

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

ホスト機関： 東京大学

全体責任者： 藤井輝夫、総長

拠点長： Takao Kurt Hensch、東京大学 ニューロインテリジェンス国際研究機構 特任教授、
ハーバード大学 分子生物学 教授
ハーバード大学 医学部 教授

事務部門長： 峠 暢一、東京大学 ニューロインテリジェンス国際研究機構 特任教授

1) 形成拠点の全体像

本研究拠点(International Research Center for Neurointelligence (IRCIN))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、HIを醸成する神経回路の柔軟かつ協奏的な発達原理に関する基礎研究、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>

IRCINは、**チームサイエンス**のアプローチを採用し、四つの領域研究に従事する16名の主任研究者が融合研究を推進する。**発達研究**の分野では、後藤由季子（出生前幹細胞の帰趨）、狩野方伸（出生後発達におけるシナプス刈り込み）、榎本和生（樹枝状結晶の除去とリモデリング）、大木研一（活動依存的な神経回路発達）、杉山（矢崎）陽子（野鳥のさえずり学習）らが神経回路発達の原理を追究する。**人間/臨床**の分野では辻 晶（幼児の言語能力獲得課程）、ヘンシュ・タカオ（周産期の臨界期と自閉症）、笠

井清登（青年期の臨界期と精神疾病）、チャオ・ズィナス（予測と創造性）らが参加し、精神物理学的かつ非侵襲性のイメージングと患者コホート研究に取り組む。**計算論的研究**の分野では、合原一幸（動的なネットワーク・バイオマーカーとニューロモルフィックな演算ハードウェア）、ツァイ・ミンボ（予測）、渡部喬光（エネルギー地形モデリング および自閉スペクトラム）、長井志江（発達のロボット工学）らが参加して脳科学の知見に根ざした数理学的原理を追究する。**先端技術開発**の分野には河西春郎（強化学習とシナプス可塑性）、岡田康志（神経細胞イメージング）、竹内昌治（バイオ複合型センサ）が参画し、神経回路の尖端的分析を推進する。これらの領域研究は、互いに連携・協力してボトムアップの形で拠点の目標達成を目指し、社会学習、臨界期、予測、強化学習、自発的脳活動、multi-scale imaging、自閉症スペクトラム、疾病リスク等の広汎な分野に取り組んでいく。

また、IRCNは機構外の多数の経験豊かな連携研究者と協力研究員やボストン小児病院（ハーバード大学）におけるサテライト拠点を擁し、東京大学内の研究と相互補完する体制を構築している。とくに、本研究拠点は東京とボストンの大規模な病院との緊密な連携を通して、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していく。

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の両者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必須要件となる。世界的に名の知れた基礎神経科学者、臨床医学者、数理学者が、HIの理解と次世代AIへの発展を長期的目標として掲げて共同研究を推進するように構築された研究センターは、しかしながら現状では殆ど類例を見ない。そのような独創的な科学的使命を遂行し、大きな社会的貢献をなしうる世界トップレベルの研究センターとしての任務を果たしていくことを、本機構は自らに課すものである。若手研究員は、分野を横断する複数の指導者のもとでの融合研究に従事する。

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、複数言語を使う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。本研究拠点は、大規模の国際シンポジウムを開催するとともに、小規模の研究集会やワークショップの開催を奨励し、本研究拠点の研究チーム、サテライト研究機関、及び世界の他の研究機関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面的な決定権を有する。拠点長は研究拠点の使命と目的を設定し、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を行う。事務

部門長、事務長、機構長特別補佐及び執行役は拠点長とともに拠点長室を構成し、拠点の活動のための種々の日常的な実務サービスを提供する。三人の副拠点長は、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運営委員会の構成員として拠点長決定の承認とその遂行に関する責任を負う。

拠点構想

拠点構想

拠点名： 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： 藤井輝夫、総長

拠点長： Takao Kurt Hensch、東京大学 ニューロインテリジェンス国際研究機構 特任教授、
ハーバード大学 分子生物学 教授
ハーバード大学 医学部 教授

事務部門長： 峠 暢一、東京大学 ニューロインテリジェンス国際研究機構 特任教授

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3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新たな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って複数の情報処理を統合し、ヒトのコミュニケーションを可能にする神経機能に基づくものである。この3つの課題に取り組むべく、生命科学・医学と数理科学・情報科学・言語心理学などを融合させて、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。

本拠点が目指す研究の背景は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・動作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、ヒトの知性のうちの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。

このような文脈のなか、神経回路発達のメカニズムの基礎研究に立脚し、人間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究し、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動作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、本研究拠点は構想された。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。このうちから厳選した 9 名と、新たに東京大学外から招へいた 7 名を主任研究者とし、Takao Hensch 教授を拠点長として、性別、国籍ともに多様な陣容を整えた。さらに、ハーバード大学ボストン小児病院にサテライトを置き、20を超える世界水準の研究機関との連携研究関係を通じて世界でも類がないハイレベルの研究拠点を構築した。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動作原理を明らかにし、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「ニューロインテリジェンス」と呼ぶ新しい学問領域を形成することを目指す。



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値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）

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、特に発達神経科学、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

ヒトの知性のようなきわめて複雑な高次機能も、脳の神経回路の非線形ダイナミクスに基づいて

いる。そのような複雑な脳のはたらきには、胎生期に適切な数の興奮性および抑制性ニューロンが作られてそれぞれ脳内の適切な場所に配置された後、生後発達期の臨界期に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、最終的には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単一の感覚を司る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り、実際のところ、AI はヒト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のが現状である。神経回路のダイナミクス、神経回路の発達や学習則の追究が新しい AI の発展につながるのではないかと期待が高まっている。

また、日本は他国に先駆けて少子超高齢化社会に突入したが、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は世界的に深刻な問題となっており、その病態の解明と克服が喫緊の課題である。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、ビッグデータを扱う数理統計学者、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を創成し、人間の活動を補填して労働人口の減少を補うことが可能となる。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があれば列挙すること

HHMI Janelia Research Campus (USA) / MIT Quest for Intelligence & Picower Institute for Learning and Memory (USA) / Max Planck Institutes (Germany, USA) / RIKEN Center for Brain Science (Japan)

上述の拠点をはじめとして、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、IRCN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、IRCNは、3つの分野の共同研究を促進して、神経回路発達の基本原理とHIの基礎としての脳の機能を明らかにし、HIの障害となる精神障害の理解を促進し、脳の発達原理と機能に基づく次世代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

