



令和3年度世界トップレベル研究拠点プログラム フォローアップ結果

世界トップレベル研究拠点プログラム委員会

令和4(2022)年3月

(この報告書は令和2(2020)年度のWPIプログラム進捗状況に関するものである。)

注：本報告書の正本は、英文で書かれている。以下は、事務局による「仮訳」である。

A.	2021年度のハイライト	2
	ベンジャミン・リスト教授、ICReDD主任研究員、のノーベル化学賞受賞	2
	Kavli IPMU, IIIS, ELSI, ITbMの最終評価	2
	NanoLSI, IRCNの中間評価	3
	新ミッションの下での新規拠点QUPの採択	3
B.	WPIプログラムの概要	3
C.	WPI拠点	4
D.	フォローアップの枠組み	5
E.	WPIプログラムの将来計画	7
F.	2007(平成19)年採択拠点Kavli IPMUの最終評価	8
G.	2012(平成24)年採択3拠点の最終評価	11
	G-1. IIIS	11
	G-2. ELSI	14
	G-3. ITbM	17
H.	2017(平成29)年採択2拠点の中間評価	20
	H-1. IRCN	20
	H-2. NanoLSI	23
I.	2018(平成30)年採択2拠点のフォローアップ	25
	I-1. ICReDD	25
	I-2. ASHBi	28
J.	2021年発足した新規WPI拠点	31
K.	WPI アカデミー拠点	31
	K-1. 目的とメンバー	31
	K-2. 2017年にアカデミー拠点となった4拠点の再認定	31
	K-3. 2020年にアカデミー拠点となったI ² CNERのフォローアップ	32
	K-4. MANA拠点長交代について	32
L.	WPI国際的レピュテーション調査分析	33
M.	ブランディングとアウトリーチ	34

日本政府は2007（平成19）年、世界的に目に見える国際的に開かれた研究拠点を作るという、野心的な施策を始めた。世界トップレベル研究拠点プログラム（略称：WPI）は、2007年に言明されたミッションに基づき、2007年から2020年までの14年間で13拠点を成功裡に立ち上げた。2020（令和2）年、当初のWPIミッションの理念をさらに推し進めた新たなミッションが開始された。新ミッションの下でのセンターの立ち上げは、2021（令和3）年に始まった。この2021年版フォローアップレポートでは、2020年度の進捗の中で注目すべき点と、2021年度の新たな展開について述べる。

A. 2021年度のハイライト

ベンジャミン・リスト教授、ICReDD主任研究員、のノーベル化学賞受賞



図：ベンジャミン・リスト教授

2021年のノーベル化学賞が、ベンジャミン・リスト教授に授与された。彼は北海道大学WPI拠点ICReDDの主任研究員（PI）である。リスト教授は、プリンストン大学のDavid W.C. MacMillan教授と共同で、"不斉有機触媒反応の開発"で受賞した。以下、二人の研究内容について、ノーベル財団の発表から引用する。

"触媒は、このように化学者にとって基本的な道具だが、研究者たちは長い間、原理的に金属と酵素の2種類の触媒しか使えないと信じていた。ベンジャミン・リストとデビッド・マクミランは、2000年、互いに独立に第三のタイプの触媒を開発したことについて、2021年のノーベル化学賞を受賞した。それは、不斉有機触媒と呼ばれ、

小さな有機分子を土台にしたものである。"

"有機分子触媒は2000年以降、驚異的なスピードで発展してきた。ベンジャミン・リストとデビッド・マクミランは、この分野のリーダーとして、有機触媒を使用して多数の化学反応を促進できることを示した。この反応を利用することで、新しい医薬品から太陽電池の光を捕捉する分子まで、あらゆるものをより効率的に構築することができる。このように、有機触媒は人類に最も大きな利益をもたらしている。"

リスト教授は、2018年のICReDDスタート時からPIを務めている。2020年からはICReDDの特任教授に就任している。ICReDDに参加したきっかけを尋ねると、"昔から好きだった日本の化学の普遍的な革新精神と、前田拠点長の計算科学的反応設計のアイデア、これは今なら成功するチャンスがあると思うので、その一角を担いたいと思った！"と答えてくれた。

Kavli IPMU, IIIS, ELSI, ITbMの最終評価

2021年度は、Kavli IPMUが発足して15年目、IIIS、ELSI、ITbMは10年目となった。そのため、この4拠点はWPIプログラムの最終評価を受けた。

11月及び3月のプログラム委員会では、拠点長やホスト機関長によるプレゼンテーション、プログラムオフィサーによるワーキンググループからの報告など、4拠点に対する活発な審査が行われた。その結果、4拠点はそれぞれ「WPI基準」を満たしている、という評価を受けた。このうちITbMについては、今後の拠点の

進展のため、研究公正を保証するより強固な環境を醸成することが、併せて要求された。

この評価結果により、Kavli IPMUは2017年からのWPIアカデミー認定が継続され、IIIS、ELSI、ITbMは2022年度からのアカデミー認定に申請する権利が与えられた。

NanoLSI, IRCNの中間評価

2021年度はNanoLSIとIRCNが発足して5年目にあたるため、WPIプログラムの中間評価を受けた。プログラム委員会は、両拠点の拠点長やホスト機関長へのヒアリング、プログラムオフィサーによるワーキンググループからの報告などを踏まえ、両拠点は「A+」に相当すると判断した。両拠点の素晴らしい進捗から、現在の努力を継続し、研究目標を達成できるはずである。

新ミッションの下での新規拠点QUPの採択

2021年、文部科学省は2020年に策定された「WPI新ミッション」のもと、新たに1拠点を立ち上げると発表した。2月から9月にかけて活発な選考が行われ、9月のプログラム委員会で高エネルギー加速器研究機構の「量子場計測システム国際拠点（QUP）」が新拠点として選定された。QUPは2021年12月16日、正式に発足した。

B. WPIプログラムの概要

2007（平成19）年、文部科学省（文科省）は国際的に開かれた、世界的に目に見える「世界トップレベル研究拠点」の設立を目指し、WPIプログラムを開始した。その背景は：

- 新たな研究成果の創出や優秀な科学者の確保において、世界的な競争が激化している。
- 知識基盤社会の構築に不可欠な基礎科学や革新的な科学を推進するため、より効率的な資金の必要性が強く感じられるようになった。
- 大規模かつ長期的な資金を提供することで、優れた研究を奨励することを目的としたリサーチ・エクセレンス・イニシアチブが登場した。

本プログラムの目的を明確にするため、WPI拠点には次のようなミッションが与えられた。

- 世界最先端の研究の最高峰への挑戦
- 学際領域の創出
- 国際的な研究環境の整備
- 研究組織の改革

文部科学省は、以下のような内容でWPIセンターを支援している。

- 原則1拠点あたり最大7億円/年
（2010年以前に開設されたセンターは最大で年間約13億円）
- 研究費は含まれない
- 支援期間10年（2012年以前に発足した拠点は5年延長可能）

2020年には、上記のオリジナルミッションの理念をさらに推し進めた「新ミッション」が策定された。すなわち、

- 世界を先導する卓越研究と国際的地位の確立
 - 世界最高水準の研究成果

- 分野融合性と多様性による学問の最先端の開拓
- 国際的な研究環境と組織改革
 - 研究力向上のための国際頭脳循環の達成
 - 分野や組織を越えた能力向上
 - 効果的・積極的かつ機動的な組織経営
- 次代を先導する価値創造
 - 基礎研究の社会的意義・価値
 - 次代の人材育成：高等教育段階からその後の職業人生まで
 - 内製化を見据えた拠点運営、拠点形成後の持続的発展

である。

2021年から新ミッションによる拠点設立が始まった。文部科学省は、これらのWPI拠点を以下のような内容で支援している。

- 原則として1拠点あたり年間7億円を上限とする。
- 研究費は含まれない。
- 10年間支援

C. WPI拠点

WPIは最初の10年間で9つのWPI拠点が発足した。

2007（平成19）年に採択された最初の5WPI拠点は今WPIアカデミーのメンバーである。

- **AIMR** 材料科学、東北大学
- **Kavli IPMU** 宇宙、東京大学
- **iCeMS** 細胞生物学、京都大学
- **IFReC** 免疫学、大阪大学
- **MANA** ナノテクノロジー、物質・材料研究機構

2010（平成22）年には6番目のWPI拠点がグリーンイノベーションプログラムの下採択された。

- **I²CNER** エネルギー、九州大学

2012（平成24）年には研究分野の焦点を絞った「WPIフォーカス」プログラムの下、3 WPI拠点が採択された。

- **IIIS** 睡眠、筑波大学
- **ELSI** 地球・生命、東京工業大学
- **ITbM** 生体分子、名古屋大学

WPIプログラムの11年目、2017（平成29）年に二つの新しいWPI拠点が追加された：

- **IRCN** ニューロインテリジェンス、東京大学
- **NanoLSI** ナノプローブ生命科学、金沢大学

WPIプログラム12年目である2018（平成30）年、さらに2拠点が採択された：

- **ICReDD** 化学反応デザイン・創成、北海道大学
- **ASHBi** ヒト生物学、京都大学

WPIプログラム15年目となる2021（令和3）年、「新ミッション」の下、新たに1拠点が設立された。

- **QUP** 量子場計測システム開発、高エネルギー加速器研究機構(KEK)

