

世界トップレベル研究拠点プログラム

拠点構想の概要

※A4 2ページ以内で作成すること。

拠点名： ヒト生物学高等研究拠点

ホスト機関名： 京都大学

ホスト機関の長： 山極壽一 学長

拠点長： 斎藤通紀 京都大学大学院医学研究科 教授

事務部門長： 小川正 京都大学次世代創成ユニット 特任教授

1) 拠点形成の全体像

ヒト生物学高等研究拠点は、多分野（生命・数理・人文科学）を融合した学際的な方法論を駆使することで、我々ヒトに付与された特性の獲得機構とその破綻による病態発症の原理を究明する新しい研究領域を創成する。拠点発足時には、拠点長を含め、京都大学内・国内・海外から13名の主任研究者(principal investigators: PIs)を集結し、拠点に必須な基幹研究を推進する。うち9名のPIsが、ヒトの成り立ち—生殖・発生・発達・老化—とその遺伝・進化に関する厳選された個々の研究テーマを、ゲノム制御機構・霊長類を用いた病態モデルの構成的研究を基軸とし、集中的に推進する。また2名のPIsが、拠点の全PIsと連携し、それぞれ、拠点の研究推進に必須な生命科学と数理科学、生命科学と人文科学の融合研究を主導する。2名のPIsが、国際的に最高の技術水準を有する単一細胞ゲノム情報解析コア、遺伝子改変カニクイザル作製コアを確立・主導し、拠点の研究を支援する。また、新たに3名程の若手PIポストを用意し、拠点のミッション達成を加速させる。さらに、本拠点は、European Molecular Biology Laboratory (EMBL)、ケンブリッジ大学、カロリンスカ研究所等、関連分野における国際的研究拠点との強固な連携体制を構築し、重層的な研究推進体制を実現することで拠点の国際的魅力・競争力を高める。あわせて、本拠点は、21世紀の生命科学を創出・牽引する先進的なヒト生物学を実現し、革新的な医療を開発・推進する礎とする。

2) 研究内容

本拠点は、ヒト及びマカクザルを中心とする非ヒト科霊長類を主な研究対象とし、多分野（生命・数理・人文科学）を融合した学際的な方法論を駆使することで、我々ヒトに付与された特性とその破綻による病態発症の原理を究明する新しい学問領域を実現する。具体的には、1) ヒト生物学における基幹領域—生殖・発生・発達・老化と遺伝・進化—に関する厳選された個々の研究テーマにおいて傑出した成果を挙げる、2) ヒト・非ヒト科霊長類・齧歯類の“相同”発生・分化成熟座標に出現する“相同”細胞群の多階層ゲノム情報を新しい方法論を用いて解析し、多様なゲノムが生成する種差表出原理を解明、モデル生物から得られた知見をヒトへ適切に外挿できるようにするとともに、より普遍的な種の多様性生成機構を解明する基盤とする、3) カニクイザルを用いた最先端のゲノム編集技術を開発し、霊長類固有の遺伝子機能の解析・難病モデルの作出（特に神経系と腎の疾患を標的とする）を推進する、4) 鍵となるヒト細胞系譜や組織の再構成系の樹立と厳密な検証を行う、5) ヒト及び非ヒト科霊長類試料の適切な使用に関する倫理、創出される研究成果の意義と価値に関する哲学を創生し、社会に発信すること、ことを研究目標とする。

3) 融合研究

本拠点は、拠点の研究目標達成に必須で、拠点のすべての研究に統合的に関与する2つの融合研究を推進する。第一の融合研究である生命科学と数理科学の融合では、機械学習や、データの幾何学的特徴を抽出するトポロジカルデータ解析といった最先端の数理科学手法を用いた方法論を開発し、ヒト・非ヒト科霊長類・齧歯類の相同発生・分化成熟座標に出現する相同細胞群の多階層ゲノム情報を解析し、

世界トップレベル研究拠点プログラム

多様なゲノムが生成する種差表出原理の解明を目指す。こうした解析を発生・発達の時間・空間軸に沿って発展させることで、種により発生・発達の時間・空間のスケールが異なる原理の解明も目指す。これらの研究は、モデル生物から得られた知見をヒトへ適切に外挿できるようにするとともに、より普遍的な種の多様性生成機構を解明する基盤となることが期待される。第二の融合研究である生命科学と人文科学の融合では、主な研究対象とするヒト及び非ヒト霊長類試料の適切な使用に関する世界標準となる生命倫理の策定に貢献し、創出される研究成果（人工生殖細胞や人工大脳皮質、遺伝子改変カニクイザル等）の意義と価値に関する哲学を創生する。

4) 国際的研究環境

本拠点は、海外から参入する PIs に、スタートアップ資金（拠点発足当初2年間は年間3,000万円ずつ）とスタッフ・研究員ポスト（准教授ポストを co-PI ポストとして配分、さらにポスドク2名）を重点的に措置し、本拠点における円滑な研究の開始をサポートする。Co-PIs は拠点専属とし、PIs と綿密な議論を重ね、PI 不在時等に研究室の積極的な運営を行う。すべての研究者ポストについては国際公募を行う。各 PI は、それぞれに配分される拠点運営資金から原則的に一人は外国人研究者を雇用し、拠点研究推進に真に資する人選を進め、拠点発足2年終了時には、研究者の3割を外国人とする。本拠点は、欧州における国際生命科学研究拠点 EMBL のDirector Generalを2019年より務める Edith Heard 氏を Senior Consultant として迎え、本拠点全体の研究推進・運営方針に関するアドバイスを仰ぐとともに、本拠点と EMBL の連携を強化する。さらに、ケンブリッジ大学、カロリンスカ研究所等、関連する分野における国際的研究拠点と強固な連携体制を構築し、重層的な研究推進体制を実現する。また、拠点は、その国際的存在感を高めると同時に、国際交流を深め新たな研究展開・方向性に基づく新しい国際共同研究を発掘する機会を設ける場として、世界トップレベルの研究者を集める国際シンポジウム（少なくとも年に1回）やワークショップ、セミナー等を定期的に開催する。拠点は、海外から参入する研究者及びその家族が京都で快適に過ごせるよう、十全の事務的サポートを行う。

5) 拠点運営・システム改革

拠点長は、執行部会議（拠点長、副拠点長2人、主任研究者数名、事務部門長）と相談のうえ、研究の方向性、人事、予算などの重要事項について最終的な決定を行うことができる。主任研究者（16人）と co-PI（4人）で構成される主任研究者会議は、執行部会議で審議された方向性に沿いながら、拠点運営に必要な具体的事項や行動計画を決定する。拠点の事務部門は、事務部門長、バイリンガルを含む13人の事務スタッフ、2人の拠点専属 URA で構成される。戦略的研究支援セクションに配置される拠点専属 URA は、大学本部の URA 組織（KURA）と京都大学の次世代研究者育成事業（白眉プロジェクト）から最大限の支援を受けながら、国際的研究集会、若手研究者育成、産学連携などに係るプログラムの企画・実施を行う。

京都大学は本事業を通じて2つのシステム改革を予定している。第一に、国内において特別な存在であり、世界レベルでも先導的な研究コアファシリティを本拠点構想で構築する。コアファシリティの特別性（高性能な研究機器と解析技術）と専属的な技術スペシャリストの配置によって、当該コアファシリティを国際的な研究交流拠点に成長させる。京都大学は本拠点構想での取り組み経験をもとに、優れたコアファシリティを構築するための汎化モデルをつくり、全学レベルで展開する。第二に、WPI補助事業終了後において本拠点構想が自立化するために必要不可欠な、適切な間接経費（事務スタッフの雇用費、施設の減価償却費、光熱費など）の確保を行う。この目的のため、京都大学は適切な間接経費を推定できるモデルを新たに構築し、本拠点構想で検証を試みる。

世界トップレベル研究拠点プログラム

拠点構想

拠点名： ヒト生物学高等研究拠点

ホスト機関名： 京都大学

ホスト機関の長： 山極壽一 学長

拠点長： 斎藤通紀 京都大学大学院医学研究科 教授

付録 1: 拠点長候補者の略歴

付録 2: 当該分野の世界的に著名な研究者による拠点長候補者の推薦状

事務部門長： 小川正 京都大学次世代創成ユニット 特任教授

付録 3: 事務部門長候補者の略歴

1) 拠点形成の全体像

・ WPI 拠点としてのミッションステートメント、拠点のアイデンティティ及び本プログラムにより達成すべき目標を、明確かつ簡潔に記載すること。

ヒト生物学高等研究拠点は、多分野（生命・数理・人文科学）を融合した学際的な方法論を駆使し、我々ヒトに付与された特性の獲得機構とその破綻による病態発症の原理を究明する新しい研究領域を創成する（図：1 頁）。

本研究拠点の到達目標：

- 1) ヒト生物学の基幹領域、特に生殖・発生・発達・老化さらには遺伝・進化の分野において、ゲノム制御解析や病態モデルの作製を集中的に推進し、傑出した成果を輩出する。
- 2) 多分野を融合した学際的な方法論により種差の表出原理を解明し、モデル生物から得られた知見をヒトへと適切に外挿する。
- 3) 霊長類での難病モデルの作出や遺伝子機能の解析を推進する。
- 4) 鍵となるヒト細胞系譜や組織の再構成系を樹立し、多層的な情報に基づく厳密な検証を行う。
- 5) ヒトや非ヒト科霊長類の試料の適切な使用に関する倫理や、創出される研究成果の意義や価値に関する哲学を創生する。

これらの目標を実現するため、本拠点では、今後数十年にわたり生命科学の最前線となると考えられる、ヒト生物学の先進的な研究を創出、推進する。近年のゲノム科学の発達により、多様な疾患の原因となる遺伝子変異が特定されてきたが、ヒトの遺伝子機能を解明する標準化された手法は存在していない。先進的なヒト生物学により、この筋道を開発し、革新的な医療を開発する礎とする。

ヒト生物学に特化した研究拠点は、その重要性も必要性も明白であるにも関わらず、技術的・倫理的な困難さから、世界の先進諸国においても未だに存在していない。そのためヒト生物学高等研究拠点は世界的に見ても傑出しており、ヒト生物学の基盤研究の推進やその医療への応用などで、他に類を見ず、高い競争力を持つと考えられる。



2) 研究内容

世界トップレベル研究拠点プログラム

2) -1. 研究領域

- ・ 研究領域の名称を記載すること。
- ・ 研究対象として取り組む重要性（当該研究領域及びその周辺領域における国内外の動向、科学的及び社会的意義）について記載すること。
- ・ 当該研究領域に WPI 拠点として取り組むに価する理由について記載すること。（我が国の優位性、科学技術上の世界的な課題に挑戦し、国際的な魅力があること、当該学問分野の将来性等）
- ・ 対象研究領域ないしは関連研究領域における他の世界的研究拠点を列挙し（5 機関まで）、それとの比較でどのようなレベルにあるかを評価すること。

添付資料 4 「拠点構想に関係が深い英文の論文（10 件以内、レビュー論文も可）とそのリスト」を添付すること。

対象とする研究分野

本拠点はヒト生物学における重要分野として、遺伝学や進化だけでなく、生殖、発生、発達、老化について、**遺伝子制御と疾患モデル**に焦点を当て重点的に研究する。特にヒト及び非ヒト霊長類を主要な研究対象に用いて、研究所は、エピジェネティックな形質の遺伝や霊長類特異的な転移因子とならんで、生殖細胞の発生、初期胚の発生、脳の発生/発達/疾患、腎臓の発生/発達/疾患、幹細胞の老化と癌化、リンパ球の発生/老化も探求する。

本拠点は、生命科学と、**機械学習やトポロジカルデータ解析(TDA)を含む数理科学**、さらには**人文社会科学（生命倫理と生命に関する哲学）**それぞれの融合領域において分野横断的に研究を推進する。そして 2 つの研究開発コアを**単一細胞レベルでの多階層ゲノム情報解析**と、**先端的ゲノム編集霊長類作製**のためにそれぞれ設置する。分野横断的研究プログラムと研究開発コアは全ての主任研究者 (principal investigators: PIs) の研究計画に統合され、高度に協調した研究を生み出すためのシステムを創出する。

対象研究分野の重要性

ヒトを構成する原理の解明は、病態も含めて、生命科学の基本であり、ヒトの進化に関する我々の本質的な探求のみならず医学への応用や社会の福祉にも直接の関係がある。マウスを含む多様なモデル生物を用いて膨大な研究がなされ、多くの知識が生物のライフサイクルを支えるメカニズムに関して蓄積されてきた。一方で、このような知識は、鍵となる生物学的な代謝回路の制御機構に種差があるため、しばしばヒトの生物学につなげることが困難であり、不成功に終わることがある。**我々は今や「ヒトとは何か」という問題を直接解決する時代が来たと考えている。種差はマウスのようなモデル生物における多くの創薬研究の成果がヒトの臨床治験において再現できないでいることの原因にもなっている。**以下に 2 つの典型的な事例を挙げる。

まず、ヒトの進化の過程において中枢神経系の機構とサイズに目を見張るような変化が成し遂げられている。特に大脳皮質の拡大はその最たるものである。例えば、外側脳室下帯はげっ歯類には無く、霊長類に存在し、霊長類における大脳皮質の拡大に鍵となる役割を果たしている。皮質下の構造が原始的で反射的な行動を制御しているのに対して大脳皮質は文脈依存的な行動を柔軟に調節している。そして霊長類はより大脳皮質の機能に依存して行動するのに対し、げっ歯類はより皮質下のシステムに依存している。その結果として、大脳皮質運動野が損傷を受けてもげっ歯類は歩行に支障をきたさないのに対し、霊長類は歩行に重篤な障害を生じる。パーキンソン病やジストニアのような大脳基底核疾患のげっ歯類モデルはヒトの患者と大きく異なる症状を示す。さらに認知機能にも大きな違いがある。特に認知的実行機能に関与する背外側前頭連合野はげっ歯類には存在しないとされている。このような中枢神経系の構造と機能の違いが神経変性疾患や精神神経疾患のげっ歯類モデルの価値の限界を示している。その結果として、過去 10 年の間に、これらの疾患のための創薬において、げっ歯類