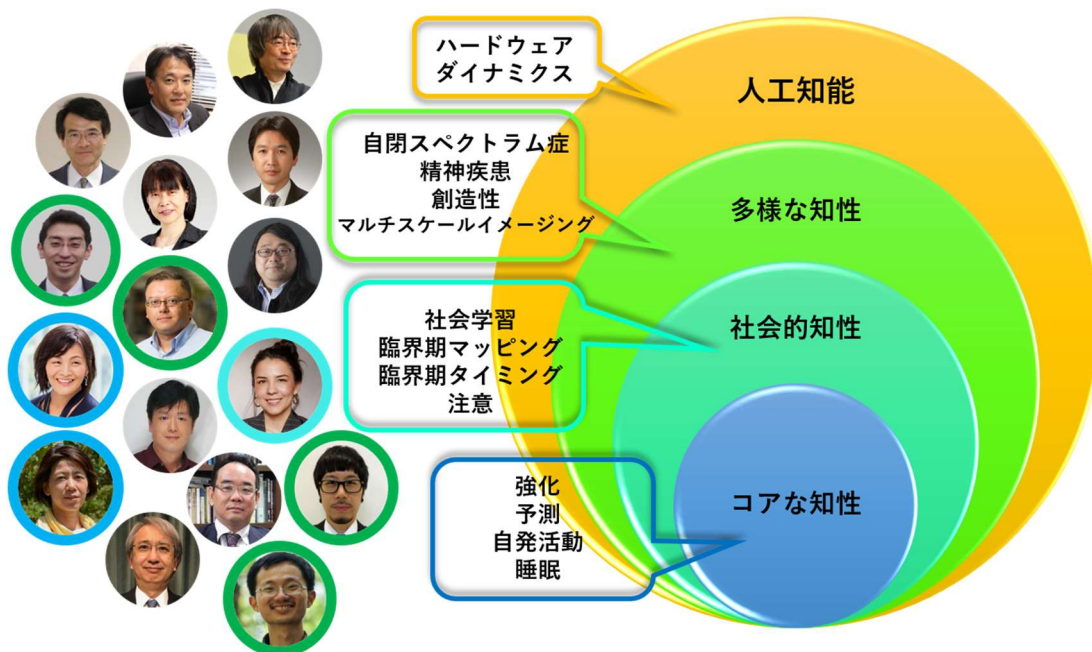
- ・ 実施期間終了時（5年後）の研究達成目標を一般国民にも分かり易い形で明確に記載。さらに、どのような科学技術上の世界的な課題の解決に挑戦するのか、またその実現により、将来、どのような社会的インパクトが期待できるのか、をできるだけ分かり易く記載。
- ・ 上記目標を達成するための研究活動面の具体的計画、及び、関連するこれまでの実績を記載。

研究達成目標

「ヒトの知性はどのようにして生じるか？」 この究極の問いに迫るため、IRCN は以下の課題に取り組む。1) ヒトの知性の基盤となる脳の発達の基本原則を理解する、2) 精神疾患の病態解明と治療法の確立を推進する、3) 次世代 AI を創成する。当拠点では、性別、国籍ともに多様な、複数の学問分野（神経生物学、人間・臨床神経科学、計算機科学など）の研究者が、チームサイエンスのアプローチで研究に取り組む。

研究計画

私たちは、HI は脳の進化によって形成される複数の知性で構成されると考えている。「コアな知性」とは、脳がもっている学習（強化）、予測、自発活動／睡眠を行う能力を指す。そうした知性の集合体が相互に作用し、他に注意を向けることや臨界期の経験共有、社会的学習によって、「社会的」知性が生み出される。コアな知性と社会的知性はヒト以外の種でも観察されうるが、ヒトの場合は、さらなる柔軟性によってヒトに特有の「多様な知性」が生み出される。この多様な知性は、創造性から自閉スペクトラム症、統合失調症などの精神疾患にまで広く関わる。最終的には、こうした神経生物学的な理解に基づいて新たな「人工知能（AI）」が創成され、この AI によって HI がさらなる能力を獲得し、相乗作用で私たちの未来の世界を形成していくことになる。「ヒトの知性はどのようにして生まれるのか」という問いに答えるべく、当拠点では現在 12 のチームサイエンスプロジェクトが展開され、4 つの知性とそれらの関連の解明に取り組んでいる。



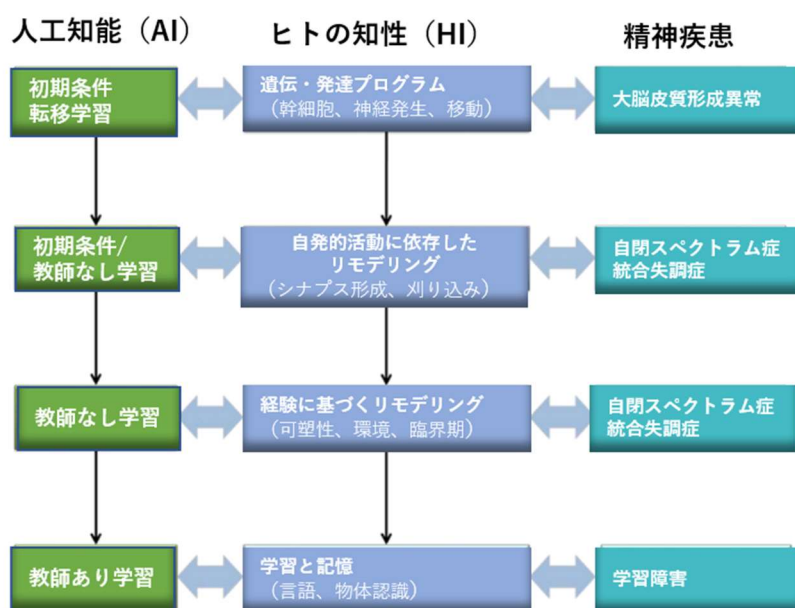
IRCN の掲げる「HI が入れ子式に重なる複数の知性によって生まれる」という仮説のもとに、東京大学から 9 名、他の機関から 7 名の優秀な主任研究者が集結し、性別と国籍（写真の円の色で示している）、研究分野のいずれの面でも多様な陣容が整った。さらに、世界トップレベルのシニア連携研究者（最大 47 名）、IRCN 博士研究員、協力研究員らが IRCN のミッションに参加する。

