



## 知能を生み出す霊長類大脳ネットワークの神経機構



研究者所属・職名: 医歯学系・教授

ふりがな はせがわ いさお  
氏名: 長谷川 功

### 主な採択課題:

- [基盤研究\(A\)「サルの脳はどこまでヒトの脳の縮図か—誤信念と文字の認知を担う脳回路の機能と可塑性」\(2019-2022\)](#)
- [基盤研究\(A\)「視覚からコミュニケーションへ:皮質脳波法で読み解く大脳神経回路の情報流」\(2014-2016\)](#)
- [基盤研究\(B\)「柔軟な記号認知と操作のトップダウン大脳制御—サル E C o G から拓く比較認知脳科学」\(2011-2013\)](#)

分野: 認知神経科学、ブレインサイエンス

キーワード: 大脳連合野、マカクザル、皮質脳波、認知、記憶

### 課題

● **なぜこの研究をおこなったのか? (研究の背景・目的)**  
 人間らしい知能がいかにして脳の神経回路の動作により生じるか? は生命の大きいなる神秘である。ヒトでは、大脳の前頭皮質や側頭皮質の連合野の発達とともに言語や社会認知能力が著しい発達をとげた。その起源はヒト以外の霊長類に遡ることができるのだろうか? 私たちは大脳連合野の神経ネットワークの活動がどのように人間らしい知能やその下位機能につながるかのメカニズムの一端を、霊長類を対象とした実験神経科学の立場から解き明かすことを目標としている。

● **研究するにあたっての苦労や工夫 (研究の手法)**  
 知能の様々な側面を担う大脳連合野の神経メカニズムの核心に切り込むためには、ヒトを直接対象とした実験と動物モデル実験を両輪として進める必要がある。しかし、前者は倫理的理由で方法論の制約が大きく、後者はマウス等の動物にどこまでヒト様の認知機能が備わっているのかの見極めに慎重を期す必要がある。そこで本研究では、ヒトに近縁で視覚認知や記憶の能力が高く、なおかつ神経科学の実験手法が適用可能なマカクザルを対象として、『こころの理論』や言語の下位機能を調べる独自の認知パラダイムを開発し、複雑系としての脳回路の機能を解析/操作する新しい方法論と組み合わせたアプローチを目指した。



## 知能を生み出す霊長類大脳ネットワークの神経機構

### 研究成果

#### ●どんな成果がでたか?どんな発見があったか?

##### (1) 脳の情報処理の時空間ダイナミクスを調べるメッシュ状電極を開発

皮質脳波法(図2)の応用で、脳の表面に網のように張りめぐらせるメッシュ状の電極(特許第5431057号)を開発した。さらに網の“目”に刺入したプローブとの併用で、脳深部と脳表の同時記録(Cereb Cortex 2018)や光刺激(Sci Rep 2018)と併用する手法を開発した。

##### (2) 側頭葉に分散した記憶や視覚カテゴリーの脳情報表現を発見

霊長類の側頭葉には先天的に『顔』に応答する細胞が局在し、ヒトでは側頭葉の一部に学習した『文字』に応答する部位が存在する。両者は別個と考えられていたが、我々は、驚くべきことに『顔』と『文字』の応答部位が複数存在し、交互に入れ違いに配列していることを見出した(Cereb Cortex 2015)。

また我々は内側側頭葉において、長期記憶が個々の細胞だけでなく広範囲にわたる細胞集団の同期的活動の空間パターンとして保持され(図3)、学習によってこのパターンがダイナミックに再構築されることを明らかにした(Nat Commun 2016)。

##### (3) 非ヒト霊長類にもヒトと相同の脳基盤に基づく『こころの理論』の能力があることを実証

他者の考えや気持ちを汲む『こころの理論』と呼ばれる能力がヒト科以外の動物にもあるかについては証拠が不十分だった。こころの理論を検証する決め手は、相手の誤った思い込みを理解して、その思い込みにもとづく相手の行動を予測できるかを調べる“誤信念課題”である。この課題を用いて、マカクザルにも相手の誤った思い込みによる行動を予測するような視線のバイアスがあることを見出した。

さらに、ヒトの脳機能イメージングで誤信念課題に関わる賦活が示唆されている内側前頭皮質の神経活動をマカクで化学遺伝学的手法で抑制すると、誤信念課題の成績が特異的に低下した。この結果から、こころの理論の能力はヒトでもサルでも内側前頭皮質の神経活動により支えられ、霊長類に幅広く保存されていることがわかった(Cell Reports 2020)。

図2 脳の表面から単一細胞活動記録より低侵襲的に、脳波より高感度で神経活動を記録する、皮質脳波法のスキーマ

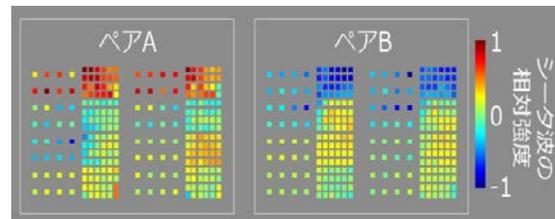
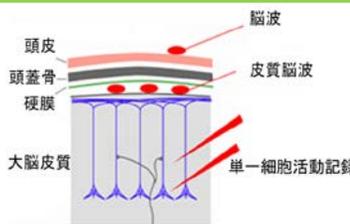


図3 ペアとして連想学習した図形は、内側側頭葉において類似したシータ波の空間パターンを生じるようになる

### 今後の展望

#### ●今後の展望・期待される効果

本研究により、他者の『こころ』の認知など、従来ヒトに固有と信じられてきた高次の認知機能でも、要素ごとに分解すればその一部の前駆的機能はヒト以外の動物でも調べられる可能性が開かれた。動物モデルによる高次認知機能や自閉症の治療法開発への道筋をつけた点において、この結果は意義深い。ヒト以外の霊長類にみられるヒト様の認知行動がどこまでヒトと相同の脳基盤に基づくかは、今後も検証を続けるべき重要な課題である。