

脳天文台を中核とする脳型重層研究・バンク網が導く 多様な個の脳・こころと環境のウェルビーイングが共存する「和の社会」構想

① ビジョンの概要

先端的な多階層観測技術を備えた「脳天文台（仮称）」をハブとし、強固に結んだ研究網で最先端の脳科学研究を行う。多階層の神経活動観測とデータ科学により脳のネイティブコードを理解し、ヒトのこころの動きや精神・神経疾患のシミュレーションを可能にするヒト脳デジタル生物学の創生を通じて脳と AI が共存する「和の社会」の創生に貢献する。本構想は日本神経科学学会の構想（No. 42）と相補的である。

② ビジョンの内容

ヒト脳は約 1,000 億個の神経細胞が 100 兆個のシナプス結合を介して結合する局所回路と大域回路が織りなす重層回路網である。神経細胞同士がどのようなアルゴリズムで回路網間を通信しているのか、神経細胞間の情報処理ルールいわば神経系の「ネイティブコード」を解明することは神経科学の究極の目的の一つである。そこで、本構想では、神経科学者と AI・工学研究者を集約した先鋭的な脳天文台（仮称）を新規に整備し、神経活動を網羅的に観測するに留まらず、生体脳あるいは脳由来素材と AI を人工的に接続するインターフェイスを開発し、神経・シナプス活動の網羅的な計測と、神経活動操作を組み合わせることで、脳重層ネットワーク内における情報処理ルール（ネイティブコード）を解明する。さらに、分子・細胞レベルの操作を介して、ネイティブコードによる情報の生成と解読に必須の分子・細胞メカニズムを解明する。これにより精神・神経疾患等による神経回路内の情報伝達異常のメカニズム解明を推進する。脳天文台と全国の研究機関を強固に結合し、地方にしながら世界最先端の脳 AI 融合研究を可能にするインフラストラクチャーを構築し、地方の研究者もネットワークを介して脳天文台の脳-AI 接続実験に参加する。「Society5.0 における人間と AI が共存する和の社会の実現のためには、人間特有の「脳とこころ」の多様性解明が不可欠である。ネイティブコードの解明は、人間のウェルビーイングに深く関わる意識下の「こころ」状態モニターの開発を通じて文理融合にも寄与することが期待される。さらに脳機能拡張や精神疾患の「こころ」の解明については倫理的・法的な視点が欠かせない。本ビジョンは、一人ひとりの人間性を尊重し、持続可能な世界の構築に貢献するものである。以上の活動を通じて、「ヒト脳デジタル生物学」を創生する。

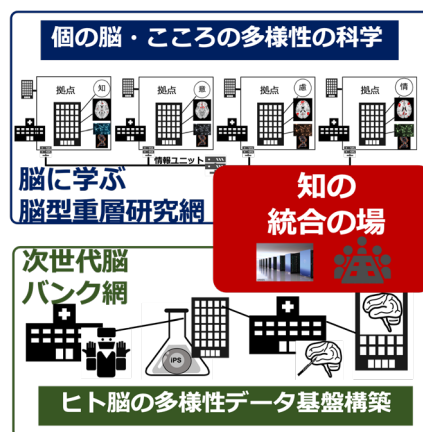


図1 脳型重層研究網

③ 学術研究構想の名称

脳天文台を中核とする脳型重層研究・バンク網が導く多様な個の脳・こころと環境のウェルビーイングが共存する「和の社会」構想

④ 学術研究構想の概要

中核機関を中心に、ネイティブコードの解読を進め、その生成と解読に必須の分子・細胞メカニズムを解明する。高速ネットワークを活用することで時間遅れなしに全国から接続可能であり、地方にしながら最先端の実験系にアクセスしデータを取得するシステムを構築する。脳の演算処理及びニューロツイン（創薬に活用できる細胞内構造/神経回路のバーチャル疾患モデル、脳機能の一部を代替するデジタルデバイス等）及び分子・細胞操作による知見を疾患研究・治療開発に展開し、最終的にヒト脳全体のモデル化と高効率 AI の創出を目指す。「ヒト脳デジタル生物学」実現のための脳研究網は、優れた情報処理能力を持つ脳に学び、複数の研究拠点を地方の機関に分散配置して拠点の実験環境にアクセスすることで多階層のネットワーク型脳研究を推進する。またこのような研究に活用する脳資源を安定的に確保するためヒト iPSC 由来脳オルガノイド・アセンブロイドや脳外科残余検体を収集・維持管理・利活用する次世代脳バンクを整備する。