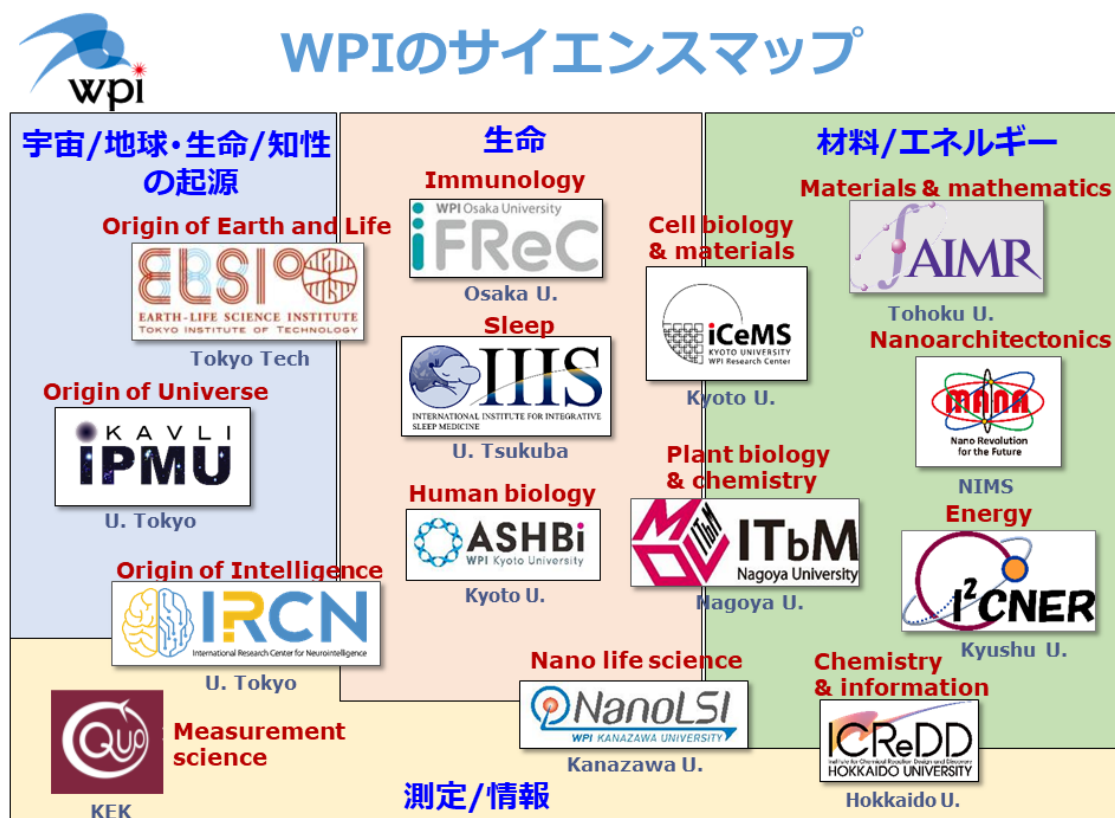


図 2021年現在のWPI拠点

このように、14のWPI拠点で開拓されている科学は、宇宙・地球と生命・知性の起源から、生命、物質・エネルギー、計測・情報まで広がっている。

D. フォローアップの枠組み

WPIプログラムでは、国際的なプログラム委員会、プログラムディレクター（PD）、プログラムディレクター代理（DPD）、プログラムオフィサー（PO）、ワーキンググループ（WG）からなる強固なフォローアップシステムを実施している。2017年からは、WPIアカデミーに所属しているWPI拠点のフォローアップ活動を統括するアカデミーディレクター（AD）、アカデミーオフィサー（AOs）、アカデミーワーキンググループ（AWG）が設置された。

プログラム委員会

2020年度末に中村道治氏、野依良治氏、鈴木典比古氏が委員を退任した。2021年度より3名の新メンバーが加わった：名古屋大学教授でノーベル物理学賞受賞者の天野浩氏、総合研究大学院

大学学長の長谷川眞理子氏、産業技術総合研究所理事長の石村和彦氏。

2021年度からは、野依博士の後任として濱口博士が委員長に就任した。

全委員とその所属は以下のサイトに掲載されている。

https://www.jsps.go.jp/j-toplevel/07_iinkai.html

2021年度、プログラム委員会は9月9、10日、11月17、18日に開催された。COVID-19感染症拡大により対面での集まりが困難なため、両会議ともオンラインで行われた。9月の委員会では、(1)新規WPI拠点の選定、(2)WPIアカデミー拠点の状況、が主な議題であった。11月の委員会では、(3)4拠点(Kavli IPMU、IIIS、ELSI、ITbM)の最終評価、(4)2拠点(NanoLSI、IRCIN)の中間評価、(5)2拠点(ICReDD、ASHBi)のフォローアップ、(6)WPIプログラムの将来構想についての議論が行われた。

PD、DPD、POs、WGs

PD：宇川 彰 博士が2017（平成29）年4月よりプログラムディレクターを務めている。

DPD：吉田 稔 博士が2017（平成29）年12月よりプログラムディレクター代理に就任した。

POs：各拠点の研究分野のエキスパート。POは現地視察の司会を務め、拠点作業部会委員のコメントをまとめ、現地視察報告書を作成する。

WGs：拠点毎に組織されており、拠点の研究活動全体を網羅する各分野の専門家、原則として国内から3人、海外から3人で構成されている。

PD、DPD、POs、WGメンバー及び所属のリストは下記のURLに示されている。

https://www.jsps.go.jp/j-toplevel/08_followup.html

AD、AOs、AWGs

AD：黒木 登志夫 博士は2021年3月をもって退任した。2021年4月より、宇川 彰 博士、プログラムディレクターがその任に就いている。

AOs：各拠点の研究分野のエキスパート。AOは現地視察の司会を務め、プログラム委員会へ向け現地視察報告書を作成する。

AWGs：拠点毎に組織されており、拠点活動全般を網羅する分野を専門とする委員、原則として国内から2人、海外から1人で構成する。AWGメンバーは、後日任命される。

AD、AOメンバーの所属のリストは下記のURLに示されている。

https://www.jsps.go.jp/j-toplevel/18_academy.html

現地視察（サイトビジット）

2021年6月～9月の期間に、助成期間中WPI拠点への現地視察を実施した。COVID-19感染症拡大が継続しているため、現地視察はすべてオンラインで実施された。しかし、2020年度に実施した、3時間に短縮されたオンライン現地視察の経験を踏まえ、今回は2日間にわたる完全版現地視察をオンラインで実施した。拠点長、ホスト機関長の発表、PIによる発表、研究者によるポスターセッションなど、全ての項目が用意された。Kavli IPMUの15年目、IIIS、ELSI、ITbMの10年目の最終評価、

NanoLSI、IRCINの5年目の中間評価など、今後の評価を行う上で、この完全版現地視察は大きな意味を持つ。また、ICReDDとASHBiの4年目のフォローアップ評価を実施する際にも、完全版現地訪問の日程は意義があった。

これら8拠点については、現地視察報告書がプログラム委員会に提出され、また各拠点にも開示された。

WPIアカデミー現地視察

アカデミー拠点4拠点（AIMR、iCeMS、IFReC、MANA）については、4年目のWPIアカデミー拠点再認定のためのサイトビジットが、COVID-19感染症拡大のため2020年夏から延期され、2020年12月から2021年1月に実施された。AD、AO、AWG、PD、DPDが参加し、オンラインにより、約3時間の短縮版で行われた。現地視察の報告書はプログラム委員会に提出され、2021年2月の国内委員会が再認定評価を行った。

WPIアカデミー加盟1年目のI²CNERについては、2020年12月にADとAOによるオンライン視察訪問が実施された。

E. WPIプログラムの将来計画

2020年に、プログラム委員会は、WPIプログラムが日本の研究環境のさらなる発展と高度化に向け、独自の貢献を継続できるよう、文部科学省に強力かつ持続的な支援を要請した。

(この要請の全文は、報告書「2019年度WPIプログラムフォローアップ報告書」

(https://www.jsps.go.jp/english/e-toplevel/data/08_followup/FY2019/FY2019_Follow_up_Report_E.pdf)

を参照されたい。)

本年11月のプログラム委員会では、文部科学省研究振興局池田貴城局長から、WPIプログラムの今後の方向性について議論を進めるよう、委員に呼びかけがあった。WPI拠点と同規模の新しいWPI拠点を体系的かつ継続的に選定するコンセプトと、今後増加するWPIアカデミー拠点の新しい評価・支援方法の可能性が提案された。この議論は来年度も継続される。

F. 2007（平成19）年採択拠点Kavli IPMUの最終評価

拠点長：大栗 博司

PO：三田 一郎、名古屋大学

最終評価結果

Kavli IPMUはWPIの全てのミッションを達成し、「WPI基準」の獲得に成功した。また、Kavli IPMUはWPIアカデミー拠点であり続けるための全ての必要性を満たしている。

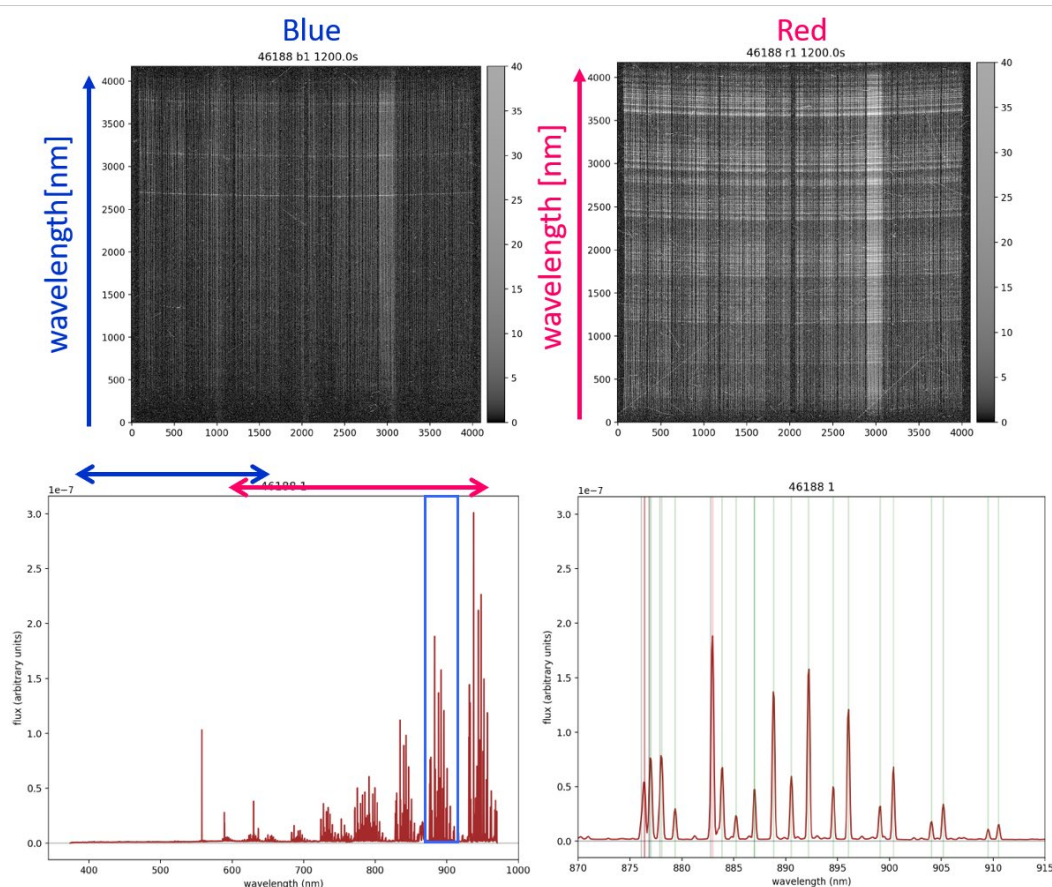
1. 拠点のアイデンティティ

Kavli IPMUは、宇宙にかかる物理学と数学を究める、という、明確で、広く知られた、一流の、世界的アイデンティティを確立した。Kavli IPMUは非常に早期にこのアイデンティティを確立し、維持し、補助金延長期間にはさらにこのアイデンティティを強固にした。

