

<報 告>

パフォーマンス指標としてのプローブ反応時間の可能性

Application of probe reaction time as a performance parameter

谷 浩明* 島本隆司** 榎本洋司***
伊波秋弘**** 笹本 剛***** 北條徳則*****

Hiroaki TANI, Takashi SHIMAMOTO, Youji ENOMOTO,
Akihiro IHA, Takeshi SASAMOTO, Tokunori HOUJO

要 旨

健常成人男性9名を対象に、運動課題遂行時の単純反応時間とプローブ反応時間の変化を調べた。トレッドミル上での右片手片脚による車椅子駆動(時速1km)を主課題とし、光刺激に対する発声の反応時間課題を2次課題とした。被験者は5分間の車椅子駆動を3回試行し、試行中のプローブ反応時間、試行開始前後の単純反応時間を測定した。結果、いずれの反応時間も試行回数とともに減少する傾向を示したが、反応時間の種類間での差は認められなかった。これより、プローブ反応時間を用いるには、単純反応時間課題の慣れによる変化のないことが重要であると示唆された。

キーワード : プローブ反応時間 注意 パフォーマンス

Key Words : probe reaction time, attention, performance

I. はじめに

反応時間(reaction time: RT)は「与えられた刺激(stimulus)によって意識的に決定される応答(response)の最小の時間遅れ」であり¹⁾、人間における感覚-運動能力の指標のひとつとされている²⁾。生体を情報処理機構とし、その過程にいくつかの段階を想定する構造モデルの考え方からは、RTは各段階に要する時間の総和とされ、異なる課題や負荷によるRTの差から、各段階に要する時間を求める研究が行われてきた。運動学の分野でも、キー押し動作等によるRTを、刺激から動筋の筋活動開始までの時間(premotor time: PMT)と筋活動開始から実際の機械的応答までの時間(motor time: MT)に分け、主にPMTは中枢過程、MTは末梢過程を反映するとして、それぞれに影響を与える因子についての検討がされている。

RTを情報処理の各段階の効率をあらわすとする容量モデルの考え方からは、プローブ反応時間(probe reaction time: P-RT)の手法が生み出された。人間の注意容量には限界があり、2つの課題を遂行するためには、一定容量の中で注意が配分される。このとき、主課題が比較的単純で注意をあまり必要としない場合は、二次課題に多くの注意を配分できる(図1a)。ところが、主課題が複雑な場合には二次課題への注意配分は減少し、結果としてパフォーマンスも悪くなると考えられる(図1b)。そこで、二次課題に反応時間課題をあて、その反応時間の違いから異なる主課題間の注意配分を推定するのがプローブ反応時間を用いた研究の考え方である。これは異なる主課題間の注意容量の比較に用いられているが、同じ課題でも、継続する練習によって注意が減少すれば二次課題のパフォーマンスは良くなる、すなわちP-RTが減少すること

所 属 : *国際医療福祉大学 保健学部(理学療法学科)

**国際医療福祉病院 リハビリテーション室

***日本大学 医学部附属板橋病院

****勝連病院

*****大洲記念病院

*****昭和伊南総合病院

受 付 : 2000年10月30日

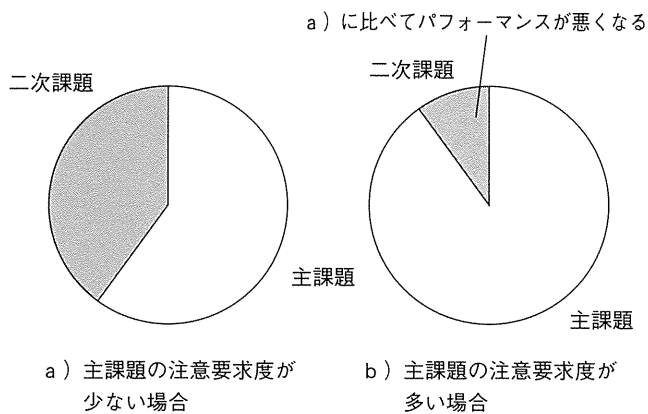


図1 容量モデルに基づく注意要求度の考え方

が考えられる。したがって、P-RTを用いることで注意の点からみた学習効果を測定する可能性が考えられる。ただ、こうした研究で用いられる反応時間という指標は、セットや動機づけ (motivation) の違い、遂行回数とともに反応時間が減少する「慣れ」等によって影響を受けることが指摘されている。このため、練習による P-RT 減少がそのまま主課題の注意容量減少として保証されるためには、二次課題そのものの「慣れ」がそこに含まれていないことが必要となる。

そこで今回我々は、主課題の練習によるプローブ反応時間 P-RT の変化と、単純反応時間 RT の変化を比較することで、P-RT が経時的な課題練習における注意減少の指標となり得るかどうかを検討した。

