



世界トップレベル研究拠点プログラム  
中間評価結果・平成22年度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  
平成23年12月

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

要旨.....	1
A. 世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）の概要.....	2
B. 平成21～22年の主な出来事.....	3
B-1. M9.0の大地震と津波及び原子力災害.....	3
B-2. 新しい研究棟.....	5
C. アンケート調査及び科学論文調査.....	5
C-1. アンケート調査.....	5
C-2. 科学論文についての状況調査.....	5
D. 中間評価・フォローアップ.....	7
D-1. 現地視察.....	7
D-2. プログラム委員会.....	7
E. 中間評価.....	8
E-1. AIMR.....	8
E-2. IPMU.....	10
E-3. iCeMS.....	12
E-4. IFRc.....	14
E-5. MANA.....	15
F. フォローアップ.....	17
F-1. I <sup>2</sup> CNER.....	17

要旨：

WPIのミッションは非常に野心的である。我が国に国際的に開かれた目に見える研究拠点を形成することを目指して、トップレベルの研究水準に加え、国際化、融合研究の推進、既存のシステムの改革が、WPI研究拠点に求められている。

これらのミッションの下、5つのWPI拠点、すなわち、材料科学の東北大学AIMR、宇宙研究

の東京大学IPMU、細胞生物学の京都大学iCeMS、免疫学の大阪大学IFReC、ナノテクノロジーの物質・材料研究機構MANAが、平成19年10月に発足した。平成22年12月には、6番目のWPI拠点としてエネルギー課題に取り組む九州大学<sup>2</sup>CNERが発足した。

WPI拠点は、プログラム委員会および作業部会の現地視察により、きめ細かなフォローアップを毎年受けている。プログラム・ディレクター（PD）およびプログラム・オフィサー（PO）は、その実行について指導助言する立場にある。今年は、最初に採択された5つのWPI拠点が中間評価の対象として、科学的成果とWPIのミッションの達成状況について評価を受けた。

WPIの優れた実績は、第一線の研究者を対象にしたアンケート調査によって裏付けられている。それによればWPI拠点は科学コミュニティの中で広く認知されており、科学者によって高く評価されている。

また、研究業績の調査によって、WPI拠点全体として卓越した科学的成果を挙げていることが明らかになった。平成19年から平成22年の間に出版された2,500編の論文について調査したところ、論文一編あたりの平均被引用数は13.9であった。これはロックフェラー大学、マサチューセッツ工科大学、ハーバード大学、カリフォルニア工科大学について、世界の主要な研究機関の中で5番目に位置している。発表論文の5.1%が被引用数のトップ1%論文に入っている。これはロックフェラー大学に次いで、世界の主要な研究機関の中で2番目に位置している。

先行5拠点の中間評価は、AIMRがB、IPMUがS、iCeMSがA<sup>-</sup>、IFReCがA、MANAがAであった。（S,A,B,C,Dからなる中間評価の定義はD-2（7ページ）を参照のこと。）この中間評価を経て、これら5拠点は次の5年間も引き続き支援を受けることとなる。

今回の中間評価を契機に、AIMRは、伝統的な東北大学の材料科学に数学を取り入れ、新しい材料科学を創出するという戦略を提案した。これに伴い、平成24年度からは女性数学者である小谷教授が拠点長に就任する予定である。

## A. 世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）の概要

文部科学省は、平成19年度に、世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）を開始した。これは、世界をリードする研究拠点を形成しようという非常に挑戦的かつ長期間のプログラムである。

WPIは、世界中の優秀な頭脳が集い、卓越した研究成果を世に送り、才能あふれる若手研究者が育つような、世界的に「目に見える」かつ「国際的に開かれた」世界トップの研究拠点を日本国内に形成することを目指した野心的な事業である。WPIに採択された研究拠点は

そのコンセプトと実践の両面において、優れて革新的であることが期待されている。

以下の4点が、WPI拠点にとって必須要件である：

- 最高水準のサイエンス
- 国際化
- 融合研究によるブレークスルー
- 研究及び組織運営におけるシステム改革

平成19年度に、世界トップレベル研究拠点プログラム委員会（以下、プログラム委員会とする）は、以下の5つの研究拠点をWPI拠点として採択した：

東北大学 原子分子材料科学高等研究機構(AIMR)

東京大学 数物連携宇宙研究機構(IPMU)

京都大学 物質－細胞統合システム拠点(iCeMS)

大阪大学 免疫学フロンティア研究センター(IFReC)

物質・材料研究機構(NIMS) 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点(MANA)

これらのWPI拠点は平成19年10月に発足した。

さらに、平成22年にプログラム委員会は

九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (I<sup>2</sup>CNER)

を、「グリーンイノベーション」のためのWPI拠点として採択した。I<sup>2</sup>CNERは平成22年12月に発足した。

これらのWPI拠点は、前述の4つの要件を満たしつつ10年間の支援を受ける。特に優れた成果をあげていれば、さらに5年間の延長を受ける可能性がある。

平成19年10月に開始された5拠点の中間評価が、発足後丸4年が経過した5年目に実施された。

## **B. 平成21～22年の主な出来事**

### **B-1. M9.0の大地震と津波及び原子力災害**

平成23年3月11日午後2時46分、マグニチュード(M) 9.0 の大地震が、東日本を襲った。震源は仙台沖130km、深さ24kmの太平洋の海底であり、巨大な津波を引き起こした。

この地震は仙台とつくばのWPI拠点にも損害を与えた。人的被害はなく、建物の被害も深刻ではなかったものの、AIMRとMANAはこのM9の地震とそれに続いて発生したM7の余震により、走査型トンネル顕微鏡（STM）を含む、いくつかの高性能の設備に深刻な影響を受けた。損害を受けた装置は部品の交換や光軸の再調整などを経て、ほぼ修復されている（図1）。