2. 世界最高水準の研究

Kavli IPMUは、高い国際的ビジビリティを持つ成功したWPI拠点の「理想形」を打ち立てた。観測／実験研究と理論／数学研究のトップレベルの研究者たちを一か所に集め、彼らが交流し、知識を交換し協働する環境をつくることで、拠点は継続的に先端的な科学的成果を生み出し続けてきた。このことは高い

論文被引用数に表れている。世界中のポストドクが拠点のポジションに応募し、採用されるのはわずか3%という数字が、Kavli IPMUの魅力と研究水準の高さを証明している。



図：超広視野多天体分光器PFSで夜空のスペクトル取得に成功 (Credit: PFS Project)

3. WPI拠点としての実践

融合領域の創出：

Kavli IPMUは数学と理論・実験物理、そして天文学を成功裡に結合させてきた。WPIプログラム委員会はX線天文学と医学の統合が成功することを期待している。

国際的な研究環境の実現：

拠点は大変活気あふれる、ダイナミックな環境をつくり、海外の研究者（Kavli IPMUにおけるフルタイム研究者の半分以上）を引き付けることに成功してきた。そしてそれが国際共同研究をさらに発展させている。約60%のポストドクがKavli IPMUの任期を終えた後、世界の主要大学の終身雇用またはテニュアトラックの教職員ポストを得ている。さらに、拠点の研究能力を社会へ還元するために共同プログラムを運営している。このプログラムのミッションは国際的研究コミュニティに共有されているため、Kavli IPMUの活動は世界中から高い注目を集めている。

研究組織の改革：

Kavli IPMUは、スプリット・アポイントメントや実力主義の給与体系など、多くの先導的な制度改革を導入し、日本の伝統的なアカデミアの組織にあった壁を打ち破ってきた。このような改革は今や東京大学の他の部局や他大学にも広がっている。

女性研究者の主要な研究業績を強調することは女子学生のモチベーションを上げる一つの方法だろう。Kavli IPMUは東京大学におけるダイバーシティ、エクイティ、インクルージョンに貢献し、それにより、日本のこれらの問題についてのギャップを解消することに役立っている。拠点がC.S. Wu賞を設立したことを祝福する。

Kavli IPMUは大学債の設立に尽力し、2 億米ドル（約200億円）の基金を設立した。

4. WPIアカデミー拠点としての活動

拠点は、STEM全般、特に彼らの研究分野で若い人たちを強く引き付けるために、アウトリーチ活動を活発に行っている。学生に対する教育や進路相談などの拠点のアウトリーチは素晴らしい。WPIプログラム委員会はKavli IPMUをWPIアカデミーメンバーに再認定することを強く推奨する。

5. WPI補助金期間終了後の進展計画

1) 計画：

Kavli IPMUは優れたWPI拠点を設立した。今や5つの質問に取り組むべきである。これらの問いに答える努力を続けるように働きかけることが必要だろう。

2) 大学からのサポート：

東京大学のサポートとカブリ財団の寄付によって、Kavli IPMUの運営資金は年間1200万米ドル（約12億円）である。

6. アドバイス及び勧告

- 1) 人種や民族に関する多様性に対してもさらに努力するべきである。東京大学は自然科学分野への女子学生のリクルートにおいて、Kavli IPMUをうまく利用するべきである。
- 2) 若手の多様な科学者のPIへの昇任について明確なプランを確立すべきである。
- 3) Kavli IPMUは、その創造性の文化を生かし、年功序列に拘らず、リスクを取ることを奨励し、この文化をさらに活用するべきである。協力的な雰囲気の中でのこのような自由な研究は、イノベーションの嵐を起こす。
- 4) Kavli IPMUは学部生に研究経験を積ませるためのプログラムを作るべきである。
- 5) LiteBIRDプロジェクトについては二つのWPIセンター、KEKのQUPと東京大学のKavli IPMUとで重複している。（拠点長、PI、オックスフォード大の学生、バークレイのサテライト重複）プログラム委員会は、LiteBIRDプロジェクトについてウィンウィンの関係ができるよう、具体的な共同研究計画を連携して発表することをQUPとKavli IPMUに推奨する。

G. 2012（平成24）年採択3拠点の最終評価

G-1. IIIS

拠点長：柳沢 正史

PO：貝淵 弘三、藤田医科大学

最終評価結果

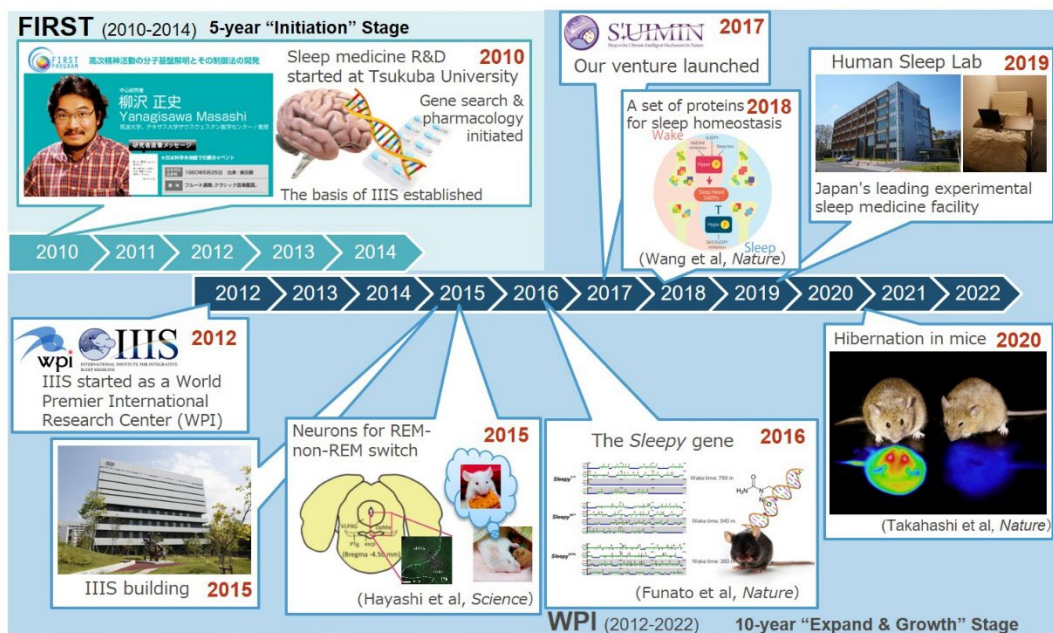
IIISはWPIの全てのミッションを達成し、「WPI基準」の獲得に成功した。IIISは、睡眠状態の基礎脳科学に焦点を絞ったユニークな構造で、睡眠研究における世界的リーダーとして位置付けられている

1. 拠点のアイデンティティ

拠点は、睡眠と冬眠の謎を解く、という明確なゴールを持ち、非常に強い科学的リーダーシップがある。このような成功を収めているのは世界でも例がない。

2. 世界最高水準の研究

IIISから発表される研究のインパクトと重要性は実に驚くべきものである。殆どのPIは、ネイチャー、サイエンス、ニューロンといったトップジャーナルに研究成果を発表している。特に柳沢・船戸によるスリーピー・マウス遺伝子の発見と同定、及びそれに続く、SIK3の機能欠失変異個体を作成する実験により、このシグナル伝達経路が睡眠制御と因果関係にあることを示している。Qニューロンの活性化が冬眠様状態を引き起こすという櫻井の発見はユニークであり、可能性は計り知れない。長瀬による選択的オレキシン拮抗・作動薬の開発は、覚醒障害、不眠症、ナルコレプシーの薬理的治療につながるだろう。



図：IIIS の沿革

3. WPI拠点としての実践

融合領域の創出：

IIISは、基礎生物学から薬学、実験医学、さらに認知科学や心理学までを統合した、総合的な睡眠研究活動を展開している。この異分野融合による新しい領域への挑戦は成功しており、そのことは広範な研究成果からも明らかである。トヨタの燃料電池バスをベースにした移動式睡眠ラボや、AIによる睡眠脳波ステージングと組み合わせた家庭用ウェアラブル脳波計などの独自技術を開発し、IIISの融合睡眠科学に新たな学問領域を加えた。

国際的な研究環境の実現：

IIISは世界中から優秀な研究者を集めることに成功しており、主任研究者の29%（8/28）、研究者全体では34%（24/70）が外国人である。また、毎年、定期的に行われる国際シンポジウムやセミナーには、海外から多くの研究者が集まり、睡眠科学における国際的な人材の循環を実現している。また、女性研究者の比率は36%（25/70）であるが、女性主任研究者は14%（4/28）とやや少数である。木村博士が事務部門長に就任したが、WPIセンターにおいて女性研究者がこの重要なポジションに就いた最初の例である。

研究組織の改革：

フラットな人事組織は、IIISによる非常に重要な改革である。柳沢機構長の米国での経験を生かしたリーダーシップは、引き続き効果を発揮している。人事、環境整備、予算執行など、広範な独立した運営が確保されている。優秀な事務部門長のもと、強力な事務的サービスが提供されていることも、IIISで実現している重要な改革の一つである。

4. WPI補助金期間終了後の進展計画

IIISの最初の10年間の成果を基に、睡眠様行動に関する基礎生物学的研究を睡眠そのものと並列させ、睡眠関連疾患の予測・予防に関する臨床研究との連携を図り、AMED Moonshotプロジェクトからの基礎的な資金を主な財源とした進展計画を策定した。

5. アドバイス及び勧告

- 1) 2022 年度までに合計 9 名の主任研究員がテニユアとなり、年々テニユアポジションを増やし、2026 年度末には合計 15 名の主任研究員になる予定である。これは実に素晴らしい計画であり、大学学長と拠点長のリーダーシップによって実現されなければならない。
- 2) IIISは、若手研究者の奨励、組織のグローバル化、システム改革を推進するために、様々な施策を講じてきた。米国型のフラットな組織、能力給制度、トップダウン型の意思決定など、これらの施策を筑波大学内の他の機関や部局に普及させる必要がある。
- 3) 残念ながら、他の先進国の研究機関と比較して、女性の主任研究者の数は少ない。女性科学者をどのように採用し、支援するかについて、拠点はより体系的な戦略を持つべきである。
- 4) IIISは、基礎生物学と薬学、実験医学、認知科学との統合に成功した。また、2021年4月より北川がIIISのPIに就任し、AI技術との融合研究を開始した。しかし、IIISは他の分野-例えばブレイン・コンピュータ・インターフェイス-との融合に研究を拡張すべきである。

