

## 拠点構想

ホスト機関名	京都大学
ホスト機関長	尾池 和夫 京都大学総長
拠点構想の名称	物質-細胞統合システム拠点
拠点名称	物質-細胞統合システム拠点
拠点構想	<p>1. 物質—細胞統合システム拠点が目指す世界トップレベルの学際融合研究</p> <p>京都大学は、物質科学と細胞科学の両分野で世界をリードする存在であり、これまでにノーベル物理学賞と化学賞受賞者を合計4名輩出し、化学分野での論文被引用数は世界で4位、国内1位である。また、再生医科学研究所は幹細胞研究で世界のセンターとなっているのをはじめ、これら両分野の世界的リーダーが多数在籍する。我々の拠点では、こうした人的資源、知的資産を活かした「物質 - 細胞統合システム拠点」を目指す。</p> <p>この拠点においては、「メゾ空間」という領域で、生物の世界と物質の世界を接合することを目指している。この分野はまだ世界的に見ても未開拓であり、日本の、特に、京都大学の研究状況を見ると、日本が今後リーダーシップをとれる可能性が十分にある。我々は、文部科学省の「世界トップレベル国際研究拠点形成促進プログラム」の掲げる、①異分野を融合させた新しい学問分野の創造、②世界トップレベルの研究者が集い、次のトップとなる有望な若手科学者を育む「場」の創造、という二つの目標に対し、日本が競争優位を持ちうる強力な研究領域の提案と、日本の競争優位を確立していくための研究環境の飛躍的改善をもって、応えんとするものである。</p> <p>我々の研究拠点は、「メゾ空間」と「幹細胞」をキーワードに、生命科学、化学、材料科学、物理学の融合した新しい科学技術の地平を切り開くことを目指している。メゾ空間（10-100nm）とは、これまで広く研究対象とされてきた「ナノ空間（1-10nm）」と「バルク空間（1<math>\mu</math>m）」の中間に位置するもので、可能性を秘めた次世代技術のシーズの宝庫である。このメゾ空間における主要な物質間相互作用のメカニズムを解明し、メゾ空間レベルで物質を制御するための革新的な技術を確立することができれば、産業、医療、環境などの分野で、多岐にわたる応用が可能である。</p> <p>物質—細胞統合システム拠点には、細胞生物学から物理学・化学・材料科学まで、さまざまな分野の研究者が参加しているが、これらの分野を統合する共通項が、「幹細胞」である。本拠点ではマウスや霊長類胚性幹細胞（ES細胞）などの多能性幹細胞を</p>

実験系として用いることにより、分野を横断するパラダイムを構築する。新拠点の主任研究者の一人、山中伸弥博士は、世界に先駆けて人工多能性幹細胞（マウスiPS細胞）を生み出すことに成功しているが、これらの多能性幹細胞は成長が速く、遺伝子改変が容易であるという利点がある。このように幹細胞を多角的に理解することを通じて、再生医学の発展を貢献することも期待できる。

簡潔に拠点の概要を説明すると、世界のトップ科学者とトップを目指す若手研究者が集い、新たな学際領域を創出する世界拠点を構築する。次世代の科学技術には、10 - 100 nmのメゾ空間での分子複合体の理解と制御が必要との考えに立ち、多能性幹細胞（ESおよびiPS細胞）とメゾ制御をキーワードとして、細胞科学と物質科学を有機的に統合する。学際的研究によって、1）メゾ空間の物理と化学、2）メゾ細胞生物物理学、3）メゾ工学による幹細胞制御、の統合研究領域を創出し発展させる。さらに、A）メゾ制御による環境に優しい化学、B）体内での解毒と薬物合成技術、C）スマート物質による幹細胞制御を用いた再生医学、によって人類に貢献する。以下に箇条書きにする。

