

脳波の準備電位を用いた Model Human Processor の検証

2016 年度 成果報告書

脳情報総合研究プロジェクト HHS 研究ユニット
代表 浅野 勇大

今年度の活動の概要

本ミッションは、神経科学的な観点と、認知科学における人間の情報处理的なアプローチの両方の観点からヒトの無意識に関する研究を行うミッションである。

そこで今年度は人の情報処理モデルである Model Human Processor を、脳波を用いて検証するために文献調査、実験設計、環境構築を行った。

また、Model Human Processor を神経科学的側面から検証するために、視覚刺激を受けてから意思決定するまでの生理学的モデルの作成を検討している。そこで、今年度は、ニューロンの発火モデルを構築し、シミュレーションを行った。

今年度の活動の成果

1. Model Human Processor と検証実験

Model Human Processor (図1) とは、経験則に基づいた人間の情報処理モデルである。Model Human Processor には4種類のモデルがある。この4種類のモデルは、視覚情報の種類に応じて運動までの時間が異なることを示し、標準的な処理時間を示したモデルである。本研究では、このモデルが示す標準的な処理時間を検証するために、脳波を利用して定量的に検証しようとする研究である。

Model Human Processor は、人間の知覚から行動決定の過程を

- 知覚プロセッサ (約 100m s)
- 認知プロセッサ (約 70m s)
- 運動プロセッサ (約 70m s)

による3つのプロセッサにより処理されているものとしている。図2はその例である。

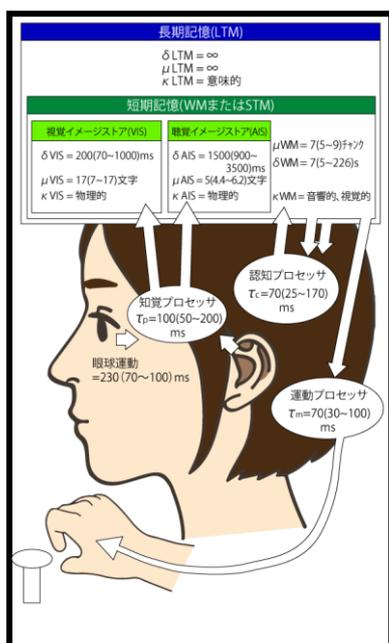


図1 Model Human Processor

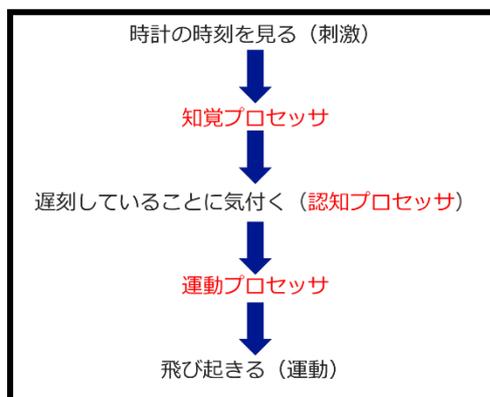


図2 Model Human Processor の実際の例

また、Model Human Processor では 4 種類の視覚情報が異なる反応が挙げられており、それぞれ反応時間が異なるとされている（表 1）。

表 1 Model Human Processor の視覚情報が異なる 4 種類の反応

	表示するもの	クリックする条件	認知過程
単純反応	光刺激	光ったとき	反応決定のみ 約 70ms
物理的照合反応	(例) A→b→j→a→V→ I→A→t→G→K	(例) Aのとき	照合 → 反応決定 約 140ms
名称照合反応	(例) A→b→J→a→V→i →a→T→e→K	(例) Aとaのとき	文字再認 → 照合 → 反応決定 約 210ms
カテゴリー照合反応	(例) A→B→J→U→V→ I→A→T→E→K	(例) 母音のとき	文字再認 → 分類 → 照合 → 反応決定 約 280ms