(1)神経回路発達の基本原理と学習則の理解

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はじめとする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メカニズムを研究する。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グ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メカニズム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究する。榎本和生教授は知覚回路の神経細胞が様々な刺激に応じて軸索や樹状突起が形態を変えていく分子細胞学的メカニズムを、マウスとショウジョウバエを用いて研究する。



B) A) に続いて、外部環境に適応して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に遮断されたとき、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。この研究は、杉山（矢崎）陽子准教授による、幼い頃に聴いた親の歌を模倣するソングバードの歌学習の研究へと拡張されている。

Hensch教授はさらに、GABA作動性抑制回路の成熟に関する様々な分子が、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。そして、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、これらの可塑性におけるトリガーとブレーキの原理は、一次視覚野、島皮質、前頭葉など視覚、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る様々な脳の領域においても当てはまることを示した。このような脳の可塑性の原理はキンカチョウなどの種にも認められることが杉山（矢崎）陽子准教授により示されている。

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、新たな教師なし学習AIの発展にも寄与すると考えられる。

C) 発達を超えてヒト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、現在の教師あり学習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。辻晶講師は、ヒト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幼少期のヒトの言語の脳内基盤を研究する。具体的には、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、河西春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、そして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、報酬は感覚入力から得られ、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より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、サリエンス、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トル量として作用するかを調べている。

技術開発ユニットは、上記の研究者らと密接に共同し、彼らの研究を支援する。岡田康志教授は、高速高解像顕微鏡や、蛍光色素・蛍光タンパク質・（生物）発光タンパク質をベースとする蛍光・発光プローブなどの細胞内イメージング技術を開発する。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、その標識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。竹内昌治教授はこれまでに、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ており、IRCNにおいては、神経修飾物質用のバイオハイブリッドセンサー、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、哺乳類の嗅覚レセプターを基にした化学センシングロボットを開発している。

(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

笠井清登教授と Takao Hensch 教授はそれぞれに、思春期の臨界期と幼少期の臨界期に起因する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。IRCNにおいて、笠井教授は、MRIに加えて、時間解像度に優れる脳波（EEG）、脳磁図（MEG）、近赤外線分光法（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の同定に取り組む。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、ブレイン・マシン・インターフェイス（BMI）を用いてこの回路の正常化を目指す治療法（ニューロフィードバック法）を開発する。

Takao Hensch 教授とサテライトのボストン小児病院の研究チームは自閉スペクトラム症や精神疾患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。このチームは、機能的超音波を用いて覚醒マウスにおける革新的な全脳イメージングを実装した。マウスの研究から得られた臨界期の理解に基づき、新生児期に（GABA作動性の）麻酔薬に曝露したか自閉スペクトラム症のリスクのある乳幼児の大規模コホートにおいて、認知発達と脳波を調べている。また、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

実際の脳において新たに同定された神経回路の発達・動作の原理が、すでに次世代AIの開発への道を拓き始めている。

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、脳の脳大皮質は、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域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。Mingbo Cai講師はこの理由が、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。

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において役割を果たしている。Hensch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。そして、Zenas Chao准教授は、学習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、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

合原一幸教授は、全脳に亘る神経回路データや脳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・動作メカニズムの異常や破綻ととらえる。合原一幸教授は笠井清登教授と共同で、正常機能を有する神経回路の数理モデルを改変して精神疾患の数理モデルを構築することにより、病態を理解し、発症前状態の検知および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、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精神疾患の病態を引き起こすかを検討する。臨界期における可塑性が正常に終了しなかった場合に精神疾患が生じる可能性がある。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していく。渡部喬光准教授は、エネルギー地形モデリングを構築し、自閉スペクトラム症患者およびマウスモデルにおいて、安静時の脳の可逆的硬直を同定した。長井志江教授は、ロボットに自閉スペクトラム症者をシミュレートさせ、彼らと対話させるアルゴリズムを開発している。このアルゴリズムを用いれば、予測符号化の変動に基づいて、定型発達者に自閉スペクトラム症者の感覚を体験させることも可能になり、精神疾患にまつわるスティグマを減らしていくことに貢献できる。

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 主任研究者リストを添付。

研究組織

当拠点は、「シナジー・オフィス」、「コミュニティ・オフィス」「サステナビリティ・オフィス」の三つのオフィスを設置し、研究を推進する。3名の副機構長が各オフィスの長を務める。オフィスごとに定期ミーティングを開催し、活気に満ちたインクルーシブな研究エコシステムを構築する。

シナジー・オフィスは、「チームサイエンス」アプローチによる共同研究・融合研究を開始するための資金を確保し、12の研究テーマを選定した。研究テーマとチームは、各研究者の真価を発揮できるよう、基本的にボトムアップで提案される。研究テーマは概念的にも手法的にもきわめて広い範囲にまたがり、HIを構成する4つの知性(上記参照)を適切にカバーする。資源と人材に限りがあることから、シナジー・オフィスの定めた評価基準によって半年毎にチームを評価し、成果の期待できる研究を絞り込む。

コミュニティ・オフィスは、学生等への教育、アウトリーチ活動の計画、外国人研究者の支援体制の確立など、さまざまな協同の機会を推進する。

サステナビリティ・オフィスは、融合研究を推進するために、国内外からの研究資金、寄付金、企業スポンサーの確保などの資金調達に努める。新しい融合研究分野のきっかけづくりとして、主任研究者、連携研究者(AF)、国際連携機関のいずれかによる週1回のサイエンスサロンや毎年のリトリートを開催し、定期的な交流の場を提供する。

研究部門を超えた共同研究を促進するために、イメージングコア、ヒューマン fMRI コア、ES-マウス/ウィルス開発コア、データサイエンスコア、サイエンスライティングコア(Cell Press 誌の元エディターがリーダーを務める)の5つの最先端コアファシリティーを設置している。特任准教授がコアマネージャーを務め、熟練したオペレーターや分析スタッフの元で低価格で大規模先端機器を使用することができる。また、これらの部屋に隣接して、ワークショップ、レセプション、ブレインストーミング用のコラボレーションスペースが確保されている。チームサイエンス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設置された事務部門が、本研究拠点の運営をサポートする。

