

WBAIの現在地

WBRA α 版に向けた動きと脳型AI設計仕様書の自動生成ツール

田和辻 可昌

東京大学、WBAI

はじめに

- 脳参照アーキテクチャ(BRA)駆動開発アプローチ (Yamakawa, 2021)
 - 「脳の構造に沿って、脳のように機能する」人工知能の設計と開発
 - 脳の構造を制約とするリバースエンジニアリング
 - BRAの定義: 脳型ソフトウェアのための参照アーキテクチャ(**構造＋機能**)
- 2026年度目標: 全脳をカバーしたBRA(WBRA)の α 版公開
 - 構造要件
 - 脳部品の一覧とそれらの間の結合
 - 機能要件
 - AGI として要求される141件の能力(タスク)
 - CHC理論: 心理学によって実証的に裏付けられた認知能力(89件)
 - O*NET: 米国政府駆動で整理された広範な職業能力(52件)

WBA 技術ロードマップ

Promoting the democratic development of human-friendly brain-morphic AGI



Brain Reference Architecture (BRA)

構造設計

contributor

BRA Design

機能設計

WBRA

developer

Open development of brain-morphic AGI

People of the Future

ソフトウェア実装

(1)
Sprouting
Phase

(2) Methodology
construction period

(3) BRA construction
period

(4) Implementation
period

WBAI では実装は行わない

2027年までに全脳参照アーキテクチャの設計仕様書を作成

[構造設計] 大脳新皮質の標準化モデルの設計

- 大脳新皮質の構造と機能の均一性→標準化モデルの設計・再利用
- 標準化の対象: 領野間投射と皮質下投射

[機能設計] 脳型人工知能の設計仕様書の自動生成

- LLMを用いた自動設計支援によるスケーラビリティの増大
- 生成・評価サイクルによる設計 (AI for Science)

[構造設計] 大脳新皮質の標準化モデルの設計

- 大脳新皮質の構造と機能の均一性→標準化モデルの設計・再利用
- 標準化の対象: 領野間投射と皮質下投射

[機能設計] 脳型人工知能の設計仕様書の自動生成

- LLMを用いた自動設計支援によるスケーラビリティの増大
- 生成・評価サイクルによる設計 (AI for Science)

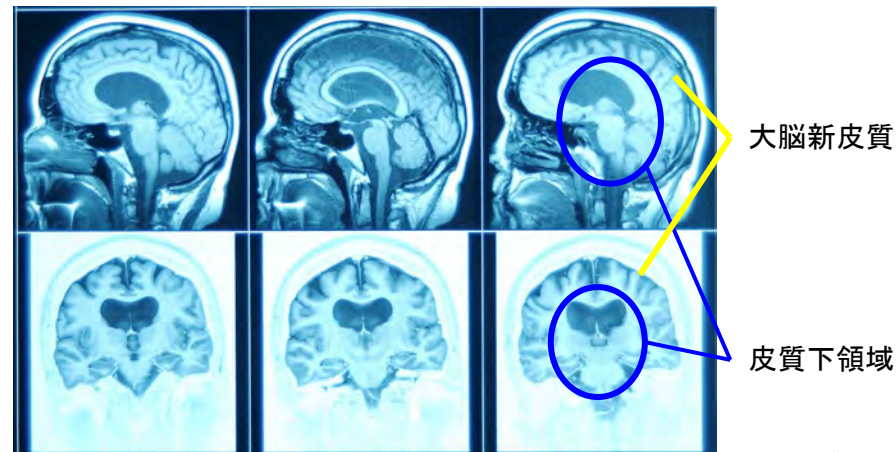
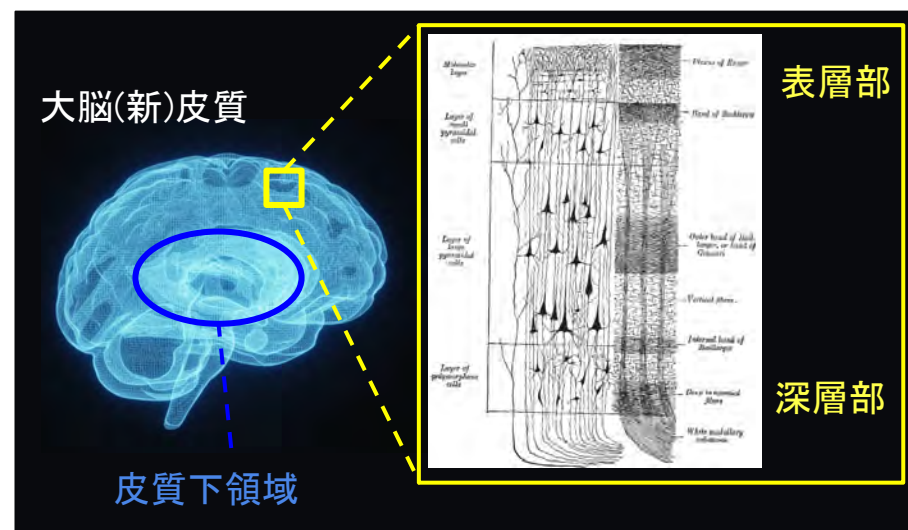
人間の脳の基本的な構造

