

拠点構想の概要

拠点名： ニューロインテリジェンス国際研究機構

(20字以内で記載、英語では15 words以内で記載)

ホスト機関： 東京大学

全体責任者 (ホスト機関の長)： 五神 真 東京大学 総長 (氏名、役職を記載)

拠点長候補者： Takao Kurt Hensch (氏名、所属、役職を記載)

ハーバード大学 分子細胞生物学 教授

ハーバード大学 医学部 教授

事務部門長候補者： 鹿川 哲史 (氏名、所属、役職を記載)

自然科学研究機構生理学研究所 研究力強化戦略室 特任教授

1) 形成拠点の全体像

本研究拠点(International Research Center for Neurointelligence (IRCN))では、神経回路発達の基本原理の解明とこの過程の異常による精神疾患の病態解明を通じて、Human Intelligence (HI)の格段の理解を深める。さらに、脳の神経回路の成熟と機能に基づく次世代のArtificial Intelligence (AI)の発展を目指す。そのために、生命科学・医学、数理・情報科学及び言語学を融合させて、新たな学問分野であるニューロインテリジェンスを創成する。

2) 研究内容

<研究対象として取り組む重要性>

HI は、脳の神経回路のはたらきによって生み出される最も複雑な高次機能の集まりである。これらは、胎生後期から生後発達期における多様な分子／細胞過程から生み出され、生得的な遺伝プログラムと個体の経験の両方を反映する。近年、急速な発展を遂げている AI の根幹を成す深層学習に利用されている多階層のニューラルネットワークの構造は、大脳皮質視覚野の神経回路をモデルとしたものである。しかしながら脳内の多様な神経回路における情報処理の原理はその大部分が未解明であり、次世代の AI を実現するためにはその解明が不可欠である。また、神経回路発達の不具合が、自閉スペクトラム症や統合失調症などのヒトの認知障害の根幹を成すと広く考えられている。そこで、本研究拠点では、神経回路発達の基礎研究、精神疾患の病態研究、革新的 AI 研究の三者を有機的に結びつけ、HI を実現する柔軟かつ相乗的な神経回路の形成原理を明らかにし、その原理に基づく次世代 AI の開発を促進し、さらには神経回路発達の異常による精神疾患の克服に貢献することを目指す。

<研究体制>

本研究拠点では、15 名の世界トップレベルの主任研究者が 4 つのコア研究ユニットを形成する。発達研究コアユニットでは、拠点長の Takao Hensch を含めて 8 名の主任研究者が神経回路発達の基本原理をそれぞれのモデル実験系を対象として追究する。即ち、後藤由季子は神経幹細胞の運命制御を、狩野方伸は生後発達期のシナプス刈り込みを、榎本和生は樹状突起の刈り込みとリモデリングを、Rachel Wong は網膜の神経回路形成を、Takao Hensch と大木研一は大脳皮質における神経回路発達

を、河西春一郎は感覚運動情報と情動情報を連合する強化学習を、酒井邦嘉はヒトの言語情報処理の脳内機構を研究する。技術開発ユニットでは、岡田康志、河西春一郎、Arthur Konnerth、竹内昌治が、最先端の神経回路解析計測技術を開発する。神経発達障害病態ユニットでは、笠井清登がヒトの自閉スペクトラム症及び統合失調症患者を対象にして、MRIによる構造画像解析と機能画像解析を駆使して病態解明を目指す。Takao Hensch は、これらの認知障害に対して、疾患モデルを用いて、神経回路に基づく新たな病態解明と治療法開発を目指す。数理情報システムユニットでは、上田泰己が数理分析と独自に開発した脳の透明化技術を駆使して、複雑な生命現象に潜む法則や原理を追究する。合原一幸と杉山将は、新たに解明される脳の神経回路発達の法則に基づく次世代 AI の創生を目指す。

本研究拠点は、ハーバード大学とマックスプランク・フロリダ・神経科学研究所をサテライト研究機関として加える。さらに、本研究拠点は東京とボストンに大規模な病院（東京大学附属病院とボストン小児病院）を備えており、臨床施設を持たない他の脳科学研究所では不可能な、トランスレーショナル研究を活発に推進する。

3) 融合研究

高度に複雑な脳の機能及びその機能異常による疾患の病態を神経回路発達の観点から明らかにするためには、異分野の学問領域の共同研究が前提条件となる。しかし、世界的に名の知れた基礎神経科学者、臨床医学者、AI研究者が、HIの理解と次世代AIの創生を長期的目標として掲げて共同研究を推進するように設計された研究センターは、現状では殆ど見当たらない。したがって、本研究拠点は、独創的な科学的使命を持ち、大きな社会的インパクトを期待される世界トップレベルの研究センターになり得る。

4) 国際的研究環境

本研究拠点では、外国人研究者が日本の研究費制度に適応し（研究申請書作成や研究費獲得後の研究費管理などを含む）、日常生活に関連した様々なハードルを下げるために、多言語を話す事務職員による支援を行う。拠点長のHensch は、外国人研究スタッフを日本で受け入れるための仕組みと外国からの学生を呼び込むパイプラインの構築に関して、長年にわたる実績がある。本研究拠点においては、大規模の国際シンポジウムを毎年1回開催するとともに、小規模の研究集会やワークショップの開催を奨励して、本研究拠点の研究ユニット、サテライト研究機関、及び世界の他の研究機関の間の研究者交流を促進する。

5) 拠点運営

拠点長は、拠点の組織と運営に関する全ての決定権を有する、拠点長の役割には、研究拠点の使命と目的の設定、研究者の効果的な組織化、種々の事務的な意思決定、研究者のリクルートが含まれる。事務部門長は拠点長と協力して拠点の活動のための種々の事務的サービスを提供する。二人の副拠点長は、円滑な拠点運営と意思決定のために、拠点長を補佐する。全ての主任研究者は、拠点長の決定事項とその遂行について承認する責任を負う。

世界トップレベル研究拠点プログラム 拠点構想

拠点構想（英語で記載）

拠点名：（15 words以内で記載）ニューロインテリジェンス国際研究機構

ホスト機関：東京大学

全体責任者（ホスト機関の長）：五神 真 東京大学 総長

拠点長候補者：Takao Kurt Hensch

Professor of Molecular Cellular Biology at Harvard University

Professor of Neurology at Harvard Medical School

- ・添付資料1 拠点長候補者については「拠点長候補者個人票」に従って記載し添付。
- ・添付資料2 拠点が対象とする研究分野で世界的な業績のある研究者の推薦状を添付することが望ましい。

事務部門長候補者：鹿川 哲史

自然科学研究機構生理学研究所研究力強化戦略室 特任教授

- ・添付資料3 事務部門長候補者については「事務部門長候補者個人票」に従って記載し添付。

1) 形成拠点の全体像

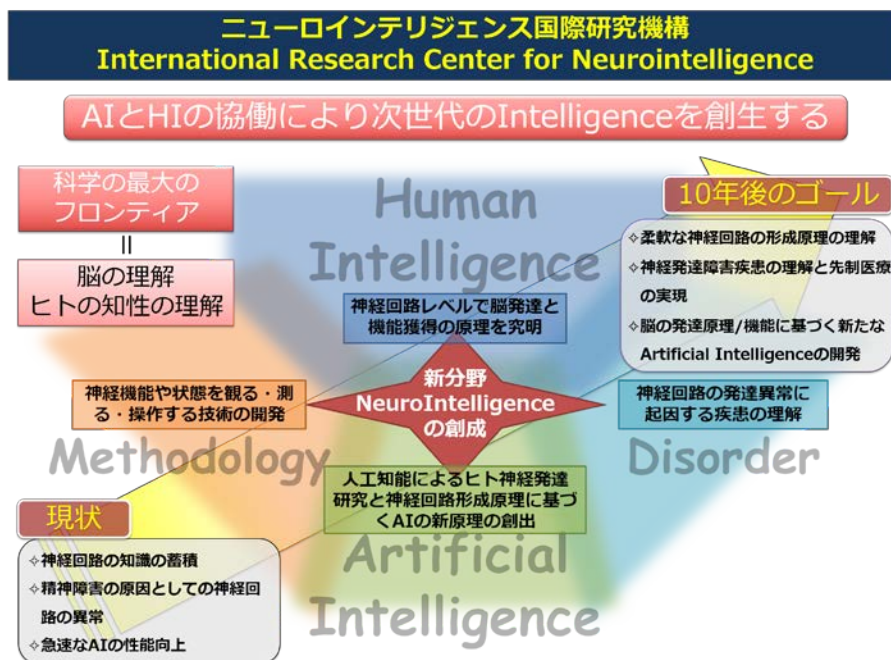
- ・WPI 拠点としてのミッションステートメント及び拠点のアイデンティティを、明確かつ簡潔に記載。

脳の働きを理解することは、私たち人間の知性の成り立ちを理解するうえで不可欠であるが、きわめて複雑かつ困難な試みであり、宇宙の起源と並んで現代科学の最大のフロンティアである。ニューロインテリジェンス国際研究機構（IRCN: International Research Center for Neurointelligence）では、胎生後期から生後の発達期において、神経細胞が分化し、神経回路が作られ、環境に適応するように神経回路が改変され、成熟した大人の脳の機能が発達する過程を究める。これらの過程は、生物が長い進化の中で獲得した法則に基づいており、進化の頂点にあるヒトの様々な高次脳機能の基盤となっている。本研究拠点では、神経回路発達の研究において世界の第一人者であるハーバード大学のTakao Hensch教授を拠点長とし、以下の三つの課題に取り組む。第一に、神経回路発達の基本原理の解明を通じて、ヒトの知性（Human Intelligence (HI)）の理解を深める。第二に、成熟の過程の異常による神経精神障害の病理を解明する。第三に、次世代の人工知能（Artificial Intelligence (AI)）の開発に向けたイノベーションと学習の枠組み形成を推進する。次世代AIは、現在のAIとは異なり、我々が新たに見出す神経発達の原理と、感覚系、運動系、情動系などにまたがり人のコミュニケーションを可能にする、複数の情報処理を統合する神経機能に基づくものである。そのために、生命科学・医学と数理科学・情報科学・言語学等を融合させて、新たな学問分野であるニューロインテリジェンスを創成する。

本研究拠点形成を目指す背景は3つある。第一に、これまでに脳神経系を構成する分子・細胞の理解が格段に進み、神経回路解析のための技術革新が進んだため、次の段階として、脳機能を理解するためには、神経回路の発達・作動原理の解明が不可欠であるという機運が高まっていることである。第二

に、自閉スペクトラム症や統合失調症等の精神疾患の遺伝学的研究により、疾患発症に強く関連する遺伝子が多数同定され、その多くがシナプスで機能する分子であることが明らかになり、神経回路の障害が精神疾患の基盤にあるという理解が進んだ。これにより、精神疾患の生物学的基盤を明らかにし、客観的な診断とその疾患基盤に対する治療を目指そうという機運が高まっていることである。第三に、AI が格段に進歩し、ヒトの知性のうち特定の機能に関しては、AI がヒトを打ち負かすような事態が出現しており、AI に対する注目とその利用に対する期待と懸念がこれまでになく高まっていることである。