1) 世界のトップレベル研究および研究者キャリアのグローバルハブとなる

2) キーワード：メゾ制御と幹細胞

3) 化学、物理学、細胞生物学を統合した新しい科学領域の創出  
(1) メゾ空間（10-100ナノnm）で起きる現象の理解と制御による新たな化学と物理学

(2) 細胞内のメゾ空間で起きる現象の理解と制御による、新たな細胞生物物理学の展開

(3) 多能性幹細胞（ES細胞, iPS細胞）のメゾ工学制御による新たな幹細胞科学

4) 創出された統合科学の応用は、新世代の科学技術イノベーションを推進して、人類の健康と福祉に貢献する

(1) 幹細胞（ES細胞, iPS細胞など）の制御による再生医学の基盤技術開発

(2) スマートマテリアルズ（賢い物質）による、体内での解毒や薬物合成技術の開発

(3) 環境に優しい化学技術の発展（炭酸ガス固定による有用物質合成など）

2. 新たな研究組織のモデルを目指す物質—細胞統合システム拠点

私達のiCeMSは、文部科学省の「世界トップレベル国際研究拠点形成促進プログラム」の掲げる、(1) 異分野を融合させた新しい学問分野の創造、(2) 世界トップレベルの研究者が集い、次のトップとなる有望な若手科学者を育む「場」の創造、という二つの目標に対し、日本が競争優位を持ちうる強力な研究領域の創出と、日本の競争優位を確立していくための研究環境の飛躍的改善を目

指している。

### 異分野の研究者が交流し共同研究を進める研究環境の創造

iCeMSは、「メゾ空間」と「幹細胞」をキーワードに、生命科学、化学、材料科学、物理学の融合した新しい科学技術の地平を切り開くことを目指している。メゾ空間（10-100nm）とは、これまで広く研究対象とされてきた「ナノ空間（1-5nm）」と「バルク空間（1 $\mu$ m）」の中間に位置するもので、可能性を秘めた次世代技術の種の宝庫である。このメゾ空間における主要な物質間相互作用のメカニズムを解明し、メゾ空間レベルで物質を制御するための革新的な技術を確立することができれば、産業、医療、環境などの分野で、多岐にわたる応用が可能である。このような異分野統合的な共同研究を推進するために、柔軟な研究スペースと予算の配分方針のもとに、個別の研究グループ独自の研究よりも統合的研究を重点的に支援する方針である。

### トップレベルの若手研究者を育む「場」の創造

現在、日本の科学研究において最も深刻な問題は、この国が世界トップレベルの研究者が集う場とも、有望な若手科学者のキャリア形成の場としても選ばれていないことである。このことを解決しない限り、日本の科学技術は他の先進国はおろか、新興国にも遅れをとるようになるだろう。この問題は、近年の科学技術振興のための国家予算が低水準に留まっていること以上に深刻な問題とって過言ではない。

この状況を打破するために、まさにWPIプログラム委員会の呼びかけにあるとおり、「従来の発想にとらわれない」新しい研究組織のビジョンを打ち出すことにした。本拠点の研究分野は、海外の科学者にとっても非常に魅力あるものであることは疑いようもないが、彼らが日本で研究活動を行う際の障害を極力排除することができれば、彼らにとって日本での研究活動がより貴重なキャリアとなるであろう。また、我々が試みる研究拠点の運営モデルが、日本国内で一つのスタンダードとなれば、国全体としてもより多くの優秀な科学者をひきつけることが出来るものと信じる。

### iCeMSの運営方針とミッション

#### 1) 拠点長が迅速な意思決定をする

拠点の運営、すなわち各主任研究者（PI）への研究費および研究スペースの配分などを含む主要な決定は、拠点長が数名のExecutive Boardの補佐を受けて行う。従来の意思決定機関である教授会に相当する主任研究者会議は、研究組織の運営に関する議論と提案は行うが、方針決定は拠点長に委ねる。これにより、従来型の利害調整とコンセンサス形成が必要な運営から、研究組織の理念と戦略に基づく迅速な意思決定が可能になる。

#### 2) 給与や研究リソースの配分を一律ではなくメリットに基づき増減するシステムを導入する

研究者の給与を機械的平等ではなく、客観的メリットに応じて増減可能なシステムに変更する。京都大学内から参加する研究者の給与は、当面大学の規定に沿って支払われることになるが、これに加えて、個々の実績と評価に応じて増減する特別手当を支払う。それと並行して、他の研究機関から本拠点に移籍した研究者に対しては実績と評価に基づく年俸制度を適用する。客観的評価を保証するために、外部有識者から成る助言委員会や評価委員会に意見を求める。研究者にとっては給与に加えて研究スペースの配分も重大な意味をもつ。これら拠点が保有する研究リソースを各研究グループにどのように配分するかについても、最終的に拠点長が方針決定を行う。

3) 言語障壁を取り除くため英語を共通使用言語として優秀な人材を国際募集する

会議、書類、電子メールなどにおいては、英語を使用する。事務局、および各部門には、英語力に堪能なスタッフを置く。研究者の空きポストは国際公募により選考する。国外からの研究者を積極的にリクルートするために、従来の慣習にとられない給与レベル、住宅や家族への考慮、研究グループのスタートアップ資金などを提供する。

