

脳科学作業部会からの報告事項

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
ライフサイエンス委員会 脳科学作業部会
主査 風間 北斗

中核拠点におけるデジタル脳研究の 今後の在り方について

脳神経科学統合プログラム 中核拠点プロジェクトリーダー
理化学研究所脳神経科学研究センター

岡部繁男

脳神経科学統合プログラム（中核拠点）研究開発提案書より

デジタル空間内で**脳の解剖学・生理学データを統合し**数理モデルとして再構築し、ヒト脳特定機能や病態を再現するためのプラットフォーム（以降、デジタル脳と呼ぶ）の開発を目指す

「デジタル脳」とは何かについて、本研究では「**脳の解剖学・生理学データを統合し**数理モデルとして再構築するもの」と定義する。その目的は、1) 脳の知覚、運動、学習などの機能を再現することにより、基礎脳科学と脳型人工知能に貢献する、2) 脳の回路、細胞、分子の変異に対する機能変化を予測することにより、病態理解と治療予防戦略に貢献することである。

上記の当初のデジタル脳の定義について、事業実施に伴いモデルと言う概念をより柔軟に捉える必要があることがわかった。

1. 脳の解剖・生理データを基礎としなくても、脳機能の予測に役立つモデルをデザインすることは可能であること。
2. 様々なAIモデルが急速に発展した事により、予測モデルの内部構造自体へのアクセスが難しい例も増加していること。
3. 遺伝子発現解析の急速な進歩により、遺伝子発現やエピゲノムデータを解剖・生理データと統合したモデルも必要になっていること。

デジタル脳の定義について、事業の現状を踏まえて以下の様に修正することを提案する。

デジタル脳の定義：

解剖学・生理学データを含む多様な脳データを活用した、脳の活動・情報表現・病態・遺伝子発現などの理解・予測・介入に有用な包括的な数理モデル。

デジタル脳開発の目的：

- 1) 脳の知覚、運動、学習などに関係する情報処理の理解を促進し、基礎脳科学と脳型人工知能に貢献する
- 2) 脳における病的過程のモデル化・進展の予測・客観的分類を実現し、病態理解と診断・治療戦略に貢献する

（脳の解剖学・生理学データを統合した数理モデルでなくても、脳機能の理解・予測・介入等に役立つ数理モデルはデジタル脳とみなす。例えば大規模脳画像データを教師データとして用いた認知症層別化AIモデルも「デジタル脳」の範囲に含める。一方でシステムレベルの研究で特定のデータの解析や理解の目的で使われる数理モデルを全て「デジタル脳」とはせず、汎用性を持つモデルに限定する。）