世界トップレベル研究拠点プログラム

をモデルとして開発された多くの候補薬品が臨床前試験において効果がないことが判明するという深刻な問題に直面し、多くのメガファーマがこれらの疾患に対する創薬から撤退するという事態が生じている。

次に、腎臓は体液の恒常性の維持に重要な臓器である。ここでもヒトの腎臓病の病理を理解するのにげっ歯類モデルでは不十分であることが明らかにされつつある。例えば、糖尿病腎症は腎障害の最終段階の主要な原因である。しかし、げっ歯類モデルはどれもヒトの糖尿病腎症の鍵となる特徴のすべてを再現できているわけではない。従ってげっ歯類モデルの治療に有効であった薬物がしばしばヒトの疾患においては無効である。急性腎傷害は腎臓の機能が急激に低下する状態のことをいう。様々な薬物が急性腎傷害のマウスモデルでの前臨床において有効とされたが、これまでヒトの急性腎傷害に対する治療法は開発されていない。このようにマウスモデルはヒトの疾患を再現しないため、ヒトの疾患に対する効果的な薬物治療法を確立するのに適していない可能性がある。

このように、現状でのげっ歯類モデルは、おそらくほとんどの組織/臓器において、種差に起因する明確な限界を有する。従って、ヒト生物学にはヒト由来の試料を用いることが必要である。しかし、このような試料、特に発生段階のヒト由来の試料は技術的にも倫理的にも入手が困難である。従って我々は、ヒトのモデルとしての非ヒト科霊長類試料を使用するとともに、システムとして、倫理的に適切なかたちでヒト由来の試料にアクセスする機会を確立する必要がある。一方、実験研究に使用可能なモデルの中でヒトに最も近縁の種であるマカクザル（アカゲザルやカニクイザル）ですら、進化の過程でヒトと分岐してから 2500 万年が経過している。従って、現状をさらに超えてヒト生物学を推進するためには、ヒトと非ヒト科霊長類を並行して研究していくことが重要である。そして同時に種差が生じる基本的原理を明らかにすることによって、モデル生物からヒトへのより良い外挿が可能になると考えられる。実際に、より広い文脈で言えば、21 世紀の生命科学の大きな挑戦は、種差、即ち進化によってもたらされた生命の多様性、表出原理を理解することであると言えるだろう。

ヒト生物学の理解を深めるには、ヒトまたは非ヒト霊長類由来生体試料を用いた解析が必要だが、このような研究に対する公共の理解を得るには、適切な規制のもとでの実施と、研究成果が社会にもたらす価値に対する理解が不可欠である。Nature は、2018 年 5 月 2 日、今後、ヒト胚や生殖細胞を用いた論文の査読には倫理学者を含めることを表明した。ヒト生物学における生命倫理の重要性は、今後ますます拡大することが想定される。

本拠点で期待される成果（人工的なヒトの配偶子、大脳皮質、ゲノム編集されたサルなど）に対する倫理的な判断は、既存の価値観では困難である可能性がある。例えば、ヒト gastruloid や人工配偶子から作られた受精ヒト胚に対して、不妊治療に起因する余剰胚と同様な倫理的配慮が必要かといった問いは実社会が近々直面する哲学的課題である。さらに、ヒトおよび霊長類試料の研究利用はヒトの生命原理を解明するために不可欠であるが、厳格な倫理的配慮によって補完されなければならない。したがって、本拠点内に**生命倫理・哲学グループ**を設立し、生命科学と人文/社会科学との融合領域を創出することは不可欠かつ時宜を得たものである。

上記のすべてに照らして、本拠点の対象とする研究分野は、今後数十年間の生命科学においてきわめて重要と考えられる。

研究フィールドとしての本拠点の価値

ヒト生物学を今後数十年間の最先端生命科学として確立するという顕著かつ野心的な目標を実現するためには、専門家集団がともに研究を行い、アイデアを交換することが不可欠である。京都大学と国

世界トップレベル研究拠点プログラム

内外の関連機関の卓越した研究者を集めた本拠点は、インタラクティブで学際的、協調的かつ生産的な環境であり、その目標実現に最適である。

現在、日本はヒト由来生体試料の研究利活用が他国よりも限定的である一方、非ヒト霊長類試料の利活用については、ヨーロッパや米国に比して明らかに有利である。本拠点ではヒト由来生体試料への体系的なアクセスを実現する一方、サテライト施設である**滋賀医科大学動物生命科学研究センター**で、**霊長類発生工学コア**を設立する。同センターは**世界でも有数の霊長類コロニーを保持するとともに、世界で最も先進的な生殖工学技術を持つ（約 700 ケージ、1 週間に約 40 卵母細胞の単離）**。同センターは、**斎藤通紀**との共同研究でカニクイザルを用いた発生生物学を確立し、重要な論文を多数発表してきた（*Nature*, **537**, 57-62, 2016; *Dev. Cell*, **39**, 169-185, 2016; *Cell Stem Cell*, **17**, 178-194, 2015; *Cell Stem Cell*, **21**, 517-532, 2017; *Sci. Rep.*, **6**:24868, 2016）。このような活動は世界的に見てもこのセンターに特有である。本拠点が**霊長類ゲノム編集のためのコア**を実装し、非ヒト霊長類試料を用いた研究を拡大することは、非常に時宜を得たものであり、かつ有用である。さらに、**霊長類発生工学コアは実験動物中央研究所のマーモセット研究部門と密接に連携し、協働することで、日本における霊長類ゲノム編集研究を世界最高レベルに押し上げることが可能である**。

本拠点と類似した分野における 5 施設の概要

本拠点はヒト生物学において、世界的にも最先端かつユニークな位置付けにあり、時宜を得たものである。発生学を含むヒト生物学の研究には急速に関心が高まっている。例えば、発生学のトップジャーナルの 1 つである *Development* 誌は、最近、ヒト発生学に特化した新しいサブセクションを設けており、2014 年以降、ヒト発生学に関する定期的な会議を開催している（「幹細胞からヒト発生学まで」：2018 年に**斎藤通紀**が招待されている）。**ウェルカム・トラストは現在、ヒト発生生物学イニシアティブ（HDBI : Hiiragi が関与）を 1000 万ポンドの経費をかけて準備しているが、現時点での再生医療の未成熟はヒト発生学の基盤知識の欠如に起因するという認識のもと、推進されている。ヒト発生生物学のより深い理解は、幹細胞を用いた再生医療が成功するための強力な基盤となると考えられる。さらに、ゲノム科学の進歩により、疾患原因遺伝子変異が次々と同定されているが、同定したヒト遺伝子の機能解析の戦略は未だ標準化されておらず、世界の主要国にはヒト生物学に焦点を当てた研究所はまだ存在しない。我々は、ヒト生物学の先進的研究が、前述の戦略を創出するとともに、革新的な医学的介入を推進する基盤を提供すると考える。**

発生生物学の分野では、英国 **University of Cambridge** の **Gurdon Institute**（2018 年 10 月現在、**Takashi Hiiragi** が所属）が世界をリードする研究所の 1 つである。しかし、同研究所の主な焦点は発生生物学と癌であり、ヒト生物学研究は各研究室単位で実施しており、限定的である。**EMBL** は、最近、バルセロナに組織生物学および疾患モデリングに特化した研究所を設立したが、その研究内容は、幹細胞培養とオルガノイドに限定されており、ヒト生物学と関連付けたものではない。ロンドンの **Francis Crick Institute** は、人間の健康と疾病に強い関心を示しているが、同研究所の主たる目的は、学際的協力を通じた生物学の基本原理の理解であり、必ずしもヒト生物学に焦点を当てたものではない。さらに、極めて規模が大きく多様性が高いため、ヒト生物学研究に焦点を絞った調整は困難である。パリの**キュリー研究所**は、フランスの有力な科学機関であり、パリの病院とも積極的に連携しているが、特にヒト生物学を目標としているわけではない。米国には多くの「幹細胞研究所」（例えば、**ハーバード幹細胞研究所**）が存在するが、それらの研究活動は必ずしもヒト生物学の基礎研究を目標としたものではなく、そのような研究は個々の研究室単位で行われる。

これらの事実は、本拠点がヒト生物学の基盤研究を推進する研究所として、ユニークかつ世界をリ

世界トップレベル研究拠点プログラム

ードする役割を果たすことを示している。

センターのプロジェクトに密接に関連する 10 の論文

添付資料 4

2)-2 研究達成目標及び計画

- ・ 助成期間終了時（10 年後）の研究達成目標を一般国民にも分かり易い形で明確に記載すること。その際、どのような科学技術上の世界的な課題の解決に挑戦するのか、またその実現により、将来、どのような社会的インパクトが期待できるのか、をできるだけ分かり易く記載すること。
- ・ 上記目標を達成するための研究活動面の具体的計画及び関連するこれまでの実績を記載すること。

研究の目的

本拠点の目標は、病態も含め、ヒトの特性とは何か、を解明する科学的な基盤を形成することである。

本拠点はヒト及び非ヒト科霊長類の研究を中心に据え、ヒトに付与された特性とその破綻による病態発症の原理を究明する。今後 10 年間で本拠点の研究の目標は以下の通りである：

- 1) ゲノム制御機構や霊長類を用いた病態モデルの作製を集中的に推進し、ヒト生物学の基幹領域-生殖・発生・発達・老化-とその遺伝・進化の研究における傑出した成果を輩出する。
- 2) ヒト・非ヒト科霊長類・齧歯類の間の種差表出原理を解明し、モデル生物から得られた知見をヒトへと適切に外挿する方法論を創出する。
- 3) カニクイザル試料を用いた、霊長類固有の遺伝子機能を解析し、ゲノム編集技術による難病モデルを作出する。
- 4) 鍵となるヒト細胞系譜や組織の発生や生理を再構成する系を樹立する（初期胚、生殖細胞、神経組織、リンパ球など）。
- 5) ヒト及び非ヒト科霊長類試料の適切な使用に関する倫理、創出される研究成果の意義と価値に関する哲学を創生する。

このように、本拠点の研究は、ヒトの進化の過程を描出するのみならず、多くの難病の病因を解明し、革新的医療の開発の礎を形成することで、健康的に誕生し老いる社会の基盤となる。

研究の内容

本拠点は 13 名の主任研究者(principal investigators: PIs)で開始する。このうち 9 名の PIs は、ヒトの成り立ち- 生殖・発生・発達・老化 -とその遺伝・進化に関する厳選された個々の研究テーマを探究し（**生命科学部門**）、2 名の PIs は融合研究を主導し、2 名は 2 つの研究開発コアを主導する。これらの研究部門をもとに、それぞれの研究の相乗的な発展をはかり、ヒト生物学を構成的に究明する（[図：6 頁](#)）。将来的には 3 名の若手 PI（准教授）を雇用し、研究を推進する。

2 種の融合研究と 2 部門の研究開発コアは以下の通りである：

数理解析グループはトポロジカルデータ解析 (TDA) や 応用数学で世界をリードする数学者である **平岡 裕章**（副拠点長候補者）が主導する。このグループは、生命科学系グループが取得する多生物種・多細胞種・多階層な網羅的データを、機械学習やトポロジカルデータ解析に基づく新規方法論を開発して解析、ヒト・非ヒト科霊長類・齧歯類における“相同”細胞の種差表出原理を解明する。

生命倫理・哲学グループは、生命倫理や実証研究を専門とする **藤田みさお**が主導する。このグループは、ヒト及び非ヒト科霊長類試料の適切な使用に関する倫理や、本拠点で創出される研究成果（e.g., 人

世界トップレベル研究拠点プログラム

工生殖細胞や人工大脳皮質、遺伝子改変カニクイザルなど）の意義と価値に関する哲学を創生する。[活動の詳細は 3\) 融合研究の項を参照](#)。

単一細胞ゲノム情報解析コアは、ゲノム情報解析を専門とする**山本拓也**が主導する。このコアでは遺伝子発現・ゲノム配列・ゲノム構造・エピゲノム情報を含む多階層網羅的データを単一細胞レベルで高精度に解析、全研究グループの研究を支援する体制を確立する。さらに**山本**は、転写後修飾・翻訳制御の解析を加え、遺伝子発現の一連の制御機構の全体像を捉えるシステムを構築し、種差表出原理の解明を目指す。

霊長類発生工学コアは、滋賀医科大学 動物生命科学研究センター（**サテライト拠点・滋賀医科大学**）で発生工学を専門とする**依馬 正次**が主導し、拠点の研究にカニクイザル胚・成体試料を安定に供給する体制を築くとともに、最先端のゲノム編集技術を開発し、霊長類固有の遺伝子の機能やヒト疾患の発症機序の解明に用いる遺伝子改変カニクイザルを作製する。標的としては、齧歯類・霊長類間で大きく多様化し、齧歯類モデルにおける薬剤スクリーニングがほとんど成功しなかった、脳機能や腎発生、成長に必要な遺伝子を選択する（[「対象研究分野の重要性」を参照](#)）。具体的には、*CHX10*（**伊佐**：霊長類固有の手の巧緻運動の発達を指令）、*DYT1*（**伊佐**：発達初期から不随意運動の表現型を生じるジストニアの原因遺伝子）、*DISC1*（**伊佐**：統合失調症の原因遺伝子）、*PKD1*（**依馬**：多発性嚢胞腎の原因遺伝子でヘテロでの表現型はヒトに特異的）、*NPHS1*（**柳田**：先天性ネフローゼ症候群の原因遺伝子）、*NPH1*（**柳田**：一型ネフロン癆の原因遺伝子）などを標的とする。また、拠点の研究の進展に伴い、その重要性が新たに示唆される遺伝子群の改変も系統的に行う体制を構築する。本拠点は、遺伝子改変マウスの作出に秀でた実験動物中央研究所マウス研究部と連携し、日本の遺伝子改変霊長類研究を世界トップレベルとする。また、京都大学霊長類研究所とも連携し、加齢サル試料の入手や各種霊長類からの iPS 細胞の樹立などの研究を推進する。

