

ムーンショットプログラム 国際シンポジウム

分科会 2

神経系とその関係組織等生命メカニズムの完全理解による“心身共に成長し続ける人生の実現”

令和元年10月31日

分科会主査

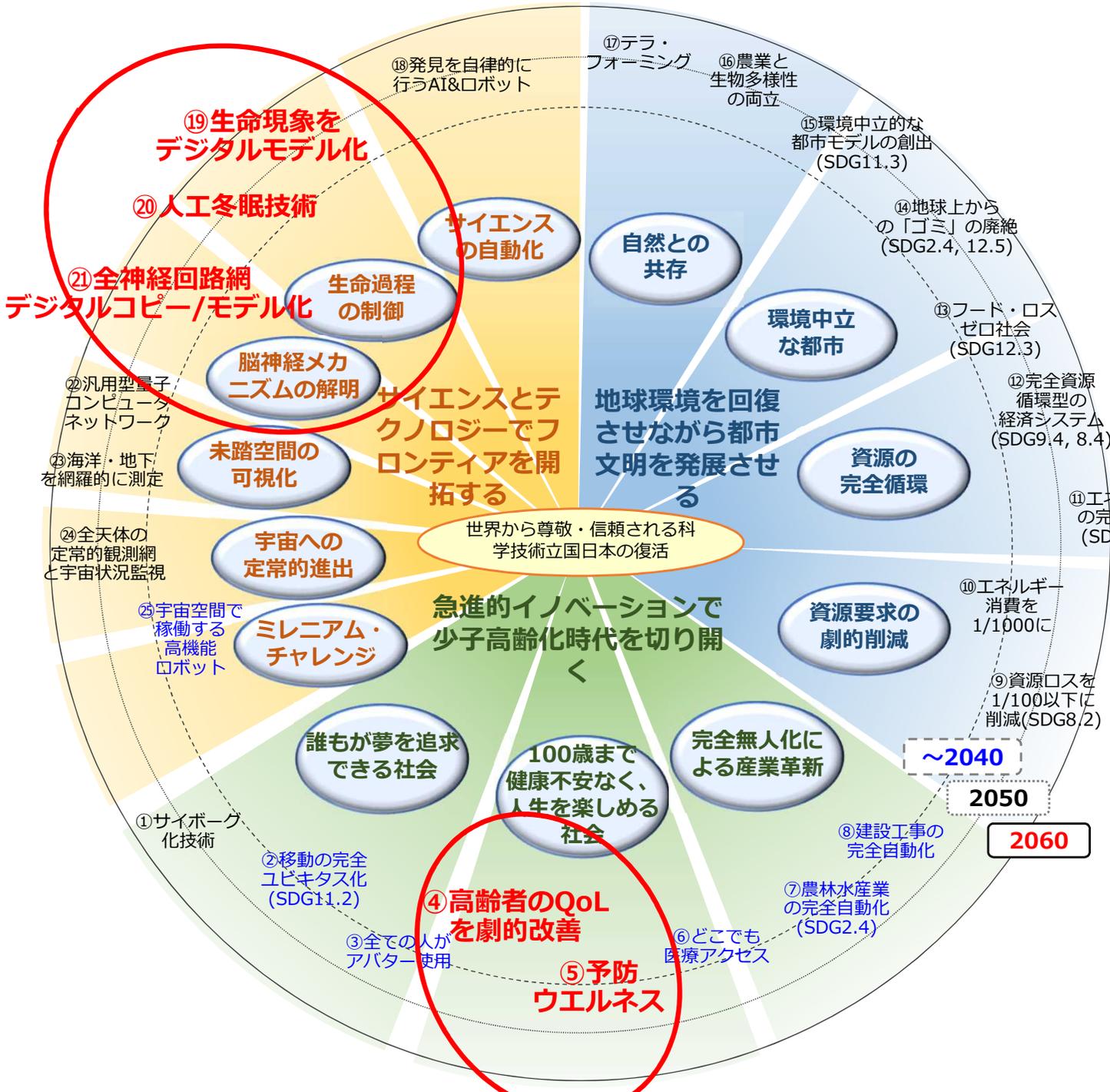
愛知医科大学 理事長
祖父江 元

神経系とその関係組織等生命メカニズムの完全理解による“心身共に成長し続ける人生の実現”