デジタル脳フレームワーク：三つの要素

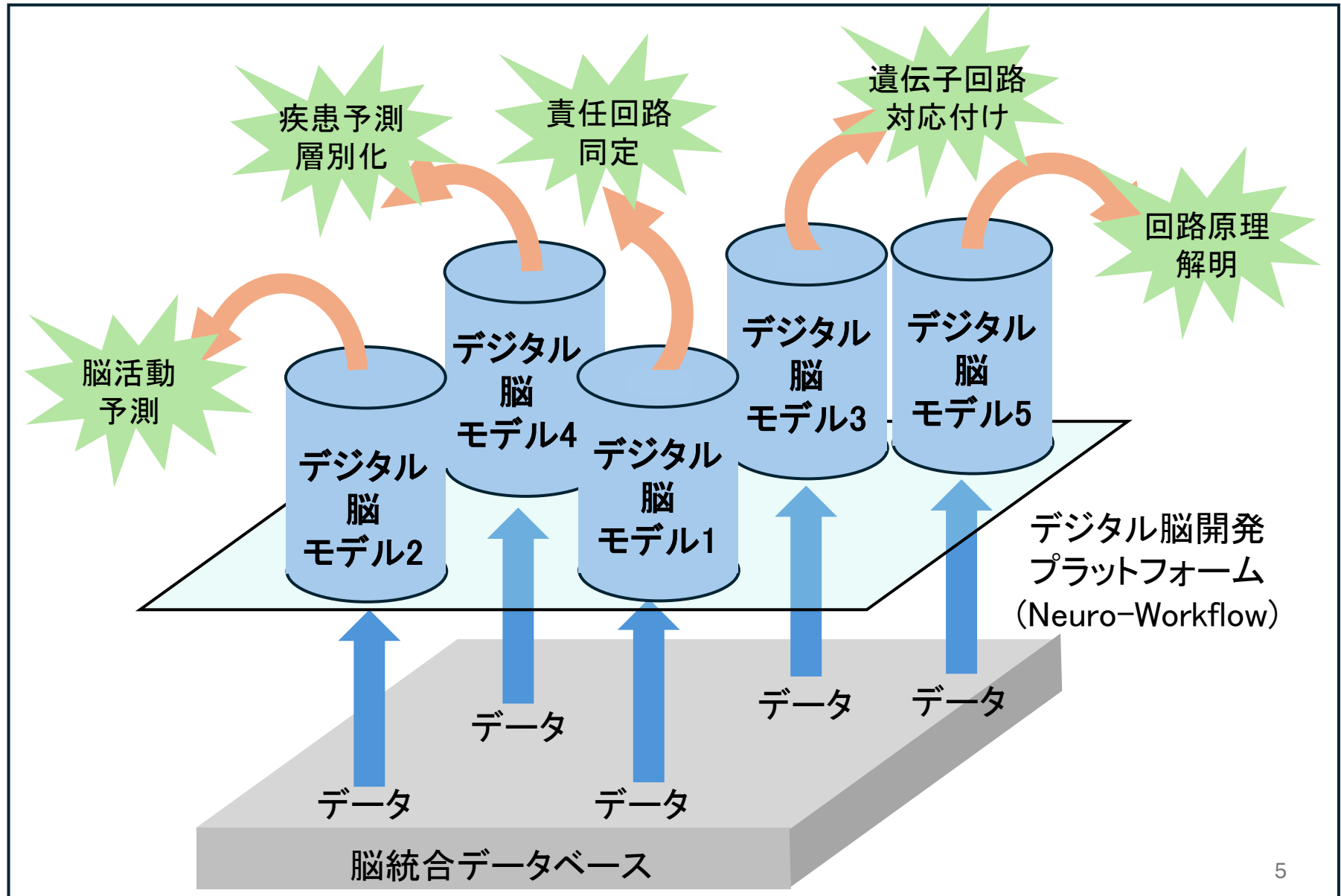
1. **デジタル脳**：脳統合プログラム内で研究者が開発するデジタル脳モデルを指す。典型的には後で説明する「5つの柱」が開発するモデル。

2. **デジタル脳開発プラットフォーム**：中核拠点の「研究開発項目4」で実施されている、Neuro-Workflowを指す。このプラットフォームは数理研究者が多様なデータやスクリプト等を統合して効率的に脳モデルを開発することを目的として準備されつつある。1で開発されたデジタル脳モデルをこのプラットフォームに載せることも可能である。このプラットフォームの完成を待ってデジタル脳モデルの開発を開始したのでは脳統合プログラムの期間内でのモデル完成は難しいため、当初のデジタル脳モデル開発はNeuro-Workflow上では行わない。

3. **脳統合データベース**：革新脳・国際脳・脳統合プログラムで収集された、あるいは収集されつつある動物実験データとヒトデータを格納し、効率的に内部および外部の研究者が利用できるデータベース。

最終的に1のデジタル脳モデルと3の脳統合データベースの二つが2のNeuro-Workflow上で利用でき、新規の脳モデルの開発が国内で促進される環境になることが望ましい。

