

研究課題名 多感覚の統一的知覚を担う座標変換回路の解明

研究代表者 大木 研一 (東京大学 大学院医学系研究科 教授)

提案研究の概要

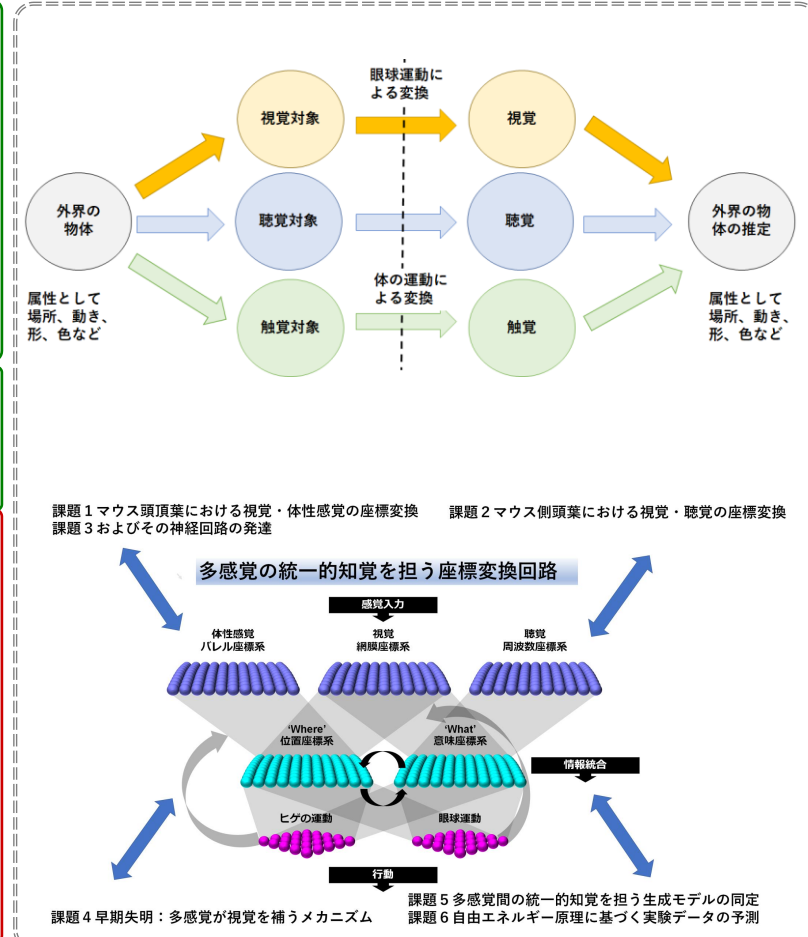
我々は多数の感覚を統合し、統一された世界像を知覚する。例えば目の前の物体を掴むとき、手に触れる物体と見ている物体の同一性を当然のように知覚する。本研究ではこのような多感覚間の統一的知覚を生み出すメカニズムを、頭頂葉においては視覚・体性感覚の空間座標変換メカニズムとして、また側頭葉においては視覚・聴覚の物体価値への座標変換メカニズムとして回路レベルで解明する。さらに、これらの多感覚統合を担う神経回路が発達初期に形成されるメカニズムを解明し、早期失明において他感覚が視覚を補うメカニズムを解明する。理論面では、自由エネルギー原理に基づき、多感覚間の統一的知覚を担う生成モデルを実験データからリバースエンジニアリングし、ニューラルネットワーク上に再構築する。また、発達時および早期失明時の可塑性が自由エネルギー原理から厳密に予測される学習則に従うかを検証し、可塑性メカニズムとしての自由エネルギー原理を検証する。

CREST研究終了時の達成目標(簡潔に)

多感覚統合を行う座標変換メカニズムを回路レベルで解明し、その回路形成メカニズムと早期失明時の可塑性を解明し、多感覚統合を自由エネルギー原理に基づき理解し、ネットワーク上に再構築する。

提案研究の独創性、新規性・優位性(国内外の類似研究との比較)

頭頂葉における空間座標変換について、回路レベルのメカニズムはほぼ未解明で、代表者が世界に先駆けて開発した2光子カルシウムイメージングにより細胞・軸索レベルで解明しようとする研究は世界的に見て類が無い。側頭葉における物体の価値の座標系は、代表者が全く新規に発見しつつあるもので、動物の先天的報酬・逃避行動とも関与し、世界的に見て類がない研究である。多感覚統合を担う神経回路が発達初期に形成されるメカニズムについては、代表者は最近、視覚関連領野間の座標系特異的な結合形成メカニズムを世界に先駆けて発見し、このメカニズムを多感覚統合まで敷衍する研究は完全に独自である。早期失明についても、代表者は生後すぐの両眼除去により大脳皮質の領野間結合が大きく変化することを見出し、世界的にも解剖学的知見の極めて乏しいクロスモーダル可塑性に確固たる基盤を与える。自由エネルギー原理に基づく実験データからのニューラルネットワークのリバースエンジニアリング法は磯村が世界に先駆けて開発したもので、これに基づく多感覚知覚を担うネットワークの再構築は完全に独自である。



研究の将来展望:

(1) CREST研究期間終了後の研究計画

- (a) 多感覚の統一知覚を支える脳のメカニズムをリバースエンジニアリングし、自由エネルギー原理に基づくニューラルネットワーク上に実現することで、複数の感覚を統合し外界の生成モデルを構築する脳に近い生理学的に妥当な人工ニューラルネットワークを実装する。
- (b) 早期失明におけるクロスモーダルな可塑性と空間認知を解明し、効率的な神経補綴法を開発する。

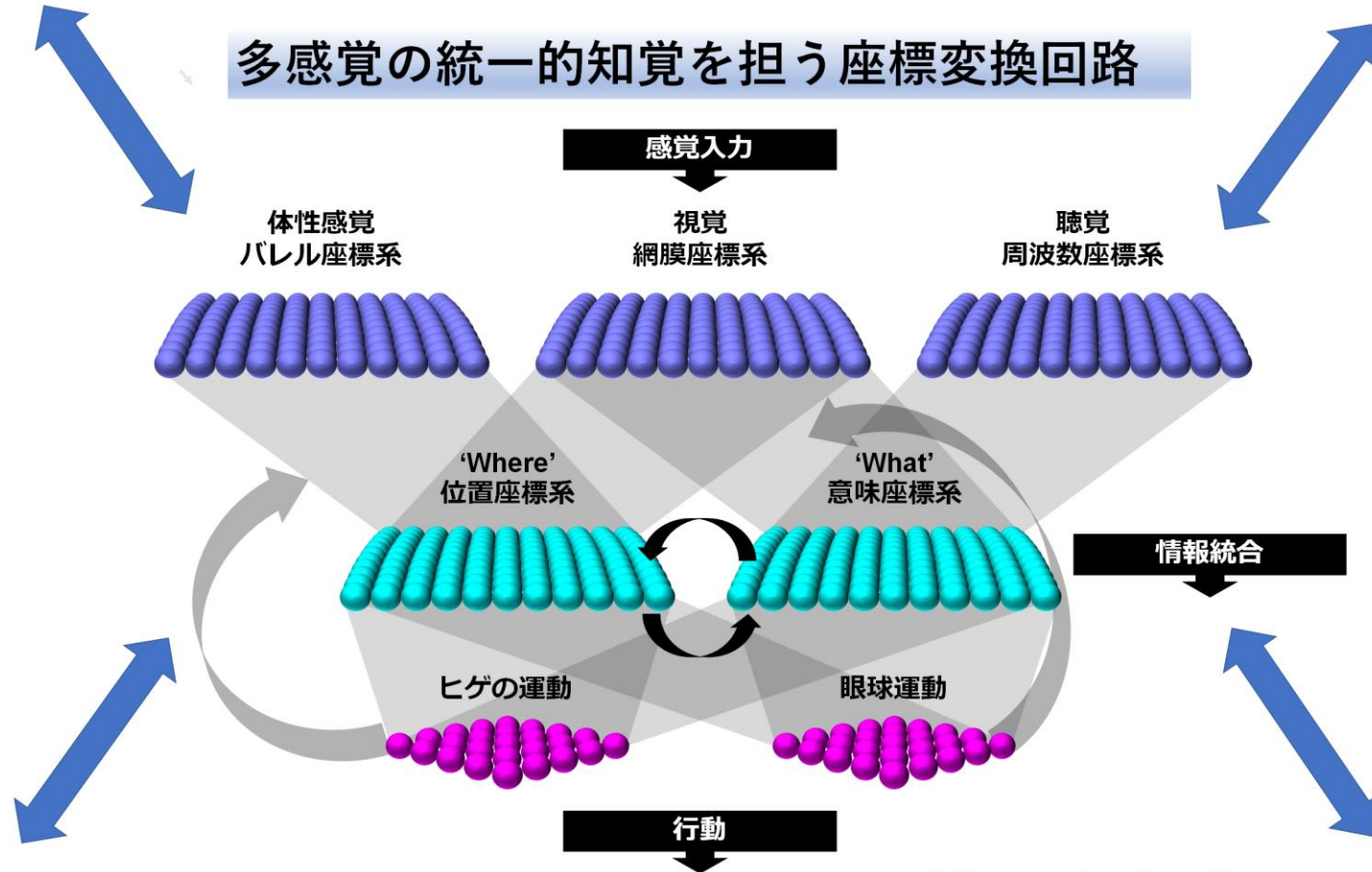
(2) 科学技術イノベーション(※)創出、知的財産権の取得・活用、新産業創出・社会貢献

脳に近い次世代人工知能の創出につながり、介護ロボットなど人間と密接に関わる人工知能産業の創出につながる。また早期失明の治療法にもつながる可能性がある。

(※)「科学的な発見や発明等による新たな知識を基にした知的・文化的価値の創造と、それらの知識を発展させて経済的、社会的・公共的価値の創造に結びつける革新」出典: 第4期科学技術基本計画

課題1 マウス頭頂葉における視覚・体性感覚の座標変換
課題3 およびその神経回路の発達

課題2 マウス側頭葉における視覚・聴覚の座標変換



課題4 早期失明：多感覚が視覚を補うメカニズム

課題5 多感覚間の統一的知覚を担う生成モデルの同定
課題6 自由エネルギー原理に基づく実験データの予測