにつながるシステム構築を期待したい。

付け加えて、社会インフラあるいは経済インフラ、さらには文化インフラという提起は、きわめて重要なものである。多田、それが言葉だけで終わっている印象があり、ソフトウェアあるいはヒューマンウェアに絞った研究の展開を期待したい。

5. その他 留意事項

「神戸大学先端融合研究環」という新しい研究の体制が大きな力を発揮したことが、本研究プロジェクトからは見えてこない。まだまだ寄せ集めの印象がある。先端融合の方法論や組織論を、改めて問い直す必要を感じた。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： 次世代エコプロダクションシステム創生研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：工学研究科・応用化学専攻・大村 直人

外部評価委員： 国立研究開発法人産業技術総合研究所・福島再生可能エネルギー研究所
所長 中岩 勝

令和元年（2019年）9月27日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

本研究プロジェクトでは、未来の持続性社会構築のために、エネルギー利用の高効率化による大幅な省エネルギーと低炭素化を達成させるとともに、環境性に優れたエネルギー・物質生産体系を構築することを目的とし、工業のみならず農水産業による物質生産を考慮し、第2次、第3次産業を中心とした都市部と第1次産業を中心とした地方との調和のとれた発展を目指している。さらに、環境・エネルギー問題は、単独に存在するのではなく、自然災害、人間生活、生産活動、社会活動に密接に相互作用しながら、存在していることにも着目している。これらのことを踏まえ、本研究プロジェクトは、未来の環境調和型物質生産システム（エコプロダクションシステム）を、これまで議論されてきたエネルギーと物質の併産システムの枠組みを超えて、都市部一地方の地域間、農水工の産業間連携を想定したダイナミックなエネルギーと物質の併産ネットワークとして考えて研究を行っているところが独創的である。さらに昨今その重要性が叫ばれ、世界的にも大きな目標となっている持続可能な開発目標（SDGs）に密接に関係するプロジェクトでもあり、社会的意義が大きい。

2. 研究目的に対する達成状況

2.1 学問的意義

本研究プロジェクトを遂行する過程で、「開発された新しい技術をいかに社会実装するか、未来社会をどう設計するか」という課題を提示し、再生可能エネルギー実装社会の未来設計、創エネルギーシステム実装社会の未来設計、安全・安心社会の未来設計の3つの領域について、検討を進めている。その研究手法において、イノベティブな技術が社会実装された未来社会を設計するために、これまでのシーズによるフォアキャスト型のアプローチだけではなく、理想状態からディチューニング、あるいはバックキャストするアプローチを用いていることに、学問的意義を有している。

2.2 若手人材育成

研究プロジェクトにより、若手准教授1名が産業総合技術研究所関西センターにクロスアポイントメントフェローとして出向し、リチウムイオン電池や固体高分子形燃料電池の電極膜製造プロセスを対象とし、エネルギー関連の共同研究を実施し、大型プロジェクト一員として研究活動を行った。その結果、NEDOなど大型予算の獲得も成功している。

また、工学研究科の複雑熱流体工学研究センターと協力し、国際シンポジアの開催および学生発表会を開催し、学生の教育にも貢献している。さらに、工学研究科に設置された道場「未来社会創造研究会」と連携し、本学学生を中心にして、バックキャスト的に未来社会像をイメージする活動を続けており、価値創造力やコミュニケーション力、デザイン力、マネジメント力が向上するように創造性を刺激し、思考方法を体得できるようなインタラクティブな教育プログラムを実施している。

以上のように、若手研究者の支援育成、学生に対する創造性教育にも寄与している。

2.3 資金獲得及び波及効果等

上記の研究プロジェクトの中から、科学研究費基盤研究(A)が2件、JST未来創造事業が1件、NEDOや環境省の大型研究プロジェクトに3件採択されるなど、研究環研究プロジェクトに課せられたタスクの一つである大型研究費獲得についても、大きな役割を果たしている。さらに、プロジェクトの海外協力研究者との共著論文も年平均6報掲載しており、本学の国際共著論文の増加の施策にも貢

献している。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

再生可能エネルギー実装社会の未来設計において、産業総合技術研究所の福島再生可能エネルギー研究所(FREA)を中核とし、東京工業大学、東京農工大学、山形大学と連携し、再生可能エネルギーに関するイノベーションハブ構想について検討し、熱利用システムと地域コミュニティの共進化モデルの構築と社会実装への展開というテーマで検討を重ねた結果、2019年7月に本学工学研究科内に水素利用と電池を柱とした再生可能エネルギー関連の工学研究科内に部局内センター「再生可能エネルギー社会実装研究センター」を設置し、産業総合技術研究所の福島再生可能エネルギー研究所(FREA)に教授1名が10%のエフォートで、クロスアポイントメント出向している。また、潜熱輸送技術に関しては、高温系蓄熱材のマイクロカプセル化に成功しており、JST 未来創造事業においては、ステージゲートをクリアし、さらに2年間の継続が認められている。

また、学内の未来世紀都市学プロジェクトとのジョイントで、未来社会像の具現化とその課題解決についての学生向けワークショップの開催し、再生可能エネルギー100%社会の実現に対する課題に対して価値創造力やコミュニケーション力、デザイン力、マネジメント力が向上するように創造性を刺激し、思考方法を体得できるようなインタラクティブなプログラムを経営学部、農学部、学生5名に対して実施している。

一方で、エネルギー問題に対する課題解決が中心となっており、環境問題の課題解決がやや弱く、この面での研究者の活用が十分でないところは改善すべき点である。また、3つの領域はそれぞれ優れた成果を出しているため、領域間の「成果の連携」あるいは「成果の統合」による新たな研究課題の開拓についても議論を重ね、知見を発信すべきと考える。

4. 研究の今後の展開

再生可能エネルギー実装社会の未来設計では、工学研究科内に「再生可能エネルギー社会実装研究センター」が設置されており、水素技術をコアにして、都市防災において先導的な研究を行っている本学の長を活かして、安全・安心を担保した水素インフラの社会実装についての研究の発展が大いに来される。つぎに、創エネルギーシステム実装社会の未来設計では、JST 未来創造事業をコアとして、高温系蓄熱材のマイクロカプセルの開発を進め、スマートサーマルグリッドの実用化が期待される。安全・安心社会の未来設計では、3. で述べたように「再生可能エネルギー社会実装研究センター」や「未来世紀都市学ユニット」と連携して、デザイン思考、システム思考を用いて、理想型として再生可能エネルギー100%社会のイメージを創造し、そこからバックキャストして技術開発課題を明らかにする活動に注目したい。

5. その他 留意事項

本研究プロジェクトは、環境面での取り組みがやや弱いものの、エネルギー面では学内外に大きな展開が期待できるような活動を行っており、全般的なプロジェクトの成果は大きいと判断する。

エコプロダクションシステムの核心は、プロセスのカスケード的結合などを駆使していかにエントロピー変化の少ない、小ドライビングフォースでの工学的コスト条件を満足できる物質、エネルギー変換システムの構築にある。本プロジェクトの活動が今後も大きく発展するよう、工学研究科などの学内組織からの継続的な支援を大いに期待する。

神戸大学先端融合研究環 外部評価書

研究プロジェクトの名称：システム構築戦略研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：システム情報学研究科・システム科学専攻・
貝原 俊也

外部評価委員：国立大学法人京都大学工学研究科・教授・榎木 哲夫

令和元年（2019年）9月30日

評価結果について、5項目に分けて以下にまとめます。なお、それに先立ち、評価に際しての前提とした点について確認させていただきます。今回の評価の対象は、貴学における学横断型の研究組織としての先端融合研究環の部局活動全般を対象とした外部評価ではなく、先端融合研究環の部局の中で実施された特定の研究プロジェクト「システム構築戦略研究」が評価の対象になるものと認識しています。通常、部局活動の外部評価では、教育・研究・学外活動ならびに社会貢献の観点から、その組織運営から支援組織等も含めた総合的な評価が求められるべきものと思いますが、今回の評価対象は、当該研究プロジェクトの学問的意義、若手人材育成、資金獲得及び波及効果等の観点についての評価を求められているものと考え、以下に講評を記します。

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

先端融合研究環の部局組織のもとで実施されている研究プロジェクトとしては、まず先端融合研究環における「研究の理念と目的」について明らかにして頂くことが必須と考えますが、その記載が最終報告書ならびに各年度報告書のいずれにも見当たりませんでした。

研究プロジェクト「システム構築戦略研究」の「研究目的」としては、「巨大かつ複雑で社会実装までを可能にするシステム構築を可能にする一般的普遍的な手法や手順が未だ見出されていないことに鑑み、システム構築プロセスに対する普遍性を抽出して一般的な手法を確立し、かつシステムの社会実装上必要になる種々のスキルを明らかにした上で、そのスキル発揮の場を支援するべく、システム構築の全プロセスをモデル空間で行えるようにすることで知見を集積すること」(括弧内は評価者による要約)、が目的として挙げられています。

第5期科学技術基本計画で謳われている超スマート社会や Society 5.0 の実現のためには、上記のようなシステム構築に関する方法論やスキルを明らかにすることはニーズが高く、研究目的の意義は高いと認められます。

ただし、研究プロジェクトの研究目的としては概念的・抽象的で、具体的な研究計画ならびに達成目標については明らかにされておらず、また従前より唱えられている「システム思考」や「デザイン思考」とどのような差異を主張されているのかが不明です。研究目的で述べられているような、システム構築の困難さに対する洞察と複雑さを分解と統合を処理できる能力の必要性、そして多様なステークホルダ間の調整等のスキルについては、前掲の従来の思考法において、すでに唱えられています。

研究成果の概要の項で述べられている内容、ならびに図1で示されている内容から察するならば、本研究プロジェクトで追及されるのは、それぞれ機能を異にするシステムが相互関連をもって全体を維持することに着目する新たなシステム観の確立、いわば「システムミック思考」を志向されているのかと拝察いたします。旧来のシステム思考が、徹底的に対象を分解し、つじつまの合うところだけを組み立てていくシステムティックなシステム観であったのに対し、システムミック思考は、対象それ自体の形成過程に配慮し、分解すること自体

よりも創発的全体性に注目していくのが特徴ですが、超スマート社会を SoS (System of Systems) の構造の下で具現化していくためには、このようなシステム思考に活路を見出すことは十分意義があると考えます。

2. 研究目的に対する達成状況

本研究プロジェクト全体がどのようなサブテーマ群に分解され、それぞれをいずれの研究者が、5ヶ年のどの段階でどこまでの達成を目指すかについての研究計画に係る言及が見当たらないのは残念です。また研究成果の概要の項で述べられている年度毎の取り組みについては、各年度の年次報告書において箇条書きで示されている複数テーマ間の関連性を読み取ることができず、また年度毎に記載されている実施テーマが異なることから、一部のテーマを除いては研究の継続性と年次進行に沿った段階的な達成状況については把握することができませんでした。

さらに研究成果の社会への還元と今後の展開の項に記載されている内容からは、5ヶ年にわたる研究プロジェクトの中でいずれの成果が大型国家プロジェクトの採択や参画に繋がったのかが曖昧で、本研究プロジェクトで目指されたシステム構築プロセスに対する普遍性・一般的な手法とシステムの社会実装上必要になる種々のスキルが、どのように活用され社会実装に繋がるのかについて把握することができませんでした。

上記の点を除けば、個々の実施されたテーマについては、それぞれの個別領域における学問的意義は高いものであり、研究業績・資金獲得・受賞ともに順調に行われている点は評価されて然るべきと考えます。

若手人材育成に係る記載は報告書にありませんでしたので評価はできかねますが、研究プロジェクトへの参画を通じて若手研究者の ORT (On the Research Training) の育成が図られたことは推察できますし、育成の成果は研究業績や受賞数に反映されているものと考えます。また教育に結びつける試みとして「特論」が平成 27 年度を除いて毎年度実施されていますが、年度毎にシラバス内容が変わり多くの教員によるオムニバス方式での実施が目立ちます。本研究プロジェクトの成果を教育内容に繋げるための講義設計の詳細と、講義による学生の学修成果の質保証に関する言及があれば望ましいと考えます。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

研究成果の中で取り上げられている以下の内容は、本研究プロジェクトの研究目的に合致しており、価値があると判断します。すなわち、「価値の多様性に着目した製品サービスシステムの設計・評価支援」に係るテーマで、とくにデザイナーとユーザをシームレスに繋げ、双方の共創による製品やサービスの設計を目指されている一連の研究テーマは意義が高いと考えます。また、ユーザの生活シーンのモデル記述や日常生活記録からのテキストマイニング等に係る研究は、従来からのハードなシステムズアプローチでは解明が困難な「生活世界」に切り込む課題として大変興味深いです。すなわち生活世界は、機械論的・力学論的に

現象の説明がつく物理世界ではなく、また単線的な因果関係で成り立つ世界でもなく、複線的・複合的因果関係が複雑に絡む世界になりますが、今後環境との相互関係がはるかに複雑な生命体や人間的事象を扱っていくためには、サイバー世界・フィジカル世界に加えて、この生活世界こそが研究者が向き合うべき第3の世界と考えます。サービスにおいても、ユーザとメーカーの間での「共感」を獲得していけるかどうかインタラクティブ・マーケティングの鍵となりますが、これまでの科学の対象が独立性・自律性の強い事物（モノ）が主体であったのに対して、サービスでは事物の側からヒトに対する働きかけ、そして働きかけを受けつつヒトの側から行う働きかけというモノとヒトの具体的な関係の成り立ち（コト）を理解することが必須となることから、今後の展開が期待されます。

なおサービスについては、これまでのモノ（グッズ、Goods）と同様の市場交換の構図では捉えきれません。すなわち、サービスを与える側とサービスを受ける側の対局図式ではなく、またサービスを受ける主体が受けるサービスを客体化して捉える主客分離の構造とも異なります。サービスの定義は、サービスシステムエンティティの相互交流において見られる価値の共創現象として定義されなければなりませんので、この観点からの理論構築と一般的な方法論の開発が目指されるべきかと考えます。

4. 研究の今後の展開

すでに SIP や ImPACT などの国家プロジェクトの採択も受けられていることから今後の財政的支援と社会実装への接続に関しては本研究プロジェクトの延長で進められることができ、問題ないものと考えます。

ただし、本研究プロジェクト全体を俯瞰して感じるのは、冒頭でも述べましたが、「研究の理念と目的」についてより絞り込んだ明確化が必要になると考えます。学横断型の研究組織としての先端融合研究環の部局組織のもとで実施されている研究プロジェクトであるからこそ、既存の概念にとらわれず、またそれぞれの専門分野の中での延長テーマとしてではなく、研究者相互の対話と交流を促す仕組みづくりが必要かと考えます。そのためには、現在ならびにこれからの社会が解決を必要とする諸課題を洗い出し、従来のシステムズアプローチでは解決に至れなかった問題の特殊性はどこなのか、従前の制御や管理の手法がそのまま適用できない要因はどこにあるのか、等について研究プロジェクトに携われる産官学の当事者同士の意見交換が活発になされることで、理念の認識と共有が進むことを期待します。

5. その他 留意事項

本研究プロジェクトの所轄部局に相当する先端融合研究環として、どのようなプロジェクト運営を目指されているのかについて評価者としても興味深いところですが、今回は書面での外部評価になり、いただいた書面のみからはその把握ができませんでした。

その上で、以下は一般論になりますが、ご参考になればということで愚見を述べておき

ます。

評価者の所属機関の所属部局においても、貴学の先端融合研究環に相当する学横断型の研究組織を2003年に設立し、すでに3期を経て現在第4期を迎えております。設立趣旨は同様に、異なる分野との融合・協働から新しい学術分野の創生を目指して設立いたしました。その経験から申せば、そこで実施される研究プロジェクトはバーチャルな組織のものでの運営にならざるを得ないのですが、やはりヒト・モノ（場所）・カネの整備や支援が伴わないと持続的運営が難しくなり、逆にこれらの整備や支援が具体的に進むとなると、研究者にとっては大きなインセンティブになると思います。具体的には、共同実験室設置や大型実験設備・研究支援組織等の管理運営面も含めて、プロジェクト構成員の協働のための負荷を軽減していくための組織的配慮を先端融合研究環として行われることが肝要かと考えます。さらに、この種の学横断型の取り組みが、学内外に対して広く広報され、プロジェクト外部からの恒常的チェックが入る機会を設けることでPDCAサイクルを回していくことが重要かと考えます。

以上

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： Smarter Worldを実現する IT・RT 技術の創成

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： システム情報学研究科・情報科学専攻・
大川 剛直

外部評価委員： 国立大学法人大阪大学・大学院情報科学研究科長・尾上 孝雄

令和元年（2019年） 9月 27日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

国内外を問わず、少子高齢化、環境問題、都市問題、交通問題、エネルギー問題等に関わる社会課題についての科学技術イノベーションを探求することは、極めて重要な位置づけを持っている。特に、2015年9月の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」に記載された持続可能な開発目標はSDGsと呼ばれ、包括的で互いに関係した17の目標と169のゴールに向かって、各国・各機関でさまざまな試みが遂行されている。我が国でも関係省庁が連携し政府一体となった取組を可能とする国の実施体制として、内閣にSDGs推進本部が設置され関係省庁を通じて多数の施策が取られている。

これらの施策の中で、最も重要な取組がSociety 5.0である。サイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会の構築を目指すものであり、狩猟社会(Society 1.0)、農耕社会(Society 2.0)、工業社会(Society 3.0)、情報社会(Society 4.0)に続いて、我が国が目指すべき未来社会の姿として、2016年1月に第5期科学技術基本計画において定められた。

本研究プロジェクトで取り扱ってきた「Smarter Worldを実現するIT・RT技術の創成」は、まさにこのような社会要請を先取りしたものであり、研究プロジェクト計画策定時の先進性が見て取れる。特に、我が国において、今後注力していくべき技術領域である、情報技術とロボット技術の中核に捉え、それらの成果を融合するシステム化にまで踏み込む形で研究プロジェクト推進体制を構築し、多岐にわたる専門性を持った研究者が自身の専門にとどまることなく、上記の目標に歩み寄る形で5年間にわたり研究活動に従事し、融合的な成果も生み出されるなど、当初の計画通りの形でプロジェクトが推進されている。

2. 研究目的に対する達成状況

各研究室で遂行されてきたプロジェクトについては、分散深層学習のデータ並列化手法、バイオデータの知的処理におけるバイオクラスタリング手法とそれに基づく重要部位の高精度抽出、スマートアグリ分野でのデータマイニング、ハードウェアセキュリティおよびハードウェアセキュリティに関するVLSIチップ要素技術、CPS(Cyber-Physical System)の実世界の人間に関する情報を取得する光センシング・イメージングに関わるマルチモーダル計測手法や可視化技術、実世界とサイバー世界を結ぶ無線通信技術やコンテンツ配信技術、CPSのセンシング/アクチュエーションを実現するウェアラブル技術、さまざまなロボットのマニピュレーションを高度化する技術、スマート社会で利活用されるビッグデータの高度処理技術、画像・音声や脳信号処理に基づくコミュニケーション支援技術、ロボットによる構造物モニタリングやロボット遠隔制御などのCPSにおける計測・制御技術、スマート社会で利用されるソフトウェアをサービス指向アーキテクチャで連携させる技術など、本プロジェクトの趣旨に対して多角的な取組を行い、いずれも秀逸な学術的成果を得ている。

上記の研究遂行に関しては、研究成果の社会への還元についても強く意識したうえで進められている。先端融合研究環内の別プロジェクトに派生して進められている神経細胞の光制御や蛍光画像イメージング技術の臨床応用や、産業界や官公庁と連携しての社会実装を視野に入れ

て協議を進めているプロジェクト、社会実装時に必要不可欠である人文社会系との連携により、文理医融合型で研究を発展させているプロジェクトなどが、特筆すべき活動であるといえる。社会実装に際し、有効活用ができる特許出願についても、プロジェクト後半で10件程度になるなど堅調な伸びがある。研究成果のアピールの機会として、研究集会、特に多くの国際研究集会を継続的に開催している。

研究成果について内外の専門家からの評価が高いことは、国際・国内著名学会フェロー会員への選出、多くの学会での論文賞、若手を対象とした研究表彰など、多数の賞が授与されていることから確認できる。

また、若手人材育成についても、プロジェクト開始当初は4-6人であった博士課程学生、学術研究員、学振特別研究員や外国人招聘研究員が、プロジェクトの円熟化に伴い、後半の期間では常時10名を超える若手研究者を抱える大型プロジェクト推進拠点となり、十分な成果を達成している。

研究プロジェクト推進にあたっての外部研究資金の獲得については、科学研究費補助金、受託研究費を中心とした研究課題を定常的に実施できており、その金額もプロジェクト開始時から順調に推移し、後半の期間では、年間4億円程度にまで増大するなど、常勤教員15-20名程度のプロジェクトとしては、国内有数の規模となっており、当該プロジェクトの注目度ならびに外部的な評価が高いことの証左となっている。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

研究成果の秀逸性は前述のとおりであるが、各研究者が各々の専門分野に立脚しつつも、プロジェクトの研究目的を意識して社会課題の解決技術を創出することを視野に入れた研究を推進していることが極めて優れているといえる。これらは、本研究プロジェクトに関連するテーマをもとにした研究内容が大型競争的資金、特に、従来大型科学研究費補助金のみならず、研究遂行の各段階で社会実装が強く要請されている科学技術振興機構(JST)の研究課題としてCREST5件(うち代表2件)、さきがけ4件などに採択されていることから読み取れる。

また、研究内容の国際展開への試みも高く評価できる。バルセロナ自治大学、グルノーブル大学、ミラノ工科大学との間でのジョイントワークショップを開催し、この試みをベースにした学術交流協定の締結、学生交流などが行われていることは、海外の多くの国や大学で本研究プロジェクトが取り扱う研究課題が非常に重要であると認識されているためだと考えられる。

特段の改善点は見当たらないが、融合研究分野の人材育成という観点からは、プロジェクトに係った学生や若手研究者が、その後国内外でどのような活躍をし、当該研究プロジェクトに関連した研究者・技術者として育っているかをモニタリングすることで、研究プロジェクトが核となる融合研究拠点が真に形成されていっていることが確認できると思われる。

4. 研究の今後の展開

前述のSDGsは2030年をターゲットにしている。また、Society 5.0について記されている、科学技術基本計画も10年先を見越したものである。これらの観点からは、本研究プロジェクトの成果を如何に実際の社会実装に結びつけていくかが鍵となると考えられる。社会実装部分の遂行は、もはや大学研究成果の技術移転により産業界セクターのみで実現されるものではなく、本格的な産学協働が必要となる。一方で、これらの活動は基盤的研究成果を継続的に産み出して

いくという大学研究者本来の活動とは異なるものであり、その両立は難しい一面もある。幸いにして本研究プロジェクトのテーマは産業界のさまざまな分野に跨るものであるため、異分野異業種の企業群を巻き込み、大学研究者のサポートも得つつ、社会実装を展開する組織が形成されることが望ましい。

5. その他 留意事項

先端融合研究環では、自然科学・生命医学系融合研究領域、統合研究領域、人文・社会科学系融合研究領域で、さまざまな先端・融合研究が推進され、成熟したものはセンター化を行うことで恒常的に研究を継続できる仕組みがとられている。このような重点分野の「選抜―育成一交代」サイクルが構築されていることが、学術領域開拓のエコシステムとして機能するため、時代の要請に即した組織が整備されている。

評価者も国立大学において、同様の目的を有する組織の運営に係っているが、如何にプロジェクトを硬直化させず、それらの一部を世界最先端を視野に入れた研究拠点に育てて行くかについて常に模索している状況であり、他大学も含めてこのような活動に関する情報交換、Good Practice の共有横展開が図れるような機会が持てると、国内の同様の試みを加速することができると思われる。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： 低負荷・減災型のルーラルデザイン研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 農学研究科・食料共生システム学専攻・
田中丸 治哉

外部評価委員： 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科・教授・堀野 治彦

令和元年（2019年） 7月18日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

持続的な農業生産に寄与する学術や技術のみならず、農村や農業生産域を中心とする地域環境の評価や保全・創成を考究する、例えば旧農業土木系の分野では、農業農村工学会（旧農業土木学会）をはじめとする関連学会の中で20年ほど前からそれまでの科学的・工学的な取り組み方に関わるパラダイムシフトが検討されてきた。すなわち、生産だけでなく環境を意識した新たな「水土の知」の定礎の重要性が指摘された。社会的にも我が国では平成9年の河川法改正や平成13年の土地改良法改正以降、河川整備や土地改変事業に「環境」の視座は不可欠となり、生態系や人の暮らしなどを鑑みた環境との調和に配慮した空間形成・整備がなされることが事業展開上の基本の1つとなった。おそらくこうした背景から、本研究プロジェクトでは純粋な科学面だけではなく実学的側面の強い分野も含めた関連学術研究の展開を意識し、「低負荷・減災型のルーラルデザイン研究」という主題が設定されたのであろう。

実際に目的として、「生産基盤である農地とその周囲環境の改善を図る整備に関して、低負荷、低コスト、減災を重点化する農業農村空間設計をスマートアグリを組み込む形で展開する」ことが示されており、その設計思想を途上国にも応用・拡張していくことを謳っている。このような全体的なフレームワークは社会的意義が高く、昨今世界的に取り上げられているSDGsにも通じる重要な目的設定と思われる。

最終報告書（平成26年度～30年度）に従えば、プロジェクト全体の先の統一テーマの下、3タイプの異なるサブテーマが設定され、さらにそれぞれのサブテーマがいくつかの具体的な課題を抱える構成となっている。分担者個々の研究はこの課題別に各年度とも淡々と進められており、ある年度での急激なブレイクスルーはない一方で着実な進展がみられた。若干の構成員の出入りはあったものの、期間内（平成26～平成30年度）での担当課題の変更や新規課題の追加はなく、当初からの役割分担（担当課題）に原則変動はない。研究の進め方としては1つの定型としてオーソドックスであろう。

2. 研究目的に対する達成状況

農地環境あるいは作物生産環境を巨視的・微視的に評価するには、土壌や大気、植物体などにおける水、物質、熱（エネルギー）の量・質やその動態を評価する必要がある。本プロジェクトでは、鍵となる各種要素を、既存の計測法に加え新規に開発した計測技術や、遠隔のセンシング技術を利用した分析などにより多様な対象環境下でカバーし得たことは特に高く評価できる。本テーマの目的に向けては、実験室レベルから広域の現場レベルまでの様々なスケールでのデータ収集が不可欠となっているが、こうした分析諸量の基軸の設定、その計測過程、データ分析、結果の解釈とフィードバックなどのプロセスを通じ、必然的に学生を含む若手人材の育成も進捗したと推察される。また、各課題の遂行に際し、いずれの年度においてもおよそ5000万円を超える十分な外部資金の獲得実績があり、このことは社会的に意義のある検討課題群であると認知された1つの証左であろう。

プロジェクトチームが一丸となってテーマ主題に取り組んだ成果という点では、全体を通じた統合的整理が残念ながら十分とはいえず若干不満が残るが、チームの人員体制や期間を勘案すると得られた知見等の達成状況や研究のパフォーマンスは非常に高いと考えられる。また、対外的な成果の還元に資する研究集会も 11 件開催されており、その精力的な活動も大いに評価できる。ただし、成果の波及効果についてはもう少し経過を観察する必要があり早急な判断は下せない。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

最終報告書での整理に倣い、全体の統一主題下で設けられたサブテーマごとに研究内容を概観しその成果・知見に対する所感を以下に示す。

(A) 低環境負荷・低コスト・減災を実現するための先端技術を導入した新しい農業農村空間設計

ここでは主に、ため池や水田、あるいは水利構造物の低コスト改修による減災（洪水緩和）整備や景観保全、物質移動からみた土壌資源の有効活用、農地や畜産を対象とした環境負荷削減について 5 種の個別課題が展開された。いずれも農地や水利施設などの地域資源を減災や環境保全により効果的に活用するための技術や、重要諸元の測定・評価、各種管理法の提案に新しい知見が得られている。特に、減災に関わる対応課題に対して進められた研究成果の一部は、我が国の農水省農村振興局で検討され発行された「ため池群を活用した防災・減災対策の手引き」（H29.9）や「ため池の洪水調節機能強化対策の手引き」（H30.5）にも寄与しており、実際に目に見える形で社会還元が進められている。

一般に、ため池は面的には流域に対し小さいが大きな洪水緩和機能が期待できることから、非常に効率的な防災ポテンシャルを持つ施設になっているといえる。都市化の進行により農地や山林が貯留機能の乏しい道路や住宅地へと変化し、気候変動の影響も加わる中、今まで以上の洪水が発生する可能性は少なくない。こうした洪水被害への対策として、大規模な新規治水施設を導入するのではなく、本プロジェクトで展開されたような取水操作の見直しや余水貯留の増進改修整備による既存ため池の活用は実効性が高く社会的意義は大きい。また、水利構造物としての耐震性能評価の導入や、有機物および肥料成分の挙動、環境への負荷影響の追跡を試みた点もタイムリーであろう。ただし、ため池単体・農地単体での評価だけではなく、ため池を含む山林・農地・宅地など流域全体を統合的にリンクし、下流域の被害ポテンシャルも考慮した上で減災効果を検討したり、地目の混在する流域規模での物質移動を斟酌した上でその効用を議論したりすることが将来的に望ましいと思われる。

(B) 安全・安心で持続的な食料供給を実現するためのスマートアグリ

我が国の農林水産省は、スマートアグリ、すなわちスマート農業を「ロボット技術や ICT 等の先端技術を活用し、超省力化や高品質生産等を可能にする新たな農業」と定義しており、その代表的な先進国は国土の小さなオランダといえよう。近年、その概念や社会実装の高度化が多くの国で展開されつつある。その意味でこうしたサブテーマでの研究の推進は意義が大きく、ここで主に検討している植物工場はルーラルデザインの枠を超えアーバンデザインの中にも取り込むべき可能性の高い生産様態であろう。本研究では、球茎内デンプン濃度や糖度などの非破壊測定

装置の開発や、ストレス耐性遺伝子を多含するレタスの育成、高機能性イチゴの開発など興味深い成果を生み出していることは特筆すべき点である。

一方で、スマートアグリに関わる技術や懸案事項は幅広く、例えば精密農業などもこれに含まれる。現在では一般に、農業に関わる ICT や IoT、管理・収穫などのロボット、自動環境制御、GPS ナビゲーション、AI、ビッグデータ処理、ドローン活用などが注目され、植物工場のような限定的空間から大型ハウス栽培、(広域の)露地栽培も視野に入っている。したがって、主題の目的にあるルーラルデザインの手法にスマートアグリを組み合わせて展開するという設定を直視する限り、スマートアグリの内容が植物工場に偏重しており、やや不自然であろう。素直に「安全・安心で持続的な食料供給のための植物工場の新技術・管理」とでも設定しておいた方がサブテーマとしての体を成したと思われる。今後、先に示した他のスマートアグリに関わる技術や応用にも展開することが望まれる。

(C) 洪水灌漑とウォーターハーベスティングを中心とした低コスト型の灌漑システムに関する研究

このサブテーマでは、時空間的に水の偏在性が高く農業生産のための安定的な灌漑水供給が困難な地域として、スーダン国のガッシュデルタを事例に取り上げ、同地域での低コスト灌漑システムの導入に資する地域診断や灌漑技術の提案を試みている。水資源が不安定な地域は世界的に見れば決して少なくはなく、ここでの成果をパイロットとし他の同種の地域へ応用・展開されることを想定すればその意義は大きい。現地での地上データが乏しい途上国が対象であることから、DEM (特に DTM) や GIS の技術、さらには衛星リモートセンシングデータや SEBAL を用いて地域診断を行った点は合理的で、実効性が高い。その成果は必ずしも新規性に優れているとはいえないかもしれないが、こうしたリモセンデータの活用実績の積み重ねは重要であり、世界的に進められるべきと思われる。技術的には、例えば天候に左右されにくい SAR データの活用や新たな水域や植生指標 (既存の MNDWI や NDVI ではなく、欲を言えば、作付け水田や作付け畑の振り分け指標) の提案にまで進展できれば画期的と考えられる。また、水配分ルールへの反映が可能とあるが、その配分ルールを確立するための基準作り・合意形成こそが実質的には肝要であるはずであり、ハード・ソフトを含めた農民や地方行政の意思調整にも踏み込むことが期待される。また、同地域に適したウォーターハーベスティングの具体的な方法や技術についても言及して欲しい。