- 5) 睡眠の質のモニタリングは、今、この分野で最もホットなトピックの一つとなっている。Apple Watch、Fitbit、Oura Ring、SenseWatchなど、多くの競合他社がスマートなウェアラブルモニタリングシステムを開発している。彼らはビッグデータを保有している。そのため、GAFAや他業界に対するIIISのアプローチや手法の違いを明確にしておく必要がある。

G-2. ELSI

拠点長：廣瀬 敬

PO：観山 正見、岐阜聖徳学園大学

最終評価結果

ELSIはWPIの全てのミッションを達成し、「WPI基準」の獲得に成功した。ELSIは、多くの発表論文に裏付けられたアストロバイオロジー研究を標榜する世界で唯一のリアルな研究所である。ELSIは東工大の中で、国際化とシステム改革における革新的な発展をなし遂げた。

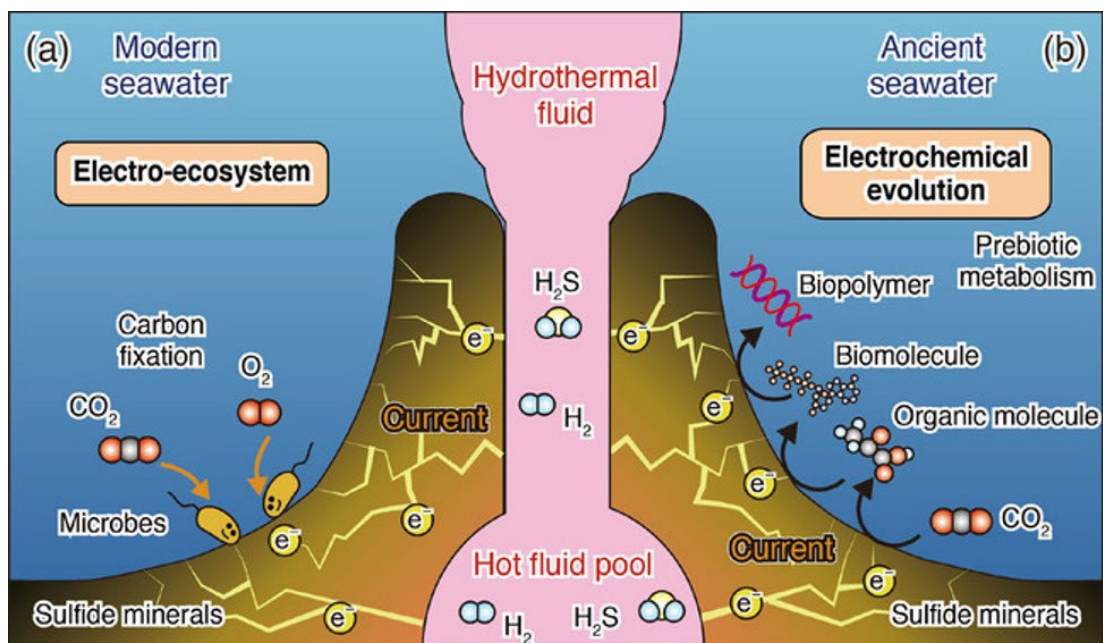
1. 拠点のアイデンティティ

2012年の設立以来、ELSIは地球と生命の起源を研究する世界トップレベルの研究所となるべく、努力してきた。いまや、ELSIは国際的に認知され、その分野で多くの研究者を惹きつけている。ELSIは、まさしく、地球と生命の起源に関する世界的な研究拠点としての地位を成功裡に確立した。

2. 世界最高水準の研究

ELSIでは、世界中から優秀な研究者が集まり、一つ屋根の下で、数多くのハイレベルな学際的研究活動を行っている。その結果、ELSI設立から2020年までの間に1100を超える論文が発表され、その多くがScienceやNatureといった高インパクトの学術誌に掲載された。

拠点の成果は、惑星としての地球の進化、水や初期大気なども含む地球の組成、生体分子の前生物学的合成、細胞やゲノムの形成などに及ぶ。地球の進化という文脈の中で、生命の進化における多くの重要な段階で、新しい発見がなされ、仮説が提唱された。



図：電気エネルギーによって支えられた現代地球における生態系と古代地球における前生物学的代謝進化

a) 電気独立栄養微生物によって維持される電気生態系

b) 金属硫化鉱物が触媒する電気エネルギーによって促進される前生物学的有機合成と代謝進化

3. WPI拠点としての実践

融合領域の創出：

地球という文脈で生命の起源を研究する、というELSIのビジョンは、それ自体が、地球科学と生命科学の両方の顔を持つ、学際的な概念である。そのため、ELSIで行われている研究の多くは融合研究である。その好例は、熱水噴出孔における地電氣的ポテンシャルが生物学的に重要な化学プロセスを動かす可能性を見出し、「地球電気化学」を形成したことである。

国際的な研究環境の実現：

ELSIは世界のトップレベルの研究者を引きつけることに成功している。英語ベースの環境をつくり、これらの研究者が満足する研究を行うことを可能にした。実際拠点の21人のPIのうち10人（47%）、また62人の研究者のうち24人（39%）は外国人研究者である。さらに若手研究者の60%は、ELSIでの勤務後、他の世界トップレベルの研究所へ職を得ることに成功しており、国際的な頭脳循環を促進している。

研究組織の改革：

東工大はELSIのPIも参加する5年間の大学院課程プログラム地球生命コース（ELSIコース）を新たに開設した。このプログラムでは地球生命科学の分野の次世代の研究者を育成する。大学院と研究所との間の大きなバリアを取り除いたことは、大学のシステム改革の大きな成果である。

ELSIの運営システムは東工大において大学改革のロールモデルとなっている。ELSIの先導的取り組みを参考にし、東工大は先端研究機構を樹立する。

4. WPI補助金期間終了後の進展計画

ELSIは、主要研究テーマを「地球生命」から「惑星生命」へと拡大し、太陽系外惑星という、より広い文脈での生命の進化を研究すると発表している（ELSIでは「ユニバーサル・バイオロジー」と呼んでいる）。この意味で、ELSIの次のターゲットは挑戦的なものと考えられる。

ELSIの次のアプローチは、宇宙ミッションや望遠鏡観測研究所との共同研究を行い、将来の宇宙探査で「ELSIモデル」の証拠を探すことである。この目的に向けて、ELSIは“シンクタンク”の役割をはたす。これはELSIが将来目指す、自然で合理的な方向性の一つである。

5. アドバイス及び勧告

WPIプログラム委員会は、ホスト機関である東工大が、ELSIが規模の縮小をしなくても良いよう、より多くの支援を行うことを希望する。大学は、ELSIが国内での競争的資金を得るだけでなく、海外の資金獲得もできるよう支援すべきである。ELSIで大学院教育を行うことは画期的な大学改革である。ELSIの新しい5年間の大学院教育プログラムを維持するため、東工大はホスト機関として財政的支援を保証するべきである。

現在のELSIにおける女性研究者割合は良い水準（19%）にあるが、ELSIは、女性研究者と同様、外国人研究者の割合においても、高いレベルのダイバーシティを維持する努力を続けるべきである。

6. 拠点長交代について

WPIプログラム委員会は、関根博士はELSIの次期拠点長として大変良い選択である、と同意する。彼の惑星化学と惑星生物学における研究成果は優れており、より宇宙生物学に焦点を絞る方向の彼のリーダーシップは、次のフェーズのELSIでうまくいくであろう。

G-3. ITbM

拠点長：伊丹 健一郎

PO：濱地 格、京都大学

最終評価結果

ITbMは、真に国際的な環境の中で、化学と生物学の融合により、多くの革新的な生体分子の発見と創造に成功し、世界でもユニークな研究所に発展した。また、名古屋大学の組織改革にも貢献している。ITbMは、WPIプログラムの使命を果たし、「WPI基準」に到達したと認められた。一方で、ITbMで発生した研究不正は深刻な問題である。ITbMが今後も発展していくためには、ITbMと名古屋大学において、適切な研究活動を行うためのより強固なシステムを導入し、オープンで透明性の高い研究文化を構築することが強く求められる。

1. 拠点のアイデンティティ

2012年の設立以来、ITbMは合成化学と植物・動物生物学との傑出した学際的研究を強固な基盤として、国際的な研究コミュニティの中で独自のアイデンティティを確立している。

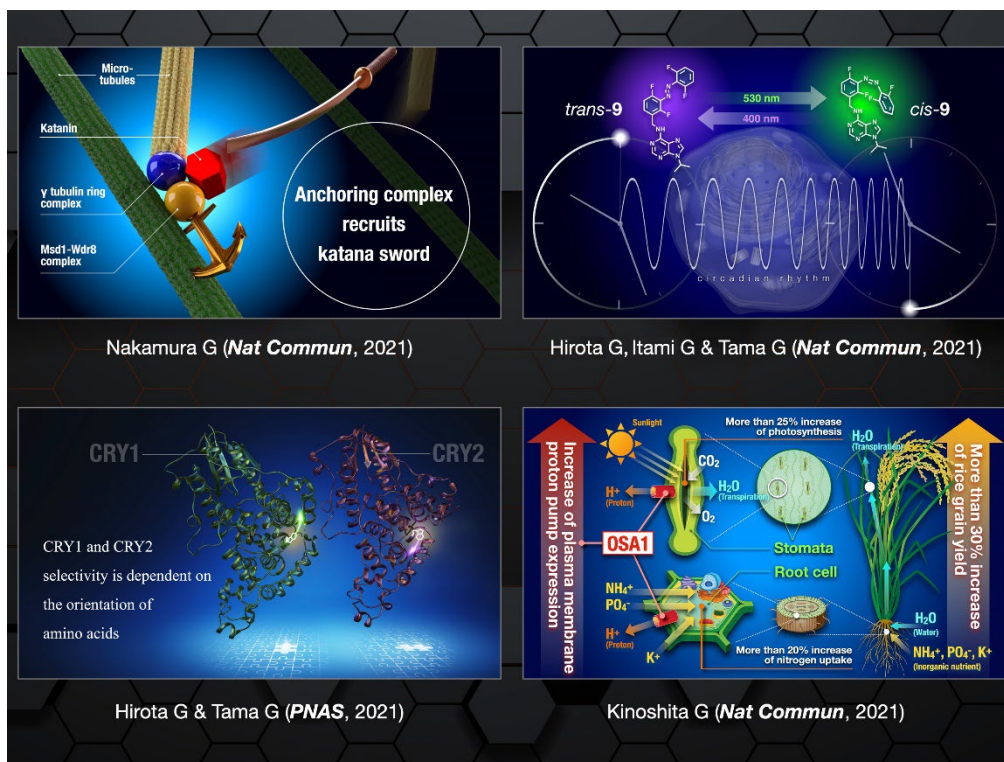
2. 世界最高水準の研究

ITbMは、最先端の合成化学、生物学、計算機科学を融合し、植物ケミカルバイオロジー（寄生植物ストライガ対策、植物ホルモン、植物繁殖）、ケミカルクロノバイオロジー（概日時計制御、季節性うつ病治療薬候補）、ライブイメージングの研究分野において、非常にユニークかつ世界最高水準の研究を実施している。その結果、ITbMのWPI助成期間中の10年間に、高インパクトのtop1%論文74報を含む1100報以上の論文が発表された。