⑤ 学術的な意義

ネイティブコードの解読は、生体脳と AI 等の人工脳をシームレスに繋げる BMI 技術の礎となる。脳のふるまいを統合的・網羅的に観測したデータに基づき解読するアプローチに必要な巨大なデータ収集の限界を突破するため、網羅的に記録した脳活動データを集約し、研究を遂行する集中型脳科学研究施設が国際的にも提案されている。本提案はさらにその先を見据え、集中型脳科学研究施設を中核としつつも、最先端のネットワーク技術を用いて研究網を全国展開することで、地域格差なく有機的に最先端研究ができる融合型研究体を目指す点が極めて独創的である。脳をより統合的に深く理解しデジタル情報として再構築するためには、分野を横断し利用される大規模な共同研究設備・体制が必要である。異分野連携を主体としてデータサイエンススキルを含む各種技術の習得可能な拠点として若手をバックアップし、世界への雄飛を支援する。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

国際的には「次世代型ブレイン・オブザーバトリー」と呼ばれる研究所群の設立が提唱されている。さらに、米国 Brain Initiative や Allen Institute による神経活動や細胞の網羅的計測あるいは欧州 EBRAINS による脳デジタル研究基盤の充実が目覚ましい。日本には同様の取り組みがなく、脳研究網と生体脳を含む次世代脳バンク網を連結し、シナプス研究や霊長類神経科学、ヒト脳オルガノイド研究といった日本の強みをさらに発展させて新しい問題にアプローチすることが必要である。こうした多階層研究を推進するためには、整備が進められている死後脳バンクに加え、ゲノム情報と紐づいた残余脳外科検体等及び脳画像・脳波等の貴重なヒト脳資源を統合的に利活用する全国的な脳研究資源基盤の整備も必要である。

⑦ 社会的価値

脳型重層研究網構想は、少子高齢化と大都市への資源集約が進んでいる日本における学術研究のあり方を根本的に変える、競争型でなく調「和」型の研究構想である。最新の情報技術で中核と強固に結んだ研究網の構想は地方創生の一助ともなる。日本人が伝統的に理想とした「和」を、脳と AI の対立ではなく、両者の共存を内含した普遍的な概念として再定義し、日本発の思想として世界に発信する。また市民に向けたメッセージとして、脳の健康維持や疾患克服、生涯にわたる幸福感とウェルビーイングの向上は喫緊の課題である。脳機能の補助・拡張技術は、労働人口減少や認知症をはじめとする精神神経疾患の増加に対する切り札となる。ネイティブコードとその分子・細胞基盤の解明を通じて目指す精神・神経疾患の克服や低消費電力・低 CO2 排出のヒト型 AI の開発は、学術的価値だけでなく経済的・産業的にも重要であり、脳科学の知見に基づく革新的な情報処理技術の実現は Society5.0 とその先に向けた大きな技術革新となるであろう。

⑧ 実施計画等について

初年度に、自然科学研究機構に置く中核拠点「脳天文台（仮称）」設立に着手し（神経科学学会が提案する「脳」天文台）、「地方研究拠点」は既存建物を改修する。ネットワークで中核拠点と地方研究拠点を結ぶための協議会を設置する。次世代脳バンクは国立精神・神経医療研究センターなどの国研に設置することを想定している。2～3年目に「脳天文台（仮称）」計測系を立ち上げ、神経細胞間の情報処理ルール（ネイティブコード）の解読研究に着手し、速やかに最先端多階層観測技術を共同利用として活用しやすい基盤を構築し、地方からネイティブコード解明研究に主体的に参画できる体制を構築する。オルガノイド、線虫、昆虫、哺乳類など多種脳のネイティブコードの差異の解明とその細胞・分子基盤を比較研究する。女性比率、外国人比率に数値目標を設定しダイバーシティ確保を目指す。総経費は 1055 億円であり、その内訳は「脳天文台（仮称）」建設費 300 億円、運営費 30 億円 10 年間（計 600 億円）、「地方研究拠点と連携機関の整備」初期費用 200 億円、運営費 10 億円 10 年間（計 300 億円）、「次世代脳バンク」初期費用 30 億円 2 年間及び 10 億円 8 年間（計 140 億円）、「情報基盤整備」初期費用 5 億円、運営費 1 億円 10 年間（計 15 億円）。

⑨ 連絡先

高橋 良輔（日本学術会議会員、京都大学）、花川 隆（日本学術会議連携会員、京都大学）

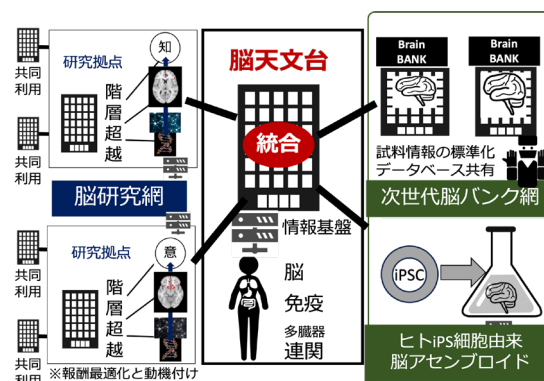


図2 脳天文台を中核とした研究体制