脳の大まかな分類

- 大脳(新)皮質
 - 色々な**領域**に分かれる(e.g. 視覚野)
 - 脳の表面を覆うように存在
- 皮質下領域
 - 大脳皮質のすぐ「下」に存在
 - 脳幹や間脳など

大脳新皮質の構造には均一性がある

- 6層構造(右図👉)
- 投射の均一性(次スライド)



ストックフォト「脳」より引用

大脳新皮質の標準モデル

脳の大まかな分類

- **大脳(新)皮質**
 - 色々な**領野**に分かれる(e.g. 視覚野)
 - 脳の表面を覆うように存在
- **皮質下領域**
 - 大脳皮質のすぐ「下」に存在
 - 脳幹や間脳など

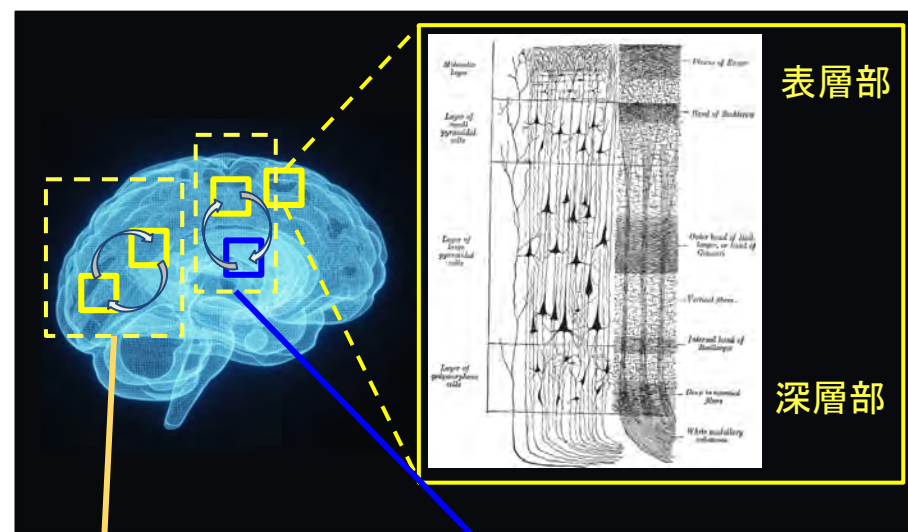
大脳新皮質の構造には均一性がある

- 6層構造(右図👉)
- 投射の均一性
 - 皮質間投射(下図左)
 - 皮質下投射(下図右)

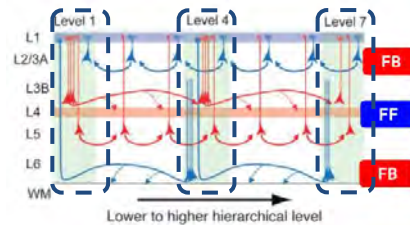
➡ 計算機能の均一性／標準モデルの構築

標準モデルのメリット

- 個別の複雑な回路を考慮しなくてよい
- 再利用性が高く、設計上有用

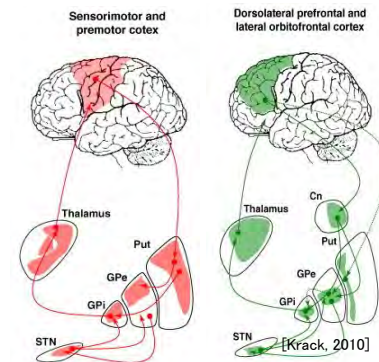


皮質間投射



[Markov, 14]