このような背景のもとで、神経回路発達のメカニズムの基礎研究に立脚し、自閉スペクトラム症や統合失調の患者と動物モデルを対象にした研究によって精神疾患の病態を追求し、さらには数理・情報科学との融合研究によって、脳に実装された神経回路の発達と作動原理に基づく新たな AI 開発に道筋を示すことを目指して、本研究拠点を構想した。東京大学には医学系研究科をはじめとして、数多くの世界トップレベルの基礎神経科学者がおり、医学部附属病院を基盤とした我が国最大規模の臨床精神医学研究グループがあり、さらには世界トップレベルの数理・情報研究者が集結している。このうちから 12 名の研究者を東京大学からの主任研究者として厳選し、大脳の神経回路発達の研究において世界を牽引するハーバード大学の Takao Hensch 教授が拠点長となる。また、大規模神経回路解析技術革新と神経回路発達の研究でそれぞれ世界をリードする Arthur Konnerth 教授と Rachael Wong 教授を主任研究者として加える。さらに、ハーバード大学とマックスプランク・フロリダ・神経科学研究所にサテライトを置き、世界でも類がないハイレベルの研究拠点を構築する。私たちは本研究拠点の研究活動を通じて、HI を実現する柔軟な神経回路の発達と作動原理を明らかにし、その原理に基づく AI の開発への橋渡しとなることを目指し、神経回路発達に密接に関連する精神疾患の克服に貢献することを目指す。



2) 研究内容

2) -1. 研究領域

- ・ 研究領域の名称
- ・ 研究対象として取り組む重要性（当該分野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。
- ・ WPI 拠点として取り組むに価する理由について記載。（我が国の優位性、世界的な科学的・社会的課題としての魅力、当該学問分野の将来性）

- ・類似の分野を対象とする国内外の既存拠点があれば列挙すること。(5 機関まで)
- ・添付資料 8 拠点構想に関連が深い英文の論文(レビュー論文も可) 10 件以内を別添として記載するとともに、それらの PDF 化したファイルを添付すること。

研究領域

ニューロインテリジェンス国際研究機構の研究領域は、脳科学、特に発生・再生神経科学、神経情報処理、神経可塑性、脳イメージング、ニューラルネットワーク、精神障害である。

研究分野の重要性と WPI 拠点として取り組むに値する理由

人間の知性のようなきわめて複雑な高次機能も、脳の神経回路のはたらきに基づいている。そのような複雑な脳のはたらきには、胎生期から生後発達期にかけて、適切な数の神経細胞が作られ、それぞれ脳内の適切な場所に配置され、個々の神経細胞が適切な相手と適切な数のシナプスでつながることで神経回路が作られ、環境に適応するように神経回路が改変されて、成熟した神経回路が完成することが必要である。近年、AI が急速な発展を遂げているが、華々しい成果を挙げている深層学習に利用されている多階層のニューラルネットワークの構造は大脳皮質視覚野の神経回路の一部をモデルとしたものである。しかし、AI は人の知性の根本である、複数の情報処理の統合を達成するには至っていない。神経回路の発達や学習則の研究を進めることで、新しい AI の発展につなげることへの期待が高まっている。

また、自閉スペクトラム症や統合失調症などの精神疾患の社会的コストの増加が深刻な問題となっており、特に他国に先駆けて少子超高齢化社会に突入した日本において顕著である。したがってその病態の解明と克服が喫緊の課題となっている。児童期から思春期にかけての神経回路発達の不具合や行き過ぎが、自閉スペクトラム症や統合失調症の一因になると広く考えられており、近年、これらの精神疾患の関連遺伝子が多く同定され、その多くがシナプス機能分子であることが明らかになった。さらに画像診断の格段の進歩により、精神疾患患者の神経回路の乱れを描出できるようになってきている。このような状況は、IRCN をして実験室と臨床の橋渡しとなす絶好機である。神経科学者、数理統計学者、精神科医を結集し、神経回路発達とその機能不全についての融合研究を行うことによって、新規 AI が育まれる。超高齢化社会においては、人の知性の理解に基づく新たな AI が人間の活動を補填し、労働人口の減少を補うことが切望されている。我々が追求するニューロインテリジェンス研究の進展は超高齢化社会の諸問題を克服するブレイクスルーをもたらす大いなる可能性を秘めており、それゆえ近い将来重要な学問分野となるだろう。

類似の分野を対象とする国内外の既存拠点

HHMI Janelia Research Campus (USA) / Allen Institute (USA) / Picower Institute (USA) / Salk Institute (USA) / Max Planck Institutes (Germany, USA) / RIKEN Brain Science Institute (Japan)

上述の拠点を含む、神経科学や脳科学のための多くの研究機関が設立されている。しかし、基礎的な神経科学、精神医学、計算/情報科学の世界的な研究者が集まり、積極的に相互作用する研究所や研究

機関は存在していない。重要な点として、IRCNIはアクティブな橋渡し研究のための大規模な臨床センターを東京とボストンに擁しているが（すなわち東京大学医学部附属病院及びボストン小児病院）、そのような橋渡し研究は、臨床センターを持たない他の神経科学・脳科学拠点では不可能である。この状況下で、IRCNIは、3つの分野の共同研究を促進して、神経回路開発の基本原則とHIの基礎としての機能を明らかにし、精神障害の理解をHIの障害として促進し、脳の発達と機能の原則に基づく次世代AIを創造する。そしてHIとAIを統合することによって、新しい学問分野、ニューロインテリジェンスを確立する。

2) -2. 研究達成目標

- ・ 実施期間終了時（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。さらに、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。
- ・ 上記目標を達成するための研究活動面の具体的な計画、及び、関連するこれまでの実績を記載。

研究達成目標

本研究拠点では、神経回路発達の基礎研究、精神疾患の病態研究、人工知能研究の三者を有機的に結びつけ、融合による相乗効果によって、HIを実現する柔軟な神経回路の形成原理を明らかにし、その原理に基づくAIの開発を促進し、さらには神経回路発達の障害による精神疾患の克服に貢献することを目指す。

研究計画

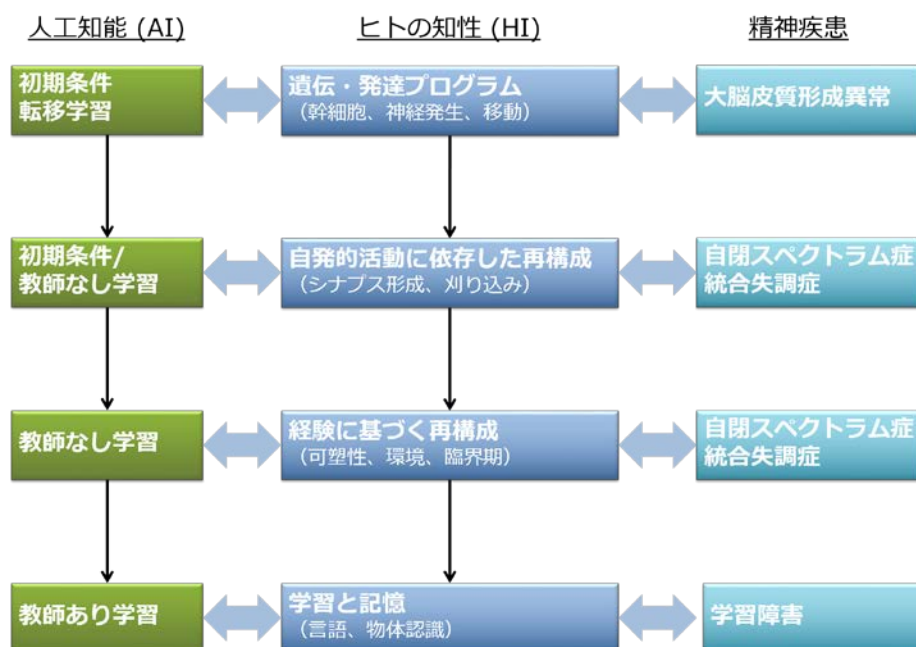
本研究拠点では、（1）神経回路発達の基本的な原則と学習のルールの解明、（2）ヒトの知性の障害の原因となる精神障害の病態生理の理解、（3）大脳皮質の発達原理に基づく次世代AIの開発、を進める。

（1）神経回路発達の基本的な原則と学習のルールの解明

脳が正常に機能するためには、適切な数の興奮性および抑制性ニューロンが作られ、それぞれ脳内の適切な場所に配置され、個々の神経細胞が適切な相手と適切な数のシナプスでつながり、神経回路が適切に構築されることが必要である。後藤由季子教授は、神経幹細胞が脳内のニューロンやグリアを含む様々な種類の細胞をどのように生成するかについて、遺伝的および後天的メカニズムを調べる。大木研一教授は、神経細胞がどの幹細胞から分化したかに依存して最初期の神経回路を形成する機構を研究する。神経回路の初期条件が適切に構築されることは、生後発達期に脳がすばやく環境に適応するように学習するために重要であり、高次脳機能の基盤となっていると考えられる。AIでも学習前の初期条件をどのように設定するかは重要な問題であり、初期条件を最適に設定できれば、現在大きな負担となっているビックデータを要することなく、AIが学習できるようになる。進化を通して最適化された脳の遺伝的・発生的プログラムを解明することは、AIの発展にも寄与すると考えられる。ま

た、脳の遺伝的・発生的プログラムの異常は、皮質形成異常や自閉スペクトラム症などの疾患に関与することが知られていることから、初期の神経回路形成の機構の研究は神経障害の理解に寄与することになる。

このように胎生期に構築された初期の神経回路は、生後の発達期に環境に適応するように改変されて、成熟した大人の神経回路が出来あがると考えられている。この過程は以下の3つの過程からなると考えられる。A) 神経細胞の自発活動に依存した神経回路の改変、B) 環境に依存した神経回路の改変、C) 環境と教師信号に由来した神経回路の改変。



A) の自発活動に依存した神経回路の改変では、シナプス形成に引き続き、限られたシナプスの強化と過剰なシナプスの除去（シナプス刈り込み）が起こる。狩野方伸教授は小脳のシナプス刈り込みの原理とメカニズムを追求する。神経結合の変化を規定するために、様々な刺激に応じて軸索や樹状突起の枝分かれの形を変える神経細胞がある。榎本和生教授は知覚回路の樹状突起の刈り込みとリモデリングの分子細胞学的メカニズムを、発生期の神経回路可塑性のモデル動物であるマウスとショウジョウバエを用いて研究する。Rachel Wong 教授はマウスやゼブラフィッシュといった複数のモデル脊椎動物の網膜の神経回路形成の原理とメカニズムを追及する。彼女は、神経細胞の形態変化を、その発生期を通じて、または神経変性の間、さらには、疾患モデル動物の神経回路再生の時点において、追跡する新たなライブセルイメージング法を開発する。

B) A)に引き続き、外部環境に適応してその構造と動作を最適化するように神経回路が再編される。例えば視覚では、出生後の「臨界期」と呼ばれる限られた期間において左右の眼の片側からの入力遮断されたとき、神経回路の構造と機能が再編成され、遮断された目からの情報がもはや視覚野の神経細胞を興奮させることが出来なくなる。また同様の「臨界期」において、環境に存在する物体の傾きの分布に合わせて、視覚野の神経細胞の物体の傾きに対する反応の分布も変化する。Takao Hensch 教授は、一次視覚野の抑制性回路の成熟が臨界期を決定する鍵であることを明らかにした。この GABA 作動性抑制回路の成熟に関連する様々な分子が、脳が可塑性を持つ時期を早めたり遅らせたりすることを明らかにした。さらに、彼は再編成を抑制している因子を同定し、その因子を除去することで成人