生命科学系グループは、生殖・発生・発達・老化や遺伝・進化といったヒト生物学の基幹領域において鍵となる研究を推進する。

拠点長候補者の**斎藤通紀**は、マウス、サル、ヒトにおける生殖細胞発生機構の解明とその試験管内再構成において世界を牽引する研究者である。斎藤は、カニクイザル及びヒト始原生殖細胞を卵母細胞や精原細胞に体外で分化させる方法論を確立する。それを礎に、サル・ヒト多能性幹細胞から試験管内で始原生殖細胞様細胞を経て卵母細胞・精原細胞を誘導し、サル・ヒトの生殖細胞発生・分化の機構を試験管内で解析可能とする。これを利用し、生殖細胞発生機構、特にエピゲノムリプログラミングと減数分裂によるエピゲノム・ゲノム多様性生成機序、マウス・サル・ヒトのエピゲノム・ゲノム進化機構、その種差表出原理を解明する。さらに、これら生物種における生殖細胞発生時間の種

拠点長 (D) : 斎藤 通紀 シニアコンサルタント: Edith Heard
副拠点長 (VD) : 伊佐 正、平岡 裕章
事務部門長 : 小川 正

ヒト生物学高等研究拠点

生命科学部門

ヒト生物学の基幹領域:

斎藤 (D)

Hiiragi

永樂

Ferguson-Smith

Bourque

伊佐 (VD)

柳田

小川

Ueno

生殖
発生
発達
老化
遺伝
進化

平岡 (VD) : 数理解析グループ

藤田 : 生命倫理・哲学グループ

山本 : 単一細胞ゲノム情報解析コア

依馬 : 霊長類発生工学コア

世界トップレベル研究拠点プログラム

差表出原理の解明を目指す。

Takashi Hiiragi は、マウスの初期発生やそのイメージングを専門とし、最先端のライブイメージング技術をカニクイザルに適用し、受精卵から着床・生殖細胞形成までを単一細胞レベルでマッピングする。また各細胞の網羅的遺伝子発現・ゲノムデータと融合させ、カニクイザルの初期胚の発生機構を明らかにし、哺乳類種間で保存された、あるいは種毎に異なる発生原理を導出する。

永樂元次 は、マウス・ヒト多能性幹細胞から大脳組織や網膜を自己組織化する系を構築し、培養系においても種特異的な発生時間が再現されることを示した (e.g., 視細胞分化にマウスでは 20 日程、ヒトでは 150 日以上必要)。永樂は、マウス・サル・ヒト多能性幹細胞から神経組織を誘導し、最先端のイメージングや多階層ゲノム情報解析を用いてその過程の細胞・分子・ゲノム動態を比較解析し、神経細胞の種差・その発生時間の種差を規定する分子基盤を究明する。

Anne Ferguson-Smith は、エピゲノム情報の遺伝研究で世界を牽引する。**Ferguson-Smith** は、ゲノムに含まれる特徴的な繰り返し配列であるトランスポゾンがエピゲノム情報を介して遺伝子発現に影響を与え、またエピゲノム情報は環境によって変化しやすく、表現型をもたらすような前世代から受け継いだエピゲノム情報を助長したり再構成しうる、という仮説を検証する。さらにカニクイザルによる子宮内障害モデルを利用し、このような遺伝子以外の遺伝の機序を明らかにし、ヒトの健康に影響を与える機構を解明する。

Guillaume Bourque はゲノム情報の比較解析を専門とし、進化の過程で獲得した種特異的なトランスポゾンによる制御機構を解明してきた。**Bourque** は 1) 複数のヒトと非ヒト科霊長類のエピゲノム地図を作製し、2) 非コード領域の変異の影響を予測する数理モデルを作製し、3) このような予測ツールを用いて疾患コホートを検索し、4) このようなゲノム、エピゲノムデータからの予測ソフトウェアを開発、配布することを目指す。このような研究を通じ、非コード DNA の理解を深め、疾患への影響を明らかにする。

伊佐正 (副拠点長候補者) は、霊長類の神経ネットワークの研究で世界を牽引する。**伊佐** は霊長類で特に発達した 1) 手の巧緻運動、2) 皮質-皮質下ループに依存した運動機能、3) 高次認知機能に着目し、その機能を解明する。1) に関しては、単一細胞 RNA シークエンスを用い、カニクイザルの皮質脊髄路ニューロンに特異的に発現する遺伝子を網羅的に同定する。さらに、皮質の指令を脊髄運動ニューロンに伝える脊髄介在ニューロンに特異的に発現する遺伝子 *CHX10* や、皮質脊髄路ニューロンに特異的な *SPP1* のノックアウトサルを作製する。2) に関しては、大脳基底核の変性疾患であるジストニアの原因遺伝子 *DYT1* をノックアウトし、霊長類特異的なその表現型と神経機能を解析する。3) に関しては、霊長類で高度に発達した背外側前頭前皮質の機能異常で起こる、統合失調症の原因遺伝子とされる *DISC1* をノックアウトし、その表現型や機能を解析する。このようにして霊長類特有の疾患モデルを作製し、その遺伝子機能を解明する基盤を創出する。

柳田素子 は腎臓病を専門とし、種々の腎疾患の病態発生機序を明らかにしてきた。**柳田** はカニクイザルを用いて、1) 腎疾患モデルの検証、2) 遺伝子改変サルの作製、3) 腎発生プログラムの検証、を行う。1) に関しては、虚血再灌流による急性腎障害モデルを作製し、ヒトとマウスの病態と比較する。2) に関しては、先天性ネフローゼ症候群の原因遺伝子で、足細胞のスリット膜状の Nephhrin をコードする *NPHS1* 遺伝子欠損サルや I 型ネフロン癆 (髄質誠嚢胞腎) の原因遺伝子で、Nephrocystin-1 をコードする *NPHP1* 遺伝子の欠損サルを作製する。I 型ネフロン癆は腎臓の嚢胞形成と炎症が特徴で、13-14 歳頃に末期腎不全に至る疾患である。3) に関しては、母体栄養制限モデルによるネフロン数減少の再現と経時的網羅的遺伝子発現解析により、母体栄養によるネフロン数決定のメカニズムを解明する。

小川誠司 はゲノム変異と発癌を専門とし、様々な癌種において鍵となる変異を発見している。**小川** は老化に伴うゲノム変異の蓄積が発癌に至る過程を解明する。乳腺・食道・大腸・造血系を対象に、初期がん病変、あるいは正常組織の幹細胞のゲノム DNA 配列や遺伝子発現を 10 万個程度の単一細胞で

世界トップレベル研究拠点プログラム

解析し、発がんの初期過程として生ずるクローン選択と進化の全容を解明する。本研究達成のため、**単一細胞ゲノム情報解析コア**と共同し、一細胞から全ゲノムの変異と網羅的な遺伝子発現を測定する技術や細胞の進化を扱う集団遺伝学的情報学を開発する。

Hideki Ueno はヒト免疫学を専門とし、濾胞性ヘルパーT 細胞 (Tfh) の研究で世界を牽引する。**Ueno** は、多階層ゲノム情報解析を駆使して、由来組織の異なるナイーブ CD4 陽性 T 細胞の分化のメカニズムを解明する。具体的には末梢血、扁桃腺、脾臓や小腸といった組織間で、マウス・サル・ヒトの種間で、また年齢の異なる個体間の末梢血ナイーブ CD4 陽性 T 細胞で、その共通点や差を比較解明する。この手法により、免疫反応の種や環境、年齢による差の表出原理の解明を目指す。

全ての PIs はヒト生物学の基幹領域の鍵となる研究に従事し、ヒト生物学に新たな学問領域を構築すべく熱意を持って取り組む。

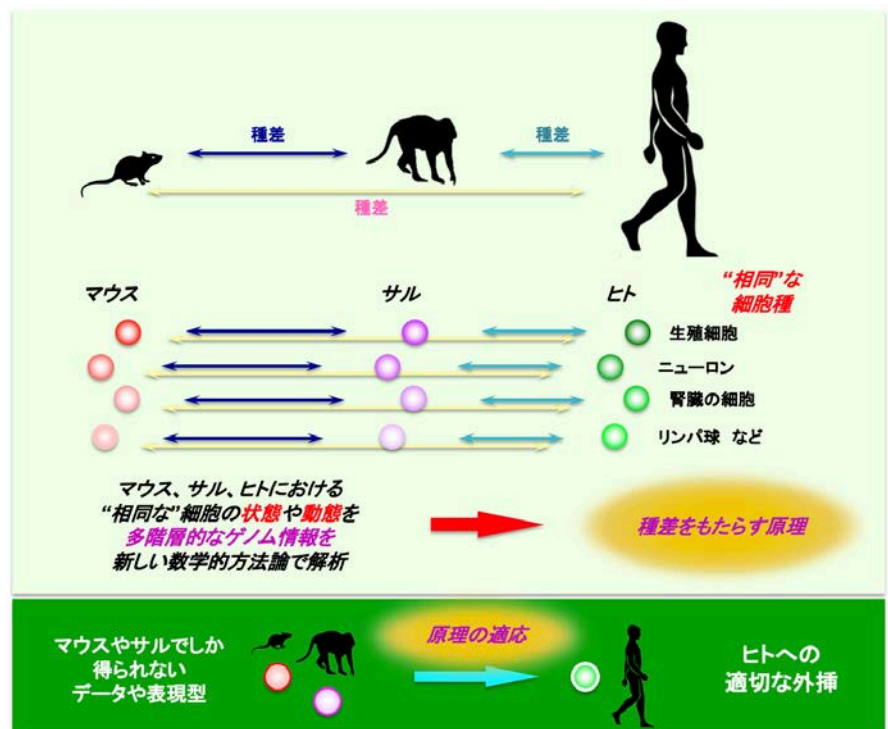
さらに、拠点長のリーダーシップのもと、全ての生命科学グループは、ヒト・非ヒト科霊長類・齧歯類の“相同”な発生・分化成熟座標に出現する“相同”細胞群の多階層ゲノム情報を収集し、種差表出原理の解明に積極的に貢献する。

すなわち、単一細胞ゲノム情報解析コアの**山本**と共同し、**斎藤**と **Ferguson-Smith** は生殖細胞の、**Hiiragi** は初期胚の、**伊佐**と**永樂**は神経細胞の、**柳田**は腎臓細胞の、**小川**と **Ueno** は造血細胞の多階層ゲノム情報を集め、**平岡**や **Bourque** の協力により新規に開発される数学的方法論による詳細な解析を行う。このようにして統合的に明らかにされた種差表出原理は、ヒトと他のモデル生物の隔たりを埋める強力な基盤となる (図 : 8 頁)

このように、全ての PIs は、ヒトのゲノム制御やそれがいかにモデル生物と異なるか、という研究で綿密に共同し、議論を重ね、「ヒトという生物学的存在の成り立ち」という一つの主題を追究する。この構想により、本拠点はヒトに付与された特性を解明し、革新的な医療の開発を目指す。

今日に至るまで、ヒトの疾患の表現型と非ヒト科霊長類のモデルを厳密に比較検証した研究はない。本拠点の独創的な構想として、**依馬**による**霊長類発生工学コア**が支援し、神経系や腎臓疾患の霊長類モデルを作製し、これを検証する。前述の理論的戦略と併せ (3)融合研究を参照)、モデル生物から得られた知見のヒトへの適切な外挿を可能とし、人の遺伝子機能の解析に新たな評価基準を導入する (図 : 8 頁)。

以上のように、本拠点はヒ



世界トップレベル研究拠点プログラム

ト生物学の基幹領域の研究を進める上で、融合研究コアと研究開発コアの統合的な研究活動を加え、拠点全体が一体となり、ヒト生物学の先進的な研究を推進していく。

2) -3. 研究推進体制

- ・ 研究組織、支援組織、事務組織等の研究体制を、構築の考え方及び人員構成を含め記載すること。
- ・ 組織構築の最終目標を達成するための具体的計画（時期・手順など）を併せて記載すること。
- ・ サテライト的な組織を設置して国内外の他の機関との連携を行う場合は、当該連携先機関の名称、拠点構想における役割、人員構成・体制、ホスト機関と当該連携先機関の間の協力の枠組み（協定等の締結、資金のやりとりの考え方等）等について記載すること。
- ・ サテライト的な組織を設置しないものの、国内外の他の機関との連携を行う場合は、当該機関の名称、拠点構想における役割、連携の概要等について記載すること。
- ・ 添付資料5 「主任研究者リスト」を添付すること。（一次審査から変更があった場合は、変更理由とともに変更点を明記すること）
- ・ 添付資料6 「主任研究員個人票」を添付すること。
- ・ 添付資料7 「拠点を構成する人員」を添付すること。
- ・ 添付資料8 「海外、国内他機関から招へいする研究者の拠点構想参加の意思を示した書簡」を添付すること。

研究組織

本拠点は、主任研究者 (principal investigators: PIs) 13 名にて発足する。内訳は、ヒト生物学の重要な研究課題を推進する 9 名の PIs、融合研究を主導する 2 名の PIs、研究開発コアを担当する 2 名の PIs である。また、2019 年度から新たに 3 名の若手 PI ポスト（准教授）を用意し、拠点のミッション達成を加速する。それぞれの PI には、3 名の研究スタッフ（助教あるいは博士研究員）を措置する。海外から参入する PI には、1 名の co-PI（准教授）ポストおよび 2 名の研究スタッフ（助教あるいは博士研究員）を措置する。各 PI は、少なくとも 1 名は外国人研究者を雇用する。若手 PIs には 1 名の研究スタッフ（助教あるいは博士研究員）を措置する。すべての PIs は、自身の裁量で研究推進員やリサーチ・アソシエイト (RA) を採用できる。さらに、**単一細胞ゲノム情報解析コア**および**霊長類発生工学コア**では、効率的にコアを運営するため、それぞれ 2 名の技術職員および 5 名の支援スタッフを措置する予定である。2019 年度末までに、本研究拠点における研究スタッフの配備を完成する。