実験としては、4 種類それぞれのパターンの実験を行い、視覚情報の提示から運動までの時間（反応時間）を計測し、同時に脳波計測を行う予定である。

まとめ

本研究は、Model Human Processor が示す標準的な処理時間を検証するために、脳波を利用して定量的に検証しようとする研究である。

今年度の成果として、文献調査、実験の設計、実験環境の整備を行った。来年度から実験を実際に実施するために関係各所と検討の上、研究を進めていく予定である。

また、本研究が進展し、知覚から反応までの脳の情報処理過程が明確になることで、行動決定のタイミングを予測することができ、突発的な事象が多く発生する自動車運転の危険予測などに役立つのではないかと考えられる。

2. ニューロンの発火モデル

ニューロンの発火とはニューロン（神経細胞）にある程度の入力があった際に、細胞内の電位が急上昇する脱分極が起こることである（図 3）。今回は、ヤリイカの神経軸索を対象にしてまとめられた Hodgkin-Huxley Model の構築及び入力を加えた際のニューロン内部の電位変化とニューロン発火の発生について検証した。

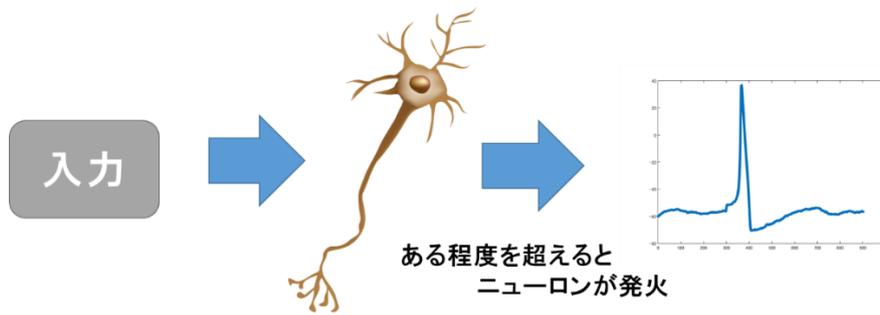


図3 ニューロンが発火する仕組み

この実験の結果、以下の図のように実際のニューロンと同等のニューロンの発火が、人為的に加えた刺激によって誘発されることを確認することができた。図4の縦軸が電位(mV)であり、横軸は時間(ms)である。

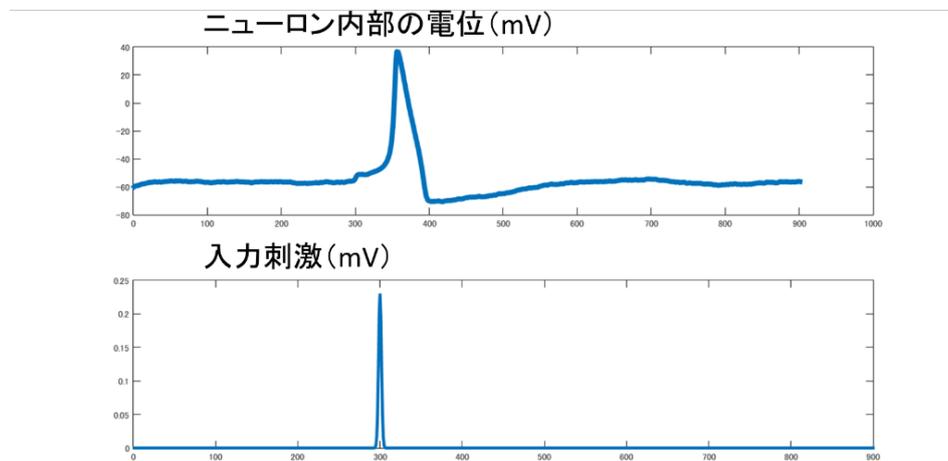


図4 入力刺激に対するニューロン内部の電位

また今回の実験から、刺激の大きさを変更することによってニューロンの発火が一定の間隔をあけて続けて起こったり、ニューロンの発火に至らない場合があることが分かった。(図5, 6)

