

選択応答作業における10手指の応答時間の比較検討

池 田 良 夫

A Study on the Reaction Times of 10 Hand Digits Observed in a Choice Reaction Task

Yoshio IKEDA

As the basis of the preliminary study on the lateral dominance of human hand capabilities, this study examines the hypotheses as follows; whether 10 hand digits may have different reaction times in a choice reaction task; and whether reaction times may differ between the left and right hands or not. A choice reaction experiment was conducted to obtain a data on each hand digit reaction time which is the time from the beginning of a stimulus to the beginning of the reaction to it. Twenty one male, right handed college students served as the subjects. The subject placed his 10 digits on the 10 switches which correspond to the horizontally located LED lamps used as a stimulus. The data indicates that the mean reaction times are different in hand digits. The ANOVA and Duncan's multiple range test reveal the significant differences in the subjects and in hand digits but not in hands. The shortest time is observed in the left and right little fingers while the longest are the left and right middle fingers. The thumb, index, and ring fingers have longer times, respectively between the two extremes. The shortest time of the little fingers and the insignificant difference between the hands may require a further speculation of experimental methods.

1. はじめに

道具や制御装置の設計は人間の生体構造や使用する人間の機能に適合した設計がなされることが望ましい。安全かつ使用性に優れた設計には人間機能の正しい理解が重要な一つの要素と考えられる。

人の手指は外界との接点として最も良く使用される身体部位の一つであり、その特性についての研究は古く、かつ多く見られる。しかし、文献に見られる研究方法の多くは、ただ単に指を速く動かすことか否かに注目されてきたようである。たとえば、タッピング、反応時間、リズム打ちなど、いずれも指定した指が所定の時間内に何回運動することができるかに着目し、一回の平均時間・規則性・速度などの観点から指の器用さまたは機能を評価している¹⁾²⁾³⁾。また、指機能に関する報告の多くは右手または左手のいずれかの5指についてのもので、左右両手の10指についての報告はほとんどない。

本研究では、英文のタイプ作業に見られるように、原稿の一文字を読み、10指のどれか1指を選択し、一旦選択がなされるとその指がキーを押すような状況を単純な作業に置きかえて、10指の機能の一側面を検討することを試みた。すなわち、10指を10個の応答スイッチの上に

位置し、10個の光刺激の一つをランダムに点灯し、それに対応する応答ボタンを押すまでの応答時間によって、10指を比較検討することを目的としている。さらに、10指の応答時間を右手と左手に分け、両手間の差異を検討し、器用さの一評価法としての可能性を考察することを二次的目的としている。

手指は親指や中指など日常名称が付けられているが、記述の便宜上、以下の記述では親指から中指の順に、I・II・III・IV・Vと表現する。また、左または右の表現にLまたはRを用いる。例えば、RIIIは右手の中指を意味することくである。

2. 方法

大学生を被験者とする実験により、手指の応答時間を調べた。

2.1 実験装置

実験装置は大きく三つに分類され、それらは光刺激表示部分・応答測定部分・マイクロコンピュータおよび周辺装置からなる。

光刺激表示にはDC 5 Vで赤色発光するLEDを用い、十個のLEDは黒色背景の垂直パネルに横一列に配

列されている。LEDの配置間隔は等間隔であるが、左右五個ずつのLEDの間のみ左手側か右手側か判別し易いように他のLEDよりも広めに配置されている。

応答測定部分には押している間のみオンの状態になる十個の押しボタン式スイッチを用意した。アルミ製のシャーシボックスの上にはぼ10手指の指先の位置に合うようにスイッチを配列し、スイッチ間には抵抗を直列に配線し、入力側にDC 5 Vの負荷をかけ出力側には押されたスイッチにより異なる電圧が出力する装置を作製した。

実験の遂行・測定にはコンピュータ及び周辺装置を使用した。コンピュータはLEDのどれか一つをランダムに選ばせ、700ミリ秒の間点灯する。他方、各被験者の応答を調べ、応答があった場合の応答時間を計測し、応答の正誤を判定し、結果を記録するようにプログラムされている。

2.2 被験者

実験に参加することに同意して、研究目的に合う大学生21名を被験者とした。被験者は視力・手指に異常のない右利きの健勝者である。右利きの被験者に限定したのは利き手による応答時間への影響があるのか不明であり、それを吟味するに十分な左利きの被験者を確保できない状況からである。

2.3 実験計画

一回の実験の収容能力は16人なので全被験者をランダムに2グループに分けて実験を行なうこととした。各グループの実験は10刺激を4回繰返すこととし、合計40回の試行を完全無作為の順序で実施することとした。なお、試行と試行の間隔も被験者の予測応答を避けるため、0.8秒から3秒の間で任意の間隔をランダムに設定した。