最後に、先述のように本サブテーマの内容はグローバルに見て持続的な食料生産に資する点は疑いが無いが、主題の中での位置づけがややわかりにくく、これまでの (A) や (B) との関連性が薄いことが気にはなる。

(なお、最終報告書の「3.」と「4.」でサブテーマと思われる区分 (A) の見出しが異なっている。意図的なものか不明であった。)

4. 研究の今後の展開

本プロジェクトで意味するルーラルデザインには、農業だけではなく当該地域の人の暮らしや生態系なども考慮する必要があるだろう。この点を踏まえても、取り組まれた個々の課題の成果が、

望ましい同デザインの展開に資することは疑いない。留意すべきは、望まれるルーラルデザインがどの地域でも同様であるはずはなく、持続的生産や健全な地域での生活に適合する機能が一律ではないことである。すなわち、農業・農村システムの本質的機能や多くの付加価値的機能は、地域や生存主体、ステークホルダーなどによって求められる優先順位や濃淡が異なるはずである。したがって、条件に応じたデザイン後の様子をシミュレートし、複数の選択肢の中で住民や関係者が議論できるような統合的な評価システムの提案へ展開して欲しい。

現状では、サブテーマ間はもとより個々の課題間においても必ずしも有機的な連結がなされていないように感じられる。やはり成果に立脚した統合的な評価フレームの構成を、たとえ一例に過ぎないとしても確立し提示することが望まれる。特に、途上国に対しても成果の普及・展開を望むのであれば、より多様な環境条件下での事例分析を組み込む必要がある。逆に言えば、さらなる伸びしろの余地がある興味深いグループ研究と評価できる。

5. その他 留意事項

上記4.の内容と重複する部分もあるが、本プロジェクトで整理されてきた知見や成果が農地を中心とする地域環境の様々な課題（例えば、乾燥地における塩類集積の制御、森林域の水源涵養強度の評価、農地からの汚濁物質溶脱あるいは浄化機構評価、利水・環境管理共同体組織の確立と運用など）への対処に実効性高く寄与することができ、健全な人の暮らしに関わる環境保全やその管理技術の見直しに繋がることを期待する。

その他、神戸大学先端融合研究環におけるプロジェクトの運営等については、研究環としての組織体制や運営実態について正直情報が乏しいため、コメントすることは差し控えたい。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： プラントヘルスサイエンスの統合と新展開

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 農学研究科・生命機能化学専攻・前藤 薫

外部評価委員： 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 西日本農業研究セン

ター・生産環境研究領域・虫害管理グループ グループ長・三浦一芸

令和元年（2019年）9月1日

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方

過去・現在とも科学者の研究目的は世界の人々を含む生物全体の発展がキーワードになっている。本研究プロジェクトで取り上げられている「Sustainable Development Goals（持続可能な開発目標）（以下、SDGs）は2015年9月の国連サミットで採択されたもので、国連加盟193か国が2016年から2030年の15年間で達成するために掲げた目標である。本研究プロジェクトの目的の背景にあるこのSDGsは非常にタイムリーな設定であり、しかも重要なポイントでもある。このSDGsの達成に取り組む本課題は評価に値する。また、地球全体でのフードチェーンの核をなす植物の健康を守るために各研究分野が横串に集い進める形は研究の進め方として価値のあるものである。

2. 研究目的に対する達成状況

本研究の目的は社会から要望されているSDGsの達成への取り組みである。その点ではきちんと社会ニーズを的確に把握しており学問的意義は非常に果たされていると考えられる。当該プロジェクトの研究成果が権威ある国際誌であるScience、Nature Plantsなど非常に多くの評価できる雑誌に掲載されていることから目的を達成していると伺える。また、その成果は共同研究、受託研究による産学官民連携を推進するなど、研究成果の橋渡し機能を強化する方向に行われていた。その結果として神戸大学が中心に研究開発のハブ機能を強化して研究成果の最大化を図ったと考えられた。また、研究成果の一端を担った若手人材が活躍したことは将来の共同研究や技術移転に係る研究開発、起業家人材の育成等を推進するのに役だったと考えられる。さらに、成果の社会への還元は前述したScienceなどの権威

ある国際のみならず、教科書執筆、中高生対象での講演からも社会還元を積極的に行ったことが伺える。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

前述したように本研究の目的は社会から要望されている SDGs の達成への取り組みである。この目的を掘り出したことは非常に優れていたと考えられる。そして、この目的を推進した結果の研究成果が権威ある雑誌 Science を含め多数公表されていることは本プロジェクト展開内容の一つ一つが非常に優れていることを表していることを否定できない。ただ、横串で各分野の方々が集まって植物保護について研究成果を出してきたのだが、5年という非常に短期間であったため最終的な研究成果が統合される手前で終わったことは残念なことかと思う。

4. 研究の今後の展開

本研究プロジェクトで得られた研究成果への到達プロセス、評価軸、人的ネットワーク等を活用し個別課題でもどのように展開するかについてノウハウをまとめることが期待される。さらに個別課題だけではなく横軸で実施してきた本研究成果が核となって他の植物に対しても同様な研究が進展していくことが望まれる。これらの展開が可能であることは国際共同研究や科研費 A などの採択などからも伺える。

5. その他 留意事項

本研究プロジェクトは先端的かつ分野融合的な教育研究活動を行い、国際的にも高く評価される世界的教育研究拠点の形成を目指していることは評価できる。ただ、5年という短い期間だけではなく、ある程度評価された研究プロジェクトは率先して長期に渡り継続すべきだと思う。そのような措置により、より良い成果として社会に貢献できるようなシステムになることが望まれる。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： ヘルスバイオサイエンス研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 農学研究科・生命機能科学・水野 雅史

外部評価委員： 名城大学農学部・教授・湊 健一郎

令和元年（2019年） 9月 25日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

本プロジェクトは、食品に含まれる機能性成分における生活習慣病の予防・改善効果, およびそれらの作用機作を明らかにすることを目的としており, 我が国が2022年度を最終評価時期としている「健康日本21」の目標達成に, 大いに貢献できるものとする。また, 対象としている機能性成分については, 特定のものに限らず幅広く化合物を選抜している。このことは, いわば種々の成分の混合物である食品の有用性の証明につながり, 「機能性食品の開発」という本プロジェクトの主要テーマに即していると評価できる。さらに, 本プロジェクトで掲げている農医連携, 農工連携という視点も, 得られる成果を基軸として実用化を見据えた際には, 非常に合理的な目標設定であるとする。

2. 研究目的に対する達成状況

本プロジェクトでは, 大きく分けて以下に挙げた食品成分の生理活性およびその作用機作についての成果が得られたと考えられ, 上記目標をほぼ達成したと評価できる。

1. 機能性多糖（食物繊維を含む）の抗炎症作用, 抗アレルギー作用
2. 新規有用イノシトール（ビタミンB複合体）の開発および高血糖症の抑制効果
3. 微量栄養素（ビタミンE）および非栄養素（ポリフェノール類, イソチオシアネート類, 機能性ペプチド）の生理活性
4. 乳酸菌の抗炎症作用
5. 可視化による機能性成分の生体内動態解析（追跡）法の開発

【学問的意義について】

これら成果が得られた機能性成分は, ほとんどが多くの野菜・果物・肉・魚類に含まれるものである。すなわち本プロジェクトで得られた成果によって, 多くの食品の機能性が証明につながると評価できる。しかも, それら機能性作用機作の解明を果たしているため, 学問的な意義が非常に高いと評価できる。また, イノシトールおよび乳酸菌の生理活性の証明においては, それぞれサプリメントや有用プロバイオティクスの開発に繋がっていくことから, 主テーマに掲げる機能性食品の開発に大いに貢献していくと考える。さらに, これらの研究成果には培養細胞や実験動物を用いた実験のみならず, 日本人対象という限定的ではあるがヒト介入試験による結果が含まれているため, 実用化に向けて非常に意義のある成果であると評価できる。しかも対象となる機能性成分の生体内での追跡といった, 動態のモニタリングが可能になり得たことで, 今後さらに機能性生理作用機作の詳細な解明が期待できる。

【若手人材育成について】

本プロジェクトでは、期間内にのべ32名の研究員もしくはPhDコース学生の継続した参加が認められる。このことはすなわち、次代を担う若手研究者の育成にも大いに貢献していると評価できる。さらに、全期間を通して68報の原著論文を発表し、そのうちTOP10%論文に11報も掲載されている。また、大学院での講義（先端融合科学特論）や各種研究セミナーの実施により、多くの大学院学生に対する教育効果も挙げられたと考える。このような優れた論文作成に貢献した点や、特徴的かつ先進的な大学院講義の実施という点からも、優秀な若手研究者の育成が実現できたと考える。

【資金獲得及び波及効果等について】

本プロジェクトに関連して獲得した資金は、期間内に総額2億6千万円以上に上っており、そのインパクトの大きさや社会からの期待の大きさが認められる。また、成果の波及効果としては、特許出願（1件）、各関連学会での受賞（3件）が挙げられる。以上のことから、本プロジェクトの成果を通して、「健康社会の構築」に大いに貢献しているものと評価できる。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

まず、複数の食品中成分の生理活性が、それらの作用機作を明らかにした上で証明されたことは、非常に特筆すべき点であると考ええる。このことで、多くの種類の成分の混合体である「食品」の機能性を、より正確に評価できるため、「機能性食品」の開発に向けて、その実現性が非常に高くなっていると考ええる。また、有用イノシトールについては、ヒトに対する高血糖抑制効果を明らかにしている。この点は、「特定保健用食品」の開発が大いに期待できる。さらに、ヒト腸管実験モデルの構築も画期的な成果であり、この有効性がさらに確実なものとなれば、生理活性の調査に関わる期間や費用が抑えられ、機能性研究の飛躍的な発展につながると評価できる。しかしながら機能性食品の開発においては、現状ではヒト介入試験は必須であるため、本プロジェクトでの全ての実施項目において、その試みは必要であると考ええる。またセンサーの開発等を見据えた農工連携も、さらに積極的おこなうことも考慮するとさらに良いと考える。

4. 研究の今後の展開

上述した通り、現状では機能性食品の開発にはヒトへの影響を調べることは避けて通れないと考えるため、報告書に提起している更なるヒト介入試験の実施という、今後の展開はまさに合理的な方向性であると評価できる。

5. その他 留意事項

本プロジェクトでは、食品中機能性成分の生理活性を、細胞・動物実験から始めて、ヒト介入試験にまで発展させ明らかにするという計画で実験が遂行されている。このことにより食品中機能性成分の生活習慣病の予防・改善効果、およびそれらの作用機作を明らかにすることを目指している。ここで対象としている機能性成分は、複数の化合物であり、そのことが食品の有用性の証明につながるため、「機能性食品の開発」という本プロジェクトのテーマに正確に即していると評価できる。

以上

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： 資源動物のシグナル伝達制御に関する研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： バイオシグナル総合研究センター・吉川 潮

外部評価委員： 公益社団法人全国和牛登録協会・会長理事・向井 文雄

令和元年（2019年）9月17日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

生命科学領域では、細胞から実験動物の個体レベルに至る画期的な解析手法が開発され、哺乳動物における様々な生命現象の仕組みが解明されつつある。これらの技術および知見を導入して斬新な資源動物（家畜、家禽など）の生産手法を開発することは農業・食品産業の発展・成長に資すると考えられ、学問的意義だけではなく社会的貢献の見地から本研究プロジェクト「資源動物のシグナル伝達制御に関する研究」の研究テーマの設定及び研究の進め方は十分に評価できる。特にプロジェクトの主な目的は、異なる研究分野のメンバーの連携による資源動物の生殖から個体形成に至る生命現象の解明、およびその成果を活用して新しい資源動物の効率的な生産手法に関する研究を推進することであり、加えてその研究に関連した研究開発拠点を構築することであり、その目的には十分な合理性が認められる。

2. 研究目的に対する達成状況

本プロジェクトでは、主要課題である資源動物の生命現象の解明と新規資源動物生産法の研究および開発が、3種の研究領域（細胞、実験動物、資源動物）から進められた。細胞レベルの研究の観点からは、疾患の発症メカニズムや創薬ターゲットに対する基礎的な知見が数多く得られている。実験動物に関する研究では、生殖医療分野および畜産分野における出生異常や先天性疾患の原因解明につながる知見、生殖腺分化、組織形成、性差構築に関する新たな基礎的知見が得られている。資源動物に関する研究では、家畜卵母細胞の体外発育技術の発展、家畜精子の分子性状検査法の開発、経済形質の改良に有効なDNAマーカーの開発、肉用鶏における体脂肪の過剰蓄積抑制法の開発、我が国固有の資源動物である和牛の多様性保持の方策、家畜の起源や伝播経路等に関する新規の知見が得られている。

このように本研究プロジェクトでは細胞から資源動物に至るまでの幅広い領域の研究を包括的に実施して学術的に優れた成果を数多く得ながら、それらを実社会に還元していること（特許3件）は特筆でき、その点に医療や農業・食品産業への大きな波及効果が認められる。またこれらの研究成果を190報の原著論文にまとめ、その他にも28件の招待講演や5件の基調講演で本プロジェクトの研究成果の情報発信を実施していることで、本プロジェクト研究の活動水準だけではなく社会的関心の高さが裏付けられている。さらに、プロジェクト実施期間中の学生等による受賞実績が19件にのぼることから、教育を中心とする若手人材育成も着実に実施されたと評価できる。本研究プロジェクトの実施を支える外部資金についても、科学研究費で約1.2億円、受託研究費で1.4億円、奨学寄附金で2,600万円、合計2.8億円を獲得していることから、本研究プロジェクトが順調かつ高評価を受けながら実施されたことが実証されている。これらを踏まえ、本研究プロジェクトの目的に対する達成度は極めて高いと評価できる。

3. 研究内容で優れている点, 及び改善すべき点

本研究プロジェクトの成功の鍵は、細胞レベル、実験動物および資源動物という異なるバックグラウンドを持つ研究をいかに有機的に結びつけて包括的な研究に発展させるかということにある。本来このようなプロジェクト研究は、研究室単位で実施され、内容やレベルの異なる研究課題を個々に推進している大学には難易度が高いと思われ、先端融合研究環が担うべきプロジェクトと言える。そのような観点から、本研究プロジェクトではレベルの高い基礎研究から社会的な波及効果の高い応用研究に至るまでの成果が明確に得られており、それが本研究プロジェクトの最も優れた成果である。このような成果の優位性は前述した通り、外部資金獲得、原著論文刊行、学会等での賞の獲得や招待講演、ならびに最終出口の特許出願までが高水準かつバランスよく実施されていることから明白である。改善点は特に見当たらない。

4. 研究の今後の展開

本研究プロジェクトでは3種の研究領域（細胞レベル、実験動物、資源動物）の研究が有機的かつ包括的に実施されており、資源動物に対して有用かつ利用可能な成果が得られている。またこれらの研究によって、各研究領域での新たな展開の可能性を示唆する成果が得られていることから、今後、それぞれの研究テーマを独自に発展させるようなプロジェクト研究の立案が期待される。細胞レベルの研究では、疾患の発症メカニズムや創薬ターゲットにつながる成果が得られているため、ヒトや実験動物を対象とした研究をさらに発展させることが期待される。実験動物に関する研究では、畜産分野を含む生殖医療分野や先天性疾患の原因解明につながる知見が得られていることから、この分野を推進した研究が期待される。本研究プロジェクトの最終出口であった資源動物に関する研究では、家畜卵母細胞の体外発育技術、精子の分子性状検査法、育種改良DNAマーカー開発、体脂肪過剰蓄積抑制法、遺伝的多様性保持方策など、特許も含めたかなり具体的な資源動物の利用と応用に関する成果が得られている。今後は、次世代の動物資源の利用・開発・応用にテーマを当て、これらの研究成果を昇華させ効率的に社会還元ができるようなプロジェクト研究が期待される。

5. その他 留意事項

このような神戸大学における重点プロジェクト研究は、大学の存在意義や研究成果の情報発信、神戸大学の世界レベルの研究をより推進していくうえで重要であり、また、総合大学として多岐にわたる分野のプロジェクトの形成は重要であると思われる。今後も時代を牽引するような研究やプロジェクトの推進が期待される場所である。一方、これらプロジェクトは神戸大学における代表的な研究として位置づけされていると思われるが、その運営の大部分は各研究者の競争的外部資金に頼っており、昨今における大学の経費削減は理解できるものの、プロジェクトに対する大学からのサポート部分が見えないことが残念な点である。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： 津波災害の解析と安全システム構築に関する研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 海事科学研究科・海事科学専攻・西尾 茂

外部評価委員： 国立大学法人大阪大学大学院工学研究科・教授・柏木 正

令和元年（2019年）9月23日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

近い将来、高い確率で東南海地震の発生があると言われており、それに伴う巨大津波と甚大な被害の発生が予測・懸念されている状況下では、本研究プロジェクト「津波災害の解析と安全システム構築に関する研究」を行うことは大変時宜を得たものであり、研究テーマの設定は妥当である。また津波の発生とそれに伴って被害の拡大に繋がると予測されるこれまでに知られていない自然現象の学術的研究、それに基づいた防災・減災対策の提示、ならびにその有効性の検証・評価など、本研究プロジェクトで行うべき内容が多岐に亘っていることも事実である。それを実行するためには、幾つかのワーキング・グループに分かれた「分業」と「統合」を有機的に行うことができるバランスの取れた研究チームならびに研究者の選定、統括リーダーの技量が要求されると思われる。その観点で研究チームの構成員と役割分担を見ると、海事科学研究科／海事科学専攻において少しでも関連の研究をしている研究者を並べて、これまでに各自が行っている研究内容にしたがって役割分担を書いているように感じられ、各研究項目のリーダーが誰なのか、ワーキング・グループとしてどのような計画・予定で研究が行われたのか、さらに言えば、各研究グループで得られた成果を単に集めるだけではなく、どのようにして有機的に統合しようとしたのかなどが明確ではない。その点は研究の進め方として改善されるべきである。

2. 研究目的に対する達成状況

本研究では、巨大津波の大阪湾への伝播・遡上に関する数値シミュレーション法の開発とその結果に基づく沿岸海洋物理の理解という数理科学の研究、ならびに津波による非一様流れの中での船舶の挙動シミュレーションとそれをういた緊急避難法の提言、構造物に働く波力の推定とそれに耐え得る（あるいは軽減できる）港湾システムの開発・提言などの工学的研究が行われており、それらの学問的意義は十分に理解できる。ただ、それらが独立に行われている感があり、それらを融合した統合システムの開発があれば、「数理科学と工学の融合による海事災害科学にかかる拠点形成」という目的が達せられたと言えようが、その点がやや不十分である。

研究論文の総計が162編と報告しているが、各年度の年次報告書を見ると、研究プロジェクトには直接関係なく各構成員が独自の研究テーマに関して書いたと思われる論文が多数である。本研究プロジェクトに関係したものだけに限定すると、公表論文数は決して多いとは言えないだろう。一方、プロジェクト期間中に比較的若い研究者（中田聡史、橋本博公など）が、本研究プロジェクトの研究テーマに関係した学会賞を受賞していることは高く評価される。その点では、若手人材育成が本研究プロジェクトで達成されたと評価されよう。

研究資金の獲得について年次報告書を見ると、比較的多くの科学研究費を獲得しているが、その中の幾つかは各構成員の独自の研究テーマに関係しており、本研究プロジェクトでの研究テーマを意識して申請・獲得したものではないようにも見受けられる。

本研究プロジェクトの報告会を兼ねた「海洋環境研究集会」「海事防災研究会」の毎年開催、ならびに研究成果の一部が新聞記事（2016年の毎日新聞、2018年の読売新聞）として紹介・報道されていることは、本研究プロジェクトの成果を社会に還元した活動として評価される。ただし、それらに貢献した研究プロジェクトの構成員はごく一部のようにも思われる。

3. 研究内容で優れている点, 及び改善すべき点

優れている点についての大半は、既に上記の「達成状況」で述べているが、まず、中田聡史氏が津波による大阪湾での渦度・流速分布を数値計算できるようにした論文によって日本シミュレーション学会賞を受賞したこと、また橋本博公氏らが行った津波から船舶が避難するために離岸する際の岸壁影響の実験的研究に関して日本航海学会賞を受賞したことは、学術的に高いレベルの研究成果として認められたという証である。また本研究プロジェクトの研究成果の一部が新聞記事で一般の読者にも紹介・報道されたこと、ならびにその報道内容は、社会貢献、研究成果の社会還元として評価されるべきものである。特に、大阪湾沿岸の複雑な埋め立て地形などに依るスケールの比較的大きい「津波渦」の発生予測や大阪湾での重金属の拡散の可能性を示したことは、学術的にも社会的にも重要である。

一方、改善すべき点としては、本研究プロジェクトに真に貢献したと思われる研究者が限定されていることであり、研究プロジェクトを効果的に進めるためには「チームワーク」と統括する「リーダーシップ」に改善点があったのではないかと思われる。また、年次報告書に特許出願件数の欄があるが、どの年度も特許出願件数がゼロであることも改善すべき点であろう。

4. 研究の今後の展開

東南海地震とそれによる巨大津波の発生の可能性は依然として高く、より詳細で精度の高い災害予測と効果的な防災・減災手段の提示ならびにその実行などは、本研究プロジェクトの発展として今後行うべきことである。津波災害をできるだけ少なくすることは、神戸大学先端融合研究環・海事科学研究科内だけの研究に止まらず、近隣の大学における有能な研究者を組み入れたコンソーシアムとして研究を遂行することによって成し得ることである。交通システム・社会インフラの自然災害に対する耐力・早期復旧の保証、住民の安全・安心を高める技術の提供によって、社会貢献にさらに努力して頂きたい。それが神戸大学としての責務でもあり、それが成されれば神戸大学に対する社会からの評価も高まるであろう。

5. その他 留意事項

研究プロジェクトの年次報告書における「研究成果の概要」は、成果の出たものしか書いていないように感じるが、研究対象分野（役割分担）ごとにどのような研究を行い、どのような成果あるいは問題点が在ったのかを書いた方が良い。また、研究報告書には発表した論文リストを付けているが、論文の表題からして明らかに本研究プロジェクトに関係のない論文が多く見られる。直接的に関係のない論文数を示しても、実質的な研究成果があったとは言えない。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： 海洋再生可能エネルギーと水素エンジニアリングへの展開

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 海事科学研究科・海事科学専攻・武田 実

外部評価委員： 一般財団法人 エネルギー総合工学研究所 特任参事 坂田 興

令和元年（2019年） 9月 24日

評価結果

1. 研究テーマの設定および研究の進め方について

・海洋再生可能エネルギーは、周囲を海洋に囲まれた我が国に便益の大きいシステムである。同時に我が国のみならず多くの諸国のエネルギーの安定供給に貢献すると考えられ、研究の意義は極めて大きいと考える。

・水素エネルギーは、我が国のエネルギー安全保障の向上、および地球温暖化ガス排出抑制に貢献するポテンシャルが大であると考えられ、その技術の重要性は今後ますます増大するとの見込みである。

・この両者を結合した本研究テーマは、我が国および諸外国にとって大きな意義を有すると考えるが、今後のエネルギー・環境分野の外部環境が深刻化する場合には、その重要性はさらに増大するものとする。

2. 研究目的に対する達成状況

(A-1) 洋上風力発電・太陽光発電の予測技術について

風力発電量の予測に有用な洋上風況マップの作成完了は、社会的に見ても大きな成果である。風況マップの完成は、今後のこの分野の研究および技術の社会実装を大きく牽引する存在であり、若手人材育成、資金獲得、および学問的・産業的な波及効果を発揮することが期待される。

(A-2) 海流／潮流 MHD 発電機の大型化および要素技術

大型化に向けて、着実に研究を進めている点は評価に値する。また海水の電気分解反応が磁場の影響を受けることは学問的にも興味深い知見である。今後の強磁場技術の進展とともに、応用が開けるのではないかと海洋 MHD 発電用電極の耐久性・耐腐食性の向上は実用上大きな課題である。基礎的な材料研究であるが不可避の技術と考えられるので、成果が出れば波及効果が期待できる。

(A-3) 海流／潮流 MHD 発電の海洋環境評価

海洋環境評価は、過去の海流／潮流エネルギー技術開発の経緯からも、社会実装する上で、重要な項目であると認識している。その意味で海洋環境評価を研究プロジェクトの柱の一つとした見識に敬意を表したい。

(B-1) 水素の液化技術および貯蔵技術

液体水素の液面センサーは、実用上、重要な技術であるが、本プロジェクトにおいて、良好な検知特性を有するセンサーの開発の方向性を明らかにしたことは、学問的にも工業的にも評価できる。また中小企業との実用化研究の実施により、技術の波及交換の面でも期待できる。

(B-2) 液体水素の海上輸送技術

液体水素の海上輸送に関わるデータは、NEDO 事業等で実施される予定の液体水素の長距離輸送に大きな技術的な知見を与えるものになる可能性があり、大きな意義がある。

(B-3) 液体水素の海上安全技術

液体水素の海洋漏洩に関わる現象は、特に大量の場合には重篤な被害を生む可能性がある。現状では重大な課題として取上げられていないように感じられるが、液体水素運搬船の航路および液体水素貯蔵基地の選定にあたっては、極めて重要な視点になると考えられる。

3. 研究内容で優れている点、および改善すべき点

(A-1) 洋上風力発電・太陽光発電の予測技術および水素製造技術

風力発電量の予測に有用な洋上風況マップの作成完了は、大きな成果である。その際に、モニタリング技術の高度化およびシミュレーション技術の高精度化を達成できたことは、学問的な意義も有する。さらにブイによる低高度風況観測値から高度風速を推定する方法の手法開発も、学問的および実用的にも大きな成果である。

水素製造技術については、再生可能エネルギーを利用して水素を製造する前提であるが、光触媒の意義付けと成果に関する記述が、もう少し欲しい感がある。取り組みの方向性につき明示されることを期待する。

(A-2) 海流／潮流 MHD 発電機の大型化および要素技術

大型化に向けて、着実に研究を進めている点は評価に値する。また海水の電気分解反応が磁場の影響を受けることは学問的にも興味深い知見である。メカニズムの解明などに期待したい。

(B-1) 水素の液化技術および貯蔵技術

液体水素の液面センサーは、実用上、重要な技術であるが、本プロジェクトにおいて、良好な検知特性を有するセンサーの開発の方向性を明らかにしたことは、学問的

にも工学的にも評価できる。また中小企業との実用化研究の実施により、波及交換の面でも期待できる。水素分子の核スピン異性体であるオルト体とパラ体の組成変化に関する知見は有用である。一步踏み込んで、オルト・パラ変換技術の開発を考慮する可能性は無いか？

(B-2) 液体水素の海上輸送技術

船舶を用いた水素の海上輸送に関わるデータは、NEDO 事業等で検討中の液体水素の長距離輸送に大きな技術的なインパクトを与えるものになる可能性があり、大きな意義がある。可能であれば、NEDO 事業との情報交換を期待したい。

4. 研究の今後の展開

再生可能エネルギーを利用する発電および水素製造技術群の中で、特異な位置を占めるプロジェクトである。そのため、拙速に陥ることなく、腰を据えた骨太のプロジェクトの続行・推進を期待する。

5. その他 留意事項

多様な技術背景を有する多数の研究者が、協力して推進しているプロジェクトである。その結果、本技術分野では、神戸大学先端融合研究環が、世界のトップを走るようになった。今後の取り組みにおいても、堅固なプロジェクト運営を期待したい。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： 感染症国際共同研究拠点

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 医学研究科附属感染症センター・臨床ウイルス学
分野・森 康子

外部評価委員： 順天堂大学老人性疾患病態・治療研究センター・センター長・内山 安男

令和元年（2019年） 9月 6日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

本研究は、インドネシアのアイランガ大学熱帯病研究所に神戸大学拠点を設置し、現地において国際共同研究を実施するものである。

本研究は、これまで問題になっている感染症の発症メカニズムの解明や予防対策に繋がり、さらには国際保健にも貢献でき、非常に意義深い。また、グローバルに活躍できる人材育成も見据えた計画であり、非常に重要な研究である。

2. 研究目的に対する達成状況

研究の概要と学問的意義

1) 鳥インフルエンザウイルスに関する研究

季節性インフルエンザウイルスと鳥ウイルスの重感染から世界的大流行を引き起こす新型インフルエンザがインドネシアで発生することが懸念されている。J-GRID プロジェクトではインドネシアのアイランガ大学熱帯病研究所と共同でその出現予測・早期検知の為に当地におけるヒト及び鳥のウイルスの監視を行なっている。

本研究は、インフルエンザのアウトブレイクを監視する研究であり、学問的にも意義深い。

2) インドネシアにおける HIV の分子疫学調査

インドネシアにおける HIV 流行は現在も急激な拡大傾向にある。インドネシア・アイランガ大学の HIV 研究グループとの J-GRID 共同研究課題として、インドネシア全土から HIV 感染者の末梢血試料を収集して、ウイルスの遺伝子解析を行い、インドネシアに流行する HIV-1 についての遺伝子情報を蓄積させている。これまでに、アジア諸国に広く蔓延する CRF01_AE 亜型がインドネシアの主な流行株であること、欧米諸国に流行する subtype B 亜型もパプアを中心として流行していること、アフリカ型 CRF02_AG 亜型の侵入が複数都市で認められること、亜種間の組換え型ウイルスが多数出現していること等を明らかにしている。

HIV 株を検討して、インドネシアで蔓延する株に、アジアで蔓延する株、欧米型が加わり、組み替え株が見出されている等の、有益な研究結果が出ており、高く評価できる。

3) インドネシアにおける Dengue ウイルスの分子疫学調査

インドネシアは東南アジア最大の Dengue 流行国であり、日本にもバリなどから毎年多数の輸入感染例が報告されている。インドネシア・アイランガ大学の研究グループとの J-GRID 共同研究課題として、インドネシア全土から Dengue 疑い患者の血清と媒介蚊試料を収集して、ウイルス分離と遺伝子解析を行い、インドネシアに流行する Dengue ウイルス遺伝子情報を蓄積させている。

近年、日本でも Dengue 熱ウイルスの限局的な発症例が見られ、重要な研究となる。本研究は、熱帯病の一つである Dengue ウイルスであり、現地で研究が進めば重要な研究となることが期待される。

4) インドネシアにおける薬剤耐性菌 (AMR) の研究

近年、WHO は多剤耐性菌の蔓延による世界的な公衆衛生上の深刻な脅威を繰り返し訴えている。特にカルバペネマーゼ産生肺炎桿菌をはじめとするカルバペネム耐性腸内細菌（CRE）や、ESBL（基質特異性拡張型βラクタマーゼ）産生大腸菌などの脅威が挙げられている。我が国でも ESBL 産生菌の感染症治療にも用いられるカルバペネム系抗菌薬に対しても耐性を示すカルバペネム耐性菌による感染症は有効な治療薬を持たない可能性が大きく臨床上の深刻な問題となっている。

インドネシアにおける多剤耐性菌の研究を実施することは、我が国の健康・医療上の観点からも大きな必要性がある。

5) インドネシアにおけるノロウイルス、ロタウイルス感染症の分子疫学解析

急性胃腸症患者の糞便検体中のノロウイルスゲノム配列を解析している。無症候者から高率にノロウイルスが検出されることを分子疫学的に証明した。さらに無症候者の家族から有症患者の出現例についてウイルスゲノム解析を行い、ウイルス株の相違や特徴について解析を行っている。急性胃腸症患者糞便検体中のロタウイルスゲノム配列を解析した。

インドネシアにおける情報も、世界的な流行や変異に対応するため、必要な研究である。

上記プロジェクトは以下の点で、重要な研究と考えられる

インドネシアで主に蔓延している感染症についての研究であり、我が国で行うのは困難な研究と考える。それ故、神戸大学研究拠点をインドネシアに設置し、アイルランガ大学と共同研究のもと、本研究を遂行していることは非常に意義深い。

本研究に関する資金も獲得しており、グローバルに活躍できる人材育成も行っている。

さらに、本研究に関する興味深い成果も得られている。海外との共同研究ということでも高く評価できる。

我が国のみならず世界的な科学の発展に大いに貢献することが期待できる。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