本研究拠点発足時には、事務部門長および京都大学より割り当てられた 2 名の拠点専属リサーチアドミニストレーター (URA) で業務を遂行するが、2018 年度末までには、合計 14 名の事務スタッフ体制になる予定である。[a\) 主任研究者](#)、[b\) 全体構成](#)、を参照。

拠点サテライト

本研究拠点の重要なサテライトを**滋賀医科大学動物生命科学研究センター**に設置する。本サテライト機関では、**依馬正次**（教授、滋賀医科大学）が**霊長類発生工学コア**を主導する。**本コアは、日本あるいは世界中の中でも、最も多くのカニクイザルコロニーを所有し、最先端の生殖工学技術を保有する施設のひとつであり（約 700 ケージを保有し、週に約 40 個の卵子を採取できる）、かつ本拠点から容易にアクセスできる場所に位置する。**

本コアは、2 つのユニットを設立することによって、本拠点の研究を支援する。**生殖ユニット**は 4 名の職員で構成され、過排卵誘発処理、卵子の回収、体外授精、胚移植、着床胚の摘出といった生殖技術を駆使し、野生型および遺伝子改変を施したカニクイザル胚および成体試料の安定した供給を行なう。本ユニットは、カニクイザル胚回収の効率を改善する新規手法の開発も行い、動物福祉の増進に繋げ

世界トップレベル研究拠点プログラム

る。**ゲノム改変ユニット**は、5名の職員で構成され、疾患モデルの樹立を目指し、遺伝子導入およびノックイン/ノックアウトされたカニクイザルの作出のための最先端手法の開発を行なう。

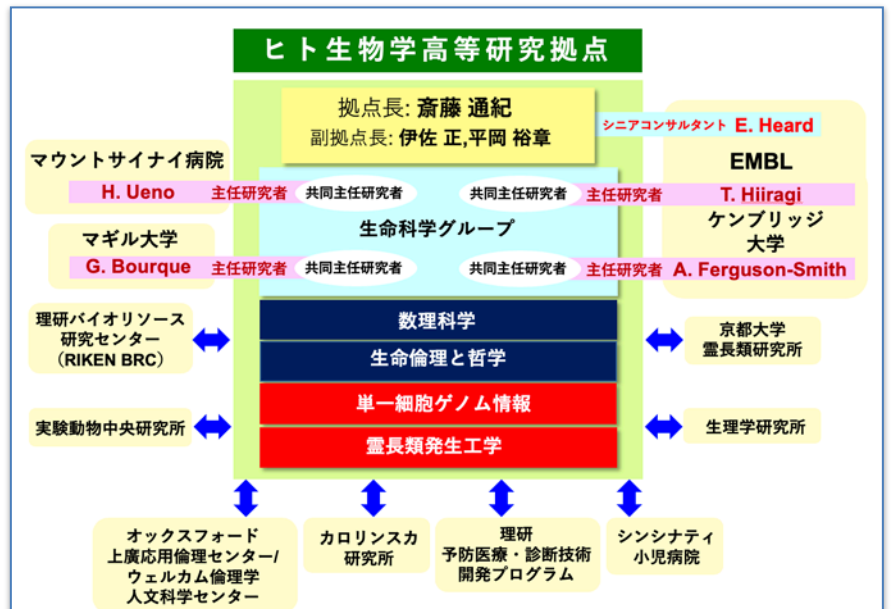
本コアは、CT、MRI、その他の機器を活用し、それら動物の解析および特性評価を支援する。回収したサンプル（カニクイザル胚および成体試料）は、コア内であるいは本研究拠点に移送後、迅速に様々な解析が可能である。適切な規制のもと、ゲノム改変を施したカニクイザルを含む一部の動物は、種々の解析を行なうため、**京都大学大学院医学研究科附属動物実験施設**に移送する。

他の機関との連携（図：10頁）

本拠点では、欧州における**国際生命科学研究拠点 EMBL (European Molecular Biology Laboratory)**の所長を**2019年より務める Edith Heard氏**をシニアコンサルタントとして迎え、本拠点全体の研究推進・運営方針に関するアドバイスを仰ぐとともに、定期的なジョイントミーティングおよび意見交換を行い、本拠点とEMBLとの連携を強化する。欧州の生命科学を先導するEMBLとの連携は、サイエンスおよび組織運営の両面において、本拠点を国際水準に合せた研究所にするため多に役立つ。**Edith Heard氏**自身とは、**斎藤通紀**が、霊長類胚・多能性幹細胞から誘導した細胞におけるX染色体の制御機構に関する共同研究を実施することからも、お互いの関係性が裏付けられる。**Takashi Hiiragi**（現 EMBL PI）も EMBL との連携に関し重要な役割を果たす。

本拠点は、**理化学研究所**、特に、理化学研究所 予防医療・診断技術開発プログラム（プログラムディレクター、**林崎良英**）とも連携し、高解像度でエンハンサー領域を特定することによって、ヒト、霊長類、齧歯類における種差発現機構の解明を目指す。また、**小川誠司**が Visiting Professor を務める **Karolinska Institutet**とも連携し、**Karolinska Institutet**の真核生物単一細胞ゲノミクスコア・ファシリティー（Facility Director, **Rickard Sandberg氏**）と共同して、単一細胞ゲノミクスに関する最先端手法の開発を目指す。

また本拠点は、**実験動物中央研究所マーモセット研究部**（PI, **佐々木えりか**）および**理研バイオリソース研究センター遺伝子工学基盤技術室**（PI, **小倉淳郎**）とも緊密な連携を行ない、霊長類の最先端ゲノム編集技術の開発を行なう。また、**京都大学霊長類研究所**とも連携し、高齢のカニクイザルからの成体試料の採取やさまざまな霊長類からのiPS細胞の樹立といった研究を推進する。



さらに本拠点は、**Oxford Uehiro Centre for Practical Ethics/Wellcome Centre for Ethics and Humanities**（Director, **Julian Savulescu**）と連携し、生命倫理の観点からヒトを対象とした研究を行なうための新しいシステムの構築を共同して行なう。

世界トップレベル研究拠点プログラム

さらに本拠点は、伊佐正と緊密な協力関係にある Cincinnati Children's Hospital Medical Center (吉田富)、京都大学霊長類研究所 (高田昌彦)、生理学研究所 (南部篤)とも連携する。また、University of Cambridge [Anne Ferguson-Smith および Takashi Hiiragi (2018 年 10 月現在)]、Icahn School of Medicine at Mount Sinai (Hideki Ueno)、McGill University (Guillaume Bourque) とも連携し、拠点における研究活動を推進する。

a) 主任研究者 (教授、准教授相当)

・添付資料 7 の表 a)を貼り込むこと。

	プロジェクト発足時	2018 年度末まで	(persons) 最終目標 (日付:2020 年 4 月)
ホスト機関からの研究者	8	8	11
海外からの研究者	4	4	4
日本の他の研究機関からの研究者	1	1	1
合計 主任研究者	13	13	16

b) 全体構成

・添付資料 7 の表 b)を貼り込むこと。

	プロジェクト発足時		2018 年度末まで		最終目標 (日付:2020 年 4 月)	
	合計人数	%	合計人数	%	合計人数	%
研究者	13		26		58	
外国人研究者	4	31%	8	31%	18	31%
女性研究者	3	23%	6	23%	17	29%
主任研究者	13		13		16	
海外主任研究者	4	31%	4	31%	5	31%
女性主任研究者	3	23%	3	23%	4	25%
他の研究者	0		13		42	
外国人研究者	0	-	4	31%	13	31%
女性研究者	0	-	3	23%	13	31%
技術支援員	2		15		20	
事務職員	3		14		14	
合計人数	18		55		92	

2) -4. 研究資金等の確保

過去の実績

・拠点構想に参加する主任研究者が過去に獲得した競争的資金等の研究費の年度別合計 (2013 年度～2017 年度) を記載すること。

外部資金

(百万円)

年度	2013	2014	2015	2016	2017	合計
国内主任研究者	487	540	528	616	547	2,718
海外主任研究者	201	229	240	292	507	1,469

世界トップレベル研究拠点プログラム

拠点設立後の見通し

- ・上記実績を踏まえつつ、本プログラムからの支援額と同等程度以上のリソースを、どのようにして確保するのか、具体的な見通しについて記載すること。
- ・その際、競争的資金等の研究費については、拠点に参画する研究者の獲得した研究費のうち、当該拠点の研究活動に充てる額を参入すること。また、研究費の獲得の見通しについては、上記実績を踏まえた現実的なものとする（2018年度～2022年度）。

外部資金

(百万円)

年度	2018	2019	2020	2021	2022	合計
合計	600	630	662	695	730	3,317

研究費の見通しは、各 PI（国内および海外）の予想獲得競争的資金の合計金額として算出した。各 PI の予想獲得競争的資金は、各 PI の獲得資金（過去の平均）に本拠点へのエフォート率を乗じて算出した。また、獲得資金は 2022 年度までに年間 5% ずつ増加するものとしている。また、京都大学はすべての間接経費（競争的資金の 30%）を本研究拠点に措置するとしている。

3) 融合研究

- ・研究対象において融合される研究領域と、異分野融合の必要性と重要性、この異分野の融合等によりどのような新領域の開拓が期待されるのかについて記載すること。また、異分野融合とそれによる新たな領域の開拓を推進する戦略についても具体的に記載すること。

本拠点ではヒト特性の設計原理を解明することを目標とする。この目標を達成するために、本拠点では種差の表出原理を明らかにし、動物モデルで得られた知見を適切にヒトに外挿できるようにする。実際、種差の基本的メカニズム—つまり、進化の過程で創られた生命の多様性—を理解することは、21 世紀における生命科学の最も重要な課題の一つとなるだろう。**こうしたテーマに取り組むことはこれまで非常に困難であったが、近年におけるゲノム科学の発展に伴い、学際的なアプローチを使ってこの重要なテーマを探究していくことは極めて時宜を得ている。**

本目標の達成に向け、ヒト・非ヒト科霊長類・齧歯類において、相同な細胞に種差が表出するメカニズム・相同な細胞の反応性に種差が表出するメカニズム、を最先端の数理科学との融合研究を行うことで解明する。具体的には、生命科学グループと**単一細胞ゲノム情報解析コア**では、それら生物種において、1) 発生・発達・老化の相同なタイミングに出現する相同細胞種 (e.g., エピブラスト、始原生殖細胞、ナイーブ T 細胞、血液幹細胞)、2) 特定の細胞系譜の分化過程 (e.g., 内部細胞塊からエピブラストへの分化過程)・特定細胞種をサイトカインにより分化させる過程 (e.g., ナイーブ T 細胞から濾胞ヘルパー T 細胞への分化過程)、3) 多能性幹細胞から特定の細胞系譜を誘導する過程 (e.g., 生殖細胞や神経細胞誘導過程)、から遺伝子発現・ゲノム配列・ゲノム構造・エピゲノム情報を含む多階層の網羅的データを取得する。

前述の **2)-2. 研究達成目標及び計画**で説明したように、拠点長のリーダーシップのもと、**全ての生命科学系グループ**はここに挙げた**種差表出原理を解明するために必要なデータ取得に取り組む**。斎藤および **Ferguson-Smith** は生殖細胞、**Hiiragi** は初期胚細胞、**伊佐と永楽**は神経細胞、**柳田**は腎臓細胞、**小川と Ueno** は造血系・リンパ系細胞を担当する。

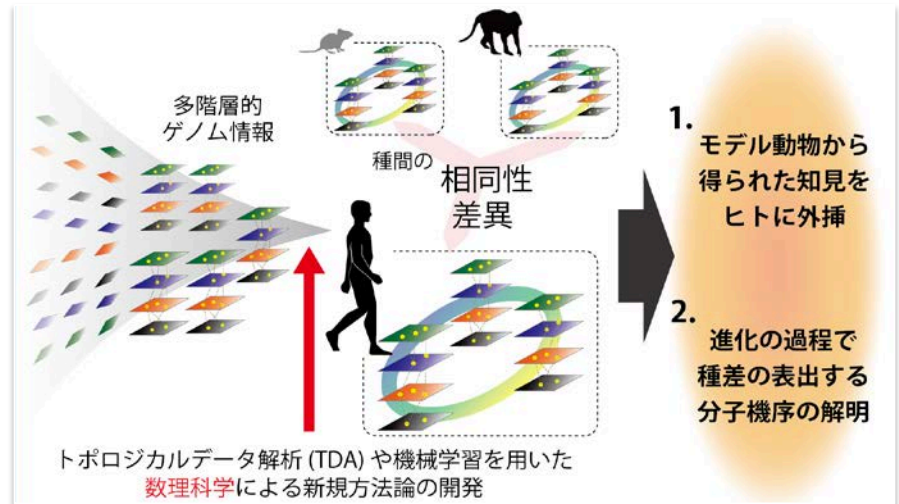
数理科学グループはトポロジカルデータ解析の世界的研究者である**平岡**が指揮をとる。これまで**平岡**は数学におけるトポロジー・表現論・確率論などを融合させることで、トポロジカルデータ解析を強

世界トップレベル研究拠点プログラム

力かつ汎用性の高い方法論へ拡張し、材料科学の諸問題の解決に成功している。このような経験をもとに、平岡を中心とする**数理科学グループ**は、多階層・多スケールにわたる多生物種・多細胞種データ解析のための新規方法論を、トポロジカルデータ解析・力学系理論・機械学習などを用いて開発し、ヒト・非ヒト霊長類・齧歯類における相同な細胞に種差が表出するメカニズム・相同な細胞の反応性に種差が表出するメカニズムを明らかにする（図：13頁）。