組織構築の計画

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、運営組織の整備と研究者の選定・雇用を行った。平成29年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り、既存のWPI組織、Kavli IPMUを参考に事務局を設置するとともに、拠点長の意思決定を迅速に反映する運営体制を構築した。本郷キャンパス内の研究棟(医学部1号館)内に新たなラボラトリー用のスペースを確保し、コアファシリティーを整備した。令和2年度には当初目標としていた16名の主任研究者が揃い、陣容が整った。

平成2年度に安定的な運用を開始した。今後もチームの博士研究員の新規採用を継続し、国際会議を主催して拠点の可視性を高める。IRCNのDirector's Globalization Awardを設置し、サテライトや国際連携金との共同研究及び人的交流を積極的に進める。コアファシリティーにおける最先

端機器の整備を進める。研究者同士が日常的に顔を合わせ、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、東京大学は、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

東京大学内の以上の4つの研究ユニットに加え、ボストン小児病院(ハーバード大学)にサテライトを置き、若齢期のストレスや精神疾患の病理解明と治療法確立を目指す。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ーを率いる 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 教授は自閉スペクトラム症のリスクのある小児の行動解析・電気生理学的解析・機能画像解析を行う。Charles Berde 教授、Laura Cornelissen 助教授、Laurel Gabard-Durnam 助教授(現在はノースイースタン大学)は、新生児期の麻酔が認知発達に与える影響を研究する。Nancy Kopell 教授(ボストン大学)のチームは計算モデルを作成する。David Hunter 教授のチームは、成人を対象に、弱視回復のため脳の可塑性を取り戻す臨床試験を主導する。

他機関との連携

20を超える世界水準の研究機関と相互協定を締結した(地図参照)。当拠点の研究を補完する戦略連携も含まれる。理化学研究所の革新知能統合研究センター(AIP)、脳神経科学研究センター(CBS)、生命システム研究センター(QBiC)、精神科学と神経科学をつなぐジュネーブ大学NCCR“SYNAPSY”、沖縄科学技術大学院大学、計算・ロボット工学分野を強みとするイタリア技術研究所との連携のほか、コホート研究ではシンガポール科学研究庁および香港科技大學、乳幼児を対象とした異文化研究ではコレージュ・ド・フランスとパリ高等師範学校、細胞イメージングではストックホルム大学群(ストックホルム大学、スウェーデン王立工科大学、カロリンスカ研究所)およびマックスプランク研究所フロリダと連携する。サテライトと連携機関は東京大学と、旅費滞在費のマッチングサポートを通して、若手や学生の双方向交流を促進する。



a) 主任研究者（教授、准教授相当）

	事業開始時点	令和 3 年度末時点	最終目標 (令和 9 年 3 月頃)
ホスト機関内からの研究者数	12	15	14
海外から招へいする研究者数	2	2	1
国内他機関から招へいする研究者数	0	1	1
主任研究者数合計	14	18	16

b) 全体構成

		事業開始時点		令和 3 年度末時点		最終目標 (令和 9 年 3 月頃)	
		人数	%	人数	%	人数	%
研究者	研究者	27		123		70	
	外国人	3	11	45	37	23	33
	女性	4	15	20	16	14	20
	主任研究者	14		18		16	
	外国人	2	14	4	22	3	19
	女性	1	7	4	22	4	25
	その他研究者	13		105		54	
	外国人	1	8	41	39	20	37

	女性	3	23	16	15	10	19
研究支援員数		0		38		20	
事務スタッフ		3		20		10	
構成員の合計		30		181		100	

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（平成29年度～令和3年度）。

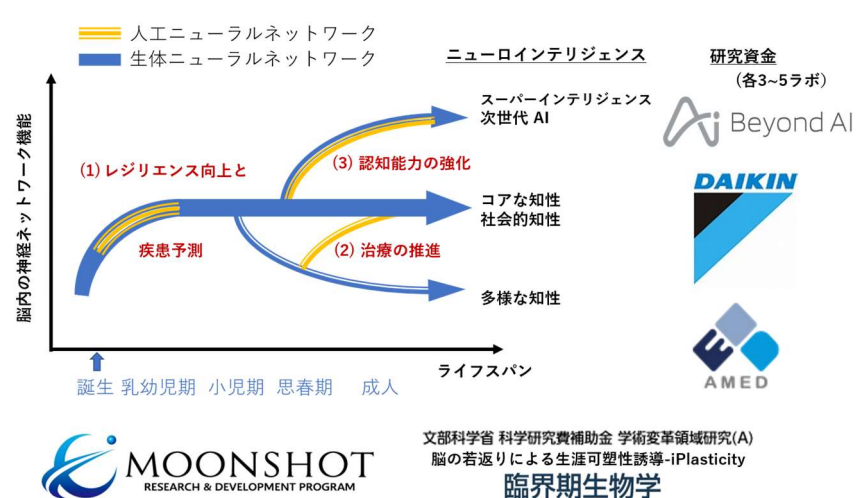
年度	2017	2018	2019	2020	2021	総額
獲得金額 (JPY)	0	12,700,000	59,434,000	257,939,655	353,661,995	683,735,650

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」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（令和4年度～令和8年度）。

本研究拠点に参加する日本人の主任研究者は、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、学術変革領域研究（A）（狩野、笠井、岡田）、新学術領域研究領域代表（榎本、笠井）、基盤研究（S）（後藤、河西、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、笠井）、戦略的創造研究推進事業 CREST（河西、長井）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。令和3年度に IRCN が直接に獲得した競争的資金の総額はおよそ3億5000万円であり、毎年度上昇している。なお、本拠点以外が窓口機関となって獲得された研究資金はここには計上されていない。

IRCN は、脳の発達という視点に立脚し、融合研究を通して以下の3点に貢献したいと考える。1) 若齢期におけるレジリエンスの向上と疾患の予測、2) 成長後に脳の可塑性を取り戻すための治療戦略の推進、3) 新たな AI 開発とのシナジー効果による HI の向上。これらのミッションが評価され、



令和2年度には、ソフトバンク（『Beyond AI 研究推進機構』）やダイキン工業株式会社など、東京大学と共同研究を行う企業スポンサーから競争的資金を獲得した。また、JST、MEXT、AMED の支援する学術研究においてもリーダー的役割を担っている（学術変革領域 A、ムーンショット型研究開発事業）。