優れている点

インドネシアに神戸大学拠点を設置し、インドネシアと感染症についての共同研究を推進している点。グローバルに活躍する若手研究者を育成している点。

改善すべき点

特になし。

4. 研究の今後の展開

方向性、目標については上手く計画されている。今後のさらなる発展を期待したい。本プロジェクトを遂行することで、現地の感染症の発生状況の調査と把握することが可能となり感染症制御に関する提言ができる。さらに、新たな感染症検査法の確立と治療薬の探索を目指している点は評価できる。

5. その他 留意事項

本プロジェクト遂行と外部資金の獲得

AMED J-GRID	平成28年度	119,500 千円
	平成29年度	108,210 千円
	平成30年度	98,417 千円

受賞 森康子 平成29年9月

第53回小島三郎記念文化賞

受賞理由：ヒトヘルペスウイルス6受容体の発見とウイルス侵入機構の解明

受賞 森康子

Lifetime Achievement Award 2019

International Conference on HHV-6 & 7 カナダケベックシティー

受賞理由：ヘルペスウイルス6の研究

Original papers

平成28年度-平成30年度

60編 (この中で、国際共同研究論文は26編)

以上、論文数、受賞内容、外部資金の獲得に関しては、本プロジェクトは成功したものと考えられる。今後の発展が大いに期待できる。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： 革新的予防・診断・治療法開発に向けたシグナル伝達医学研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 医学研究科・医科学専攻・南 康博

外部評価委員： 東京大学医科学研究所腫瘍抑制分野・教授・山梨 裕司

令和元年（2019年）9月18日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

当該研究プロジェクトは、神戸大学医学部・大学院医学研究科での西塚泰美先生によるプロテインキナーゼCの発見という偉業を中核的な起点とする、世界最先端の、由緒あるシグナル伝達研究を基盤としている。その上で、同研究科の特色である基礎・臨床融合研究を推進し、超高齢社会を迎えた本邦における加齢性疾患の病態解明とその診断法・治療法の開発を目指すものである。この目的を達成するために、平成28年4月に医学研究科内に当該プロジェクトの基礎となる部局横断的な「シグナル伝達医学研究展開センター（CSMI）」を設立し、そこに「がんシグナル」、「代謝シグナル」、「脳こころシグナル」、「免疫・炎症シグナル」の各研究分野を配置して、シグナル伝達の視点から病態解明や診断・治療のシーズを探索すると共に、「創薬シグナル」、「再生医学シグナル」の2分野を配置して、研究成果の社会実装を目指すシームレスな体制が構築された。CSMI設立の意義は大きく、その実績は高く評価され、さらなる飛躍が期待される。なお、平成30年には「創薬シグナル」研究分野を「創薬・医療機器シグナル」研究分野として発展させ、社会実装に向けた強化が図られている。また、神戸医療産業都市構想、神戸理研（現、BDR）や国内製薬企業などとの連携に加え、米国ワシントン大学（シアトル）バイオシグナル・高精度治療研究所やノルウェーオスロ大学分子医学研究所との緊密な連携を構築し、国際的創薬研究拠点の創設を進めている点も評価できる。特に、それぞれの研究所と正式な学術交流協定を締結すると共に、既に2回の国際合同シンポジウムを開催するなど、具体的な交流・連携を深めている点は特筆に値する。

以上より、当該研究プロジェクトにおける研究テーマの設定や研究の進め方は、超高齢社会において安心・安全、かつ高いQOLを目指した医学・医療の実現を加速するものであり、その意義を含め、高く評価する。

2. 研究目的に対する達成状況

当該研究プロジェクトは、現在開始後約3年が経過したところであるが、多くの研究成果が世界トップレベルの学術誌に掲載され、国内外の学会等での発表も精力的に実施されており、その業績は高く評価される。また科研費、AMED受託研究費などの競争的研究資金も着実に獲得されており、学術的成果の達成状況は良好と評価できる。さらに、若手研究者の特命助教としての任用が適切かつ効果的に実施されており、キャリアパス支援の側面を含め、若手人材育成への貢献も高く評価できる。また、平成29年度から実施されている「若手共同研究支援プロジェクト（競争的共同研究費助成）」は、当該研究プロジェクト内の若手研究者を対象として、その自由な発想に基づく共同研究提案を募り、学外のアドバイザーボードによる厳正な審査の下に研究費を配分する若手支援制度であるが、研究期間終了時には研究進捗報告会を開催し、アドバイザーボードの各委員（アドバイザー）によるフィードバックを行うなど、若手研究者の動機付けと教育・育成に適切な施策が講じられている。

以上より、当該研究プロジェクトにおける研究目的に対する達成状況は、学術的意義、資金獲得および波及効果（若手育成）において高く評価できる。

3. 研究内容で優れている点, 及び改善すべき点

当該研究プロジェクトでは、ワシントン大学、オスロ大学や理化学研究所（現、BDR）との合同シンポジウムを開催し、またこれらのシンポジウムで若手研究者の口頭発表やポスター発表の機会を積極的に設けている。さらに、若手共同研究支援プロジェクトでの研究進捗報告会や若手研究者のリトリート（「若手道場」）などにおいても学術的交流の機会を設け、若手人材育成に力を注いでいることは優れている点であり、随所に工夫が見られ高く評価できる。また、研究業績についても、論文発表、学会発表、知的財産、競争的研究費獲得等での順調な進展が見られ、今後の社会実装に向けた成果も期待できる。他方、当該研究プロジェクトにおいて、適宜、重要な課題・テーマを設定し、学内部局横断的、あるいは学外研究者を交えて、ワークショップ、研究会を開催し、学術交流を推進している点も評価できる。特に改善を要する欠点はないと思われるが、今後、ワシントン大学、オスロ大学との人的交流（派遣・受入）を活性化することで、国際共同研究をさらに発展させることが重要と思われる。

以上より、当該研究プロジェクトの研究内容は、若手の人材育成においても工夫が凝らされており、短期的な研究成果の発信に加え、長期的な人材育成における成果をも期待することができる、優れた研究内容と言える。

4. 研究の今後の展開

当該研究プロジェクトにおいては、設定された研究目的に向けた活動が順調に進められており、今後に向けた方向性が既に確立されている点は高く評価でき、さらなる発展が期待される。また、当該研究プロジェクトにおけるワシントン大学バイオシグナル・高精度治療研究所やオスロ大学分子医学研究所との緊密な学術交流・連携に基づく国際的創薬研究拠点の創設は、本邦においてもユニークな試みの一つであり、今後の成果が期待される。一方、この国際的創薬研究拠点が継続的な成果をあげていくために必要な運用の具体策については、今後三者間でより緻密な検討を進める必要を感じた。なお、当該研究プロジェクトでは、製薬企業や医療機器メーカー等との産学連携活動も活発に行われており、産学連携面での展開も十分に期待できる。

以上より、当該研究プロジェクトの今後の展開についても高く評価する。

5. その他 留意事項

今後、神戸大学先端融合研究環における当該研究プロジェクト内での連携強化や、当該プロジェクトと（研究テーマが関連する）他の研究プロジェクトが、さらには神戸大学先端融合研究環における当該研究プロジェクトをはじめとする一連の研究プロジェクトと国内外の関連研究分野の研究所、センター、さらには個々の研究プロジェクトがどのように連携し相互発展することができるのか、について常に留意することで、当該研究プロジェクトを起点とする新たな学際研究が数多く創出されることを期待する。

なお、補足として、平成29年度、30年度の年次報告書に基づく個別研究の評価を以下に記載する。

南先生：

- ・ H29：Ror1、Ror2 と悪性中皮腫の増殖・浸潤や、炎症の遷延・繊維化、筋損傷修復との関連を明らかにした点は評価できる。
- ・ H30：昨年度の成果に加えて、新たに、四肢骨格系形成や口蓋形成、ならびに気管・食道形成における Ror1/2 を中核とするシグナル系の重要性や、大腸がん細胞の浸潤に重要な先導細胞による後続細胞牽引での IFT20 の重要性を解明した点も高く評価できる。

小川先生：

- ・ H29：糖尿病に伴う筋萎縮と WWPI や KLF15 の関連を明らかにした点やヒトの脾臓脂肪蓄積増加とインスリン抵抗性の関連、肝臓でのインスリンクリアランスと耐糖能障害の関連を明らかにした点が評価できる。
- ・ H30：昨年度の成果に加えて、WWPI と KLF15 が不動化による廃用性筋萎縮にも重要であることを発見し、また、ヒトの廃用性筋萎縮においても KLF15 が既知の筋萎縮関連遺伝子と関連した挙動を示すことを見出した点や、若年性発症の糖尿病 (MODY) の原因遺伝子 HNF4 α の変異がその二量体形成の阻害効果を持つことを明らかにした点は高く評価できる。

和氣先生

- ・ H29：ミクログリアによるシナプス活動の修飾と統合失調症との関連や、オリゴデンドロサイトによる髄鞘化と学習障害との関連を明らかにした点は評価できる。
- ・ H30：昨年度には記載の少なかった独自の 3次元画像解析システムの構築とそれによる細胞機能の解析を進めた点は評価できる。

青井先生

- ・ H29：iPS 細胞や癌幹細胞を含む幹細胞研究を着実に推進し、肺癌幹細胞からの IL6 の分泌と、間葉系幹細胞の筋繊維芽細胞への分化誘導を介した肺癌の組織構築の促進との関連を明らかにした点は評価できる。
- ・ H30：昨年度の成果に加えて、ヒト iPS 細胞からの色素細胞の樹立方法を確立し、その分化誘導における Wnt シグナルの重要性を明らかにした上で、その知見を基礎として、色素細胞分化の迅速化に成功した点は高く評価できる。

的崎先生

- ・ H29：独自に見出した CD47-SIRP α シグナル系に着目し、B 細胞リンパ腫に対するリツキシマブの抗腫瘍効果を抗ヒト SIRP α 抗体が増強することを発見した点や、SIRP α の遺伝子多型と臓器移植の拒絶反応の関連を明らかにした点は高く評価できる。
- ・ H30：昨年度の成果に加えて、抗ヒト SIRP α 抗体のマクロファージの貪食を介した抗腫瘍効果を見出し、好中球によるがん細胞の貪食制御機構の解明を進めた点が評価できる。さらに、CD47-SIRP α シグナル系がミクログリアの活性化を制御することを解明し、Csk による腸炎の発症制御機構を見出した点も評価できる。

仁田先生

- ・ H29：神経の軸索突起に着目した微細構造解析を着実に進め、その伸長と軸索輸送における CRMP2 の

役割を明らかにした上で、その神経難病との関連解明に挑む姿勢は評価できる。

- ・ H30 : 昨年度の成果に加えて、微小管結合タンパク質 MAP4 に着目することで、MAP4、微小管、Kinesin の三者複合体の構造をクライオ電子顕微鏡により解明し、その作用機序を解き明かした。MAP4 の過剰発現と心肥大の関連を踏まえ、当該年度の成果を高く評価する。

片岡先生

- ・ H29 : 発がんの重要因子である Ras や PLC ϵ を標的とする化合物スクリーニングからマウスレベルでがん細胞増殖抑制活性のあるヒット化合物を同定し、前者については構造展開までを進めている点は評価できる。
- ・ H30 : なし

掛地先生

- ・ H29 : なし
- ・ H30 : 食道扁平上皮癌での SOX2 発現陰性症例について検討し、それが発現制御異常であることを明らかにすると共に、予後不良因子であることを示した。さらに、食道癌細胞が CAF に FAP の再生を促し、ケモカインやサイトカインの分泌による増殖・浸潤を促進することも解明した。また、大腸癌細胞の浸潤に IFT20 と GM130 の複合体形成が寄与することを解明しており、十分な成果と評価する。

鈴木先生

- ・ H29 : Hippo 経路の独創的な研究の一つの成果として YAP/TAZ-TEAD 複合体による SOX9 の発現抑制と軟骨異形成症との関連を明らかにした点は高く評価できる。
- ・ H30 : 昨年度に引き続き、マウスの軟骨異形成における YAP/TAZ-TEAD 複合体シグナルの機能を明らかにし、さらに、YAP による細胞競合制御のシグナル解析を進め、皮膚移植の排除との関連を示した点は評価できる。

木戸先生

- ・ H29 : 疾患 iPS 細胞による、EIF2AK4 遺伝子多型と糖尿病発症との関連の分子メカニズムを解明するための解析系の構築を進めており、次年度の成果が期待できる。
- ・ H30 : 日本人の解析から 2 型糖尿病との関連が示された KCNQ1 と EIF2AK4 に着目し、その多型がヒト膵 β 細胞にどのような影響を与えるかを知るための準備を進めた。その中で、Kcnq1 遺伝子が父性遺伝の時にのみエピジェネティック修飾に変化をもたらすことで膵 β 細胞の減少を促すことを解明した点は評価できる。

伊藤先生

- ・ H29 : リン脂質結合タンパク質 SH3YL1 とミトコンドリア機能障害を伴う細胞死との関連を示唆するデータを得ており、次年度の成果が期待できる。
- ・ H30 : 細胞機能の制御に重要な PI(4,5)P2 と PI(3,4,5)P3 に特異的に結合する PH ドメインプローブを用いて両脂質の細胞内局在を解明した (PIP2 がアピカル膜、PIP3 がバソラテラル膜)。その局在が Ras シグナルによって変化することを示し、シグナル解析の基礎を築いた点は評価できる。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： 医療デバイス実装医工学研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 医学研究科・医科学専攻・福本 巧

外部評価委員： 公立大学法人兵庫県立大学大学院工学研究科・教授・小橋 昌司

令和元年（2019年） 9月22日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

国産医療機器開発においては、医療ニーズ起点で工学技術シーズによる研究開発が基本となるため、神戸大学医学研究科でのニーズを、工学研究科の研究シーズで解決することで「使える医療」を実現する研究目的は高く評価できる。

また、下記を主な研究テーマとして選定している

- ・高度進行肝臓に対する経皮的肝灌流化学療法（PIHP）
- ・体内空間可変粒子線治療に用いる吸収性スぺーサー
- ・Mg合金を用いた生体吸収性外科用クリップ・ステープル
- ・放射線治療に用いる生体吸収性金属マーカー
- ・生体侵襲性の低減可能な縫合糸
- ・新たな癌バイオマーカー

各研究テーマは、医療臨床現場での高い必要性を起点としており、各テーマの臨床的な研究意義は極めて高いと評価する。

2. 研究目的に対する達成状況

各研究テーマにおいて、外部研究資金獲得、知的財産化、論文発表などもおおむね順調である。個別の研究テーマについて、下記で評価する。

- ・高度進行肝臓に対する経皮的肝灌流化学療法（PIHP）

神戸大学独自の研究テーマで、症例数が200例以上と多い点が評価できる。特許を2件有しており、今後の実用化が期待される。

- ・体内空間可変粒子線治療に用いる吸収性スぺーサー

AMED事業、科研費などの成果を基に、医療機器として薬事承認された点は高く評価できる。また、特許出願、留置手術が不要なスぺーサーの研究開発も進められているなど、さらなる発展が期待される。

- ・Mg合金を用いた生体吸収性外科用クリップ・ステープル

マウスや犬での動物実験の実施、兵庫県COEプログラム、サポイン、AMED事業の採択など、大きな進捗が評価できる。また、工学研究科との合金配分率決定など、本プロジェクトでの目的とする医工間連携が高く評価される。

- ・新たな癌バイオマーカー

農学学術研究科との連携により、チトクロームP450を応用したがん新規バイオマーカーを開発、特許出願、非介入臨床研究を実施、また大学寄付講座の開設など進捗が確認できる、

- ・放射線治療に用いる生体吸収性金属マーカー、生体侵襲性の低減可能な縫合糸

報告なし

また、現時点においては、医学研究科と工学研究科の連携が十分であるとは言い難いが、2019年4月に医学研究科、工学研究科が中核となり、未来医工学研究開発センターを開設されたことから、医工連携の推進、今後の新しい研究テーマの探索、若手人材育成については今後期待される。

3. 研究内容で優れている点, 及び改善すべき点

医療機器としての薬事承認, AMED, サポイン等の競争的研究費の獲得, 臨床試験, 前倫総試験の実施, 寄付講座の解説, 未来医工学研究開発センターの開設など, 本研究プロジェクトの目的に沿った多くの特別する成果が得られている.

医学系研究科による多くの研究成果が得られているが, 工学研究科との連携による研究成果は不明であり, 今後の連携強化が必要である. 本改善点については, 新しく開設された未来医工学研究開発センターにより主導されると期待する.

4. 研究の今後の展開

国産医療機器開発に向け, 様々な方面での研究開発, そして実用化研究が必要である. 未来医工学研究開発センターが中核となり, 異分野の研究連携を強化し, 独創的な新規研究テーマの発掘が期待される.

5. その他 留意事項

医療機器開発において医療ニーズが起点とすべきであることに全く異論はないが, 工学研究科との連携が希薄に見える. 現在の当該プロジェクトの研究成果は非常に高く評価できるが, 医療ニーズを単に解決するのみではなく, 今後さらなる当該プロジェクトの発展には, 工学研究科の有する卓越した工学技術により医師の期待以上の付加価値の創造や, 医療従事者ではない工学研究者などによるバイアスを外した医療ニーズ発掘などもぜひご検討いただきたい.

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称： 文理融合による「こころの生涯健康学」研究の創成

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名： 医学研究科・医学科専攻・古屋敷 智之

外部評価委員： 国立研究開発法人理化学研究所 生命機能科学研究センター・チームリーダー・
片岡 洋祐

令和元年（2019年）9月27日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

プロジェクトでは多様な世代や人々のこころの健康を増進することを目的としている。特に、「こころの多様性・共感性、社会性」や「ストレス・レジリエンスと生活習慣・環境」、「こころの発達と老化」について文理融合研究を推進している。こうした取り組みは、昨今、国内の大学において重要視され始めているが、本プロジェクトでの取り組みは、分子や細胞といった基礎科学的研究から、ヒトの健康、そして社会環境のあり方までを繋げた点が特徴的であり、挑戦的で新しい取り組みであるといえる。

特に、脳機能や身体機能といった客観的指標に着目しつつ、さらに社会科学分野と協力し、こころの問題の多次元評価尺度を開発することで、地域保健指導、看護・介護、リハビリテーション、ICT による自己理解・制御支援、環境整備などの社会的介入へ繋げることを目指している。また、関連分野の企業とも共同研究をおこないながら、こころの健康を増進するための技術や製品を創出することも視野に入れている。

社会が成熟し、発展する中において、こころの問題は各国の大きな課題であり、上記の目的が達成されれば、医学的側面のみならず、社会経済的インパクトも大きい。したがって、こうした問題の解決において、大学内や大学間の共同研究にとどまらず、多くの企業や団体と連携することで社会実装が進み、さらにそのフィードバックを受けて、基礎研究へも新たなヒントと価値がもたらされるものと思われる。このように、基礎科学と社会、あるいは、大学と企業の間で機能的なループが形成されることに期待したい。こうした機能的ループが形成されることで、大学教育の多様性、社会への波及効果、研究費の多様な形での獲得にも繋がり、教育、研究、社会、経済に新しい「しくみ」が創出されることも期待できる。

一方、本プロジェクト内の研究分野が多岐にわたるため、各研究をどのように有機的に繋げて新しい分野を開拓するかについては、さらに十分な議論が必要であろう。また、本プロジェクトの目的の一つに次世代の文理融合研究の担い手を育成するとある。次世代の育成には、学問的知識や経験のみならず、魅力的で新しい研究分野・働き方・職場の創出が重要であろうと考える。本プロジェクトが現行の学問の単なる融合ではなく、新しい学問とその応用のあり方、新しい基礎研究と研究資金確保のあり方、研究者の新しいキャリアのあり方をも創出する基盤となることに期待したい。

2. 研究目的に対する達成状況

本プロジェクトは、多様な世代や人々のこころの健康を増進することを目的とし、「こころの多様性・共感性、社会性」や「ストレス・レジリエンスと生活習慣・環境」、「こころの発達と老化」など、大変広い領域にわたる試みである。

医学研究科では、社会挫折ストレスモデルのマウスの脳内で引き起こされる細胞形態の変化や神経炎症についての基礎生物学的研究が進められている。また、患者白血球から人工多能性幹細胞作製技術により誘導した神経細胞や神経組織を利用し、AD/HD 患者の神経系の発達や治療薬の反応等について研究を進めている。一方、国際文化学研究科では、恐怖・不安・ストレスが認知行動に及ぼす影響について実験心理学や脳波測定を用いた研究を進めている。こうした個々

の研究については論文や学会報告等を含め、優れた成果を上げているものと評価できる。今後、ストレスや精神的負荷について、細胞や動物モデルを用いた研究成果をヒトを対象とした研究へ応用展開し、本プロジェクトの強みを活かした仮説の提唱や技術の開発へと展開されることに期待したい。さらに、経営学研究科では労働者のストレスに関する質問紙調査を実施しているが、こうした質問紙の項目に、上記の生物学的研究成果が反映できる可能性もあり、今後、関連領域間の連携をさらに強め、本プロジェクトに集結する人材の強みを十分活かしながら、特色ある研究分野の創出へと結実していくことに期待する。

一方、人文学研究科ではバーチャルリアリティ・システムを用いた人間行動の研究を実施し、工学研究科ではこころの状態を予測するためのウェアラブルセンシングシステムを開発している。また、経済学研究科が中心となり、保健・医療・福祉のための ICT システム研究を推進し、地域活性化事業や勤労者のメンタルヘルスに関するデータセットを構築している。本プロジェクトが、こうした ICT 技術の強みを活かし、一般就労者のストレスや、精神障害者・がん患者・高齢者や障害を持つ者に関わる医療職・家族の心理的負担を軽減するための新しい技術、社会的ソリューションを見出していくことに期待したい。

本プロジェクトが推進する内容は、少子高齢化が進むわが国にとってきわめて重要な学問分野であり、新しいアプローチが見出されれば、社会への波及効果も大きい。そのためには、今後、企業とのユニークな連携体制を構築することも重要であり、大学に所属する研究者のみならず、企業の研究者も一緒になってプロジェクトを進められる場が設けられれば、次世代へ続く若手人材の育成にも繋がるものと思われる。また、平成 29 年、30 年度の 2 年間に多くの外部資金を獲得されており、すぐれた研究成果がもたらされたことを物語っているが、国費からの資金が大半を占めている。今後、企業との連携も含め、研究資金調達のための新しい形が形成されることで、プロジェクトのさらなる発展と持続性がもたらされるものと思われる。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

本プロジェクトでは基礎生物科学的見地からの研究、ヒトの心理や健康に関する研究、患者・障害者を取り巻く環境に関する研究等を繋げ、文理融合的アプローチを実施している点が魅力である。特に、「文理融合的アプローチによる健康寿命促進要因に関する研究」において、1300 名の被験者を対象に健康関連 QOL に関する質問紙調査を行うと同時に、血液検体中の脂質成分の分析を実施し、特定保健指導の有効性を高める試みは興味深い。同様に、「心の健康の保持増進のための国際支援プログラム評価指標の開発」に関する研究では、国際ネットワークを構築しつつ、今後、質問紙調査に医学・生物学的指標を導入する予定であることが記されており、独創的な試みへ発展することが期待される。また、個々の研究においては、すぐれた研究成果が得られており、外部資金も獲得されている。一方、多くの時限付プロジェクトにみられる、いわゆる既存の研究の寄せ集めの成果のみに陥らないよう、本プロジェクトのメンバーの強みを十分勘案し、特徴のある連携研究分野を創出するための俯瞰的な戦略が構築されることに期待したい。特に、若手人材の具体的な育成法や、企業との連携、プロジェクトで得られたデータの利活用法やその維持管理については、十分な議論が必要であろう。

4. 研究の今後の展開

プロジェクトでは、文理融合共同研究、個別研究、国際ネットワーク、企業との共同研究をさ

らに推進し、こころの健康と破綻の原理の解明や、さらに、こころの働き・問題の客観的指標や多次元評価尺度の開発へ展開していくことを目指している。本プロジェクトの今後の発展が大いに期待される。本プロジェクト内のメンバーの強みを十分勘案し、さらに国内のみならず、世界のさまざまな動向をも俯瞰視しつつ、特色のある新しい連携研究分野を創出されることに期待したい。

また、本プロジェクトの目的の一つとして、こころの健康を増進する技術や製品の創出が挙げられている。新技術や製品、サービスの創出には、具体的な社会実装のためのフィールドの開拓や、学問・研究と市民・社会とのインターフェースの構築などが必須であり、企業との密な連携を形成し、必要な分野の人材と資金を確保していくための戦略を構築されることに期待したい。例えば、企業側の人材へも教育の機会を提供するなど、「知の共有」を進めていくことも可能であろう。

5. その他 留意事項

本プロジェクトでは多様な世代や人々のこころの健康を増進することを目的とした文理融合研究が推進されており、構成員数も45名を超える学問的に広い範囲を対象とした取り組みである。一方で運営経費（60万円/年）はこうした取り組みに対して十分ではないものと思われる。神戸大学先端融合研究環における本プロジェクトが、学問的に着実に成果を上げ、目的へ向けて進んでいるものと大いに期待できる中で、本プロジェクトの継続性の確保も重要である。社会への知の還元と新しい研究資金の獲得について議論を重ねられ、大学・研究機関と企業・社会との間で「知と研究資金のループ」が形成されることに期待したい。また、企業や社会人への新たな教育の場が設けられれば、さらに発展的であろうと思われる。

以上

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称

アジア諸国におけるシームレス・ヘルスケアシステムの構築

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：

保健学研究科・リハビリテーション科学領域 種村留美

外部評価委員：神戸市総合療育センター 診療所長 高田 哲

令和元年（2019年）9月22日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

ASEAN を中心としたアジアの国々では、現在急速に高齢化が進んでいる。また、台湾、韓国、シンガポールなどの東アジアの国々では日本以上の少子化が進行中である。アジアの国々では、乳幼児死亡率、乳児死亡率が急速に改善されている一方で、従来、大きな役割を果たしていた地域コミュニティの機能が後退しつつある。これらの国々にとって、世界に先行して少子高齢社会を迎えた日本における保健・医療・福祉システムの在り方は、大きな関心の的である。日本にとっても、これらの国々の中で実施されているコミュニティを基盤とした保健医療の在り方は、わが国の今後の社会保障システムを考える上で大きなヒントを与えてくれる。また、温暖化や国際交流の増加に伴って、地域が限られていた HIV やデング熱などの感染症が国境を越えて急速に拡大している。改正入管法の成立により、日本で働き定住しようとするアジアを中心とした海外人材が、今後、急速に増加してくると予想される。ヘルスケアに関連する研究課題について、質の高い学生間の交流、日本及びアジアにおける若手研究者の育成を目的とする本事業の意義は極めて高いものと評価できる。

保健学研究科が中心となって提案する本プロジェクトでは、胎生期からの連続した子育て支援を研究課題とする<グロース&ディベロプメント>部門、高齢化と生活習慣病対策に主眼を置いた<サクセスフル・エイジング部門>、感染症予防に重点を置く<インフェクシャス・コントロール>部門が設置されている。さらに、効率的なヘルスケアシステムの基盤整備や得られた成果の社会還元を担う<ヘルスリテラシー>部門が設けられている。海外展開においては、連携先の大学や研究機関のもつ研究能力だけではなく、連携先の大学と神戸大学とのこれまでの交流実績が成功の鍵となる。本研究において連携大学として挙げられているインドネシアのガジャマダ大学、アイルランガ大学、タイのマヒドン大学、チェンマイ大学、フィリピン大学（フィリピン）、ハノイ医科大学（ベトナム）、トリプバン大学（ネパール）、台湾の台北医科大学、台湾大学などは、各々の国の研究ランキングでトップグループに位置づけられる有力大学である。いずれの大学も神戸大学の連携大学であるばかりでなく、保健学研究科とは歴史的にも深い交流実績を有している。例えば、<インフェクシャス・コントロール部門>では、アイルランガ大学に設置された熱帯病研究所との国際共同研究は医学研究科・保健学研究科を中心に 40 年以上も継続されており、HIV、肝炎ウイルス、デング熱研究などにおいて極めて高い評価を受けている。他の部門においても、世界展開力事業「ASEAN 諸国との連携・協働による次世代医学・保健学グローバルリーダーの育成」を通じて、保健学研究科との学生交流・研究者交流を長年にわたり行ってきた大学が選択されている。さらに、神戸に基盤を置く WHO 神戸センター、JICA（関西）などの国際機関との連携の下に 2 つの研究事業が進められており、それらの機関からの人的・経済

的支援を受けている。今回提案されたプログラムは、今後の発展性に富む極めて実行可能性の高い計画となっている。さらに、女性研究者の多い保健学研究科の特色を活かし、神戸大学男女共同参画室が中心となって計画しているユネスコチェアプログラムとも協力・連携している。高齢者の介護、子育ては、世界中のどの国においても（特にアジアにおいては）、女性の役割として位置付けられている。多くの若手女性研究者（学部学生、大学院生を含む）がプログラムに参加しており、彼女たちへのキャリアアップに向けた教育・研修プログラムとしても役立っている。神戸大学の持つ長年にわたるアジア地域との交流経験、総合大学としての多様な人材供給能力を最大限に活かすように工夫がなされており、独創性の高い計画となっている。研究テーマの設定は各部門に委ねられているが、相互に協力して研究活動を続けられるように定期的な意思疎通の場も持たれている。

2. 研究目的に対する達成状況

1) 学問的意義

平成 29 年度には 26 編、平成 30 年度には 48 編の国際論文が発表されている。それらのうち TOP10%論文は、平成 29 年度、平成 30 年度ともに 11 編を数えており、各部門において質の高い研究が活発に行われてきたものと評価できる。29 年から 30 年の 1 年間に於いて論文数が急速に増加しており、本研究プロジェクトが研究活動に刺激を与えているものと推定される。特に、アジア地域における HIV-1 株の分子疫学研究に関する一連の研究は、治療方法の開発にまで展開しようとしており、その成果が期待される。

国際共著論文数が平成 29 年度には 16 編であったのが、平成 30 年度に 40 編と急増していることから、海外の大学との共同研究が順調に進行し成果を生み出しつつあることが推測できる。

2) 若手人材育成・女性研究者の育成

<サクセスフル・エイジング部門>の JICA 草の根プロジェクトでは、神戸大学、ハノイ医科大学、JICA が協力して、ベトナムでは数少ない作業療法士の育成を行なおうとしている。また、<ヘルスリテラシー部門>のユネスコ・チェアプロジェクトでは、インドネシア・ガジャマダ大学において文理融合型サマーコースが実施されており、日本・インドネシアのみならず、台湾等のアジア諸国からも異なった専門分野の大学生・大学院生が参加して、ジェンダーや災害時用支援者に関連する講義、ワークショップを受講している。環太平洋地域は地震、火山、洪水等の多発地域であり、減災のためには、様々な職種・専門家の協力が必要である。これらの研究活動を通じて、新しい融合研究領域の開発をめざすとともに災害保健に関する新しい人材育成がなされている。これらのプログラム以外にも共同研究のために、大学院生や若手研究者の相互派遣・交流が活発になされており、若手人材育成に積極的に取り組んでいるものと評価できる。論文の筆頭著者もその多くを若手研究者、大学院生が占めており、本研究プロジェクトが若手人材育成をも目的の一つとして捉えていることが確認できた。プロジェクト代表者の種村留美氏を含め、平成 30 年度構成研究者

26名中7名が女性研究者であり、若手研究者の中でも特に女性研究者の養成に力点を置いている点が注目される。

3) 資金獲得及び波及効果について

外部資金獲得は、平成29年度：48,574千円（うち科学研究費補助金24,320千円）、平成30年度：30,299千円（うち科学研究費補助金15,239千円）となっている。研究継続に多額の資金を要する国際研究である点、これまでの研究実績を考慮すると、残念ながら、まだ満足する獲得量に達していないと思われる。個々の研究者の努力だけではなく、より大型の研究費採択に向けての組織的な支援が必要と思われる。

本研究の成果は、わが国の保健医療システムの在り方を考えるうえで重要なヒントを提供してくれる。保健学研究科が設定しているアジアにおける研究プロジェクトは、神戸市を舞台として同研究科が試みている認知症対策事業、少子高齢対策に関する地域連携事業とも密接に関連している。開発途上国での国際研究の成果をいかにわが国のシステムに取り入れるか、また、わが国で行っている最新の手法をどのように工夫して海外で応用できるものにするかについての貴重な経験の場になると考えられる。また、今後、わが国が迎え入れることになる多くの海外人材に対する保健・医療・福祉システムを考える上でも重要なヒントを与えてくれる。国内・国外の研究プロジェクトが波及的に表裏一体となって高めあう効果を持つと期待できる。