であっても可塑性を取り戻しうることを示した。これらの可塑性におけるトリガーとブレーキの原理は、一次聴覚野、島皮質、前頭葉など様々な脳の領域においても当てはまることを見出している。これらの領域は視覚、音素識別、複数の感覚器官の統合、行動嗜好性や注意力といった高次脳機能を支えている。大木研一教授は、環境に存在する物体の傾きに合わせて、神経細胞の反応が変化する時の学習則を解明する。この過程は教師信号には依存せず、環境中の物体の傾きの統計的性質を学習する過程と考えられるが、実際の脳での学習則は十分に理解されておらず、その原理を解明することはAIの発展にも寄与すると考えられる。

C) 発達を超えて人の知性の重要な一部をなす高次脳機能は、最終的には環境と教師信号に依存した学習と記憶によって獲得される。大木研一教授は、物体の視覚による認知をマウスとマーモセットで研究する。物体の視覚的学習の過程で、フィードフォワードおよびフィードバック経路を通じてどのようなシグナルが一次視覚野と高次視覚野の間で伝達されているかがわかれば、現在の教師なし学習AIで使用されている誤差逆伝播法を置き換える可能性があり、AIの新たなアルゴリズムに貢献できる。酒井邦嘉教授は、人のコミュニケーションの基盤であり、知性のみならず創造性の基盤を成すと考えられるヒトの言語の脳内基盤を研究する。酒井教授はヒトがどのように言語を習得するかを、発達過程での神経回路の外界との密接かつ動的な相互作用に着目して明らかにする。そして、河西晴郎教授は生涯にわたるヒトの知性の主要なメカニズムであるシナプス構造可塑性と種々の学習記憶との因果関係を研究する。河西教授は、感覚運動シグナルと情動シグナルを統合するために、シナプスにおいて強化学習がどのように実装されているかを研究する。実際の脳において、報酬シグナルは感覚運動シグナルから得られ、ドーパミン、ノルアドレナリン、セロトニンのような脳全体に作用するモノアミンに符号化される情動シグナルへと変換される。河西教授は、報酬以外の情動の側面（動機付け、罰、サリエンシー、新奇性、興奮など）をどのようにモノアミンが符号化し、特定の神経細胞群に、スカラ量の報酬シグナルという様式ではなくベクタ量として、作用するかを調べる。

技術開発ユニットでは、上記の発達研究コアユニットの8研究室と緊密に共同する。岡田康志教授は超高速解像顕微鏡の改良と高速化および新たな蛍光プローブ、発光プローブの開発を行う。河西春郎教授は記憶獲得の過程で活性化されたシナプスを選択的に標識し、そのラベルしたシナプスを青色光で取り除ける洗練された方法を開発した。この技術を用いて河西教授はシナプスの構造的な可塑性が実際に運動記憶に関与していることを示した。河西教授はこの技術を改良する。Arthur Konnerth教授は2光子顕微鏡を用いた複数ニューロンのカルシウムシグナルの生体内イメージングを実現した先駆者である。彼はこの技術の時間分解能と空間分解能をさらに改善する。竹内昌治教授は新しい微細加工技術の開発で目覚ましく先駆的な貢献をした。IRCINでは、彼は生体内のニューロンから数週間から数カ月 にわたって定常的な記録をとることができる柔軟な電極アレイを開発する。これらの革新的な技術は後藤教授、榎本教授、狩野教授、Wang 教授、大木教授、Hensch 教授、笠井教授、河西教授、Konnerth 教授の研究を促進する。

(2) ヒトの知性の障害の原因となる精神障害の病態生理の理解

神経発達障害病態研究ユニットでは、笠井清登教授と Takao Hensch 教授がヒトの知性の障害の原因となる精神疾患の病態生理を明らかにする。笠井教授が主宰する東京大学医学部臨床精神医学教室は、多施設共同研究による自閉スペクトラム症や統合失調症の脳 MRI データを数千例規模で有しており、これまで自閉スペクトラム症における脳機能ネットワークの障害、統合失調症における大脳基底核体積の異常などを明らかにしてきた。本研究では、MRI に加えて、時間解像度に優れる脳波 (EEG)・脳磁図 (MEG)・近赤外線スペクトロスコピー (NIRS) や生化学的情報の得られる MR スペクトロスコピーなどの最先端マルチモダリティ計測を組み合わせることにより、精神疾患の脳ネットワーク障害を同定する。さらには、同定された脳回路異常を起点として、ヒト以外の霊長類およびげっ歯類の精神疾患モデル脳における相同部位を同定したうえで、回路操作技術を駆使して、精神疾患の脳回路異常と行動異常の因果関係を突き止める。最終的に、この同定された回路異常をもとに人工知能技術を用いて、脳イメージングにもとづく精神疾患の客観的診断法を確立するとともに、この回路の正常化を目指した BMI 治療法 (ニューロフィードバック法) を開発する。

Takao Hensch 教授は自閉スペクトラム症や統合失調症のリスクの前臨床モデル動物を用いて、神経回路レベルでの病因の新たな理解をめざす。前述の臨界期の研究から得られる理解に基づき、神経回路の機能異常を修復するために、正常過程から逸脱した発達の修正や、発達後の脳における可塑性の回復を試みる。多様な遺伝子の異常に対する治療ではなく、臨界期の可塑性の原理に基づく神経回路の異常に対する治療という概念は、革新的であり、臨床試験に応用が容易であり、実際に Hensch 教授はボストン小児病院で試み始めている。

(3) 大脳皮質の発達原理に基づく次世代 AI の開発

数理情報システムユニットでは、以下の3つのプロジェクトを通じて、脳回路の発達原理に基づく次世代 AI の開発に取り組む。

A) 脳の神経回路の動作原理に基づく新しい AI 技術の開発とその数理解析

現在の AI 研究で主に使われている深層学習は、極度に単純化された人工ニューロンから構成された多数の層からなる単純なフィードフォワード神経回路網に基づいている。しかしながら、脳の脳皮質は、様々なタイプの神経細胞がフィードバック結合を含む多数の化学シナプス結合やギャップジャンクションで相互作用する複雑な 6 層構造を有しており、さらにこのような 6 層神経回路が領野間の上向性および下向性の経路で結ばれた大局的階層構造を構築している。

本研究では、このような脳の神経回路の動作原理を基にした新しい AI 技術を開発し、その数理的な性質を明らかにする。第一に、現在の AI 深層学習技術とは違い、ヒトはビッグデータを必要とせず、迅速に学習ができる。上記セクション (1) で述べた通り、我々はこの理由が、脳内の神経回路が、遺伝的プログラム、自発的活動依存的リモデリング、情動システムの助けを借りた経験依存的リモデリングなど、複数の発達段階を経て最適化されているからだと考えている。このような原理を取り入れ

ることで、杉山将教授は、新たな機械学習の枠組みを構築する。第二に、GABA 作動性ニューロンは深層学習の分野ではあまり使われていないが、ヒトの脳では極めて重要な役割を果たしている。Takao Hensch 教授が述べている通り、GABA 作動性ニューロンは臨界期を制御し、周辺抑制のような情報処理で役割を果たしている。杉山教授と合原一幸教授は GABA 作動性ニューロンをネットワーク構造に組み込み、ニューラルネットワークの振る舞いがどのように変わるかを検証する。最後に、学習規則を下位と上位の脳領域の間のフィードフォワード回路とフィードバック回路に組み込むことで、杉山教授は現在の深層学習技術では成し得ない複雑な時系列の認識や因果関係の推論などを可能にする新たな学習アルゴリズムを実装する。

B) 全脳に亘る神経回路データや多くの神経細胞の活動データの計算および数理解析

全脳に亘る神経回路データを取得する新しい実験手法を構築し、各個体が持つ全脳に亘る神経回路の共通性と多様性を導出するニューロインフォマティクスを開発する。また、全脳に亘る神経回路データや同個体の多くの神経細胞から同時観測される活動データなどの膨大なニューロインフォマティクスデータを解析するための計算および数理手法、たとえば多神経細胞のスパイクデータを時空間点過程パターンとして解析する非線形データ解析手法などを開発して、実際のデータを統合的、定量的に分析する。

C) 精神疾患の数理モデリングとそれに基づく病態理解

本研究では、精神疾患を脳の神経回路の発達・動作機構の異常や破綻ととらえる。そして、正常機能を有する神経回路の数理モデルを改変して、合原一幸教授は精神疾患の数理モデルを構築し、病態を理解するとともに治療の可能性を理論的観点から研究する。より具体的には、Takao Hensch 教授の成果に基づき、合原教授は興奮・抑制のバランスのタイミングの過誤がどのようにして自閉スペクトラム症を引き起こすか、一方で、臨界期における可塑性が正常に終了しないとどのように精神疾患を引き起こすかを検証する。神経ネットワークモデルの非線形時空間的ダイナミクスの分析から、発達遷移のタイミングのズレや欠落が異常な神経回路動作を引き起こす可能性を検討する。

2) -3. 研究体制

- ・ 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。
- ・ 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。
- ・ 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、サテライトの拠点構想における役割、サテライトの人員構成・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。
- ・ 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。
- ・ 添付資料 4 主任研究者リストを添付。（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 5 主任研究者については、「主任研究員個人票」を添付。
- ・ 添付資料 6 拠点を構成する人員について Excel の書式を用いて作成すること。
- ・ 添付資料 7 海外、国内他機関から招へいする研究者については、拠点構想への参加の意思を示した書簡を添付（様式自由）。

研究組織

上記の目的を実現するために、15名の世界トップレベルの主任研究者を東京大学と海外研究機関から結集し、発達研究コアユニット、技術開発ユニット、神経発達障害病態研究ユニット、数理情報システムユニットの4研究ユニットを構成する。採択された場合には、これまでの研究上の興味が重なり合っているために既に進んでいる個別の共同研究を自ら加速することで、以下に述べるような相乗効果による新次元の研究を実現する。

- 発達研究コアユニット： 8名の主任研究者が神経回路発達の基本原理をそれぞれのモデル実験系を対象として追究するとともに、ヒトの知性を代表する脳機能である言語の脳内基盤を研究する。即ち、後藤由季子教授は神経幹細胞の運命制御を、狩野方伸教授は生後発達期のシナプス刈り込みを、榎本和生教授は樹状突起の刈り込みとリモデリングを、Rachel Wong 教授は網膜の神経回路形成を、Takao Hensch 教授と大木研一教授は大脳皮質の神経回路発達を、河西春郎教授は複数のモードを連合する強化学習を、酒井邦嘉教授はヒトの言語情報処理の脳内機構を研究する。
- 技術開発ユニット： 岡田康志教授、河西春郎教授、Arthur Konnerth 教授、竹内昌治教授が、発達研究コアユニットと協力して、神経回路発達の研究を推進する世界最先端の神経回路解析計測技術を開発する。岡田教授は超高解像度顕微鏡の改良と高速化及び蛍光・発光プローブの開発と高機能化、河西教授は単一シナプスの操作技術開発とシナプスのゆらぎの測定可能化、Konnerth 教授、竹内教授は生きた動物脳の多数の神経細胞からの同時活動計測技術開発を行う。
- 神経発達障害病態研究ユニット： 笠井清登教授がヒトの自閉スペクトラム症及び統合失調症患者を対象にして、MRI による構造画像解析と機能画像解析を駆使して病態解明を目指す。Takao Hensch 教授は、自閉スペクトラム症及び統合失調症の発達のモデル動物と成熟脳における臨界期のタイミング操作を用いて、神経回路を基盤とした認知障害の治療の可能性を追求する。
- 数理情報システムユニット： 上田泰己教授が数理分析により複雑な生命現象に潜む法則や原理を追究するとともに、独自に開発した脳の透明化により脳の領域または脳全体の神経回路を包括的に描出・解析する。合原一幸教授、杉山将教授は、脳の神経回路発達の法則などに基づく新しいAIの開発を目指す。さらに、合原教授は、精神疾患を神経回路発達の法則などに基づいて数理モデル化し、病態理解を目指す。