拠点発足後も、主任研究者は、個人およびIRCNを基盤とするグループとして、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。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。本研究拠点メンバー全員は同じ医学部 1 号館に研究スペースを（またはその一部を）持ち、センター内の連携を強めるための環境が整備されている。

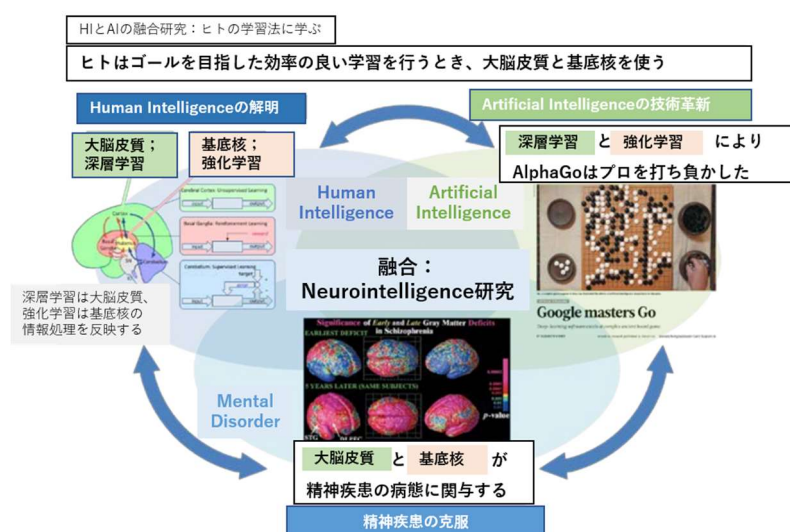
3) 融合研究

- ・ 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、言語心理学、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過程に起因する精神疾患の克服に貢献する。

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合目的な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。



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、IRCN 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。

分野融合研究を進めるにあたっての戦略

本研究拠点は 4 つの連携研究ユニットで構成され、チームサイエンスのアプローチをとる。16 名の世界トップレベルの主任研究者は、各ユニットの枠を超えて融合研究を行う。**発生/発達研究ユニット**では、モデルシステムを用いて神経回路発達の基本原理を解明する。後藤由季子教授は胎生期の幹細胞の運命制御、狩野方伸教授は生後発達期のシナプス刈り込み、榎本和生教授は樹状

突起の刈り込みとリモデリング、大木研一教授は神経活動依存的な神経回路発達、杉山（矢崎）陽子准教授はソングバードの歌学習を研究している。**ヒト/臨床研究ユニット**では、心理物理学的な非侵襲のイメージングとコホート（患者群）研究により、ヒトにおける脳の発達と障害に対する理解を深める。辻晶講師は幼少期の言語獲得、Takao Hensch 教授は周産期の臨界期と自閉スペクトラム症、笠井清登教授は思春期の臨界期と精神疾患、Zenas Chao 准教授は予測と創造性を研究している。**計算論的研究ユニット**では、脳の仕組みに基づいたニューロインスパイアドの数理的原理を追究する。合原一幸教授は動的ネットワークバイオマーカーとニューロモルフィック・ハードウェア、Mingbo Cai 講師は予測、渡部喬光准教授はエネルギー地形モデリングと自閉スペクトラム症、長井志江教授は発達ロボティクスを研究している。**技術開発ユニット**では、神経回路解析のための最先端技術を開発する。河西春郎特任教授は強化学習とシナプス可塑性、岡田康志教授は神経イメージング、竹内昌治教授はバイオハイブリッドセンサーを研究する。研究者はユニットの枠を超えて共同研究を行うことが求められており、「ボトムアップ」で研究を進める。社会的学習、臨界期のタイミング、予測、強化、自発的脳活動、マルチスケールイメージング、自閉スペクトラム症、精神疾患などをテーマに複数のチームが作られている。

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。

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ている。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した。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。IRCIN 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。IRCIN とサテライトや連携機関の研究者の流動は国際共同研究を加速する。Takao 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

活発な研究交流を実現する国際的なハブとしてのIRCINの認知向上は、以下の戦略に基づく、研究者、若手および学生、運営スタッフによる複数階層での活動により実現する。

- ・ 国際的に活動する有望な若手研究者を本研究拠点に招へいすることを最優先課題とする。
- ・ 本研究拠点の常勤研究者に、毎年海外で共同研究を行うことを奨励する。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。

- ・ 本研究拠点のコアと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。
- ・ 研究会議やミーティングを原則英語で行う。
- ・ 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、東京大学および海外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。
- ・ 東京大学において大規模な国際シンポジウムを年に 1 回開催する。また、海外からトップレベルの研究者を招へいしてワークショップ、サバディカル研修、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、執行部(EB)と運営委員会(SC)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。募集後は、採用された科学者が本研究拠点での任期中に融合研究において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よう支援する。

- 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を提供する。
- 募集の広告は、一流科学誌をはじめとする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。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へいし、共同研究やセミナーを行うために数カ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。
- 研究活動を最大限にするために、若手研究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、海外からの研究支援の方策

外国人研究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（WPI 博士研究員および主任研究者）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。
- 外国人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。
- Kavli IPMU の成功例に倣い、多言語対応の事務局を設置し、外国人研究者向けの各種手続きのサポート体制を充実させる。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、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へい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

本研究拠点主催の大規模な国際シンポジウムを年に 1 回、東京大学にて開催する。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、その声望により海外のトップレベルの科学者が集まることが期待される。サテライトや提携機関においても持ち回りで国際シンポジウムを開催する。これらの会合は研究者交流を促進するだけでなく、本研究拠点の取り組みを海外に発信するためにも有効である。

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、研究者の研究助成金申請書作成を支援する。東京大学の既存のリサーチ・アドミニストレーターシステムは、拠点運営に必要な人的資源を支援する。IRCN では、ポスドクアドバイザリー委員会（I-PAC）を通して助成金獲得に向けた提案書作成の研修会と支援を行う。これにより、研究者が重大な障壁なしに研究資金を確保することが期待される。事務スタッフは、受領した助成金の管理、報告書の作成支援や、保険・住居・保育園・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である。研究者の採用や予算要求において裁量権をもつ Kavli IPMU の運営モデルは、IRCN においても適用される。

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、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を効果的に組織し、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。
- 機構長室/執行部会の支援のもとに、管理上の意思決定を行う