II. 対象と方法

被験者は健常成人男性 9 名 (22.5 ± 0.5 歳) であった。

被験者が行う反応時間課題は、椅子座位で前方 1.5 m の光刺激装置 (日本光電 : SMP-3100) からの光刺激に対して「パツ」と発声することとした。実験装置の概要を図 2 に示す。発声はマイク付きヘッドフォン (VESTAX 社製 : KMX-1) から集音、光刺激装置と同期させたデジタルオシロスコープ (KENWOOD 社製 : DCS-7020) 上に波形として提示、オシロスコープ上のカーソルで刺激から発声波形の立ち上がりまでの潜時を求めた。この反応時間課題のみ行った際の潜時を単純反応時間 (simple reaction time :S-RT) とした。プローブ反応時間の主課題としては右側片手片脚車椅子駆動を選択した。被験者は、速度を 1 km/h に設定したトレッドミル (酒井医社製) 上で音刺激装置 (日本光電社製 : SEN-3101, SEN-3301) からスピーカ (Victor 社製 : SP-EV1) を介して発せられる 1 Hz の音刺激と右足底接地のタイミングを合わせるように 5 分間の駆動を行った。駆動中に二次課題とし

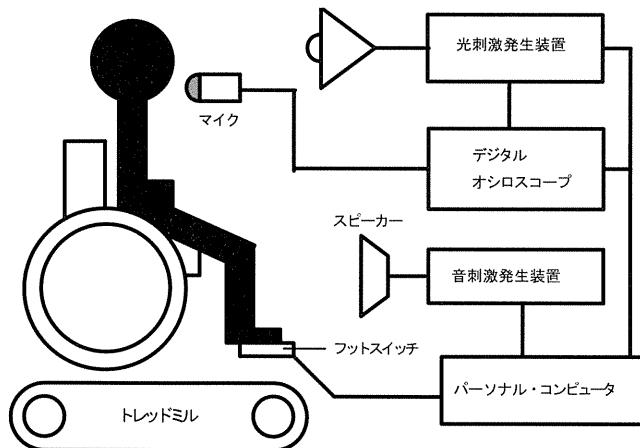


図2 実験装置

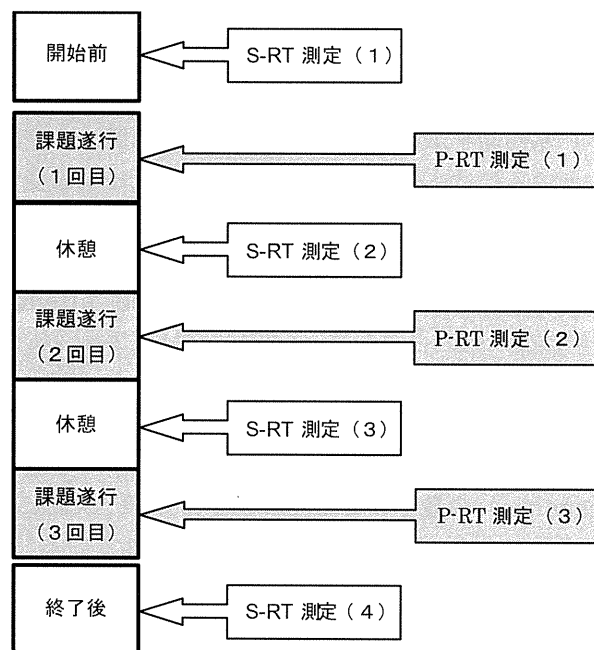


図3 遂行課題と測定の時間的推移

て先述の光刺激による反応時間課題を行わせ、発声までの潜時をプローブ反応時間 (P-RT) として求めた。被験者の右足底部にはフットスイッチを装着、足底接地の時間を、音刺激、光刺激、発声波形とともに、A/D変換装置 (MacLab) を介してパーソナルコンピュータ (apple 社製 : Power Macintosh G3) に取り込んだ。

図 3 に課題と測定の時間的経過を示す。まず、車椅子駆動の課題開始前に 10 回の S-RT 測定を行った。課題遂行中はランダムな時間間隔による 10 回の P-RT を測定、課題終了後の 5 分間の休息時に 10 回の S-RT 測定を行った。なお測定前には測定のオリエンテーションのみ行い、主課題 (車椅子駆動)、二次課題 (反応時間課題) のいずれも練習は行わなかった。

表1 音刺激と足底接地時のずれ

被験者	1試行目	2試行目	3試行目
S1	0.993±0.085	1.000±0.076	—
S2	1.001±0.107	1.000±0.076	1.004±0.153
S3	—	1.040±0.114	1.001±0.100
S4	1.013±0.093	1.001±0.119	1.004±0.132
S5	1.017±0.136	1.013±0.066	1.004±0.218
S6	1.015±0.159	1.004±0.075	1.000±0.068
S7	0.998±0.104	1.016±0.174	1.027±0.163
S8	1.000±0.180	1.001±0.157	0.996±0.200
S9	1.001±0.049	1.002±0.052	1.000±0.102

*表中の—は測定不能のため欠測値となっている (sec)

表2 回数ごとの単純反応時間(S-RT)とプローブ反応(P-RT)

