

金井 良太

株式会社アラヤ
代表取締役

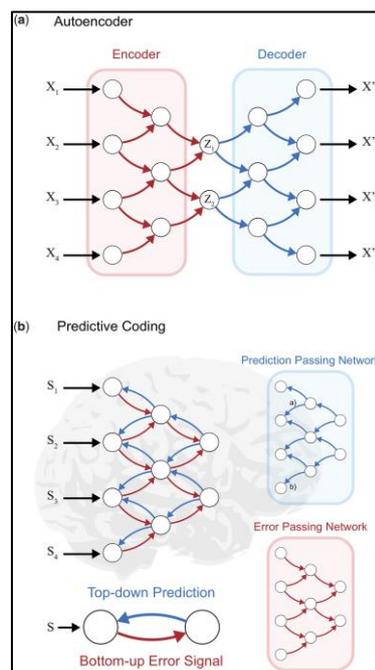
神経科学の公理的計算論と工学の構成論の融合による人工意識の構築と
その実生活空間への実装

§ 1. 研究成果の概要

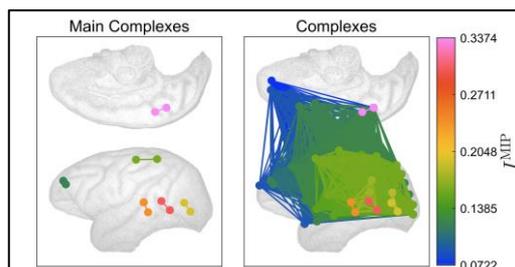
本研究の目標は、意識の計算原理についての仮説を人工知能システムの開発に応用することで、次世代の人工知能技術を開発することである。この目標にむけて次の 3 つの目的の実現に向けて研究活動を行ってきた。

- 目的① 意識の機能原理を人工知能エージェントへ実装
- 目的② 人工知能エージェントの意識を測る計算理論を確立
- 目的③ 人間の行動を認識する人工知能エージェントの開発

目的①に向けての本年度の研究成果として、これまで講演などを通して提唱してきた「意識の情報生成理論」を論文化し発表した。この意識の情報生成理論では、脳内で意識を生成させているプロセスは、単なる受動的な情報処理ではなく、生成モデルに基づいて、反実仮想的な状況も含めて内部的に生成するプロセスによって生じているという仮説を提案している。この仮説は、これまでの神経科学における意識研究の知見であるフィードバックの意識生成への重要性などを統合的に説明し、これまで十分に検討されてこなかった意識の持つ機能的意義に再び脚光をあてた。右図では、脳内におけるトップダウンの予測が情報生成に対応し、それが意識の生成に関わっていることを表している。これまで、国際学会などでは発表を続けてきていたが、今年度初めて査読付き国際雑誌 *Neuroscience of Consciousness* に掲載されている(Kanai et al., 2019)。



目的②に向けては、統合情報理論で「コンプレックス」と呼ばれる情報コアの計算に関する部分で理論的な進展があり、大規模システムでは同定は計算コストが高いため実質的には不可能であると考えられていた計算が実現可能であることを示した(右図:Kitazono, Kanai, & Oizumi, 2020)。



目的③においては、人間の行動を認識する人工知能エージェントの開発を通して、人間の側が人工知能に意識があるという感覚を抱くようなシステムの開発を目指してきた。この目標については、金井グループの深層強化学習の技術と、前川グループの室内での人間の行動認識の技術を統合して実現した。ロボットに搭載されたカメラで生活者の動画を撮影し、そこから抽出された骨格的特徴と視覚的特徴に基づいて、人物の活動を認識する課題において移動ロボットの動きを深層強化学習で制御することで、移動ロボットの認識精度を最大化しつつ、移動に伴うエネルギー消費を最小限に抑えること学習を実現した。本研究成果は、国際会議 PerCom2020に採択され、深層強化学習の実環境への応用を切り開く成果となった(Kumrai et al. 2020)。

【代表的な原著論文】

1. Ryota Kanai, Acer Chang, Yen Yu, Idefons Magrans de Abril, Martin Biehl, and Nicholas Guttenberg, “Information Generation as a Functional Basis of Consciousness,” *Neuroscience of Consciousness*, vol. 2019, Issue, 1, niz016, 2019.
2. Teerawat Kumrai, Joseph Korpela, Takuya Maekawa, Yen Yu, and Ryota Kanai, “Human Activity Recognition with Deep Reinforcement Learning using the Camera of a Mobile Robot,” *Proceedings of IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2020)*, pp. 125–134, 2020.
3. 金井良太、藤澤逸平、玉井信也、眞方篤史、安本雅啓、“汎用人工知能プラットフォームとしての人工意識”、人工知能学会研究会資料、SIG-AGI-013-11, 2019.

§ 2. 研究実施体制

(1)「金井」グループ

- ① 研究代表者: 金井 良太 ((株)アラヤ 代表取締役)
- ② 研究項目
 - ・ 統合情報理論の高速計算アルゴリズムの開発
 - ・ 実神経データにおける統合情報量 Φ の計算
 - ・ 内発的動機を持つエージェントの構築

(2)「川鍋」グループ

- ① 主たる共同研究者: 川鍋 一晃 ((株)国際電気通信基礎技術研究所脳情報通信総合研究所 室長)
- ② 研究項目
 - ・ コンテキスト依存の眼球運動計測のための実験
 - ・ 日常環境実験データに対する行動・物体・位置のラベル付与
 - ・ 自己位置推定・障害物回避機能を備えたモバイルロボットの製作

(3)「前川」グループ

- ① 主たる共同研究者: 前川 卓也 (大阪大学大学院情報科学研究科 准教授)
- ② 研究項目
 - ・ Kinect および人が携帯するスマートフォンを用いた行動認識手法の開発
 - ・ 屋内位置推定手法の開発
 - ・ インパルス応答や磁気センサを用いた屋内位置のセマンティクスを推定する手法の開発