- 有能な若手研究者を募集と、科学研究のコミュニティや社会への研究成果の普及に取り組む。

拠点長の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。Takao 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、Takao Hensch教授と緊密に連携するタスクフォースを設置し、教授のIRCN拠点長としての職務を適切にサポートする。

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3名の副機構長は、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峠暢一氏を招へいた。峠氏は、高エネルギー加速器研究機構にてトップレベルの管理業務に携わり、大規模な研究予算の管理を担当してきた。峠氏は、WPIの使命をよく理解しており、また米国での研究について深い知識を持っている。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。峠氏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。二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、強力な事務局（機構長室）（DO）を設置することで、機動的な日常業務の遂行と拠点長の意思の迅速な実行を可能にする。拠点長は、事務部門長（AD）、機構長特別補佐（SAD）と3名の副機構長（狩野方伸教授、榎本和生教授、合原一幸教授）からなる執行部会（EB）から、新教員の雇用、研究戦略立案、迅速な意思決定についてのアドバイスを受ける。運営委員会（SC）は拠点長の決定の承認、実行に責任を持つ。

外部諮問委員会（EAC）は、本研究拠点の活動についてグローバルな視点から拠点長にアドバイスを提供する。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、チームサイエンスによる融合研究を実施するためにポストドク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。

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（機構長）	Takao Hensch	総務企画チーム	人事、広報
副機構長 機構長室	狩野方伸、合原一幸、榎本和生 機構長、事務部門長(AD)、機構長特別補佐、エグゼクティブディレクター、事務長	財務企画チーム	経理、物品調達、基本インフラの整備
執行部会	機構長、副機構長 3 名、機構長特別補佐、事務部門長(AD)	研究支援チーム	競争的研究費の受入、研究に関する規制やコンプライアンスへの対応
運営委員会（SC）	執行部会と主任研究者	国際関係チーム	国際会議やワークショップの支援、海外からのスタッフやビジターの支援
外部諮問委員会（EAC）	国際的に著名な科学者 7 名		

拠点長とホスト機関の間の権限の配分

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 IRCN 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、メリットベースの給与尺度、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

IRCN 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配置する。この最初のステップとして、本郷キャンパス内の研究棟（医学部 1 号館）に活動場所を確保し、共用研究スペースを設けた。また、最新鋭の大規模先端機器をコアファシリティに配備し、熟練したオペレーター・解析スタッフの下で適切な使用料で常時使用可能な状態とした。これらにより、研究ユニットを越えた共同研究を促進する。東京大学は、将来的には IRCN の全構成員が集まることができる研究棟と、中心となる集会スペース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：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、運営委員会（SC）の承認を得て拠点長が決定する。事務局である機構長室（DO）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。
- 会議やミーティング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（IRCN）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、東京大学では平成 28 年度から独自の卓越研究員制度がスタートし、IRCN では 4 名の研究者がこれによる支援を受けている。女性研究者支援制度も、IRCN における研究者採用に与っている。
- 研究者用住居において 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。
- 職員人事制度の再構築は、IRCN の事務スタッフにおける学術サービス指向の意識向上を促進

する。

- 東京大学国際卓越大学院の設立をはじめとする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。

なお東京大学は、「UTokyo Compass」の方針のもと、土地資産の活用の拡大、産学協創の推進等により財源の多様性拡充と効率的運営によって大学の自立性向上を推進している。これにより確保された財源は、卓越した研究の推進と IRCN における戦略的な投資に活用する。

持続可能な運営

「サステナビリティ・オフィス」は、国内外の政府や民間の資金提供機関や財団から情報を収集し本拠点の活動を強力に支援する。また、IRCN 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。すでにダイキンやソフトバンクとの連携研究が始まっている。ベンチャー企業への投資や協働も推奨していく。若手または学生の支援のため、慈善事業団体による寄付金を収集する。

ホスト機関の継続的な支援も IRCN の維持発展にとって重要である。東京大学は、第 4 期中期目標・中期計画において、「東京大学国際高等研究所に設置したカブリ数物連携宇宙研究機構（Kavli IPMU）、ニューロインテリジェンス国際研究機構（IRCN）、東京カレッジなど世界トップレベルの研究拠点の活動を推進し、IRCN をはじめ組織の恒久化を図る。また、海外機関の客員研究者、若手研究員を積極的に招へいする」としている。この目的のため、東京大学は国際高等研究所などの研究拠点に対する「重点的な組織整備」を今後も継続していく。

2021 年 9 月に公表された「UTokyo Compass」においては、卓越性と包摂性の実現を目指すというモットーを掲げ、行動計画として「国際的に卓越した研究拠点をさらに強化することで知の接続ハブを構築し、世界トップレベルの研究を推進するとともに、分野協創型の新たな学知を創出する」ことを挙げている。したがって東京大学総長は IRCN 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、IRCN は学内特区としての地位が与えられる。IRCN 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。IRCN 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確保するものである。

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。

人工知能はヒトの脳によって初めて創出されたものであるが、特定の局面ではヒトの機能を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ー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をかつてないほど深く理解するために集結した。

私達は次の三つの課題に取り組む:

- 1. 神経回路発達の原理に基づき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. 「ヒトの知性」の破綻としてのヒトの神経発達障害の根本原因を明らかにする。**
- 3. 脳の情報処理機構をより深く解明することにより、人工知能 (Artificial Intelligence: AI) の技術革新を促す。**

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、「ヒトの知性」の本質を理解し、その障害を治療し、新たな AI の開発を通じて、未来の社会へ貢献する。本研究拠点は以下のように特徴付けられる:

1. 世界から「目に見える」研究拠点である

ハーバード大学教授としてヘンシュはIRCNのボストン小児病院サテライトを主導し、欧州、北米、アジアを網羅する研究ネットワークによって国際的インパクトをもつ融合的研究成果の発出を目指す。拠点長国際化支援措置 (Director's Globalization Award – DGA) により、このネットワーク内での研究者の世界規模の相互訪問と育成を促進する。

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研究をこれまでになく深く結びつけ、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、大木研一、合原一幸、ツァイ・ミンボ、渡部喬光、長井志江幸は計算機論的アプローチを神経生命科学研究、臨床データ研究、補助ロボット研究に導入する。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、それが発達の過程でどのように現れてくるのかを解明し、精神疾患や心の健康の問題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。