以上、本研究拠点の研究室間で連携とそれによる相乗効果により、ヒトの知性の特徴である柔軟な発想を可能にする神経回路発達及び学習則を追求し、その乱れによる精神疾患の病態の理解を推進し、さらには脳に実装された神経回路の原理に基づく新時代のAI開発に道筋を示すことを目指す。

研究部門を超えた共同研究を促進するために、先端機器室やコアラボラトリーを設置し、熟練したオペレーターや分析スタッフの元で低廉な価格で大規模先端機器を使用可能にする。また、これらの部屋に隣接するコラボレーションスペースを確保していく。これらの研究ユニットと海外サテライトとの緊密な連携を実現するため、既存の WPI、Kavli IPMU でのノウハウに基づいて事務局を設置し本研究拠点の運営をサポートする。

一部の主任研究者は本郷キャンパス以外に研究室を持つ。これらの主任研究者は IRCN 内にそれぞれの研究室を確保し、ここに常駐の教員および研究員を配置することで、主任研究者が東京大学に不在の期間もそれぞれの研究がスムーズに進むようにする。本郷キャンパス以外に研究室を持つ主任研究者は、IRCN へ定期的に滞在するとともにデータ共有サービス、ウェブ会議等を活用して日常的にコミュニケーションをとることでスタッフを指導する。加えて各主任研究者は、IRCN の成功に寄与することになる、IRCN の他の研究室との積極的な共同研究を推進する。本研究拠点での活動が本格化するにつれ、各主任研究者の研究活動が本研究拠点全体の研究活動に及ぼす影響が増大し、結果としてエフォート率は自然に上昇すると期待される。



組織構築を達成するための具体的計画

平成 29 年度から平成 31 年度まではスタートアップ期間と位置づけ、運営組織整備と研究室の整備・研究員の雇用などの研究ユニットの構築を行う。10 月の採択決定後、直ちに国際高等研究所の元に本研究拠点を設置する学内手続きに入る。既存の WPI 組織、Kavli IPMU を参考に事務局を設置し、拠点長の意思決定を迅速に反映する運営体制を早期に構築する。学内での本研究拠点設置予定スペース確保の交渉および使用手続きを進め、ラボラトリースペースの整備を行う。各研究ユニットの核となる若手研究者およびポスドクの採用を開始し、平成 31 年度中におおよそその研究スタッフの陣容を整える。共同利用施設として、ライフサイエンス研究機器支援室、最先端のイメージング機器を備えたイメージングセンターを設置し、最先端機器の整備を進める。また平成 29 年度中にサテライト設置予定の国

外機関と交渉を開始し、平成 30 年度中に合意を得てサテライトを設置する。

平成 32 年度以降を安定的な運営を図る期間と位置づける。研究員の新規採用を継続する。国際会議を主催し、拠点の visibility を高める。サテライトとの共同研究及び人的交流を進める。ライフサイエンス研究機器支援室やイメージングセンターにおける最先端機器の整備を進める。研究者同士が顔を合わせ、発見やアイデアを共有する機会が自然に持てる環境を整備するために、全構成員が一堂に会する研究棟の建設に向け、立地や移転計画を検討する。

サテライトの役割

東京大学内の以上の 4 つの研究ユニットに加え、ハーバード大学およびマックスプランクフロリダ・神経科学研究所にサテライトを置く。ハーバード大学のサテライトはボストン小児病院を含み、主に神経発達障害病態研究ユニットと共同で精神疾患の病理解明を目指す。Takao Hensch 教授に加えて、マウスの神経発達行動コアファシリティを率いる Michela Fagiolini 准教授はレット症候群のモデル動物の前臨床解析を、Charles Nelson 教授はヒトの自閉スペクトラム症患者の行動解析・電気生理学的解析・機能画像解析を行う。二つ目のサテライトを置くマックスプランク・フロリダ・神経科学研究所では、主に発達研究コアユニットと共同で神経回路発達の基本原理の解明を目指す。安田涼平主任研究員とはシナプス可塑性の分子機構について、David Fitzpatrick 所長とは大脳皮質の神経回路発達に関して、共同研究を展開する。共同研究に加え、研究者の交流を促進するため合同リトリートを持ち回りで毎年開催する。

他機関との連携

数理情報システムユニットの杉山将教授は東京大学新領域創成科学研究科教授であるとともに、理研革新知能統合研究センター（AIP）のセンター長であり、東京大学 AI センターとともに理研 AIP センターとも連携していく。また、将来的な理研脳科学総合研究センター及び理研生命システム研究センターとの戦略的な連携を求めていく。さらに、東京大学が東京大学柏キャンパスに整備しつつある、産業技術総合研究所、物質・材料研究機構といった特定研究開発法人、国立がんセンター、東京大学発ベンチャーなど企業との間で革新材料、AI、分析計測技術等の研究開発を連携して行う場である「つくば・柏・本郷イノベーションコリドー構想」とも連携していく。

a) 主任研究者（教授、准教授相当）

・添付資料6の表 a)を貼り込むこと。

(人)

	事業開始時点	平成29年度末時点	最終目標 (平成34年3月)
ホスト機関内からの研究者数	12	12	11
海外から招へいする研究者数	3	3	4
国内他機関から招へいする研究者数	0	0	2
主任研究者数合計	15	15	17

b) 全体構成

・添付資料6の表 b)を貼り込むこと。

		事業開始時点		平成29年度末時点		最終目標 (平成34年3月)	
		人数	%	人数	%	人数	%
研究者		20		35		70	
	外国人	3	15	8	22.9	19	27.1
	女性	2	10	6	17.1	17	24.3
	主任研究者	15		15		17	
	外国人	3	20.0	3	20.0	4	23.5
	女性	1	6.7	1	6.7	2	11.8
	その他研究者	5		20		53	
	外国人	0	0	5	25	15	28.3
	女性	1	20	5	25	15	28.3
研究支援員数		5		10		20	
事務スタッフ		3		5		10	
構成員の合計		28		50		100	

2) -4. 研究資金等の確保

過去の実績

年度	2012	2013	2014	2015	2016	総額
獲得金額 (円)	1,910,515,785	2,530,767,010	1,944,229,204	2,069,391,913	3,348,099,264	11,803,003,176

- ・ 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（平成24年度～28年度）。

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。
- ・ その際、競争的資金等の研究費については、「本件拠点における研究活動の割合」（主任研究者個人票におけるエフォート（%））を勘案して算入。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（平成29年度～平成33年度）。

本研究拠点に参加する主任研究者は、いずれも、現時点で科学研究費、AMED、JSTなどから大型の競争的資金を得ている。代表的なものとして、特別推進研究（狩野）、新学術領域研究領域代表（榎本、笠井）、基盤研究（S）（後藤、河西、上田、大木、合原、竹内）、革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト（大木、上田、笠井）、戦略的創造研究推進事業CREST（河西）が挙げられ、これらが当面の研究室の運転資金の一部となる。IRCINでの研究活動の割合を考慮した競争的資金の総額は年間14-25億円（平均18億円、中央値16億円）となる。

本研究拠点が発足した場合、本研究拠点の主任研究者が中心になり、研究グループを組織して、新学術領域研究、戦略的創造研究推進事業 CREST、Human Frontier Science Program、などに積極的に応募する。上記の通り、WPI 補助金を上回る年間 14 億円程度の資金獲得が見込まれる。また、研究室スペース、実験動物施設、共同機器室などについては、医学系研究科をはじめ、関連部局が全面的な支援を行うとともに、本研究拠点メンバー全員が同じ研究棟で研究し、センター内の連携を加速できる環境の整備を目指す。

3) 融合研究

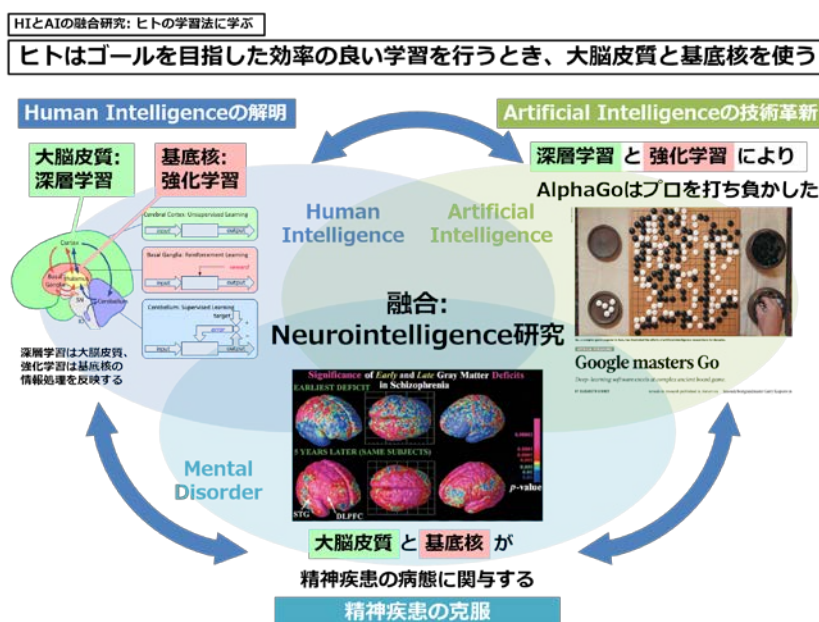
- ・ 研究対象における異分野融合の必要性和重要性について、さらにこの異分野の融合等によりどのような領域の開拓が期待されるのかについても記載。また融合研究を推進する戦略についても具体的に記載。

融合研究の必要性和意義

高度に複雑な脳の機能及びその機能異常による疾患の病態を神経回路発達の観点から明らかにするためには、生命科学、医学、言語学、数理科学、情報科学の融合が必要である。本研究拠点で標榜する新たな学問分野であるニューロインテリジェンスは、神経回路発達の基礎研究、神経回路解析計測技術の開発、精神疾患の病態研究、AI 研究の四者を有機的に結びつける。その融合による相乗効果によって、HI を実現する柔軟な神経回路の発達原理を明らかにし、その原理に基づく AI の開発を促進し、さらには神経回路の発達原理を明らかにすることにより、その障害による精神疾患の克服に貢献する。

我々の知る限り、このような世界トップレベルの神経科学者、医師、AI 研究者が相互の共同研究を推進するようにデザインされ、人の知性のより深い理解と新たな AI の原理の創造を長期目標に掲げた研究拠点はほとんどない。それゆえ、IRCIN は独創性の高い科学的ミッションと社会的な大きなインパクトを持つ極めて競争力のある研究センターとなる。

ヒトの知性の基盤となる学習過程は融合研究の好例である。これまでの研究により、ヒトは、大脳皮質で深層学習の原理、基底核で強化学習の原理を用いてゴールを目指した効率の良い学習を行うことがわかってきた。トッププロ棋士に勝利した AlphaGo は、まさにこの深層学習と強化学習を用いている。精神疾患の病態の中心も大脳皮質と基底核に存在する。大脳皮質—深層学習、基底核—強化学習以外の未知の脳情報処理機構を本研究拠点で発見し、次世代 AI 研究へとつなぐ事の意義は極めて大である。