皮質下投射



表層部

深層部

大脳新皮質の標準モデル

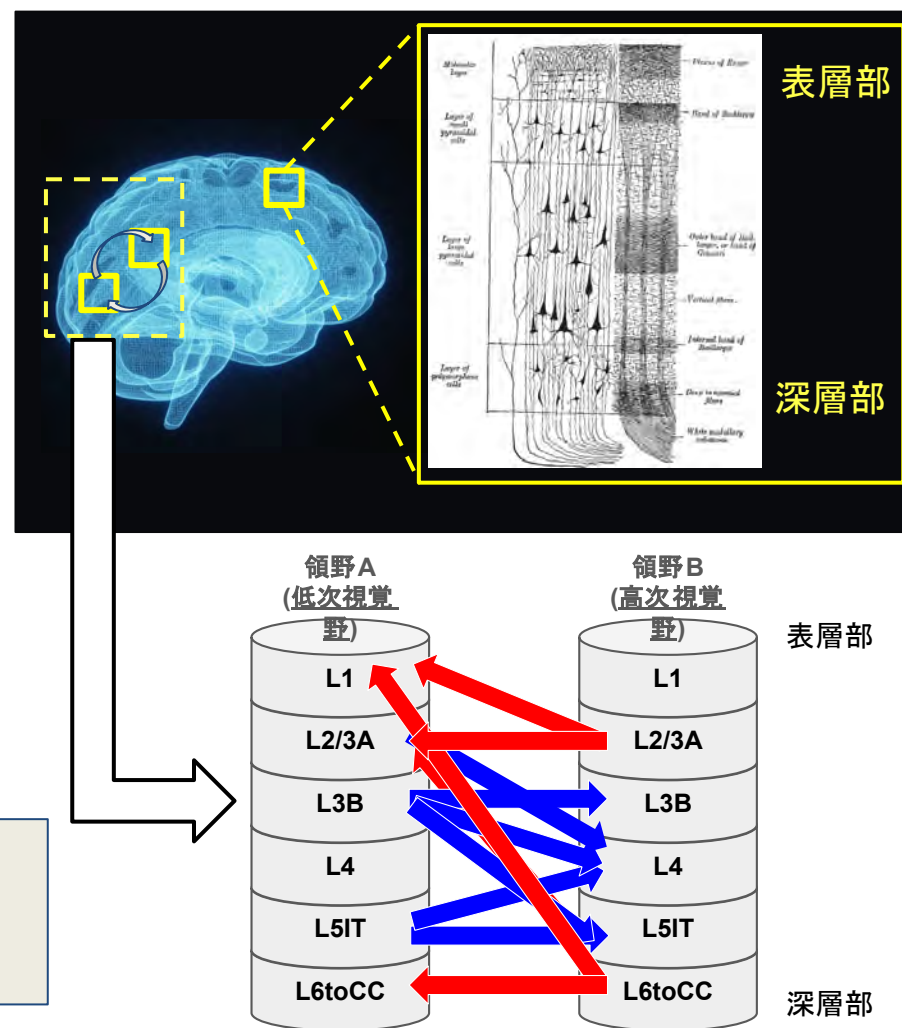
脳の大きな分類

- 大脳(新)皮質
 - 色々な**領野**に分かれる(e.g. 視覚野)
 - 脳の表面を覆うように存在
- 皮質下領域
 - 大脳皮質のすぐ「下」に存在
 - 脳幹や間脳など

大脳新皮質の構造には均一性がある

- 6層構造(右図👉)
- 投射の均一性
 - **皮質間投射**(下図左)
 - **皮質下投射**(下図右)