本拠点は、東京大学と海外研究機関から結集した16名の世界トップレベルの主任研究者らが駆動する「チームサイエンス」のアプローチにより、ニューロインテリジェンスの基盤となる神経回路の構造的および機能的な研究を指向する主任研究者間の密接な連携研究と情報交換を実施する。チームサイエンスが推進する研究は、大別して次の四つの領域で構成されている。

第一に、**発達研究**の分野では後藤由季子、狩野方伸、榎本和生、大木研一、杉山（矢崎）陽子らが、胎児期後期から出生後の期間における神経回路の発達、修飾、成熟の過程を生物学的に追求する。第二に、**人間/臨床研究**の分野には辻 晶、チャオ・ズーナス、笠井清登、とへんしゅらが参加する。幼児の言語能力獲得過程や創造性の期限、脳発達の臨界期に現れる精神障害の病理の究明は、人間の知能の理解を更に深化させることが期待される。へんしゅは自閉スペクトラム症等の幼児期の初期発達障害に注力し、笠井はMRIによる構造解析と機能解析によって若年層における健常者と統合失調症発症者の研究に取り組む。第三に、**計算論的研究**の分野は合原一幸、ツァイ・ミンボ、渡部喬光、長井志江が参加して予測モデリング、ニューロモルフィック計算、ロボット工学及び、AI技術の研究開発に取り組む。さいご**技術開発**の分野は河西春郎、岡田康志、竹内昌治が担当し、神経回路の可塑性の評価のための、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、神経回路可塑性の研究のための世界最先端技術の開発に取り組む。

以上の4つの領域研究は、互いに連携・協力してボトムアップの形で拠点の目標達成を目指す。チームサイエンスでは現在、社会学習、臨界期、予測、強化学習、自発的脳活動、multi-scale imaging、自閉症スペクトラム、疾病リスクの広汎な分野に取り組む13のプロジェクトが進行中である。これらは本機構における今後の研究活動維持に要する研究資金の維持の根拠にもなっている。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することにより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手がかりとしていく。

4. 中間評価における勧告について

1) 脳発達の原理究明は次世代AIの開発をどのように促進するのか？

脳内の神経回路網は遺伝子と環境のダイナミックな影響のもとに形づくられるが、現在のAIはその最終形のフィードフォワード型構造部分を主としてなぞったものに留まっている。そこで、シナプス増加と刈り込み、興奮性-抑制性回路バランス、連続的に生ずる神経可塑性の臨界期、ニューロ・モジュレーション、強化学習、トップ・ダウンフィードバック、自発的脳活動、注意、集団的行動等を総合的に加味した計算論の概念形成に取り組む。このような融合的チーム研究は、ニューロインテリジェンス国際研究機構の傑出した国際的研究者集団の強みである。究極の目標は、「ヒトの知性」をより正確に模倣し、精神疾患の症状を呈することもありうる次世代AIを創出することである。そのようにして、探索（可塑性）と実現（安定性）のトレードオフのバランスをとる「ヒトの知性」がもつ本質的にホメオダイナミクスな特性や、発達期の脳に漂う順応性に富んだ“雰囲気”を解明することを模索し、より柔軟で普遍性を持つニューロモルフィックAIを目指す。

2) IRCNにおける大学院教育プログラムはどのように整備されるのか？

ニューロインテリジェンス国際研究機構の任務自体には教育プログラムを第一に据えてはいないが、主任研究者はチームサイエンスや東京大学内の国際卓越大学院研究プログラム（WINGS）、先端物理・数学プログラム（FoPM）などを通して何らかのかたちで大学院教育に参画している。全ての主任研究者が博士課程学生の論文指導担当になっているわ

けではない状況については、総長室下に設置されたワークグループでの検討事項である。

3) ジェンダーバランスはどのように継続的に改善するのか？

ニューロインテリジェンス国際研究機構には4名の女性主任研究者が在籍しており、東京大学医学部の水準を超える女性研究員比を実現している。可能なエフォート時間の減少による男性主任研究者の退任等の今後の推移に伴い、女性比は更に25%程度まで増大することが見込まれる。優れた女性研究者のリクルートや若手女性の育成には今後も注力していく。

4) 拠点の長期維持と東京大学のコミットメントはどのようなになるのか？

東京大学による継続的なサポートはニューロインテリジェンス国際研究機構の維持と成長において不可欠である。東京大学は、その第4次中期目標・中期計画（案）において「…ニューロインテリジェンス国際研究機構（IRCN）… など世界トップレベルの研究拠点の活動を推進し、IRCNをはじめ組織の恒久化を図る」としている。ニューロインテリジェンス国際研究機構では既に副機構長の狩野方伸と合原一幸が、既に大型研究外部資金、すなわち、学術変革領域研究（A）（「脳の若返りによる生涯可塑性誘導 - iPlacidity - 臨界期機構の解明と操作」）とムーンショット型研究開発事業「複雑臓器制御系の数理的包括理解と超早期精密医療への挑戦」のをそれぞれ獲得した。ニューロインテリジェンス国際研究機構では「サステナビリティ・オフィス」を中心として引続き内外の研究資金の獲得に努めるとともに社会連携事業（ダイキン、ソフトバンク、豊田中央研究所、NTTRI）やベンチャー・キャピタル起業家との関係強化を図る。並行して、国際規模での若手育成活動の維持拡張のための寄附金の集積にも務めていく。

ホスト機関からのコミットメント

2022年2月19日

文部科学省 宛

ホスト機関名 東京大学

ホスト機関の長の役職・氏名 総長・藤井輝夫

「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上に明確に位置づけ」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。

東京大学は、その第4次中期目標・中期計画（案）において「東京大学国際高等研究所に設置したカブリ数物連携宇宙研究機構（Kavli IPMU）、ニューロインテリジェンス国際研究機構（IRCN）、東京カレッジなど世界トップレベルの研究拠点の活動を推進し、IRCNをはじめ組織の恒久化を図る。」とし、そのために、東京大学国際高等研究所（UTIAS）等の中核的研究拠点の組織運営の強化に特に注力していく。本学が卓越性と多様性の理念をモットーとして2021年9月に公表したUTokyo Compassは、「国際的に卓越した研究拠点をさらに強化することで知の接続ハブを構築し、世界トップレベルの研究を推進するとともに、分野協創型の新たな学知を創出する」ことを重点的アクションプランの一つに据えている。

