

脳全体のアーキテクチャと対応付けたAGI研究 ー前頭前野と前帯状皮質の機能が今後重要ー

第22回 人工知能学会 汎用人工知能研究会 (SIG-AGI)

ワークショップ：AGI研究第3の波

パネル討論 ポジシヨントーク

ー杉裕志

産業技術総合研究所 人工知能研究センター

2022-11-22

2022-11-24(改)

私の研究の長期的目標： 脳全体のアーキテクチャに学んだAGIの実現

[Ichisugi, IJCNN 2007]

Yuuji ICHISUGI, "The cerebral cortex model that self-organizes conditional probability tables and executes belief propagation", In proc. of International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN2007), Aug 2007.

[Ichisugi, ICANN 2012]

Yuuji Ichisugi, A Computational Model of Motor Areas Based on Bayesian Networks and Most Probable Explanations, In Proc. of The International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN 2012), Part I, LNCS 7552, pp.726--733, 2012.

[Ichisugi and Takahashi, BICA 2018]

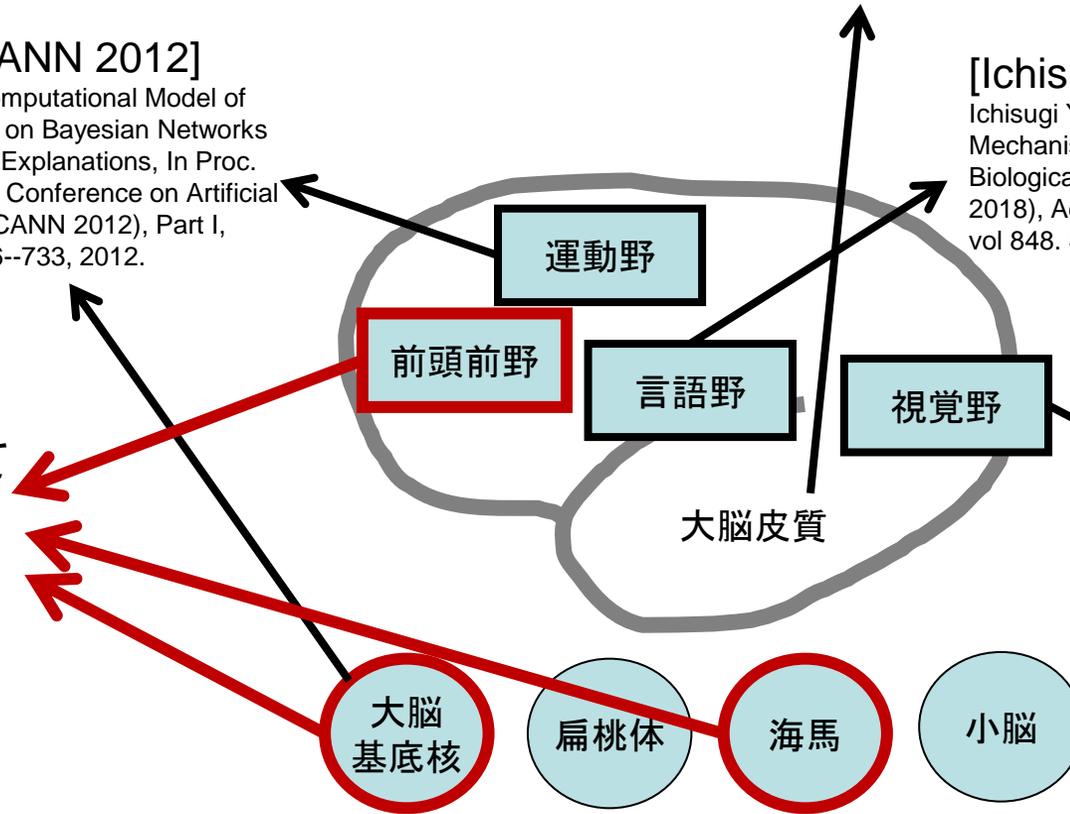
Ichisugi Y., Takahashi N., A Formal Model of the Mechanism of Semantic Analysis in the Brain. In: Biologically Inspired Cognitive Architectures 2018 (BICA 2018), Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 848. Springer, Cham, pp.128--137, 2018.