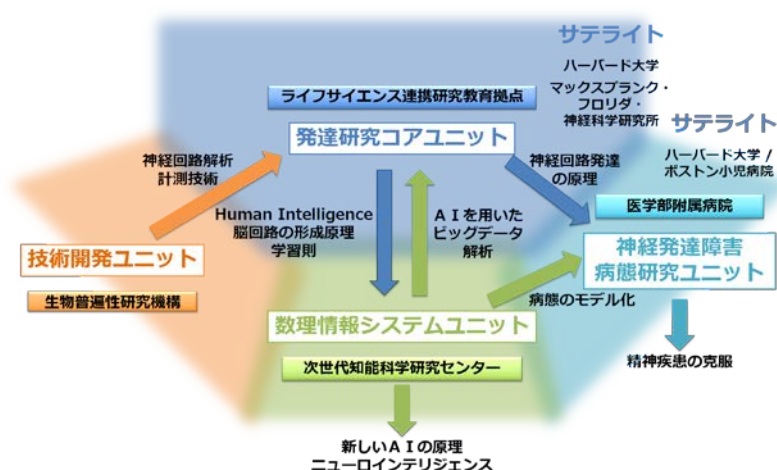


分野融合研究を進めるにあたっての戦略

本研究拠点では、世界トップレベルの主任研究者が発達研究コアユニット、技術開発ユニット、神経発達障害病態研究ユニット、数理情報システムユニットの4研究ユニットを構成し、以下のように相互に密接に連携・融合する。

- ① 技術開発ユニットは、蛍光・発光プローブの開発、単一シナプスの操作技術開発、多数の神経細胞からの同時活動計測など、世界最先端の神経回路解析計測技術を開発し、発達研究コアユニットの神経回路研究を推進する。
- ② 発達研究コアユニットは、技術開発ユニットと協力して、神経回路の発達や学習則の研究を進めることで、数理情報システムユニットと協力して新しいAIの発展につながる原理を探究する。さらに、神経回路発達の研究を通して、神経発達障害病態研究ユニットと協力して精神疾患の病態解明を進める。
- ③ 数理情報システムユニットは、発達研究コアユニットと協力して脳の神経回路発達の法則などに基づく新しいAIの開発を目指す。また、発達研究コアユニットによって得られた膨大なデータを、数理科学やAIの技術を用いて統合的に分析する。さらに、神経発達障害病態研究ユニットと協力して精神疾患を神経回路発達の法則などに基づいてモデル化し、病態理解を目指す。
- ④ 神経発達障害病態研究ユニットは、発達研究コアユニットと協力して、発達障害や自閉スペクトラム症のモデル動物の神経回路解析によって、これらの病態解明を行う。さらに、数理情報システムユニットと協力して、精神疾患を神経回路発達の法則などに基づいてモデル化し、病態理解を目指す。また、精神疾患患者の画像データや生理機能データの定量的分析から、客観的診断指標の確立を目指す。

研究者の異分野間融合を加速するため、頻繁に joint meeting を行い、研究内容、技術、リソースについて情報交換する。さらに毎年のリトリートや国際シンポジウムを通じ、相互理解を深める。



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、海外サテライトの設置、研究者交流等、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。
- ・ 研究者（ポストク等）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。

国際的な研究センターの設立の成功は多くの要因に左右されるが、以下の3つの点が極めて重要である。第一に、強力なリーダーシップ。ニューロインテリジェンス国際研究機構長候補者であるTakao Hensch教授は、世界的に認められている神経科学者である。彼は、本研究拠点の目標とその神経科学および関連分野への影響についての明確な見解と展望を持っている。彼のリーダーシップは、国内外の大学や機関の有能な若手研究者を引き付けるだろう。第二に、優れたメンバー。我々は、東京大学と外部機関の両方から、幅広い科学分野の中から最高の研究者を選出し、ニューロインテリジェンス国際研究機構を設立する。国際的なトップレベルの研究者グループは、本研究拠点の国際的な可視性をさらに高める。第三に、豊かな学術的環境。ICRNは東京大学の豊富な教育資源と運営リソースをフル活用できる。ICRNとサテライトとの研究者の流動は国際共同研究を加速する。Hensch教授は米国と日本との学生交流に長年の経験がある。

拠点構築の計画

複数の国々での活発な研究交流の国際的なハブとしてのICRNの認知には、以下の戦略に基づく、研究者、学生、運営スタッフによる複数階層での活動により実現する。

- コアメンバー（4 ユニットの 15 主任研究者）からなる科学委員会（SB）と、SB のメンバーから選出された科学諮問委員会（SAC）は、国際的な活動が活発で、可能性ある若手研究者を本研究拠点に呼び寄せることを最優先課題とする。
- 本研究拠点の常勤研究者は、毎年海外で共同研究を行うことが奨励される。この規則は Kavli IPMU で運用されており、外国の研究者や研究機関とのネットワーク構築に効果的であることが証明されたほか、若手研究者にキャリアアップの機会を提供している。
- SB と SAC は、共同シンポジウムの開催や長期にわたる研究者の相互交流など、本研究拠点のコアとハーバード大学とマックスプランク・フロリダ神経科学研究所に設置するサテライトユニット間

の活発な交流を促進する科学プログラムを提供する。

- 外国人メンバーと日本人との交流を促進するため、グループ内会議、2 グループ以上の研究グループの合同会議、拠点内リトリートなどの研究会議や会議を原則英語で行う。
- IRCIN は、東京大学とハーバード大学で運営されている複数の大学院生プログラムと連携する。IRCIN は、若い科学者の国際的リーダーシップを育てるプラットフォームとして機能する。
- 本研究拠点は、毎年東京大学で大規模な国際シンポジウムを開催する。また、国内外に招かれた研究者の集まりやセミナーを頻繁に開催し、多数の参加者を引き付ける。

海外の研究者を採用するための戦略

拠点長は、SAC と SB の支援を受けて、高い意欲と能力を備えた若手研究者のリクルートに最大限に努める。募集後、拠点長は、採用された科学者が本研究拠点での任期中に優れた業績を達成し、他の主要な研究機関の教員やポスドクの強力な候補者になることを支援する。

- 能力と実績に基づく年俸制により、外国の研究者に魅力的な雇用条件が提供される。
- 募集の広告は、一流科学誌を含むメディアへ幅広く展開する。申し込みはオンラインで受け付ける。我々は雇用を海外での標準的なサイクルに適合させる。
- 特定の研究テーマに特化した知識と技術を持つ科学者を招聘し、共同研究やセミナーを行うために数ヶ月間滞在してもらう。このスキームは、今後の本研究拠点への人材の流入の機会を提供する。
- 助教ポジションは、テニユアトラックとなる予定である。研究活動を最大限にするために、若手教員の義務的職務を最小限に抑える。助教は最初の 5 年間雇用され、研究成果を審査基準として 5 年目に審査され、(1) 任期が 5 年の終わりに終了するか、(2) 3 年延長されるか、(3) 准教授に任命されるか、のいずれかが決定する。

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を具体的に記載。
- ・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。
- ・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。

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

我々は、外国人科学者が日本の助成制度に適応し、日常生活に伴う潜在的なハードルが軽減するように支援する。

- 着任した外国人研究者がいち早く研究を開始できるように、スタートアップ研究資金を提供する。
- 国外の研究者が日本政府からの助成金を申請することを促すため、研究助成金の申請書作成、獲得した助成金の管理に関する情報を提供する。
- 多言語対応の事務局を設置し、Kavli IPMU で成功している外国人研究者向けの各種手続きのサポート体制を充実する。具体的には、日本での生活に関して役に立つ広範な情報を提供するウェブサイ

トの設置、区役所、銀行、不動産業者等へのスタッフの同伴、各種オリエンテーション、日本語教室、オンライン安全教育、それに急病と妊婦に対する 24 時間サービスの提供などである。

- 本研究拠点のために国外から招聘する研究者に優先入居枠を設けることを検討中である。

国際学会の開催

東京大学で年に 1 回の頻度で本研究拠点主催の大規模な国際シンポジウムを開く。拠点長の Takao Hensch 教授は神経科学のコミュニティで国内外によく知られており、彼の名声と彼への敬愛の念は海外のトップレベルの科学者を我々の国際学会への参加へと導くだろう。とりわけ初年度のキックオフシンポジウムは IRCN の活動を決める極めて重要なものとなる。サテライトにおいても持ち回りで国際シンポジウムを開催する。これらの会合は拠点本体とサテライト、他の研究機関との研究者交流を促進するだろう。

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

本研究拠点の事務スタッフは、研究者が研究助成金申請書を作成するのを助ける。東京大学の既存のリサーチ・アドミニストレーター (URA) システムは、拠点運営に必要な人的資源を支援する。IRCN では、助成金獲得に向けた提案書作成の研修会と支援を行う。これは、研究者が重大な障壁なしに研究資金を確保することを促す。事務スタッフは、受領した助成金管理や報告書の作成の支援や、保険や住居、保育園や配偶者への支援も行う。

5) 拠点運営

5) -1. 運営

- ・ 拠点長の役割について記載。
- ・ 事務部門長の役割について記載。
- ・ 事務部門の構成の考え方等について具体的に記載。
- ・ 拠点内の意思決定システムについて具体的に記載。
- ・ 拠点長とホスト機関側の権限の分担について具体的に記載。
- ・ 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。

本研究拠点は、東京大学国際高等研究所の 3 番目の組織と位置づけられる。東京大学国際高等研究所は、大学内で高度な自主性を持つ特区として運営体制を構築し、日本の高等教育システムの改革のテストケースとなる。IRCN は既存 2 組織 (Kavli IPMU、サステイナビリティ学連携研究機構) と同じ枠組みのもとで、研究者採用に関する独立した人事権を持ち、概算要求が可能となる。

拠点長の役割

拠点長には、本研究拠点の組織と管理に関するすべての権限が与えられる。拠点長は、本研究拠点の活動に関するすべての決定について最終的な責任を負う。拠点長の主な役割は次のとおり。

本研究拠点のミッションと目標の設定：拠点長は、本研究拠点の長期的および短期的な使命と目標を設定し、その実現に効果的につながる計画とスケジュールを提案する。

本研究拠点の研究者の効果的な組織：本研究拠点の研究者の相互作用と効果的な連携を最大限にするアイデア、デザイン、計画を提供する。

管理上の意思決定：拠点長の運営管理の負担を軽減するため、神経科学と研究管理の両方について幅広い知識を有する強力な事務部門長を配置する。

研究者の募集：有能な若手研究者の募集、科学研究のコミュニティや社会への研究成果の普及に積極的に取り組む。

拠点長の候補として指名したTakao Hensch教授は、ハーバード大学を卒業後、東京大学の研究者としてキャリアをスタートした。彼は日本での研究室とCREST運営の経験があり、日本の理研のような研究所の管理運営に精通している。彼の優れた業績、幅広い視点、優れたコミュニケーションスキルは、世界のトップクラスの研究者を引き付け、効果的な研究チームを組織できる。したがって、彼は拠点長の最善の候補者である。Hensch教授は東京大学に定期的に滞在し、IRCN全体の運営を総括し、ハーバード大学医学部（ボストン小児病院）サテライトを主導する。大学本部は、Hensch教授がIRCN拠点長としての職務を十分かつ確実に果たせるよう、緊密に連携・協力する。特に、教授が、本研究拠点における必要かつ十分な滞在時間（少なくとも教授の総労働時間の50%）を可及的速やかに確保できるよう、大学本部は責任を持って対処する。大学本部は、東京大学とハーバード大学医学部ボストン小児病院との相互協定締結に向けた交渉を直ちに開始する。