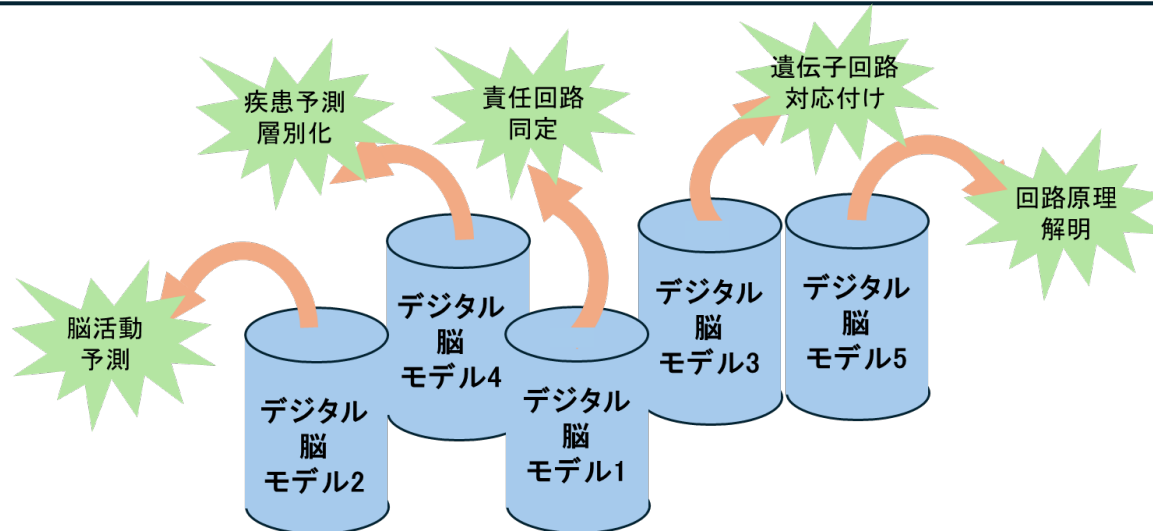
デジタル脳フレームワーク



革新脳・国際脳で蓄積したデータを活用しつつ、脳統合プログラムでデータを追加し、同時並行で開発が可能なデジタル脳モデルについて、参加研究者からのヒアリングを実施して、絞り込みを行った。
その結果として、以下の5つのテーマを取り上げることとなった。

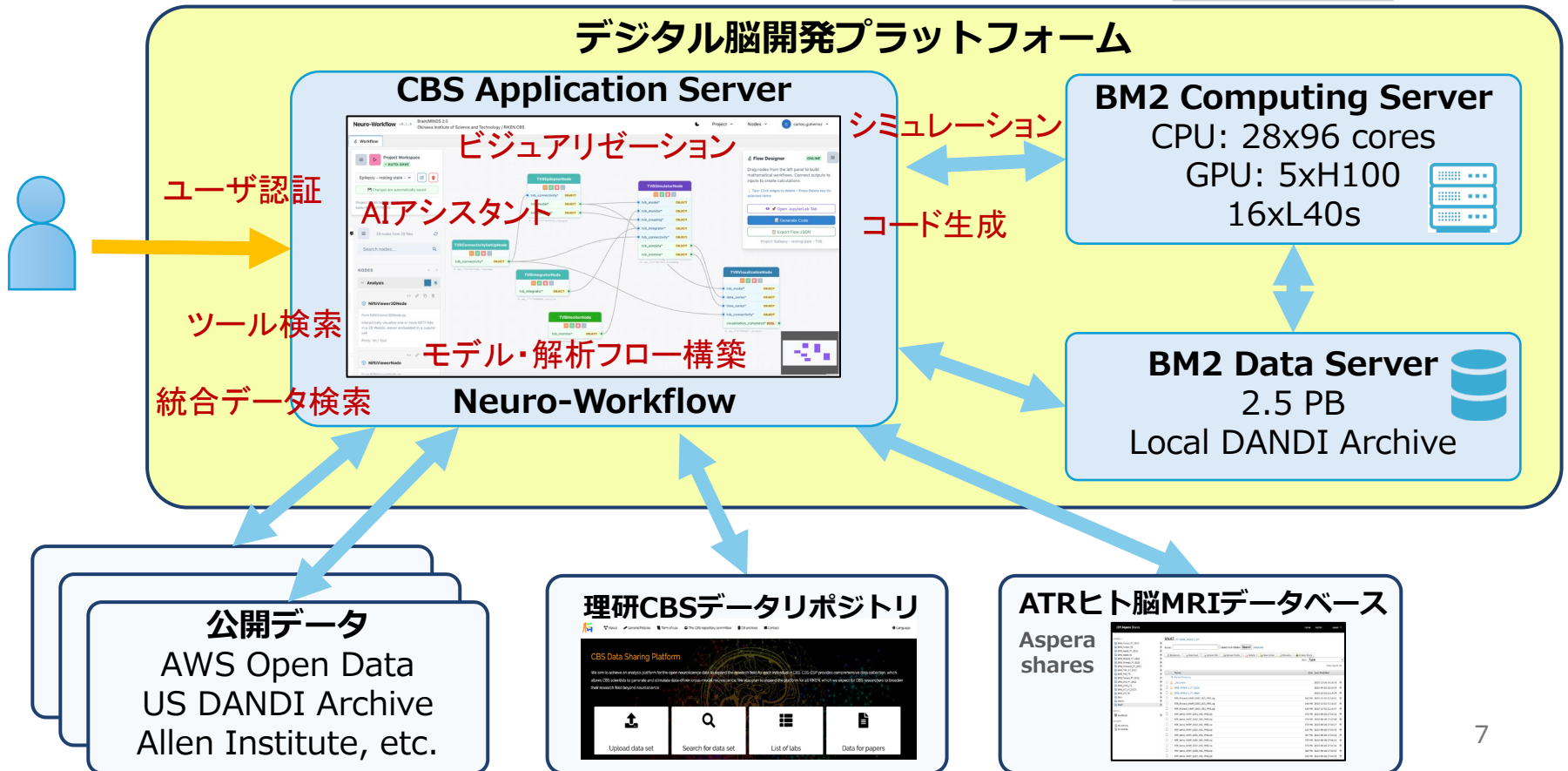
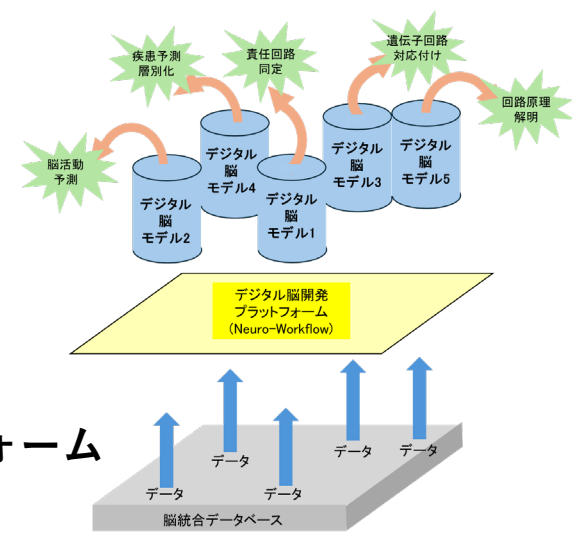
デジタル脳モデルとして取り組むべき項目

