

# Model Human Processor と運動準備電位の出現位置の検証

## Verification of Appearance Positions of Model Human Processor and Readiness Potential

清水 菜々子<sup>\*1</sup>, 東野 利貴<sup>\*2</sup>, 曾我 真人<sup>\*1</sup>

Nanako SHIMIZU<sup>\*1</sup>, Toshitaka HIGASHINO<sup>\*2</sup>, Masato SOGA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>和歌山大学システム工学部

<sup>\*1</sup>Faculty of System Engineering, Wakayama University

<sup>\*2</sup>大阪大学大学院情報科学研究科

<sup>\*2</sup>Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

Email: s206128@wakayama-u.ac.jp

あらまし：ヒューマン・コンピュータ・インタフェースを考えるにあたって，人間がどのように認識・判断・行動を行っているのかを知ることが重要となる．そこで，人間の認知処理過程をモデル化したものに，Card らの Model Human Processor (MHP) がある．しかし，この MHP は経験則から処理時間を予測したものであり，脳活動の側面からはあまり検討されていない．本研究では，特徴的な脳波である運動準備電位 (RP) に着目し，基本的ユーザ・パフォーマンスを行っているときの脳波を計測することで，脳活動の側面から検証を行った．実験の結果，MHP は特徴的な脳活動である RP の側面からも概ね説明できることが分かった．

キーワード：Model Human Processor, 運動準備電位, 脳波, 基本的ユーザ・パフォーマンス

### 1. はじめに

人間の認知処理過程をモデル化したものに，Card らの Model Human Processor (MHP) がある<sup>(1)</sup>．しかし，MHP は経験則に従い処理時間を予測したものであり，脳活動の側面からはあまり検討されていない．そこで本研究では，脳波の中でも，運動準備電位 (Readiness potential: RP) と呼ばれる脳波に着目し，脳活動の側面から MHP の妥当性について検証を行う．

### 2. 研究目的

MHP では，知覚に要する平均時間を 100ms，認知に要する平均時間を 70ms，運動に要する平均時間を 70ms として定めている．そこで，MHP を用いて，人間の 4 つの基本的ユーザ・パフォーマンスである単純反応，物理的照合反応，名称照合反応，カテゴリ照合反応における認知処理過程を表すと図 1 に示すようになる<sup>(2)</sup>．なお，単純反応は何らかの情報が呈示されたときに行う反応，物理的照合反応は呈示された情報が事前に記憶していた情報と同じときに行う反応，名称照合反応は呈示された情報が事前に記憶していた名称と同じ名称で表すことができるときに行う反応，カテゴリ照合反応は呈示された情報が事前に記憶していたカテゴリと同じカテゴリで表すことができるときに行う反応のことである．

また，RP は，Kornhuber らによって，発見された脳波であり，随意運動に 550ms 先立って出現する陰性の電位変動である<sup>(1)</sup>．以上から，MHP の 4 つのモデルにおいて，RP が出現すると考えられる位置を重ね合わせて図示すると図 2 に示すとおりになる．

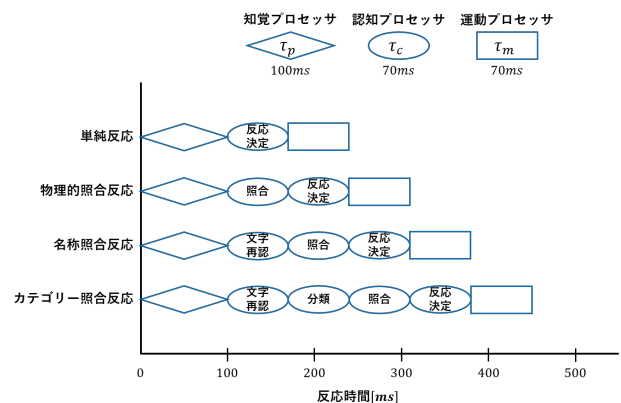


図 1 4 つの基本的ユーザ・パフォーマンス

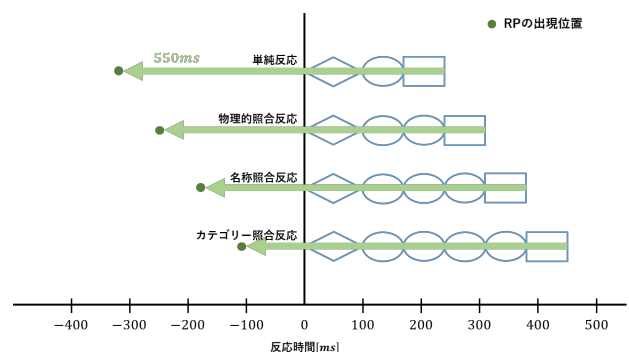


図 2 MHP と RP の矛盾 (矢印は随意運動から 550ms 前を示す.)