事務部門長の役割

事務部門長は拠点長と協力し、本研究拠点の活動に必要な管理業務を実行する。事務部門長は、拠点長によって立てられた計画を実行し、他の職員に対し、定常的な業務の執行及び特別なイベントの開催を命じる。事務部門長は、東京大学内外で本研究拠点および他の組織の活動を調整する。特に、大学院生のための教育プログラムと本研究拠点を結びつける努力をする。事務部門長と2名の副拠点長は、拠点長がサテライトの訪問や国際アウトリーチ活動などの外部任務に就いている間、他の主任研究者および職員と効果的にコミュニケーションするのを手助けする。

我々は、本研究拠点の事務部門長に鹿川哲史氏を指名する。鹿川氏は、神経科学のトップレベルの研究に携わり、本研究拠点の使命を完全に理解している。鹿川氏は米国での研究について深い知識を持っている。彼の人的ネットワークは、有能な外国人博士研究員を調査し、募集するのに効果的である。また、米国での彼の経験は、外国の研究者や大学スタッフとの意思疎通にも役立つだろう。鹿川氏は現在、医学研究のための資金提供機関であるAMEDの管理業務に従事し、大規模な研究資金の管理を担当している。したがって、彼は日本における研究資金調達体系に精通しており、彼の支援は日本国内の研究資金の獲得を目指す外国人研究者にとって有益である。

事務部門の構成の考え方

本研究拠点に、Kavli IPMUのノウハウを踏まえた事務局を設置する。この事務局には、総長裁量に

よる再配分ポスト、年俸制無期雇用職員制度等によりスタッフを戦略的に採用・配置する。事務部の4つのセクションは表に示した。ニヶ国語対応可能な職員や組織分析の専門家など、特別な能力を持つ職員を適切なセクションに配置する。

意思決定システム

拠点長と事務部門長に本研究拠点運営の権限を集約させ、機動的な意思決定を可能とし、さらに強力な事務局を設置することで、拠点長の意思の迅速な実行を可能にする。拠点長は表に示すような組織からアドバイスを受ける。事務部門長と2名の副拠点長からなる執行部（EB）は、拠点長の円滑な運営と迅速な意思決定を強力に支援する。運営委員会（SC）は教員の人事委員会の役目を果たす。科学委員会（SB）は拠点長の決定の承認、実行に責任を持つ。科学諮問委員会（SAC）は拠点長に教員の採用と研究戦略策定について助言を行う。外部諮問委員会（EAC）は、本研究拠点の活動について総長にアドバイスを提供する。研究戦略室（ORS）は研究活動とその将来の方向性を分析し、拠点長に直接報告する。

意思決定システム		事務組織	
組織	構成	部署	主な職務
拠点長	Takao Hensch	総務担当	人事、広報
副拠点長	狩野方伸、榎本和生		
執行部（EB）	副拠点長2名、事務部門長	経理担当	経理、調達、外部資金管理
運営委員会（SC）	執行部と主任研究者数名		
科学委員会（SB）	主任研究者	国際担当	国際学会・ワークショップ開催、海外からのスタッフ及び招へい者への支援
科学諮問委員会（SAC）	副拠点長2名と主任研究者数名		
外部諮問委員会（EAC）	国際的に著名な科学者7名	評価分析担当	業務上の意思決定に必要なデータの提供、調査指標の収集、各種報告書の作成
研究戦略室（ORS）	副拠点長2名とURA		

主任研究者は、実施している研究に大きな裁量を持っている。彼らの研究は競争的助成金によって資金提供されているが、彼らは研究を実施するためにポストと研究者を雇うことを拠点長に提案することができる。主任研究者が提案した研究者に対して、拠点長が設定した科学的なビジョンと優先順位に基づき拠点長が任命承認を行う。

拠点長とホスト機関との間の権限の配分

ホスト機関の長である東京大学総長が拠点長を任命し、主任研究者を承認する。それ以外の人事および拠点の運営（研究者の募集、組織運営、財務計画など）は、拠点長によって行われる。

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

東京大学国際高等研究所（UTIAS）にIRCINを置くことによって、その管理は大学の既存の枠組みの制限を削減されている。本研究拠点には「特区」の地位が与えられている。このスキームでは、トップダウン管理、柔軟な採用システム、メリットベースの給与システムを実装することが可能である。UTIASの最初の研究所であるKavli IPMUは、研究者の正確かつ透明な評価システムとその評価に基づく年俸システムを導入することにより、才能のある若手研究者の募集に成功している。Kavli IPMUがこれらの新しいアプローチを成功させたことを受けて、東京大学では、Meritベースの給与尺度、クロスアポイントメント、非伝統的な外部資金によるテニュアポスト、年俸システム（ボーナスや退職給付はないが給与水準が高く流動性が高い）、柔軟なポジション管理など、大学全体のシステム改革を強化してきている。

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。
- ・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。
- ・研究者の大学院教育への参画について、どのような措置をとるのか具体的に記載。

機器及び設備

IRCIN では既存の研究場所、機器その他関連リソースを効果的に再配置する。このプロセスは、本郷キャンパス内の研究棟（医学部 1 号館）に活動場所を確保することから開始する。IRCIN では共用実験スペース、先端機器室及びコアラボを設置し、最新鋭の大規模先端機器を、熟練したオペレーター・解析スタッフの下でサービスに応じた適切な使用料で常時使用可能な状態にし、研究ユニットを越えた共同研究を促進する。

将来的には全構成員が同じ研究棟に集まる環境を整備することを計画する。本研究拠点構成員にとってアクセスに便利で、大学のキャンパス計画に合わせた場所とする。

研究者が快適に研究できる環境の整備

（1）研究者へのサポート

- 会議や書類作成を含む事務業務の削減：この目的のために、本研究拠点の意思決定システムは単純で効果的であるように設計されている。重要な決定はすべて、科学委員会（SB）の承認を得て拠点長が決定する。事務部門長と執行部（EB）は、その執行について責任を負う。
- 評価・調査対応への支援：本研究拠点や所属研究者の状況を把握するための各種指標を常に収集・分析し、提供するためのスタッフを配置する。
- 会議、ワークショップ、カンファレンスなどの特定のイベントのサポート：招待状、物流、旅行や

宿泊施設の手配、広告など、本研究拠点および関連研究者が主催する会議およびミーティングをサポートするスタッフを配置する。

(2) 海外からの研究者へのサポート

本研究拠点は、国外からの研究者を支援し、研究の円滑なスタートを確実なものとする。主なサービスは、在留資格証明書と教員ビザの取得支援、日本での生活に関するオリエンテーション、住民登録・住宅・口座開設・保育・医療・配偶者等へのサポートなどである。上記の項目に加えて、大学は本研究拠点研究者に住居を提供するために特別な努力をする。

本研究拠点の研究者の大学院教育への参加

大学院生の教育は、この研究拠点の不可欠な側面である。したがって、Takao Hensch拠点長をはじめとする全教員は、大学の既存の大学院に所属し、正式に学生を指導する。また東京大学は、十分な資質を持った専門家を育成するために、大学院コースの斬新な枠組みである東京大学国際卓越大学院（WINGS）の設立、などを通じて大学院レベルの教育を強化している。この枠組みの中で、IRCNが国内外に有する優れた国際研究環境下で大学院生の教育を実施する。ハーバード大学のライシャワー日本研究所を介したIRCNとサテライト間の双方向の学生交流も奨励される。

5) - 3. 既存組織の再編と一体的な拠点構築

- ・ 拠点構想において、拠点形成のうち既存組織の再編と一体的に行われる部分について、具体的に記載。
- ・ 補助金支援期間終了後の当該拠点の自立と中長期的な既存組織の再編の進展を実現する方策について記載。

ホスト機関の改革と連動した拠点構築

ニューロインテリジェンス国際研究機構と既存の世界トップレベル研究所（Kavli IPMU）は、東京大学の改革を先導するコアとして引き続き機能する。

ニューロインテリジェンス国際研究機構の設立は以下に述べるホスト機関の再編と連動する。

- 若手教員ポストの安定化のために、平成 28 年度からスタートした東京大学独自の卓越研究員制度を含む新しい教員雇用制度が現在進行中である。加えて、女性研究者支援制度も、IRCN へのリクルートに役立つ。
- 東京大学が現在建設している住居へ IRCN の研究者を優先的に受け入れることも、優秀な研究者を募集するのに有効である。
- URA の認定制度と雇用制度の確立は、IRCN の運営に有効である。
- 職員人事制度の再構築は、IRCN で事務スタッフからサービス指向の学術スタッフへの意識の転換を促進する。
- 東京大学国際卓越大学院の設立を含む大学のイニシアチブは、研究所の優れた国際研究環境下で大学院生の教育を可能にする。

なお、「東京大学ビジョン2020」に従い、土地資産の活用の拡大、産学協創の推進等による財源の

多様性拡充と効率的運営によって東京大学の自立性を高めようとしている。これにより確保された財源は、卓越した研究の推進とIRCINにおける戦略的な投資に活用する。

持続可能な運営

研究戦略室（Office of Research Strategies、ORS）は、国内外の政府や民間の資金提供機関や財団から情報に収集し本研究拠点の活動を強力に支援する。また、IRCINで実施する臨床神経科学は、製薬企業との共同研究も促進する。

ホスト機関の継続的な支援もIRCINの維持発展にとって重要である。東京大学では、五神総長が平成27年10月に公表した、卓越性と多様性の相互連環を基本理念とする「東京大学ビジョン2020」において、具体的なアクションプランとして「国際的に卓越した研究拠点の拡充・創設」を掲げている。また、第3期中期目標・中期計画において、「学術的・社会的課題に対して先駆的・機動的・実践的に応える研究拠点を形成し、融合領域の研究や課題解決に向けた研究を推進する」とし、「特に、その卓越性が客観的に認知された国際高等研究所などの研究拠点については、重点的な組織整備を行う」としている。したがって東京大学総長はIRCINを最重要な全学組織の一つと位置づけ、全学を挙げて支援する。国際高等研究所の機構上、IRCINは学内特区としての地位が与えられる。IRCINは、他の国際高等研究所の2機構と同様に、研究者採用に関する独立した人事権、概算要求が可能である。IRCINは大学内で自立したユニットとして機能し、大学改革を先導する役割も負う。本研究拠点の運営コスト、人材、研究スペースへの大学の特別な配慮に加え、上記の人事、雇用、教育などの改革は、本研究拠点の持続可能性を保証するものである。

生物進化の中で、ヒトは特別な位置を占めている。ヒトは他の生物とは比較にならない複雑かつ柔軟な社会を形成し、自分自身の運命をも変える道具を作り出した。文化、文明、科学、技術の原動力である「ヒトの知性」の本質はどこにあるのか。生物学的な観点からは、肉体的には貧弱なヒトが脳という器官を発達させ、生物集団としての協調性、長期的な計画性、言語と文字の発明による知識の蓄積を達成したことが「ヒトの知性」の本質に対応する。