[Nakada and Ichisugi, BICA 2017]

Hidemoto Nakada and Yuuji Ichisugi, Context-Dependent Robust Text Recognition using Large-scale Restricted Bayesian Network, In Proc. of International Conference on Biologically Inspired Cognitive Architectures (BICA 2017), Procedia Computer Science, Vol. 123, pp.314--320, 2018.

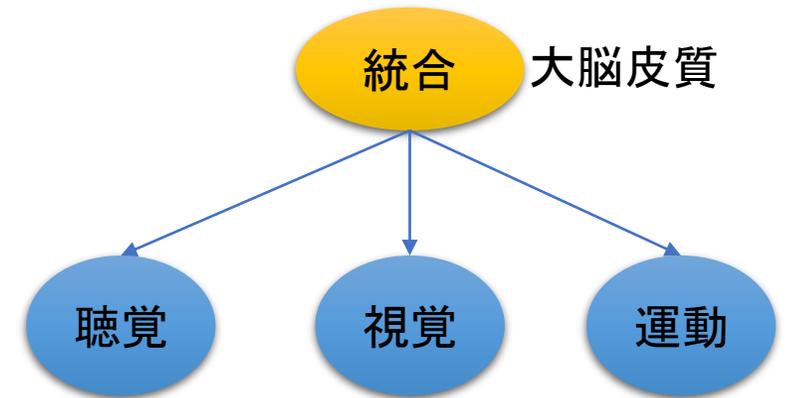
最近の研究：
再帰的強化学習を用いて
プログラム合成する
脳型AGIアーキテクチャ

報酬最大化原理にもとづく脳型
AGIアーキテクチャの構想,
第18回 人工知能学会 汎用人工
知能研究会(SIG-AGI), 2021.



大脳皮質はヒトの知能に関係する最も重要な器官

- 大脳皮質はおそらくオートエンコーダー
 - マルチモーダルな情報の関係を学習
- あるモダリティから他のモダリティの情報を想起
 - 前運動野：視覚に誘導された運動制御
 - 連合野：文字から読み方を想起、など
 - 言語野：音素列から視覚的イメージを想起、など
 - これらの機能は最近の深層学習大規模モデル (GPT-3, Gato, DALL-E など) で実現されつつある
- 脳にはまだ深層学習でカバーされていない機能を持つ領域がある：
 - 思考・行動を制御する部位：前頭前野
 - システム2
 - 情動・動機に関与する部位：前帯状皮質
 - 報酬最大化



この機能を再現する研究が今後重要

前頭前野と前帯状皮質

- 前頭前野の機能

- 「前頭前野はヒトをヒトたらしめ、思考や創造性を担う脳の最初中枢であると考えられている。」

「この脳部位はワーキングメモリー、反応抑制、行動の切り替え、プランニング、推論などの認知・実行機能を担っている。また、高次な情動・動機づけ機能とそれに基づく意思決定過程も担っている。さらに社会的行動、葛藤の解決や報酬に基づく選択など、多様な機能に関係している。」