さらに **Takashi Hiiragi** はヒトや霊長類胚の単一細胞レベルの多階層な網羅的データを、4次元形態形成マップへ統合するための最先端実験およびその画像処理技術を開発する。ここで開発される手法は他のPIグループが取得するデータベースなどへ広範囲に適用しうる。このように本研究拠点ではこれらの融合研究を有機的に連携させることで、発生および発達過程の時間・空間スケールに現れる種差表出原理の解明を目指す。こうした多生物種・多細胞種に対する多階層・多スケールにわたる体系的な融合研究は、本拠点を形成することで初めて可能となる。

本拠点で展開する融合研究は、**数理科学グループ・生命科学系グループ・単一細胞ゲノム情報解析コア**の密接な連携のもとに推進する。具体的には、1) 生命科学系グループから**数学系グループ**に向け、ゲノム科学や種差に関する集中レクチャーを行い、数学系グループが生命科学の知識と



最先端の問題意識を“実感覚”で理解出来る体制を築く、2) 生命科学系研究者が、数学系グループのもと数理解析のトレーニングを受け、新しい解析法の開発と実際のデータ解析を行う体制を整備する。**この体制は、最先端の数理解析技術を身につけた生命科学系研究者を育成するという点でも極めて重要である。**また融合研究を促進・普及させるために、ポスドクや学生などの若手研究者による問題特化型の議論や、分野間の垣根を超えたオープンジョイントラボセミナーなどの機会を多く設ける。これらの取り組みにより、数学と生命科学の融合による新たな知の創出を目指す。

拠点発足時には、数学と生命科学とを真に融合させることに加え、生物学的なデータを確実に取得するために、一つの**数理科学グループ**（3名の研究者：平岡 裕章、准教授、助教）を設置し、このグループを統計学に基づく情報科学に詳しい**Guillaume Bourque**と**山本拓也**が支援する。**数理科学グループ**は、本拠点の研究活動の発展に合わせて拡大させていく。

生命科学と人文科学との融合領域の重要性については「対象研究分野の重要性」を参照のこと。

世界トップレベル研究拠点プログラム

実証的アプローチを用いた生命倫理学の専門家である藤田みさおが、生命倫理・哲学グループを主導する。**生命倫理・哲学グループ**は、全ての生命科学グループと密接に協力しながら、研究対象（ヒトやヒト以外の霊長類）試料の適切な利用や研究成果（例えば、人工配偶子、人工大脳皮質、ゲノム編集されたサル）の価値について、次の4つの方向性から検討を加える：1）理論研究、2）調査研究、3）アウトリーチ活動、4）政策提言。それらの成果に基づき、本グループでは最先端のヒト生物学研究に必要な倫理を形式化していく。

より具体的には、本拠点では1）**Oxford Uehiro Centre for Practical Ethics/Wellcome Centre for Ethics and Humanities (センター長, Julian Savulescu)**や、**Institute for Practical Ethics at UCSD (共同所長 Craig Callender, John Evans)**といった国際的に重要な倫理学研究のセンターと定期的な会議を開催し、人工のヒト胚作製や14日を超えるヒト胚の培養といった、生命倫理学や哲学の領域における重要な課題の研究やディスカッションを行う（理論研究）。2）そうした重要な課題に対する関連領域の研究者や一般市民の認識を調べるために、質問紙を作成して意識調査等を実施する（調査研究）。3）公開シンポジウムを開催してこうした調査研究の結果を社会と共有し、一般市民とのオープンなディスカッション機会を設ける（アウトリーチ活動）。4）本拠点の立場を明確にするポジション・ペーパーを出版し、内閣府や国際幹細胞研究学会（ISSCR）、UNESCOといった関連の場（なお、藤田はこれら3つの全ての生命倫理委員会で委員を務めている）でディスカッションを積極的に牽引し、新しい規制作りを促進する（政策提言）。

さらに、生命科学グループの研究者と生命倫理・哲学グループ間で双方向のディスカッションを行う場を定期的に設定する。また、国際状況を踏まえたタイムリーな議論を促進するために、本拠点が定期的に開催する科学分野の国際シンポジウムでは生命倫理のセッションを必ず設けるようにする。これらの取り組みを通じ、**今後数十年間にわたって生命科学の第一線をリードするような生命倫理の国際基準を生み出すことに貢献していく。**

加えて、本拠点での研究過程を通じて**拠点長が先導的な役割を担い、いかに真の意味での学際的科学領域を創っていくのか、そうした新しい学問分野の目標をいかに達成していくのかについて、PIと拠点構成員間での継続的なディスカッションを促していく。**

世界トップレベル研究拠点プログラム

4) 国際的研究環境

4) -1. 国際的研究推進体制(拠点を構成する研究者等)

- ・ 拠点における外国人研究者の構成、海外機関へのサテライト的な機能の設置等、国際的研究拠点の構築に向けた具体的計画（時期的なものを含む）を記載すること。
- ・ 研究者（ポスドク等）を国際公募により採用するためどのような措置をとるのか、手順も含め具体的に記載すること。

国際的研究を推進するために、海外から参入する主任研究者(Principal Investigators: PI) に、スタートアップ資金（3,000 万円）とスタッフ・研究員ポスト（准教授ポストを 共同主任研究者 co-PI ポストとして配分、さらにポスドク2名）、研究スペース（200 m²）を重点的に措置し、本拠点における円滑な研究の開始をサポートする。co-PI は拠点専属とし、海外から参加する PI と綿密な議論を重ね、PI 不在時に研究室の積極的な運営を行う。また、PI と co-PI は研究活動を開始するにあたって2名のポスドク研究員および研究支援スタッフを雇用できる。

海外から参入する PI が国内拠点に滞在することは、その研究グループが継続的な研究活動を行うために極めて重要である。そのため、**本拠点での研究を開始するにあたり拠点長は、海外 PI が国内拠点に滞在する機会を増やすことについて綿密に議論し、彼らの研究活動が本拠点において強い存在感を持つように働きかける。**

さらに3名の若手 PI を公募し、少なくとも1名は拠点専属として京都（国内）にて研究活動を行う外国人とする。WPI の規定に則り、研究者の3割以上が外国人となるように全てのポスドク研究員やその他のスタッフは積極的に国際公募を行う。また、国際標準の研究環境および生活環境を提供するために、英語に堪能で海外経験のある事務部門スタッフの雇用を最優先する(参照: 4)-2 国際標準の研究環境)。

さらに、コアメンバーあるいは全てのスタッフが参加する、定期的なミーティング、イベント、リトリートを開催し、グループ間のコミュニケーションと相互理解を深める。これらの定期的な行事は、本拠点の国際化に強く貢献することが期待される。(参照: 4)-2 国際標準の研究環境)。

欧州分子生物学研究拠所 (EMBL) の次期所長である Edith Heard 氏を本拠点のシニアコンサルタントとして迎え、本拠点全体の研究推進・運営方針に関するアドバイスを仰ぐとともに、本拠点と EMBL の連携を強化する。さらに、University of Cambridge、Karolinska Institutet 等の関連する分野における国際的研究拠点と強固な連携体制を構築し、研究推進力および拠点の国際的な存在感・競争力を強化するための重層的な組織体系を実現する。(参照: 2)-3 研究推進体制)

4) -2. 国際標準の研究環境

- ・ 国際的な研究環境および事務体制の整備、海外からの研究者支援の方策（例：英語による職務遂行が可能なスタッフ機能の整備、スタートアップのための研究資金の提供など）を具体的に記載すること。
- ・ 研究者から教育研究以外の職務を減免するとともに、研究者が快適に研究できるような環境を提供するため、どのような措置をとるのか（例：種々の手続き等管理事務をサポートするスタッフ機能を充実させる）、時期・手順も含めて具体的に記載すること。
- ・ 世界トップレベルの研究者を集めた国際的な研究集会を定期的（少なくとも年1回）に開催するため、どのような措置をとるのか、時期・手順も含めて具体的に記載すること。

拠点における業務支援の国際化

拠点において、英語に堪能なスタッフを常時配置し、事務処理、電子メール対応、その他の拠点内コミュニケーションは全て英語と日本語にて行う。さらに、海外から参入する研究者およびその家族が日本で快適に日常生活および研究活動を行えるように、十全の事務的サポートを京都大学国際交流サー

世界トップレベル研究拠点プログラム

ビスオフィスの支援のもと提供する。必要に応じて、拠点の事務サポートスタッフが外国人研究者に同行し、行政機関での登録手続きをサポートする。

研究活動支援	研究室スタートアップ支援 研究費管理 研究倫理、情報セキュリティー、その他各種講習会 外国人研究者コミュニティの紹介
日常生活の支援	来日のためのビザ取得および残留資格認定証明書手続き 市（区）役所での住民登録 住まいについて(敷金・礼金等に関する入居までの説明) 京都大学の宿泊施設（京都大学国際交流会館）入居申請 病院・医療、国民健康保険 日本語学習支援

国際的な学術集会

本拠点は、世界トップレベルの研究者を招いた国際シンポジウムやワークショップ、セミナー等を定期的に開催し、拠点内の研究者、特に若手研究者や大学院生の研究への知的好奇心やモチベーションを高める。

国際シンポジウム	本拠点が掲げる研究テーマおよびその関連分野の世界トップレベルの研究者を招待する国際シンポジウムを年に1回開催する。
PI セミナー	各PIは、最新の研究で高い業績をあげた研究者を招待し、2年に1回(または拠点全体で年6回)セミナーを開催する。
若手研究者による学術集会	若手研究者は、異分野の研究者との学際的な学術集会を主催することが強く推奨される

海外から参入する PI と若手独立研究者の支援

海外から参入するPIと若手独立研究者にはスタートアップ予算、研究スペースおよび人件費を措置する。

海外PIs (教授4名)	准教授(co-PIとして) ポスドク研究員(2名) 研究スペース: 200 m ² 研究スタートアップ予算: 3,000万円
若手独立研究者 (准教授3名)	助教(1名) 研究スペース: 200 m ² 研究スタートアップ予算: 1,000万円
国内PIs (教授9名)	ポスドク研究員(3名)

世界トップレベル研究拠点プログラム

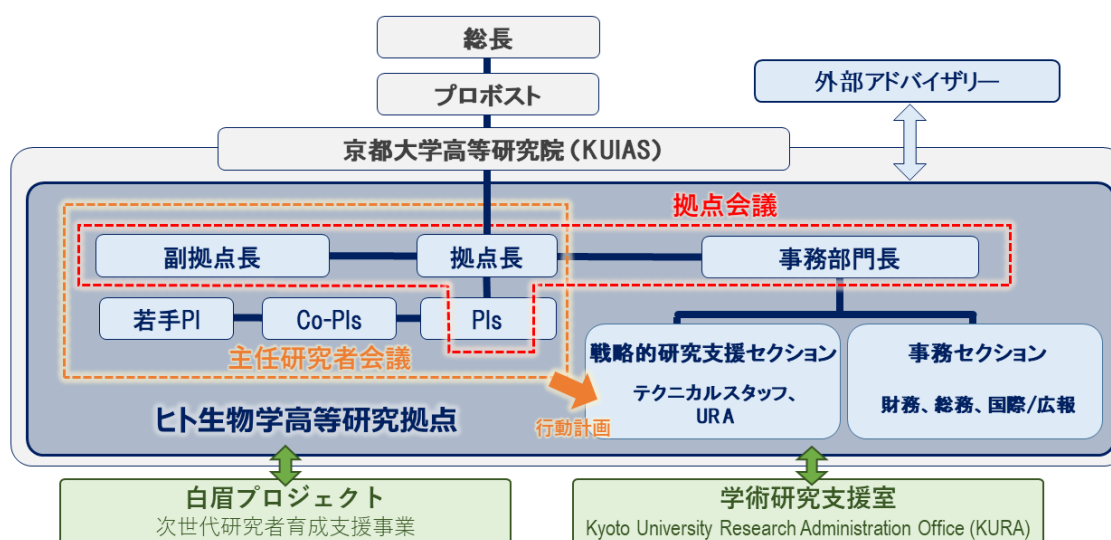
5) 拠点運営・システム改革

5) -1. 運営

- ・ 拠点長、事務部門長の役割について記載すること。
- ・ 事務部門の構成の考え方、拠点内の意思決定システム、拠点長とホスト機関側の権限の分担等について具体的に記載すること。
- ・ 研究成果に関する厳格な評価システムと能力に応じた俸給システム(例えば年俸制等)を導入するため、どのような措置をとるのか、時期・手順も含め具体的に記載すること。

京都大学における本拠点の独立性

2015年8月に提唱された「京都大学の改革と将来構想（WINDOW構想）」において、WPIは重要な組織として位置づけられており（重点戦略2-2）、WPIを設置するための土台として2016年4月に「**京都大学高等研究院**」が設立された。高等研究院は学内特区として、従来の枠組みにとらわれない組織制度であり、この中に本拠点を位置付けることにより、拠点長のトップダウンマネジメント体制を整える。



拠点長のトップダウンマネジメント、拠点内の意思決定システム

拠点長の任命と拠点手当を除き、拠点長が人事、予算、研究方針などの重要事項について最終的な決定を行う。拠点長のリーダーシップのもと、拠点長、副拠点長、事務部門長、及び2名のPIをメンバーとして「**拠点会議**」を月1回開催し、人事、予算、研究の方向性など、運営に関する重要事項を審議する。拠点運営に必要な具体的計画・事項等については、PI（13名）、Co-PI^{#1}（4名）、若手PI（3名）をメンバーとする「**主任研究者会議**」を開催し、審議を行う。また国内外の著名な研究者（5名）から構成される「**外部アドバイザー**」（委員長：EMBL Director General, Edith Heard 教授）から、年1回の評価を受けて国際的な視点に富んだアドバイスをもらい、拠点運営に反映させる。