3. WPI拠点としての実践

融合領域の創出：

伊丹拠点長の「複数の科学分野と科学文化の融合」という強いビジョンのもと、ITbMは植物・動物生物学と最先端の合成化学の融合に成功し、生体内で機能する新規分子を多数発見してきた。ITbMのメンバー間の共同研究により、一流誌に多くの共同論文が発表されている。



図：ITbMの主要な共同研究成果（2021）

国際的な研究環境の実現：

ITbMは、主任研究者の38%が外国人（5/13）、これまで在籍したポスドク全体の65%が外国人（69/106）であることが示すように、優れた国際的研究環境を実現している。ITbMの学際的な研究プログラムは非常に高い評価を得ており、世界中から優秀な若手研究者が集まってきている。その結果、39名の外国人ポスドクがITbMでの研究を経て、日本や海外のトップレベルの研究機関での研究職に就くことに成功しており、国際的な頭脳循環を促進している。

研究組織の改革：

ITbMでは、拠点長によるトップダウンガバナンス、評価に基づく報奨制度、英語による運営など、さまざまなシステム改革が行われている。名古屋大学はホスト機関としてMix-Labのコンセプトを全面的に受け入れ、ITbMを、内部改革を推進するパートナー、ロールモデルとして活用している。名古屋大学は文部科学省の「世界をリードするイノベーションとスマート教育（WISE）」卓越大学院プログラムの中核機関としてITbMを位置づけ、「トランスフォーマティブ化学生命融合研究（GTR）大学院プログラム」を開始した。また、名古屋大学大学院理学研究科のミックス構想に基づく改革案が、このたび文部科学省に承認された。

4. WPI補助金期間終了後の進展計画

ITbMは、ITbM2.0として新たな課題に取り組む予定である。これらは6つのフラッグシッププロジェクトとして実施され、いずれも社会に大きなインパクトを与えるとともに、まだ十分に発展していない基礎研究分野を進展させることが期待される。これらのプロジェクトに注力することは、センターの現在の成果を論理的だが、挑戦的に拡張し、新たな研究戦略と先見性をもって発展させるものである。名古屋大学の執行部は、ITbMのために19のテニュアポジションを確保し、2022年度からはその数を29まで増やす予定である。このような強力な支援は非常に歓迎すべきことであり、ITbMを維持する上で重要な意味を持つだろう。

5. アドバイス及び勧告

WPIプログラム委員会は、ITbMで発生した研究不正行為に深刻な懸念を抱いている。当委員会は、ITbMと名古屋大学がこの問題に真摯かつ適切に取り組んだことを十分に評価するが、拠点と大学には、科学的公正さと模範的な研究活動に関するより強力な監視と教育を実施するだけでなく、より根本的に、不正行為を防止するための基盤となる開放性と透明性に富んだ研究文化をさらに発展させることを強く要請する。当委員会は、このような取り組みが、ITbMが将来にわたって改善・発展していくために不可欠であると考えている。

女性研究者比率に関する多様性の問題については、女性候補者を戦略的に発掘するなど、より組織的かつ強力に取り組むべきと考える。

好奇心駆動型基礎研究と社会貢献型研究とのバランスに留意すべきである。産業界との連携については、知識移転のためのプラットフォームとして産業界のコンソーシアムを活用するアプローチをより積極的に展開する必要がある。

新センター長は、ITbM2.0のための強力で積極的な計画を打ち出す必要がある。それは、センターの科学の方向性だけでなく、科学的公正さと模範的な研究活動、多様性と男女平等の問題、産業界の協力のためのより積極的なアプローチに取り組む計画も含む。

6. 拠点長交代について

プログラム委員会は、吉村氏がITbMの次期ディレクターとしてふさわしい人物であることに同意する。吉村博士はITbMの創設メンバーであり、動物クロノバイオロジーの分野で優れた研究業績を持つなど、ITbMが次のフェーズで新しい研究の方向性を模索する際、生物学サイドからのリーダーシップが有効に働くと思われる。

しかし、ガバナンスと監視を改善するために、吉村博士は新拠点長として、科学的公正性の問題に取り組む、研究所とセンターの開放性と透明性に富んだ研究文化を発展させるために、厳格なリーダーシップと責任を果たすべきである。

H. 2017（平成29）年採択2拠点の中間評価

H-1. IRCN

拠点長：ヘンシュ タカオ

PO：三品 昌美、立命館大学

スコア：A+

IRCNは、WPIプログラムの水準を十全に満たす「世界最高峰」の国際研究ハブ拠点となるべく、発展を遂げてきた。機構が掲げるテーマと到達目標は非常に挑戦的かつ野心的である。しかし、その卓越性とインパクトをより確実にするためには、IRCNはその研究焦点を精選する必要がある

A. 拠点形成の進捗

1. 研究水準

IRCNの活動は先駆的分野の開拓に取り組む仕事であり、世界トップレベルの研究所を目指して前進してきた。IRCNの基礎神経科学と脳発達科学は卓越している。その学際的な共同研究は、精神疾患の理解と予測において非常に刺激的な進歩をもたらしている。

IRCNによるAI研究は、現在まだ予備検討的な段階にある。脳の発達原理を基盤とすることで、革新的な次世代AIの研究がどのように展開できるのか、IRCNは明確なビジョンを描く必要がある。

機構の研究者は、多額の外部資金を獲得することに成功している。

2. WPI拠点としての実践

融合研究：

IRCNは、神経発達研究と臨床研究活動や計算科学とを結びつけてきた。ボトムアップのチーム・サイエンス戦略により、IRCNは多くの学際的な共同研究を立ち上げた。IRCNが発表した学際的な研究論文の数は、IRCNで実際に融合研究が進んでいることを証明している。

機構長は、トップダウンのリーダーシップとボトムアップの研究提案を統合させるために、サステナビリティ、シナジー、コミュニティの各オフィスを設立した。COVID-19パンデミックのなかにあっても、機構長と研究者はバーチャルやリモートで活発に交流した。



図：日本科学未来館にて本機構の研究を基に長期展示が行われた。入場口と来場者（左）、インタラクティブな要素を取り入れた展示（右）

国際化：

ヘンシュ機構長は、4人の若手主任研究者を含む優秀な若手研究者を採用した。IRCNIは4名の外国人主任研究者、33名の外国人研究者を擁している。

IRCNIは、15の研究機関と国際的なネットワークを構築している。これらの研究所の代表的な研究者は、シンポジウムへの出席、教育、共同研究のために頻繁にIRCNIを訪れている。また、海外からのサマーインターンを定期的に受け入れ、国際的なニューロ・インスパイアド・コンピューティング・コースを開催している。COVID-19パンデミックにあってもIRCNIの国際ネットワークは活発で、他の研究機関とバーチャルな手段での交流を確保している。

システム改革：

IRCNIは、多様な分野、国籍、性別の科学者を採用してきた。バイリンガルの事務職員を雇用するとともに、海外からの研修生も受け入れている。IRCNIのチーム・サイエンス戦略はうまくいっており、IRCNIが設立した4つのコア・ファシリティは共同研究を促進するための良い枠組みとなっている。これらの取組を通して、IRCNIは大学の改革に影響を与えている。

今後、機構長が物理的に滞在することで、IRCNIにおいてより大きなリーダーシップを発揮することが必要である。

拠点構想の今後の展望：

IRCNIは、世界的な国際研究拠点に向けて適切な道筋を進んでいる。ムーンショット・プログラムを始めとする外部資金獲得にも成功している。

世界には、ニューラルネットワーク研究にたいして物量作戦のみに留まらず生体模倣の概念をも導入して取り組んでいる強力なグループが多数存在する。このテーマについて、拠点は具体的なビジョンを明確に

説明していない。特に、脳の発達原理に基づいた次世代AIをどのように開発していくのか、IRCNの将来ビジョンと方向性がさらに明確にされる必要がある。

IRCNは今後5年間の目標をより明確に定める必要がある。2026年以降のIRCNの将来は、今のところ不透明である。

B. 補助金期間後半における、拠点の自立に向けたホスト機関の具体的計画

（6年目以降の拠点運営）

東京大学は、研究建屋をIRCNに提供し、改修のための資金、基本的な装置、若手主任研究者ポジションを提供し、支援してきた。東京大学は、IRCNの大学内への恒久的設置に向けた、具体的な戦略を策定するワーキンググループを立ち上げた。しかし、東京大学による支援範囲は、IRCN支援へのコミットメントと機構の上級研究者のためのテニユアPIポジションの確保に関して、不明確である。IRCNの新棟の建設と長期的な資金提供の計画を実行する必要がある。

アドバイス及び勧告

（拠点の維持へ向けたホスト機関の計画への意見も含む）

- 1) IRCNは、今後5年間の目標達成に向けた具体的な計画を提示するべきである。特に、脳の発達原理に基づいた次世代AIをどのように開発していくのか、明確なビジョンを示すべきである。IRCNは、HIの起源をどのように解明するのかを明確にするよう努力すべきである。機構長は、IRCNに対して、より強いリーダーシップを発揮することが必要であり、そのためには、物理的に滞在する必要がある。
- 2) IRCNは、次世代の研究者を育成するシステムを構築するべきである。独自の大学院プログラムは特にその候補である。
- 3) ジェンダーバランスの改善に向けた努力を継続すること。
- 4) 2026年以降のIRCNの将来は非常に不透明である。IRCNは長期的な支援体制を確立し、上級研究者のための恒久的な教員職を確保するための努力を続けなければならない。
- 5) 東京大学は、IRCNに対する支援内容、特に機構のために確保すべきテニユアの主任研究員の数を明確にするべきである。IRCNの新棟建設と長期的な資金調達の計画を実行すべきである。