4) キャリア養成スーパーポスドクシステム「京都iCeMSフェロー」

本拠点では、キャリア養成スーパーポスドクシステム、「Kyoto iCeMS Fellow」を創設する。このプログラムは、若い優れた研究者に対し、十分な財源と独立性を提供することを目的としている。現在の予算計画では8人程度のフェローを採用する予定である。フェロー候補者は、国籍を問わず博士号を取得して間もない優秀な科学者の中から選ばれる。学位をとったばかりのこの時期は、新鮮で独創的なアイデアに基づいた、野心的な研究がもっとも期待できる。フェローには、十分な給与が5年間支払われ、それとは別に、小規模な研究グループを運営するための人件費を含めた経費が支給される。こうした手厚い研究支援を得て、充実したポスドク時期を送ることになる研究者たちが、将来、国際的舞台上においてめざましい業績を達成することにより、本拠点の研究者育成機関としての魅力が増すことが期待できる。

5) 共用実験室とオープンオフィス

日本の研究組織の典型的弊害として、「研究グループ間の壁」がある。本拠点では、この壁を取り払い、研究者間の日常的な交流と連携研究を促すことにより、よりダイナミックな研究活動を実現する。具体的には、上記のスーパーポスドクによって指揮された研究グループを含む、全ての研究グループがベンチスペースを分け合う共用実験室を多数配置する予定である。これにより、研究の進展やグループ規模の増減に応じて研究スペースの配分を随時変更できる。それと同時に、複数研究グループに所属する研究者が同じ部屋にデスクを置くオープンオフィスシステムを採用して、異分野研究者間の日常的な交流を促進する。

6) 科学インテグリティーおよび科学コミュニケーション育成プログラム

現代社会においては、科学技術が人類の健康福祉に多大な貢献をしているにも関わらず、その行き過ぎた発展に警鐘を鳴らす動きもある。また、社会との関わりの中で科学者のインテグリティーが厳しく問われる時代になった。現代の科学者には最先端の科学技術を正しくバランス良く社会に伝える能力に加え、自らが関わる科学研究に対するインテグリティーを高く保持することが必要とされている。こうしたニーズに応えるため、本拠点では、科学インテグリティーの意識と理解を向上させるとともに、科学コミュニケーションを担う人材育成を目的としたプログラムを立ち上げる。本拠点は、このプログラムを通じて、ひろく科学者と一般社会とのコミュニケーションの架け橋となることを目指す。

以上に挙げたような、研究組織の新たな運営方針と環境整備によって、私達のiCeMSが第一線の研究者のみならず、若手、中堅の優れた人材から、世界に開かれた魅力的な研究拠点として評価されることを目指している。

# iCeMS の研究内容

人類の健康福祉  
のための新世代  
技術

1) 幹細胞のスマート物質  
制御による 再生医学

2) 体内での  
解毒と薬物合成

3) メゾ制御による  
環境に優しい化学

メゾ制御  
新科学分野  
の創出

- A. メゾ工学による  
幹細胞制御
- B. メゾ細胞生物物理学
- C. メゾ空間の物理と化学

化学

細胞生物学

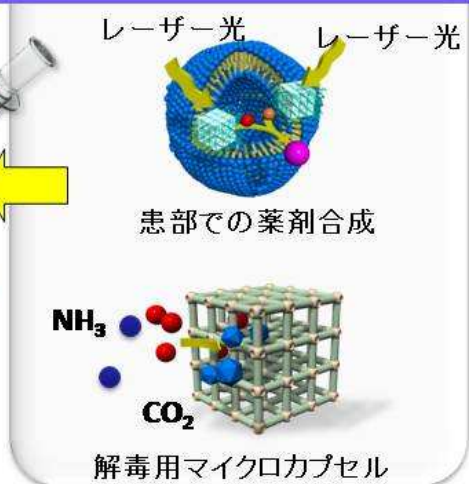
物理学

## 人類の健康と福祉のための新世代技術（3分野）

### 幹細胞のスマート物質制御による 再生医学



### 体内での解毒デバイスと 患部での薬剤合成法の開発



### メゾ制御による 環境に優しい化学

R型2酸化マンガンメゾ結晶による  
炭酸ガス固定とブドウ糖合成  
(光を使わない人工光合成)  
常温・常圧・水中での有機化学合成