#1Co-PI 制度

Co-PI 制度は海外PIが本拠点での研究活動に参画することを可能にする。4名の海外PIが准教授クラスの若手研究者をco-PI として雇用し、co-PIが本拠点に常駐することにより、本拠点と海外PIとの密な関係を維持する。

世界トップレベル研究拠点プログラム

拠点の研究活動を支える事務部門

本拠点の事務部門は、事務部門長、**戦略的研究支援セクション**、**事務セクション**（総務、財務、国際/広報）から構成される。事務部門長には、神経科学分野のPI研究者として10年以上の経験と、京都大学における2つの次世代研究者育成事業（**白眉プロジェクト**^{#2}、**K-CONNEXプロジェクト**^{#2}）の運営に3年以上の経験をもつ者（小川正）を配置する。拠点長のリーダーシップのもと、事務部門長は2つのセクションの活動を統括する。戦略的研究支援セクションにはURA（生命科学分野の博士号保持者、2名）を配置して主任研究者会議で決まった方針に沿いながら、国際的・学際的研究会の開催、次世代研究者育成を目的とした講座・ワークショップの提供、優れた若手研究者・博士学生を世界中から集める国際的トレーニングコースの開催などの企画・運営を行う。これらを効果的に実施するため、拠点URAは**学術研究支援室**^{#3}、白眉プロジェクト、K-CONNEXプロジェクトとのハブ役となり密な協働関係を維持する。

#2京都大学白眉プロジェクト、K-CONNEXプロジェクト

白眉、K-CONNEXプロジェクトは若手研究者の育成支援を目的とし、現在60名程度の准教授、助教研究者を雇用している。両プロジェクトとも高く評価されており、Nature誌に掲載された白眉研究者の成果は2017年における物理分野のトップ10論文に選定された。白眉プロジェクトは京都大学の自主経費で、K-CONNEXプロジェクトは文部科学省の補助金で運営されている。

#3京都大学 学術研究支援室（KURA）

40名以上のURAで構成される国内最大のURA組織であり（2018年5月）、文部科学省による中間評価で最高評価「S」を獲得している。研究活動の国際化や学際化を目的とした研究環境整備支援、海外の研究拠点を活用した国際的な共同研究体制の構築、海外の大型外部資金獲得などの実績を持つ。

上述した国際的・学際的な研究会、次世代研究者育成のための講座、国際的トレーニングコースなどの行事を効果的に開催するため、拠点配置のURAは、企画の段階から大学本部のURA組織である学術研究支援室、白眉プロジェクト、K-CONNEXプロジェクトと緊密な連携を行う。

年次評価と報奨制度

本拠点では、拠点長、副拠点長、PI研究者、事務部門長には実績にもとづいた拠点手当を支弁する。拠点長を除いた個々のメンバーの年次評価は拠点長が行い、拠点手当の金額を決定する。拠点長の評価は大学執行部役員（副学長を含む）をメンバーとする委員会が決定する。

若手研究者の育成、及び女性研究者支援

本拠点において次代を担う若手研究者を育成するため、戦略的研究支援セクションに配置されたURAが中心となって研究セミナーや講座・ワークショップを企画・開催する。例えば、Nature姉妹紙のエディターを招聘した論文執筆講座（*Nature masterclasses*）、海外の研究ポジション獲得に向けたジョブインタビュー講座（*Nature job interview*）を開催する。本拠点への男女共同参画を推進するため、京都大学男女共同参画推進センターと協力しながら、女性研究者が研究活動と出産・育児が両立できるような支援を積極的に実施する。

世界トップレベル研究拠点プログラム

5) -2. 環境整備

- ・「世界トップレベル拠点」としてふさわしい研究室、居室等の施設・設備環境を整備するため、どのような措置をとるのか、時期・手順も含めて具体的に記載すること。
- ・研究者の大学院教育への参画について、どのような配慮に努めるのか具体的に記載すること。
- ・上記のほかに、世界から集まるトップレベルの研究者が、国際的かつ競争的な環境の下で快適に研究に専念できるようにするための取組があれば記載すること。

大学から本拠点に対して提供される研究スペースと施設

京都大学は医学部キャンパス内に4,600m²のスペースを研究活動の場として提供する。本拠点の研究者が研究に専念できるための研究スペースとして、本学所属の9名のPIが使用している研究スペース2,900m²に加え、新規のスペースとして「医学部B棟（1,700 m²）」を提供する。新規スペースは、4名の海外PI、3名の独立准教授、研究コア（単一細胞ゲノム情報解析コア）、ミーティングルーム、拠点長室、事務部門室のために使用される。さらに、将来、本拠点に属するすべての研究者が同居できるよう、同一地区内に新棟（19,000m²）を建設するための候補地を確保している。

特別なコア・ファシリティの設置による拠点の競争力とビジビリティの向上

本拠点では研究進捗を促進させるため2つの研究コアを設置する。第一は、京都大学内の拠点施設に設置する「単一細胞ゲノム情報解析コア」である。これらの研究コアの国際競争力を大幅に高めるために遺伝子解析が高速・高精度で大規模に分析できる一群の測定機器を導入する。また、これらの機器の管理維持と性能向上を図るために、高度な知識・技術を有した数名の研究者に加えて、2名の専任テクニカルスタッフを配置する。第二は「霊長類発生工学コア」であり、国内でも最大規模のカニクイザルコロニーの1つを有する滋賀医科大学動物生命科学研究センターに設置する。これら2つの特別な研究コアは本拠点の競争力とビジビリティを大幅に向上させる。



拠点に所属する教員が大学院生・学部生を教育・指導する機会の提供

本拠点は京都大学高等研究院に属するため、高等研究院と他の大学院研究科との同意のもとで、本拠点所属の教員が大学院生を指導することができる。また本学には、教員が学部生を小規模クラスにおいて教育できる制度（ILAS セミナー）が用意されている。この制度を活用することで、本拠点

世界トップレベル研究拠点プログラム

を若い学生にアウトリーチする機会となり、基礎科学に関心をもつ次世代研究者の養成に資することができる。

5) - 3. 自立化に向けた既存組織の再編と一体的な拠点構築

- ・当該拠点が 10 年間の支援終了後に自立化するよう、新たな研究拠点形成に際して、本プログラムによる支援と既存組織の再編をどのように一体的に進めていくのか、具体的に記載すること。
- ・ホスト機関内で十分に調整の上、自立化のために必要となる、既存組織の再編・外部資金獲得等を含むホスト機関の中長期的な組織運営の計画・スケジュールについて、具体的に記載すること。

京都大学高等研究院における恒久的な組織としての設置

前述したように、京都大学は高等研究院を新たに設置した。本拠点を高等研究院の中に位置づけることにより恒久的な研究拠点としての土台を与える。高等研究院は学内の特区として、従来の枠組みにとらわれない先駆的な組織制度を適用できる。このような制度に基づき、本拠点の拠点長は強いリーダーシップを発揮でき、重要事項について決定できる裁量を与えられている。

研究コア施設に特別な測定機器を整備することにより拠点の自立性を向上させる

前述したように、本拠点では国内において他に類を見ない特別な測定分析機器を備えた 2 つの研究コアを戦略的に構築する。これらの研究コアが有する特別な機器（機器を扱うための技術的なノウハウを含む）により、研究コアを我が国全体の中核的な研究ハブとする（2018、2019 年度）。また国内外の他大学や民間企業の研究者、他大学の学生も本拠点の研究コアを利用できるオープンユースプログラムや国際研究トレーニングコースを導入することを計画している（2021 年度以降）。さらに測定分析機器や解析技術のパフォーマンスを向上させ、技術的なノウハウを蓄積することは、拠点自身の競争力やレジリエンスを高めることにつながる。そして拠点が持つ高いレジリエンスと競争力により、所属研究者はより多くの外部資金を獲得できるようになると考えられ、補助金終了後における測定分析機器の維持・更新を可能にすると考えられる（2023 年度以降）。

京都大学学術研究支援室（KURA）による組織的支援

本拠点の PI はいずれも極めて高い外部資金獲得能力を持つが、補助金終了後の自立的運営のため、海外や大型の外部資金獲得に向けて KURA が組織的に支援する。また、外国人研究者が科研費等を獲得する際の障壁・問題点を明らかにし、その解消を図るための支援を専属 URA が積極的に行うことによって、本拠点における研究環境の国際化推進をサポートする。

補助金終了後の拠点自立化に向けた適正規模の間接経費の確保

本拠点が補助金終了後に自立化するためには、研究業務に関わる経費だけでなく、管理業務に係る間接経費（管理部門の人件費・備品費、施設・設備機器等の減価償却費、光熱費等）を確保することが必要不可欠である。しかしながら間接経費を直接的に積算することは容易でない。この問題に対処

世界トップレベル研究拠点プログラム

するため、京都大学は適切な間接経費額を算出するための積算モデルを構築する（2019年度、2020年度）。さらに構築したモデルを本拠点において実際にテストベッドとして運用する（2021年度以降）。

【拠点長のビジョン】

多分野（生命・数理・人文科学）融合研究により、ヒトの特性のデザイン原理を解明し、革新的医療開発の礎を形成、21世紀の生命科学を創出・牽引するWPI拠点として、ヒト生物学高等研究拠点-Institute for the Advanced Study of Human Biology-の設置を提案する（図参照）。

ヒトの特性の解明は、生命科学における根源的な課題である。20世紀の生命科学は、生命現象の物質基盤を解明し、その素過程の進化における保存を証明した。一方で、マウスを含むモデル生物から得られた知見は、期待に反し、ヒトへの応用が容易でない、もしくは全く成功しないことが多く（e.g., **マウスにおける薬剤スクリーニングの結果がヒトで再現されない**）、その主因として、“保存された素過程”を調節するヒト・マウス間の種差が影響すると推察されてきた。これは、8,000万年にわたるヒト・マウスの独立した進化を考慮すると明白な帰結である。例えば、ヒトは、発生・発達に長い時間を費やし、特有の代謝機構を獲得し、またその脳機能を著しく発達させた。多くの生物のゲノム配列が解明された現在も、種特異的、特に霊長類特異的な遺伝子機能の解明はその端緒に着いたばかりで、また、ゲノムが発現する膨大な情報、特に異なる生物種間の情報を比較解析する方法論も発展途上である。**即ち、ゲノムの差異が表出する、進化が付与した多様性 = 種差、の本態は未解明と言え、その解明は21世紀の生命科学の最重要課題の一つと言える。**

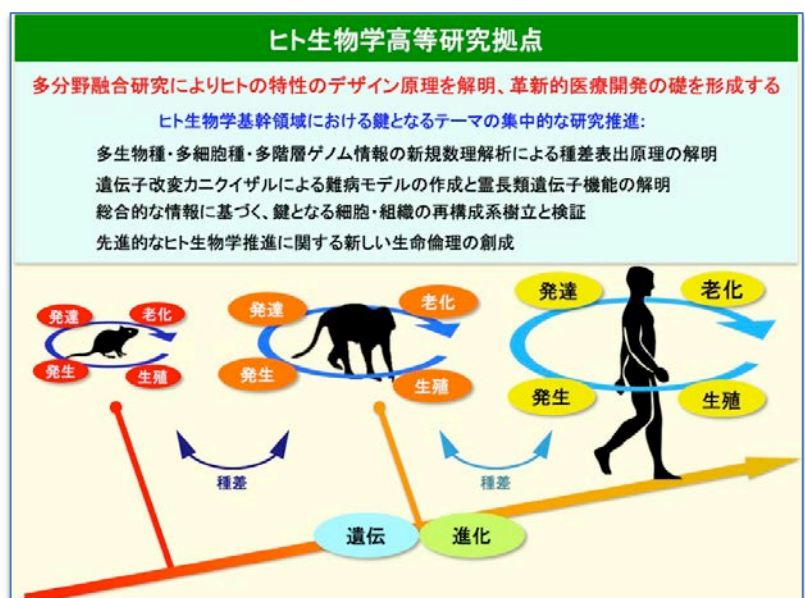
一方で、ヒトの特性を直接究明するにはヒト試料が必要となるが、その入手、特に発生過程の試料の入手は、倫理的な制約から困難を伴い、ヒト成立の起点は未知である。また、こうした制約は、欧米や中国に比し、日本においてより顕著であると言えよう。この点の克服には、ヒト試料の使用体制の整備とともに、ヒトに近縁な霊長類を用いた研究が有効となる。ただし、実験可能でヒトに最も近縁なマカクザル（アカゲザル・カニクイザル等）ですら、ヒトとは2,500万年にわたる独立した進化を遂げている。**従って、ヒトの特性の解明には、ヒト及び近縁の霊長類を用いた体系的な研究を遂行し、同時に、種差の表出原理を解明、非ヒト科霊長類を含むモデル生物から得られた知見をヒトへ適切に外挿できるようにすること、が肝要となる。**

以上の考察に基づき、本拠点は、ヒト及びマカクザルを中心とする非ヒト科霊長類を主な研究対象とし、多分野（生命・数理・人文科学）を融合した学際的な方法論を駆使することで、我々ヒトに付与された特性とその破綻による病態発症の原理を究明する新しい学問領域を構築する。基軸とする方法論として、生命現象を精密に解析し、得られた情報を体系的に組み上げて理解するとともに、その理解を基盤とした細胞系譜や組織の再構成系の樹立、それら“構成”された知見のさらなる統合的解析を循環させることで、生命現象の理解を深化・発展させる方法論をとる。

本拠点は、ヒト生物学の基幹領域-生殖・発生・発達・老化と遺伝・進化-において鍵となる個々のテーマの研究を、ゲノム制御機構・霊長類を用いた病態モデルの“構成的”研究を基軸とし、集中的に推進する。さらに、2つの融合研究の推進と2つの研究開発コアの確立を通して、拠点全体が一体となり研究を発展させる体制を築く。

