



Brain/minds

Brain Mapping by Integrated
Neurotechnologies for Disease Studies

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

Project Mission

プロジェクトミッション

Paradigm Shift in Brain Science Research

With a network of some 100 billion neurons, the human brain processes a huge amount of information to perform the complex functions that make us unique. Conventional research methods have only had limited success in unraveling the mechanisms of this intricate information processing network. When taking measurements at the neuron level, only a small number of cells can be examined at one time. Conversely, activity of a large brain area can be estimated only through the averaged activities of a local neuronal population of several hundred thousand. Given this, it was thought by most scientists until recently that brain-wide analyses of network activity at the level of single neurons was impossible.

Fortunately, however, several new technologies have been developed in quick succession in recent years that provide keys to analyzing the whole brain network at the level of single neurons. These include: technology that enables automatic analysis of the brain structure at the resolution of electron microscopy; imaging technology that makes the brain transparent and records its entire structure on a cellular level; and technology that controls activity of specific neurons by light. Stimulated by these new technologies, neuroscientists are undergoing a major paradigm shift in their research, with the goal of elucidating the full mechanisms of the brain.

In 2013, two large-scale 10-year projects to study the brain

were launched: the BRAIN Initiative (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies) in the United States, and the Human Brain Project (HBP) in Europe.

In parallel with these initiatives in the US and Europe, Japan formulated its own 10-year project to achieve the following three objectives: to focus on studies of non-human primate brains that will directly link to better understanding of the human brain; to elucidate the neural networks involved in such brain disorders as dementia and depression; and to promote close cooperation between basic and clinical research related to the brain. Dubbed Brain Mapping by Integrated Neurotechnologies for Disease Studies (Brain/MINDS), this new project was just launched in fiscal year 2014. Over the next 10 years, this program will contribute to advancing the development of applied technology for brain science and furthering research directed at overcoming disease.

As the program supervisor and officers for this massive project, we will work to expand cooperation among a broad range of scientists to apply novel ideas and technologies that will pioneer new frontiers in brain science.

Shigeo Okabe
Graduate School of Medicine, The University of Tokyo

Tetsuya Matsuda
Brain Science Institute, Tamagawa University

Toshihisa Ohtsuka
Graduate School of Medicine / Faculty of Medicine,
University of Yamanashi

全容を明らかにしようとする 脳科学研究のパラダイムシフト

ヒトの脳は1000億個もの神経細胞が特有のネットワークを形成し、膨大な情報を処理し、ヒトに特有の複雑な脳機能を実現しています。この複雑な情報処理の仕組みを解明する上で、これまでの研究手法には限界がありました。神経細胞レベルでの測定をする場合にはごく限られた数の細胞しか調べられず、逆に脳の広い範囲の活動を知りたい場合には何十万個という神経細胞の集団的な活動の平均値しか測れませんでした。したがって細胞レベルで脳のネットワーク全体を解析することは不可能というのが研究者の常識でした。

しかしながら、近年、電子顕微鏡レベルで脳の立体構造を自動的に解析する技術、脳を透明化することにより全体の構造を細胞レベルで一度に画像化する技術、光を利用して特定の神経細胞の活動を制御する技術など、脳全体のネットワークのふるまいを神経細胞レベルで解析する上で鍵となる技術が次々と開発されてきています。こうした新しい技術の発展を見据え、脳の全容を明らかにしようとする研究のパラダイムシフト（劇的な変化）が起きようとしています。