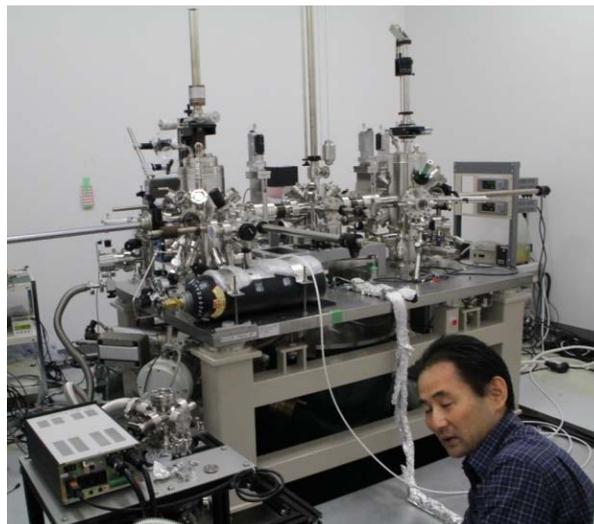


図1： AIMRの一杉博士とその高性能STM。地震によってこの装置の光軸がずれ、深刻な被害が生じた。

こうした装置関係の修理費はAIMRでおよそ2.42億円、MANAでおよそ2億円と見積もられており、政府の補正予算によって措置された。しかし、研究者にとって最も深刻な損失は失われた時間である。

地震と津波に続いて東京電力福島原子力発電所の事故が生じた。しかし、WPI拠点における環境中放射線量は表1に示すように通常のバックグラウンドの値か、それよりやや高い水準である。

表1：6つのWPI拠点における環境放射線量

拠点名	都市名	福島第一原子力発電所からの距離(km)	放射線量 ( $\mu$ Sv/h)	
			最大値(3-4月)	7ヶ月後
AIMR	仙台	94	0.47	0.07
MANA	つくば	170	0.32	0.14
IPMU	柏	196	0.80	0.22
iCeMS	京都	540	0.13	0.08
IFReC	吹田(大阪)	570	0.13	0.07
I <sup>2</sup> CNER	福岡	1065	0.05	0.04

(通常の範囲： 0.02-0.13  $\mu$  Sv/h)

これら3つの災害は、とりわけ海外から来ている研究者を不安にさせた。AIMR、MANA、IPMUでは、震災発生直後に海外からの研究者のおよそ40-70%が国外に退避した。しかし、その大部分は数ヶ月を経た時点で拠点に戻ってきている。拠点を訪れる短期訪問者はこの震災による影響を大きく受けており、例えばMANAでは、昨年夏と比べると90%にまで落ち込んだ。最終的には元の水準に戻ることが期待される。

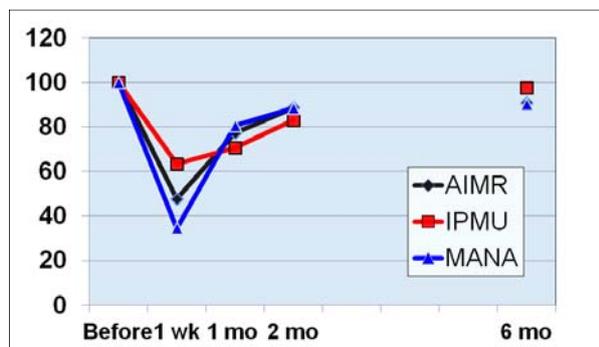


図2：震災後における外国人研究者の退避と復帰。

## B-2. 新しい研究棟

平成20年度、政府は景気対策のための補正予算を計上した。WPIについては、主に施設整備（建物）の経費として1拠点あたり20億円が措置された。AIMRとMANAについては震災の影響でその完成が遅れたものの、5つのWPI拠点は、それぞれ新しい研究棟を保有し、ほとんどの主任研究者(PI)は、今や一つ屋根の下で各々の研究を進めることが出来るようになった。iCeMSはキャンパスのスペースの制限から、3つの近接する建物に分かれている。

## C. アンケート調査及び科学論文調査

当初採択された5つのWPI拠点について、アンケート及び論文の被引用数を調査した。その結果、WPI拠点は科学コミュニティから広く認知され、かつ高く評価されていることが示された。

### C-1. アンケート調査

最初に採択された5拠点が世界的に「目に見える」拠点となっているか、科学コミュニティからどのように評価されているかを調べるため、平成21年に行った第1回調査に続いて、第2回のアンケート調査が平成23年4月から7月にかけて実施された。それぞれの拠点について、その分野でトップの科学雑誌に論文を掲載している研究者から1000人以上と30人程度の主導的立場にある研究者（リーディング・サイエンティスト）を調査対象として選定した。回答率については前回調査より低下した(今回が24.0%であるのに対し、前回は32.4%)が、本質的には前回と同様の結果が得られた：

- 半数またはそれ以上(48.2-71.6%)の研究者が、自分の分野のWPI拠点を認識している。
- リーディング・サイエンティストの大半が、自分の分野のWPI拠点を認識している。
- 約半数(48.3%)の研究者が、WPI拠点のサイエンスの水準を「非常に優れている」と評価している。
- 研究者の大半(79.1%)は、WPI拠点の研究に参加することに興味を示している（併任としての参画を含む）。

（詳細は、[http://www.jsps.go.jp/j-toplevel/08\\_followup.html](http://www.jsps.go.jp/j-toplevel/08_followup.html)を参照のこと）

### C-2. 科学論文についての状況調査

当初採択した5拠点全体について、その科学論文の科学的インパクトを、トムソン・ロイター社のデータベースを用いて調査した：

- 対象とした出版物：平成19年から22年に出版され、論文の著者所属機関としてWPI拠点が含まれる論文。謝辞のみにWPIが示されているものは調査に含まれていない。
- 調査内容：上記の期間における被引用数と、被引用数トップ1%論文のシェア
- 比較対象として、以下の研究機関を選定した（海外14機関、国内13機関）：