第一の融合研究である**数理学との融合**では、**機械学習や、データの幾何学的特徴を抽出するトポロジカルデータ解析といった最先端の数理学手法を用いた方法論を開発し、ヒト・非ヒト科霊長類・齧歯類の“相同”発生・分化成熟座標に出現する“相同”細胞群の多階層ゲノム情報を解析し、多様なゲノムが生成する種差表出原理の解明、モデル生物から得られた知見を、ヒトへ適切に外挿できるようにする。**本解析を発生・発達の時間・空間軸に沿い発展させ、種により発生・発達の時間・空間のスケールが異なる原理の解明も行いたい。

第二の融合研究である**人文科学との**



融合では、主な研究対象とするヒト及び非ヒト霊長類の適切な使用に関する倫理、創出される研究成果の意義と人類社会に及ぼす価値に関する哲学を創生し、社会に発信する。

これら解析を拠点全体で加速させるため、第一の研究開発コアとして、**単一細胞ゲノム情報解析コア**を設置し、最先端の計測技術の開発を推進、遺伝子発現・ゲノム配列・ゲノム構造・エピゲノム情報を含む多階層網羅的データを単一細胞レベルで高精度に測定することを可能とする。

第二の研究開発コアとして**霊長類ゲノム工学開発コア**を設置し、カニクイザル胚・成体試料の安定した供給、最先端のゲノム編集技術の開発、霊長類固有の遺伝子機能の解析・難病モデルの作出を推進する。**特に、齧歯類モデルでは薬剤スクリーニングの成功例に乏しい神経系及び腎疾患を対象とした難病モデルの作出と解析を行う。また、京都大学は、これらコアを優れたコア施設のモデルとして、全学さらには全国展開する強力な支援を行い、大学改革の一つとする。**

拠点長候補者は、生殖細胞発生機構の解明とその試験管内再構成において世界を牽引する研究者である (for review, *Cell Stem Cell*, 2016)。拠点長候補者は、マウスの成果をヒトに発展させる上で、ヒト・マウス間の種差に関する知見の確立を重視し、カニクイザルを用いた霊長類発生機構の研究を推進した。この研究は、マウス・サル・ヒトにおける多能性スペクトラムの発生座標の解明 (*Nature*, 2016)、霊長類生殖細胞の起源が初期羊膜であることの発見 (*Dev. Cell*, 2016)、ヒト生殖細胞形成過程の試験管内再構成と霊長類に特有な転写制御機構の解明 (*Cell Stem Cell*, 2015, 2017)、を含む、ヒト・霊長類生殖細胞発生研究を創発する成果につながった。また、10 数年も以前に、単一細胞トランスクリプトーム解析を開発した先駆的な業績を有する (NAR, 2006; G&D, 2008)。これら一連の研究は、典型的な“構成的”研究と言え、**拠点長候補者の強いリーダーシップのもと、先進的なヒト生物学を推進することが可能である。**極めて挑戦的で高い普遍性を有する本構想の実現には、拠点長候補者のもと、当該分野で突出した能力を発揮する研究者が主任研究者として参画し、集中的に研究を推進、深く議論・交流することが必須である。本拠点ではそれに必要不可欠な京都大学内・国内・海外の研究者を集結する体制を築き、また国際的研究機関との強固な連携体制を構築する。

本拠点では、研究推進に必須な国際的研究環境を実現するため、海外から参入する主任研究者 (principal investigator: PI) には、スタートアップ資金とスタッフ・研究員ポスト (准教授ポストを co-PI ポストとして配分、さらにポスドク 2 名) を重点措置し、十全の研究環境を提供する。Co-PIs は拠点専属とし、PIs と綿密な議論を重ね、PI 不在時等に研究室の積極的な運営・管理を行う。拠点発足後、すべての研究者ポストは国際公募を行い、各 PI は、それぞれの運営資金から原則的に一人は外国人研究者を雇用し、拠点研究推進に真に資する人選を行う。その上で、**欧州における生命科学研究拠点 EMBL (European Molecular Biology Laboratory) の Director General を 2019 年より務める Edith Heard 氏を Senior Consultant として迎え、本拠点全体の研究推進・運営方針に関するアドバイスを仰ぐとともに、本拠点と EMBL の連携を強化する。**さらに University of Cambridge、Karolinska Institute など国際的研究機関と連携し、重層的な研究推進体制を構築することで本拠点の国際的魅力・競争力を高める。

京都大学は、WPI 拠点として物質-細胞統合システム拠点 Institute for Integrated Cell-Material Science (iCeMS) を有する。iCeMS は、10 年の研究期間に、多孔性配位高分子等、物質による生命現象の制御研究において卓越した業績を挙げ、WPI アカデミーを構成する一拠点となった。京都大学は、その国際的組織運営を全学に反映すべく、「高等研究院」を設置、iCeMS を高等研究院の研究拠点に位置づけ、その持続的発展体制を確立した。**ヒト生物学高等研究拠点は、iCeMS と明確に異なる研究を推進する高等研究院の新研究拠点として、拠点長を中心に、優れたマネジメント実績を有する事務部門長のもと、iCeMS と事務部門を共通化し、これまでに涵養した革新的方法論を採用、さらにそれらを柔軟に発展させた機動性の高い運営を行い、大学改革の先導的役割を担う。**

本拠点の研究は、ヒトの特性・ヒトの遺伝子機能を解明する正攻法を提示し、我々ヒトの生物としての本質を明示するとともに、多くの難病の発症機序を解明し治療法を開発することを可能とし、ヒト社会の健全で着実な進歩を支える礎となることが期待される。

世界トップレベル研究拠点プログラム

ホスト機関のコミットメント

日 付

文部科学省 宛

ホスト機関名 京都大学

ホスト機関の長の役職・氏名

学長 山極 壽一

署名

「世界トップレベル研究拠点プログラム」に申請した「ヒト生物学高等研究拠点」に関し、同申請が採択された際は、以下の事項について責任をもって以下のとおり具体的に措置していくことを確認する。

＜具体的措置＞

※ 以下のそれぞれの事項について、具体的措置を記載すること。

- 1) 当該拠点が真に「世界トップレベル研究拠点」となり、補助金の支援終了後に自立化するよう、ホスト機関は、当該拠点をホスト機関の中長期的な計画上に明確に位置付けた上で、補助金助成期間中から機関を挙げて全面的な支援を行うこと。

※当該拠点のホスト機関の中長期的な計画上における位置づけについて記載すること。

京都大学はヒト生物学高等研究拠点の役割を「中期目標・中期計画」に明記し、拠点に対して包括的な支援を提供する。

＜本学の中長期的計画における本拠点の位置付け＞

本学の中長期的な構想・計画である「京都大学の改革と将来構想（WINDOW構想）」、「中期目標・中期計画」、「指定国立大学法人構想」に、次のことを明記している。

国内外の卓越した研究者が集う基盤的組織として「京都大学高等研究院（Kyoto University Institute for Advanced Study）」を設置し、その中に柔軟な運営、国際化に対応する組織体制や研究支援機能をもった国際研究拠点を構築する。

本拠点構想を高等研究院の中の研究拠点として位置付けることにより、本拠点が世界トップレベル研究拠点として成長するための組織体制を整備する。

＜ホスト機関による全面的な支援＞

京都大学プロボストの学内調整機能による支援

「京大版プロボスト」及び「戦略調整会議」が学内における他部局との強力な調整機能を発揮し、本拠点構想に対する機動的な支援を行う。

京都大学学術研究支援室（KURA）による組織的な支援

国内最大のURA組織（40名以上）であり、文部科学省による中間評価で最高評価を受けている「京都大学学術研究支援室（KURA）」が、本拠点に対して全面的な支援を行う。さらに京都大学は2名のURAを雇用して拠点に配置し、学術研究支援室との密接な協力関係を維持する。

京都大学白眉プロジェクトとの連携

「白眉プロジェクト」では、新しい研究を切り開くような研究者の育成支援を実施しており、現在40名以上の准教授、助教を雇用している。本拠点構想に参画する独立准教授、助教等が、白眉研究者と研究交流を行う機会を積極的に提供し、新たな融合研究が創出される契機とする。

2) ホスト機関は、当該拠点をホスト機関内の恒久的な組織として位置付け、補助金終了後も自立的に運営していくために必要となる既存組織の再編等を含むホスト機関の中長期的な組織運営の方向性に係る基本方針の表明及び今後の具体的な計画・スケジュールの策定を行い、それを着実に実行すること。

<国際的競争力をもったコア・ファシリティーの構築と維持>

真に世界的な研究拠点となるためには、国際競争力のある先端的な実験設備を備え、国内外の研究者から広く利用可能な施設（コア・ファシリティー）を保持することが必須である。実際、本拠点では、国際競争力のある2つのコア・ファシリティーを構築する計画である。1つは「単一細胞ゲノム情報解析コア」であり、単一細胞レベルでゲノム情報を調べる最先端の性能を持った測定機器と解析技術を有する。もう1つは「霊長類発生工学コア」であり、遺伝子操作が可能なカニクイザルのコロニー施設としては世界的に最も大きな施設の1つである。高度な技術を保有する研究者だけでなく、2名以上のテクニカルスタッフを専属的に単一細胞ゲノム情報解析コアに配置することにより、コア・ファシリティー施設の維持と測定機器及び解析技術の性能向上を図る。



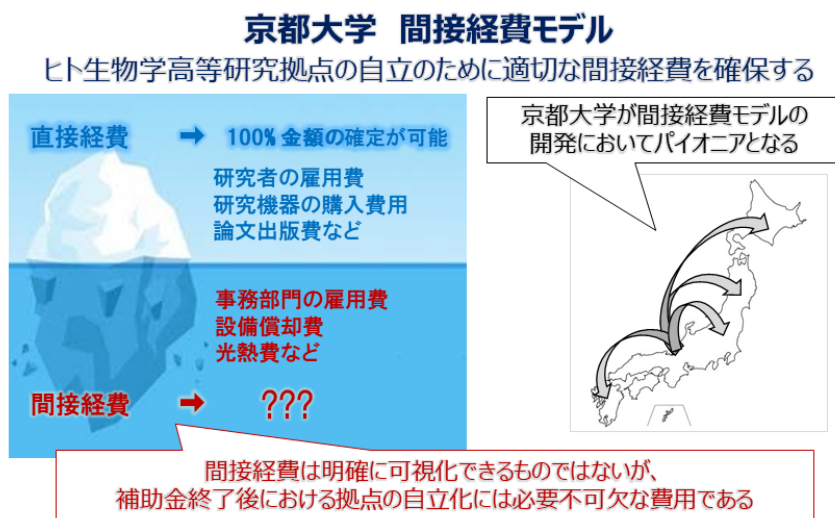
これら2つの研究コアを本拠点内に構築する試みは、学内の他部局において国際的競争力をもつコア・ファシリティーを構築するための一般的なモデルと成り得る。京都大学はイニシアチブをとって、本拠点で構築されたコア・ファシリティーモデルの学内全体への普及に努める。

<基本的計画・スケジュール>

- ・ コア・ファシリティー施設・研究機器の整備（2018、2019年度）
- ・ 大学全体の中核施設として成長、利用者の増大（2021年度）
- ・ 国内外の大学、企業、研究機関等の研究者、他大学の学生も利用できるようなオープンユースプログラム、トレーニングコースを構築（2021年度）
- ・ 国際的な競争力を維持するために必要な機器改修、最先端機器への更新（2023年度）

<拠点自立化のための適切な間接経費計算方法の構築>

本拠点構想が補助金終了後に自立化するためには、研究業務に関わる経費だけでなく、管理業務に係る間接経費（管理部門の人件費・備品費、施設・設備機器等の減価償却費、光熱費等）を確保することが必要不可欠である。間接経費は直接的に積算することが困難なため、従来の制度では直接経費の一定比率とされている。しかしながら、この比率は必ずしも適切ではなく、研究プロジェクトを継続するのに必要な金額が確保されているわけではない。京都大学では、欧米の例を参考にしつつ、適切な間接経費額を算出するためのモデルを構築する。さらに、学内の他部局に普及可能なように、このモデルを汎用化させる。京都大学はイニチアチブをとって、国内におけるモデル普及を試みる。



<基本的計画・スケジュール>

- ・ 間接経費算出のベースとなる経費情報の収集・分析、算出モデルの構築・検証（2019, 2020年度）
- ・ 本拠点において、新しい算出モデルにもとづく間接経費率の試行的適用（2021年度）
- ・ 学内の他部局、他研究機関に展開（2023年度）

3) 当該拠点の運営及び研究活動の実施のために必要な人的、財政的及び制度的支援を行うこと。

本拠点の運営、研究活動のために、京都大学は下記の支援を提供する。

<人的支援>

京都大学は、本拠点の拠点長、副拠点長、京都大学所属のPI（6名）、事務部門長、拠点配置のURA（2名）、コア・ファシリティーに配置されるテクニカルスタッフ（2名）の雇用費を負担する。また拠点に所属する独立准教授（3名）の雇用費を2023年から京都大学が負担する。さらに本拠点の事務部門に所属するスタッフ13名のうち3名を京都大学の定員内職員として雇用する。

<財政的支援>

本拠点に対する間接経費の重点的な配分（本拠点所属の研究者が獲得した競争的資金の間接経費を全額、本拠点に配分する）。

<制度的支援>

定年制度の適用除外、柔軟な手当支給制度の適用を行う。

4) 本プログラムの実施期間が終了した後も、当該拠点が自立化し、「世界トップレベル研究拠点」であり続けるために必要な支援を行うこと。

京都大学は、本拠点に対して(1) - (3)、(5) - (9)に記載した支援を補助金終了後も継続的に実施する。

5) 拠点運営に一定の独立性を確保するため、「拠点構想」実施にあたって必要な人事や予算執行等に関し、拠点長が実質的に判断できる体制を整えること。

本拠点を京都大学の研究特区である「高等研究院」の傘下に組み込み、恒久的組織として運営する。本拠点は「高等研究院」の1研究拠点であるが、拠点内の人事、予算、また外部資金の受入等については拠点長に委任し、拠点長の強いリーダーシップにより自立的な運営を行う。