	1回	2回	3回	4回
S-RT	549±52.5	542±46.3	531±45.7	533±53.4
P-RT	554±39.9	542±39.2	537±41.8	

(msec)

III. 結果

1. フットスイッチと音刺激のずれについて

表1に、フットスイッチによる足底接地とガイドとなる1Hzの音刺激とのタイミングのずれの平均と標準偏差を示した。被験者S1の3回目とS3の1回目はフットスイッチの不具合によりデータが収集できなかった。ずれの平均値と変動係数に関して回数を要因とする反復測定分散分析を行なったが、いずれも回数間での有意な差は認められなかった(平均:F=0.082; df=2,12; p>0.05、変動係数:F=2.429; df=2,12; p>0.05)。

2. S-RTとP-RTの比較

試行回毎のS-RT、P-RTの平均と標準偏差を表2に示す。いずれの反応時間も回数とともに減少する傾向がみられた。回数と被験者を要因とする反復測定による分散分析を行ったところ、S-RTでは回数、被験者による主効果(回数:F=11.464; df=3,135; p<0.01、被験者:F=90.936; df=8,45; p<0.01)、回数と被験者による交互作用(F=4.273; df=24,135; p<0.01)がみられた。P-RTにおいても回数、被験者による主効果(回数:F=6.791; df=2,90; p<0.01、被験者:F=23.226; df=8,45; p<0.01)と交互作用(F=4.224; df=16,90; p<0.01)が認められた。また、被験者毎に回数と反応時間の種類を要因とする分散分析から、S-RTとP-RT間の主効果が7名に見られ(p<0.05)、このうちS-RTの方が有意に大きな者が3名、P-RTの大きな者が3名、回数によって異なる者が1名であった。

IV. 考察

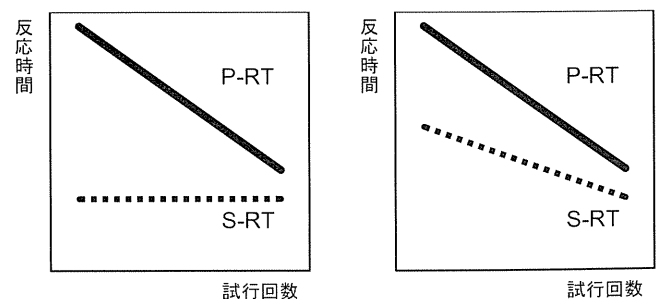
1. 主課題について

本研究では、右側片手片脚車椅子駆動を通常の駆動と比べると新奇性が高く、注意量が増すのではないかと理由から主課題として選択した。さらに、この主課題を一定の負荷とするために、被験者には1Hzの音刺激と足底接地のタイミングをあわせるよう指示した。我々はこのタイミングのずれが試行回数とともに小さくなることをパフォーマンスの改善と考えたが、実際の平均値や変動係数には有意な差はみられなかった。これは、主課題が当初考えていたより被験者にとって容易であったか、試行回数そのものが足りないか、もしくはパフォーマンスを評価する指標としてタイミングのずれが適していなかったためと考えられる。

2. 反応時間について

井上³⁾は、光刺激に対する反応時間課題を50回行い、筋電反応時間が20~30ms減少することを確かめている。我々のS-RTの結果でも、平均すると10数ms減少する傾向が認められ、統計的にはS-RT、P-RTともに試行回数による有意な差が認められた。このS-RTの有意差は、本実験で反応時間課題の慣れが存在することをあらわしていると考えられる。また、一般にP-RTは主課題に注意容量を奪われることからS-RTに比べて長くなるが、被験者ごとの解析では3名しかP-RTが有意に長いという結果を得ることが出来なかった。このことは、間接的に今回の主課題が容易であったことを示唆しており、本研究でのP-RTの試行回数にともなう減少は注意容量の変化を示しているというより、むしろS-RTの減少と同様、反応時間課題への慣れがかなり寄与しているものと考えられる。

こうした結果から、P-RTを主課題の経時的な注意容量変化の指標として用いるためには、1)主課題が適切な難易度であること、2)試行を繰り返したときS-RTの変化がないこと(図4a)が必要と思われ



a) S-RTが一定 b) S-RTが減少

図4 プローブ反応時間と単純反応時間の関係

る。特に後者のためには、P-RT 測定の前に S-RT の課題を十分練習したうえでプラトーに達していることを確かめなければならない。また、反応時間課題に対する慣れが生じている場合でも、図 4 b のように S-RT に比較して P-RT が大きく減少していれば、その差分を注意容量の変化ととらえることが出来るのではないかと考えられる。

【文献】

- 1) 中村隆一. 臨床運動学. 第2版. 医歯薬出版, 東京, p135-148 (1997).
- 2) R.A.Schmidt. Motor Learning and Performance. Human Kinetics, Australia, 25-49 (2000)
- 3) 井上由紀子、山根一人、大河俊博. 反応時間の学習効果について—特に健常人に対する検索—. 運動生理 6(1), 1-4 (1991).