（海外）カリフォルニア工科大学、フランスCNRS、ハーバード大学、マックスプランク協会、マサチューセッツ工科大学（MIT）、米国立衛生研究所（NIH）、プリンストン大学、ロックフェラー大学、スタンフォード大学、カリフォルニア大学バークレー校、同ロスアンゼルス校、ケンブリッジ大学、オックスフォード大学、ワシントン大学

（国内）産業技術総合研究所、北海道大学、科学技術振興機構、慶應義塾大学、京都大学、九州大学、名古屋大学、大阪大学、理化学研究所、東北大学、東京大学、東京工業大学、早稲田大学

**指標1： 全分野における平均被引用数（図3）**

5つのWPI拠点は合計で当該期間内に2,497編の論文を出版し、34,672回の引用を受けている。平均すると、1論文あたりの被引用数は13.9回である。図3のとおり、WPIは対象の機関の中ではロックフェラー大学、MIT、ハーバード大学、カリフォルニア工科大学に次いで5番目に位置している。

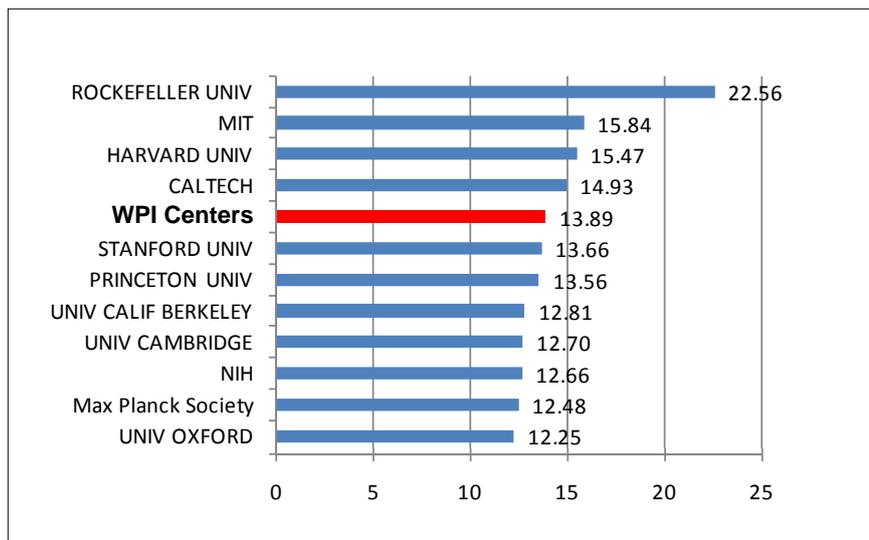


図3：平均被引用数（全分野対象）。WPI拠点は調査した世界トップの27機関中、5番目に位置している。（図には上位12機関分を記した）

**指標2： 全分野におけるトップ1%論文の生産性（図4）**

WPIの論文2,497編のうち、127編（5.1%）が被引用数におけるトップ1%論文であり、その生産性は非常に高い。対象機関の中ではロックフェラー大学に次いで2番目の位置を占めている。

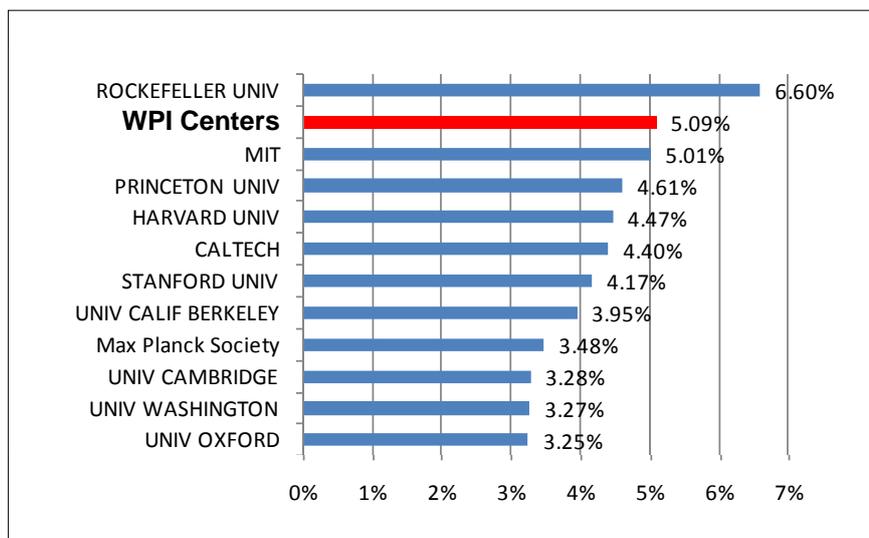


図4：被引用数トップ1%論文の生産性。WPI拠点は調査した世界トップの27機関中、2番目に位置している。（図には上位12機関分を記した）

## D. 中間評価・フォローアップ

WPI拠点には年に1回作業部会とプログラム委員会によって、その科学的成果とミッションの達成度についてフォローアップを受けている。特に今年は、最初に採択された5拠点について、過去4年間の進捗状況に対する中間評価が行われた。

### D-1. 現地視察

PD、PO、作業部会（外国人委員を含む）、文部科学省及び日本学術振興会は、6つのWPI拠点に対する2日間の現地視察を、平成23年6月から8月にかけて実施した。視察のスケジュールには、拠点長による拠点構想進捗状況についての説明、選ばれた主任研究者による研究紹介、若手研究者によるポスター発表などが含まれている。PD、PO、作業部会委員の一覧は次のURLに掲載してある：[http://www.jsps.go.jp/j-toplevel/08\\_followup.html](http://www.jsps.go.jp/j-toplevel/08_followup.html)

平成19年に採択された5拠点については、以下のWPIのミッションに沿って、中間評価を実施した：

1. 研究水準
2. 異分野融合
3. 国際化
4. システム改革
5. 今後の展望

現地視察の報告書はプログラム委員会に提出された。また、報告は当該拠点に開示された。

### D-2. プログラム委員会

平成23年10月19日に、PD、PO、文部科学省及び日本学術振興会の代表者も参加して、プログラム委員会が開催された。この会議では、科学的成果やWPI拠点としての拠点構想達成度について、6つのWPI拠点へのヒアリングを実施した。5拠点に対する中間評価に関しては、各拠点に対して以下のような基準により達成度に対する総合評点が付された：