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、近年著しい国内外の社会・経済環境の変革を踏まえ、経営力を強化し日々展開する社会的・経済的要請に対応できる大学となるべく、2017年に指定国立大学法人への指定を受けた。本学は、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、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) 平成29年度公募要領「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は、ヒトの知性の進化という、21世紀に残された大きな未解明・未開拓科学分野を研究対象としている。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にも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、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)、Beyond AI研究推進機構(2020年7月、本郷キャンパス)を設置した。本拠点はこれらのセンターと連携して、ニューロインスパイアード人工知能を含むその研究成果を広範囲の科学分野に応用し、社会・経済の高度な変革へ貢献することが期待される。東京大学は、このような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ったが、WPI補助金延長期間中に更に安定した組織に転換する作業を現在進めている。ニューロインテリジェンス国際研究機構も国際高等研究所内の組織として位置付け、将来更に安定な位置づけの組織に転換していくことを目指す。具体的な方針策定のため、東京大学は総長室下に2021年に関係研究科長等からなるワークグループを設置し、IRCNの将来像について総長に報告することとしている。

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。

東京大学は、資金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の審議を通しニューロインテリジェンス国際研究機構への十分な支援を継続していく。また、当該拠点に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。これらの方策を通して、東京大学はニューロインテリジェンス国際研究機構を学内の教育研究生態系に組み込んでいく。さらに2022年度より東京大学はニューロインテリジェンス国際研究機構での研究指導若しくはアドバイザ業務に当たる二人の教員に対する一部人件費を支援する。

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きた。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で臨んでいく。

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、新領域創成科学研究科、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。項目 2)で触れた総長室下のワークグループにおいても関係する戦略的方策を検討・策定していく。

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ことが期待される。

本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を可能にする制度を独自に展開している。40歳未満の優秀な若手教員を支援することを目的として2017年度に設立した東京大学卓越研究員制度により、ニューロインテリジェンス国際研究機構の若手主任研究者4名の雇用が現在確保されている。東京大学は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研究棟に専用スペースが確保されている。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おり、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供与を継続する。

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。さらに、総長のリーダーシップのもと本郷キャンパスにおける14階建てフロア総面積90,000平米の革新生命科学棟の建設を検討中である。これが実現すれば、ニューロインテリジェンス国際研究機構と関連する教育研究を実施する他部局がともに新研究棟に入居することが想定される。それまでの間、東京大学はニューロインテリジェンス国際研究機構の先端的機器・施設を用いた研究が滞りなく実施されるため、現在の研究棟におけるスペースや基盤インフラの優先的充当を継続する。

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、東京大学は2022年度より定年制事務職員9名をニューロインテリジェンス国際研究機構の事務部門に配属し、この配属水準を継続する。これらの事務部門メンバーは、機構長と事務部門長の采配のも

と、WPI補助金で雇用する有期雇用事務職員の協力を得てニューロインテリジェンス国際研究機構の多様な事務業務を遂行する。

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。

2021年2月に報告された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)では以下が述べられている：「東京大学はニューロインテリジェンス国際研究機構にたいして研究スペース、スペース改装のための経費、基盤設備、若手の主任研究者にたいする支援を提供している。東京大学は、ニューロインテリジェンス国際研究機構の学内恒久部局化を念頭に具体的方針を策定するためのワークグループを設置した」。東京大学は、このワークグループ及びその他の議論・意見交換の場を通してニューロインテリジェンス国際研究機構が培った運営・管理手法の学内一般への適用についても取り組んでいく。

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。ニューロインテリジェンス国際研究機構は Kavli IPMU との強い協力関係を通じてWPI拠点運用上の様々な知見を得ている。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制度により、ニューロインテリジェンス国際研究機構の若手主任研究者のうち4名の雇用が確保されている。

宇宙誕生の謎を探るKavli IPMUとヒト知性の神経基盤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。

※ 2022年4月1日時点で、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）。

	氏 名	現在の所属 (機関、部局、専攻等)	現在の専門 学 位	備 考
1	Takao HENSCH*	東京大学国際高等研究所ニューロ インテリジェンス国際研究機構 ハーバード大学 脳科学センター・ 分子細胞生物学分野 ハーバードメディカルスクール ポ ストン小児病院	Developmental neuroscience, neurophysiology PhD	ボストン小児病院
2	狩野 方伸*	東京大学大学院医学系研究科機能 生物学専攻生理学講座	神経生理学 博士（医学）	
3	榎本 和生*	東京大学大学院理学系研究科生物 科学専攻光計測生命学講座	脳神経回路 博士（薬学）	
4	合原 一幸*	東京大学特別教授室・国際高等研 究所ニューロインテリジェンス国 際研究機構	生命情報システム 工学博士	
5	河西 春郎*	東京大学国際高等研究所ニューロ インテリジェンス国際研究機構	神経生理学 医学博士	
6	笠井 清人*	東京大学大学院医学系研究科脳神 経医学専攻臨床神経精神医学講座	精神医学 博士（医学）	
7	大木 研一*	東京大学大学院医学系研究科機能 生物学専攻生理学講座	神経科学 博士（医学）	
8	後藤 由季子*	東京大学大学院薬学系研究科薬科 学専攻生物薬科学講座	神経幹細胞 理学博士	
9	岡田 康志*	東京大学大学院医学系研究科 分子細胞生物学専攻細胞生物学・ 解剖学講座	バイオイメーjing 博士（医学）	
10	竹内 昌治*	東京大学大学院情報理工学系研究 科知能機械情報学専攻知能機械構 成学講座	バイオマイクロナノデ バイス 博士（工学）	
11	渡部 喬光	東京大学国際高等研究所ニューロ インテリジェンス国際研究機構	神経科学 博士（医学）	
12	杉山(矢崎)陽子	東京大学国際高等研究所ニューロ インテリジェンス国際研究機構、 沖縄科学技術大学院大学	神経科学 博士（理学）	
13	長井 志江	東京大学国際高等研究所ニューロ インテリジェンス国際研究機構	認知発達ロボティクス 博士（工学）	
14	辻 晶	東京大学国際高等研究所ニューロ インテリジェンス国際研究機構	心理言語学 Ph.D.	
15	Zenas C. CHAO	東京大学国際高等研究所ニューロ インテリジェンス国際研究機構	生命医学工学 Ph.D.	
16	Mingbo CAI	東京大学国際高等研究所ニューロ インテリジェンス国際研究機構	神経科学 Ph.D.	