

氏名	岡本安晴 おかもとやすはる
学位の種類	文学博士
学位記番号	論文博第158号
学位授与の日付	昭和58年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	A two-state model of simple reaction time (単純反応時間の2状態モデル)

(主査)  
論文調査委員 教授 本吉良治 教授 平野俊二 教授 中久郎

### 論文内容の要旨

スタートに並んだ陸上選手が、ピストル音とともに走り出すことを想像してみよう。どんなに早く走り出しても、音が聞こえてから駆け出すまでには、いくらかの時間を必ず必要とする。何故に必要なのであろうか。これが単純反応時間の問題にはかならない。論者は、それに対する解答として“期待 (expectancy)”が単純反応時間を決定するという。この“期待”とは準備状態と非準備状態の二つの相にかならない。ついで、この2状態間の遷移の確率過程をもとに数理モデルを構成する。

本論文は4章よりなり、つぎのように、論旨が展開される。

1) 何故2状態という離散的定性モデルが要請されるのか、その理論的背景、2) 定性的確率モデルをもとにした実験的研究、3) “期待”のメカニズムの基礎となっている時間知覚の文献を検討した結果、定説は見出されない、従って定性的確率モデルを採用するに至ったこと、4) 実験結果をもとに計算機によるシミュレーション、ついで数理モデルの構成。

以下、章を追って要旨を述べる。

#### 第I章 序論

まず、選択反応時間のモデルのレビューがなされ、Falmagne (1965) の2状態モデルを除いて、先行試行の及ぼす影響が考慮されていないことが指摘される。Falmagne のモデルは、次の点で興味深い。1) 二つの状態だけを仮定していて、構造が単純であるにもかかわらず、実験データをよく説明しうること。2) 設定された状態が離散的であること。

次に、単純反応時間のモデルがレビューされ、選択反応時間のモデルのレビューをも参考にして、次の3条件を満足する単純反応時間の新しいモデルが必要であることが結論される。1) “期待 (expectancy)”のメカニズムがとり入れられていること。2) 系列効果が考慮されていること。3) 離散型のモデルで、“準備 (prepared)”と“非準備 (not-prepared)”の2状態を有するものであること。

#### 第II章 実験

公表されている単純反応時間の実験についての問題点が指摘され、論者により行われた次の条件を満た

す一連の実験のうち代表的なものが実験 I から実験 IV として報告される。1) 使用される foreperiod (FP) の弁別が極端に容易でないこと。2) 使用される FP の長さが、極端に長くも短くもないこと。3) 被験者は単純反応時間の実験に関してナイーブであること。4) 使用される FP の範囲が、各実験を通してできるだけ同じであること。

まず、実験 I において、FP の範囲の変化の reaction time (RT) に及ぼす影響が調べられる。最適な FP の値が、絶対的に決められるものではなく、FP の範囲に依存していることが示された。実験 II においては、FP の範囲は固定されているがその分布に bias がかけられる。長い FP の提示頻度が高いときには最適な FP も長くなることがみられた。実験 III は、系列効果を調べるためのものであり、先行試行の FP が長いときには現試行の短い FP に対する RT の長くなることが示された。実験 IV は、warning signal の効果をみるためのものである。これは、各試行の前に warning signal を入れている実験もあるので、warning signal を使った場合と使わない場合との比較を試みたものであるが、warning signal の効果は認められなかった。

以上の実験結果は、単純反応時間における“期待”の働きを認める立場を支持するものである。さらに、この“期待”は、先行の FP の影響を強く受けている。

### 第三章 時間知覚

単純反応時間における“期待”のメカニズムは時間知覚のメカニズムを基礎として働いていると考えられるので、本章において時間知覚のメカニズムに関する文献のレビューが行われる。現時点においては時間知覚に関する定説は確立されていないことが指摘される。

### 第四章 2 状態モデル (two-state model)

第 I 章での反応時間のモデルのレビュー、及び、第 II 章の実験結果に基づいて、単純反応時間の 2 状態モデルが提唱される。但し、このモデルは、第 III 章での時間知覚に関する文献のレビューによれば、定性的モデルでなければならない。

2 状態、 $S_{np}$  及び  $S_p$ 、それぞれに反応時間の分布関数、 $F_{np}(X)$  及び  $F_p(X)$ 、が対応させられ (仮定 1, 仮定 2)、2 状態間の遷移を規定する関数、 $D(X)$  と  $R(X)$ 、が与えられる (仮定 3, 仮定 5)。遷移については、文脈効果がとり入れられる (仮定 4)。これらの仮定に基づき次の 2 式が導かれる。

$$P(t, T_0) = \int_0^t \tilde{R}(t-x) \cdot dD(x)$$

$$\overline{RT}(t, T_0) = P(t, T_0) \cdot \overline{RT}_p + (1 - P(t, T_0)) \cdot \overline{RT}_{np}$$

ここに、 $P(t, T_0)$  は被験者が時刻  $t$  に  $S_p$  状態にある確率であり、 $\overline{RT}(t, T_0)$  は時刻  $t$  における平均反応時間であり、 $\overline{RT}_p = \int_0^\infty x \cdot dF_p(x)$ 、 $\overline{RT}_{np} = \int_0^\infty x \cdot dF_{np}(x)$  である。