- S. 当初目的を超える拠点形成の進展があり、「世界トップレベル研究拠点」としてさらなる発展が期待される
- A. 現行の努力を継続することによって、当初目的を達成することが可能と判断される
- B. 当初目的を達成するには、助言等を考慮し、一層の努力が必要と判断される
- C. このままでは当初目的を達成することは難しいと思われるので、助言等に留意し、当初計画の適切なる変更が必要と判断される
- D. 現在までの進捗状況等に鑑み、今後の努力を待っても当初目的の達成は困難と思われるので、拠点形成を中止することが必要と判断される

プログラム委員会に先立って、プログラム委員は対象の5拠点のうち1ないし2拠点を訪問し、その活動状況や施設・設備の状況を現地で視察した。

プログラム委員会のメンバー一覧は以下のURLを参照のこと：

[http://www.jsps.go.jp/j-toplevel/07\\_iinkai.html](http://www.jsps.go.jp/j-toplevel/07_iinkai.html)

## E. 中間評価

### E-1. AIMR

#### 1. 研究面での達成度

- 幾人ものPIは新しい研究領域を切り拓き、当該分野のリーダーとして国際的に認知されている。彼らはそれぞれ研究分野で顕著な貢献をしており、材料科学の新しい分野のパイオニアとなることが期待されている。
- 原子・ナノレベルで材料を研究するための最高水準かつ独自の装置の開発に成功している。それがAIMRを特徴付ける強みの一つである。走査型トンネル顕微鏡や走査型電子顕微鏡などの最先端のイメージング技術に関する仕事は、現在までの最も重要な成果の一つである。角度分解光電子分光法を用いた電子状態の解明もまた際だった業績である。
- いくつかの研究プロジェクトは、産業界と見事な連携を構築している。エネルギーや環境といった重要な分野に対して、間違いなく実用的価値とインパクトがあると考えられる有意義な科学的成果の技術応用が存在する。

#### 2. WPI拠点形成の達成度

- **融合研究**：過去4年にわたって、AIMRの融合研究は、継続して活発に行われている。若手研究者による融合研究の論文やポスター発表の数は平成22年度には際だって増加した。
- **融合研究**：拠点長のリーダーシップの下、異なるグループの融合をさらに推進し、より系統的かつ戦略的なアプローチをとることが求められている。
- **国際化**：外国人研究者の割合が高いことは評価できる。平成22年度の外国人研究者数は、全体で50% (68/136)、PIでは42% (14/33)である。しかしながら、大半の外国人PIはサテライトや連携機関の所属であり、拠点に滞在している時間は極めて少ない。
- **サテライト**：AIMRは、3つのサテライト及び16の連携機関から得ている真の利益をよく吟味し、明らかにすべきである。
- **東日本大震災**：3月11日の地震と津波の影響がAIMRの活動に与えた影響は重大であったが、甚大な被害を受けた施設や設備の補修に対する大学及び拠点の対応は大変効果的であったようである。このような大変な時期にAIMRの拠点構想への大きな変化が計画され、実行に移された事実は印象的である。

#### 3. 新しい研究戦略と拠点長に関する提案

- 既存の研究機関にとどまらないアイデンティティが、WPI拠点としてのAIMRに求められている。しかし、それが明確に示されていないことを我々は繰り返しAIMRに指摘してきた。実際、新しい材料科学の創成に向けた挑戦はほとんどなされてこなかったといってもよい。
- 今回の中間評価に際し、AIMRは“math-material science”という新しい戦略を提案した。これは、新しい材料科学を創出するために、数学を材料科学に導入するものである。この挑戦は、女性数学者である小谷教授への拠点長交代を伴うものである。

- これはエキサイティングな提案であるが、プログラム委員会は、科学的実現可能性及び拠点長への支援体制について当初、懸念を示した。プログラム委員会の要請に応じ、小谷教授は詳細な戦略を提示した。その中では、材料科学者から提案された17の研究が、3つの数学的モデルに分類されている。
- この新しい取り組みの成功を判断するにはまだ早すぎるものの、強力な数学をAIMRに取り入れることは、もしうまくいけば、拠点がこれまでとは違う新しい研究を生み、世界の他の材料科学の研究拠点の中でも際だつ存在になることにつながるだろう。
- 一方で、将来のブレークスルーを夢見て、材料科学者が自身のコアとなる研究領域ではなく数学に過度に投資してしまうというリスクがある。同様に、数学者にはこの目標達成を楽観的に捉えるというリスクが存在する。
- 成功は、材料科学者と数学者双方の理解と努力の継続に大きく依存している。鍵となる問題は、理論材料科学に必要とされる能力を備えた数学者の登用である。拠点長にとっては、理論面だけではなく実験面でも、全ての研究グループを代表し、AIMRの活動全てを取り込むことが重要である。
- この提案が野心的であり、それ故に実現が難しいかもしれないことから、プログラム委員の多くが期待と心配の両方を表明した。
- 最終的にプログラム委員会は、今後二年の進展状況を注意深く見守り、レビューすることを条件に、この提案を了承した。

#### 4. 求められる対応及び勧告

- 1) 東北大学が拠点の新しい戦略及び新しい拠点長の支援について十分にコミットすることが不可欠である。
- 2) 材料科学の新しい戦略に沿ったAIMRのアイデンティティを明示すべきである。
- 3) ホスト機関と同様に、材料科学者と数学者は新しい拠点長に対する強固な支援体制を構築すべきである。
- 4) 今後二年間の科学面及び運営面の実績について注意深く見守ることが必要である。