脳及び末梢神経系全体の神経回路網と関連組織（腸管組織、リンパ管等の免疫系も含む）との関連性については、未だ解明されていないことが多い。これらの解明を目指したサイエンスの開拓領域を推進することは、心身ともに健康を維持する上で極めて重要である。

本分科会では、**神経系とその関係組織から、代謝、免疫、睡眠等の生命メカニズムの解明の糸口**を探り、生命現象の統合的理解にブレークスルーをもたらさうる新たな研究開発とMS目標を検討する。

分科会 2 に関連ある「目指すべき未来像及び25のミッション目標例」



【関連する目標例】 ㉑を中心に、
④、⑤、⑱、㉒

㉑ 2050年までに全神経回路網とその関連組織を完全デジタルコピー/モデル化

④ 2035年までに高齢者のQOLを劇的改善

⑤ 2040年までに予防装置・ウエルネスが主流となる生活の実現

⑱ 2050年までに生命現象をデジタルモデル化し、その制御を実現

㉒ 2050年までに人工冬眠技術を確立

「ヒト」が「ヒト」を理解する

- 「臓器」、「細胞」という構成要素を理解するだけでは、「ヒト」個体の理解には到達できない。
 - 免疫や代謝など生命の主要な現象を理解するには、各臓器間の連携を明らかにする必要がある。
 - その中でも、特に、脳・神経系等と諸臓器の関係性の解明は、非常に重要なポイント。
-
- 従来は、「臓器」と「神経」の関連を大きなマクロ現象で捉えていた。
-
- ICT技術、計測技術の進歩により、細胞・神経一個単位のマッピング、機能解明が可能となり、着実に進歩している。
 - ただし、その先の脳の神経一個ずつ、回路一個ずつの連携・相互作用となると、膨大な相関関係の組み合わせとなり、それらの関係性を完全に解明するまでには辿り着いていない。



目標イメージ

2050年までに、脳、神経系、腸などの臓器間連携の相互作用に着目して、代謝、免疫、及びその恒常性等の生命メカニズムを解明する（脳や臓器の網羅的コネクトーム解析を通して、代謝、免疫、睡眠等の生命メカニズムを解明する）。

ヒトの全細胞をカタログ化



HUMAN
CELL
ATLAS

COMMENT

HISTORY The link between science and the Reformation p.454

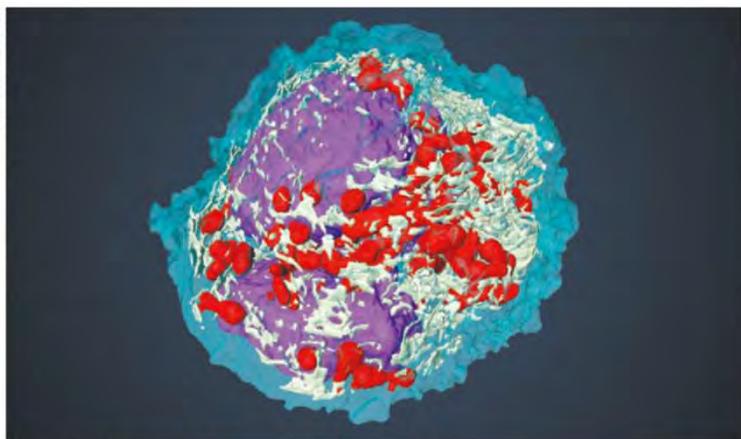


DISASTERS Art and interactives probe our preparedness for cataclysms p.456

CONSERVATION Optimistic tally could endanger snow leopards p.457

LEGITIMARY Pioneer in optics, lasers and NMR, remembered p.458

YUJIN K. A. ET AL. SCIENCE 366, 1032-1038 (2019)



A new type of human dendritic cell recently discovered using single-cell RNA sequencing.

The Human Cell Atlas: from vision to reality

As an ambitious project to map all the cells in the human body gets officially under way, Aviv Regev, Sarah Teichmann and colleagues outline some key challenges.