MHP において脳内で運動の準備が行われるのは，認知プロセッサの区間である．しかし，図 2 に示すように RP の出現位置は知覚よりも前になっており，これは MHP と RP が矛盾していることを示している．そこで，本研究では，4 つのモデルに対応する実験

を構築し、その実験中の脳波を計測して RP の出現位置を確認することで、この矛盾点について検証を行った。

### 3. 実験手法

MHP に対応する 4 つ実験を構築し、実験中の被験者の脳波を計測した。実験では脳波計を装着した被験者に視覚刺激を呈示し、事前に教示した視覚刺激（ターゲット刺激）が呈示されたらマウスの左クリックを、それ以外の視覚刺激が呈示されたら右クリックを行ってもらった。各実験における視覚刺激、ターゲット刺激を表 1 に示す。

表 1 視覚刺激とターゲット刺激

	視覚刺激	ターゲット刺激
単純反応	●	●
物理的照合反応	A, B, C, a, b, c, 1, 2, 3	B
名称照合反応	A, B, C, D, E, a, b, c, d, e, 1, 2, 3, 4, 5	/di:/ と読む記号 (D, d)
カテゴリー照合反応	A, B, C, D, E, a, b, c, d, e, 1, 2, 3, 4, 5	子音 (B, C, D, b, c, d)

### 4. 実験結果

4 つのモデルにおける総加算平均波形および RP が出現し始めた位置（波形の振幅が有意に負に振れ始めた位置）を図 3 に示す。0ms の位置がマウスクリックの位置であり、赤線は視覚刺激呈示のタイミングを示している。縦軸は振幅 ( $\mu V$ )、横軸は時間 (sec) である。なお、水色の区間は、帰無仮説を「平均がゼロで分散が未知の正規分布ある」として 1 標本 t 検定を行い、有意水準 5% で棄却された区間である。

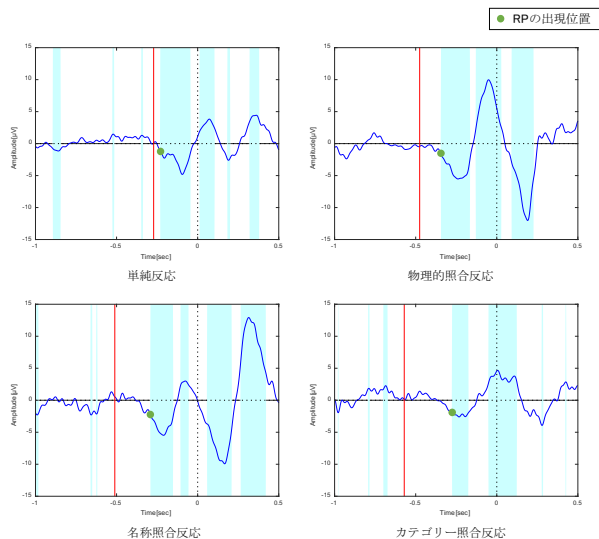


図 3 総加算平均波形と RP の出現位置 (緑色の○は RP の出現位置を示す。)

### 5. 考察

MHP における 4 つのモデルでの認知処理過程の予測、RP の出現位置、マウスクリックの位置を図 4 に示す。なお、図 4 において 0ms の位置は視覚刺激

呈示の位置である。物理的照合反応、名称照合反応、カテゴリー照合反応では、認知プロセッサの区間で RP が出現した。そのため、物理的照合反応、名称照合反応、カテゴリー照合反応においては、MHP は脳活動の側面から見ても問題がないといえる。一方、単純反応では、知覚プロセッサの区間で RP が出現した。単純反応は、視覚刺激が呈示されたらマウスクリックを行うという、他の 3 つの反応と比較しても非常に簡単な反応である。そのため、実際に視覚刺激を知覚するよりも前から、マウスクリックをしようという準備状態に脳内であった可能性が考えられる。しかし、脳内がマウスクリックの準備状態にあったとしても、実際にクリックを行うかどうかの決定を行うのは、視覚刺激を知覚した後と考えられるため、単純反応の認知処理過程を「知覚→認知（反応決定）→運動」と予測した MHP のモデルに間違いはない。

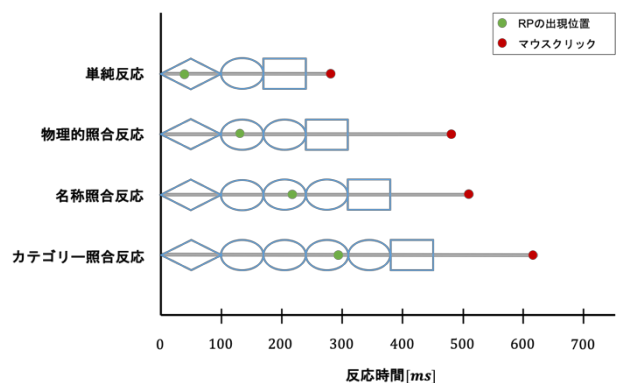


図 4 MHP における予測モデルと RP の出現位置

### 6. まとめ

本研究では、4 つの基本的ユーザ・パフォーマンスに対応する実験を構築し、その実験中の脳波を計測して RP の出現位置を確認することで、経験則的に導かれたモデルである MHP が脳活動の側面からも正しいかどうかを検証した。実験の結果、MHP は特徴的な脳活動である RP の側面からも概ね説明できることが分かった。

### 7. 参考文献

- (1) Stuart K. Card, Thomas P. Moran, Allen Newell: “The Psychology of Human-Computer Interaction”, Crc Press (1983)
- (2) 古谷康一, 溝口文雄: “インタフェースの科学 (知識情報処理シリーズ 5)”, 共立出版, pp.49-76 (1987)
- (3) Hans H. Kornhuber, Lüder Deecke, ” Hirnpotentialänderungen bei Willkürbewegungen und passive Bewegungen des Menschen: Bereitschaftspotential und referente Potentiale”, Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere, 第 284 巻, pp. 1-17 (1965)