米国では、2013年4月にオバマ大統領によるブレイン・イニシアティブが発表され、欧州では、2013年1月にヒューマン・ブレイン・プロジェクトがEUフラッグシッププロジェクトに採択されるなど、10年計画の大型プロジェクトが始まりました。日本においてはこうした欧米の動向も踏まえながら様々な角度から検討が進められ、ヒト脳の理解に直結するという点から、霊長類の脳を対象とした研究を中心とすること、認知症やうつ病などの脳疾患と神経ネットワークとの関係を明らかにするために、基礎と臨床が密接に協力することが必要であること、などを柱とした研究提案が取りまとめられました。この提案を踏まえて、新たな技術開発や臨床研究との融合が支える「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」を2014年度から開始いたしました。今後10年間で脳の構造と機能を様々な階層でマッピングすることを目指しています。当プロジェクトから得られる脳構造・機能マップは、今後脳科学の応用技術の高度化や疾患克服に向けた研究に貢献していきます。プログラムスーパーバイザー・オフィサーとして本プロジェクトを担当するにあたり、こうした大きな流れを意識した上で今後、国内外の様々な研究機関等と連携し、このチャレンジングな研究プロジェクトを推進してまいります。

Program Supervisor プログラムスーパーバイザー



Shigeo Okabe

Graduate School of Medicine,
The University of Tokyo

岡部 繁男

国立大学法人 東京大学 大学院医学系研究科 教授

Program Officers プログラムオフィサー



Tetsuya Matsuda

Brain Science Institute,
Tamagawa University

松田 哲也

学校法人玉川学園 玉川大学 脳科学研究所 /
大学院脳科学研究科 教授



Toshihisa Ohtsuka

Graduate School of Medicine / Faculty of Medicine,
University of Yamanashi

大塚 稔久

国立大学法人 山梨大学
大学院総合研究部・医学域 教授

Central Institutes

中核拠点

In addition to mapping the structural and functional aspects of the primate brain, the central institutes are involved in developing innovative technology to further the project. There are currently three central institutes. RIKEN, which was designated as the project's core institute in March 2014, began work on the project in May of the same year under project leaders Hideyuki Okano and Atsushi Miyawaki. The two other central institutes are Keio University (Erika Sasaki) and Kyoto University (Katsuki Nakamura). The objectives of the Core Institute projects are (A) structure and functional mapping of the non-human primate brain, and (B) development of novel, cutting-edge technologies that support brain mapping. In the process of building a large-scale database, work is also progressing on preparing a model that will help to explain the relationship between structure and function and the interaction of macro and micro neural circuits.

プロジェクトの中心となる霊長類の脳構造・機能マップの作成を実施するとともに、これに寄与する革新的な解析技術の開発等を実施します。

2014年3月、代表機関として国立研究開発法人理化学研究所（研究代表者：宮脇敦史、岡野栄之）が採択され、同年5月より事業を開始いたしました。参画機関としては、同年8月に学校法人慶應義塾（研究代表者：佐々木えりか）、国立大学法人京都大学（研究代表者：中村克樹）が採択され、この3機関により中核機関を構成します。

中核拠点では、(A) 霊長類の脳構造・機能マップの作成、(B) 霊長類の脳構造・機能マップの作成に寄与する革新的な解析技術の開発等を行い、更に、大量データのデータベース化を進めながらマクロ・ミクロ回路の相互作用や構造・機能の連関を説明するモデル構築を進めます。

Core Institute (RIKEN) 代表機関 (理化学研究所)

Group A: Structure and functional mapping of the non-human primate brain

Hideyuki Okano
RIKEN Brain Science Institute, Marmoset Neural Architecture
School of Medicine, Keio University

Tetsuo Yamamori
RIKEN Brain Science Institute
Molecular Analysis of Higher Brain Function

Noritaka Ichinohe
RIKEN Brain Science Institute
Molecular Analysis of Higher Brain Function

Tomomi Shimogori
RIKEN Brain Science Institute
Molecular Mechanisms of Thalamus Development

Naotaka Fujii
RIKEN Brain Science Institute, Adaptive Intelligence

Atsushi Iriki
RIKEN Brain Science Institute, Symbolic Cognitive Development

Takaomi Saïdo
RIKEN Brain Science Institute, Proteolytic Neuroscience

Takuya Hayashi
Functional Architecture Imaging Unit
Center for Life Science Technologies

Partha Mitra
RIKEN Brain Science Institute, Marmoset Neural Architecture
Cold Spring Harbor Laboratory

