

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名: 時間順序の脳内協調表現

2. 研究代表者: 北澤 茂 (順天堂大学 医学部 教授)

3. 研究内容及び成果:

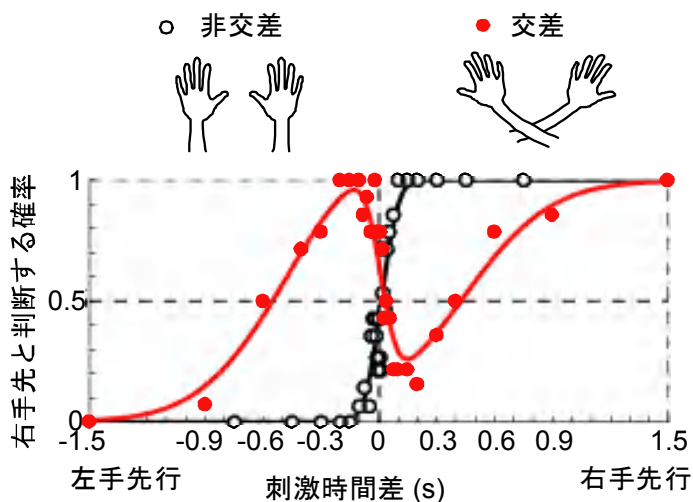
脳のニューロン間の信号の伝達には時間がかかり、多数のループがあるので、信号の前後関係は逆転しやすい。しかし、信号の順序の誤りは生存を脅かす可能性があるため、脳の中には時間を安定に表現するための何らかの原理が隠されていると考えられる。本研究の目標は、100–1000億のニューロンを協調させて高度な情報処理を実現している脳の中で、信号の時間順序がいかにか決定され表現されているかを明らかにし、脳の中の時間情報処理の基本原理に迫ることである。

本研究の柱は、さきがけ研究時に発表した時間順序の錯覚現象の脳内メカニズムを解明することである。右手と左手にそれぞれ刺激を与えて時間順序を判断させると、通常は時間差 0.03 秒程度で 70%、0.1 秒で 95% 以上の正解が可能である (下図白丸)。しかし、腕を交差させると、刺激時間差 0.3 秒程度の範囲で時間順序の判断の逆転が増え、極端な場合には判断曲線が N 字型を示す (下図赤丸)。刺激時間差が 1.5 秒になると再び正解することから、本現象は単なる右手と左手の取り違えでは説明出来ない。

一方、手に持った棒の先端に与えた刺激の時間順序を判断させた場合は、手を交差することなく棒を交差するだけで時間順序が逆転した。皮膚受容器からの信号は、手あるいは手に持った棒など、その信号の原因が生じたと推定される「空間内の」適切な位置に関連付けられて初めて時間的に順序付けられると研究代表者は推定した。

2年間の研究期間において研究代表者は大きく分けて次の 3 個のテーマに取り組んだ。第一はヒトを被験者とした心理物理学的研究である。ここでは皮膚からの信号が空間座標系に位置づけられてから順序付けられる

という知見をさらに確かなものとすると同時に、その空間座標系に視覚入力に関係するかどうかを調べた。第二はヒトを被験者とした非侵襲脳活動計測である。非磁性の点字刺激装置を開発して時間順序判断課題と刺激点数の大小判断課題を対照させることによって時間順序判断に関与する脳の領域を明らかにすることに取り組んだ。第三は動物を被験体とした研究である。マウスとサ



手の交差による主観的時間順序の逆転

ルに関して開発した時間順序判断の実験系を用いて細胞レベルの時間順序判断機構の解明を目指した。これらの3つのテーマは、心理物理実験で時間順序の協調表現に関する大きなモデルを組み立て、非侵襲脳活動計測で脳領域との対応を解明し、動物に対する生理学的あるいは免疫組織化学的研究によりニューロンレベルの情報表現を解明するという研究構想を反映している。実施にあたっては、三者を並行して進め、相互の成果を参照しながら研究を行った。

4. 事後評価結果:

4-1 外部発表(論文、口頭発表等)、特許、研究を通じての新たな知見の取得等の研究成果の状況

刺激認識における時間順序の錯覚現象の脳内メカニズムを研究し、皮膚からの信号が空間座標系に位置づけられてから順序付けられるという仮説について、ヒトの心理的研究、非侵襲的計測、マウスでの遺伝子発現で的確に結論される成果が得られたことはタイムリーな成果として評価される。しかし、サルを用いた研究が大幅に遅れたことは、サルの教育訓練に予想外の時間がかかったとしても残念である。

論文数としてはそれなりに発表されているが、競争相手の論文発表に遅れをとるなどスピードにおいて問題が残った。これは研究の遅れであるのか、論文発表の遅れであるのか今後のための反省が指摘される。

特許は全く出願されていない。極めて基礎的な研究なので知的所有権の申請がなくても相応であると判断されるものの、画期的な新分野への挑戦で成果を挙げたとすればやや不満感が残る。

研究の体制については、産業技術総合研究所から順天堂大学医学部へ所属換えがあったが、両所で研究を行い、ほぼ順調であった。サルを用いた研究が大幅に遅れ、実験系の作成だけに終わったのはかなり残念である。研究費の使い方については、多くの実験動物(サル等)を使う割には予算が小額であり、適切に使われたと判断する。

4-2. 成果の戦略目標・科学技術への貢献

刺激認識における時間順序の錯覚現象が、皮膚からの信号が脳内において特定の領域において空間座標系に位置づけられてから順序付けられる、等の研究成果は、刺激認識に異常を示す神経疾患の理解や、それらの改善に向けた治療法の構築などの分野に大きな示唆を与えるものとして高く評価される。また、遺伝子発現を用いた脳部位の同定技術は他の脳機能の研究に応用されうると予想されるが、その範囲と程度、したがってインパクトは予想し難い。

国内外の類似研究と比較して、世界水準を十分にしのぐものと思われるが、成果の発表において先行した部分と遅れをとった部分がある。本課題内では今後の研究展開が期待出来るが、その先にどのような大きな展開がありうるのか必ずしも明確でない。

4-3. 総合的評価

刺激認識における時間順序の錯覚現象の脳内メカニズムを研究し、ヒトの心理的研究、非侵襲的計測、マウスでの遺伝子発現で的確に結論される成果が得られたことは、タイムリーな成果として評価される。しかし、サルを用いた研究が大幅に遅れたこと、遂行スピードにおいて多少問題が

残ったのは残念であった。(研究代表者は SORST プロジェクトでの終了年度において、新たに CREST プロジェクト「脳の機能発達と学習メカニズムの解明」の研究代表者に選ばれた)