3 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

1) 研究内容で優れている点

・開発途上の国々に、少子高齢社会を迎えている日本の経験、保健・医療・福祉システムを紹介しつつ、アジアにおいて若手人材を共に育てていこうというコンセプトは極めて重要である。日本の技術・経験を紹介・輸出という考え方は日本政府の方針とも一致しており、共同研究・教育を通じて、より洗練されたものとして日本にフィードバックできるものと期待される。

・ヘルスリテラシーを含む4部門が、各々独立した形で研究コンセプトを提案・実施しており、各々の分野で優れた実績を上げてきている点は高く評価できる。

・共同研究をしている大学はいずれもアジア各国におけるトップ大学であり、高い研究能力を有している。また、それらの大学との協力関係は本プロジェクトによって初めて生まれたものではなく、これまでの長い協力関係に基づいている。今後、研究が進捗する上で大学・研究機関間の連携がさらに強固になるものと期待される。また、これらの大学の若手研究者・大学院生が研究交流を通じて日本で学ぶ機会も増加する。今後、わが国が必要とする優秀な海外人材の確保にもつながるとと思われる。

・JICA、WHO 神戸、ユネスコなどの国際機関との連携が密に行われており、それらの機関より専門的な助言・アドバイスをうけることができる。また、資金的な援助も期待できる。

・ HIV-1 の分子疫学的調査をもとに、インドネシアだけではなくアジア諸国での分布状況が明らかとなった。さらに、ゲノム編集技術を用いて染色体遺伝子に挿入されている HIV-1 遺伝子の不活化を試みるなど、治療応用にまで展開されようとしている。

・ デングウイルスについて、ヒト型中和抗体の性状解析、抗デング物質の探索研究がなされている。マラリア原虫に対しても、赤血球侵入予防に関連する分子構造や、生殖母体期の膜構造の分子群を同定している。これらの研究も、デング、マラリア感染の治療薬・予防薬の開発に応用が可能である。

2) 研究内容で改善すべき点

・ 各部門が独立して研究を行っており、部門間の相互の連携がやや乏しい印象を受ける。例えば、感染症は今なお、高齢者や小児期にとっては重要な疾患である。HIV の感染拡大を防ぐためには、病気に対する知識の普及が必要である。<ヘルスリテラシー部門>、<グロース&ディベロプメント>部門、<サクセスフル・エイジング部門>などが協力して、学校や地域での新しい教育プログラム開発をするなども考えられる。これらには、神戸大学内の他部局（人間発達環境学研究科など）からのサポートも望めると思う。

・ <グロース&ディベロプメント>部門においては、妊産婦管理、胎児・新生児期へのサポート、思春期の課題が研究の中心となっている。アジアの国々でも小児がんや障害をもつ子どもへの在宅医療システムなど慢性的な疾患・障害を持つ子どもの医療・支援サービス・介護が重要となっている。シームレスなケアシステムを目指すなら、これらの子育て支援に関する研究課題も追加してほしいと思う。

・ 医学は純粋な科学であるが、医療・保健は、社会制度や宗教を含めた慣習、倫理感が大きな要素を持つ領域である。神戸大学の特色である文理融合を研究面で活かすためには、<ヘルスリテラシー部門>のより積極的な活用と部門間の連携が重要である。また、構成員が目指す方向について共通の認識を持つことが不可欠である。そのためには、プロジェクト統括者のより強力なリーダーシップとそれを支えるシステム（事務部門）の整備が必要である。

4. 研究の今後の展開

本研究テーマはアジアを主題としながら、現在の日本が抱える重要な課題を数多く含んでいる。研究としての意義は高く、これまでの研究実績も大変優れている。論文数、国際共著論文の増加にみられるように、海外大学・研究機関との連携もスムーズに滑り出しており、今後も順調に発展していく可能性が高い。日本及び海外での実践経験に基づいて、各国々の医療・保健・福祉制度に対する提言にまで発展・展開する可能性もある。そのためには、法制度や文化背景に関する神戸大学の他研究科からの幅広い人材提供が必要となると思われる。さらに、<インフェクシャス・コントロール部門>での研究成果は、熱帯に特有な感染性疾患の病態解析だけではなく、予防、治療薬開発などの臨床研究にまで発展する可能性が高い。民間企業等との連携についても視野に入れる必要があると思う。

5. その他 留意事項

資金獲得の項で述べたように、より大型の研究費採択に向けて、個々の研究者だけではなく、組織的な支援が必要と思われる。また、<ヘルスリテラシー部門>の充実に向け、他の研究科への参加呼びかけが必要になる可能性も高い。神戸大学先端融合研究環としても大型の研究費獲得に向けて、研究課題設定やその内容についてのアドバイス、情報収集などのサポートを行う必要があると考えられる。

人文・社会科学系

融合研究領域

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：「新興経済諸国における政治・経済の停滞と停滞からの脱出に関する総合的研究」

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：経済学研究科・経済学専攻・吉井昌彦

外部評価委員：溝端佐登史（京都大学経済研究所長）

令和元年（2019年） 9月 5日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

テーマ設定は時宜に適ったものであるが、共同研究の優位性を十分に示すことができていない。

新興経済に関する研究は、2000年代の急成長とグローバル化、続く経済危機のなかでの制度的不安定性の発露といった形で、国際経済学、グローバル問題の重要な研究領域になっている。例えば、Robert Grosse and Klaus Meyer eds. (2019) *The Oxford Handbook of Management in Emerging Markets* は新興市場が世界経済の主要な成長源泉になったと考え、その成長可能性を総合的に検証している。きわめて大部の研究書であるが、それだけに総合的な研究がいかに必要かを如実に物語っている。

本プロジェクトの目的にあるように、その成長源泉・原動力に光をあてた、新興経済の総合的比較研究は、世界的な研究動向を反映しておりかつ、そうした動向をリードする意図も読み取れ、我が国の国際経済研究、地域研究において重要な意義を有している。そのうえ、新興経済概念それ自体が複雑かつ曖昧なもので、Goldman Sachs の BRICS に限定されない市場像を提起している以上、本研究課題はきわめて時宜に適ったものといえることができる。

とくに、神戸大学は、地域研究、国際経済学の地域別の分野に、かつ政治および経済・社会の広範囲の課題に精通した研究者を抱え、こうした総合的な研究を実施する潜在力がきわめて高い。また、主に、経済成長の制約要因として今日注目される「中所得国の罣」に焦点をあてて、関係諸国を比較研究する視座もまた、4カ国をただ横並びに概観するのではなく、比較経済学の新しい接近を導こうとするものであり、重要な方法と理解される。

2. 研究目的に対する達成状況

研究目的は不十分さを有していても達成されている。

中間報告書・年次報告書で自己評価しているように、共同研究プロジェクトとしてみた場合、本研究プロジェクトは「グループとしての研究を行うことができず」、参加者の個人的な研究成果に依拠しているところが大きく、ゆえに共同研究の性格が弱く、その面での成果としては不十分に見える。梶谷懐『中国経済講義』（中公新書、2018年）を中心に、新興経済、中国、インド、中東欧の成長源泉、投資の有効性と労働市場の構造分析において各国共通する課題を析出しているだけに、個別の研究は惜しい結果といえることができる。なお、各国の分析では、ロシアが重要なエリアと認知されているにもかかわらず、十分に研究されていない。また、各国の経済制度の独自性が成長の制約要因と認知されながら、その点をさらに深めることが行われなかったことも、結論において「構造改革」の比較が示唆されているだけに惜しい成果とすることができる。もっとも、

個別の力ではあっても、それぞれの研究成果によって、研究者コミュニティ「比較経済体制学会」において新興経済を対象とした共通論題を設定させ、それに参加した、あるいは学会誌の特集となったという意味では、集団の研究成果という研究目的の達成は過少に評価されるべきではない。

本プロジェクトをベースにした大型科学研究費への挑戦は、関係する研究者を結び付け研究を発展させようとする意思を体現している以上、結果の遺憾にかかわりなく、それ自身評価に値する。ただし、経済学と政治学の融合はそれ自体重要な視座には違いないが、社会科学の新しい方法すなわち、経済学、法・政治学、社会学、さらに国際関係を通底する方法を試行錯誤することで、より発想を大きくしてもよかったように思う。少なくとも「中所得国の罨」は経済、政治、教育を結び付けているだけに、新しい方法開拓の可能性は存在したと考える。

もっとも、限られた枠であっても、共同研究事業(JSPS)、萌芽研究が採択され、平成29-30年度に外部資金を一定額確保するなど、研究プロジェクトとしてのプレゼンスの維持・資金獲得に対する積極的な対応も評価されるべきだろう。また、本研究プロジェクトを通して、それぞれ参加者の学生・大学院生に対して教育される場を提供したことは想像に難しくなく、若手人材育成面でも評価に値する。

最後に、本研究プロジェクトの社会的波及効果であるが、やや個人研究に傾斜した関係で、ひとつのまとまりとしての研究プロジェクトとして社会に及ぼすインパクトは限定的であったと思われる。この研究課題を前提にした場合には、今日の米中経済摩擦に代表的な課題に結びつく以上、よりカレントな研究成果を継続的に公表することで社会にインパクトを与えることも可能であり、かつ「海外の研究者との共同研究」を前提にしている以上、本プロジェクトを国際比較に基づく国際会議に転換することも可能であったと考える。その意味では、研究者コミュニティ(学会)への効果は認められても、波及効果は全体として課題の大きさに比して物足りなさが残る。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

本プロジェクトは方法と組織面で優れているが、共同研究面で改善の余地がある。

本研究プロジェクトの優れている点は、新興経済を単なる成長エリアではなくリスク・危機の源泉にも位置づけ、その観点から成長源泉の再考を迫っている点にある。「中所得国の罨」は中国に典型的にあげられる研究課題であるが、それをあえてインド、中東欧(おそらくロシア)、ブラジルにまで広げ、各国の成長軌道を再考しようとする点は、ビジネススクールが新興経済を成長面から取り上げる傾向が強い中では、包括的・説得的な課題設定といえる。もうひとつ、本研究内容の優位性は、参加者がカバーする研究領域にある。同一大学で当該研究課題の研究者をフルにそろえることはきわめて難しいと考えられるが、それへの挑戦は今後の研究プロジェクトの発展可能性を十分に感じさせる。とくに、神戸大学には歴史、文化面の当該諸国研究者も在籍しており、研究の奥行きを広げることも可能に思える。

改善すべき点として何よりも共同研究の実質化があげられる。参加者の学内・学界で

の位置を考えると時間的な余裕に制約があることは言うまでもないが、共同論文化を含めて、個別研究を結びつける取り組みが欲しい。もうひとつ、本研究プロジェクトの課題の緊急性と大きさを考えると、内外の関係研究者を結びつけ、研究ネットワークの構築にも力を発揮する契機になったと思われるだけに、閉じたグループでの研究体制は残念に思う。

4. 研究の今後の展開

今後のプロジェクト継続の効果はきわめて大きい、再考の余地もある。

今後に関して、研究の総括を進め、神戸大学が我が国の地域研究のリーダーの地位を確保することを可能にするとみなし、かつ「飛躍的に発展する潜在性」を有していると思見なしている。評価者も、本研究課題が現在世界最先端の社会科学の課題の一つと認識される以上、研究の方向性、今後の展開において、継続することの効果はきわめて大きいと考える。

もっとも今後の展開を考える場合に、次の点も考慮していただきたい。第1に、安直に研究の総括に向かうのではなく、自ら示唆されているように（「斬新な発想に基づき、これまでの学術の体系や方向を大きく変革・転換させる」）、「新興経済学」と呼ぶべき新しい方法上の視座を模索するとともに、そのための研究課題をより鮮明化するという、方法と実証・理論化の課題を明示化していただきたい。いいかえれば、単に地域研究をリードするだけでなく、今日の新しい成長エリアの出現に対し、地域研究の方法そのものを提示することにも腐心してもらいたい。第2に、今や新興市場経済は研究のみならず、教育組織面でも重視されている以上、神戸大学での教育研究組織改革にも貢献する意識を望みたい。実際、欧米の先進的な社会科学の組織には新しい研究部門として新興市場経済が取り上げられており、もはやそれを無視したカリキュラム編成も考えにくい。例えば、ハーバード大学は **International Center for Emerging Markets Research** を組織し、今後の持続的な競争優位を研究している。**INSEAD**（ビジネススクール・経営大学院）の **Emerging Markets Institute** も世界クラスのシンクタンクの位置を確保しており、教育効果も期待されている。さらに、シンガポールの **Nanyang Technical University** も **Centre for Emerging Markets** を設け、産官学協力の基盤に位置づけている。こうした中で出色の機関は、2007年に **Northeastern University**（アメリカ）に設置された **Center for Emerging Markets** であり、**Business Faculty** メンバーが総出で研究教育に携わり、「21世紀経済を動かす領域で理論と実践の両方で新しい地位を切り開いている」。そうであれば、神戸大学の優位性をベースに案出された本研究プロジェクトは、狭い研究課題の「すり合わせ」の側面に限ることのない展開も可能であると考えられる。

5. その他 留意事項

先端・融合研究の条件作りが不可欠である。

研究プロジェクトが神戸大学内に閉じて実施されるのか、それともそれを超えて実施しようとするのか、制度構築意図がわかりにくい。本来、先端的な課題でかつ学際的なものであれば、当然大学内という制約要因は学問の発展を抑えることになり、「先端・融合研究」の性格とは矛盾することになる。その意味では、より積極的に学外、国際的な研究者を包摂しようとする指向性がさらに強いほうが本プロジェクトの推進にはよいように思う。この報告書では、学外、国外参加者がゼロであることが示されるが、このことは研究そのものが学内に閉じたものであることを示唆することになる。本来研究は、資金規模に規定されるのではなく、ネットワーク規模に規定されるとすれば、その点でより柔軟な体制再編の可能性を各プロジェクトに提供することが重要に思う。

もうひとつ、研究成果の評価において、日本語の学術論文、書物は決して軽視されるべきではない。しかし、国際共著論文、あるいはトップジャーナルペーパーがないことは考えるべき点で、この研究課題であれば、ジャーナルランクは別にしても、英語あるいは現地言語でのペーパーを指向してもよかったように思う。この点、プロジェクトの実施に際して、そうした発信が奨励されるとともに、そのための資金補助も考慮されることが望ましい（例えば投稿料補助など）。

最後に、本研究課題はややもすれば研究スコープが狭くなる若手にとって魅力的な課題と思う。それだけに、若手研究者を包摂する手立てを大学として並行して考慮されることが望ましい。例えば、他大学の大学院生・若手研究者も含めより柔軟に若手の参加を促し、神戸大学が中心になって若手を陶冶する機会になることも可能のように思われる。この点で、若手育成政策としてもプロジェクトを位置づけることが肝要になる。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：持続可能な交通(Sustainable Transport)実現に関する研究
研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：経営学研究科・正司 健一

外部評価委員：同志社大学商学部 青木真美

令和元年（2019年）9月 24日

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

本研究プロジェクトは、持続可能な交通（Sustainable Transport）について、「適切な費用負担のもと、効率的で、可能な範囲で複数の選択肢を持ち、社会経済活動をしっかりと支え、環境面でも持続可能性に配慮されたシステムという概念である」と定義し、そのうえで、多くの国で交通政策の主要な概念となっている「持続可能な交通」について、これまでの基盤的研究を発展させることを一つのテーマとしている。そして持続可能な交通を実現・維持するための制度構築ならびにその運営についての検討を重ね、本分野の研究の発展に資するとともに、実践的課題へ貢献していくことを目的としている。

具体的には、先行する欧米との国際比較を踏まえつつ、持続可能な交通における公民の役割分担のあり方、交通事業者ならびに社会経済的な持続可能性のメカニズムの解明、持続可能な交通のための制度構築に関する示唆の導出を試みており、「経営、政策、制度の視点からみた交通の持続可能性」という視点が重要であり意義があると考えられる。

研究のすすめ方については、年々構成人数も拡大し、多様な研究分野の研究者が参画するようになってきている。それによって、当初のテーマである「持続可能な交通」についての幅広い議論が進められ、研究内容の幅を広げてきている。なお、平成31年度以降も過去3年と同様に国際学会での報告や国際研究集会の開催なども予定しており、社会に対する発信についても考慮されている。

2. 研究目的に対する達成状況

本プロジェクトの成果としては、論文発表としては、平成28年5編、平成29年度8編、平成30年度10編となっている。

海外ジャーナルに採択された研究は6編あるが、そのうち1編では実際の規制が、厚生経済学で想定されている通り市場の失敗がある場合の厚生改善のために行われているのか、それとも政府、企業、消費者、地域住民等のさまざまな利益団体間の権力均衡の結果なのかについて、実証分析を行った。その結果、産業全体で、前者の説明力は平均、約46～78%程度であること、公益事業の方が非公益事業の産業平均より、そのウェイトが低いことが明らかになった。厚生改善だけが社会的に求められている目標ではないとは考えられるものの、この結果は、持続可能な交通に関する制度の検討にとって重要な情報となっている。

また、わが国の大手私鉄のグループ内における人事交流の意義についての研究では、グループ内の組織間でコンフリクトが起きる前に、複数部署を経験したマネージャーが非公式なコミュニケーションによりこれをおさえることで、組織内の取引費用を引き下げていること、人事交流以外で

も、例えば人材育成の工夫で同様の効果をもたらす可能性があることを明らかにし、わが国における私鉄の多角経営が鉄道事業の持続可能性に関与していることを示唆したものも発表されている。

そのほか、北陸新幹線の金沢延伸による航空市場への影響、鉄道における車内混雑と列車選択の関係の分析といった交通行動に関する分析、規制改革や運賃制度と需要構造の関係分析、交通サービスの供給費用に関する研究、インセンティブ規制の一つであるプライス・キャップ規制についての考察、などの研究成果が示されている。

以上のような成果を概括すると、当初の目的とされていた持続可能な交通についての経営面、政策面、制度面でいずれも着実に調査研究がバランスよく実施されていると考えられる。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

プロジェクトの成果において、優れた内容としては、社会経済的な持続可能性に加えて交通事業者における事業の持続可能性についての解明（大手私鉄の多角化など）及び政策的な制度構築に関する分析（規制改革、運賃制度、インセンティブ規制など）を行っている点が評価できよう。これらは具体的に事業者への示唆、政策決定への提案などを通じた社会的貢献につながるものである。

4. 研究の今後の展開

今後取組む具体的な研究テーマとして、交通事業者の持続可能性については、わが国の私鉄事業者が鉄道サービスに加えて、それ以外のサービス供給をも通じて多様な価値創造を行い、その体制を維持し続けていることに着目して、その優位性ならびに企業の維持可能性、これを活かす制度上の課題を明らかにする計画である。次に、公的規制制度が交通事業ならび社会における持続可能性に与える影響の評価に関する研究があげられる。そのためには、規制緩和や構造分離といった供給構造にかかわる各種政策の効果検討に資する各種制度評価が不可欠であり、政策評価モデル構築の研究をさらに進め、あわせて試行的評価を行うことが予定されている。

政策的にも課題となっている環境面に関する持続可能性については、これまで構築してきたモデルに基づいて社会的費用の評価に関する研究を進める。さらに、交通政策や供給構造の変化が事業者ならびに交通者にどのように影響するかについての分析や、交通者行動について例えば着座可能性といったこれまでその重要性が指摘されながら必ずしも定量的に補足されていなかった要素を取り入れたモデル構築も進めていく予定となっている。

さらに、多様な分野の研究者はもちろんのこと、交通計画コンサルタントなど実務を担う技術者、行政担当者との意見交換を積極的に行い、文書化された情報だけではえることのできない実際の制度運営の具体的な内容や難しさ、影響の多面性についても明らかにするとしている。

令和元年8月には、平成29年、30年に引き続き研究参画者である英国リーズ大学交通研究所のA. Smith教授を招いて国際研究集会を開催している。また令和2年3月には海外から3名の研究者を招き、特定分野の交通政策に関する多面的な検討を行う機会を設けることが検討されている。

以上のように今後の展開についても、十分な計画と準備がなされていると評価できよう。

5. その他 留意事項

近年わが国では、交通に関連した環境問題についての議論が低調であるように思われる。地球温暖化と交通における自動車利用の関係については、十分な目標値なども設定されておらず排出ガス規制についても計測が続けられているだけで、具体的な政策としては反映されていない。

持続可能性についての環境面からのアプローチも、改めて必要なのではないだろうか。近年夏の暑さが厳しくなるにつれて、自動車利用抑制政策を導入する都市が特に欧州では増えてきているようであり、その視点についても調査研究するニーズがあるのではないかと思われる。

(以上)

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：歴史資料・企業資料のデータベース化、及び画像・テキストデータに基づく歴史・実証・文理融合研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：計算社会科学研究センター・シミュレーション部門・上東貴志

外部評価委員：岡崎哲二（東京大学・大学院経済学研究科・教授）

令和元年（2019年）9月5日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

神戸大学経済経営研究所は、1902年に設立された神戸高等商業学校の豊富な人的・物的資産を受け継いで、社会科学分野の研究所として日本のみならず国際的にもユニークな地位を築いてきた。同研究所が持つ物的資産のうち、特に学術的価値が高いものとして、神戸高商から継承した「新聞記事文庫」のほか、「鐘紡資料」「兼松資料」「内外綿資料」等の一連の企業資料群がある。本プロジェクトは、これら資料のデータベース化とテキスト化を行うとともに、その過程で開発した画像認識、テキストマイニング等の新しい技術を、神戸大学外のものも含め広く内外の資料に応用してテキスト化を行い、それをを用いた研究を推進するものである。本プロジェクトが対象としている諸資料は学術的価値が非常に高いが、その量が膨大であるだけでなく、電子化されているとしても画像データまでであったことから、研究者は関連する情報をこれら資料から読み取ることに多くの時間と労力を費やす必要があった。本プロジェクトによってそれら資料がテキスト化されることは、内外の研究者全てにとって共通の研究インフラを提供し、研究の効率性を大幅に引き上げるものである。

2. 研究目的に対する達成状況

上記の「新聞記事文庫」は、多数の新聞の中から経済・経営に関連する記事を選別してスクラップブックに整理した膨大な資料群であり、経済史・経営史研究の基本資料として長く内外の研究者に活用されてきた。その有用性から一部が翻刻出版されたこともある。この「文庫」が本プロジェクトの一環としてテキスト化され、キーワード検索が可能になったことの意味は非常に大きい。主な新聞社による自社新聞のデータベース化が進んだ現在にあっても、地方紙、植民地紙を含む「文庫」がカバーする新聞の多様性は他に類例を見ないものである。

元資料が古い新聞切り抜きであることから、旧字や文字の滲み等、テキスト化の障害になる条件が多かったと推測されるが、こうした問題は技術的に克服され、本データベースはたいへん使いやすいものとなっている。本プロジェクトを進める過程で開発された「画像認識装置、画像認識方法、コンピュータプログラム、及び製品監視システム」が2017年に特許出願されていることも特筆に値する。また、本データベースはインターネットからアクセス可能であり、文字通り全世界の研究者等のインフラとして提供されている。その点で本プロジェクトの波及効果は非常に大きい。

また鐘紡資料についても、膨大な資料の全てについて1点毎のリストを作成のうえweb上で検索可能な状態になっているほか、中心的な資料である「回章」類は画像が公開されている。本資料の学術的価値は非常に高く、それがこのような使いや

すい形で公開されることの意味は大きい。

これらの作業・研究が多額の外部資金を獲得して進められていることも評価に値する。外部資金獲得額は平成 28～30 年度の 3 年間で 8,453 万円に達する。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

上記のように、本プロジェクトは、学術的に価値の高い資料について、それをデータベース化し、資料を公開するだけでなく、さらに新しい技術を用いて資料のテキスト化を行っており、そのことの意味、波及効果は非常に大きい。引き続き、本研究所が所蔵している兼松資料、内外綿資料等についても作業・研究が進展することを期待している。

4. 研究の今後の展開

プロジェクトの一環として、プロジェクトメンバーを中心に、整理した資料を用いた研究もすでに行われており、平成 28～30 年度の 3 年間で論文 15 編、著書 1 冊が刊行されている。資料のデータベース化・テキスト化という学界の共通基盤を構築する基礎的な作業と並行して、論文・著書の形での研究発表についても今後とも引き続き行って欲しい。

5. その他 留意事項

特になし。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：現代中国研究拠点

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：経済学研究科 梶谷懐

外部評価委員：東京大学大学院経済学研究科 城山智子

令和元年（2019年） 9月 27日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

神戸大学現代中国研究拠点は、2013年8月、神戸大学社会科学系教育研究府の下に、人間文化研究機構（NIHU）の現代地域研究推進事業の一つである「現代中国研究」に参加し、他大学・研究機関における現代中国を対象にした実証研究との連携を図る目的で設立された。神戸大学社会科学系教育研究府は社会科学系5部局（法学研究科、経済学研究科、経営学研究科、国際協力研究科、経済経営研究所）の有機的連携を図り、分野横断的な教育研究活動を発展させることを目的として、2012年4月に設置されたものであった。その中に設けられる現代中国研究拠点は、神戸大学における社会科学の蓄積を全国規模のネットワークに結びつける役割を果たすと同時に、社会科学系教育研究府での共同研究の可能性を広げてきた。

研究拠点設立当初は、「中国における経済システムの持続可能性に関する実証的研究：『二重の罍を超えて』』というテーマで現代中国経済に関する実証研究を行った。この研究の目的は、中国の国家資本主義経済が今後も続く可能性について、経済成長と制度との関係に焦点を当てて分析することにあつた。中国経済が「中所得国の罍」と「体制移行の罍」の二つで構成される「二重の罍」にとらわれているとの仮説に基づいて、「中国における経済システムの持続可能性に関する実証的研究：『二重の罍を超えて』』では2013年度から2015年度までの3年計画で、「制度」「イノベーション」「格差と公平」の3つのグループに分かれて研究を行い、2016年3月には研究成果としてミネルヴァ書房より『二重の罍を超えて進む中国型資本主義：曖昧な制度の実証研究』を刊行した。同書は、故加藤弘之教授が提起した「曖昧な制度」という概念を下敷きに、イノベーション、格差、国有企業改革、農村の都市化など、現代中国経済の様々なトピックと、その制度的な基盤を実証的に明らかにした。

2016年3月をもって人間文化研究機構の現代中国地域研究拠点プロジェクトは終了し、また、同年4月より神戸大学社会科学系教育研究府を前身とする先端神戸大学先端融合研究環人文・社会科学系融合研究領域が、人文科学を含めてより広く分野横断的な研究を推進する組織として設立された。このような内外の変化を受け、神戸大学現代中国拠点は、中国経済研究の分野にとどまらない、現代中国の歴史、政治、思想に関する研究を行っている神戸大学に在籍する研究者を新たにメンバーに加え、部局を超えた連携を図りながら、研究活動を展開することとなった。そこでは、政治と社会が交差する中で構築・運用される、経済制度に関するこれまでの研究蓄積を踏まえて、より総合的な現代中国理解を示すことが目的とされている。

2. 研究目的に対する達成状況

本研究プロジェクトの特徴は、中国経済分析と、政治社会研究とを融合し、多角的な現代中国分析を目指していることにある。プロジェクトメンバーは、中国経済、歴史・思想、政治・政治史をそれぞれ専門とする研究者を擁しており、研究を遂行しうる体制となっている。

2016年度以来取り上げている主なテーマとしては、1、都市化と産業集積、2、イノベーション、3、民主・法治・自由といった価値論の三つが挙げられる。これらは、一見、深い関係性を有しているように捉えにくいだが、実際には、小規模な電子産業の集積（深圳など）とイノベーションとの関係や、AI技術イノベーションの進化に際しての個人情報管理や言論の自由といっ

た、三つのテーマを横断する問題こそが、現代中国が直面する喫緊の課題となっている。プロジェクトリーダーである、梶谷懐教授は、専門分野である中国の財政金融研究をバックグラウンドとしながら、現代中国に特徴的なこれらの政治社会問題を多角的に分析する先駆的な研究者であり、複数の研究者を擁する本プロジェクトでは、問題をより掘り下げること成功している。

研究を推進するにあたって、本プロジェクトは、内外の研究者を招いたワークショップ（2016年度：「中国の農村問題と都市化政策に関するワークショップ」浙江大学公共管理学院・楽君傑教授、南開大学・姚万軍教授。2017年度：「中国の都市化と産業集積に関するワークショップ」岡本信広氏（大東文化大学）、中兼和津次氏（東洋文庫）。「産業集積とイノベーションに関するワークショップ」丁可氏（アジア経済研究所）、日置史郎氏（東北大学）、楊上広氏（華東理工大学）。2018年度：「中国のイノベーションとフィンテックに関するワークショップ」伊藤亜聖氏（東京大学）、趙タン（徳島大学）氏）を行い、また、講演会や公開シンポジウムを通じた研究成果の発信（2017年度：北京大学国際関係学院教授・印紅標氏「1966年代の紅衛兵暴力と政策責任」。2018年度：『『普遍的価値』の危機と知識人の役割—現代中国からの視点—』シンポジウム。呉国光氏（カナダ・ヴィクトリア大学）による基調講演「人文社会研究与价值关怀：从韦伯到后全球化時代（人文社会学研究と普遍的価値への関心：ウェーバーからポスト・グローバル化時代の時代へ）」、石井知章氏（明治大学）による報告「中国の『普遍的価値』と近代」、倉田徹氏（立教大学）氏による報告「『世界標準』か、『中国の特色』か：香港の民主・自由・法治」および呉氏、石井氏、倉田氏、阿古智子氏（東京大学）、水羽信男氏によるパネルディスカッション）を行っている。中国の主要な研究機関との交流、及び、中国経済研究の先駆者である中兼和津次氏、イノベーション研究の伊藤亜聖氏、香港の現状分析の倉田徹氏、中国社会分析の阿古智子氏を始めとする第一線の研究者との研究協力と発信を行っていることは、高く評価される。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

本プロジェクトの特徴は、中国経済分析と政治社会研究とを、1、都市化と産業集積、2、イノベーション、3、市民社会や法治に関係する価値論という3つの重要な問題に焦点を絞りつつ、相互連関的に展開していることにある。今後、ケーススタディを踏まえた理論化に向けて、分析概念や比較の射程を深化させることにより、経済学、政治学、歴史研究を架橋するプロジェクトのモデルを提示することが求められる。

4. 研究の今後の展開

本プロジェクトは、既に、内外の研究者と協働し、学術的・社会的な情報発信を行ってきた。現在計画されている、2018年度に実施したシンポジウム『『普遍的価値』の危機と知識人の役割—現代中国からの視点—』の出版に加えて、中国語や英語で論文集を刊行し、国際的にも研究成果を発信することが期待される。また、研究者レベルでの交流に加えて、院生やポスドク・レベルでの研究会やワークショップを併せて組織することができれば、本プロジェクトは、より長期に亘るインパクトを持つことと考えられる。

5. その他 留意事項

特になし。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：メタ科学技術研究プロジェクト：方法・倫理・政策の総合
研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：人文学研究科・文化構造専攻・松田毅

外部評価委員：香川知晶

令和元年（2019年） 9月 13日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

本研究プロジェクトは人文社会系の研究を基盤としながら、科学と技術をめぐる社会問題を、先端分野の開発や技術の社会的実装に照準を合わせて、学際的・国際的に研究することを目標として掲げている。この目標実現のために研究実施主体として置かれているのが、科学方法論、科学技術倫理、科学技術政治経済学の3部門である。

まず本プロジェクトが設定している研究目的については、現在の日本においてきわめて緊急性のある問題を対象にしており、高く評価されてしかるべきである。その理由は、単に現代社会にとって科学と技術がきわめて大きな影響をもたらしているというきわめて当たり前の事実のみによるのではない。現代における科学と技術は、それぞれにとってはいわば外在的ともいえる社会的、政治的、経済的な要因によって発展の方向を設定され、展開されている。この特徴は、近時、ますます明らかとなっている。そのため、現代において科学と技術の社会的実装を考えるには、自然科学的、工学的、医学的な論理と思考のみでは必ずしも十全な対応を果たすことはできない。さらに人文社会系の研究にも跨る分野横断的な検討が不可欠なのである。本研究プロジェクトはその点を十分に意識して目標を設定しており、今日の喫緊の社会的課題となっている科学と技術の適切な社会的実装という問題に答えようとする意欲的で挑戦的なプロジェクトであるといえることができる。