研究 A: 霊長類の脳構造・機能マップの作成

岡野 栄之
脳科学総合研究センター マーモセット神経構造研究チーム
学校法人慶應義塾 慶應義塾大学 医学部

山森 哲雄
脳科学総合研究センター 高次脳機能分子解析チーム

一戸 紀孝
脳科学総合研究センター 高次脳機能分子解析チーム

下郡 智美
脳科学総合研究センター 視床発生研究チーム

藤井 直敬
脳科学総合研究センター 適応知性研究チーム

入来 篤史
脳科学総合研究センター 象徴概念発達研究チーム

西道 隆臣
脳科学総合研究センター 神経蛋白制御研究チーム

林 拓也
ライフサイエンス技術基盤研究センター 機能構築イメージングユニット

Partha Mitra
脳科学総合研究センター マーモセット神経構造研究チーム
Cold Spring Harbor Laboratory

Group B: Development of novel, cutting-edge technologies that support brain mapping

Atsushi Miyawaki
RIKEN Brain Science Institute, Cell Function Dynamics

Kang Cheng
RIKEN Brain Science Institute
Support Unit for Functional Magnetic Resonance Imaging

Yukiko Goda
RIKEN Brain Science Institute, Synaptic Plasticity and Connectivity

Taro Toyoizumi
RIKEN Brain Science Institute, Neural Computation and Adaption

Shigeyoshi Fujisawa
RIKEN Brain Science Institute, Systems Neurophysiology

Masanori Murayama
RIKEN Brain Science Institute, Behavioral Neurophysiology

Tomoki Fukai
RIKEN Brain Science Institute, Neural Circuit Theory

Yoko Yamaguchi
RIKEN Brain Science Institute, Neuroinformatics Japan Center (NIJC)

Hideo Yokota
Image Processing Research Team, Extreme Photonics Research Group,
Center for Advanced Photonics

研究 B: 霊長類の脳構造・機能マップの作成に寄与する革新的な解析技術の開発等

宮脇 敦史
脳科学総合研究センター 細胞機能探索技術開発チーム

程 康
脳科学総合研究センター 機能的磁気共鳴画像 (fMRI) 測定支援ユニット

合田 裕紀子
脳科学総合研究センター シナプス可塑性・回路制御研究チーム

豊泉 太郎
脳科学総合研究センター 神経適応理論研究チーム

藤澤 茂義
脳科学総合研究センター システム神経生理学研究チーム

村山 正宜
脳科学総合研究センター 行動神経生理学研究チーム

深井 朋樹
脳科学総合研究センター 脳回路機能理論研究チーム

山口 陽子
脳科学総合研究センター 神経情報基盤センター (NIJC)

横田 秀夫
光量子工学研究領域 エクストリームフォトンクス研究グループ
画像情報処理研究チーム

Project Leaders プロジェクトリーダー



Hideyuki Okano
岡野 栄之



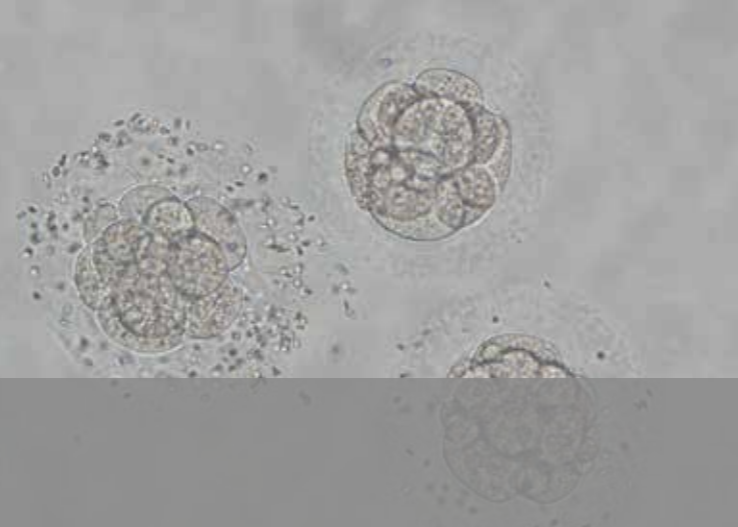
Atsushi Miyawaki
宮脇 敦史

Central Institutes

中核拠点

Partner Institutes (Keio and Kyoto Universities)