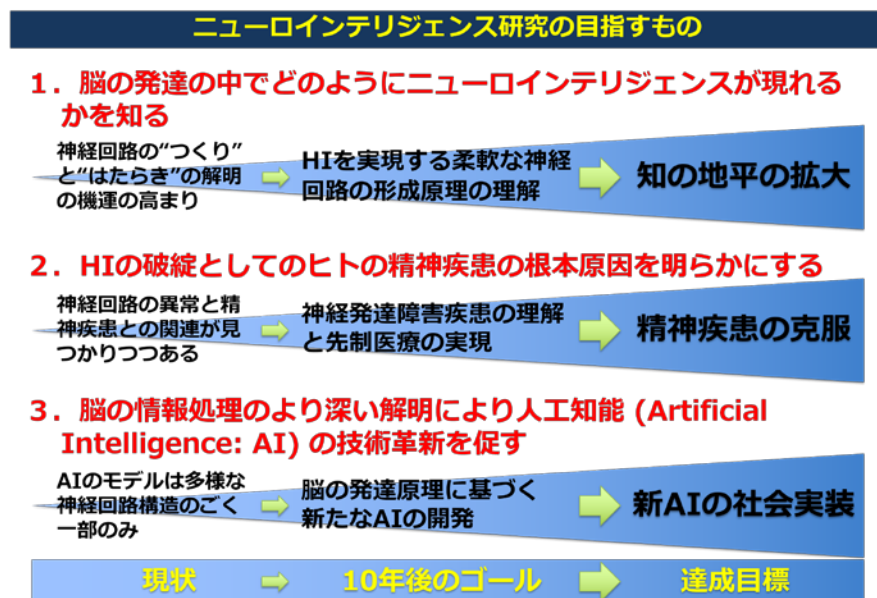
一方で「ヒトの知性」が生み出した現代の社会は大きな成功と共にヒト特有の問題も作り出している。その典型的な例が近年大きな社会問題となっている自閉スペクトラム症、統合失調症などの精神疾患である。これらの疾患の本質は「ヒトの知性」が生み出した社会環境への不適応であり、その克服には新しいアプローチが求められている。

さらにヒトの脳が創り出した人工知能はヒトの機能を特定の局面では凌駕する性能を発揮しつつあり、深層学習などの社会的インパクトは著しい。したがって「ヒトの知性」がどのように発達してくるのかを理解すること、さらに「ヒトの知性」と人工知能を共通の基盤の上で理解することが喫緊の課題となっている。両者ともヒトの文化・文明の本質の解明につながる。**ヒトの知性の基盤となる脳の原理の解明は現代科学の最大のフロンティアである。**

私たちは、この目的のために、「**ニューロインテリジェンス**」という新たな革新的かつ学際的学問分野を作り出すための**新しい世界トップレベル研究拠点を形成する**。ニューロインテリジェンスとは、神経科学における新たな概念であり、世界トップレベルの研究者の相乗的かつ学際的な共同研究によってのみ可能となる。行動の基盤となる脳の神経回路の理解と、その複雑なダイナミクスをコンピュータ上でシミュレートする能力が、これほど完全に揃って来たことは、人間の歴史の中でかつてない。この世界トップレベル研究拠点に集まるメンバーは、すでに個々の研究領域で世界をリードしている研究者であり、今まさにヒトの知性がかつてないほど深く理解するために集結した。

1. 発達中の脳内にどのようにニューロインテリジェンスが現れるかを知る
2. HIの破綻としてのヒトの精神疾患の根本原因を明らかにする
3. 脳の情報処理機構のより深い解明により人工知能 (Artificial Intelligence: AI)の技術革新を促す

私は、脳内の神経回路が形成される上で、遺伝子と環境がどのように相互作用するかを研究してきた。その成果は臨界期—生後の脳の可塑性が高まる時期—の解明のバイオニクス的研究として国際的に認知されている。私は、発達期の大脳視覚野の臨界期の基本メカニズムと、これが操作可能であることを明らかにした。薬の投与や精神の病により臨界期は前後に移動し、大人で再開させることもできる。さらに大脳皮質の他の領域である聴覚野、島皮質、前頭前野、帯状回などにおいても、それぞれの機能に特有の臨界期があり、それらが視覚野の



¹拠点長候補のTakao Henschは、ハーバード大学卒業後、研究者としての初期のキャリアを東京大学で積んだ。UCSFでPhDを取得後、30代前半の若さで理化学研究所脳科学総合研究センターにおいてグループディレクターを務めた。現在はハーバード大学において、NIMH Conte Centerのディレクターを務めるなど、当大学の神経科学の中心的存在となっており、基礎的な脳科学研究のみならず、ヒトの疾患研究との連携も緊密に行っている。その経歴と経験から、Henschは国内外の研究拠点と研究分野の状況を十分に把握しており、本提案のニューロインテリジェンス国際研究機構長として最適任である。

臨界期と同じ原理に基づくことを明らかにしている。ハーバード大学での研究環境はこのような基礎研究を進める上では理想的だが、ニューロインテリジェンスを解明するには、より戦略的な研究プログラムを形成し、新しい数理科学的アプローチと新しい技術的アプローチを統合する必要がある。そのため、東京大学のリソースを集約し、それと相補的なリソースを持つ海外研究機関と連携した組織を形成することにより、ニューロインテリジェンス国際研究機構を設立する絶好のタイミングである。本研究拠点の主な特徴は以下の3点である。

1. 世界から「目に見える」研究拠点である

私は現在ハーバード大学の教授を務めているが、本研究拠点到研究の主軸を移すことにより、世界的インパクトをもって、急速かつ相乗的に拠点形成を加速することを目指す。私は理研からアメリカに帰って以来、ハーバード大学と日本の研究機関の学生交換プログラムを推進している。また東京大学とマックスプランク研究所は脳科学分野において連携協定を結び、実質的な連携も着実に進展している。以上のように、このネットワークは世界中の科学者にとって、比類ないトレーニングの機会を与える。

2. 情報科学・臨床研究を統合した「融合分野形成」を目指す拠点である

本研究拠点が標榜する「ニューロインテリジェンス」はまさに脳科学とAI研究をかつてなく深く結びつけ、両者を融合するための基盤を創成するための概念である。この目的のため、脳科学とAI研究の融合を目指すための数理情報システムユニットを上田泰己、合原一幸、杉山将の3名の研究者を核として形成する。この3名はそれぞれシステムバイオロジー、数理神経科学、AI研究の分野で世界トップレベルの研究者として広く認知されている。さらに、本研究拠点は東京とボストンに大規模な病院を持ち、臨床施設を持たない他の脳科学研究所では不可能なトランスレーショナル研究を活発に推進する。

3. 明確かつ大きな社会貢献が期待できる研究達成目標を持つ拠点である

「ニューロインテリジェンス」という新しい概念をキーワードとして、科学技術上の世界的な課題である「ヒトの知性」の神経基盤を解明し、それが発達の中でどのように現れてくるのかを解明し、精神疾患を克服する事が本研究拠点の達成目標である。最終的に、新しいAI技術を開発し、それを社会に応用し、大きな社会的インパクトを与えることを目指す。

この目的を実現するために、15名の世界トップレベルのPIを東京大学と海外研究機関から結集し、以下の**4つの研究コアユニット**を形成しながら、コアユニットの間の密接な連携を推進し、研究室間の活発な共同研究による相乗効果によってブレークスルーをもたらす。神経回路の構造と機能の発達を究めることで、ニューロインテリジェンスの理解を深めることが、本研究拠点のPI全員の共通目標である。

第一に、発達研究コアユニットを後藤由季子、狩野方伸、榎本和生、Rachel Wong、大木研一、河西春一郎、酒井邦嘉とHenschで構成する。このユニットは、胎生後期から生後発達期において、神経回路が発達し修飾され成熟する過程を、生物学的に解明する。**第二に**、技術開発ユニットを岡田康志、河西春一郎、Arthur Konnerth、竹内昌治の4名で構成し、超高解像度顕微鏡、単一シナプスの機能解析と操作、脳の多数の神経細胞からの同時活動計測など、神経回路発達の研究のための世界最先端技術開発を行う。**第三に**、神経発達障害病態ユニットをHenschと笠井清登で構成する。神経回路発達の障害によって発症する精神疾患の病態解明を通じて、HIの理解をさらに深める。笠井は自閉スペクトラム症や統合失調症の患者の脳を対象にして、MRIを用いた構造解析と機能解析を行う。Henschは、相補的なモデル動物を用いて、神経回路の病態を調べ、神経回路の可塑性を操作することにより新しい治療法の可能性を追求する。第四に、数理情報システムユニットを上田泰己、合原一幸、杉山将の3名で構成し、新たなAIの創出を目指し、大きな社会的インパクトを与える。

以上の4つの研究ユニットは互いに連携・協力して拠点の目標達成を目指す。技術開発ユニットは革新的技術を開発し、発達研究ユニットに貢献する。精神疾患モデル動物の解析は、神経発達障害病態研究ユニットに貢献する。発達研究ユニットと神経発達障害病態ユニットにより明らかにされた神経回路発達とその障害の基本原則に基づいて、数理情報システムユニットは、革新的な新しいAIの開発を目指す。また、本研究拠点は、トランスレーショナル研究について、ボストン小児病院を含むハーバード大学と共同研究を推進し、基礎研究と技術開発についてマックスプランク・フロリダ・神経科学研究所と共同研究を推進する。海外のサテライト研究室を取り込むことにより、本研究拠点はその影響を世界に広げ、次世代の日本と海外の研究者を育成する。

以上、本研究拠点は、生命科学、医学、言語学、数理科学、情報科学を独創的に融合して、ヒトの脳は自分自身を理解できるのかという、人類の最大の挑戦に挑む。本研究拠点の戦略は、**ニューロインテリジェンスという新たな学問分野を創成し、HIの本質を理解し、その神経回路の障害を治癒し、新たなAIの開発を通じて、未来の社会へ貢献する。**

ホスト機関からのコミットメント

日 付

文部科学省 宛

ホスト機関名 国立大学法人東京大学

ホスト機関の長の役職・氏名 総長・五神 真
署名

「世界トップレベル研究拠点プログラム」に採択された「ニューロインテリジェンス国際研究機構」に関し、以下に示す事項について責任をもって措置していくことを確認する。

＜中長期的な計画への位置づけ＞

※「当該拠点をホスト機関の中長期的な計画に明確に位置づけ」ということに関し、どのような計画にどのような形で位置づけるかについて具体的に記載。

東京大学では、第3期中期目標・中期計画において、「学術的・社会的課題に対して先駆的・機動的・実践的に応えうる研究拠点を形成し、融合領域の研究や課題解決に向けた研究を推進する」とし、「特に、その卓越性が客観的に認知された国際高等研究所などの研究拠点については、重点的な組織整備を行う」としている。また、2015年10月に公表した、卓越性と多様性の相互連環を基本理念とする「東京大学ビジョン2020」において、具体的なアクションプランとして「国際的に卓越した研究拠点の拡充・創設」を掲げており、ニューロインテリジェンス国際研究機構は、カブリ数物連携宇宙研究機構(Kavli IPMU)、サステナビリティ学連携研究機構(IR3S)に次ぐ、東京大学国際高等研究所の3番目の組織として位置付けられる。