#### 中間評価: B

各PIの活動は疑いなく世界的レベルにあるが、拠点全体として見た場合、現時点で世界トップかどうかを判断するのは難しい。AIMR全体の印象は、個々のPIの業績ほど高くはない。主な原因は拠点全体のミッションが拠点の構成員によって十分に確認されていないことにあるようである。

AIMRの活動は、東北大学の材料科学の強力な伝統に大きく依存している。個々のPIはかつてと同じ質の高い研究成果をあげ続けているが、そこにWPI拠点が当然持つべき積極的かつ総合的な影響があると認めることは難しい。

過去4年間、プログラム委員会と作業部会は、既存のものを超えた新しい材料科学を創出するために、拠点長の強いリーダーシップの下で明確な戦略を確立する必要があると指摘し続

けてきた。しかしながら、今回の新しい提案がなされるまで、AIMRはそれを深刻に受け取ることにはなかった。過去数年にわたり、組織として新しい挑戦をしなかったことが、Bという評価の背景にある主な要因である。

## E-2. IPMU

### 1. 研究面での達成度

- IPMUは、着実にこの種の世界トップ研究拠点の一つとなる途上にある。この拠点は、他の卓越した研究拠点が数ある中で、自己を確立しつつある。
- この拠点は、理論と実験（観測）双方において、物理学、数学、天文学の融合を図っており、真に学際的である。その基盤として拠点到貢献しているのは、毎日のティータイムのほか、週1回以上のセミナーや、毎年の研修会やほぼ年1回のワークショップ等を通じて交わされる、異なる分野の研究者のコミュニケーションなどである。
- 理論物理の分野については、論文数や被引用数から判断すると、他の世界トップクラスの研究所等と比較しても、現在のサイエンスレベルは非常に優れていると評価できる。
- 数学分野では、4人のPI全てが当該分野で世界の指導的数学者であり、彼ら及び他の5人の教員による業績は世界トップレベルである。物理学との共同は、最近の論文でより顕著になってきている。
- 実験物理の分野では、IPMUが主導的役割を果たしている以下の3つの実験が、神岡の地下実験施設で実施されている。1. ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊の探索 (KamLAND-Zen)、2. 宇宙論的距離にある過去の超新星からの低エネルギーニュートリノの検出(EGADS)、3. ダークマターの直接探索(XMASS)。すばる望遠鏡を用いた観測的宇宙論に関しては、SuMIRe計画が拠点長によって主導されており、この分野で世界の先陣を切るだろう。これらの研究プロジェクト全てが、予定通りに進んでいる。

### 2. WPI拠点形成の達成度

- **融合研究**：IPMUでは、異なるバックグラウンドを持った若手研究者が連携している。これは、トップダウン的に作られた環境であるが、ボトムアップ的な努力を通じてその相互作用が成果を生むことを期待したものである。
- **融合研究**：弦理論と数学を融合させる多大な努力がなされてきており、これは数学の新しい分野を拓く可能性を秘めている。我々は、PIが多くの時間を数学と物理学の橋渡しに費やしている努力を評価する。現在では、若手研究者はこの橋を渡って数学と物理学を行き来するようになっている。また、宇宙論と素粒子物理学はしばしば互いの刺激となっている。
- **国際化**：多くの点で、国際化に成功していることは明らかである。(1)IPMUが雇用している研究者は日本人と外国人が半々である。(2)ポスドクでは、11人の日本人に対して外国人は34人である。(3)全ての研究者に年間で一ヶ月を海外で過ごすことが奨励されている。(4)多くの外国人研究者が訪問している。(5)実験分野では、海外の機関との共同研究が多く行われている。

- **運営**：国際化のための努力については、事務部門の支援も優れている。
- **システム改革**：東京大学は平成22年に東京大学国際高等研究所(TODIAS)の設立を表明し、IPMUはその最初の研究所となった。
- **アウトリーチ**：あらゆるメディアを使った、あらゆる方向に向けたアウトリーチの努力がなされている。それは拠点だけにとどまらず、科学コミュニティ全体にとっての利益をもたらしている。

### 3. 民間財団からの寄付

- ある海外の民間財団が最近IPMUに対して百万ドル単位の寄付を申し出ていることが報告された。内容は、その財団の運用によって寄付の5%の運用益が永続的にIPMUの収入になる、というものである。寄付を受け入れると、IPMUは寄付者の名前を冠することとなる。
- 作業部会及びプログラム委員会は、拠点名称の変更を含めこの件に関する様々な面について議論した。寄付を受けることによる名声は世界的な認知度を高め、IPMUの成功を長期にわたって支える助けとなると考えられることから、プログラム委員会はこの提案を支持した。
- 東京大学はこの財団の寄付を喜んで受け入れるとしている。

### 4. 求められる対応及び勧告

- 1) TODIASの設立によって、東京大学はIPMUに一定数のテニユアポジションを用意できる立場となった。プログラム委員会は、IPMUの研究者がその将来を心配し、より安定した職を求めてIPMUを去ることを危惧している。東京大学は、国際的な意味でのテニユアポジションの拠点への導入について考えるべきであると、我々は勧告する。
- 2) 我々はファカルティーレベルでの海外の研究機関とのジョイントアポイントメントを強く推奨する。これは、人材の交流を促進するであろう。IPMUの拠点長はこのよい例である。このような任用形態は任用される者にも利益をもたらすであろう。
- 3) HSCによるエキサイティングな観測的宇宙論研究のためのデータマイニングや情報学において、IPMUはその発展に寄与するであろう。

## 中間評価：S

我々の総意として、IPMUの過去4年間の活動と科学的業績を高く評価する。IPMUは、この短期間内にゼロから世界的に名の知られた研究機関にまで発展を遂げた。

IPMUは、WPIの目標（最高のサイエンス、国際化、融合研究によるブレークスルー、研究及び組織運営におけるシステム改革）の全てにおいて、その達成に向けて目覚ましく進展したことを示した。