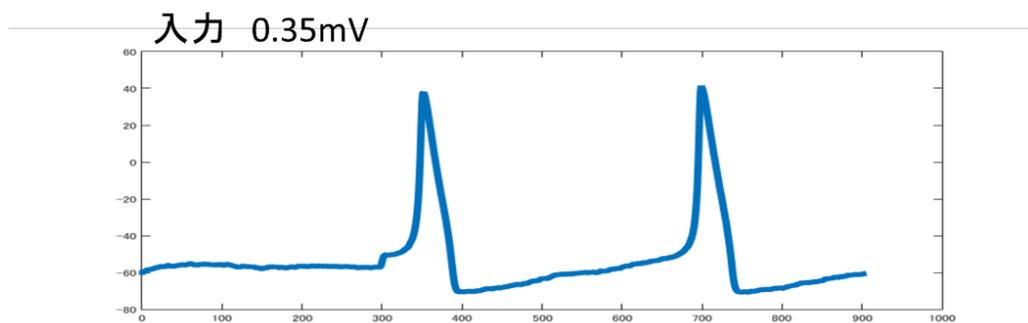


図5 入力刺激の大きさを0.35mVとした際のニューロン内部の電位

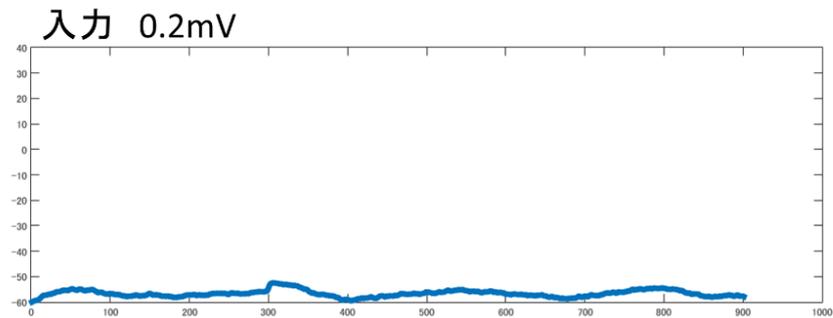


図6 入力刺激の大きさを0.2mVとした際のニューロン内部の電位

まとめ

今回のシミュレーションから、ニューロンの発火のモデルについては作成することができたと考えられる。今後の展望としては、このニューロンの発火モデルに加え、光刺激を視細胞に対する入力に変換、他の神経細胞のモデルを作成し、それぞれをつなぐことで光刺激から大脳視覚野までの総合的なモデルの作成を目指す（図7）。

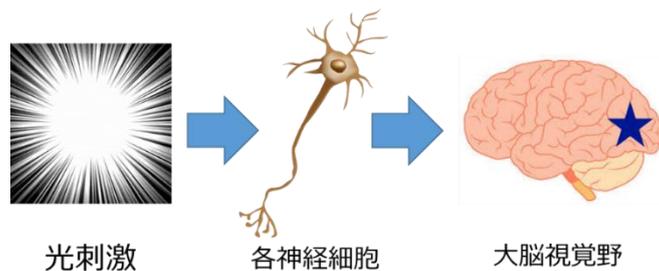


図7 光刺激から大脳視覚野までの情報の流れ

また、このモデルを作成するためには計算モデルの処理規模が大きくなることが想定されるため並列計算機を用いた処理の高速化についても検討していく必要がある。

今後の展望

今年度は人の情報処理モデルである Model Human Processor を、脳波を用いて検証するために文献調査、実験設計、環境構築を行った。また、神経科学的側面から検証するために、今年度は、ニューロンの発火モデルを構築し、シミュレーションを行った。

来年度は、学内関係各所との協議の上、脳波を用いた Model Human Processor の検証実験を行っていきたいと考えている。脳波を用いて Model Human Processor を検証することができれば、従来経験則と言われていた Model Human Processor を定量的に評価する方法になり得ることを示すことができる。

今後の研究に期待されたい。