H-2. NanoLSI

拠点長：福間 剛士

PO：中野 明彦、国立研究開発法人理化学研究所

スコア：A+

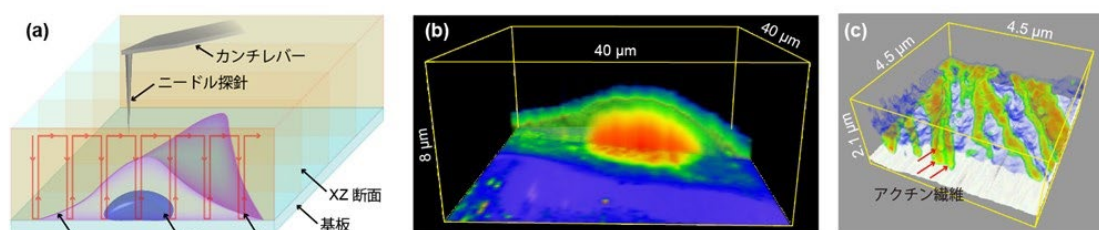
NanoLSIは、WPIプログラム基準を完全に満たした「世界トップレベル」の国際研究拠点になろうとしている。NanoLSIの科学水準と組織改革の実施は高く評価される。世界トップレベルのBio-SPM技術を、がん研究に限らず、生物・医療における課題へ応用し、実りある成果をあげることが期待される。

A. 拠点形成の進捗

1. 研究水準

拠点の科学レベルは素晴らしい。Bio-SPM技術は世界トップレベルであり、その論文実績は輝かしい。高速AFMはさらに高速化し、3次元AFMは細胞表面や細胞内構造のイメージングを可能にした。NanoLSIは、これらの技術を駆使して、細胞生物学やがん科学の問題に取り組んでいる。SICMのセンサー作製に化学を応用することは難しいことだが、拠点は着実に前進している。新棟に設置された装置や設備は世界最高水準であり、NanoLSIは国際的な共同研究の要の拠点として認知されている。

ナノ内視鏡AFMによる細胞内3次元観察の原理と測定例.



(a)動作原理, (b)生きたHeLa細胞の3次元AFM像, (c)生きた繊維芽細胞内部のアクチン繊維の3次元AFM像. (Penedo et. al., Sci Adv. 2021, DOI: 10.1126/sciadv.abj4990)

2. WPI拠点としての実践

融合研究：

融合研究を進める努力は、福間所長のイニシアティブで行われており、目に見える形で多くの成果を上げている。その鍵となるのが、同センターで進められているナノ計測学と超分子化学の融合である。がんの進行の重要な指標となる分子センサーの開発など、NanoLSIのいくつかのアプローチはうまく行き始めている。今後も、最先端のBio-SPM技術を、細胞生物学・医学の重要な問題に応用することが不可欠である。

国際化：

パンデミックにもかかわらず、海外からのポスドクは着実に増え、現在ではセンター全体のポスドクの8割を占め、主任研究者を含む海外研究者の比率は3割を超えている。外国人主任研究者の活動は良好であり、日本でのco-PIsの雇用により、さらに充実したものとなっている。

システム改革：

NanoLSIは、拠点長のトップダウン運営のもと、すでに標準的な改革を実施している。新棟では、多くのBio-SPMやハイエンド顕微鏡が設置され、とても素晴らしい「一つ屋根の下」の環境が実現されている。金沢大学は、NanoLSIを全ての権限をもつ独立した機関として位置づけ、大学院新学術創成研究科ナノ生命科学専攻を開設している。これらは、システム改革の優れた推進役として評価されている。

拠点構想の今後の展望：

NanoLSIは、今後も素晴らしい研究成果を出し続け、世界レベルの地位を維持する必要がある。その鍵となるのは、生命科学の未解決問題に対するBio-SPM技術の応用である。その研究ロードマップは継続的に見直され、更新される必要がある。がん研究における標的は、慎重に選択し、焦点を絞る必要がある。NanoLSIの資金調達の実績は、現在までのところ極めて良好であり、その継続がセンターの将来にとって非常に重要である。

B. 補助金期間後半における、拠点の自立に向けたホスト機関の具体的計画

（6年目以降の拠点運営）

WPIプログラム委員は、金沢大学が将来にわたってNanoLSIを持続的に支援していく、と山崎学長が力強く表明したことに非常に感銘を受けている。これらの計画は大変素晴らしく、実現可能なものであり、助成期間の後半にNanoLSIを世界トップレベルの研究所として維持するために不可欠なものである。2021年度末に現執行部が交代するため、次期執行部のコミットメントを確認することが必要である。

アドバイス及び勧告

（拠点の維持へ向けたホスト機関の計画への意見も含む）

- 1) 拠点のロードマップにチャレンジを明確に示し、継続的に更新すること。
- 2) NanoLSI の外国人PIの活動をより活発にするための努力を継続すること。
- 3) 多様性の恩恵を受けるため、特にPIレベルでの女性研究者を増加するため、個別的な努力ではなく、より包括的な戦略的アプローチを確立すること。
- 4) 金沢大学の支援計画で約束された人員数を早急に割り当てること。
- 5) Bio-SPMセンターが時代遅れにならないよう、また、その先端技術を失わないよう、今後のBio-SPM技術を前進させる具体的な計画を立てること。
- 6) 超分子化学グループが開発したバイオセンサーは、Bio-SPMで実用化できるほど選択性、感度が高くない。この状況を大幅に改善する必要がある。
- 7) 人材は拠点の発展にとって非常に重要である。若い研究者を採用し、学部レベルの学生も参加させることが望まれる。
- 8) Bio-SPM技術にロボットやAIを導入することを検討すること。より広い分野の研究者の参加は、細胞の機能の解明に大きく貢献するだろう。

I. 2018（平成30）年採択2拠点のフォローアップ

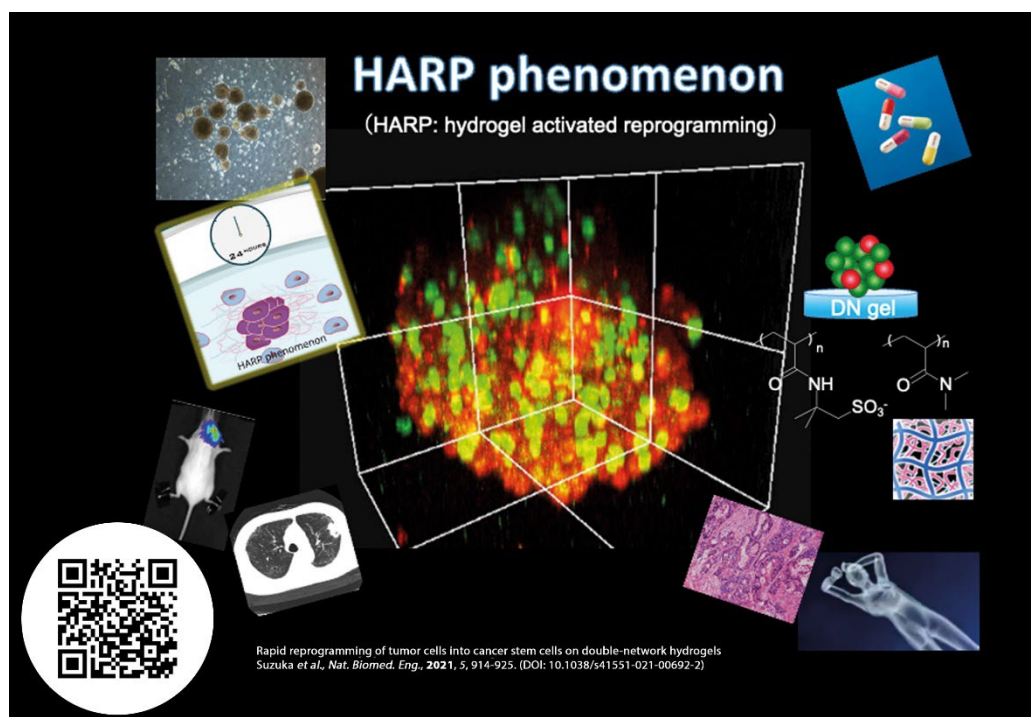
I-1. ICReDD

拠点長：前田 理

PO：巽 和行、名古屋大学

1. 世界最高水準の研究

ICReDDでの研究は引き続き高度であり、高い研究成果を伴う様々なプロジェクトの推進に目覚ましい進展があった。理論化学者と合成化学者の共同作業により、反応設計や化学合成の新規戦略を生み出す新たな機会が生まれた。生物学的応用の成果は限られているが、最近の共同研究は、ハイドロゲルが幹細胞生物学と細胞療法に革命をもたらす大きな可能性を示唆している。個々の主任研究者が確保した多額の外部資金（約9億円）も、ICReDDの研究競争力の高さが資金提供者に認められたことを証明している。



図：ダブルネットワーク（DN）ハイドロゲルは、分化したがん細胞を24時間以内にがん幹細胞に変換できる。この研究は2021年3月にICReDDのマンスリー研究ポストカードで紹介された。

2. WPI拠点としての実践

融合領域の創出：

ICReDD では、mix-lab や mix-office の設置、各種セミナーの開催、学際研究のためのスタートアップ助成など、融合研究の推進に特に力を入れている。特筆すべきは、「融合研究スタートアップ助成金」を創設し、若手研究者がボトムアップで挑戦的な融合プロジェクトを立ち上げていることである。また、ICReDD は、情報科学の研究活動への寄与を高めることにも力を注いできた。新しい主任研究者の雇用もあって、情報科学は強化された。

国際的な研究環境の実現：

3名の外国人主任研究者の活動は、共同主任研究者や札幌の研究者の登用も手伝って、より目に見えるようになってきている。さらに、ICReDDは、3つの異なるコアディシプリンにおいて、海外から准教授レベルの新しいジュニアPIを採用し、それぞれにスタートアップパッケージを提供することを計画している。特に心強いのは、北海道大学からICReDDにテニユアトラックポジションを提供し、若手主任研究者を採用するとの申し出があったことである。現在のパンデミックにより候補者の採用が難しい時期ではあるが、センターは実験系のジュニア主任研究者1名の採用を決定し、現在、理論系のジュニア主任研究者の採用も決定間近である。

研究組織の改革：

ICReDD の組織改革は、エグゼクティブ・ディレクターの任命と新総長のサポートにより、効果的に行われている。将来計画WG、新棟準備WG、設備導入管理WGの3つのWGが設置された。いずれも昨年よりはるかに良い状況になっているようである。拠点長は、拠点内の協力者や管理者に業務や権限を委譲しながら、より戦略的に考え、計画することができるようになった。