2.4 実験手順

実験には教室を用い、教卓上に設置された刺激表示部を中心にV字型3列に被験者を配置した。実験にさきだち、実験の目的・内容について説明し、質問を受けた。内容説明中特記すべき事柄は：(1)ランプの点灯に注意しランプの点灯に気がついたら、出来るだけ速く、どのランプかを判断し、ランプに対応するスイッチを押すこと、(2)ボタンの押し違いに気づいても気にせず、次の試行に最善を尽くすこと、(3)実験中の外乱を少なくするため「声」を出したり、不必要な音をたてないよう協力を依頼した。

質疑応答後、被験者の訓練に入り、30回の試行のうち、エラー数が3以下、応答時間の変動係数が20%以下になるまで訓練した。訓練後の小休止の後、40回からなる本実験を開始した。

実験中の手順は先に述べた如く、ランダムな刺激がラ

表1 指毎の平均応答時間

指	手	平均(MS)	N	SD.
I	L	606.8	75	112.8
	R	576.9	82	117.4
II	L	639.4	80	116.8
	R	609.0	80	102.0
III	L	678.5	84	145.8
	R	688.4	79	125.8
IV	L	673.9	84	99.4
	R	648.7	82	112.4
V	L	529.4	84	79.3
	R	521.1	84	78.5

表2 分散分析の結果

要因	D F	S S	F	PR>F
S	20	3212725.41	20.35	.0001
H (S)	21	170470.98	1.03	.4256
D (S * H)	168	4359858.37	3.29	.0001
Error	604	4767087.83		

ンダム時間間隔で表示され、応答時間とその正誤判定を行うことを繰返すことになる。しかし、実際に使用したプログラムでは、刺激の無作為順序と刺激間隔の設定を初期設定で行っており、最初の試行が開始されたら40回の点灯と計測に専念し、正誤判定も実験終了後行うなど、計測値の正確性を配慮した。

3. 実験の結果と考察

誤答の場合は刺激と対応する応答をしていない。すなわち、光刺激を知覚してから応答しているが、人間情報処理系または指を動かす運動器系のいずれかで誤りを犯かしているのが、正確な応答とはいえない。したがって誤答の場合の応答時間は無効としてデータより削除する。

有効データよりなる全被験者の各指毎の平均応答時間を表1に示す。各指の平均時間を比較すると最短応答はRVで521ミリ秒であり、その最長応答はRIIIで688ミリ秒である。その差は167ミリ秒で、これは敏速な人の単純反応時間に相当する。左右対応する各指の平均値を比較するとIII以外の各指は右側の方が左側の方より短い。全被験者の平均値においてすら片側優位の一貫性がみられないので、ましてや各被験者毎の各指の平均値には片側

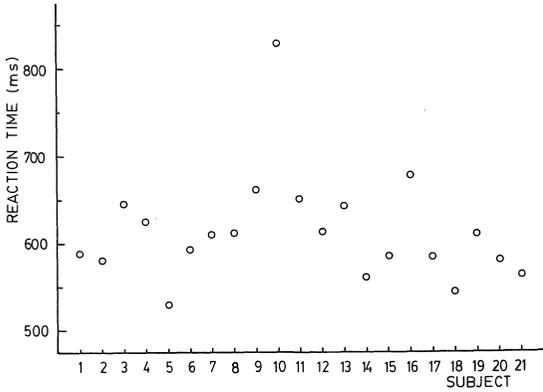


図1 被験者毎の平均応答時間

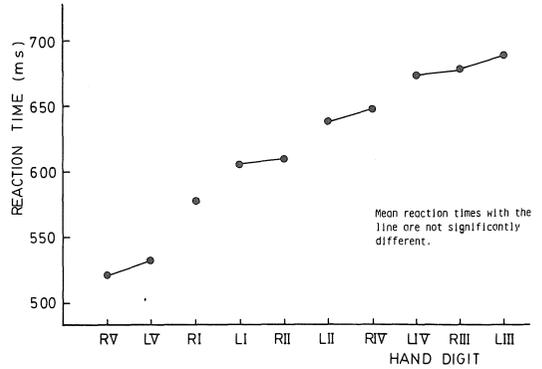


図2 指毎の平均応答時間

優位の一貫性はなく、人の左右利き手の判定法への可能性は低い。

応答時間に対する主要因の影響を検討するために、分散分析法を適用した。適用モデルは被験者(S), 指(D), 手(H)を主要因とする三元配置であるが、手は被験者に指は手に二段階の階層型となる。計算処理には愛知工業大学計算センターの大型計算機に附設されているSASプログラムによった⁴⁾。分散分析の結果を表2に示す。

被験者と指の要因は高度に有意であるが、手の要因は有意でない。高度に有意なS要因は光刺激に応答する時間には個人差があることを示している。全応答時間の平均が614ミリ秒であるのに対して、最も長い者の平均時間は836ミリ秒でその逆は532ミリ秒である(図1参照)。

高度に有意なD要因は手指による応答時間の差を示している。Duncanによる平均値の範囲検定を手指要因に適用したところ、D要因は次の5群に分けられた($\alpha = 1\%$)⁵⁾、