脳機能の理解

U. S. BRAIN Initiative

Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies Initiative



Europe Human Brain Project



Japan Brain/MINDS

Brain Mapping by Integrated Neurotechnologies for Disease Studies



Human Cell Atlasについて

【目的】

ヒトの全細胞について、種類・状態・系統などを分類し、カタログ化すること

【概要】

- ヒトの体を構成する全主要組織での一細胞トランスクリプトームによる、細胞種、細胞3次元位置、地理的、人種的な違いを考慮したヒト細胞の細胞地図を構築することを目指す。
- 契機の一つに、計測技術の進歩がある（個別の細胞ひとつひとつの詳細なプロファイルを解析するシングルセル解析が可能になったこと）

研究分野、体制、予算

研究分野	参画研究機関等体制	実施期間及び予算等
・ 脳/ 免疫/ 消化管（胃腸）/ 皮膚/ 組織サンプル調整技術/ 解析技術 ソフトウェアツール等	<ul style="list-style-type: none">□ 米国主導で全世界的に進行□ 英国 EMBL-EBI、米国 Broad Institute、米国 UCSC、Genomics Institute、他□ 日本からは理化学研究所が参加	<ul style="list-style-type: none">● 2017年からスタート● Zuckerberg 財団を筆頭に、官民のさまざまなプロジェクトで支援

U.S. Brain Initiativeについて

Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnology の略

ミッション：人間の脳機能の理解のための技術開発と応用

個々の脳細胞と神経回路の相互作用を通じて脳が機能する様子を解明するための新技術の開発・応用、さらに大量の情報の記録・処理・利用・貯蔵・引出を可能にする脳と行動の複雑な関係解明を目指す。

研究分野、体制、予算

研究分野	参画研究機関等体制	実施期間及び予算等
A. 神経、脳研究の成果を活用した技術開発 B. ダイナミックイメージングの促進による脳機能の視覚化 C. 脳機能の調査解明研究 D. 脳機能と行動の統合的理解 E. 患者への利用促進	・連邦政府機関 NIH、NSF、DARPA、IARPA、FDA、DOE ・私設財団、研究所、民間企業 National Photonics Initiative、Brain&Behavior Foundation、シモンズ・財団、カブリ財団、アレン脳科学研究所、ジャーネリア研究所、ソーク研究所、Google、GlaxoSmithKline、GE 等	● 2014年から2025年 ● 約4.3 億ドル (FY2019) ※ ※ 21st Century Cures Act 法案によりFY2017-FY2026 の10 年間で合計約15 億ドル拠出予定、FY2019 予算は本法案による1.2 億ドルを含む

Europe Human Brain Projectについて

【目的等】

- 脳科学、情報通信技術、医療の統合と、ICT統合基盤研究プラットフォームの構築及びデータ統合
- 実験的基礎 研究はそのためのデータ提供という位置づけ

研究分野、体制、予算

研究分野	研究体制	実施期間及び予算等
<ol style="list-style-type: none">1. Mouse Brain Organization2. Human Brain Organization3. Systems and Cognitive Neuroscience4. Theoretical Neuroscience5. Neuroinformatics Platform6. Brain Simulation Platform7. High Performance Analytics and Computing Platform8. Medical Informatics Platform9. Neuromorphic Computing Platform10. Neurorobotics Platform11. Central Services12. Ethics and Society	<ul style="list-style-type: none">・EU FET (Future and Emerging Technologies) フラグシップ・プログラム 24カ国112機関。・日本からは沖縄科学技術大学院大学と独立行政法人理化学研究所が参加	<ul style="list-style-type: none">● 2013～2023年● 10億ユーロ/10年間

引用：・文科省「脳科学の現状について」(2017)、
JST CRDS 研究開発の俯瞰報告書 ライフサイエンス・臨床医学分野(2019年)等

Japan Brain/MINDS について (その1)

Brain Mapping by Integrated Neurotechnologies for Disease Studies の略

【目的等】

- 脳の構造と機能を様々な階層でマッピングすること
- 霊長類（マーモセット）の遺伝子操作技術、光学系技術等のさらなる効率化・高度化を行うことで、霊長類の高次脳機能を担う神経回路の全容をニューロンレベルで解明し、精神・神経疾患の克服や情報処理技術の高度化等に貢献