拠点の中長期的な発展を確保するための取組：

北海道大学は、新棟（5,500m²）という物理的なスペースを提供し、拠点を強力にサポートしている。WPI の助成期間を超えて ICReDD の持続可能性を確保するための将来計画 WG の開始は、歓迎すべき動きである。MANABIYAシステムは、拠点にとって貴重な資産となる可能性がある。共同研究の開始や、産業界との新たなコンタクト、既存のコンタクトの強化に活用されている。しかし、COVID-19 の大流行により、現段階では成功は限定的である。

昨年度のフォローアップ結果への拠点の対応：

昨年度の指摘事項のほとんどに、拠点は積極的に対応した。特に、ラボスペースの確保と北海道大学による強力なサポートは、非常にポジティブな成果として捉えることができる。

3. 求められる対応と勧告

- 1) 計算科学／情報科学／実験科学の融合によるトップレベルの科学の実現に向けた取り組みを継続すること。7つのフラグシッププロジェクトは、この目的を達成するための非常に活発な手段となっている。
- 2) ICReDD は、ジェンダーバランスの問題に取り組む必要がある。2020 年度の新規採用研究者は 13 名（外国人 9 名、女性 1 名）であった。研究者66名中24名が外国人、7名が女性であり、まだ非常に少ない。女性主任研究者の登用・採用の計画に加えて、若手女性研究者をどのように支援するか、計画を立てる必要がある。若い女性研究者のために、もっと成功したロールモデルが必要である。ICReDD は、日本の女性研究者の地位向上により、国際的な認知を得る機会がある。
- 3) 優秀な若手研究者の採用を通じて、国際的な認知度を高める努力を継続すること。海外の定評あるトップ研究機関の研究者や学生をより多く招聘することが望まれる。

- 4) 臨床医と化学者が共同でがん診断を進める際に、科学的知識の深い意味を共有することに困難があるように思われる。ICReDD は、より良いコミュニケーションを促進するための仕組み作りを奨励すべきである。
- 5) ICReDD の重要な使命と調和するように、基礎研究の社会的価値を示すために、学术界を超えたアウトリーチ活動をより積極的に展開することが重要である。
- 6) WPI の助成期間を超えて ICReDD を恒久的な研究機関として確立するために、明確かつ具体的な計画が必要である。重要な項目は、ICReDD に所属する研究職および管理職の数を増やすことである。

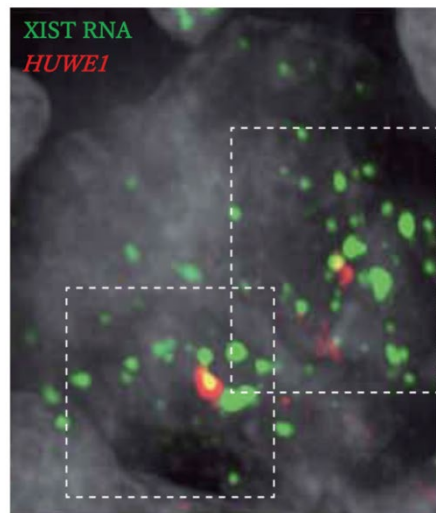
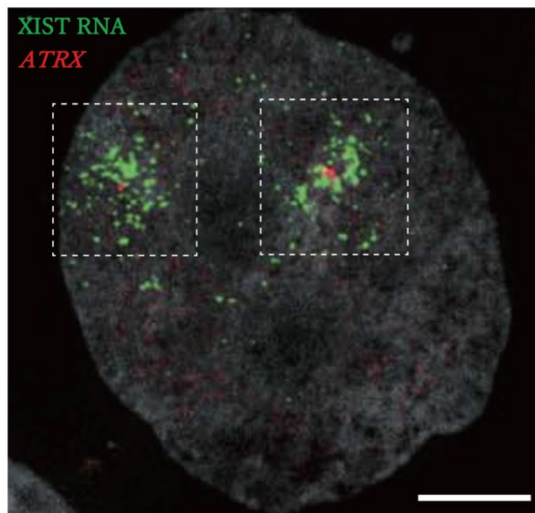
I-2. ASHBi

拠点長：斎藤 通紀

PO：岡野 栄之、慶應義塾大学

1. 世界最高水準の研究

ASHBiの研究は、非常に素晴らしい成果を含め、順調に進展している。3つのコア、SignAC、PRiME、NPAFは、強力なゲノム解析と動物実験材料を提供し、ASHBiの研究の多くにうまく機能している。拠点作業部会からの助言を受けて、ASHBiは5つの目標それぞれを推進するための「フラッグシッププロジェクト」の立ち上げを真剣に議論している。プロジェクトによって、計画の成熟度や実行段階が異なるようである。特に、老化に関するプロジェクトは、その範囲も5番目の目標との関係もまだ曖昧である。そのため、このプロジェクトでは、計画立案のスピードを上げる必要がある。



M. Saitou



I. Okamoto

左図：胚齢8日目の胚盤胞の栄養外胚葉細胞。

右図：胚齢57日目の始原生殖細胞。いずれもXIST RNA（緑）とX連鎖遺伝子（赤）を蛍光 in situ ハイブリダイゼーションにより可視化し不活性化の進行度合いを検証したもの。

2. WPI拠点としての実践

融合領域の創出：

ASHBi では、生物学と数学の融合が着実に進んでいる。一細胞 RNA 配列データ解析におけるノイズ除去のための xRECODE という素晴らしい手法が開発され、MAGIC などの既存の手法と比較しても、非常にうまくいっているように見える。一方で、この手法が他の多くの手法とどのように競合するのか、普遍的に利用できるようにすることが重要であろう。生命倫理と生命科学の融合については、幹細胞研究・再生医療分野の倫理的行動に関する ISSCR ガイドラインの策定を ASHBi が支援したことが特筆される。この新しいガイドラインは、胚、幹細胞を用いた胚モデル、キメラ、オルガノイド、ゲノム編集など、最近の科学的進歩に対応するもので、その一部は ASHBi が提案したものであり、ASHBi の活動とも密接に関連

するものであった。

国際的な研究環境の実現：

ASHBiは、昨年度から国籍・性別の多様性を意識的に向上させてきた。女性の外国人PIがASHBiに加わることは歓迎すべきニュースである。主任研究者の外国人比率は22%（4/18）、全研究者の外国人比率は27%（15/54）に改善される予定である。また、女性比率はPIで17%（3/18）、研究者全体で24%に改善される予定である。しかし、全研究者と主任研究者の外国人比率は、他の WPI センターの平均レベルよりまだ低いことに注意する必要がある。

研究組織の改革：

強力な事務的サポートは、ASHBiのシステム改革の非常に良い点の一つである。また、ASHBiの研究活動は非常に学際的であり、京都大学医学部附属病院や京都大学iPS細胞研究所との連携も強化された。ASHBiの業務効率化が、京都大学全体の組織改革につながることが期待される。一方、COVID-19パンデミックによる入国制限が解除されるまで来日できない優秀な外国人研究者をASHBiが雇用するためには、京都大学の海外在住研究者の雇用に関する規則を変更する必要があるだろう。

拠点の中長期的な発展を確保するための取組：

今年度（2021年度）、ASHBiと京都大学は、拠点の将来的な発展を目指し、多大な努力を重ねてきたと認識している。京都大学からは、建物とスペース（2,010m²）、3つのコアファシリティのための先端機器購入資金、複数年予算による間接経費の50%、2名のテニユアポストという形で、ASHBiのキックオフに非常に強い支援があった。しかし、新しく採用されたPIの数を考えると、2つのテニユアポジションはセンターの持続可能性を確保するのに十分とは言えない。この部分では、ホスト機関からのより積極的な支援が望まれる。

昨年度のフォローアップ結果への拠点の対応：

ASHBiは、多様性の問題〔(6)国際化と(7)ジェンダーバランス〕を除いて、昨年与えられたアドバイスにおおむね応えているようである。遺伝子選択（5）は注意が必要かもしれない。非ヒト霊長類の研究資源は非常に貴重であるため、遺伝子組み換え実験でどの遺伝子を選択すべきかについて、過去の齧歯類研究では解明されていないヒト疾患の遺伝に関する情報を利用するなど、明確な根拠を示す必要がある。このことは、不安関連疾患の霊長類モデルを作成する上で特に重要である。

3. 求められる対応と勧告

拠点運営について

- 1) 来年（2022年）の中間評価時に、ASHBiはこれまでの成果をまとめ、10年間のWPI助成期間の後半における目標や戦略を考案する必要がある。
- 2) 京都大学は既に数年にわたり ASHBi の設立に貢献しているが、10年間の助成期間終了後、11年目以降のセンターの運営には、京都大学からのさらなる支援が必要である。
- 3) ASHBiの若手女性研究者の数はまだ比較的少なく、スタンフォード、ブロード研究所、UCSFなど他の世界トップレベルの研究所の傾向とは相反すると思われる。ASHBiにおける女性研究者

の割合の低さを解消するための継続的な努力は、現段階では特に重要である。

研究について

- 1) ASHBiの科学的ブランドを確立するためには、フラッグシッププロジェクトに磨きをかけ、ASHBiのユニークな科学的アイデンティティを国際科学界が認識するための狼煙（目印）あるいは灯台となるよう、精力的に実行することが重要である。
- 2) ASHBi の xRECODE 法を迅速に一般に公開し、他の多くの手法に対する優位性を確認することが重要である。
- 3) 生命倫理の議論において、ASHBiがリーダーシップを発揮することが望まれる。
- 4) ASHBiのヒト医学へのトランスレーショナルリサーチの立場から、ヒトの病気とヒト以外の霊長類のモデルとの関連付けを試みることは有用である。
- 5) どのようなヒト特有の形質が観察されようとも、それは最終的にはヒト特有のゲノム配列から生み出される。どのようなエピジェネティックな修飾が導入されるか、特定の遺伝子がどれだけ活性化されるか、遺伝子産物の活性は、実際のところゲノム配列によって決定されるのだろう。したがって、ASHBiの目的の一つは、人間を人間たらしめているゲノム配列（または領域）を特定することであると言える。

J. 2021年発足した新規WPI拠点

2021年2月、文部科学省は2021年に発足する新規WPI拠点1件の提案を募集した。WPIプログラム委員会は、3段階の厳正な選考過程を経て、9月の委員会で高エネルギー加速器研究機構の「量子場計測システム国際拠点（QUP）」構想を採択した。