これらの式をコンピューター・シミュレーションにより調べた結果は、この 2 状態モデルが先行試行の FP の影響 (実験 III) をよくあらわしうること、及び、最適な FP が存在すること (実験 I) を示していた。

コンピューター・シミュレーションによる分析に続いて数理的分析がなされる。まず、 $\overline{RT}(t, T_0)$  に相当する  $\overline{RT}(t, \delta)$  を考え、 $\frac{\partial \overline{RT}(t, \delta)}{\partial t} = 0$  を満足する  $t$  を与える  $\delta$  の関数  $h(\delta)$  が  $\frac{dh(\delta)}{d\delta} < 0$  を満たす

すことが導かれ、このことが系列効果に対応していることが指摘される。次に  $\delta$  の分布関数  $U(x)$  を設定して、 $U(x)$  の bias の効果が調べられる。時刻  $t$  における反応時間  $\overline{RT}(t)$  は、 $\overline{RT}(t) = \int_0^{\infty} \overline{RT}(t, \delta) \cdot dU(\delta)$  で与えられる。2種類の  $U(x)$ ,  $\{p_{10}\}_{i=1}^n$  と  $\{p_{20}\}_{i=1}^n$  に対応する  $\overline{RT}(t)$ ,  $\overline{RT}^1(t)$  と  $\overline{RT}^2(t)$ , が算出され、 $\overline{RT}^1(t) - \overline{RT}^2(t)$  の評価から最適な FP の  $U(x)$  に対する依存のし方が実験 II の結果に一致することが指摘される。

### 論文審査の結果の要旨

単純反応時間の問題とは、反応の速度とそれを決定する条件をめぐっての研究である。これは、1796年グリニッチ天文台における星の位置の測定の誤差に端を発した。心理学の実験としては1879年、ライプツヒの研究室において初めて試みられて以来今日まで数千の研究が報告されている。これらを大別すると、一つは神経生理学的アプローチによるものと、一つは情報処理的アプローチによるものとの二つがある。本研究は後者のアプローチを取る。

単純反応時間を決定する諸条件のうち、刺激に関する変数、反応に関する変数が詳細に操作され分析されてきた。しかし、最近では、もっとも重要な問題は“決定 (decision)”であり、それは、“期待 (expectancy)”によると考えられるに到った。単なる刺激と反応の関係ではなく生体の中枢作用ともいふべき“期待”の問題として単純反応時間の課題が取り扱われる。本論文の主旨は、この“期待”の内容を明らかにし、モデルを設定することである。

もちろん、このような方向の研究は論者のみではない。本論文の第1章で述べているようにいくつかの“期待”モデルが提唱されてきた。しかし、それらに対し、論者はつぎの欠点をあげる。1) “期待”が連続的過程と考えられている。2) たとえ、離散的と考えられていても、同時選択反応時間のモデルであり、空間に関するモデルにすぎない。3) 従来この問題についての数理モデルにおいては主観的確率と数学的確率の区別がなされていない。すなわち、先行経験によって、次回の試行結果の主観的確率が変化する場が顧慮されていない。以上の批判は極めて当を得たものである。1), 2) の批判は、時間知覚のモデルが結論を得ることができずなお混沌としている今日、離散モデルを採用することは賢明なアプローチといわざるを得ない。さらに、論者のように概念学習その他の領域において、離散モデルが一応の成果をあげていることを思えば、このアプローチは卓見である。3) の批判もまた精神物理学の分野での文脈効果の事実を想起すれば当然のことであろう。

論者は、従来のモデルに対して、以上の批判を下し、1) “期待”のメカニズムを取り入れ、2) 系列効果を考慮し、3) 準備状態と非準備状態の2状態の離散型モデルの必要性を主張した。ついで、このモデルの正当性を検証するために実験を行った。そのさい、foreperiod (FP) の決定にあたって、とくに、つぎの点が顧慮された。FPのうち、極端に短いものは、神経生理学的アプローチには必要であったとしても心理的現象としてはあまり有用な対象ではない。また、極端に長いものは“飽き”の問題が生じる。以上の理由で、本実験では1秒から7.01秒までのFPが用いられた。またナイーブな被験者が用いられたのは、心理学の他の領域において、このモデルの適用のことを考えたためである。

以上のように、本論文の諸実験の条件については十分配慮が行われている。数理モデルにありがちな事

実の軽視という欠点が本論文には全く見られず、周到な用意のもとにモデルの構成が行われたことは高く評価されるべきである。

この実験結果をもとにして、計算機によるシミュレーションが行われた。両結果は、極めて類似した。このシミュレーションを普遍化して数理モデルがつくられた。この手法の手固さ、しかもその結果の驚く程の一致は、このモデルの正当性をうらがきする。

さらに、このモデルは最近の心理学の重要な課題の一つとなっている“意志決定”の問題、ゲーム理論、注意の問題などに大きな示唆を与えるものと思われる。

以上審査したところにより、本論文は文学博士の学位論文として価値あるものと認める。