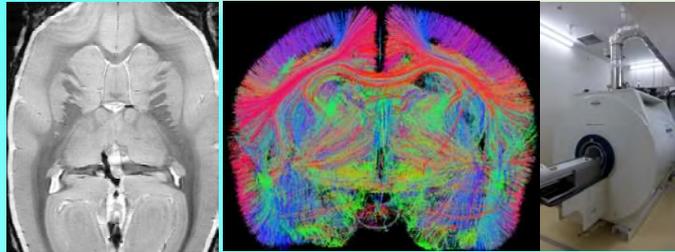
研究分野、体制、予算

研究分野	研究体制	実施期間及び予算等
<ul style="list-style-type: none">✓ 統合失調症・うつ病・認知症・パーキンソン病・自閉症などの画像データの取得・集約✓ ヒト疾患画像データとの比較 ヒト-サル の相違点・類似点の対応づけ✓ ヒトの精神活動にとって重要な神経回路の同定✓ ヒトにつながるトランスレータブル脳・行動指標の開発✓ マーモセットを活用した脳や神経回路解明	<p>【代表機関】</p> <ul style="list-style-type: none">● 理化学研究所● 京都大学● 慶應義塾 <p>【臨床研究グループ】</p> <ul style="list-style-type: none">● 東京大学● 京都大学● 東京医科歯科大学 <p>他</p>	<ul style="list-style-type: none">● 2014年度から10年間● 政府予算3,225百万円（FY2019）

Brain/MINDS について (その2)

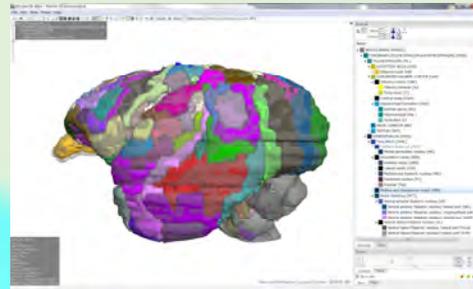
マクロレベルマッピング

9.4テスラ MRI装置の導入、予備的撮影開始

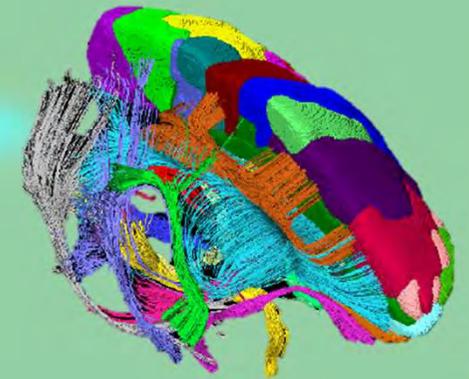


標準脳作成

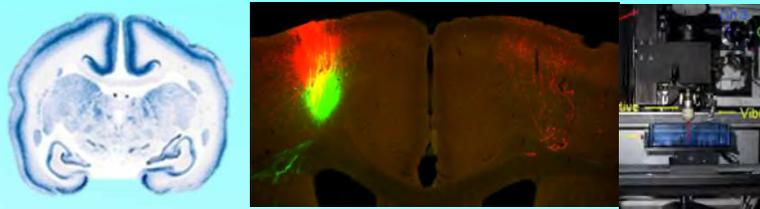
Annotation技術の開発



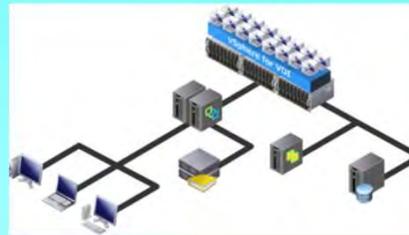
脳全体の神経回路
構造・活動マップの完成



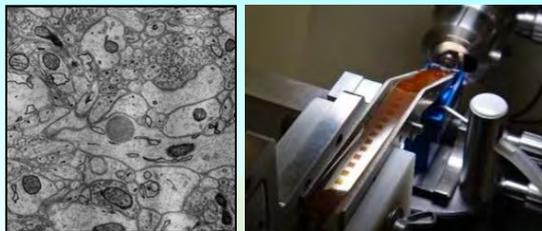
遺伝子発現アトラス 神経投射マップの作成開始



ビッグデータ解析技術開発



マイクロコネクトーム作成に向けたセットアップ



マイクロレベルマッピング

自閉症モデル
動物作成