さらに、この研究テーマからすれば、研究主体として設定された3部門も妥当なものだといえるであろう。科学と技術の現在のあり方からすると、それらに関する研究は、まずは科学および技術自体の特徴と問題点を明らかにすること(科学方法論)から出発し、社会的実装の際に予想される倫理的、法的、社会的問題を検討し(社会技術倫理)、実装を方向づけている政治的、経済的要因を批判的に解明し、そのあるべき姿を明らかにしていくこと(科学技術政治経済学)を不可欠とするはずだからである。こうした部門構成をもつ本研究プロジェクトは今日の科学と技術の社会的課題に対して、人文社会系研究による具体的応答を示すものとなることが期待できる。

それとともに、本研究プロジェクトは人文社会系の研究のあり方そのものにも大きなインパ

クトを及ぼすことが予想される。このプロジェクトでは、中間報告書が述べているように、プロジェクト参加者がクロスしながら「ブレインストーミング」を繰り返す討議・研究の場とスタイルの確立も目指されている。それが実現されれば、実質を伴った人文社会系の融合研究の貴重な実例として、人文社会系の研究自体に対しても大きな貢献を果たすことが期待できる。

このように、本研究プロジェクトは現代的な課題への応答を目指す目標を掲げ、その目標実現のために適切な研究組織、研究部門を構想している。それらが適切に機能すれば、社会と人文社会系研究さらには教育への寄与が十分に期待できるであろう。

以上から、本研究プロジェクトの研究テーマの設定および研究の進め方については高く評価できると考える。

2. 研究目的に対する達成状況

本研究プロジェクトでは、上記のように、科学方法論、科学技術倫理、科学技術政治経済学の3部門が置かれており、各部門がそれぞれの問題点を析出することから活動を開始している。たとえば、科学方法論部門では自然科学のみならず、社会科学や人文学・人間科学の方法も視野に収め、現代科学の現場に即した問題提起を行うための基盤確保が目指されている。続く科学技術論理は、そうした科学方法論の考察を踏まえながら、科学と技術をめぐる倫理の問題を、コミュニケーションの問題も含めて検討する。そして最後の科学技術政治経済学の部門では、現在の科学と技術をめぐる日本と世界、さらには大学をとりまく状況を政治学と経済学を中心とする視点から分析することが課題とされている。

本研究プロジェクトの特徴は、こうした課題に対応する各部門の検討・分析の結果を共同研究としてまとめ上げていくところに求められる。その点で大きな役割を果たすのが共同討議という方法である。本研究プロジェクトはこの共同討議手法についてきわめて組織的に精錬を重ね、着実な成果を出してきている。そこに、本研究プロジェクトの目標達成状況は読み取ることができる。

まず、本プロジェクトにおいて出発点となったのは、初年度から開始された「メタ科学技術研究ワークショップ」(WMST)と呼ばれる一連の活動である。これは上記1の末尾で触れた「ブレインストーミング」に該当するもので、構成員を中心とする参加者によって6回にわたって開催されている。これによって、構成員各自が共同討議という手法に習熟するとともに、研究の焦点を確認し、その共有化が図られてきた。

この活動は翌年には外部資金(日本学術振興会)を獲得するとともに、共同討議への参加者を拡大しながら継続されている。その開催数は、WMSTを中心に活発な国際会議も含め、29年には13件、翌年には16件に上っている。この頻度は特筆に値する。

こうして積極的に実施されてきた共同討議は本プロジェクトのweb上で公開されており、その内容を詳細を知ることができる。それを参照すると、共同討議は単にその開催数が多いというだけではなく、国内国外の様々な分野の研究者も招聘しながら、内容的にしだいに豊かさを増してきたことも確認できる。その延長線上に、近々刊行予定の英文論文集があるといえる。その論文集には、多様な専門分野の研究者が参加し、国際的な討論を経て、科学と技術をめぐるアクチュアルな倫理的・社会的問題が提示されている。そこでは経済的・政治的ファクターにも十分な目配りがされており、論文集は大きなインパクトをもちうるものと思われる。これはこれま

で継続されてきた共同討議を踏まえた成果を国際的に問うもので、本研究プロジェクトの一つの達成と見なせるであろう。

従来、人文社会系の研究では個人研究が中心となっており、共同研究は必ずしも有効に行われてこなかった。そうしたなか、本研究プロジェクトでは、構成員各自が個別的に研究成果を発表し、各々順調に外部資金も獲得するだけではなく、プロジェクト全体が実質を伴う共同研究として実現されてきたことは特筆に値する。共同討議という手法を活用することで生み出されてきた実績はすでに本プロジェクトが目指してきた人文社会系の新たな融合研究を示す水準に達しており、日本における人文社会系の研究全体にとってもその意義は少なくない。こうした水準の高さと期待度の大きさは、本プロジェクトが日本学術振興会：課題設定による先導的人文学・社会科学推進事業（領域開拓プログラム（研究テーマ公募型））として採用されたことにも端的に示されている。

このように、本研究プロジェクトの研究目的の達成状況についてもきわめて高く評価できるように思われる。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

共同討議を中心とする本研究プロジェクトの成果について各年次の報告書に詳細が記載されている。その要点を中間報告書は5点にわたる課題として述べている。ここでは、その報告書の記述にそって、各々、簡単に論評する。

まず、第1の責任ある研究イノベーション（RRI）と市民社会をめぐっては、リスクアセスメントが大きな論点となる。一般的に現代の先端技術では、リスクアセスメントは大きな不確実性をもたざるを得ない。そのため、先端技術をいかに社会実装していくかを考える際には多様な観点を意識することが必要となり、その分、社会的合意形成も実現が容易ではなくなる。さらに、日本の場合、科学技術政策、審議会方式のもつ特異性・問題点にも注意しておく必要がある。第1の課題をめぐっては、これらの論点が再確認されている。

次に、第2の生殖技術と環境技術のリスク評価をめぐっては、長期的観点からのリスクアセスメントの問題が取り上げられる。ここでは核廃棄物の地層処分やゲノム編集による生殖医療など、現在、緊急の社会的問題となっている事例の現状や課題が討議されるとともに、モラトリアムを置くという対応策の妥当性がその概念分析や法的裏づけの問題も含め幅広い論点から検討されている。

本研究プロジェクトにおいてこの第1と第2の課題に対して示されたのは、いわば従来の科学論・技術論の議論の再確認であり、それを踏まえた現代的な問題への対応、すなわち再確認された既存の研究成果の具体的適応という色彩が濃い。これに対して、続く第3の研究開発上の「イノベーション」の経済学的分析から、第4の「イノベーション」に関する科学技術社会論の枠組みの再検討を経て、第5の「イノベーション」の政治経済学へ至る各課題については、本研究プロジェクトのもつ新規性がより鮮明な形で認めることができる。

まず第3に関しては、現在進行中の「多資源投入型医療」が「持続可能な医療」にとって必ずしも有効ではないことやエネルギー問題についての誤った常識が確認される。続く第4に関しては、現行の意思決定の欠点を補う上で市民と国家や行政を繋ぐ団体や場の機能の重要性が明らかにされる。それとともに、大学の果たすべき新たな教育的機能も確認されている。そして、

最後の第5に関しては、ゲノム編集技術の場合に明らかなように、科学と技術の社会実装にあたっては、現状がすでに国内と国外が連携する形での法的対応が必要な段階に至っているとの認識から、製造物責任、技術の社会実装に関連する不法性、予防原則、国際条約、実定法、判例を踏まえた「法の創造」の可能性をさらに掘り下げなければならないことが指摘されている。

こうした5つの課題との関連で本研究プロジェクトの研究内容をまとめるならば、中間報告書が述べているように、「先端技術の社会実装に関しては、日本の現状では、法の創造とともに、多様な利害関係にある、市民を含む、ボトムアップ的な議論や幅広い合意形成の重要性、特にその方法の構築が再認識された」と要約できるであろう。ここに示された研究成果は現在の緊急の課題の基本的問題点とその実質・焦点を浮き彫りにしたものであり、本研究に含まれる内容的な優位点として評価してよいものと思われる。

4. 研究の今後の展開

以上述べてきたように、本研究プロジェクトについては、当初設定した目標に即して、共同討議を軸に展開される共同研究によって着実に実績を積み重ねてきていることが認められる。したがって、基本的に同じ手法を同様のペースで適応しながら、析出されている課題に取り組んでいけば、今後も本研究は大きな成果を生み出すものと予想される。

中間報告書があげている今後の課題は、1. 科学哲学の観点からのイノベーションとリスクヘッジの方法論構築、2. 「設計・計画」概念の更新、3. 「インフォームド・コンセント」モデルの限界確定、4. 先端技術の社会実装のための倫理的・経済的価値観と「ビジョン」の構想と提案、5. 社会実装の問題討議のためのツールと手法の開発・試行の5項目である。いずれも重厚な内容を有するものの、これまでの研究成果を引き継ぐ課題であり、本プロジェクトの実施経過からすれば、一定以上の成果を期待しても問題はないであろう。

成果の発表に関しては、まずは国内外の学会での報告が必要となろうが、これもまたこれまでの実績からすれば着実に実施されるものと予想される。また、和書での出版や将来的な国際共同研究に関しても、その実現可能性は十分にあるといえるであろう。

なお、今後の課題第4項との関連で希望を述べるならば、上の3で見た研究成果の第5の課題に関連する「法の創造」について、一層具体的な形で議論が提示されることを望みたい。関連する幾つかの分野では新たな法の必要性が強く意識されている現状からすると、本研究プロジェクトの一環として新たな法についての具体的な提案が出されれば、大きな社会的要望に応えることになるものと思われる。

同じく、今後の課題第5項として挙げられている技術の社会実装に有効なツールの開発・試行に関しても、具体的な提案が本プロジェクトからなされることを期待したい。それは市民社会にとっても大学教育にとっても波及効果の大きい重要性をもつ提案となるはずである。関連する資料等の積極的な公開が望まれることはいままでもないであろう。

最後に、そうした具体案の提示という点との関連で、若手人材の育成についても、期待を述べておきたい。本研究プロジェクトでは、新たな融合形態の共同研究を実施するなかで、注目すべき教育実践や社会的観点の導入も積極的に試みられてきたことが看取される。しかしながら、若手人材の育成をどのように図っていくのかという点については、少なくともこれまでのところ、必ずしも明確ではないように思われる。その点も、本プロジェクトの今後の展開にとって大

きな課題となるはずで、具体的な成果が出されることを望みたい。

5. その他 留意事項

本研究プロジェクトについては、中間報告書や web 上の成果報告をもとに判断する限りでは、順調に研究成果を発表し、外部資金も獲得し、活発な研究活動も行われており、全般的に大きな問題はなく、運営等に関しても特記すべきことはないと思われる。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：人文情報の文理融合研究と地域学創出プロジェクト

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：人文学研究科・社会動態専攻・奥村弘

外部評価委員：岡山大学社会文化科学研究科教授・今津勝紀

令和元年（2019年） 9月 24日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

国際化の進展と大都市への一極集中が進行する日本社会において、地域社会の再生・再構築は深刻にして喫緊の課題である。本研究がそうした実践的課題に対して、人文系学術情報の全国的共有化を基礎とした文理融合研究とそれに基づく新たな人文学としての地域学の創出を目的としてプロジェクトを立ち上げたことは、意義深いものである。

とりわけ、阪神淡路大震災を経験した神戸大学においては、人文学研究科の奥村弘教授を中心として、平成21年度－25年度科学研究費（基盤S）「大規模自然災害時の史料保全論を基礎とした地域歴史資料学の構築」、平成25－29年度科学研究費（基盤S）「災害文化形成を担う地域歴史資料学の確立」に採択されるなど、地域歴史資料学を切り開いてきた実績が特筆されるが、そうした実績をもとに、本プロジェクトにおいて、人間文化研究機構と連携して、研究の飛躍をはかることには意味がある。

これまで大学及び人文系研究機関における全国的な人文系学術情報共有のプラットフォームは、存在しなかったが、これを人間文化研究機構と共同し、さらに国立博物館や理系を中心とする国立文化財研究所を統括する国立文化財研究機構とも協力して構築することは、有意義である。本研究を担う研究者も事業の目的を見据えて、学内の災害史に関わる理系の研究者とともに学外の関係機関の研究者が適切に選ばれており、本研究を遂行するにあたっての人員の手当ても妥当である。

神戸大学は、神戸開港以来の膨大な国際的、地域的な資料を蓄積しており、さらに阪神・淡路大震災等、災害資料の体系的収集とそのための文理融合研究、地域社会における資料活用研究とその人文学的な社会実装において、全国の大学の先端的な研究を展開してきた。人間文化研究機構に属する人文学系の国家的研究機関と協力して、研究と社会実装の点において大学側のハブとしての機能を強化することは、研究者コミュニティに有益であり、実現が強く求められている。本研究により、これまでの先端的な研究成果を普遍化し、体系化することで、地域学創出事業の水準を引き上げることは、神戸大学の研究力強化においても重要な役割を果たすであろう。

2. 研究目的に対する達成状況

研究成果の概要：平成28年度から具体化した本プロジェクトでの大きな研究成果として、まず第1に、「歴史文化資料保全の大学・共同利用機関ネットワーク事業」を推進するための、東北大学及び人間文化研究機構と連携協定の締結と事業の展開、第二には文理融合型地域学創出プロジェクトの展開があげられよう。また、これまでの研究成果を取りまとめて、奥村弘他編『地域歴史遺産と現代社会』（神戸大学出版会）を刊行したことが成果の第三としてあげられる。

このうち、第1の「歴史文化資料保全の大学・共同利用機関ネットワーク事業」については、平成28年1月26日（金）、里見進東北大学総長、武田廣神戸大学長、立本成文人間文化研究機構長により、神戸大学と東北大学、人間文化研究機構との間で基本協定が締結され、2018年度より日本列島各地に伝来する歴史文化資料の保全を目指して、「歴史文化資料保全の大学・共同利用機関ネットワーク事業」が開始されたことが特筆される。本事業は、全国で大規模自然災害時に歴史資料保全を進める「史料ネット」活動を展開する各大学と連携し、地域社会に伝えられた歴史文化資料の保存・継

承を通した歴史文化研究に取り組んでいくもので、平成 30 年度には全国的な広域ネットワーク形成にかかわる協議会・シンポジウム等を 9 月 24 日に歴史文化資料保全西日本大学協議会（於：新大阪丸ビル新館、参加 18 機関 25 人）、12 月 9 日に地域歴史文化大学フォーラム（於：神戸大学瀧川記念学術交流会館、参加 26 機関 49 人）が開催された。着実に事業が遂行されている。

第 2 の文理融合型地域学創出プロジェクトについては、地域歴史資料学研究会等を立ち上げての研究活動、国際シンポジウム「災害文化形成を担う地域歴史資料学の確立をめざして」の開催、地域学創出のための実践的な取り組みへの支援があり、本プロジェクトの中心をなしている。

地域歴史資料学研究会は、震災アーカイブに関する国際研究会（第 9 回）、災害資料の公開に関する研究会（第 10 回）、韓国アーカイブ研究会（第 11 回）、日伊の文化財情報システムに関する国際研究会（第 12 回）、被災地図書館との震災資料情報交換会（第 13・14 回）とテーマを明確に、計画的に事業が遂行されている。

また、科学研究費（基盤 S）「災害文化形成を担う地域歴史資料学の確立」による研究会でも科研グループ構成員の成果の検討がなされており、科研を基盤に本研究プロジェクトとの有機的連携もはかられている。平成 30 年度は科研グループは、①ふくしま史料ネットシンポジウム「ふくしまの未来へつなぐ、伝える II」（4 月 21 日、於：郡山市民プラザ）、②フォーラム「福島震災遺産と震災アーカイブズの構築」（4 月 30 日、於：筑波大学東京キャンパス文京校舎）、③歴史文化資料保全の大学・共同利用機関ネットワーク事業「歴史文化資料保全西日本大学協議会」（9 月 24 日、既出）、④第 5 回全国史料ネット研究交流集会（11 月 17～18 日、於：新潟大学中央図書館ライブラリーホール）、⑤地域歴史文化大学フォーラム「大学間連携の展望―歴史文化資料保全 NW 事業の役割―」（12 月 9 日、既出）、⑥第 17 回歴史文化をめぐる地域連携協議会（2 月 3 日、於：神戸大学瀧川記念学術交流会館）を共催事業として実施している。いずれも適切な課題・テーマであり、着実な進捗として評価できるだろう。

平成 29 年度は奥村教授が主催する科研と連携して国際シンポジウム「災害文化形成を担う地域歴史資料学の確立をめざして」（11 月 11～12 日、於：神戸大学統合研究拠点コンベンションホール）が開催され、2 日間で延べ約 160 名が参加したことも特筆されるだろう。被災歴史資料・災害資料の保全・活用をめぐる東日本大震災以降の実践的研究を踏まえつつ、日本国内にとどまらず、それを国外に発信したことも大きな意義がある。

さらに地域学創出のための実践的な取り組みへの支援は、地域歴史資料学がこれまでの専門歴史研究者による伝統的な史料学にとどまることなく、新たな人文学の可能性を示すものと言えるだろう。地域学創出のための実践的な取り組み支援として、国立歴史民俗博物館と共同の地域プロジェクトを東灘区住吉地区で地域住民とともに持続的に展開したこと、第 16 回歴史文化をめぐる地域連携協議会（1 月 28 日、於：神戸大学瀧川記念学術交流会館）、兵庫県文化遺産防災研修会（7 月 5 日、於：神戸大学農学部）、兵庫県文化遺産防災研修会 in 播磨西（11 月 28 日、於：城郭研究センター）などを人文学地域連携センターと協力して行ったことが特筆される。さらに歴史資料ネットワークと協力し、全国各地で頻発する災害に際して、例えば、九州北部豪雨災害の情報収集及び共有につとめたほか、東日本大震災で津波被害をうけた岩手県大船渡市 S 家資料の整理作業に協力したこと、伊方原発関係資料の保存・整理作業を愛媛資料ネットと協力して進めたこと、とりわけ平成 30 年度は、西日本豪雨災害の被災資料保全に対応したほか、大阪北部地震及び台風 21 号被害の情報収集と調査保全を行うなど、地域歴史資料学のナショナルセンターとしての役割を果たしており、高く評価されるべきである。

第3に神戸大学が、阪神・淡路大震災を契機に歴史資料の保全や、自治体・地域団体とともに地域の歴史と文化を守り育てるための実践的な研究を総括した奥村弘他編『地域歴史遺産と現代社会』（神戸大学出版会）が刊行されたことも地域学創出という観点から見た場合、本プロジェクトの中間的まとめとしての役割も果たすであろう。これ以外に、詳細は省略するが、個別論文・単著・共著でも発表されており、着実に研究成果があげられており、適切である。

学問的・社会的意義：地域歴史資料学は、地域住民・市民を一つの主体と位置づけ、歴史研究者などとの相互作用により、未来を見据えて、地域に伝わる歴史資料を継承し、地域文化を掘り起こすもので、そこに人々の生存・生活の阻害要因である災害（戦争災害・自然災害）がどのように作用し、記憶・伝承をふくめた地域歴史資料の中に丹念に痕跡を見だし、持続的な人々の暮らしの確保に役立てるといった実践的役割を担っている。こうしたいわば市民的・実践的な学問が人文学の分野では、これまで真剣に追求されてこなかったのは事実であり、残念ながら、現代社会において人文学の社会的役割は低下しつつあるように受け止める向きも多くある。本研究プロジェクトの試みは、本来、人文学が果たすべき役割への期待そのものに対する果敢な挑戦であり、高く評価される。

資金獲得：この間の外部資金として、平成21年度－25年度科学研究費（基盤S）「大規模自然災害時の史料保全論を基礎とした地域歴史資料学の構築」、平成25－29年度科学研究費（基盤S）「災害文化形成を担う地域歴史資料学の確立」、人間文化研究機構との共同事業経費（平成30年度11,000千円）を獲得しており、資金獲得の努力は十分なされていると評価できる。

人材育成：資料保全を担う人材の育成については、学生を対象として文学部日本史研究室による古文書合宿を通じて、学生への地域歴史資料の取り扱いについての指導および古文書整理作業を行っているほか、地域連携協議会、県内各地で開催した兵庫県文化財防災研修会などにおける県内の文化財関係者との会合も広い意味では人材育成の役割を果たしている。とりわけ、地域連携協議会は立ち上げから、すでに第16回と歴史を重ねており、兵庫県内の文化財防災関係者が経験を共有し、有機的連関を形成する上で重要な役割も果たしている。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

特に優れている点：地域歴史資料学は実践の学だが、兵庫県内にとどまらず、全国の状況をみすえて事業を積極的に展開していることは、本研究の出発点となった阪神淡路大震災以来の研究蓄積をもつ神戸大学ならではのものであり、その学問的営為に深く敬意を表すとともに、高く評価したい。その上で、「歴史文化資料保全の大学・共同利用機関ネットワーク事業」により、各地で掘り起こされた情報を共通のプラットフォームを構築し共有できるならば、各地で頻発する災害への対応や歴史資料の保全に有効である。この事業は、全国各地において、地域の歴史と文化に対する取り組みを行う大学の地域社会に対する役割と責任を明確化するものでもあり、歴史と文化という個性により構成された我が国の豊かで多様な地域社会の再構築に資するだろう。

改善すべき点：新たな学問としての地域学の可能性は十分に理解できるところであり、その必要性も痛感するが、人文情報の文理融合研究の位置づけが不分明である。方法としての文理融合型の人文情報学であるならば、人文情報学を専門とする研究員は学外に1名含まれているだけであり、何をもって人文情報の文理融合研究をいうのか、明確にする必要があるだろう。人文情報学は多岐にわたり、データベースの作成と利用だけでなく、情報技術を利用した歴史事象の「見える化」などさまざまなものがある。新たな人文学を支える方法、これまでの伝統的な人文学での解析手法の拡張として捉え、

より積極的に位置づけてみてはどうだろうか。

4. 研究の今後の展開

本研究プロジェクト等と関連した科研 S の成果は、2019 年度から 2023 年度まで、奥村教授を代表者とする科学研究費特別推進研究「地域歴史資料学を基軸とした災害列島における地域存続のための地域歴史文化の創成」に引き継がれる。今後は、地域歴史資料学を発展させつつ、その社会的認知をはかるとともに、既存の歴史学の刷新にも主導的な役割を果たして欲しい。

5. その他 留意事項

全体としてプロジェクトリーダーのリーダーシップが発揮され、旺盛な研究活動が行われているように見受けられるが、このプロジェクトは構成員 13 人だけで進められているものではなく、それ以外の多くの人々の努力により支えられている。関わる各人の創造的な仕事を保証できるよう、適切な業務管理をプロジェクトリーダーは心がけられたい。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：移住・多文化・福祉政策に関する国際的研究拠点の形成

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：国際文化学研究科・国際関係論・坂井一成

外部評価委員：立命館大学総合心理学部・神島裕子

令和元年（2019年） 9月20日

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

神戸大学先端融合研究環人文・社会科学系融合研究領域に属する本研究プロジェクトは、グローバル化が進展する現代世界における3つの事象---《移住の活発化》《多文化化》《福祉国家の揺らぎ》---が伴う人文科学と社会科学の境界領域に位置する喫緊の諸問題に総合的に取り組むべく、神戸大学を拠点とする国際的な研究体制を構築することを目的とするものである。2016年度に採択された日本学術振興会の研究拠点形成事業（A.先端拠点形成型）「日欧亜におけるコミュニティの再生を目指す移住・多文化・福祉政策の研究拠点形成」を基盤とする本研究プロジェクトは、「移住者にとっての境界線と人権」、「移民をめぐるガバナンス」、「国境を越える親密性／公共性」、「多文化主義のローカル化とナショナリズム」、「移民と統合のための文化政策」、「移民動態と文化適応」という6つの共同研究グループに分かれて複眼的観点のもと遂行されてきた。ヨーロッパにおいて2015年に深刻さが世界に知れ渡った難民問題や、近年我が国でも議論の遡上に上がっている国内労働力不足に伴う労働移民の受け入れ問題などよりも以前から、貧困国から富裕国への広義のケア労働者の移動に顕著に見られるように、グローバルな「人の移動」は常態化していた事象であった。しかし、この問題への学問的な取り組みは比較的新しく、ましてや総合的かつ国際的な研究体制の構築に至っては最先端の取り組みであると言える。その意味で本研究プロジェクトの研究テーマは世界的な喫緊の課題に答えようとするものであり、また斬新で学際的なものであることから、大学が社会的責任を果たすうえできわめて有意義なものであると言える。また、本研究プロジェクトは大規模で学際的な研究プロジェクトでありながらも、それぞれが学際的である6つの共同研究グループが相互連携のもと個別に研究を進めていることから小回りが利いており、着実に研究成果が蓄積されていることから、研究の進め方についても適切であると言える。

2. 研究目的に対する達成状況

2016年度に開始された本研究プロジェクトは、2018年度までの3年間にわたり、6つの共同研究グループの研究活動を通じて、多岐にわたる国際的共同研究の成果を豊富に蓄積してきている。2016年度には10月に神戸大学でキックオフ・シンポジウムが開催され、各グループがそれぞれのセッションにおいてエセックス大学（イギリス）、ストックホルム大学（スウェーデン）、ナポリ大学（イタリア）、マヒドン大学（タイ）、マドリッド大学（スペイン）、ベトナム国家大学（ベトナム）、ベルリン州文化省（ドイツ）などからの研究者や公務員を報告者、ディスカッサント、パネリストなどとして招き、活発な議論と意見交換がなされた。また2016年度中、さらに翌年には、各共同研究グループがストックホルム、ブリュッセル、ナポリ、神戸、ヒルデスハイム、ハワイなどで国際ワークショップ、セミナー、公開研究会などを開催し、研究プロジェクト構成員やドイツ座専属俳優などによる講演や研究打ち合わせが多数行われた。また、社会人口研究所、済州大学在日済州人研究センター、耽羅文化研究所、仁荷大学アジア多文化融合研究所、ベトナム国家社会人文大学、ヒルデスハイム大学文化政策研究所、テヘラン大学、ハワイ大学、オーストラリア国立大学といった海外の研究拠点や研究機関との相互訪問によるネットワーク構築も頻繁に行われており、若手人材育成につながる若手の研究交流の機会もふんだんに設けられた。この二年間だけで他の研究プロジェクトに類を見ない盛んな国際研究交流がなされたことは明らかである。

こうした準備期間を経て、2018年度には、各共同研究グループにおいて研究の一層の飛躍が見られた。「移住者にとっての境界線と人権」グループでは、これまでのヨーロッパからの研究者に加えて、東アジア（香港浸会大学）と北米（ボルティモア大学）からの研究者を交えて開催された神戸大学でのセミナーを通じて、よりグローバルな研究体制を敷くことができた。「移民をめぐるガバナンス」グループでは、日本からベトナム、アメリカ、台湾に研究者が派遣され、それぞれの地域におけるポピュリズムの台頭および福祉ショービニズムの高まりのもとでの移民ガバナンスの形成と変容についての分析が行われた。「国境を越える親密性／公共性」グループでは、「親密性の労働」と呼ばれるケア労働者の国際的移動に関する一次調査の検討がなされ、その成果が、タイのマヒドン大学移民研究センターと共に開催されたコンフェレンスで発表された。「多文化主義のローカル化とナショナリズム」グループでは、主に韓国仁荷大学およびベトナム国家社人文社会科学大学との共同研究の具体的な準備を通じて、国際的ネットワークの形成が進展した。「移民と統合のための文化政策」グループでは、ドイツ（ヒルデスハイム大学）とオーストラリア（文化政策研究所）の研究者との共同研究を通じて、移民・難民の社会的包摂へ向けたアートプロジェクトに関する知見が深められた。「移民動態と文化適応」グループでは、メキシコ（メキシコ自治大学、チアパス自治大学）およびオーストラリア（オーストラリア国立大学）を訪問し、共同研究が進められた。また、台湾から研究者を招聘し、今後の共同研究の道筋がつけられたと同時に、ポーランドの事例について研究を開始するため

日本に滞在する複数のポーランド研究者との意見交換が行われた。

総じて、本研究プロジェクトでは2016年度から2018年度までの3年間にわたり、グローバルな「人の移動」に関する神戸大学を拠点とする国際的な研究体制の構築という目的に対して、期待以上の成果が達成されたと言える。本研究プロジェクトの構成員の多くが、本報告書の冒頭部分で言及した日本学術振興会（JSPS）研究拠点形成事業（A.先端拠点形成型）の他に、科学研究費補助金、JSPS二国間交流事業共同研究、Jean Monnet Centre of Excellenceなどの外部資金を獲得していることから、本研究プロジェクトが学術界において高く評価されていることが伺える。また、本研究プロジェクトの波及効果として、2016年度の4件の研究集会（内国際研究集会3件）、2017年度の3件の研究集会（内国際研究集会3件）、2018年度の6件の研究集会（内国際研究集会5件）を通じて、広く国内外の社会に研究成果を還元することができたと思われる。また、本研究プロジェクトの国際的な構成員、すなわち2016年度22人（内分担者7人、学内参画者7人、学外参画者0人、国外参画者8人）、2017年度22人（内分担者7人、学内参画者7人、学外参画者0人、国外参画者8人）、2018年度25人（内分担者6人、学内参画者7人、学外参画者3人、国外参画者9人）による研究成果として、2016年度に論文が2編、2017年度に論文が17編、2018年度に論文が11編と著作2冊があることも特筆に値する（2018年度の研究成果はすべて英語で書かれたものである）。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

本研究プロジェクトは、グローバル化が進展する現代世界における3つの事象を同時に扱うため、法学、政治学、地域研究、文化人類学、社会学、経済学などの多様な研究分野の研究者や実践者の協力を得ており、きわめて学際的であると同時に、理論家（theorists）と実践者（practitioners）をつなぐ架橋的役割も担っている。しかし同時に、学際的で実践的な特質を維持しつつも、既存のディシプリンへの学術的貢献も視野に入れている点で優れている。例えば「移住者にとっての境界線と人権」グループでは、移民の受け入れとナショナル・アイデンティティの衝突がもたらす規範的課題に関する研究成果を国際的な出版社から公表する見通しがすでに立っているが、そのような著作は法学・政治学における Sarah Fine & Lea Ypi (eds.), *Migration in Political Theory: The Ethics of Movement and Membership* (Oxford University Press, 2016)に続く貴重な研究書となるであろう。また、「国境を越える親密性／公共性」グループでは、ケア労働移住者の人権問題や結婚問題などに焦点を合わせた実証研究の重要性を指摘しているが、優れた実証研究として著名な Rhacel Parrenas, *Servants of Globalization: Migration and Domestic Work*, second edition (Stanford University Press, 2015)はフィリピンからの移住者を対象とする研究であるところ、本共同研究グループはより広範かつ多様な実証研究を目指しており、研究成果が楽しみである。

改善点を敢えて指摘するならば、本研究プロジェクト全体として、研究プロジェクトの名称にある「福祉政策」に関する研究をもう少し取り入れる余地があると思われるため、例えば移民の老後問題や、移民の子どもたちの教育問題などを、いずれかのグループの研究に盛り込むことで、全体のバランスがより整うかもしれない。

4. 研究の今後の展開

研究の今後の展開については、共同研究グループごとに予定・目標が綿密に立てられており、総じてよりグローバルでより専門的な研究の展開が予想される内容となっている。また、共同研究グループ間の交流を促進するために毎年の全体セミナーが予定されていることから、総合の面にも目配りがされた予定・目標になっていると言える。何より、海外研究機関との研究交流の促進や共同研究体制の強化がますます進むことになるため、神戸大学を拠点とする国際的な研究体制が盤石なものとなることが期待できる。また、本研究プロジェクト全体として、ヨーロッパ、アジア、北米にとどまらず、アフリカも移住者の送地域としての研究対象に含まれる予定であることは特筆に値する。さらにディシプリンとしても人文社会科学分野にとどまらず、保健・医療・自然環境を含め、文理融合研究へと発展させる予定であることも、やはり特筆に値する。これらは真にグローバルな”migration”を核とする研究センター化という目標のためである。本研究プロジェクトのこれまでの優れた研究成果の蓄積に鑑みるに、各共同研究グループの新規の大型外部資金の獲得のもと、目指されているプロジェクト展開は十分に実現可能だと思われる。