先行研究の知見を統合して蓋然性の高い**標準的な6層構造レベルでの領野間投射**を定義



皮質領野間投射関係の確立

皮質領野間結合

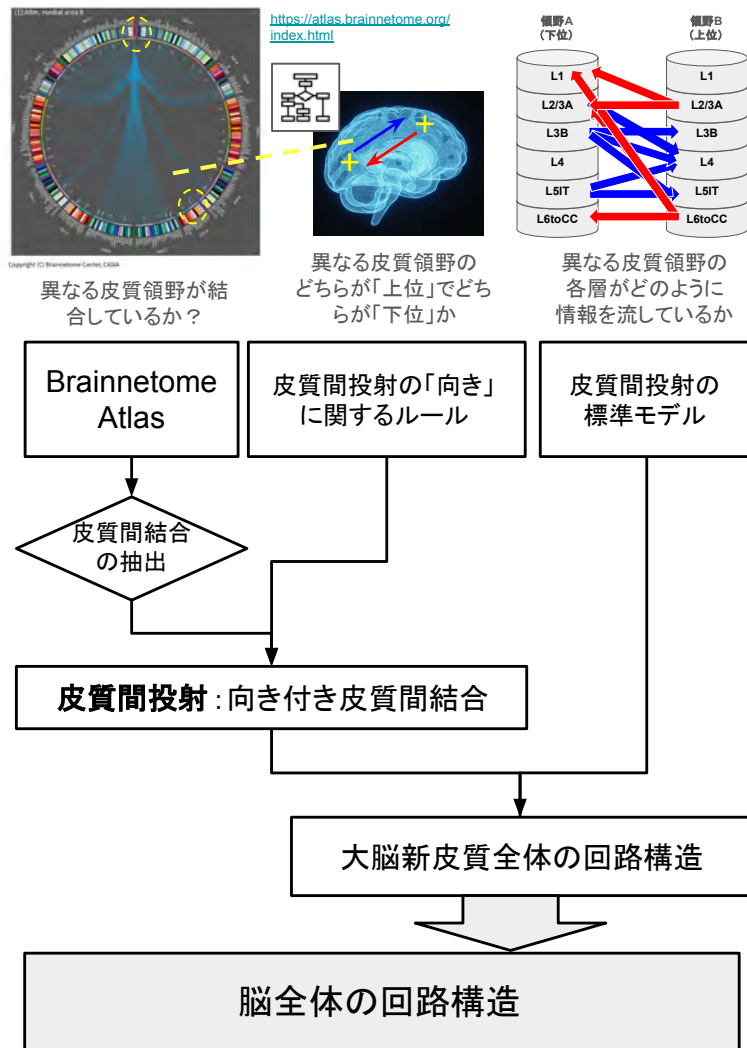
Brainnetome atlas から異なる皮質領野の結合関係に関する情報を取得

方向付けの情報

異なる皮質領野のうち、どちらが「上位」でどちらが「下位」かを定めるルール(アルゴリズム)の構築

層の間の投射関係

結合している領野間における各層の投射関係を規定した標準モデルの構築



[構造設計] 大脳新皮質の標準化モデルの設計

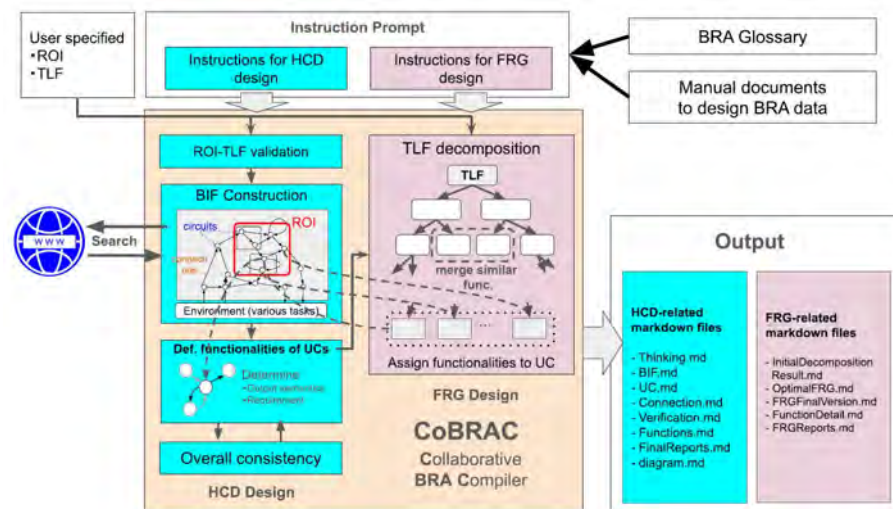
- 大脳新皮質の構造と機能の均一性→標準化モデルの設計・再利用
- 標準化の対象: 領野間投射と皮質下投射