村山拠点長のリーダーシップを高く評価する。

## E-3. iCeMS

### 1. 研究面での達成度

- 全体として、サイエンスのレベルは極めて高い。とりわけ、iPS細胞に関する山中教授の業績や多孔性構造物質に関する北川教授の業績は際だっている。また、ラスカー賞（山中教授）、フンボルト賞（北川教授）、米国科学アカデミー会員（山中教授とホイザー教授）といったPIに対する受賞・栄誉の数々も印象的である。
- 細胞と物質の統合は、その拠点名が示すように、iCeMSの主な研究目標である。iCeMSはこの目標を更に多くの学際的な共同研究によって推進していかなければならない。
- 現地視察におけるPIによるプレゼンテーションの大半は技術的な進展について言及していたが、（それ自体は優れたものではあるものの）幹細胞研究の分野で未解決のままである重要な生物学的疑問を明らかにするには至っていない。
- メゾ科学についての一連のレビューと原著論文が用意されつつあり、それらは生物学者のコミュニティの中で「メゾ」の生物学的意義に対する認識を広めるのに役立つだろう。
- iCeMSとCiRAの機関間の協力は、ES/iPS細胞の基本的なメカニズムを明らかにする上で不可欠であるが、つい最近推進されたばかりである。

### 2. WPI拠点形成の達成度

- **融合研究：**潜在的に興味深い学際的な拠点内の共同プロジェクトが多く行われつつあることは評価できる。とりわけ、多くの若手研究者の研究トピックが学際的研究領域のものである。
- **融合研究：**化学との共同によるiPS研究については、注目すべき進展があった。その中には、iPS細胞のケミカルプローブや、化学物質による転写スイッチも含まれる。
- **融合研究：**北川教授による低分子を吸収する多孔性材料の発見は、学際的共同研究により、生物学に対する貢献が始まったところである。
- **国際化：**iCeMSにおける外国人研究者の割合や外国人PIのエフォートは徐々に増加している。3人のPIと3人の京都フェロー（ジュニアPI）を含む、研究者の3分の1は、海外の研究者である。ホイザー教授はこれまでより多くの時間（エフォートでは50%）を京都での滞在に費やしている。
- **若手研究者：**この種の研究機関で最も重要な目標の一つは若手研究者の養成である。ポストドクレベルからの研究者の登用や院生のリクルートはiCeMSの将来にとって不可欠である。
- **将来計画：**この拠点の将来計画がはっきり示されていない。何かを変えたり、あるいは強調したりせずに、現在の研究を続けていくようにみえる。

### 3. 求められる対応及び勧告

- 1) iCeMSのアイデンティティは、統一されておらず、あいまいさを残しているように見える。iCeMSにおける研究の柱は3つあると考えられる。すなわち、細胞-物質の統合、細胞のメソスケール制御、ES/iPS細胞である。これらの主要な研究テーマをどう統合するか、はっきりとしたミッションステートメントが必要である。
- 2) 細胞と物質の統合は最も優先して研究を進めるべきテーマである。
- 3) WPI拠点として確立するために、全ての構成員がそのミッションを理解し、実行することが不可欠である。
- 4) 若手研究者が積極的に参画できる環境が形成されるべきである。
- 5) 次の5年の将来計画を明確に示すべきである。現在進行中の研究課題は、次の2年で注意深くレビューされるべきである。

#### 中間評価： A<sup>-</sup>

科学的成果は、少なくともiPS細胞研究や機能的な多孔性材料、幹細胞の新しいプローブと制御といった研究では、非常に優れている。これらの仕事は受賞や栄誉あるいは研究資金の獲得を通して認識されており、このWPI拠点の世界的認知度を高めている。

しかしながら、過去数年、我々は、細胞のメソスケール制御とiCeMSとCiRAの関係という2つの課題に対する懸念を表明しつづけてきた。

細胞におけるメソスケール構造は疑いなく重要なテーマであるが、その生物学におけるコンセプトは、物理学や化学のそれと比べると依然未成熟である。現在のところ、紹介的な報告がiCeMSからなされているだけで、メゾコントロールの全体像からはほど遠い状況である。

iCeMSとCiRAの関係については、以前より明確化した。CiRAの4つのグループのうち、1つのグループの6人の研究者が現在iCeMSに参画しており、iPS細胞の基本的なメカニズムについて研究している。この両者の間で今後も生産的な関係を維持していくためには、2つの機関の長が、継続的にリーダーシップを発揮し、協力を行うことが必要である。

国際アドバイザリーボードによる助言に従って、細胞-物質科学はiCeMSのミッションとしてより強調されるようになった。実際、それは「物質-細胞統合システム拠点」という、拠点名そのものに表れている。しかし、細胞と物質の相互を結ぶ研究で、目に見えるものは依然として少ない。

山中・北川両教授によるブレークスルーをもたらした研究成果は高く評価する。しかし、iCeMSの取組は統一的でなく、あいまいさを残し、かつこれまでのところ研究分野間の統合も十分でないことから、総合評価はA<sup>-</sup>とした。

## E-4. IFRcC

### 1. 研究面での達成度

- IFRcCは当初から極めて高い研究水準を保持し、印象的な進歩を続けている。そのことは、幾人もの拠点メンバーによる研究業績が免疫学でトップに位置しており、国際的に最も引用されているという事実からも明らかである。
- 最近2年間は、技術革新を積極的に導入することにより、免疫学とイメージングの融合研究が大きな進歩を遂げた。インフォマティクスグループもまた、この拠点における免疫学の研究に意義深い貢献を果たした。
- IFRcCの研究環境は非常に素晴らしいものである。新研究棟と動物実験施設の完成によりさらに充実した。免疫学とイメージングの研究施設はいまや一つ屋根の下にあり、双方の専門家の集中的な相互作用を促進している。