6) 機関内研究者を集結させ、必要な環境整備を実現するにあたり、ホスト機関内の他の部局における教育研究活動にも配慮しつつ、調整を積極的に行い、拠点長を支援すること。

京都大学の改革と将来構想（WINDOW構想）重点戦略 5-3において、「学域・学系制という教員組織制度の導入による既存の部局（教育研究組織）の枠を越えた学際的な研究の推進や機動的・効果的な組織改編等を通じて、異分野融合による新分野創成等、新たな未踏科学領域の開拓に取り組む」ことが謳われている。この「学域・学系制度」を効果的に活用し、優れた学内研究者の本拠点構想への集結を図る。京都大学は、派遣元となる研究科、研究所にも配慮して、調整を積極的に行い、拠点長を全面的に支援する。

7) 機関内の従来の運営方法にとらわれない手法（英語環境、能力に応じた俸給システム、トップダウン的な意志決定システム、大学院教育との連携 等）を導入できるように機関内の制度の柔軟な運用、改正、整備等に協力すること。

高等研究院の傘下に位置づけられる本研究拠点では、京都大学内の研究特区として、定年制の適用除外、拠点手当の支給、国際化に対応した英語話者による事務体制の構築、拠点長トップダウンマネジメントによる人事裁量など、制度の柔軟な運用、改正、整備等を可能にしている。

8) 拠点の活動に必要なインフラ（施設（研究スペース等）、設備、土地等）を確保、提供、拠出すること。

京都大学は医学部キャンパス内に4600m²のスペースを研究活動の場として提供する。本拠点の研究者が研究に専念できるための専用研究スペースとして、拠点長、副拠点長、本学所属の6名のPIが使用しているスペース2,900m²に加え、新規のスペースとして「医学部B棟（1,700 m²）」を提供する。新規スペースは、4名の海外PI、3名の独立准教授、コア・ファシリティ（単一細胞ゲノム情報解析コア）のために使用される。さらに、将来の拠点拡大を見据えて、近接した医学部構内敷地に新棟建設候補地を確保している。

拠点長室、会議室、事務部門オフィスなどの本部機能、及び本拠点に参画する研究者が日常的に交流できる交流スペースをB棟内に整備する。同一エリア内に研究部門、執行部、事務部門のメンバーが同居することで、日常的な交流や異分野の融合の促進を図る。高等研究院内にも拠点長室を整備して、高等研究院の執行部、研究者等との日常的な交流を可能とし、その知見・ノウハウ等を本拠点構想の運営でも有効活用する。

本拠点に参画する研究者は、本拠点の中心となる医学部B棟から徒歩1分のところにある「京都大学大学院医学研究科附属動物実験施設」を使用することができる。

9) その他、当該拠点が「拠点構想」を着実に実施し、名実ともに「世界トップレベル研究拠点」となるために最大限の支援をすること。

将来に渡って、拠点長の中長期的な一貫したビジョンの下に第一線の国際研究拠点を形成することを、大学の責任において最大限に支援していく。

10) ホスト機関は、当該拠点が達成した成果を自己評価し、ホスト機関自らが優れた取組として評価したもののについて、ホスト機関全体への展開・波及を図ること。

本拠点に配置される2名のURA等により、拠点で実施された優れた取り組みを特定し、京都大学学術研究支援室や本学執行部において評価する。本学が優れた取り組みとして評価した成果については、京都大学プロボストの責任の下、「戦略調整会議」で議論のうえ大学全体へ展開する。

11) すでにWPIプログラムによって形成された拠点を持つホスト機関については、既存の拠点を世界トップレベル拠点として維持・発展させるための十分な支援を行い、また、新たな拠点への十分な支援と、既存の拠点への支援の継続を両立させること。

※既存のWPI拠点を有するホスト機関のみ記載すること。

既存の拠点である物質—細胞統合システム拠点（iCeMS）は高等研究院の傘の下、WPIアカデミー拠点として国際シンポジウムや国際共同研究による研究者交流、国際研究ネットワークの構築、若手研究者の国際競争力の向上など、積極的な活動を行っている。京都大学は、本拠点への支援とは別に、iCeMSに対して人的支援（11名に及ぶ定員ポストの措置）、及び財政的支援（iCeMSの研究者が獲得した競争的資金の間接経費の全額配分）を実施しており、今後も両拠点に対する支援を継続する。

12) すでにWPIプログラムによって形成された拠点を持つホスト機関については、既存の拠点の優れた成果を、自主的かつ積極的にホスト機関全体に波及させ、機関自らの改革につなげること。

※既存のWPI拠点を有するホスト機関のみ記載すること。

既存のWPI研究拠点（iCeMS）における優れた成果が大学全体へ波及した事例

① クロス・アポイントメント制度、年俸制給与、定年制の適用除外

iCeMSによって新規に整備された“クロス・アポイントメント制度”、“年俸制給与”、“定年制の適用除外”などの制度が、総合生存学館、国際高等教育院、高等研究院などの他部局に導入されている。

② 国際交流サービスオフィス（外国人研究者支援）

iCeMSに設置された「外国人研究者支援室」による外国人研究者への様々なサポートは、学内の複数部局に普及している。また国際交流サービスオフィスの設置にもつながった。

③ 国際広報室の設置

iCeMSで培った国際広報等のノウハウを土台にして、2015年10月、広報課に「国際広報室」が新規に設置された。

主任研究者リスト

※ 主任研究者が10名を超える場合は、適宜行を追加してよい。

※ 「世界トップレベル」と考えられる研究者については、その氏名の右側に「＊」印を付す。

※ 年齢は、2018年4月1日時点とする。

※ プログラム開始時点で、当該構想に参加できないものについては、備考欄に、参加予定時期を明記する。

※ 一次審査から変更があった場合は、変更理由と共に変更点を備考欄に明記すること。

※ サテライト所属PIの場合は、備考欄にサテライト名を明記。

また、それぞれの主任研究者の業績等を「主任研究者個人票」に記載する。

	氏 名	年齢	現在の所属（機関、部局、専攻等）・ 役職	専 門	エフォート* （％）	備 考
1	斎藤 通紀＊	47	京都大学大学院医学研究科・医学専攻機能微細形態学分野・教授	細胞生物学/医学博士 （京都大学）	90%	（主な招待講演）Cold Spring Harbor Symposium, ISSCR PlenaryLecture, SSR Annual Meeting Plenary Lecture （主な獲得研究費）若手研究 S , CREST, ERATO, 特別推進研究 （主な受賞）日本学術振興会賞・日本学士院学術奨励賞, 武田医学賞 （代表論文）Nature (2002,2005,2013,2016), Cell (2009, 2011),Science (2012, 2017) （Editorial Board）Science, Developmental Cell, Development
2	伊佐 正＊	57	京都大学大学院医学研究科・医学専攻神経生物学分野・教授	神経科学/医学博士 （東京大学）	80%	（主な招待講演）SfN Special Lecture, FENS Special Lecture,Gordon Conference, Cold Spring Harbor Symposium Asia （主な獲得研究費）基盤研究S, CREST, 脳プロ, 革新脳、新学術計画 班 （主な受賞）塚原仲晃記念賞、文部科学大臣表彰・科学技術部門 （代表論文）Nature (2012), Science (2007, 2015) , Ann RevNeurosci (2012), PNAS(2016), TINS(2017) （Editorial Board）J Physiol, Curr Opin Neurobiol, Neurosci, JNeurophysiol, Exp Brain Res
3	平岡 裕章＊	40	京都大学高等研究院・教授	応用数学/理学博士 （大阪大学）	80%	（主な獲得研究費）若手研究A、さきがけ、CREST （主な受賞）科学技術への顕著な貢献2016、藤原洋数理科学賞、日本 応用数理学会論文賞 （代表論文）Annals of Applied Probability (2018), ScientificReports (2018), Nature Communications (2017), PNAS (2016),Nanotechnology (2015)
4	Anne Ferguson-Smith ＊	56	Arthur Balfour Professor of Genetics and Head of the Department of Genetics, University of Cambridge	EpigeneticInherita nce,MammalianDe velopmentalGeneti cs	15%	（主な招待講演）CDB Symposium, Gordon Research Symposium,4th Canadian Conference on Epigenetics 等多数 （主な獲得研究費）BBSRC Project Grant, MRC Programme Grant,Wellcome Trust Investigator Award 等多数 （主な受賞）Fellow of the Royal Society 2017, Fellow of theAcademy of Medical Sciences 2012, Elected EMBO 2006 等 多数 （代表論文） Science (2014, 2016) , Nature Genetics (2016),Genome Research (2018) 等多数 （Editorial Board）Science 等多数
5	Guillaume Bourque＊	41	Associate Professor, Human Genetics, McGill University	Bioinformatics, Genomics, Epigenomics	30%	（主な招待講演）CDB Symposium, Biological Data ScienceMeeting 等多数 （主な獲得研究費）Canadian Center for ComputationalGenomics, McGill Epigenomics Mapping Center 等多数 （主な受賞）Senior Research Scientist, Fonds de recherches enSanté du Quebec (2017-2020), Distinguished Visiting Professor,Kyoto University (2015-2019) （代表論文）Cell Systems (2016), Bioinformatics (2016), Cell(2016) 等多数
6	小川 誠司＊	56	京都大学大学院医学研究科・腫瘍生 物学分野・教授	分子腫瘍学/医学博士 (東京大学)	90%	（主な招待講演）Cold Spring Harbor Symposium, KeystoneSymppsium, AACR Annual Meeting （主な獲得研究費）CREST, 基盤S、次世代がん、革新がん （主な受賞）上原賞, 武田医学賞、高松宮妃祈念 （代表論文）Nature (2008,2009,2009,2011, 2016), Science(2014)、NEJM (2016) （Editorial Board）Blood
7	Hideki Ueno＊	50	Professor, Department of Microbiology Global Health and Emerging Pathogens Institute Icahn School of Medicine at Mount Sinai	Human Immunology	95%	（主な招待講演）Keystone Symposia, Gordon Conference,International Congress of Immunology （主な獲得研究費）NIH U19, P01; Lupus Research Alliance （代表論文）Immunity (2008, 2009, 2011, 2015), NatureImmunology (2014, 2015), PNAS (2007, 2011), ScienceTransnational Medicine (2013) （Editorial Board）Frontiers of Immunology

8	Takashi Hiiragi *	50	EMBL Group Leader	発生生物学/医学博士 (京都大学)	20%	(主な招待講演) Cold Spring Harbor Banbury Center meeting, Titisee Conference, Oberwolfach workshop (主な獲得研究費) ERC Starting Grant, NRW Stem Cell Network Grant, ERC Advanced Grant (主な受賞) Elected to Charles Darwin Professorship of Animal Embryology, University of Cambridge; Starting the professorship at The Gurdon Institute as of October 2018 (代表論文) Nature (2004,2016), Nature Cell Biol (2014,2015), Dev Cell (2017)
9	永樂 元次 *	43	京都大学ウイルス・再生医科学研究所・教授	発生生物学/理学博士 (京都大学)	70%	(主な招待講演) Cold Spring Harbor Symposium, ISSCR, SDB Annual Meeting Plenary Lecture (主な獲得研究費) 新学術領域計画班、AMED、基盤研究B (主な受賞) 文部科学大臣表彰若手科学者賞、日本分子生物学会三菱化学奨励賞 (代表論文) Nature (2011), Cell Stem Cell (2008), PNAS(2013,2016), Nat Comm (2015,2016,2017)
10	柳田 素子 *	48	京都大学大学院医学研究科・腎臓内科学・教授	腎臓内科学/医学博士 (京都大学)	70%	(主な招待講演) American Society of Nephrology, Asian Pacific Congress of Nephrology (主な獲得研究費) AMED分担、CREST分担、基盤B (主な受賞) American Society of Clinical Investigation, Elected Member、日本腎臓学会大島賞、内科学会奨励賞、日本臨床分子医学会学術奨励賞、石橋由紀子記念賞等 (代表論文) JCI (2002,2006,2010,2011), JCI Insight (2016) (Editorial Board) Journal of American Society of Nephrology, American Journal of Physiology Renal Physiology
11	山本 拓也	40	京都大学iPS細胞研究所・未来生命科学開拓部門・准教授	分子生物学・バイオインフォマティクス/生命科学博士 (京都大学)	70%	(主な獲得研究費) CREST, AMED-CREST, 新学術領域研究 (代表論文) Nature (2009,2016,2017), Cell (2014), Cell Stem Cell (2015,2015,2017), Cell Metabolism (2017)
12	依馬 正次	49	滋賀医科大学動物生命科学研究センター・幹細胞・ヒト疾患モデル研究分野・教授	発生工学/理学博士 (東北大学)	70%	サテライト「霊長類発生工学コア」 (主な招待講演) FASEB, SRCなど (主な獲得研究費) さきがけ5年型、基盤B, 新学術領域研究公募班 (代表論文) Development (2011, 2017), Blood (2012), Cell(2014), JCI Insight (2016), J Exp Med (2016), Sci Rep (2016)
13	藤田 みさお	48	京都大学iPS細胞研究所・上廣倫理研究部門・特定准教授	公衆衛生/社会健康医学博士 (京都大学)	70%	(主な招待講演) Keystone Symposia (主な獲得研究費) 科研費基盤A (主な論文) Cell Stem Cell (2015), Stem Cell Translational Medicine (2017), Regenerative Medicine (2016, 2017) (主な学会活動) ISSCR (Ethics Committee, Member)、日本生命倫理学会 (理事)

*研究者の年間の全仕事時間（研究活動の時間のみならず教育・医療活動や兼業部分等、全ての業務等を含む）を100%としたとき、本WPI拠点の研究活動等を実施している時間の配分率（競争的資金等による活動であっても、本WPI拠点の目的に合致し、当該拠点において実施するものであれば、エフォートに含めることができます。）