1. PETデータを活用した疾患責任回路を同定するデジタルモデルの構築
2. 脳波計測データを活用したデジタルモデルの構築と病態への応用
3. ヒト脳と非ヒト霊長類脳の遺伝子発現・回路構造・回路機能の対応付け
4. 革新脳・国際脳で収集した大規模脳画像データに基づく病態進展予測・層別化モデル
5. fMRIデータを活用した全脳レベルでの動的因果モデルの構築

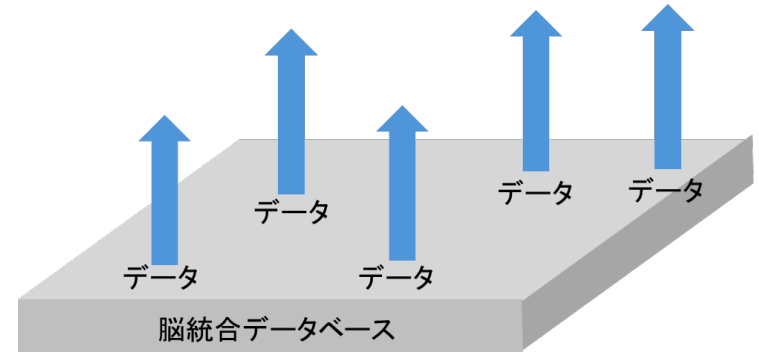


デジタル脳開発プラットフォーム (Neuro-Workflow)

数理研究者が多様なデータやスクリプト等を統合して
効率的に脳モデルを開発し活用することを目的としたプラットフォーム



脳統合データベース



実験科学者が収集したデータを
数理研究者が多様なデータやスクリプト等を統合して効率的に脳モデルを
開発することを目的としたプラットフォーム