### 2. WPI拠点形成の達成度

- **融合研究**：IFRcCは、「異分野融合研究支援プログラム」、「ダブルメンター」などの制度を設け、若手研究者間に、免疫学、イメージング、インフォマティクスの融合を推進してきた。その努力は高く評価できる。
- **融合研究**：新しいIFRcC研究棟(8000m<sup>2</sup>)に、免疫学の実験室やイメージング施設、バイオインフォマティクスの施設が完成した。新研究棟は異なる領域の研究者が容易に顔を合わせ、共同研究を始めることを可能にした。
- **国際化**：IFRcCは外国人研究者を獲得することに関して、非常に成功している。現在では、173人の研究者中、外国人研究者は56人(32%)に上る。
- **若手研究者**：萌芽研究プログラムによって、若手研究者がIFRcCの方針の下で大きな挑戦に取り組むことを奨励している。拠点長は、若手研究者の研究の自由を尊重しつつ、指導している。
- **奨学金**：岸本基金フェローシップが、志が高くかつ有能な若手研究者を獲得する上で重要な役割を果たした点が評価される。
- **ビジビリティー**：IFRcCのサイエンス面の評価は、非常に高く、さらに国際的な広がりを見せている。それによって世界の当該科学コミュニティに対してのビジビリティーを更に上げている。このように、大阪大学IFRcCは世界トップの研究拠点の一つとなりつつある。

### 3. 求められる対応及び勧告

- 1) イメージング及びインフォマティクスのコミュニティは世界的に見て急速に発展しつつある。IFRcCはイメージングとインフォマティクスの発展のための多大な努力をほらい、拠点全体の目標を達成しようとしている。拠点はバイオイメージングとバイオインフォマティクスの分野に関して、最も優秀な人材を惹きつけるための強力な対策を考えるべきである。
- 2) イメージング及びバイオインフォマティクスの研究者にとって、免疫学的な問題意識を

持つことは極めて重要であり、臨床免疫学と同様に基礎免疫学に対しての新しいツールやアプローチを開発することにつながるだろう。

- 3) 自己点検評価報告書では、医学免疫学を将来の計画として強調していたが、目標とする分野についての具体的な戦略は示されていない。今後5年間の革新的な医学免疫学のための明確な戦略とロードマップ及びマイルストーンが示されるべきである。
- 4) ジェンダーに関する課題は十分に追求されていない。IFReCはより多くの女性のPI及び若手研究者を雇う努力を強める必要がある。この数年間、女性のPIはコバン准教授のみである。

#### 中間評価： A

この最初の前半期において、IFReCは注目すべき発展を遂げた。IFReCの多くの優秀な研究者、免疫学、イメージング、インフォマティクスの組み合わせに加えて、刺激的な研究環境、大阪大学からの支援があり、それらによって、革新的かつ優れたサイエンスを目指す、将来に向けたユニークな研究の場が形成されている。

現在のパフォーマンスを維持することで、IFReCは免疫学に関係する仕事で、非常に生産的かつ優れたサイエンスを生むであろう。

大阪大学は、2つの異なる、しかし深く関係した研究機関を設立した。一つは情報通信研究機構との脳情報通信融合研究センター(CiNET)であり、もう一つは理化学研究所との生命システム研究センター(QBiC)である。IFReCの副拠点長である柳田教授はこの2つの研究所の運営に責任を負っている。これらの取り組みと計画を通して、IFReCは生産的かつ充実した将来が持てるだろう。

## E-5. MANA

### 1. 研究面での達成度

- MANAの注目すべき研究課題としては、原子スイッチ、高温超伝導を用いたジョセフソン接合によるテラヘルツ光、STMやAFMの作成技術（以上、ナノシステムグループ）、high-k ナノ誘導体などのナノシートやナノチューブ（ナノマテリアルグループ）、光触媒材料（ナノグリーングループ）と、これらの応用がある。
- ナノスケールの世界からそれを統合した視点へというナノアーキテクニクスのシフトは、MANA固有のものである。NIMSの実績の上に築かれたこの理念の下、独自の研究を進めることが可能になった。
- ナノバイオ領域の研究者は比較的新しく、MANAの文化の中に完全に組み込まれたり、トップレベルのビジョンと完全に結合するには至っていない。

## 2. WPI拠点形成の進捗度

- **融合研究**：「MANA融合研究支援基金」は、学際領域研究を奨めるトップダウン的なアプローチとして成功している。より革新的な方法としては、定期的に行っている「グラウンドチャレンジミーティング」や「メルティングポット」などの様々な活動がある。このような場において科学者は“crazy”な発想を提示し、そうした発想を実現する上での障害について議論すべきである。こうすることで、他の科学者が未解決の問題に寄与できるし、共同研究も始めることができる。
- **国際化**：MANAはケンブリッジ大学、UCLAといった大学に計6つのサテライトを有している。これらのサテライトは当初計画したとおり、世界中から研究者を集めることに加えて、MANAの研究者のトレーニングの場としても役立った。MANAは約90名の研修生を受け入れ、そのうち80名が外国籍である。MANAは彼らが研究を進める上で、技術的・事務的な支援を行った。
- **支援**：MANAの研究環境はよく機能しており、またよく組織されており、全ての研究者があらゆる技術的・事務的サポートをバイリンガルで受けられるようになっている。
- **東日本大震災**：東日本大震災により研究施設・設備は被害を受けたが、スタッフの努力と政府の財政支援によって復旧した。
- **管理運営**：マネジメントは模範的といえる。効率を求めるトップダウン的取り組みと知的好奇心を基とするボトムアップ的提案との間でうまくバランスが取られている。
- **将来計画**：拠点長は次の5年の主要なターゲットとして、以下の3つの研究分野を上げている：1) 脳神経型のコンピュータ回路、2) 常温超伝導、3) 人工光合成。これらのMANAにおける挑戦的な将来計画は極めて優れている。