なお、東京大学は、140年にわたり積み重ねてきた歴史、法人化以降国立大学全体がおかれてきた状況、近年の激しい社会、経済、国際動向を踏まえ、大学の経営力を強化し、新たな経済社会を自ら駆動していく大学となるべく、指定国立大学法人への指定を目指している。現在、東京大学ビジョン2020に基づき、IRデータも参考に学内の人材、財源、施設の状況を透明化して経営の効率化を進めるとともに、先の国立大学法人法改正を受けた土地資産の活用の拡大、産学協創の推進等による財源の多様化と拡充によって本学の自立性を高めつつ、国際的に競争力の高い卓越した拠点形成を目指し様々な取組を推進している。

＜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。

1) 公募要領「6. ホスト機関からのコミットメント」に示された内容に基づき、当該拠点がその拠点運営及び研究活動のために必要な支援を行う。

ニューロインテリジェンス国際研究機構の対象はヒトの進化と知性の発露という、未解明・未開拓の世界が大きい学問分野である。本拠点は、新たなロボット産業、スマートヘルスケアシステムその他の社会の発展を促す次世代人工知能研究のハブとなることが期待されている。東京大学は、「つくば・柏・

本郷イノベーションコリドー構想」を掲げ、東京大学柏キャンパスに産業技術総合研究所、物質・材料研究機構といった特定国立研究開発法人、国立がん研究センター、東大発ベンチャーなど企業との間で革新材料、AI、分析計測技術等の研究開発を連携して行う場を整備しつつあるところであり、さらに、次世代人工知能、数理・情報分野の人材育成を目指し、学内に次世代知能科学研究センター(2016年10月)及び数理・情報教育研究センター(2017年2月)を設置した。これらのセンターと本拠点が連携することで、様々な分野への応用展開や社会・経済の高度な変革に向けた社会貢献が期待出来る。このように東京大学の変革を先導するであろう本拠点を最重要な全学組織の一つと位置付け、明確な達成目標の下に支援する。

2) 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るために必要となる既存組織の再編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、今後の具体的な組織再編に向けたスケジュールの策定を行う。

Kavli IPMUは、東京大学国際高等研究所の最初の組織であるが、WPI補助金延長期間中に更に安定した組織に位置づけていくことを視野に入れ、調整を進めている。ニューロインテリジェンス国際研究機構も本プログラム採択時に、先ずは、国際高等研究所内に位置付けることを検討しているが、Kavli IPMUの成功と学内の組織的位置づけの今後の方針を踏まえ、将来的には更に安定な位置づけの組織への転換も見据えている。

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

ニューロインテリジェンス国際研究機構には、外部資金を戦略的に獲得しその資源を効果的に配分するために平成 27 年度から大学本部に設置された予算委員会で精査の上、学内予算配分等での十分な支援を行う。また、当該拠点到集結した研究者が所属していた学内部局の教育研究活動に支障が生じず、滞りなく発展できるよう、大学本部として当該部局に対し必要な財政的・人的支援を行う。

4) 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、実質的に拠点長が判断できる体制を整える。

ニューロインテリジェンス国際研究機構は、Kavli IPMUの成功事例を参考に運営体制を整えていく。具体的には、予算や人事を教授会で決定するのではなく、機構長がポスドクの採用、若手研究者の育成、旅費の配分、ビジターの招聘、プロジェクトへの参加等、機構の運営に関する事柄を専決事項としてトップダウン型の意思決定で、機構全体の活動を最大化するような運営体制を整える。

5) 機関内研究者を集結させるに当たり、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ホスト機関内での調整を積極的に行い、拠点長を支援する。

機構長と事務部門長に機構運営の権限を集約させ、さらに強力な事務局を設置することで、機構長の機動的な意思決定を支援する。機構運営の機動化・集約化によって、医学系研究科、理学系研究科、薬学系研究科、総合文化研究科、新領域創成科学研究科、生産技術研究所、医学部附属病院等と兼務する主任研究者・研究者の機構運営や管理業務の負担を軽減し、大学本部として当該部局に対し必要な財政的・人的支援を行うことにより、教育・研究に専念できる環境を整える。

6) 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。

Kavli IPMUでは、従来の運営方法にとらわれない手法で、多くのシステム改革を先導し、成功事例が多数存在する。東京大学においても、外国人研究者を支援するため、事務職員の国際化に力を入れている。この10年間でTOEIC 800点以上を獲得した職員は10%以上増加しており、今後10年間で全体の30%まで増える見込みである。また、国際関連プログラムの体系化や国際卓越大学院の創設と大学院学生の支援強化などの改革にも取り組んでおり、このような革新的な取組は、ニューロインテリジェンス国際研究機構の活動と大学院教育との連携により更なる相乗効果を生む。

東京大学は日本の高等教育機関における改革の先駆的な役割を果たしている。さらに、クロスアポイントメント制度、若手研究者、女性研究者に対する支援制度などを活用していくことや、2018年4月からは、運営費交付金減少の影響による研究者の減少に歯止めをかけるべく、全国の大学に先駆けて多様な財源を用意し、40歳以下の任期無し教員数を増やすことを可能にする制度を独自に開始する。既に、2017年度に89名の40歳未満の若手教員について任期無しのポストを回復しているが、2020年度末までに合計300ポストを確保していく計画である。このような制度を活用しながら、重点的な教職員の雇用・配置を行うなど、今後も柔軟な運用、改正、整備等を大学全体で積極的に行う。

7) インフラ（施設（研究スペース等）、設備、土地等）の利用に関し便宜を図る。

ニューロインテリジェンス国際研究機構の多様な研究者が刺激し合いながら共に研究活動を行うことが出来るよう、本郷キャンパス内の特定の研究棟に十分な専用スペースを確保していくことを予定している。また、本学は世界トップレベルの研究設備を整備し、これらの学内外への共用化を進めている。これらの研究設備や学内共有研究スペースの優先的使用を可能とするよう便宜を図る。

さらに、東京大学は、外国人研究者や留学生が安定・安心して生活できる環境整備を重要視している。現在、総長のリーダーシップの下でキャンパスの国際化を積極的に進めており、本郷キャンパスの近くの目白台国際キャンパスに宿舍を建設している。この宿舍は、2019年7月完成を予定しており、延べ床面積28,700㎡計画戸数857戸で、その内訳は、外国人研究者(95戸)・留学生(476戸)・日本人女子学生(191戸)、日本人男子学生(95戸)を予定している。地理的な近さから本郷キャンパスへの利便性も高く、当該拠点のために海外から招聘する研究者や世界トップ層の留学生のために優先入居枠を設けることも考えている。

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

本学は、本プログラムにより国際的に競争力ある研究拠点の形成を支援するため、東京大学国際高等研究所に担当理事を長とする運営委員会の設置を行っている。この委員会は、当該拠点を全学としてサポートするとともに、Kavli IPMU、サステナビリティ学連携研究機構との緊密な連携を図り、最大限の相乗効果をあげるために機能する。また、2018年4月から新たな価値創造に挑む「プロフェッショナル」

人材の育成・確保を目指して、職員人事制度の再構築を段階的に予定しており、『事務職員』から『アカデミック・スタッフ』への転換を図り、未来社会協創推進本部を新設するなど、教職員等の全構成員の意識を大学運営から大学経営へと変革を行うとともに、安定的な経営基盤の獲得を目指していく。このような変革を確実に駆動しながら、当該拠点の構想の着実な推進に大学全体として最大限かつ安定的に支援していく。

9) ホスト機関自らが優れた取組として評価した拠点の成果について、ホスト機関全体への自主的な展開・波及を図る。

2017年2月に報告された2016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)において、「Kavli IPMUでは、従来の運営方法にとらわれない手法で、多くのシステム改革を先導してきた。年俸制、能力給制、スプリットアポイントメント、トップダウンの意思決定、非伝統的なテニユアポストなどである。これらの改革は他のWPI拠点でも広く行われるようになり、文部科学省によって国立大学改革プランに採用された」と記載があるように、自他ともに優れた取組として評価された実績を踏まえ、ニューロインテリジェンス国際研究機構でも、さらにホスト機関全体への自主的展開・波及を図る。

10) 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を両立させる。

本学は、Kavli IPMUにおいて、クロスアポイントメント制度の全国初導入、給与の弾力活用による著名研究者招聘、トップダウン型組織による迅速な意思決定、国際化対応事務職員の重点配置による外国人研究者とその家族の生活までをも含めたサポートなど、多数の改革を実行し、成功事例について全学へ展開・定着してきた。また、卓越研究員制度等の活用によるトップクラス若手研究者の支援を行い、今後の本学における研究活動の質的強化を図るため研究支援人材としてのリサーチ・アドミニストレーター(URA)やシニアURAの独自認定を2016年度から開始した。さらに、2017年度からは雇用制度を改革し、一定の要件を満たすURAを選考のうえ、年俸制無期雇用の常勤教職員としての登用を開始する。このような人材をKavli IPMUや本拠点に重点的に配置しながら、本学のシステム改革を推進する。

宇宙誕生の謎を探るKavli IPMUとヒトの知性の本質を探るニューロインテリジェンス国際研究機構では、学問分野は全く異なるが、どちらも科学の根源的な問いに挑むものであり、また本学の基本理念である卓越性と多様性という面で合致する。両機構による相互連環は、東京大学が国際的にも卓越した研究拠点となることに大いに寄与する。

主任研究者リスト

※ 主任研究者が10名を超える場合は、その数に応じて作成。

※ 「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、2017年4月1日時点とする。

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

※ サテライトに主任研究者を配置する場合は、その主任研究者を記載（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)	現在の専門 及び学位	備 考
1	Takao Hensch*	50	Professor, Molecular and Cellular Biology, Center for Brain Science, Harvard University	developmental neuroscience, neurophysiology MD & PhD	
2	狩野 方伸*	59	東京大学・医学系研究科・機能生物学専攻・神経生理学分野	神経生理学 医学博士	
3	大木 研一*	45	東京大学・医学系研究科・機能生物学専攻・統合生理学分野	神経科学 博士（医学）	
4	榎本 和生*	48	東京大学・理学系研究科・生物科学専攻・脳機能学分野	脳神経回路 博士（薬学）	
5	後藤 由季子*	52	東京大学・薬学系研究科・分子生物学教室	神経幹細胞 理学博士	
6	Rachel Wong*	58	Professor, Department of Biological Structure, School of Medicine, University of Washington	synapse formation PhD in Vision Neuroscience	
7	酒井 邦嘉*	52	東京大学・総合文化研究科・関連基礎科学系	言語の脳科学 医学博士	
8	岡田 康志*	48	東京大学・理学系研究科・物理学専攻	バイオイメージング 博士（医学）	
9	河西 春郎*	60	東京大学・医学系研究科・疾患生命工学センター・構造生理学部門	神経生理学 医学博士	
10	Arthur Konnerth*	63	Director, Institute of Neuroscience, Technische Universität München	neurophysiology MD & PhD	
11	笠井 清登*	46	東京大学・医学系研究科・脳神経医学専攻・精神医学分野	精神医学 医学博士	
12	上田 泰己*	41	東京大学・医学系研究科・機能生物学専攻・システムズ薬理学分野	システム生物学 医学博士	
13	竹内 昌治*	44	東京大学・生産技術研究所・機械・生体系部門	バイオマイクロナノデバイス 博士（工学）	
14	合原 一幸*	63	東京大学・生産技術研究所・情報・エレクトロニクス系部門	生命情報システム 工学博士	
15	杉山 将*	42	東京大学・新領域創成科学研究科・複雑理工学専攻	機械学習 博士（工学）	

東京大学

ニューロインテリジェンス国際研究機構