- 「前頭前野 - 脳科学辞典」

<http://bsd.neuroinf.jp/wiki/%E5%89%8D%E9%A0%AD%E5%89%8D%E9%87%8E>

- 前帯状皮質 (ACC) の機能

- ACCは特にヒトにおいて、担う機能の違いから、行動モニタリングおよび行動調節に関わる領域、社会的認知に関わる領域、および情動に関わる領域に大きく分かれる。

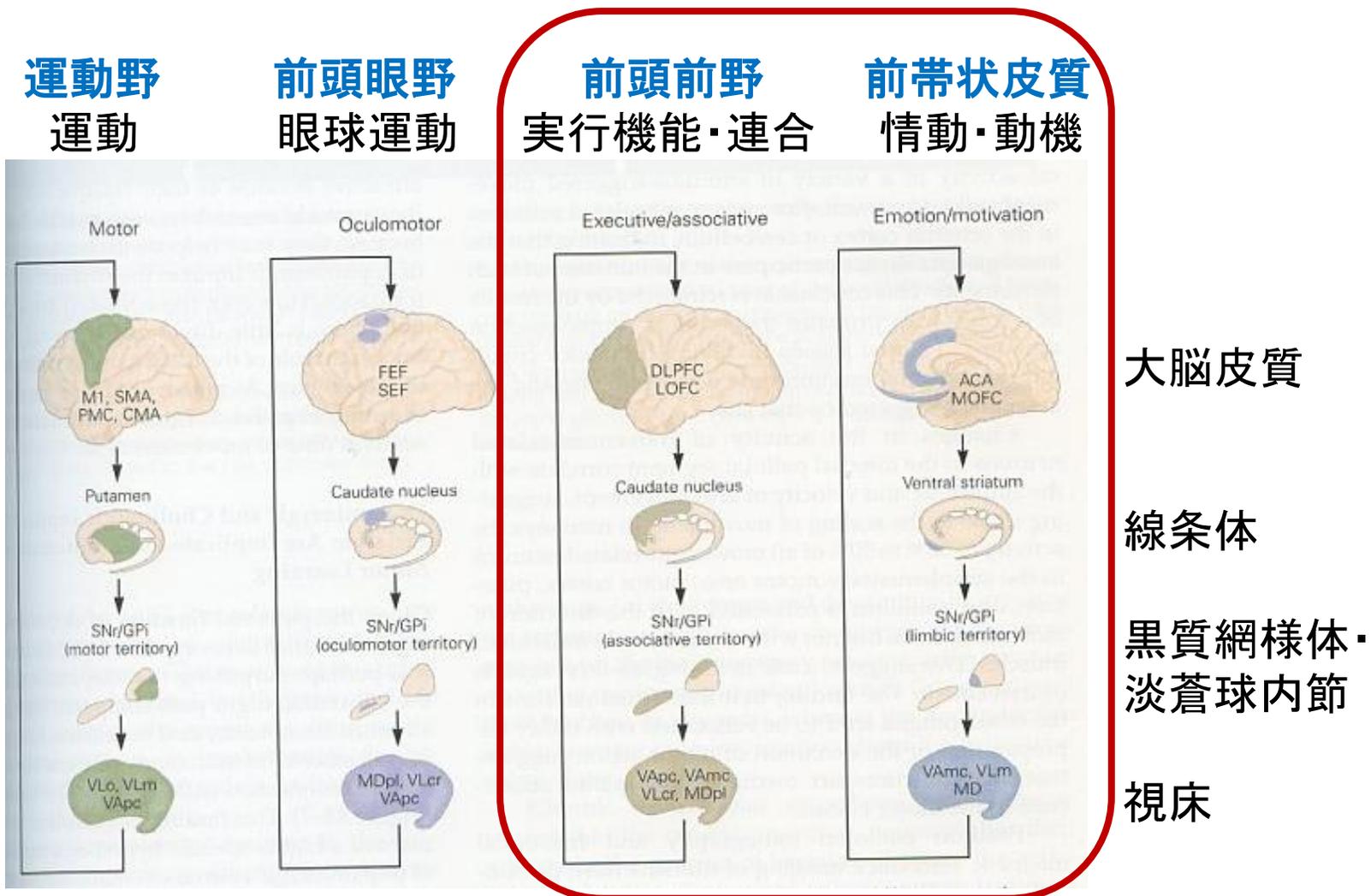
- 「前帯状皮質 - 脳科学辞典」

<https://bsd.neuroinf.jp/wiki/%E5%89%8D%E5%B8%AF%E7%8A%B6%E7%9A%AE%E8%B3%AA>

- 機能は非常に複雑で難解だが、どちらも大脳皮質の領野

→ おそらく視覚野とほぼ同じ動作原理で動いている（ただし強化学習が関与）

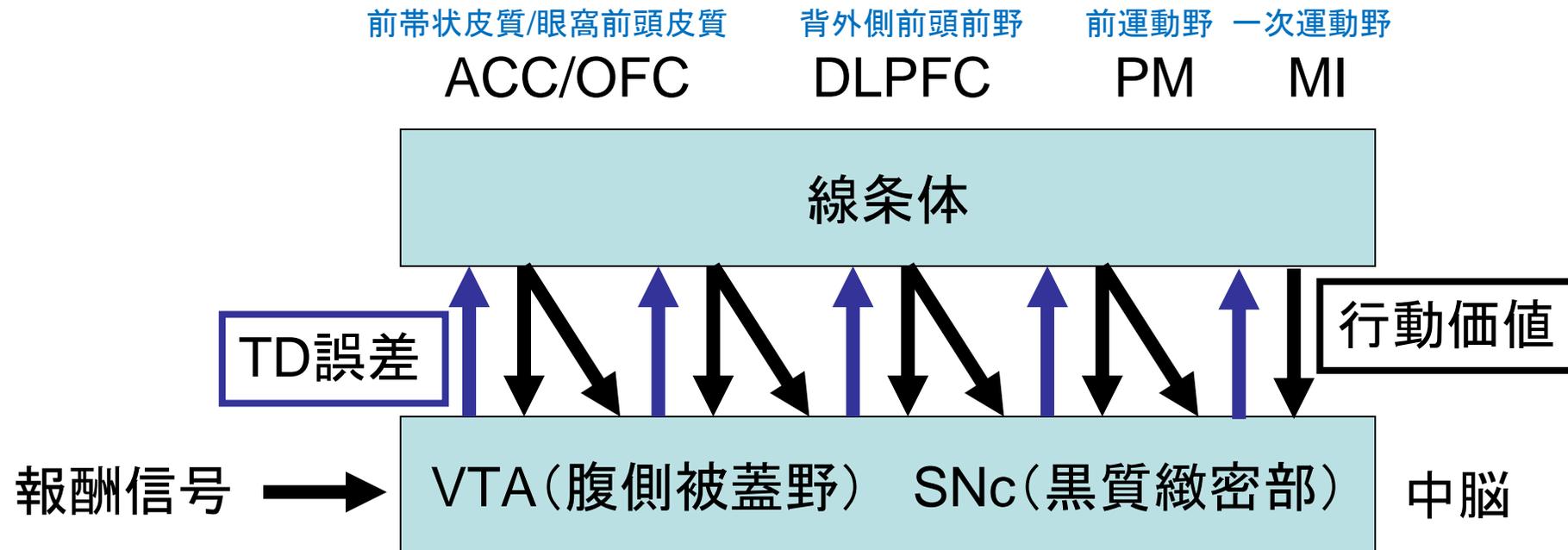
強化学習を行う並行した解剖学的結合のループ



Principles of Neural Science 5th ed.
Eric R. Kandel et al. , McGraw-Hill, p. 987

並行ループの間の階層

前帯状皮質(ACC)が最上位の階層



Haber SN. , The primate basal ganglia: parallel and integrative networks. J Chem Neuroanat. 2003 Dec;26(4):317-30.

まとめ

- 現在の深層学習のモデルを大規模化しても、「ヒトのような知能」にはなり得ない。
 - 前頭前野（思考・行動の制御）と前帯状皮質（情動・動機）の機能が必要。
- 強化学習を行う脳の並行ループの構造が、脳のアーキテクチャを解明する重要なカギになるはず。
- 私は前頭前野の計算論的モデルに現在取り組んでいるが、前帯状皮質の役割の解明の必要性も強く感じている。
- 多くのAI研究者に、前頭前野と前帯状皮質の重要性に注目してほしい。