参画機関 (慶應義塾大学・京都大学)



Clinical Research Group

臨床研究グループ

Research and development directed at elucidating and overcoming the causes of neuropsychiatric disorders in humans

ヒトの精神・神経疾患等原因究明・克服に向けた研究開発



The two other central institutes, also called Partner Institutes, accelerate progress on the project by supporting the work of the Core Institute (RIKEN).

「中核拠点」の一部として、代表機関（理化学研究所）の実施内容および機能の補完を行い、本プロジェクトの進捗を加速させる役割を果たします。

Innovative approaches for the compilation of non-human primate brain map

Shinsuke Shibata Keio University School of Medicine, Electron Microscope Laboratory

霊長類ミクロ・マクロコネクトーム解析及びマーモセット脳科学研究支援

芝田 晋介 (参画機関業務主任) 学校法人 慶應義塾 慶應義塾大学 医学部 電子顕微鏡研究室



Neural networks underlying higher brain functions in common marmosets

Katsuki Nakamura Prime Research Institute, Kyoto University

マーモセットの高次脳機能マップの作成とその基盤となる神経回路の解明及び参画研究者に対する支援

中村 克樹 (参画機関業務主任) 国立大学法人 京都大学 霊長類研究所



In undertaking the structural and functional brain mapping that is at the center of the project, The Clinical Research Group will (1) Provide information necessary to understand how the functions of the primate brain translate to the human brain (2) Develop translatable brain behavior markers based on information derived from the maps, and apply feedback to Central Institute for further R&D on overcoming human neuropsychiatric disorders.

「中核拠点」がプロジェクトの中心となる霊長類の脳構造・機能マップの作成するにあたり、

① 霊長類とヒトの脳の対応付けに必要な情報の提供

② 作成されたマップ情報をもとにトランスレータブルな脳・行動指標の開発を行う

など相互に成果をフィードバックすることにより、ヒトの精神・神経疾患克服に向けた研究開発を行います。

Management Team 臨床研究総括チーム

Translation between brain maps in primates and brain circuits in patients with neuropsychiatric disorders using integrative neuroimaging data resources

Kiyoto Kasai Graduate School of Medicine, The University of Tokyo

精神・神経疾患患者および健常者の脳画像等データリソース統合にもとづく中核拠点霊長類回路マップと疾患研究チーム患者回路情報の連結

笠井 清登 (代表機関業務主任) 国立大学法人 東京大学 医学部附属病院



Disease Research Team 疾患研究チーム

Identification of brain circuits in psychiatric disorders using neuroimaging and translatable brain markers

Kiyoto Kasai Graduate School of Medicine, The University of Tokyo

大規模脳画像解析とヒト-霊長類を連結するトランスレータブル脳・行動指標開発にもとづく精神疾患の病態神経回路解明

笠井 清登 (代表機関業務主任) 国立大学法人 東京大学 医学部附属病院



Development of translatable biomarkers for neural circuits disturbance and recovery in cerebrovascular diseases and Parkinson's disease

Ryosuke Takahashi Graduate School of Medicine, Kyoto University

脳血管障害とパーキンソン病における脳神経回路障害とその機能回復に関わるトランスレータブル脳・行動指標の開発

高橋 良輔 (代表機関業務主任) 国立大学法人 京都大学 大学院医学研究科



Integrated connectome researches of neurodegenerative diseases

Hitoshi Okazawa Medical Research Institute / Center for Brain Integrative Research, Tokyo Medical and Dental University

変性性認知症による脳機能ネットワーク異常の全容解明

岡澤 均 (代表機関業務主任) 国立大学法人 東京医科歯科大学 難治疾患研究所/脳統合機能研究センター



Technology Development Group

技術開発個別課題

R&D directed at accelerating the achievement of goals set by the Central Institutes and the Clinical Research Group