[機能設計] 脳型人工知能の設計仕様書の自動生成

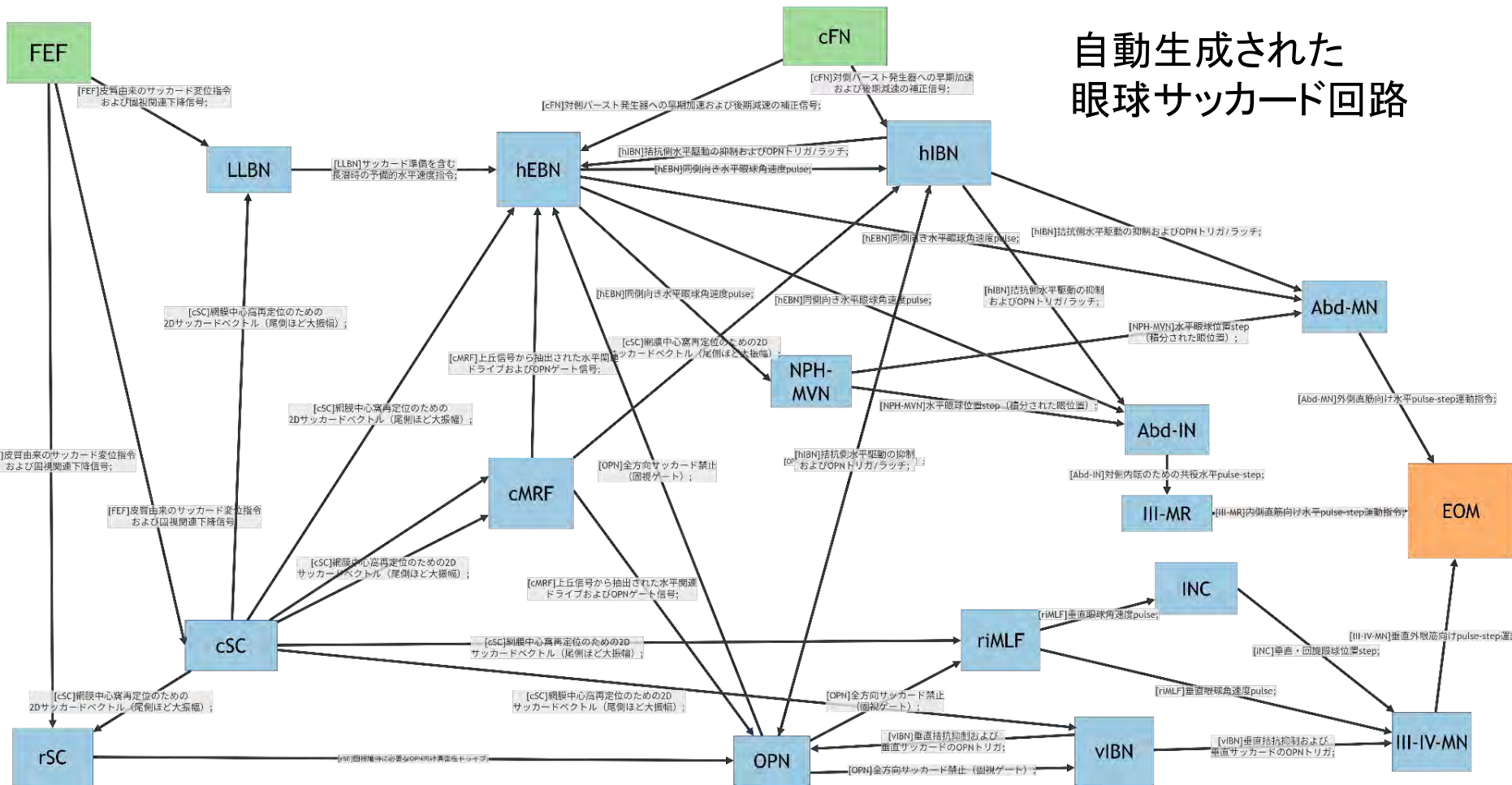
- LLMを用いた自動設計支援によるスケーラビリティの増大
- 生成・評価サイクルによる設計 (AI for Science)

脳型AIの設計仕様書自動作成ツール

- 人手での設計は大変 → 大規模言語モデル(LLM)による設計支援
 - 脳型AIの設計仕様書の作成が大幅に加速 (AI for Science)
 - [LLM]「脳型AIの設計仕様書の作成方法に関する知識」と「脳の構造と機能に関する知識」を受けて設計仕様書を自動生成
 - [人間] 生成された仕様書に対して評価・生成によるループ構造で精度を高める



自動生成された 眼球サッカード回路



まとめと今後の展開

- まとめ

- 大脳新皮質を中心とした神経回路構造の標準化モデルと回路設計
- LLMを利用した脳型人工知能の設計仕様書作成の作成速度の加速

- 今後の展開

- 大脳新皮質一皮質下回路の詳細設計
- 能力リストに含まれる141能力と神経回路による脳型人工知能の設計仕様書の自動設計

→ WBRA α 版 2027年2月完成