## 3. 求められる対応及び勧告

- 1) 他のWPI拠点と比較すると、拠点の掲げる目標は控えめで、材料科学以外のコミュニティに地殻変動をもたらすようなものではない。MANAは分野外に対しても、より積極的に行動する必要がある。
- 2) ナノバイオ分野は未だMANAの中にきちんと組み込まれておらず、ナノアーキテクトニクスの特性を積極的に取り込んでいない。例えばナノDDSや薬物溶出ステントといった競争の激しい研究テーマを進めるよう一層の努力が求められる。
- 3) より多くの理論家が、MANAのプロジェクトに参画し、研究を誘導し、支援すべきである。
- 4) 海外の質の高い研究室やトップの研究者を有している研究機関へのサバティカル休暇を、わずかなPIしか取得していないことを懸念する。
- 5) MANAはNIMSの支援に頼っている。とりわけ、大型設備の共用や高品質の材料の提供は、MANAの研究にとって不可欠である。MANAにおける外国人研究者の高い割合はNIMSの技術的支援が続いてこそ維持できる。

### 中間評価： A

MANAはこの4年間で大きな進展を遂げ、材料科学の世界的研究機関として世界中から研究者

を惹きつけるまでになった。ナノテクノロジーの拠点を結ぶネットワークのハブになるという構想は、現実のものとなっている。

ICYS (International Center for Young Scientists)を引き継ぎ、有能なポスドクや若手研究者を国際的に確保している。外国人研究者の高い割合(57%)は高く評価できる。MANAは国際化という点では日本で最も優れた研究機関の一つといえる。

MANAは3D制度(Double mentor, Double affiliation, Double discipline)や、“MANA short-term research program”や、国際連携大学院といった若手研究者を育成するのに効果的なプログラムを確立した。

## F. フォローアップ

### F-1. I<sup>2</sup>CNER

#### 1. 研究面での達成度

- I<sup>2</sup>CNERは、発足からわずか半年しか経過しておらず、研究プロジェクトの科学的達成度を評価するには時期尚早である。
- イリノイ大学と九州大学の共同研究は非常にうまく進んでいる。何人かのPIの研究、とりわけ水素貯蔵や物質変換といった分野において、非常に高いレベルの研究が行われている。
- 若手研究者は大変活発で、研究業績も極めて優れている。しかしながら、WPIは各拠点に対して中核となる10-20人の世界トップクラスのPIを拠点に集結することを要求しており、I<sup>2</sup>CNERはまだこの条件を満たしていない。
- PIの努力は一般的にWPI拠点として十分とはいえず、計画されている研究を進めるためには、各PIが現在以上の努力で貢献することが必須である。九州大学のPIの努力は15~90%であるが、このうちわずか二人だけがI<sup>2</sup>CNERに所属しているに過ぎない。残りは九州大学の別の部局に所属している。また、少なくとも外国人PIの10-20%が常駐するようにすべきである。
- 現地視察まで、イリノイ大学サテライトにPIが参加していなかった。9人の外国人PIが挙げられていながら、彼らの努力は3~35%と低い。彼らはI<sup>2</sup>CNERの活動にもっと進んで参画すべきである。

#### 2. WPI拠点形成の進捗度

- **拠点長：** 拠点長は、PIが選定され参画してくるこの時期こそ、拠点に対してより多くの時間を割く必要がある。最低でも、強力な現地拠点長（あるいは副拠点長）の存在が肝要である。この解決策は、もし拠点長が予定（3年）までに、拠点現地に50%の時間を割け

ないような場合には不可欠である。

- **拠点長**： 拠点発足時における拠点長のネットワークとリーダーシップは、拠点の活動を世界中に知らしめるという意味で決定的な要因であったといえる。このようなより広い領域への拠点のプレゼンスの拡大は、日本国外からの拠点長なしには、このような短期間では不可能であったかもしれない。
- **ビジビリティー**： ソフロニス拠点長の努力により、I<sup>2</sup>CNERは、多くの欧米の研究機関との共同研究の枠組みを開拓した。その中で、拠点に対する世界の認識は、着実に高まっている。
- **融合研究**： I<sup>2</sup>CNERは 融合研究の創出に向けた適切な取組を始めるべきである。I<sup>2</sup>CNERの指導者やシニアのPIは、研究チーム間のギャップをカバーする新しい学際研究プロジェクトを作るよう提案すべきである。そのためには、問題提起型の研究が有望な方策であろう。ボトムアップ的なアプローチとして、融合研究の発展のためには、率直な議論が最も重要である。
- **研究者**： 研究者の採用にあたって、採用の手順、若手を含む全ての研究者の独立性、研究提案「白書」による審査といった、様々な意欲的な試みが進められている。九州大学は、教授1名、准教授4名のポジションをI<sup>2</sup>CNERに提供する用意があるという。これはホスト機関がI<sup>2</sup>CNERを既存の部局や研究所と同等に見なしていることを示している。
- **予算**： 予算については、拠点とサテライト機関の双方において会計や資金配分といった構造やルールを明確に定義する必要がある。イリノイ大学は配分された資金を基に米国からの追加の予算を確保しなければならない。これは九州大学とのパートナーシップを成功に導くために極めて重要である。

### 3. 求められる対応及び勧告

- 1) ソフロニス拠点長は、九州大学への実質的滞在時間を少なくとも50%以上確保しなければならない。これはできるだけ早く達成するようにしなければならない。
- 2) 研究者の数はまだ要求される水準に達していない。設立間もないこの段階では、研究者のさらなる採用は迅速に進められるべきであり、同時に非常によい候補を集めてくることが極めて重要である。
- 3) PIのエフォートは、少なくとも50%以上の、WPI拠点として理にかなった水準まで引き上げられるべきである。イリノイ大学からのより積極的な参画が必要である。少なくとも外国人PIの10-20%は拠点に常駐しなければならない。
- 4) I<sup>2</sup>CNERは、カーボンニュートラル社会に向けた独自のビジョンとロードマップを短期、中期、長期のそれぞれのタイムスケールについて確立させなければならない。
- 5) 研究者、事務職員の双方について、WPIのミッションが正確には理解されていないようである。