「中核拠点」及び「臨床研究グループ」が設定する目標の達成を補完・加速させるために必要と認められる研究開発を実施

Developing basic technologies toward comprehensive circuit mapping of the primate brain

Hiroki R. Ueda
Graduate School of Medicine, The University of Tokyo

霊長類脳の網羅的回路マッピングに向けた要素技術開発

上田 泰己
国立大学法人 東京大学 大学院医学系研究科

Bridging the gap between macroscopic and microscopic functional organization with multimodal functional mapping

Kenichi Ohki
Graduate School of Medicine, The University of Tokyo

マクロとミクロをつなぐマルチモーダル機能マッピング技術の開発

大木 研一
国立大学法人 東京大学 大学院医学系研究科

Multidisciplinary analyses of neuronal circuits and structures to understand marmoset brain functions

Atsushi Nambu
National Institute for Physiological Sciences

多角的神経回路・構造解析法によるマーモセットの脳機能解析

南部 篤
大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 生理学研究所

Development of super-resolution multi-photon microscopy by utilizing a novel semiconductor based light source

Tomomi Nemoto
Research Institute for Electronic Science, Hokkaido University
Hiroyuki Yokoyama
New Industry Creation Hatchery Center, Tohoku University

新規半導体レーザー光源を用いた超解像多光子励起顕微鏡法の開発

根本 知己 国立大学法人 北海道大学 電子科学研究所
横山 弘之 国立大学法人 東北大学 未来科学技術共同研究センター

Development of optical techniques to manipulate and measure cortical circuits with higher brain functions

Masanori Matsuzaki
Graduate School of Medicine, The University of Tokyo

大脳皮質高次脳機能回路の操作・光計測技術の開発

松崎 政紀
国立大学法人 東京大学 大学院医学系研究科

A novel multi-neuronal recording with optogenetic identification of axonal projections

Yoshikazu Isomura
Brain Science Institute, Tamagawa University

光遺伝学的に投射先を同定するマルチニューロン記録技術の開発

磯村 宜和
学校法人玉川学園 玉川大学 脳科学研究所

Development of innovative method for projection pathway specific gene expression to manipulate neural network

Akihiro Yamanaka
Research Institute of Environmental Medicine, Nagoya University

革新的な投射経路特異的遺伝子発現制御法の開発と回路機能操作による機能マップ作成

山中 章弘
国立大学法人 名古屋大学 環境医学研究所

Developing cell type-specific gene expression techniques in marmoset brain

Hirokazu Hirai
Gunma University Graduate School of Medicine

マーモセット中枢神経系の細胞種特異的、回路特異的遺伝子発現ウイルスベクターの開発

平井 宏和
国立大学法人 群馬大学 大学院医学系研究科

Comprehensive measurement and analysis of spatiotemporal transcriptome and epigenome dynamics in the common marmoset brain

Yasuhiro Go
Center for Novel Science Initiatives, National Institutes of Natural Sciences

霊長類脳の構造・機能をささえる分子基盤解明にむけたマーモセット全脳遺伝子発現動態・エピゲノム動態解析

郷 康広
大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 新分野創成センター

Two-photon multi-color imaging of memory circuits in the fixed and transient brain

Haruo Kasai
Graduate School of Medicine, The University of Tokyo

多重標識した記憶神経回路の固定透明化脳における高速2光子マッピング法の開発

河西 春郎
国立大学法人 東京大学 大学院医学系研究科

Fast 3D recording of neuronal activity and long-term imaging of activity traces through development of innovative probing technologies

Haruhiko Bito
Graduate School of Medicine, The University of Tokyo
Kazuo Kitamura
Graduate School Department of Interdisciplinary Research, University of Yamanashi