羽澄 昌史氏を拠点長とする、QUPは、素粒子物理学、宇宙物理学、物性物理学、計測科学、システム科学などの学際的な研究を通じて、革新的な発展を目指す量子場計測システムにフォーカスし研究を行う。その成果は、物理学にとどまらず、さまざまな科学分野で人類に新たな「眼」を与えるだけでなく、未来社会の実現に向けた道を切り開くだろう。

QUPは、2021年12月16日に正式に発足した。

K. WPI アカデミー拠点

K-1. 目的とメンバー

最初に設立されたWPI拠点の10年間の補助金支援期間が終了すると同時に、2017（平成29）年度に、文科省によってWPIアカデミーが設立された。その目的は、これまでに得られた成果を踏まえ、WPIの知名度・ブランドを維持・向上させるとともに、我が国の研究環境の国際化やその他の改革を先導することである。

アカデミー拠点になるには、WPIプログラム委員会から「WPI基準」を満たした拠点であることを認定される必要がある。その後、3～4年ごとにWPIプログラム委員会から再認定を受け、「WPI基準」を維持しているかどうかを判断される必要がある。

現在、WPIアカデミーセンターは、2016年度からAIMR、iCeMS、IFReC、MANA、Kavli IPMU、2020年度からはI²CNERが認定されている。

K-2. 2017年にアカデミー拠点となった4拠点の再認定

AIMR、iCeMS、IFReC、MANAについて、COVID-19感染症拡大のため2020年夏から延期されていたアカデミーサイトビジットが2020年12月から2021年1月、オンライン形式で約3時間という短縮版で実施された。アカデミーワーキンググループによる現地視察報告書はプログラム委員会に報告され、2021年2月の委員会で国内委員が再認定評価を実施した。委員会は、4つのセンターがそれぞれ「世界トップレベル国際研究拠点プログラムアカデミー」で求められている「世界トップレベル」の研究・運営水準を維持していることを十分に確認した。委員会は、WPIの補助金支援期間終了に伴う困難にもかかわらず、拠点の努力とホスト機関からの支援は、センターの強みと活動の維持に貢献したと指摘した。

AIMR:

AIMRがアカデミーに移行した後、2019年に拠点長が数学者の小谷元子氏から材料科学者の折茂慎一氏に変わった。新しい拠点長のもと、数学-材料科学連携という同一のミッションに基づく3つの先進的ターゲットプロジェクト（ATP）が策定された。AIMRの研究生産性は非常に高く、材料科学において世界をリードする研究状況を維持し、インパクトのあるジャーナルに継続的に多くの論文を発表している。AIMRは数学者との学際的研究を積極的に推進している。本センターはホスト機関からの約8億円の予

算を含め、総額17～18億円/年の予算で財政的に維持されている。

iCeMS:

2016年度に拠点のWPI補助金期間が終了してからも、iCeMSの高レベルの研究活動は、WPIアカデミー拠点として維持されている。iCeMSは2007年の設立以来、WPIプログラムの下での拠点のミッションとして、材料科学と細胞生物学の融合に意欲的に挑戦してきた。センターの規模は縮小されたが、多くの優れた論文を継続的に高インパクト学術誌に発表している。国際化において、iCeMSは、タイ、台湾、中国、フランス、米国に共同ラボを設立している。拠点は、21名の研究ポスト、研究スペース、設備など、ホスト機関からの強力な支援を受け維持されている。京都大学は、先端研究を実施するための新しい組織であるKUIAS（Kyoto University Institute for Advanced Studies）を設立した。KUIASの中核メンバーとして、iCeMSともう一つのWPI拠点ASHBiは、ホスト機関内で挑戦的な研究を進めるために主導的な役割を果たしている。

IFReC:

プログラム委員会は、IFReCの免疫学における優れた業績と、イメージング技術とバイオインフォマティクスの間の学際的な研究を大いに評価する。IFReCが最近、ヒト免疫学を主要な研究テーマの一つとして導入したことは、拠点の進歩の新たな一步を示すものである。また、国際シンポジウムの開催や、海外機関と連携して免疫学の「ウィンタースクール」を開催するなど、拠点の国際化も顕著である。委員会は、IFReCが2つの製薬会社と包括連携契約を結び、研究者の自由を確保しながら、拠点の活動を完全に維持できていることに特に感銘を受けている。

MANA:

MANAはWPI補助金支援期間終了後、7つの研究センターの一つとしてNIMSに組み込まれ、現在NIMSの材料科学に関する基礎研究を担っている。この再編に伴い、MANAの5つの研究分野は、ナノマテリアル、ナノシステム、ナノセオリーの3分野に再編成された。2017年から2019年の間に、206名の研究者が1,400編以上の論文を発表している。2Dナノシート、原子スイッチ、ナノポーラス金属材料、熱電材料、トポロジカルフォトリック結晶など、拠点の研究成果は目覚ましいものである。MANAは2017年以降、さらに2つの海外サテライトを設立し、合計7拠点となり、拠点の研究交流と国際頭脳循環を強化している。

K-3. 2020年にアカデミー拠点となったI²CNERのフォローアップ

2020年度はI²CNERに取りWPIアカデミー拠点としての初年度であった。ソフロニス博士が拠点長を続け、チャップマン博士が事務部門長となり、イリノイ大学サテライトの継続が確認された。研究員総数は2019年の約2/3になったが、PIは全24名が維持されている。今後5年間は強力な外部資金の受け入れが期待でき、また九州大学の強いサポートも継続している。総じてWPIアカデミー拠点への移行は順調である。

K-4. MANA拠点長交代について

2021年3月、MANAのホスト機関であるNIMSから、センター長を佐々木隆義博士から谷口隆博士

に変更することが申請された。WPIアカデミー拠点長変更の手続きに従い、2021年3月8日にAD、AO、PD、DPDによる事前評価が行われ、2021年7月27日にプログラム委員会の国内委員によるヒアリングが実施された。その結果、変更が承認され、谷口氏は2021年8月1日から拠点長に就任した。

谷口博士は、量子材料の創製で知られる著名な材料科学者である。ナノアーキテクニクスを中核概念とし、研究の独創性、国際的視野、相互理解と協力によるイノベーションを重視しながら、MANAを牽引するだろう。

L. WPI国際的レピュテーション調査分析

2021年、日本学術振興会WPIセンターは、レピュテーション調査を実施した。その目的は、WPI拠点とWPIの事業について、世界の学術研究者、資金提供者、政策立案者がどのような見解を持っているかを把握することであった。

その方法として、WPIプログラムの使命と目標に関するアンケートに基づくインタビューを、世界各国の学識経験者55名、編集者3名、政策立案者8名の計66名に実施した。インタビュー回答は、テーマ別コーディングにより分析され、インタビュー対象者が表明した主要な意見が抽出された。調査は、Springer Nature社を通じて、英国の調査会社Research-Consulting社に依頼した。その主な結果は以下の通りである。

学識経験者による見解：

- WPI拠点は優れた科学を行っているが、WPIプログラムは広く知られていない。
- WPIセンターは科学界にインパクトを与えている。
- 研究者の自由な発想に基づく研究と資金提供がその独自性と評判を支えている。
- WPIプログラムにおける核融合の取り組みの規模はユニークである。
- WPI拠点は世界とつながる研究機関として発展しており、海外の研究者を惹きつける強い価値提案を有している。
- 研究者は、個人のキャリア段階に応じて、WPI拠点との交流について異なる関心を持っている。
- WPI拠点は長期的な社会的インパクトをもたらす可能性がある。

資金提供者、政策立案者、編集者による見解：

- WPIプログラムに対する見方は肯定的であるが、認知度は非常に限られている。
- WPI拠点は日本の学術界に長期的な変化をもたらす可能性を持っている。
- コラボレーションの機会をより有効に活用できるのではないか。
- 長期的な資金提供は特に重要であり、10年を超えて延長することが適切な場合もあるだろう。

今後の改善に向けて

- WPIプログラム・拠点によるコミュニケーションを強化することで利益を得ることができるだろう。
- WPI拠点への資金提供期間をさらに延長するのが望ましい。
- 人文・社会科学分野への注力が限定的である。
- 文化的障壁がWPIプログラムの長期的な成功の妨げになる可能性がある。

結論

WPIプログラムは、その戦略目標を幅広く達成している。改善すべき点は、i) 海外機関がWPI拠点やWPIプログラムと関わるための経路を明確にすること、ii) 個々のWPI 拠点が定期的に見直しを行い、現在の10年間を超えて資金提供を行うこと、iii) WPI拠点で得られた研究成果をさらに発展させ、実用化するベンチャーの機会について明確にすること、iv) これまでの成果を踏まえ、ジェンダーや国籍の多様性を継続的に向上させること、の4点が提案された。

M. ブランディングとアウトリーチ

COVID-19感染症拡大が継続しているため、今年もWPIのブランディングとアウトリーチ活動の多くは、オンライン開催となっている。

2021年1月には、東京近郊の80以上の在外公館と関連団体のメンバーで構成される科学技術外交サークル（S&TDC）の主催で、WPI大使館セミナーと題した新しい集まりが開催された。このセミナーは、世界中のWPIセンター、研究機関、資金提供機関の関係者をつなぐ場を提供することを目的としている。セミナーでは、WPIプログラムの概要が発表され、その後、いくつかのWPIセンターとその研究内容がより詳細に紹介された。2021年12月に2回目のセミナーを開催し、ドイツのDFGとEU委員会からWPI研究者のための資金提供の機会について情報が提供された。



図：第10回WPIサイエンスシンポジウムで発表する高校生

2021年12月、第10回WPIサイエンスシンポジウムが「Nano World orienting towards the Future」をテーマに、石川県スーパーサイエンスハイスクール研究発表会と合同で、金沢で開催された。このシンポジウムは、金沢大学のNanoLSIが中心となって開催された。秋には、日本におけるCOVID-19感染症の状況が一段落したこともあり、シンポジウムはハイブリッドで開催

することができた。金沢の県立音楽堂に集まった360人を越える高校生が、WPI拠点の研究者の講演を直接聴くことができた。また、オンラインポスターセッションを通じて、研究者との交流が行われた。

WPIフォーラム <https://wpi-forum.jsps.go.jp> は、WPIの経験やノウハウを、大学や研究機関の関係者に向けて発信するためのWPIウェブサイトである。今年度は、「WPI研究ストーリー」のページに、新たに「WPIならではの研究創成ものがたり」というコンテンツが追加された。このページでは、WPI戦略、特に研究環境や運営において、WPIならではの融合研究の創出に成功した事例を選んで紹介している。