5. その他 留意事項

特になし

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：経済学研究科・教授・羽森茂之

外部評価委員：沖本竜義（オーストラリア国立大学）

令和元年（2019年） 7月 3日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

伝統的な経済学では、経済の成長が人々の豊かさの源泉であると考えられ、経済成長は優先順位の高い政策課題とされてきた。しかし、現在の世界は、経済成長を妨げる様々な諸問題・諸制約に直面し、こうした経済成長の持続可能性に対して大きな疑問符が投げかけられている。特に、(1) 環境・エネルギー的側面、(2) 人口及び食料問題に関する側面、(3) 発展途上国の貧困・格差の側面に関して持続的成長可能性の観点から分析を行う。さらに、金融リスクに代表される外的ショックに対するリスクの視覚化を行い、それをを用いた経済分析を行う。本研究プロジェクトでは、単に経済学研究科の教員が一つのテーマに関して共同研究を実施するのではなく、情報工学の研究者とともに「文理融合的な研究」を行うことが大きな特徴となっている。人工知能の社会への活用の重要性が強調される現代において、このような研究プロジェクトは有意義なものと考えられる。また、海外の研究者の国際的ネットワークの構築等にも精力的に取り組もうとする点も有意義な試みである。

2. 研究目的に対する達成状況

プロジェクトの研究成果の概要、プロジェクト成果の社会への還元に基づいて、学問的意義、若本研究プロジェクトは、わずか、2年半ほどの間に、学術研究論文として、平成28年度 5編(内国際共著論文 5編)、平成29年度 24編(内国際共著論文 14編)、平成30年度 38編(内国際共著論文 20編)を出版している。さらに、英文研究書として、平成28年度2冊、平成29年度1冊、平成30年度3冊を出版されている。このような実績は、社会科学系の研究プロジェクトとしては、非常に生産性が高く、研究が順調に進んでいることの証左といえよう。

研究成果の中身に関しても、伝統的な経済分析の範疇を超えた文理融合研究的な研究成果が得られており、研究プロジェクトの当初の目的に沿った形で運営が行われていることが明らかである。その中でも、「世界の金融機関を対象に、機械学習の手法を用いた信用リスク評価に関する分析」、「「population」「productivity」「parity」の3つの観点から、新たな持続可能性指数を提案し、シンガポールのケーススタディを行う」等は、興味深い研究内容を含んでいる。

国際カンファレンスでの研究報告、海外の研究者の招聘、国際的学術専門誌への論文の投稿等を通じて、国際的なネットワークの構築にも積極的に取り組んでいることは高く評価できる。また、大学院生を含む若手研究者に対して、国際カンファレンスでの研究報告の機会を積極的に提供しており、若手人材育成の点でも一定の成果が上がっている。

さらに、研究代表者は「科研・基盤研究(A)」「科研・挑戦的研究(萌芽)」を獲得しており、さらに、研究分担者がそれぞれ科研費を取得している。

したがって、現時点での達成状況に関しては、「順調に推移している」と判断できる。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

本研究プロジェクトを通じた研究内容に関しては、下記の通り、外部からも高い評価を受けている。

- ・羽森教授（研究代表者）が Journal of Risk and Financial Management の Guest Editor として、Special Issue “Empirical Finance” の編集を行い出版した。
- ・衣笠教授が、第34回村尾育英会学術賞を受賞した。
- ・羽森教授が、International Engineering and Technology Institute から Distinguished Fellow の称号を授与された。
- ・羽森教授が、Asia University (Taiwan) から Honorary Chair Professor の称号を授与された。
- ・羽森教授が、SIBR 2018 HONG KONG CONFERENCE ON INTERDISCIPLINARY BUSINESS & ECONOMICS RESEARCH において Best Paper Award を受賞した。

これらの点は、本研究プロジェクトに参加している研究者が国際的に一定の評価を受けていることを示しており、本研究プロジェクトの意義を高めることに貢献している。

4. 研究の今後の展開

これまでの研究活動から判断すると、プロジェクトの方向性は妥当なものと考えられる。したがって、今後はこれまでの延長戦上にプロジェクトを発展させ、さらなる「文理融合」及び「国際的ネットワークの構築」に努めていただきたい。特に、若手研究者を積極的に研究プロジェクトに巻き込み、優れた研究者の養成に努めて頂けることを期待する。

5. その他 留意事項

特になし。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：貧困削減のための持続可能なコミュニティ開発一豚のマイクロクレジット

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：国際協力研究科 島村靖治

外部評価委員：大阪大学経済学研究科 関絵里香

令和元年（2019年） 9月27日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

【プロジェクト開始時の目的】

本プロジェクトは平成 28 年に神戸大学が設けたプロジェクトベースの研究を行う「先端融合研究環」が推進する先端研究・文理融合プロジェクトの新規構想の一つである。「先端融合研究推進体制の概要」によると新規構想は次の普遍的目的を満たすことが求められている。

“「先端研究・文理融合研究」を推進して重点分野の「選抜―育成一交代」サイクルを構築し、常に新たな学術領域を開拓し続ける体制を整備する。それにあたって「先端融合研究環」ではプロジェクトベースの研究を推進して成熟したプロジェクトをセンター化することで、全学の先端・融合研究を推進し、新たな学術領域の開拓を推進する。”

本プロジェクト開始時の目的は、「新規プロジェクト構想等調書」に明記されているように農学研究科および保健学研究科と国際協力研究科が学術領域を融合し、有機農法に関連する技術開発、融資プログラムの社会・経済的インパクト評価を行うための文理融合研究拠点を形成することである。本プロジェクトの目的は開始時より先端融合研究推進のためのプロジェクトセンター化に貢献するものである。

【プロジェクト開始時の意義】

プロジェクト構想等調書による本プロジェクトの究極的目標は貧困撲滅のための持続可能なコミュニティ開発のモデル構築である。そのモデル構築のためには様々なアプローチが考えられる。平成 29(2017)年 4 月～平成 34(2021)年 3 月までの研究期間（希望）に本プロジェクトが達成を目指すのは、様々な代替アプローチの効果を比較し、どのようなアプローチが普遍的に有効か検証することである。そのために社会科学と自然科学の手法を活用し、独自に収集した最新データを用いた定量分析手法を開発する。プロジェクトリーダーをはじめ、メンバーが定量データを用いた計量・統計分析を推進する経済学研究で積んできた経験と実績に加え、これまで研究協働関係を築いてきた神戸大学農学研究科の動物多様性利用科学・土壌学研究者 および保健学研究科の栄養代謝学・国際保健学研究者、さらにベトナム フェ農林大学、フェ大学経済学、フィリピン大学ロスバニョス校、国際稲作研究所(IRRI)と連携する研究体制になっている。

以上より本プロジェクトは新たな文理融合学術領域の構築および貧困撲滅という社会的課題への現実的な取り組み推進する研究テーマを設定し実践する体制をとっている。

2. 研究目的に対する達成状況

【学問的意義】

本研究の学問的貢献は多岐にわたるが重要な意義は単一の学術系での学問的貢献では成し遂げられないような普遍的な社会的問題に対する国際レベルでの学問的貢献をすることにある。経済学、農学、保健学の研究者が協働で貧困撲滅のための持続可能なコミュニティ開発のモデルを構築し先端融合研究を具現化する学問的意義がある。平成 29～30 年度は（中間報告書が対象にしている 2 か年間）本プロジェクトのフェーズ 1 にあたり、主に自然科学研究による技術開発と現地研究拠点の形成を行ってきた。30 年度終了時にすでに 24 編の論文を執筆・出版し、そのうち 3 割は国際共著論文であ

ることは注目に値する。自然科学系学術論文のほか、*Global Journal of Health Science, Sustainability, Public Health Nutrition* などに、経済学、農学、保健学を専門とするプロジェクトメンバーが共著で査読付き論文を出版してすでに文理融合研究の学術的成果を上げている。またそれぞれの学術分野で重要視されているフィールド学術誌（たとえば *Journal of Development Economics, Journal of Sustainable Development, World Development* 等）への出版実績も本プロジェクトの学問的意義が顕著であることを客観的に裏付けている。

【若手人材育成】

構成員多くが若手研究者であることに加え研究プロジェクト構成員 11 名のうち 3 名が 2018 年 5 月 9 日時点で神戸大学国際協力研究科博士課程後期在籍者であり本研究プロジェクトは若手人材の割合が高い。博士課程後期在籍の浅岡浩章氏は国際協力機構（JICA）研究所所属の主任研究員として活躍中、佐藤希氏は 2018 年度中に博士号を取得 2019 年 4 月よりポストドクター研究員へ昇格した。両者はそれぞれ文部科学省および JICA 研究所からの外部研究資金の代表研究者を務めており、本研究プロジェクトが若手研究人材養成の実績を着実に上げていることがわかる。

2019 年には新たにアジア工科大学（AIT）の若手研究者 津坂卓志氏を構成員に加わっている。津坂氏は農業研究国際機関の一つである International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISTAT) の Research Manager Award in Annual Science Award 2018 年受賞者であることから本プロジェクトが海外研究機関で活躍する有望な若手研究者が集う研究機関としての実績を積んでいる。

【資金獲得】

研究プロジェクト構成員が研究代表者ないし共同研究者として獲得した外部研究資金は平成 29(2017)年度：11,230 千円、平成 30(2018)年度：29,178 千円であり、年度ごとの運営経費 400 千円を大きく上回る資金獲得を達成している。特に科学研究費補助金、受託研究経費、奨学寄付金の獲得が多いこと、若手研究者の資金獲得実績から、資金獲得力のある者の層が厚い。

【波及効果】

本研究の波及効果としては対象とする社会的課題の広がり、アプローチの多様化、対象国の増加、そして神戸大学以外の学外への研究成果発信が挙げられる。本研究が取り組む社会的課題は貧困撲滅を目指す持続可能なコミュニティー開発であり、そのコアアプローチは養豚による所得収入の安定化、糞尿の堆肥利用による有機農法の促進、適切な廃棄物処理による環境管理である。平成 30 年度終了時にはバイオエネルギー・再生可能エネルギー（国際ワークショップ開催）、予防医療と社会環境、自家栽培食物を活かした食事栄養指導、プライマリーヘルスケアシステムやそれに携わる医療人材の労働意欲等、多様なアプローチへの展開波及が実現している。対象国についても当初のフィリピン、ベトナムに加えてラオス、カンボジア、インドネシア、ミャンマー、タイのほか、マラウイ、タンザニア、モロッコなどにも対象地域が拡大している。さらにプロジェクト構成員の積極的な国内外での研究発表、研究会の企画運営などによって、研究成果の発信を行うだけでなく学外の研究者の研究力の向上、研究交流の機会の提供等も注目すべき波及効果である。

以上より、学問的意義、若手研究人材育成、資金獲得、波及効果など神戸大学全学レベルで先端・

融合研究を推進し、新たな学術領域の開拓を推進するために不可欠な学術的研究成果の達成とプロジェクト成果の社会的還元をプロジェクト半ばの時点で十分に達成している。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

プロジェクトの研究内容で優れている点は上記2. 達成状況で述べたとおり、コアメンバーによる高度な学術的発信、若手研究者の育成実績、国際的研究者の求心性、外部研究資金獲得能力とその層の厚さ、学際的、国際的な波及効果および学外の研究環境の向上への貢献である。研究内容で改善すべき点は、当初計画を大きく上回る成果に鑑みたフェーズ2, 3の活動計画の刷新、新たな重点分野や活動への十分な資源（人的、金銭的、時間的）の配置などである。

4. 研究の今後の展開

今後、本プロジェクトのフェーズ2ではフェーズ1で主に自然科学のアプローチで開発された技術の精査と少額融資プログラムを用いた実社会での応用、フェーズ3では主に社会科学のアプローチによる社会・経済的インパクト評価が見込まれており、さらなる学術的成果の深化と発信が期待される。

5. その他 留意事項

本研究プロジェクトは、研究成果を学問的に完成度の高いものにする可能性と社会的にインパクトを深化させる方向性を持っている。これらの可能性と方向性が十分に開花するためには、研究者の能力と才気のほか、それらを十分発揮できる環境が必須である。特に研究結果の分析や論文の執筆推敲、発表や発信のために、資金面に加え、時間配偶等が望まれる。フェーズ2で予定されている社会実践とフェーズ3での社会・経済的インパクト評価には人的、金銭的、時間的資源を特に要する。これらの資源の多くは外部研究資金で賄えないため、プロジェクトセンター化にむけて十分な配偶が必要だと考える。

参考文献・資料

神戸大学先端融合研究環（2019）「先端融合研究推進体制の概要」 <http://www.oair.kobe-u.ac.jp/outline.html>

新規プロジェクト構想等調書

中間報告書（平成29年度～30年度）

平成30年度研究プロジェクト年次報告書

平成29年度研究プロジェクト年次報告書

統合研究領域

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：統合バイオリファイナリー研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：科学技術イノベーション研究科・近藤昭彦

外部評価委員：堀 克敏

令和元年（2019年） 9月 27日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

当該プロジェクトは「様々な有用化合物におけるベンチスケールでの一貫プロセスの確立を目指し、バイオマスリソースから微生物を用いた発酵生産技術、その後の分離精製技術をも見据えた統合的なバイオリファイナリー技術を開発する」ことを目的として掲げている。この目的の達成は、地球温暖化の解決、及び持続可能な社会の実現、さらに低炭素化社会の実現において重要な貢献をするものと考えられる。個々で技術開発をするだけでなく、ベンチスケールでの一貫プロセスを見据えた「統合的な技術開発」を目的として設定しているところを高く評価できる。

2. 研究目的に対する達成状況

上記の目的達成に必要な植物、微生物を生産工場にするための基盤技術の開発が行われた。これらは最新のゲノム編集技術、遺伝子組換え技術、システムバイオロジーを用いた代謝デザイン・設計に基づいて実施されており、産業的に重要なだけでなく、学術的価値が非常に高いと言える。加えて、微生物による発酵生産プロセスの開発とその下流プロセス（分離と精製）の開発も行われている。以上のことから、目的とする「統合的なバイオリファイナリー技術の開発」に向け、順調に研究が推進されているものと思われる。平成30年度は116編（うち20編は国際共著）の論文発表、23件の特許出願等のアウトプットからもプロジェクトのアクティビティの高さがうかがえる。科研費のみならず、受託研究費や奨学寄付金等の外部資金を非常に多く獲得しているところも評価できる。なかでも、准教授以下の若手が代表を務めるものが多くあり、当該プロジェクトを通じて優れた若手人材の育成が行われているものと評価できる。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

豊富な資金力と優れた構成員の研究力により一流学術誌へコンスタントに論文を発表している点は高く評価できる。また、特許の出願件数が多いことも特筆すべき点として挙げられる。改善すべき点としては、各基盤技術の構築には成功していると思われ、が、「統合的」と言えるような成果はまだ少ない。現状のままでは「統合的」な技術開発というよりか「包括的」な技術開発で終わってしまうこともあり得る。モデルケースで良いので、多くの「ベンチスケールの一貫プロセス」が今後確立されることを期待する。

4. 研究の今後の展開

中間報告書には、「バイオリファイナリーの基盤となる技術開発に成功した。また、本プロジェクトの成果を含めて新たに先端バイオ工学センターが設立された。本成果を元に今後は先端バイオ工学センターにて実用化に向けた研究開発を進めていく。」と記載されていることから、当該プロジェクトリーダーも上述した解決すべき点については重々承知のことであろう。個々の構成員においては優れた研究成果が得られているので、構成員間の連携をさらに深め、それぞれの研究成果がマージされた「統合的なバイオリファイナリー技術」が多く創出されるようプロジェクトを推進するようして頂きたい。また、報告されている論文のなかに Top10%論文が含まれていないことは気がかりである。実用性と学術的価値を兼ね備えた研究を行うことが困難であ

るとは承知しているが、我が国を代表するバイオテクノロジー研究施設として達成することを期待したい。

5. その他 留意事項

報告書には具体的にどの成果が、どの項目に対応するかを分けて記載頂けると評価しやすい。構成員の年齢や職位が記載されていると評価項目にあった若手人材の育成についてより正確に評価できると思われる。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：先端膜工学研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：大学院工学研究科・松山秀人

外部評価委員：宮田 隆志

令和元年（2019年）9月27日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

地球温暖化の防止には、温室効果ガスである CO_2 を工場や発電所などの CO_2 発生源から分離・回収することが不可欠である。 CO_2 発生源から CO_2 を分離・回収するための省エネルギープロセスとして分離膜を用いた脱炭酸プロセスが有望であり、そのためには優れた分離特性を示す CO_2 選択分離膜の開発が不可欠である。本研究テーマは、持続可能な環境保全・省エネルギー型社会を構築するために、最も重要な CO_2 を高効率で分離・回収できる CO_2 選択分離膜の設計とそれを用いた省エネルギープロセスの開発を目的としており、地球規模での解決が急がれる最も重要な課題の一つである。

上記のような目的を実現するため、次世代型石炭ガス化複合発電 (IGCC) での CO_2 分離やシェールガスなどの非在来型天然ガス資源発掘技術での天然ガス精製時の CO_2 分離などの具体的なプロセスを想定して研究テーマが設定されている。この目的を実現するためには、高圧下で高い CO_2 選択透過性能を有する CO_2 分離膜の開発が必要である。すなわち、 CO_2 を分離、回収する膜分離術を実用化するためには、単純な膜特性だけではなく、高い力学特性なども要求される。本研究プロジェクトでは、このように具体的な応用目標を的確に設定し、優れた力学特性と高い選択透過性を示す新しい CO_2 分離膜の開発を目指して研究を進めている。その戦略として、無機ネットワークと有機ネットワークとからなる特殊な相互侵入網目構造をイオン液体中で形成させ、高強度イオンゲルの設計を試みており、重要な研究テーマを設定してその目的を達成するために適切な進め方で研究を行っている。

2. 研究目的に対する達成状況

本研究で開発した無機ネットワークと有機ネットワークとからなるイオンゲルはイオン液体含有率 80 wt%にも関わらず、押し込み破断応力が 25 MPa 以上の優れた機械的強度を有していた。さらに、膜状に成型可能であり、耐熱性の溶媒であるイオン液体を用いているため、本研究の目的である高温高圧場で利用可能な CO_2 分離膜の材料として適している。実際に、高強度イオンゲル膜は、 CO_2/N_2 混合ガスを高圧下で透過させても破断せず、非常に高い CO_2 透過係数と CO_2/N_2 選択透過性を示しており、高圧での CO_2 の分離、回収に利用できる長期使用安定性と耐圧性を両立する耐圧型 CO_2 分離膜として高く評価できる。またその高強度の機構も解明し、学術的観点からも高強度な分離膜の設計における重要な知見を得ている。上記のような研究成果として、本研究の目的を達成するための重要なポイントである分離膜の機械的強度の向上に成功しており、プロジェクトは順調に進んでいると判断できる。これらの研究成果については多くの論文で発表し、多数の特許も出願されているので、学術的および産業的にも優れた成果が得られていると高く評価できる。

また、構成員数などを拝見すると、多くの研究者が本プロジェクトに関わっており、海外研究者との共同研究なども数多く見受けられる。構成員の年齢が記載され

ていないため、若手人材育成については正確に判断できないが、多くの発表論文数などから若手人材育成も順調であると推測できる。さらに、科学研究費補助金を始めとして多くの公的研究費を獲得し、さらに受託研究経費や奨学研究寄付金など多数の企業からの協力も得ている。これは、本プロジェクトが学術的および産業的な両面から重要な課題に取り組んで、着実に成果を出してきていることを示している。したがって、本プロジェクトを遂行することにより、膜工学としての学術分野の発展だけではなく、持続可能な環境保全・省エネルギー型社会を実現するための科学技術として産業界にも大きく波及することが期待できる。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

学術的な分離膜の開発では、その透過性や選択性に焦点が当てられ、これまでも数多くのCO₂分離膜が報告されてきた。しかし、実際にCO₂発生源からCO₂を分離・回収するためのCO₂分離膜には高い機械的強度も要求される。本プロジェクトの研究成果として、無機ネットワークと有機ネットワークとからなる特殊な相互侵入網目構造をイオン液体中で形成させることにより優れた力学物性を有する高強度イオンゲルの設計に成功している。この成果は、優れたCO₂分離膜として学術的に評価できるだけではなく、実用化の上で不可欠な高い機械的強度を有する分離膜の開発としても優れた研究である。一方、現段階での方法ではゲル状の比較的大きな膜厚の分離膜であるが、膜性能をもう一段向上させるためには薄膜化が要求される。今後の予定として記載されているが、キャスト法やディップコーティング法、スピニング法などによるゲル薄膜を形成するための要素技術を確認することが必要になってくるであろう。

4. 研究の今後の展開

現段階で優れたCO₂選択透過性を示し、高い機械的強度を有するCO₂分離膜の設計に成功している。今後は、より一層膜性能を向上させるために薄膜化技術の確認が望まれる。今後の予定・目標に記載されている本プロジェクトの研究の方向性は妥当である。さらに、薄膜化技術の確認後には、その薄膜化に伴ってさらに機械的強度の向上も要求されるようになってくるであろう。本プロジェクトの構成員とその役割分担などを拝見すると、そのほとんどが膜研究者である。一部に実施されているようであるが、機械的強度の向上などに関しては高分子物性を専門とする研究者との共同研究なども、長期使用安定性と耐圧性を両立する耐圧型CO₂分離膜の開発に役立つと思われる。

5. その他 留意事項

世界的に分離膜を利用した分離技術の開発は、エネルギー・環境分野で活発化しており、この分野でも先導的地位を築いてきた日本の研究もさらに強力に発展させる必要がある。しかし、日本では膜工学に焦点を当てた研究施設や研究センターは少なく、小さな研究室単位で研究が進められているのが現状である。海外では主要な大学や研究所に膜研究センターなどが設立されており、今後の日本の先導的研究

を維持するためには、多彩な研究者が集まって研究展開するプロジェクト型の膜工学研究が不可欠である。このような観点から、先端膜工学研究プロジェクトは世界の膜工学研究を牽引し、日本のリーダーシップを維持するためにきわめて重要なプロジェクトといえる。また、日本の科学・技術として学術面および産業面の両面から膜工学研究を発展させることは、日本の経済にまで普及すると考えられる。本プロジェクトの研究目的と現段階の成果、さらにその運営方法などは、それらを実現する高い可能性を示している。今後も本プロジェクトで優れた CO₂ 分離膜が開発され、学術的な発展と共に産業へと繋がることを期待したい。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：構造ベース創薬研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：

学術研究推進機構学術産業イノベーション創造本部・鶴田宏樹

外部評価委員：

国立研究開発法人 医薬基盤・健康・栄養研究所・樽林陽一

令和元年（2019年）8月 9日

評価概要

本プロジェクトは、神戸大学の産学連携推進事業の一環として開始された。本プロジェクトの特徴は、従来の教員と企業の一対一の共同研究ではなく、地域企業や地域に存在する科学技術基盤（Spring-8、スーパーコンピューター京、FOCUSスパコンなど）、創薬ベンチャー企業などとの連携プラットフォームを形成し、地域における集積産業の活性化を目指していることである。活動内容としては、神戸大学医学研究科や医学部附属病院がもつ創薬ターゲットについての構造生物学的・計算科学的アプローチによる化合物設計の展開、そして地域創薬ベンチャー、大手製薬企業の研究者への人材育成が主であり、研究と教育（人材育成）の両輪をバランス良く実施していることは特筆すべきメリットである。

研究プロジェクトリーダー含めた構成員は、製薬企業の経営層や事業開発担当のリーダーなどに頻りにインタビューを行い、製薬企業の研究所には創薬に関わる各技術についての優れたエキスパートはいるもののアカデミアで生み出される最新のタンパク質等の構造解析技術やノウハウを活かした構造ベース創薬のプロセスを俯瞰できている人材が少ないことを理解したうえで事業を展開している。このような製薬産業界に共通する課題を的確に捉えたうえで、研究支援のみならず併せて人材育成も展開することで、アカデミアからの優れた知識と技術を「融合」した新しい形の医薬品開発プラットフォームの提供を目指していることは高く評価できる。神戸大学が進める新しい産学官連携の形として、今後の事業展開を期待したいプロジェクトである。

① 研究テーマの設定及び研究の進め方について

製薬産業界および創薬ベンチャー等が直面する課題を的確に捉えたうえで、日本の創薬で課題となっている構造ベース創薬の基本インフラを提供している意義は非常に高い。

②研究目的に対する達成状況

地域イノベーションの加速を目標に、構造ベース創薬研究の主体であるCASSとシステム情報学研究科に加え、本学経営学研究科や理化学研究所播磨放射光科学総合研究センター、兵庫県立大学放射光産業利用機構ナノテク研究センター、(財)計算科学振興財団などを巻き込んだ融合型研究プラットフォーム「創薬イノベーション・エコシステム」の創成を実践していることは特筆すべき成果である。また、製薬企業、情報系企業等との連携を通して事業成果の社会還元も図られおり、これらの成果獲得においてCASSは構造生物学研究を分担するとともにプロジェクト戦略立案機能を担っている。一方研究資金の獲得については、毎年減少傾向にあり、今後はAMEDやJST等の競争資金獲得に積極的に取り組む必要がある。

③研究内容で優れている点、及び改善すべき点

地域の産学官のリソースを結集し、他地域にはない創薬イノベーション・エコシステムの創成を目指している点はユニークかつ貴重な取り組みである。一方、研究集会の開催が非常に少ない点は改善すべきである。セミナーやシンポジウムへの参加も増やし、本事業の研究および人材育成面での意義とメリットを産学に向けて更に強力に発信する必要があるものとする。

④研究の今後の展開

今後の研究の方向性、目標、プロジェクト展開に関しては妥当である。一方、タンパク質等の構造解析の進歩により、人工知能(AI)を活用した大規模データ解析の重要性が増している。今後は、AIの利活用の拡大を意識した構成員の拡充やデータ解析に関わる人材育成プログラムなども実施する必要があると思われる。

⑤その他 留意事項

構造ベース創薬は、低分子化合物にとどまらず、今後は中分子化合物、モノクローナル抗体、拡散の分野へと急速に展開することが予測され、本事業の重要性はますます高まることが予測されるので、さらに積極的な事業展開を期待している。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：国際健康学研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：大学院システム情報学研究科・羅 志偉

外部評価委員：大須賀公一（大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻教授）

令和元年（2019年）9月19日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

よく知られているように、世界的にみて超少子高齢社会にはいつている現代において、医療・看護・リハビリテーション・介護・福祉など、国民の健康に関わる案件は社会全体に大きな問題を投げかけています。それにもかかわらず、これらに関わることができる人手は慢性的に不足しており、この分野に人手を補うことができる科学技術を整備し導入することは喫緊の課題になっています。ただし、そのような技術を確立するには、様々な分野の融合が不可欠になります。たとえば、医学的研究分野はもちろんのこと、工学においては特にロボット・メカトロニクス分野、情報科学、生体工学などに関わる分野、さらには、心理学や認知科学、リハビリテーション工学、福祉工学、社会学などの協力が必要になり、具体的に研究などを進めようとするときに問題の大きさの壁にぶち当たることとなります。

このような背景のもと、本研究ではその目的を『システム情報学・工学・保健学・医学・発達科学・人文社会学・経営学との幅広い学際連携を推進し、「健康学」という斬新な研究分野を開拓して、健康増進・自立支援に向けた国際的に卓越した研究活動を展開する。具体的には、高度な多次元生体計測と最先端の超大規模計算技術を統合して、高次脳機能と身体運動機能を解明することを目標とする。』としています。

特に本研究で注目すべき点は「健康学」という研究分野を開拓しようとする点です。羅教授は、この言葉を旗印に、上に書いた多くの研究領域の融合というニュアンスを含め、我々が抱えている健康に関する問題を解決すべく、「国際健康学研究」を立ち上げ、勢力的に研究を進めており、中間地点である現在において、実に多くの成果を上げておられます。

2. 研究目的に対する達成状況

本プロジェクトの大目標は「健康学」の創成で、具体的には

- 1) 高齢者の心身の健康を維持・回復・促進させるための障害・疾病予防介護予防に関する研究課題、
- 2) 看護・介護の作業負担を軽減させる安心・安全な省力化自動化を実現させる看護・介護作業支援に関する研究課題、そして、
- 3) 地域の看護・介護環境の利便性・快適性を追求する高度情報化システム化の基盤技術に関する研究課題

などを、保健学・医学と工学の連携で探求する教育研究分野である、とされています。そのために本研究では下のような研究課題が、大目標に向けてのサブ目標として挙げられています。

- a) 日常生活における自律神経機能の計測と評価に関する研究

- b) 没入型の仮想現実技術を用いた展望記憶機能評価に関する研究
- c) ヒトに優しいロボットの制御設計方式の研究
- d) 生体動力学シミュレーションおよび整形外科用医療機器開発への応用
- e) 人間の感情表現構造とその認識に関する研究

それぞれの課題に対する達成状況についての詳細は省略しますが、総じて、当初の目標に達しており、その成果はそれぞれ著名な論文誌などに掲載されています。

また本プロジェクトの社会への還元につきましては、中間段階なのでまだ充分とはいえませんが、そのための準備は進められており、いくつかの成果も出てきています。例えば、研究課題 a) は日常生活において自律神経の状態を安易に把握できるためのシステムとしてスマートフォン上のアプリとして実現しており、これは広く社会に広まる可能性を秘めています。さらに、研究課題 d) では、健康機器関連の企業との研究交流を活発に行い、企業で開発されている理学療法用機器の工学的な評価研究を実施しており、ダイレクトに社会還元を目指している成果になっています。

本研究の学術的成果につきましては、まずは、種々の著名な論文誌や国際会議などで採択されていることが客観的エビデンスとして評価できると思います。それに加えて、本プロジェクトの完成に向けての手法に学術的意義があると考えます。具体的には、本研究において全体を貫いている芯になる目標は、「高度な多次元生体計測と最先端の超大規模計算技術を統合して、高次脳機能と身体運動機能を解明すること」とされていますが、この「芯」自体に学術的な意義が大いにあります。様々な成果はこの芯を核としてのアウトプットとして出ています。

このように本プロジェクトには学術的に意義のある「芯」が据えられているために、本研究の遂行を通じて6名の学生が博士学位を取得することができたと考えられ、また多くの若手研究者を受入れ、育てています。

以上のように、本プロジェクトは技術的波及効果のみならず人材育成という側面でも大きな成果をあげています。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

本研究で掲げるテーマは非常に大きなもので、有意義なものであることは間違い在りません。そうであるがゆえ、どこから手をつければいいかわからなくなる、という側面があります。それに対して、本研究では羅教授の強力なリーダーシップのもと、「具体的な研究課題をあげつつ、より抽象度の高い大きな目標を明確にするという研究スタイルを確立している」という点が最も大きな成果だと考えます。

さらに、本プロジェクトは、大学における学術研究がどのようなプロセスを経過することで社会に役に立っていくかを提示しているように見える。その様子を様々な国内外の機関との連携によって、いわゆる「みえる化」を実践している点も大きな成果だと思います。

もしも改善点を今の段階でコメントするならば、たくさんある研究テーマの間の連携がより密になってくれば、なお一層相乗効果が生まれ、大きな成果につながっていくのではないかと思います。

4. 研究の今後の展開

本プロジェクトの目標や現在の進んでいる方向性などは妥当だと判断できます。プロジェクトの期間の中間地点としては特に修正が必要であるとは思いません。今の流れを止めずにより勢力的に研究を進めて行くことが適切だと考えます。

そして、本プロジェクトの前半期（開始から現在まで）は先にあげたいいくつかの具体的な研究テーマの実施に集中して研究を行うことが適切だと思いますが、今後プロジェクトの終了に向けて、「健康学」の具体的な骨格がみえてくるように、一段上からの少し抽象性の高い視点からの俯瞰的考察も増やしていくと、より説得力が増すものと考えられます。