- (1) 第一に応答時間の短い群はLVとRVである。
- (2) 続いて短いのはRIである。
- (3) 次に短い群はLIとRIIである。
- (4) 第4位の群はLIIとRIVである。

(5) 最後に一番長い群はLIV, RIII, LIIIである。これらを図2に示す。応答時間の手指による順序付けは人間共通の事実かどうかはS×H要因が有意で交絡し検出し得ないが、S毎のDの平均時間は複雑に変化するので事実とは言えないと思われる。図3は応答時間の最長者と最短期と平均的な者を選び指毎の平均時間で示したものであるが、被験者毎の指の応答時間の分布は多様である。

応答時間は知覚時間、中枢処理時間、神経伝導時間、運動器作動時間より構成されるという説と⁶⁾手指の運動

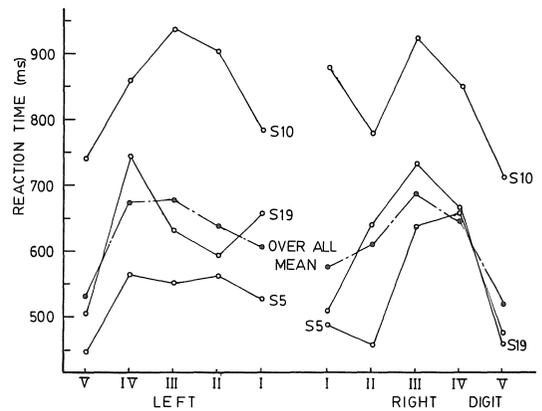


図3 代表的な被験者と全被験者の指毎の平均応答時間

において、頭脳が手指への指示を各筋部位へ同時に出すが、その指示は独立に制御するのではなく、一つの指が作動するように作動筋への指示と制限筋への指示とを整理統合して同時に命令する役割を演ずる説⁷⁾とから、応答時間の各指の差異について考察する。本実験においてはランプが点灯したことを知覚する時間はどのランプが点灯してもほぼ同じと考えられる。したがって、応答時間の差異は中枢処理系か運動器系に求められる。中枢処理系に差異を求めるなら、どのランプかという選択処理の部分に差異が求められる。運動器系に差異を求めるなら、頭脳よりの同時指令を考慮すると筋肉間の動きに求められる。

本実験でのパネル上のランプの配列は左から右へ一列に配置されており、両端のランプは左右の児指に対応する。両端という配列が選択処理時間に有利に働き、その結果10指のうち最短応答時間として表れたかもしれない。各指の応答時間の差異を運動器系か選択処理系に求める議論は、残念ながら本実験の設定から更に進めることは不可能である。

被験者は全員右利きの者を採用したにもかかわらず、左右の手間には有意差が認められなかった。被験者毎に左右の手の平均応答時間を比較すると右手優位または劣位とはならず、人によっては左側が速い者、右が速い者が混在する。応答時間の利き手判別法への応用には無理があるようである。

4. おわりに

光刺激を知覚し、選択応答を行う作業において、左右の10手指間に応答時間に差がないという仮説を実験により検討した。仮説は棄却され、手指間の差が認められた。

本実験で使用した作業状況下では、次の知見が得られた。それを整理すると下述のごとくである。

(1) 手指間の応答時間には差がある。最短時間はL VとR Vであり、最長時間はL IVとL IIIとR IIIである。

(2) ただし、応答時間によるこの指の順序付けは確定的とはいえない。

(3) 被験者によって応答時間には個人差がある。

(4) 全員右利きの被験者を採用したにもかかわらず、左右の手の間には有意差が認められない。

手指の応答時間に差が存在することが明らかになり、その差の発生原因は人間機能のうち情報選択処理系か運動器系かまたは両方によるかを暗示する。人間機能の理

解のために、その差の発生原因を追求することが今後の研究課題となる。

謝辞

本実験で使用した装置の製作には愛知工業大学経営工学科の近藤高司氏の助力を得た。本実験の被験者を引き受けた学生諸君とともに謝意を表します。

参考文献

- 1) 正田亘, 長沢有恒, 大川雅司: 手指に関する人間工学的研究, 日本心理学会大会発表論文集, 1965.
- 2) 正田亘: 人間工学, 恒星社厚生閣, 東京, 1981.
- 3) 肝付邦憲: 人の指の運動速度について(II), 労働科学43(10), 585-596.
- 4) Helwig, J. T. and Council, K. A.: SAS USER'S Guide, SAS INSTITUTE, North Carolina, 1979.
- 5) Montgomery, D. C.: Design and Analysis of Experiments, John Wiley, New York, 1976.
- 6) Kantowitz, B. H. and Sorkin, R. D.: Human Factors, John Wiley, New York, 1983.
- 7) Kelso, J. A. S., Southard, D. L. and Goodman, D.: On the Nature of Human Interlimb Coordination, Science, 203(9), 1029-1031, 1979.

(受理 昭和60年1月30日)