革新的プロービングによる神経活動の高速3D測定と活動痕跡の長期可視化

尾藤 晴彦 国立大学法人 東京大学 大学院医学系研究科
喜多村 和郎 国立大学法人 山梨大学 大学院総合研究部

Ultra-thin Electronic Sensor System for Marmoset's Brain Signal measurement

Tsuyoshi Sekitani
The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

体内埋込型集積回路内蔵フレキシブル超薄膜センサシートを用いたマーモセットの脳信号計測システムの開発

関谷 毅
国立大学法人 大阪大学 産業科学研究所

Development of technologies for pathway-specific manipulation and structural analysis of neural circuits aiming at functional brain research of common marmosets

Kazuto Kobayashi
Institute of Biomedical Sciences, Fukushima Medical University
Masahiko Watanabe
Graduate School of Medicine, Hokkaido University

マーモセット脳機能研究に最適化した経路選択的操作とその基盤となる回路構造解析技術の開発

小林 和人 公立大学法人 福島県立医科大学 附属生体情報伝達研究所
渡辺 雅彦 国立大学法人 北海道大学 大学院医学研究科

Developing new imaging techniques which visualize the functional map of the brain

Junichi Nakai
Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

霊長類脳の単一ニューロンレベルの機能マップを可能にする革新的イメージング技術の開発

中井 淳一
国立大学法人 埼玉大学 大学院理工学研究科

Development of innovative photo-functional small molecule probes for advancing comprehensive understanding of brain structure and function

Yasuteru Urano
Graduate School of Pharmaceutical Sciences, The University of Tokyo

脳構造・機能の統合的理解に資する革新的光機能性小分子群の創製

浦野 泰照
国立大学法人 東京大学 大学院薬学系研究科

Computational frameworks for multi-scale models using structural and functional brain map data

Kenji Doya
Neural Computation Unit, Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University

脳構造・機能マップによる多階層モデルのための計算技術開発

銅谷 賢治
学校法人 沖縄科学技術大学院大学 神経計算ユニット

Development of the marmoset embryo-manipulating technologies for efficient generation of knock-in animals and reduction of generation interval