5. その他 留意事項

羅教授のリーダーシップは適切で、常に研究プロジェクトの全貌は頭の中にイメージされていると思います。そして、個々の具体的研究テーマは、そのイメージのもとで生み出されたものなので、羅教授としては全体が完結しているものと推察されます。具体的研究の場に居合わせたわけではないので、的外れかもしれませんが、もしも個々の研究者や学生が羅教授と同等の全体像を充分共有されているのであれば、理想的なのですが、それがうまく行ってないことがあると、最後の「健康学」の創成が難しくなるように思います。

また、本プロジェクトでは多くの具体的な研究テーマがパラレルに進められており、それはそれで非常に素晴らしいことだと思います。一方で、最終的に発散しないようにコントロールすることもそろそろ必要になるかもしれないとも思います。例えば、具体的には、いま走っている複数の研究テーマをジワジワとオーバーラップさせて行く、といったテーマの統合化なども視野に入れて研究を進めていただくと、上に書いた「健康学」の創造が具体化していくように思えます。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：惑星科学国際教育研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：大学院理学研究科・観山 正見

外部評価委員：北海道大学 大学院理学院・教授 倉本 圭

令和元年（2019年）10月11日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

プロジェクト開始時の目的、意義等

神戸大学理学研究科附属惑星科学研究センター(以下 CPS)は、(a)宇宙航空研究開発機構(JAXA)宇宙科学研究所の大学共同利用連携拠点事業、(b)計算惑星科学推進事業、(c)これらを基軸とした広く惑星科学分野に関わる関連分野を含む領域での交流促進、ならびに、そこで得られた知見を集約し研究者コミュニティと社会に公開するネット図書館事業を、活動目的に設定している。惑星科学分野は、天文学、地球科学、生命科学、工学にまたがる総合科学であり、諸学問を結ぶ科学的技術的文脈を付与し、宇宙に開かれた地球や生命の理解につながる魅力的な成果を生み出すことに高い価値があると考えられる。その推進には、多分野の研究者や研究グループを結びつけ、その連携活動を支援し、研究・人材養成・社会還元を触媒するコーディネーション機能を提供するセンターが必要である。しかしながら、米ソに数十年遅れ、1990年代以降にようやく惑星科学が定着し始めた我が国では、コミュニティのハブとして機能するこのような組織はその必要性が認識されながら、なかなか確立されてこなかった。21世紀COE、GCOEプログラムを経てそうした拠点的組織として設立され、活動を展開してきたCPSの存在は、我が国の惑星科学とその周辺分野にとり極めて貴重である。

2. 研究目的に対する達成状況

プロジェクトの研究成果の概要、プロジェクト成果の社会への還元に基づいて、学問的意義、若手人材育成、資金獲得、および波及効果などを評価してください。

(a)JAXA宇宙科学研究所の大学共同利用連携拠点事業としては、(a-1)太陽系探査を主眼に置き、学術的に優れたミッションを、コミュニティからのボトムアップとして創出する、(a-2)そのために今後のミッションを推進できる人材を養成する、の2点を中心に推進してきた。

(a-1)は、火星衛星探査計画(Martian Moons eXploration: MMX)や深宇宙探査技術実証機(Demonstration and Experiment of Space Technology for INterplanetary voYage, Phaethon fLyby and dUst Science: DESTINY+)、その他小型衛星ミッションの創出にむけて、タイムリーに数多くの研究会やセミナーを主催・共催し、コミュニティの情報交換、議論、科学検討グループの組織化の場を提供した。このなかでMMXとDestiny+はJAXA宇宙科学研究所の実施するミッションとして選定されるに至っている。

CPSの保有・管理する多地点TV会議システムは、地理的・時間的な敷居を取りはらい、知見交換のプラットフォームとして機能するネットワークサーバの提供と相俟って、参加研究者の数を飛躍的に増やし分野の裾野を広げることに貢献した。特に、惑星科学における探査ミッションの位置づけや意義の明確化とその共有には、利害調整の観点が入る大型計画の策定に対し中立的な立場を持つCPSが議論の場を提供することが有効に機能した。また、将来の新たなミッションを開拓するための観測装置や探査技術に関するワ

ークショップを複数回開催し、新たな研究の方向性についての議論を活性化した。

(a-2)は、「惑星探査ミッション立案スクール」を全7回開催し、のべ86名の受講生が参加した。これは、毎回探査対象天体の大枠のみを設定し、世界の第一線で活躍している研究者・技術者を講師やチューターとして招いて、約1週間の合宿形式で集中的に講義・解説を行うとともに、受講生自身がグループでミッションを検討し具体的な提案としてまとめるというもので、国内では類を見ないアクティブラーニングの場を提供した。受講生の大部分は大学院生であったが、ポスドクや企業の若手研究者・技術者も参加し、理学・工学の垣根を越えた異分野交流が実現された。単なる座学でなく、さらに講師やチューターも巻き込んだ双方向の議論が繰り返され、双方にとって強烈的な刺激となっていた。参加者に対する開催後のアンケートでも平均して10点満点中9点以上というきわめて高い評価が得られており、非常に有効に機能していたと考える。実際、参加した大学院生は有意な割合で宇宙科学・宇宙開発に関わる進路を選択されており、人材育成として成功していると言える。講師の側、特に科学研究者にとっては、システムエンジニアリングやミッション推進におけるチームワークの在り方など、ミッション立案・推進のプロトコルやハウツーを体系的に習得することのできる貴重な場であったことを、現在MMXミッションの科学PIを務めている評価者の立場から、実感を込めて付言したい。プロジェクト開始時に予定されていたJAXA宇宙科学研究所の大学共同利用連携拠点事業の予算延長が認められなかったため、このスクールは全7回を持って終了している。このような類い希な教育研究機会が途絶してしまうのはきわめて遺憾であり、何らかの方法で将来へ向けて継続されることを期待する。

(b)計算惑星科学を推進事業は、隣接する理化学研究所計算科学研究センターに設置されているスーパーコンピュータ「京」をはじめとした計算環境を使用した大規模シミュレーションによって、実験が不可能な惑星の起源・進化や惑星環境の変動といった現象の改名に取り組んできた。特に、文部科学省の委託研究「ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題に関するアプリケーション開発・研究開発」萌芽的課題「太陽系外惑星(第二の地球)の誕生と太陽系内惑星環境変動の解明」に採択され、神戸大学を中核とした国内の全10研究機関によって、アプリケーション開発と成果の創出を推進してきている。このような計算惑星科学分野を推進しているプロジェクトは日本国内には他に存在せず、その多くの成果は国際的な学術誌や国際学会で発表され、世界的にもきわめて高い評価を得ている。CPSは参画各機関の連携・調整にあたる事務局機能を担っているだけでなく、サブ課題の1つ「惑星内部・表層のダイナミクスと進化」を担当し、岩石惑星・衛星の火成活動・マンテル対流、ガス惑星表層と深部の循環、火星全球ダストストームを対象とした球面・球殻形状での高解像度数値計算の実現に向けた研究開発を推進し、成果を創出している。これらの成果の1つはNature Communications誌に掲載され、報道各社に大きく取り上げられるなど、波及効果も大きいものとなっている。

(c)交流促進、ならびに、ネット図書館事業は、関連分野のワークショップ、セミナー、スクールなどを複数主催するとともに、全国の協力研究者による開催を支援し、それらで蓄積された講演資料や映像記録、これらを情報配信するシステム上に整備し、知見アーカイブとする活動を行った。CPSはまたネットワークサーバやTV会議といった情報基

盤を整備・維持・管理しこれをコミュニティに提供する活動を展開した。これらアーカイブや情報基盤は、惑星科学および関連分野での連携活動や人材育成を支える上できわめて意義の高い活動と評価できる。特に知見情報アーカイブは高い分野網羅性を実現しており、分野横断的な教育研究活動を支援する極めて貴重なデータベースであるとともに、学生向けの教材としても有益である。

以上の他に、CPS 構成メンバーが主著・共著となる学術査読論文の出版、プレスリリース、大学院生の研究指導、一般市民向け講座における講演や科学館との共催企画、報道各社や雑誌社への取材協力など、アウトリーチ活動も積極的に行っている点も評価できる。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

プロジェクトの研究成果で特筆すべき点について

構成メンバーは高い科学的成果を上げる能力を有するのみならず、同時に、惑星科学の学術的展開を俯瞰する能力をも兼ね備えている。そのようなスタッフを一定の厚みで有しているからこそ、きわめて効果的にワークショップ、セミナー、スクールなどを展開し、分野横断的な教育研究連携を促進し、それに必要となる基盤的サービスの提供と、知見アーカイブの構築を実現できていると言える。これらは他に類をみないCPSの優れた点と評価できる。他方、現在、CPSの財政基盤が非常に不安定な状況にあることが懸念され、特に、CPS活動を支えている情報基盤の維持に不安がある。引き続き予算獲得の努力を継続し、活発な活動を続けてもらいたい。

4. 研究の今後の展開

今後の研究の方向性、目標、プロジェクト展開に関して評価してください。

当該プロジェクトでは、幅広い分野の全国の研究者の連携融合を促し、総合的な研究の推進を目的としている。この活動を維持し、関連分野の知見を集積、国内外の研究者の教育研究活動のネットワーク化を支援するという「ハブ」機能はきわめて重要であり、惑星科学コミュニティの中核としての貢献は極めて高いと評価する。

研究面において、特に大規模なデータを高度な処理によって扱う計算科学・データ科学的手法は、世界の潮流でもあり、今後の展開が強く期待される。

太陽系探査ミッションは、国際協力による人類の活動領域の拡大や宇宙開発という動機からも、わが国において政策的に強く推進されつつある。このなかで、当該プロジェクトがこれまで推進してきた、将来ミッション創出と人材育成というタイムリーかつ有意義な活動が、前述の通り予算的な問題によって途絶していることは極めて痛い。これに対して、当該プロジェクトが幹事役となり、日本学術会議の大型計画として日本惑星科学会と地球電磁気・惑星圏学会(SGEPSS)連名による「惑星探査コンソーシアム」計画を提案しており、国立天文台等国内の諸機関と連携してこれが実現されることを切に願う。

5. その他 留意事項

プロジェクト研究内容・運営等に関する意見

研究環における先端・融合研究プロジェクトの運営等についての意見

21世紀COEプログラム、G-COEプログラムによって実現し、確立されてきたCPSという貴重な拠点的組織が、今後もその機能を発揮できるよう、惑星科学コミュニティの一員として、神戸大学による支援を期待してやまない。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：次世代サブサーフェスイメージングシステム研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：数理・データサイエンスセンター・木村建次郎

外部評価委員： 黒田 孝二

令和元年（2019年）9月 27日

評価結果

【概要】

現代科学は、見えないものを見出す新たな学理の提案を契機に大きく発展している。本研究は、様々な媒体を経て拡散した電磁波から、その放射源や散乱源の精密な位置を、時間経過を勘案して一義的に特定するという、木村教授の新たな学理をもとにしており、従来の概念を超える成果に向けたシステム開発と実証に飛躍的な発展が期待できる。

具体的な用途分野は、最先端の予防医療であるマンモグラフィー、高いエネルギーポテンシャルを持つLi電池のスムーズな充放電、人に負荷を感じさせない安全確保など、先進社会における人類の幸福と安全に結び付く応用を目ざしていることは評価できる。

また、原理着想から実用システム化に必ず遭遇する「死の谷」を、適切な機械・電子システム設計と高機能要素部材の採用、映像の三次元化の着想、演算の高速化を実現したソフトウェア技術などの融合で、短期間にスムーズに乗り越えた見識は称賛に値する。

診断技術も電磁波応用技術もセキュリティ技術も益々微細化、3次元化と高速化が進むと考えられる。今後本研究は、情報化が加速する社会情勢の変化を先取りして、センサーや電子デバイスの回路構成ばかりでなく、測定対象とする動作の位相レベルの検知を可能として、予測的異常検知への展開までを目指すべきである。

中間報告書の難点をいえば、平易に解説する部分と理論的に説明する部分との乖離があり、読み手がどの観点から解釈してよいか戸惑う懸念があることである。可能な限り、理論的背景をふまえつつ、極力平易な文章で一貫した論理性を感じさせる表現にすることが望ましい。

特に、応用展開分野には既存の競合製品市場があり、本テーマの成果展開には、広い視点から社会的な理解を求めなければならない状況下であり、木村教授および神戸大学さらに関係者にとって、理論的正当性や技術的先進性の確保ばかりでなく、刻々変化する社会的受容性を確保する市場調査活動を心して継続的に進める必要があると考える。

3分野のテーマ展開は現在までのところ構成員の意識が高く木村教授のもとでのチーム運営は効果的である。今後ますます現場への密着が進み推進チームが20名を超えると、原理応用、システム設計、要素技術開発、ソフトウェア技術、応用展開戦略などに統合的で緻密な対応が求められ、木村教授が権限を委託できるサブリーダーの育成が必要になると考えられる。委託企業も含め構成員の動機付けは重要度を増すので、個人のキャリアパスの確保と次世代人材育成を企画し、次の研究開発体制の準備が望ましい。

木村教授の卓越した学術知見とテーマ運用は神戸大学にとっても貴重であり、今後も発想の自由度を担保しつつテーマ展開ごとの人的経済的な支援をする施策が望まれる。

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

最先端の予防医療であるマンモグラフィー、高いエネルギーポテンシャルを持つLi電池のスムーズな充放電、人に負荷を感じさせない安全確保など、3テーマとも先進社会における人類の幸福と安全に結び付く応用を旨としていることは評価できる。

マイクロ波マンモグラフィの開発は、受診者に苦痛を与えず90%以上の診断率を達成する既存製品を大きく凌駕する性能を有する画期的なものである。それであるか故に、迅速な実用化を目指すべきであるが、多方面から多様な評価や批判を受けることに留意しつつ着実な普及を心がけるべきである。

性能面では、発信受信装置の工夫などで、測定対象との密着は避けられないとしてもプローブの移動を感じさせない工夫や、受診者への不安を軽減して信頼感を高める事前理解に向けて実験実証段階から配慮して、診療システムとしての完成度を旨とする目標を掲げるべきである。着手しているかもしれないが、内外の診療機関などの現状調査や、受診者の身になった女性によるサーチなどを効果的に進める必要があると考える。

超高エネルギー密度蓄電池の健全性診断技術と社会インフラへの展開は、迅速さと精度が優れており、現時点で競合の少ない分野でありインライン検査機の実現を早期達成して国内での確実なデファクトスタンダードの立場を確保し、実績を重ねつつ産総研などの協力連携を得て国際標準の取得までを旨とするべきである。

また、益々微細化と3次元化が進む電子デバイスの、回路の構成ばかりでなく、動作の位相レベルの異常検知への展開も企業を中心とするプラットフォーム構築などで底支えするなどの施策を推進するのも得策ではないかと考える。

スーパーセキュリティゲートの実現は、テーマを拡張する手段として、人に負荷を感じさせない安全確保手段として効果的と考える。今や、急速に情報化が進展する社会情勢に鑑み、刻々と変化する電磁波環境に起こり得る脅威に対処するために、広い分野に視野を拡充してテーマ探索し予測的に展開することが大切である。

2. 研究目的に対する達成状況

新たな学理に基づくサブサーフェイスイメージングの各論的機器開発は3テーマとも順調に進展していると評価できる。研究の目標としては「5年後の最終目標として、“世界50箇所以上の研究開発拠点、企業の製造拠点、病院での活用”」とされており、「国内外の電機メーカ29社、自動車メーカ11社、その他22社、医療機関7病院にて、実装、共同研究等を進めて、当初目標の50社を達成した。」との記述通り中間評価段階で定量的な数値目標は十分に達成されていると評価できる。

ただし、本研究の実効的な目標は活用展開が拡大する各先端分野での実証から活用に至る道筋に予測される課題とそのハードソフト課題と現場とのインターフェイス課題の抽出とその逐次解決であることに留意すべきである。すなわち、この活用・研究機関の拡大で得られた研究段階から実使用段階までのすべての課題に対して、部材性能、電

子機械システム、ソフトウェア、操作手順などにどのような開発や改良が個々に加えられて、よりスムーズな活用拡大に結び付いたかが、既存市場の競合製品を凌駕する本質的な達成目標になるものとする。

米国が医療システムで世界制覇を目指した時に、「Benchtop to Bedside」を合言葉にすべての研究開発段階の技術開発と知財戦略を構築したしくみを参考にされたい。

知財戦略については、基本特許は確保しているものの実用化に向けた機能システムの特許の取得が進んでいない懸念がある。大学研究者としての技術を守る知財への価値観と市場開拓を狙う事業戦略的知財戦略とは異なることを認識して、事業戦略を支える知財の獲得も意識的精力的に進めるべきである。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

マンモグラフィについては、90%以上の診断率と受診者に苦痛のない点で本研究は本質的に優れており早期に社会的な普及が進むことが期待される。

今後は、なお残る診断に至らなかった症例の課題抽出や、検診システムの自動化や迅速化など、安心して受診できるシステム構築に向けて隘路になる課題の抽出と継続的で真摯な研究開発への取り組みが、本研究遂行上必須の要件である。

蓄電池の健全性診断技術は、適切なシステム設計と新規な2次元磁気センサーを含む回路技術、データを高速処理する技術開発、ソフトウェア技術が一体化して活用展開が順調に進んでおり、また現場の要請に応じて周波数特性を利用した3次元映像化などの工夫が進められていることも評価できる。

急速に情報化が進み社会情勢が刻々と変化して、新たな先進社会に起こりうるであろう電磁波に関する隠れた脅威に対処するために、広い分野に視野を拡充してテーマ探索し予測的に展開することが望まれる。

スーパーセキュリティゲートの実現は、超高感度磁気センサレイによる磁場計測から、拳銃等、強磁性体の検出が可能であり、グローバルレベルの安全安心の水準が高まることは評価できる。

本研究では、セキュリティ上すべての情報開示が適切であるか検討を要する用途であることに留意すべきである。科学的実証に対する社会的受容性への配慮は大切である。例えば、図17の写真を示すのであれば、これを検出した装置性能を評価する観点から、図18の検出映像を開示すべきと考える。もし情報開示が不都合があれば、本技術への納得性を高めるために、従来技術との差が容易に理解できる典型的な事例、または模式的な各論事例を示すべきである。

4. 研究の今後の展開

マンモグラフィについては、90%以上の診断率に安住せず、特定できなかった症例を精査しその原因を分類して本研究の得失を明確にして、他の診断法と組み合わせるなど総合的に100%の診断率を求める研究姿勢を継続して、研究への社会的信頼性をより

高める必要がある。

また、診断装置としても受診者の信頼感と安心感を獲得できるように女性の助言などを活かすなど、本診断システムの継続的発展を支えるしくみを講じることが大切である。

蓄電池の健全性診断技術については、情報化が進み電磁波の多様な活用が進む中で、生活上の安全、身体や知的活動との相互作用にかかる生命安全などの、幅広く隠れた（見えない）脅威を検出して的確に対処するため、広い分野に視野を拡充してテーマ探索しこれを予測・予防的に展開することが望まれる。

スーパーセキュリティゲートの実現テーマの発展については、個人情報取得の社会的意義を明確にしつつ展開する必要があり、法的な対処を勘案しつつ研究の開示と秘匿、データの開示と保護などの線引きを明確にしつつ研究を進め、本研究自体の社会的信頼性を高める施策を、計測技術の発展による社会情勢の変化を先取りする施策とともに進める必要があると考える。

医療分野の診断技術展開戦略としてはマンモグラフィの実用化による実績の確保を優先的に進めて、その後他の応用展開を目指すべきであると考ええる。

産業向けの電磁波応用技術は現場技術へのきめ細かな対応を進めるべきであるが、ひとつひとつの成果が企業機密などで開示できない場合も考慮して、応用展開テーマの課題や発展の方向性などの調査を積極的に進めて幅広い実証と経験と積みあげることがを目的に、積極的に応用展開を進む施策を講じるべきである。

社会インフラへの展開としては、ますます情報化が進む社会情勢に鑑みて法的趨勢を含む情勢の変化を把握しつつ、見えない脅威を見いだし未然防止の観点からテーマ展開を探索する必要がある。

診断技術も電磁波応用技術もセキュリティ技術も益々微細化、3次元化と高速化が進むと考えられる。今後本研究は、センサーや電子デバイスの回路構成ばかりでなく、測定対象とする動作の位相レベルの検知に基づき、予測的異常検知を可能とするシステムへの展開をも目指すべきである。

5. その他 留意事項

診断技術も電磁波応用技術もセキュリティ技術を活用する、研究機関、病院、企業などが課題を共有して相互に発展するプラットフォーム機能の構築を進めて、参加することがメリットとなって返ってくる仕組みづくりも得策ではないかと考える。

本研究の見えない電磁波源の精密的確な把握という卓越した機能は、さらに脚光を浴びることになると考える。事業化に進む場合に、技術開発の根幹を確保しながら、幅広く応用展開を進める独自の事業施策を練る必要がある。どのように活用が進んでいるかの状況を各論的に把握しながら、時代の変化の全体像を捉えて臨機応変な対応ができる

プラットフォームやコンソーシアムなどの組織体制の構築を目指すべきである。

3分野のテーマ展開は現在までのところ構成員の意識が高く木村教授のもとでのチーム運営は効果的である。今後ますます現場への密着が進み推進チームが20名を超えると、原理応用、システム設計、要素技術開発、ソフトウェア技術、応用展開戦略などに統合的で緻密な対応が求められ、木村教授が権限を委託できるサブリーダーの育成が必要になると考えられる。委託企業も含め構成員の動機付けは重要度を増すので、個人のキャリアパスの確保と次世代人材育成を企画し、次の研究開発体制の準備が望ましい。

中間報告書の難点をいえば、平易に解説する部分と理論的に説明する部分との乖離があり、読み手がどの観点から解釈してよいか戸惑う懸念があることである。可能な限り、理論的背景をふまえつつ、極力平易な文章で一貫した論理性を感じさせる表現にすることが望ましい。

特に、応用展開分野には既存の競合製品市場があり、本テーマの成果展開には、広い視点から社会的な理解を求めなければならない状況下であり、木村教授および神戸大学さらに関係者にとって、理論的正当性や技術的先進性の確保ばかりでなく、刻々変化する社会的受容性を確保する市場調査活動は心して継続的に進める必要があると考える。

木村教授の卓越した学術知見とテーマ運用は神戸大学にとっても貴重であり、今後も発想の自由度を担保しつつテーマ展開ごとの人的経済的な支援をする施策が望まれる。

以上

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：マルチスケール計算生物学

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：大学院科学技術イノベーション研究科・近藤昭彦

外部評価委員：

京都大学大学院農学研究科応用生命科学専攻・教授

小川 順

令和元年（2019年） 9月 27日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

Sustainable development Goals (SDGs)に示されるように地球環境を配慮した持続的・健康長寿社会の構築が求められるなか、生物機能を精緻に解析し、その成果から、高機能化へ向けたデザインを可能とする技術、さらには、そのデザインの有効性を評価し確実な機能向上を実現する応用技術の確立が求められている。本プロジェクト「マルチスケール計算生物学研究プロジェクト」は、これらのニーズに対し、特に計算科学、IT、AIを活用することで人工的なデザインを可能とする技術の構築を図るものであり、大変時期を得たテーマ設定である。

また本プロジェクトでは、生物機能の理解を、原子・分子・細胞といった階層別に従っており、これにより対象を具体化することで、検討すべき技術項目を明確化している。また、対象としたそれぞれの技術に対して、優れた人材を適切に配置しており、研究の推進をスムーズにしている。加えて、計算科学に手厚く人材を配置するスタイルは、これまでの同様のプロジェクトでは充分ではなかった部分であり、独自性の高い成果が期待できよう。

2. 研究目的に対する達成状況

原子・分子スケールでの解析では、「計算化学的手法による原子配置を考慮した酵素設計・改変手法の開発」において成果をあげている。分子・細胞スケールの解析では、「バイオ医薬の大量生産技術の開発に向けたトランスクリプトーム・メタボロームの統合解析システムの構築」、「物質生産宿主のゲノムデザインサイクルの実施を支援する GDC プラットフォームの開発」、「バイオインフォマティクス・機械学習技術を利用した代謝・酵素反応設計」などにおいて、成果をあげている。加えて、全体を通じた基盤技術として、各技術の開発に向けた人工知能 (AI) 技術の開発にも着手しており、研究の達成状況は良好である。

若手育成においても、バイオプロセス工学に関する特論講義の実施、システムバイオロジー研究セミナーの実施など、実質的な取り組みがなされている。

資金獲得に関しては、NEDO や AMED から、十分な規模の助成を得ており、着実に研究の足場を固めていると言えよう。

本プロジェクトにて開発される技術は、解析手法、モデル構築技術、統合化技術など、いずれも汎用性が高い基盤的な技術であり、将来多方面にわたって活用されることが期待されうる。また、このことを想定した広がりのあるテーマが企画されており、個々のテーマにおいて少しずつ実証レベルの成果も出てきていることから、社会実装という実質的な意味においても、成果の波及が期待される。個々の成果の連携を意識した取り組みにより、さらなる成果の展開を期待したい。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

本プロジェクトでは、原子・分子・細胞の各階層における解析・デザイン・検証において既に実績をあげているメンバーが集結していると認識している。したがって期待される点は、個々の優れた成果を大きな社会的目標の実現に向け、いかに融合・統合し活用展開していくかにかかっていると考える。この点においては、各階層を横断する統一的な課題を掲げることによる、共通の方向性を持ったプロジェクト推進が求められよう。これに関して、アルカロイド生合成経路を対象とした階層横断型のテーマを設定し、具体的成果をあげている点は評価に値する。

すなわち、アルカロイド生合成経路を対象として、バイオインフォマティクス技術による独自の酵素遺伝子の選抜と分子動力学計算による原子配置を考慮した分子設計による酵素配列設計方法の開発に取り組んだ点、さらには、生合成パスウェイの動的計算を併用し物質生産に最適な新たな配列のデザインに取り組んだことなどにおいては、目指すべき研究ベクトルの共有がみられており、これが他のプロジェクトにはない幅広い展開を実現していると言える。

このように、全般的に良い方向に展開していると考えるが、我が国を牽引する立場にあらう研究プロジェクトとして、さらなる独自性の発揮と異分野融合を両立させたバランス感覚の良い運営を期待したい。

4. 研究の今後の展開

本プロジェクトの当初目標である生物機能解析・応用研究の各スケールにおける研究の展開に加え、各スケール間の取り組みならびに成果の融合・統合が、幅広い基盤技術の開発を期待されている本プロジェクトにおける重要課題であることは自明である。

加えて、各スケールにおける解析・デザインの方向性の共有には、各スケールにおける取り組み・成果の深堀の度合いが影響しあう。効率的に進めるには、この度合いの相互理解も重要であり、例えば物質生産などにおいて、共通のターゲット生産物に対する定量的な目標を共有するなど、具体的な相互理解が期待できる目標設定に取り組むべきであろう。定量的目標設定の導入は、時として自由闊達な研究を阻害する危険性もはらむが、本プロジェクトのような異分野融合的取り組みにおいては、核心をなし求心力を形成する重要な要素となると考える。

5. その他 留意事項

計算科学を生物機能開発に積極的に導入するという新しい分野を創造する点において、学術的成果のみならず、各プロジェクトをつなぐ人材の育成にも大いに期待したい。分野を超えたこれからの若手人材の共有こそが、何をおいても重要であろう。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：3次元可視化システムを活用した文理融合研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：大学院システム情報学研究科・的場 修

外部評価委員： 国立研究開発法人情報通信研究機構 山本健詞

令和元年（2019年） 9 月 27 日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

コンピュータの計算結果を人に分かりやすく提示するインターフェースは、生活を快適にするためには極めて重要な技術分野であることは間違いないが、人に生理的に負荷なく提示できるハードウェア技術や、どのような情報をどのように提示するかといった人の直感的理解のための技術などはいまだ十分には確立されていない。これらを研究テーマとして選ぶことは、社会的に見て適切である。

前者の技術に関しては、ステレオ視方式やライトフィールド方式など実用化されている技術には、長時間見ていると目が疲れるであるとか、自由な場所に立体的に映像を表示できないといった課題が今もある。本研究テーマに含まれている電子ホログラフィーはこれら課題を原理的に克服できると期待されていることから、研究する意義は大きく、また実現した際の社会的なインパクトは大きい。

後者の技術に関しては様々な研究がされているが、なかでも障害者が今以上に安心安全に生活できるようにするための基本的な測定や提示技術の開発は、大学を中心とした研究機関に期待されている分野であろう。本研究テーマはこれらの技術も取り扱うものであり、社会的な意義は大きい。

2. 研究目的に対する達成状況

仮想現実を実現するためのハードウェアの開発、および仮想現実を活用した研究の両方とも、次の通り十分な成果が出ている。

前者は2値位相変調に基づく電子ホログラフィー技術の開発であり、フルカラーで4.8cm x 1.6cmの像を10フレーム毎秒で再生することに、1枚の空間光変調素子(SLM)で成功している。世界的にみて非常に先進的な取組・成果であり、2件の受賞や学術論文誌での採録からも学術的に十分に評価を得ていることが分かる。また、そのうちの1件はStudent Awardであることから、若手人材育成という点でも評価できる。

後者は複数の研究がされており、1つ目は弱視者を対象とした足元知覚の計測システムを中心とした研究開発である。従来から行われている視力・視野の検査と、日常多岐な視覚機能とを数値的・計量的に対応させて歩行時の安全性を高めるという取組であり、招待講演で呼ばれて発表するなど順調に学術的な成果が出ている。

2つ目はCAVEによる心理評価実験であり、色彩空間が空間の広・狭感、嗅覚、味覚、時間的体感、記憶に及ぼす影響を明らかにする研究である。赤空間では味覚の甘味、苦みが強調されるし、赤の補色である緑空間では抑制されるといった新しい知見が得られている。こういった知見は、人が直感的に物事を理解したり快適に過ごせられる環境を考えたりするうえで基礎的な知見となりうるため高く評価できる。現時点でも知見が得られているとのことが、更なる知見を期待したい。

3つ目は科研費（挑戦的萌芽研究）を活用した交通行動をテーマとした実験であり、実験システムを開発して、複数のシナリオで実験を行っていることから十分に進捗している。テーマ的にも社会への還元が将来期待できる。

4つ目は創造的思考のための概念空間の構築・提示についての実験であり、創造的思考の支援につなげることを意図した研究開発である。社会への還元という点で期待できるテーマである。既に概念空間を構築して、概念空間および通常の空間での比較実験を終えていることから十分に進捗している。

以上の通り各研究は十分に達成できている。また、その達成度を数値で表している論文数・著書数・外部資金獲得・研究集会の開催数なども高く評価できる。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

システム開発が無いとヒトの評価を円滑にできない研究分野であるため、様々な分野の専門家が集まることが効果的である。本プロジェクトはバランスよく多分野のメンバーが集まり専門性を出しながらプロジェクトが進んでいる点は特に優れている。また、各分野のメンバーがそれぞれ成果を出している点も優れている。

「仮想現実を実現するためのハードウェアの開発」においては、2件受賞して、そのうちの1件は Student Award であるという点は、学術および若手人材育成という観点で優れている。

π -CAVE の運用が終了するとのことで、その後の対応を早急に検討して結論を出すのが望ましい。その際には、各研究者の研究開発が停滞せず、今まで同様かそれ以上に研究成果が出せるように工夫することが望ましい。

4. 研究の今後の展開

研究分野は、開始当初も今も重要な方向のものであり、かつ、その方向性を大きく変える必要があるような社会的や学術的な変化は特になくことから、このまま研究を継続するのが望ましい。もし、当初の想定と現状とが大きく異なる[*]研究が中に含まれていれば、それについては目標を再設定するのが望ましい。

「仮想現実を実現するためのハードウェアの開発」においては、テーブルトップ型で 360 度で 3次元像を見ることのできるシステム開発は大変興味深い。学术界や一部企業において研究開発が進んでいるものの、実用化まではたどり着いてない分野であることから、社会への将来の展開という観点でも面白い展開である。シチズン時計（株）や Screen ホールディングスなどの企業と連携するといった点も評価できる。

[*]「思いのほか進捗した」「今までの計測結果を見たところ、新たに〇〇について興味を持った」「企業から、本プロジェクトと関連している〇〇の実験も追加してほしいと依頼があった」など。