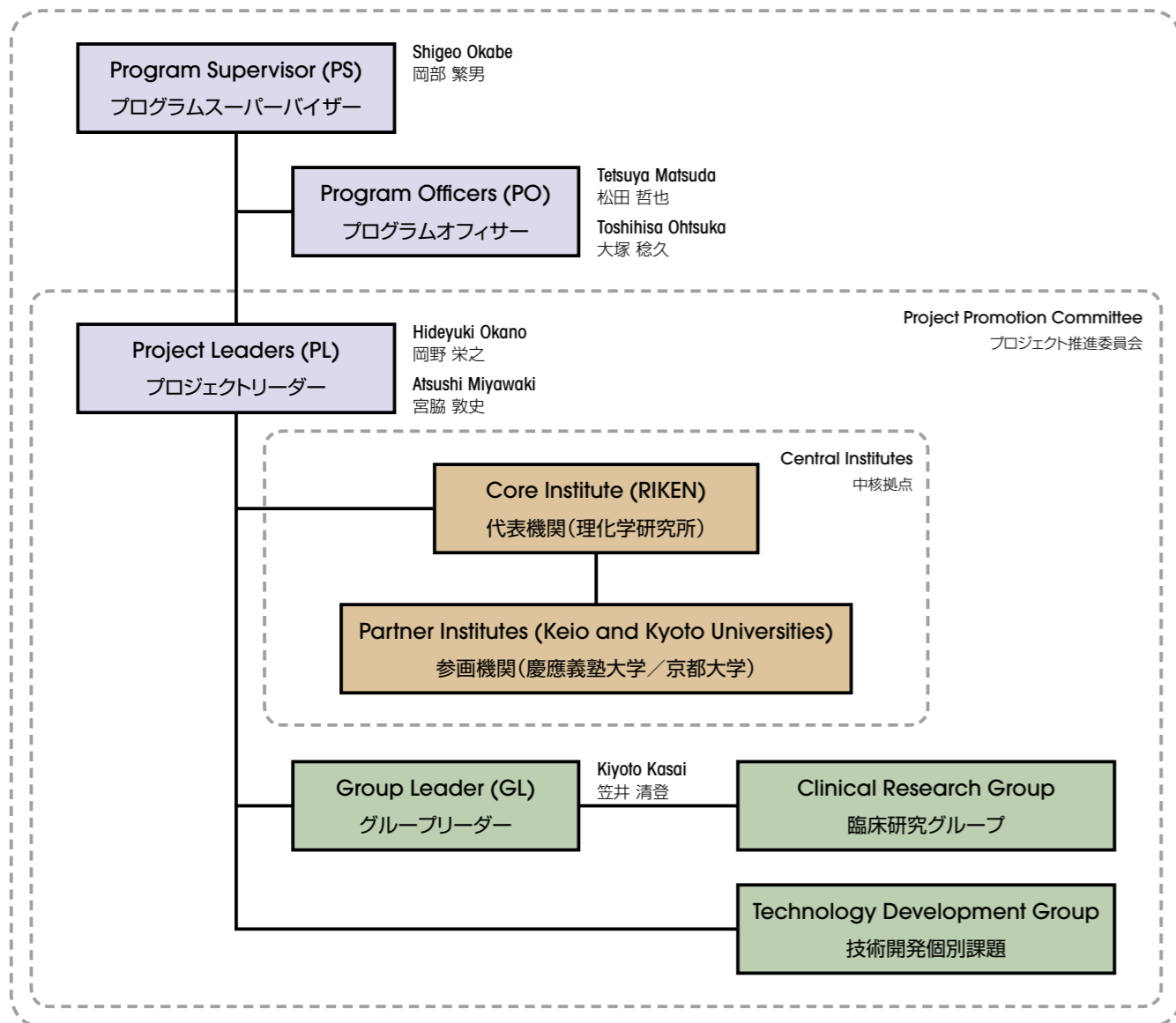
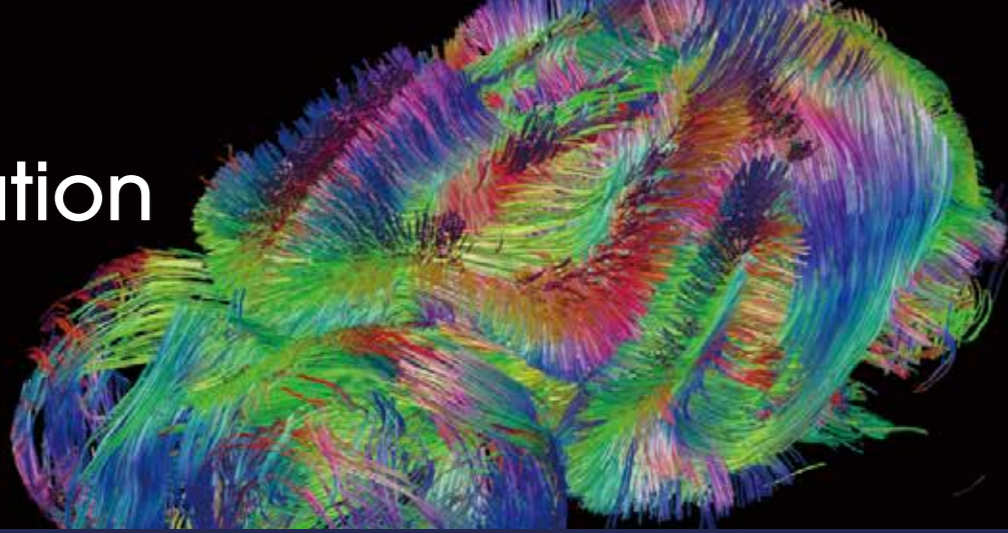
Atsu Aiba
Graduate School of Medicine, The University of Tokyo
Atsuo Ogura
Bioresource Engineering Division, RIKEN BioResource Center

遺伝子操作マーモセットの作製・世代短縮のための革新的胚操作技術の開発

饗場 篤 国立大学法人 東京大学 大学院医学系研究科
小倉 淳郎 国立研究開発法人 理化学研究所バイオリソースセンター

Organization

体制図



as of Apr. 1, 2016
2016年4月1日現在