5. その他 留意事項

経年劣化のために施設の運用が終了することは、 π -CAVEに限らずに電子系や情報系では普通にあることであり、その後の施設をどうするかが重要となるかと思えます。研究環におかれましては、効果的な研究費の活用という点で当該研究者の意見を参考にされながら、なんらかの研究施設の処置をされるのがよろしいかと存じ上げます。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：計算科学・計算機工学研究

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：大学院システム情報学研究科・田中成典

外部評価委員： 鷲津仁志（兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科）

令和元年（2019年） 9 月 27 日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

兵庫県はスーパーコンピュータ京をはじめとする HPCI インフラにおいて世界有数の先端研究地域であり、これを活かした貴「計算科学・計算機工学研究プロジェクト」は、日本の計算科学が世界をリードするに際し大変重要な位置づけを担っている。田中教授、臼井教授、坪倉教授は、それぞれ生命・物質、宇宙、流体力学において日本を代表する研究者であり、この領域においてそれぞれの分野の研究を進展させるべく、テーマ設定が行われており、研究体制においても十分であるといえる。その際、重要となるのは並列計算機を活かした最適なアルゴリズムの開発であるが、宇宙科学における適合格子細分化手法や、計算生物学におけるフラグメント分子軌道法は、この目的を達成するために必要な計算手法であり、手法開発とともに重要な課題に適用していくという進め方は、研究計画として適切であると思われる。また、シミュレーションを中心とする研究においては、実験や観測、補完的なデータ創出を行う外部研究チームや機関との連携が必須であるが、適宜、外部の大学や国研、コンソーシアムとの連携に基づいて研究を推進しており、その意味でも適切な研究体制であるといえる。

2. 研究目的に対する達成状況

計算生物学研究グループに関しては、FMO 法は、巨大分子であるタンパク質全体の計算を実現した上で詳細な化学反応を分子軌道法によって行うハイブリッド計算手法であるが、田中教授の推進する「FMO 創薬コンソーシアム」において、インシリコ創薬実現のための有効な成果が得られた。生体環境は電解質溶液系であり、タンパク質のみならず周囲の静電的雰囲気も適切に取り扱うことによって、熱力学的安定性などの評価を行うことができるが、FMO 法に溶媒効果を取り入れる新手法によって、広範囲の雰囲気中の薬剤の活性評価を実施できるようになる。また、近年は計算科学や実験に基づくタンパク質-リガンド系のビッグデータ解析が期待されているが、本研究によってデータベース化することが容易となった。これらの研究成果は、近年競争の激化しているインシリコ創薬分野において重要な貢献であると考えられる。また一方、隕石衝突による衝撃波誘起の炭素化合物生成の第一原理シミュレーションにおいては生命の起源を理解する一助となる化学反応を見出しており、自然科学の根本的な問いに対する計算量子化学からのアプローチを実現しており、有意義である。

計算宇宙科学研究グループに関しては、プラズマ粒子静電シミュレーションという計算科学において最も難易度の高いものの一つと言われるシステムに関するアルゴリズム開発に取り組んでいる。プラズマシミュレーションの困難の起源は、系全体を俯瞰するためには個々のプラズマ粒子を見ることは困難であるため連続体的な

描像が必要であるのに対して、宇宙機推進用イオンビームや小型天体と太陽風の相互作用により形成される小規模磁気圏のような系においては、部分系を粒子的に取り扱う必要があるという、マルチスケール性にある。臼井教授は、この課題に対して格子細分化粒子シミュレーション、宇宙飛翔体プラズマ環境解析用コードなどを駆使し、地球磁気圏全体から部分系に至るマルチスケールシミュレーションを実現し、たとえば小型天体と太陽風プラズマとの相互作用の詳細を明らかにできた。ダークマター等を除く宇宙の物質の大部分はプラズマであるが、これに関する理解はまだまだ進んでいない。計算科学は、宇宙プラズマを理解するための重要な研究手段であり、本研究課題における成果は、宇宙開発における工学的な要請と、自然科学的興味の両者を満たす大きな意義があると認められる。

社会還元の見点からは、インシリコ創薬は次世代産業の中核技術であり、その意義は言うまでもないが、生命の起源研究や宇宙プラズマ研究などに関しては、3グループが担当している文科省グローバルサイエンスキャンパス（GSC-ROOT）において高校生たちの多大な関心を集めており、自然科学の研究成果の啓蒙普及の見点からも良い循環が生じていると考える。

研究成果の数値に関しては、毎年コンスタントに10報以上の原著論文が出版されており、十分なプレゼンスを示しておられるといえる。また国際共著論文が多いのも特徴であり、アクティビティの高さを示している。TOP10%論文は出ていないが、シミュレーション分野は他分野よりも出にくい（息の長い引用履歴が見込まれる）ため全く問題はない。競争資金の獲得に関しては、科研費の基盤B、Cを獲得しており研究推進に対して十分である上に、新学術領域の計画班代表も獲得しており、潤沢である。

若手育成に関しては、同研究を行うに際して、准教授、助教、特命講師、博士院生、修士院生、卒研生とともに研究しており、また国際共同研究に参画することで教育的な効果も挙げており、本領域の後継者を育成しているといえる。

波及効果については、上述したように次世代の創薬（製薬会社における開発）や宇宙開発（既に三菱電機とイオンエンジンを共同研究）が見込まれるが、それ以外についても、FMOは創薬のみならず一般の材料開発にも有効であり、またたとえば臼井研究室では神戸製鋼所のプラズマイオン蒸着装置の研究に対して寄与しており、このような産業貢献も期待される。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

FMOを広範な生命現象に適用し、麻疹ウイルスのヘマグルチニンタンパク質と宿主細胞のレセプタータンパク質の複合体の相互作用解析や、MAPキナーゼp38に対する約100種類のリガンド分子の結晶構造に基づく相互作用解析を実現したことは、インシリコ創薬において重要な貢献であるといえる。

4. 研究の今後の展開

当プロジェクトと関係の深い神戸ポートアイランド南地区は先端医療関連研究機関が集積しており，相乗効果により，より広範な分子生命現象理解および開発が進むことが期待される。

また，プラズマ粒子シミュレーションに関しては，より効率的なアルゴリズム開発を行うとともに，小天体磁気圏をはじめとする未解明領域におけるイオン・電子挙動に関する現象解明が期待される。

5. その他 留意事項

とくになし。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：神経回路網シミュレーションモデル研究
研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：大学院工学研究科・大森敏明

外部評価委員： 東京大学大学院総合文化研究科 福島孝治

令和元年（2019年）10月3日

中間報告書および研究プロジェクト年次報告書に基づいて、関連分野の研究者の視点から研究プロジェクトの評価を以下にまとめる。

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

本プロジェクトは脳型情報処理システムの原理解明のような基礎的な課題とその医工学分野への適用の模索という応用的な課題を融合的に進めることを目的としている。脳科学のような複雑な対象に対しては観察ベースの研究方法が主流となるが、このプロジェクトでは数理モデルを基盤とした神経回路網シミュレーション環境NEURONによる順方向研究の展開とイメージングデータなどの計測データからのデータ駆動型の逆方向研究が並列に計画されている。これらはそれぞれに意義があり、個別課題としても先進的かつ大変挑戦的であるが、最も重要な点はこれを同一プロジェクトとして研究推進拠点を設置し、同時並行的に行うことにある。元来、特定の分野に収まりきれない脳科学を推進するためには、複数の研究分野からなる専門家の個別研究の推進と同時に、それらの協働的な推進が不可欠であり、まさにそのハブ的な役割をこのプロジェクトが担っていると考えられる。統合的に進めることにより仮説検証ループの構築が出来上がり、理学・工学の両方の観点からの相乗的な進展が大いに期待される。

2. 研究目的に対する達成状況

当初目的の一つにスーパーコンピューター上でのNEURON環境の構築と、それをを用いた実問題への応用が挙げられているが、実際にアリ嗅覚の数理モデリングの実践を成功し、ギャップファンクションを介した複数のケーブル間の結合の重要性を明らかにした。この成功は実践的な研究場としての計算環境が実現していることを意味し、今後のさらなる研究成果が期待される。また、NEURON環境のモデリングの中で不足している神経システムとしての特性部分を実験データからベイズ統計の枠組みにより推定する方法論を具体的に提案している点は大変興味深い。シミュレーションから計測データの理解を試みることは逆に、計測データからシミュレーションモデルを構築することはNEURON環境による研究をさらに加速することが期待される。全体として当初目的が着実に進められていると言える。

さらに、神経イメージング計測によるデータから背後にあるダイナミクスを抽出するデータ解析手法が提案されている。これは脳科学に限らず多くの分野で模索されている情報科学と計測科学の融合研究であり、先駆的な雛形的研究として大きな価値があると考えられる。実際に、本プロジェクトで構築されたデータ駆動科学的アルゴリズムの基本となる数理構造は普遍的であるために、多くの関連する分野への波及効果は大きい。例えば、神経ダイナミクスでは基礎となる非線形時空間ダイナミクスの推定問題は地球科学における不均質反応モデル推定と同等であり、具体的な適用例は研究成果としてすでにまとめられ、地球科学分野の国際会議での発表に至っている。この成果に関する評価の高さは依頼講演や学会賞の受賞などからも伺える。

大森氏が研究代表者になった平成29年度より、学内からイメージング計測を行う医学、生物学の研究者を研究参画者として招聘し、イメージングデータ解析に関連して密な連携体制を整えた。結果として学内・学外、さらには産学連携につながる極みプロジェクトのきっかけになったことは特筆に値する。本プロジェクトのシンポジウムがきっかけとなったこのような展開は本プロジェクトが拠点内に留まらないハブとしての役割を果たしている証左である。さらに、医学、生物学、工学、情報学と異なる研究者による共同研究を推進するためには交流活動

は不可欠であり、そこに若手の研究発表機会を与え、分野横断的で学際的な視野を備えた人材育成にも貢献している。このことは大学院生の講演会での発表賞や奨励賞の受賞と繋がっている。また、JST CRESTプロジェクトの採択などこのプロジェクトが起点となる外部資金の獲得も極めて順調である。大森氏の果たしたリーダーシップが随所に発揮された結果と言える。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

異なる分野の研究者を集い新たな組織としてまとめあげ、融合研究拠点を作る試みは国内外に限らず多くの例がある。しかしながら、それぞれの研究者はそれぞれの分野の異なる背景や考え方を背負っていることが多く、協働的な研究が活発に行われる研究拠点を形成することは「言うは容易く行うは難し」の典型例である。本プロジェクトでは目的を明確化し、脳科学の中でもシミュレーションを基盤としながらも、ホログラフィック技術による計測技術にフォーカスすることにより、理学、医学、情報学と分野は異なれど手法に共通項があり、そこにデータ科学がコアとなる研究体制を構築することが現在までの連携の深さにつながっているものと推測される。さらに、異分野交流スペースの設置やイメージング数理研究会の開催など、交流を促す方策が機能している。さらに、これらの交流の場を若手人材育成として活用していることも注目に値する。若手研究者に多くの受賞実績が出ていることからこの活用が成功を収めていることが理解できる。

また、改善すべき点と言うべきかどうか不明であるが、上記のような若手研究者、特に大学院生の育成に繋げることも広い意味での研究拠点の活動として考慮することもあるかと感じる。すなわち、次世代の研究を担いよう人材育成としての大学院生を確保することが昨今の大学における深刻な問題として認識されてきている。特に本プロジェクトのように融合研究に場合はそれぞれの分野の研究科が大学院生の入り口になるが、果たしてそれでこのような融合研究を目指す人材育成につながるだろうか。大学院生から見たときの縦割りの研究科を貫く横ぐしを渡すような仕組みをこの研究拠点が提供できると特色のある大学院になると思われる。また、本プロジェクトで得られた成果をいち早く学部学生に分野横断的な講義として展開することも新規の学部教育として魅力的である。

4. 研究の今後の展開

NEURON環境を基盤にした数理モデリングによるシミュレーション研究はスーパーコンピューターを用いることで大規模な計算が可能となってきた。また、高度な神経イメージングデータの取得とその情報科学的解析が推進されている。その自然な延長線上には、大規模計算科学と大規模なデータ科学の融合が考えられる。さらに「今後の目標」に示されている工学的なフィードバック制御の観点はいずれまでの脳科学には見られないアプローチであり、実験計画的な医工学としても先進的と言える。計測イメージングからモデル抽出して、数理モデリングによるシミュレーションにより神経回路システムの制御・操作を試行「実験」し、その結果を踏まえた実験計画により新たな実験に挑む。このようなループを実践的に目指し、着実に進めることは、新たな医工学として大変意義がある。既存の学問体系を超え、真に新しい学際研究が期待できる。

すでに、極みプロジェクトとして展開されており、今後の益々の発展が期待され、WPIとして繋がれると素晴らしい。本プロジェクトはそれに資する拠点と考える。外部資金の調達としては、科研費・新学術領域研究などが言及されているが、そこは学外との連携とどのように整合するかが問題になることが予想される。展開戦略を明確にすることが望まれる。現状では、海外連携として国際共同加速基金などを獲得し、順調に進んでいるように思われるので、継続的な海外連携と人材交流を進め、そこに大学院生の派遣なども含めた若手支援を盛り込み、活動の幅を広げることがさらなる発展に繋がると思われる。

5. その他 留意事項

上記に述べた以外には、特になし。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称：計算科学研究センター（R-CCS）共同研究プロジェクト
研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名：先端融合研究環・横川三津夫

外部評価委員：小林広明

令和元年（2019年） 9月 27日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

本プロジェクトでは、我が国のフラグシップスーパーコンピュータ「京」を活用しなければ遂行できない3つの研究テーマを設定し、最先端の研究成果を目指している。

まず、「大規模乱流直接数値シミュレーションコードに開発およびその評価」では、我々の身の回りのあらゆる流れの現象解明に資する成果を上げることを目的に、世界最大規模の乱流直接シミュレーション(DNS)を実現できるコードの開発を行い、それにより世界最大レイノルズ数の乱流データを取得し、そこから乱流統計量に対する新たな知見を与えることを目指している。これらの取り組みは、同分野の研究で世界をリードする本研究代表者のグループが世界最高クラスの性能を有する「京」を使って行える極めて意義深いものであると思われる。

また、「大規模連立一次方程式の高速・高並列反復解法に関する研究」では、近年のマルチコア・メニーコア化が進むスーパーコンピュータ向けの大規模連立一次方程式の高速化技法の開発に取り組むもので、これが達成されれば「京」コンピュータのみならず、我が国の情報基盤センター等が運用するスーパーコンピュータでの同解法の高速実行も期待でき、波及効果の高い取り組みであるといえる。

「大規模計算機システムの運用技術の高度化及び大規模データ公開に必要なクラウド技術研究」では、多くのスーパーコンピュータセンターが抱えるシステムの安定運用の課題解決に向けて、「京」クラスの大規模システムの運用データとその故障データからシステム障害と計算機室環境の因果関係の解明をはかるものであり、その成果は世界中のスーパーコンピュータセンターから期待されるものである。

以上のことから、研究テーマの設定及び進め方は適切であると判断する。

2. 研究目的に対する達成状況

「大規模乱流直接数値シミュレーションコードに開発およびその評価」では、開発したDNSコードを「京」コンピュータで実行し、世界最大レイノルズ数 $R_\lambda \sim 1500$ 及び $R_\lambda \sim 1800$ の乱流データベースの統計的な準定常性状態を得るとともに、格子点数 12288 の3乗、 $k_{\max} \cdot \eta = 1$ の世界最大規模の乱流DNSを実行し、世界最大レイノルズ数 $R_\lambda \sim 2300$ の乱流データを得ることに成功している。また、これらの乱流データの解析から、エネルギースペクトルや二次の構造関数に見られたべき則がこれまでの理論が想定している Re が十分大きい極限での慣性小領域のものではなく、粘性の影響を受けたものであるという発見を導いている。これらの成果は極めて学術的意義の高いものである。

「大規模連立一次方程式の高速・高並列反復解法に関する研究」では、reverse Cuthill-McKee法(AMG)、時間方向の並列化手法であるParareal法、またその具体的な応用とし

て地盤とその上の構造物に対する地震動シミュレーションでの連立一次方程式の高速化と並列化の評価を行っている。特に、parareal 法に対しては、スーパーコンピュータ「京」を用いた評価結果から計算領域の空間分割による並列化と時間方向の並列化により、最大222倍の性能向上が得られることを実証し、その有効性を確認している。領域分割による並列性能が限界に達した後でも、parareal 法による更なる性能向上が得られることを明らかにしたことは、学術的にも有益な知見である。

「大規模計算機システムの運用技術の高度化及び大規模データ公開に必要なクラウド技術研究」では、京コンピュータを構成するハードウェア故障の原因を分析するために、CPU 温度や水冷装置の水温などの大規模環境ログデータを使った視覚的分析システムを開発し、併せてCPU 故障回数と環境ログデータ間の因果指標を効率的に計算する手法の開発に成功している。提案システムにより、故障発生の時空間分布と、計測された環境ログデータと故障回数との間の因果関係を統合的、かつ対話的に分析することが可能となり、大規模システムを運用する他のスーパーコンピュータセンターへの波及効果が期待できる成果が得られている。

以上のことから、研究目的に対する達成状況は順調であると判断できる。外部資金については一定の獲得があるが、本実施体制やその規模を考えると、大型予算獲得に向けてより一層の取り組みが必要と思われる。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

それぞれのテーマに関して、優れている点、及び改善すべき点を以下に示す。

まず、「大規模乱流直接数値シミュレーションコードに開発およびその評価」では、今後関係コミュニティでの十分な議論が必要とは思いますが、本研究から、世界最大規模の乱流直接シミュレーション(DNS)を実現できるコードの開発に成功し、それにより世界最大レイノルズ数の乱流データが取得でき、従来の乱流間欠性モデルを見直す必要があることを示唆する重要な成果が得られたことにある。

また、「大規模連立一次方程式の高速・高並列反復解法に関する研究」では、同解法に対する時間方向の並列加速率の性能モデルの提案を行い、領域分割による並列性能が限界に達した後でも、提案手法である parareal 法による更なる性能向上が得られることを示したことにある。改善すべき点としては、同解法の実アプリケーションへ適用した際の性能評価がまだ不十分である点である。本プロジェクトでの応用アプリケーションとして取り上げている地盤とその上の構造物に対する地震動シミュレーションを用いて、提案解法の有効性、有用性を定量的に明らかにする必要がある。また、同解法を関係コミュニティに公開し、様々なアプリケーションへの応用により同解法の汎用性についても議論を深めることが求められる。

「大規模計算機システムの運用技術の高度化及び大規模データ公開に必要なクラウド技術研究」では、計算機室の環境データと故障との因果関係を対話的、かつ統合的に分析できるシステムの開発に成功したことは優れた成果である。今後は、この技術・システムを他の情報基盤センターに展開し、提案システムのさらなる高度化に取り組んでいただきたい。ただし、得られた知見として「ログデータとして計測されていない潜

在因子が環境ログデータとして計測されている項目から影響を受け、その潜在因子が故障回数に影響を及ぼすことで見かけ上は計測されている環境ログデータが故障回数に影響を及ぼしているように見えてしまっているのではないかという新たな仮説構築につながった」について、このことは適切な環境ログデータを取得できていないということにもつながり、「計算機室の環境データと故障との因果関係を対話的、かつ統合的に分析できるシステム」ということと矛盾することにもなる。この点について、さらに分析、システムの改良を加え、適切な環境ログデータを導出していただきたい。

全体的な視点で、改善すべき点としては、まず、外部資金獲得のさらなる獲得があげられる。毎年度一定の受け入れはあるが、本プロジェクトメンバーによる研究代表者としての外部資金の獲得が望まれる。例えば、文科省で令和2年4月に公募を計画しているスーパーコンピュータ「富岳」成果創出加速プログラムへの応募を考えるべきではないかと思われる。また、論文発表も年度進行に伴い量と質の向上に積極的に取り組むことを期待したい。

4. 研究の今後の展開

計3つのサブテーマとも目標達成のために一定の成果を得ていると同時に、課題も明らかにされてきていることから、今後とも世界最先端の成果創出に向けて、本プロジェクトを発展・展開していただきたい。ただし、スーパーコンピュータ「京」が停止し、次期フラグシップスーパーコンピュータ「富岳」の運用まで1~2年を要することから、代替計算資源の確保と同時に研究計画の見直しも必要と思われる。文科省で令和2年4月に公募を計画しているスーパーコンピュータ「富岳」成果創出加速プログラムへの課題提案など、戦略的な取り組みが求められると思われる。

5. その他 留意事項

本プロジェクトから、重要、有用な成果が得られつつあることから、これらの研究成果、特に、開発コードやライブラリ、運用管理システムなどを積極的に関係コミュニティに公開し、意見をフィードバックすることで、さらに研究開発を加速できるような体制の構築も必要ではないかと思われる。

評価指標としてあげられていた若手人材育成については、報告書に言及がなかったために評価できず、報告書のまとめ方に改善が必要と思われる。

中間報告書、及び平成30年度報告書に誤植？：

「酢入れ装置」→「水冷装置」でしょうか？

極みプロジェクト
外部評価報告書

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称: ホログラフィック技術による生命現象の4次元計測・操作の実現とその臨床応用

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名: システム情報学研究科・システム科学専攻・的場修

外部評価委員: 大阪大学大学院情報科学研究科 教授 谷田 純

令和元年(2019年)9月18日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

本プロジェクトは、ホログラフィ技術の適用により、光遺伝学に基づく細胞操作を効率的に実現する高機能顕微鏡を開発し、高次脳機能の操作や植物細胞の幹細胞化プロセスの可視化などへの応用を通じて、最先端の医学・生物学への貢献を目的とする意欲的なものである。ホログラフィは、実績のある光波制御技術であるが、本プロジェクトでは、空間・時間の4次元的に、細胞刺激の励起光生成と共に、その応答観察を実現するために適用し、同技術の可能性を最大限に活用する。また、光学、医学、生物学、情報の分野融合による革新的基礎研究を推進するのみならず、国際拠点化による研究推進と技術の世界標準化をめざしている。さらに、産学官連携による世界スタンダードな技術の商品展開までを目標に据える。

本プロジェクトは、世界に先駆けてホログラフィの新たな可能性を提示し、実用技術としての重要性を明らかにするものであり、光学分野におけるマイルストーンとして、その意義は非常に大きいと考えられる。特に、最新のイメージング技術を活用したホログラフィ技術は大きな発展性を秘めており、本研究の進展は新たな光技術の応用対象を切り拓くものと期待される。技術的には、光分布生成と観察を一体装置化し、数理データ解析と処理を効率的に実現するシステム形態は合理的であり、高い拡張性を有するものと評価される。また、光技術の特徴であるスケラビリティを活用し、細胞内小器官から組織に至る階層的な生体機能操作技術の創生は独創的であり、医学・生物学におけるさまざまな課題に適用可能であり、優れた研究成果の創出が期待される。さらに、国際展開をプロジェクトに盛り込み、関連科学技術分野における国際的なイニシアティブをめざす点も高く評価できる。

2. 研究目的に対する達成状況

ホログラフィック 4次元顕微鏡については、光刺激とイメージングについて個別に実験を行い、1光子励起、2光子励起、2光子多点励起が進められている。1光子励起では、培養細胞を対象として、2次元多点光スポットを生成し、 Ca^{2+} イメージングを実現している。光刺激と細胞観察を接続させるため、スパースモデリングに基づくイメージングデータからの神経細胞群の自動抽出についても良好な結果が得られている。ホログラフィック 2光子励起については、フレームレート 0.5Hz で 50 スポットの生成が達成されている。脳機能解明には、深部部位の刺激と観察が要求され、3次元スポットの生成と 2光子励起が必要となるが、その目標に向かっても、順調に研究が進展していると評価される。マルチモーダルホログラフィック顕微鏡による、蛍光断層像と位相像の同時イメージングはホログラフィ技術の新たな利用可能性を示すものであり、その特徴を活かした成果が期待される。これらの研究成果は、2018年度中に、プレスリリース 1 件を含む学術論文 23 件として発表され、招待講演 14 件という実績からも示されるように学術的にも高く評価されている。

若手人材育成については、日本学術振興会研究拠点形成事業 (A 先端拠点形成型) 「階層横断的グリア脳科学研究のための国際コンソーシアム拠点形成」(代表: 和氣弘明) をはじめ、複数の学内組織が連携して、大学院生・若手研究者の交流する場が設けられており、意欲的な活動が行われている。資金獲得状況についても、CREST や科研費基盤研究(A) など順調に推移しており、

問題ないと判断される。本プロジェクトの実施がきっかけとなり、国内外の有力研究者を巻き込んだ連携が進んでいる。光学、医学、生物学、情報の各分野の中堅・若手研究者のネットワークが形成され、各研究者が一堂に会するシンポジウムの開催を通して、本プロジェクトを核にした、新たな融合研究育成の土壌が形成されつつあり、これらの実実施計画についても、順調に推移していると判断される。

3. 研究内容で優れている点、及び改善すべき点

本プロジェクトの中心技術であるホログラフィに関して、研究代表者や研究協力者らは国際的にも第一線で活躍する研究者であり、得られた研究成果はホログラフィ技術の新たな可能性を提示する有意義なものである。特に、3次元光制御と応答観察を一体化したホログラフィック4次元顕微鏡は、光固有の特性を効果的に利用する合理的なシステムであり、高度な機能を備えた科学計測機器のプロトタイプとしても大きな意義をもつ。

本プロジェクトの特筆すべき点として、技術・装置開発と生体試料実験がシームレスに連携しており、融合研究体制が有効に機能している点があげられる。新しく開発されホログラフィ技術をベースに、材料、情報・数理分野の研究者が協力して、最先端の脳科学研究への応用が進められている。その成果として、ホログラフィック光刺激による神経細胞集団の活動観察などの高次脳機能操作技術が着実に確立されつつある。これは、理想的な融合研究の実施例として高く評価される。

技術・装置開発やその学術応用については順調な成果が得られているが、プロジェクトの狙いとして掲げている産学官連携によるスタンダードな技術の商品展開についてはまだ顕著な進展は見られない。具体的な計画について、産・官との連携や役割分担などの協議を進めていくことが必要と考えられる。特に、製品化をめざす上では、早い時期からの特許戦略が重要であると考えられ、今後の対応が望まれる。

4. 研究の今後の展開

今後の研究の方向性として掲げられている、本プロジェクトの開発技術による生命活動を担う分子、細胞、ネットワーク活動の高時空間分解計測・操作は妥当なものと考えられる。光技術のスケラビリティを利用する着眼点は興味深く、その光技術の特徴を有効活用する展開は本プロジェクトの独創的な点として高く評価される。基礎研究の成果に基づき、光学顕微鏡メーカーと共同で細胞操作可能な生体インターフェース装置を開発・市販化する目標も、プロジェクト成果の社会還元観点で合理的なものである。将来的に、世界トップレベル研究拠点に発展させ、多様なイメージング技術による脳機能研究の展開をめざす計画は、極めて意欲的かつ有意義なものとして評価される。ホログラフィ技術と脳機能研究の各研究分野では既に世界的研究体制が構築されているが、両者の融合による拠点化に向けたさらなる体制構築が期待される。

5. その他 留意事項

これまでのところ、本プロジェクトは、研究内容・運営において順調に推移していると評価される。これには、参画研究者や学生らによる研究に対する精力的な取り組みのみならず、神戸大学先端融合研究環による支援が果たしてきた役割も大きいものとする。研究者らが研究に専念し、優れたプロジェクト成果を得るために、神戸大学先端融合研究環による運営面における一

層の支援が望まれる。例えば、共同利用可能な実験場所の確保は大きな問題であり、継続的な支援が必要であろう。また、本プロジェクトでは、開発技術の製品化までを目標としている。現在は、3件の基本特許にとどまるが、製品化のためには特許戦略は不可欠であり、企業関係者を交えた早期の対応が望まれる。

神戸大学先端融合研究環 外部評価報告書

研究プロジェクトの名称: ホログラフィック技術による生命現象の4次元計測・操作の実現とその臨床応用

研究プロジェクトリーダーの部局・専攻・氏名: システム情報学研究科・システム科学専攻・的場修

外部評価委員: 大阪大学大学院医学系研究科 教授 山下 俊英

令和元年(2019年) 9月 6日

評価結果

1. 研究テーマの設定及び研究の進め方について

ホログラフィック4次元観察と光操作技術を組み合わせて、空間的および時間的な操作性を得て、ホログラフィー技術により4次元の光操作を可能とする技術開発を目指すものである。これらの技術により、脳機能の操作や植物幹細胞化プロセスの可視化などが可能となり、生命現象とそのメカニズムの解明に至ることを目標としている。このような研究プロジェクトは、世界的にも例がなく、大きく発展する学問分野の融合になりうる。また世界的な拠点化を目指して発展させているところである。

ホログラフィック顕微鏡観察には、感度の問題など、複数の乗り越えなければならない壁が存在したが、参画研究者の努力により障壁を乗り越え、これまでに存在しないユニークな顕微鏡の開発を実現した。当該技術開発により、細胞内小器官から個体に至るまでの多階層生体機能を操作し、観察することが可能となる。また光刺激と観察を組み合わせた技術の開発も順調に進捗している。具体的には次項目に記載のとおり、これまでの研究の進め方は適切であると評価する。

2. 研究目的に対する達成状況

ホログラフィック3次元光刺激システムを確立することができた（評価者はこのシステムを実際に見学した）。3次元蛍光・位相イメージングについても、ヒメツリガネゴケを用いて細胞核と細胞構造の同時計測実験を行うに至った。特筆すべきは、新規ホログラフィック顕微鏡を構築するとともに、光刺激と観察を組み合わせた技術を開発し、外部発表を果たしたことである。またホログラフィック光刺激システムを培養アストロサイトの系で活用している。

さらに上記のホログラフィック3次元光刺激システムを2光子顕微鏡に組み込み、生体マウス脳での神経活動の能動的制御を可能とした。この技術は、他に類をみないものであり、応用範囲も広く、神経科学分野においてブレークスルーを生み出すものである。

一方で、神経活動ダイナミクスをデータ駆動型のアプローチで抽出する方法の確立を目指し、非線形ダイナミクスをデータ駆動で抽出する方法を開発し、論文発表した。

以上の成果は全体計画の基盤が適切に構築されていることを示している。異分野の研究者からなる参画者が有機的に共同研究を立案し、効率的に計画を実行したことがうかがえる。

論文リストに掲載のとおり、多数の論文成果（2018年度は23件）、特許出願（3件）が生まれており、これからの発展も期待される状況となっている。またシンポジウムでは、若手研究者の活発な議論が印象的であった。魅力的な研究テーマに若手研究者が興味を持ち、これからの発展を担うものと期待する。また人材育成のための学内組織や拠点形成事業にも積極的に取り組んでいる。

資金としては、CREST、科研費基盤研究 A などがあり、ニコンとの共同研究なども進めている。現状では十分と考えられるが、これからの研究の発展に伴い、さらに資金獲得に努める必要がある。

3. 研究内容で優れている点, 及び改善すべき点

新規ホログラフィック顕微鏡を構築し、光刺激と観察を組み合わせた技術を開発した。一体型ホログラフィック顕微鏡は、世界的にも他に存在せず、非常にポテンシャルの高い技術になりうる。特に脳機能解明の分野において、他の技術では解明できない課題に取り組むことによって、独自の高いインパクトをもつ成果を次々と生み出すことが可能になるのではないかと思う。

4. 研究の今後の展開

ホログラフィック 4 次元観察と光操作技術を組み合わせて、空間的および時間的な操作性を得て、ホログラフィー技術により 4 次元の光操作を可能とする技術開発を行っている。当該技術により、脳機能の操作や植物幹細胞化プロセスの可視化などが可能となり、現象とメカニズムの解明に至ることを目標としている。極めてユニークな取り組みであり、研究レベルも高い。将来的に WPI などの最先端研究組織に発展させ、当該技術を生かして多岐に渡る生命現象を解明する世界的拠点に発展することが期待される。

5. その他 留意事項

若手研究者の育成に関して、生物学を専門とする若手にとって工学分野へのハードルは高い。これからもシンポジウムや共同研究を通じて異分野交流をはかり、有為の人材の育成に取り組んでいただきたい。

シンポジウムの際に実地を見学したが、場所の確保およびインフラの充実が、今後の課題になると感じた。本プロジェクトへの大学の支援が望まれる。