

研究報告

目標変化が到達運動の運動時間にもたらす影響

中島 健登¹⁾・村上 宏樹¹⁾・山田 憲政²⁾

Effect of target change on reaching movement time

Kento NAKAJIMA, Hiroki MURAKAMI, Norimasa YAMADA

1. 緒言

スポーツでは、時事刻々と環境が変化の中で、素早く且つ正確に運動を遂行することが求められる。例えば、サッカーの試合中には、相手競技者の妨害によりパスコースが狭くなる、またはキーパーの立ち位置によってゴールエリアが広くなったり、狭くなったりする場面がある。この状況下では、その状況にいち早く反応し、素早く且つ正確に運動を行わなければミスになってしまう。しかし、運動の速さが増加すれば正確さが低下し、速さが減少すれば正確さが向上するといった速さと正確さのトレードオフの関係があるため、速さと正確さの両者を高く維持することは極めて困難である。

速さと正確さのトレードオフについては、Woodworth (1988) が線引き課題を用いて実験的にこの現象を発見した。その後、Fitts (1954) は速さと正確性のトレードオフの関係を定式化し、Fittsの法則で表した。しかし、このFittsが行った実験は、目標の大きさが課題中は固定されており、変動することはなく、時事刻々と環境が変化する中で行われるスポーツの動作をFittsの実験結果から単純に解釈するには限界がある。

Fautrelleら (2011) は、運動中に目標の大きさや距離が変化する到達運動課題を用いて、運動修正における速さと正確さのトレードオフにつ

いて研究を行った。その結果、運動中に目標の大きさや距離が変化するると運動時間 (MT) が増加することが示され、目標が変化する到達運動課題においても速さと正確さにトレードオフの関係が成り立つ実験結果を示した。しかし、この到達運動課題における目標変化のタイミングは指の動き出しを基準としているため、目標に向かうまでの目標変化について検討されていない。したがって、Fautrelleら (2011) が行った実験を目標変化のタイミングを設けた実験に発展させ、新たに検証する必要があると言える。これまで我々 (中島・山田, 2018) は、サッカーのインサイドキックを対象にキック動作中に目標位置が変化する課題を用いて、その時のキック動作の変化について研究を行ってきた。この研究は、目標位置の変化に伴う動きの変化を手伸ばし動作ではなく、サッカーの実場面で行われるキック動作から検討することでサッカー中に行われる実際の動作について理解することができるとはならないかという問題提起から行っている。しかし、実験を行う中で実験設定における目標変化タイミングを厳密に制御することが困難であるという問題点があった。そこで本研究では、これまでの運動中に目標が変化し、それに反応するような実験を、目標変化タイミングを厳密に制御した実験室での簡易的な実験としての再現を試みる。

上記を踏まえ、本研究の目的は、環境が変化

¹⁾中京大学大学院

²⁾中京大学スポーツ科学部

するスポーツ場面を実験室で再現し、到達運動課題中に目標の大きさが3つのタイミングにおいて変化する課題を用いて、それに伴う到達運動の変化を検討することである。なお、本研究報告では、現時点における結果および結果に関する考察、今後の課題を述べる。

2. 方法

2.1 実験対象者

実験対象者は、右利きの大学生2名であり、実験を行う前に全ての対象者に対して本研究の目的についての説明を行い、実験参加の同意を得た。

2.2 実験方法

図1に実験構成図を示す。本実験は、タブレット上に提示された目標 (Medium: 30 × 30pix) に開始地点からタッチペンで移動させる到達運動課題を行った。移動距離は、18.4cmであった。この時、開始地点から目標に向かう移動中に目

標の大きさがMediumからBigger (60 × 60pix) もしくはSmaller (15 × 15pix) に変化する条件、もしくは変化しない条件の3条件(以後、Bigger条件、Smaller条件、変化なし条件)を設けた。試技数は、それぞれの目標の大きさを50試技ずつ行う、計150試技であった。さらに、目標の大きさが変化するタイミングを3つ設けた。目標の大きさが変化するタイミング(以後、目標変化タイミング)①は移動距離の1/3地点(Early)、目標変化タイミング②は移動距離の中間地点(Center)、目標変化タイミング③は移動距離の2/3地点(Late)の3地点であった。心理学実験ソフトPsychoPy(ver.3.1.5)を用いて到達運動課題を作成した。サンプリング周波数は60Hzで、ペン先の2次元座標値を得た。

2.3 分析方法

以下の方法により、ペン先の動き出しから目標に到達するまでの時間を運動時間(Movement Time: MT)として算出した。

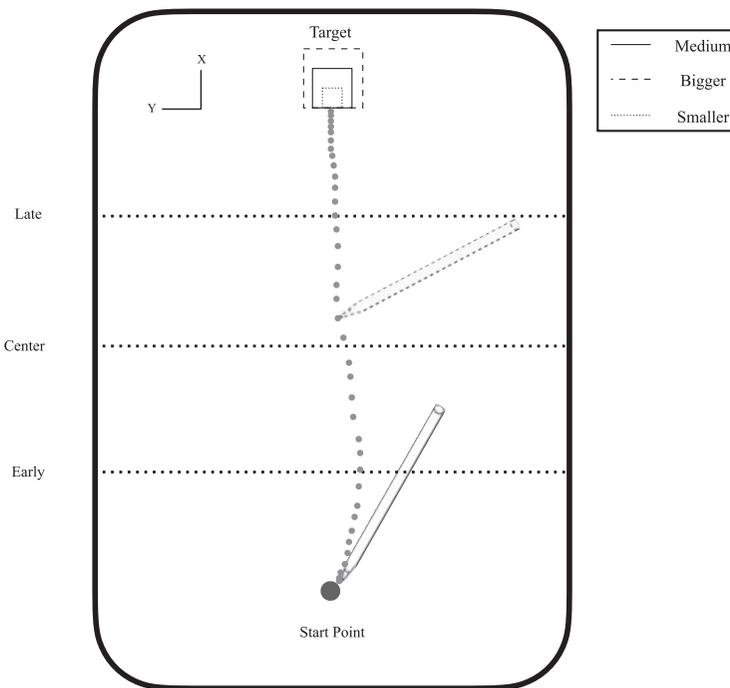


図1. 実験構成図

実験対象者は、タブレット上に表示されるTargetにペン先を移動させた。

1. 心理学実験ソフト PsychoPy (ver.3.1.5) を用いて、タブレット上のペン先の2次元座標値を取得した (図1)。
2. ペン先の動き出しから目標に到達するまでの取得した座標値のコマ数をサンプリング周波数である 60 で割ることで MT を求めた。

2.4 統計処理

得られた MT の結果は、平均値と標準偏差で示す。得られた MT を各変化タイミング (Early・Center・Late) の条件ごとに一元配置分散分析を行った。主効果が認められた場合には、Bonferroni 法を用いて多重比較を行った。統計的有意水準は、5%未満とした。

3. 結果および考察

本実験は環境が変化するスポーツ場面を、心理学実験ソフト PsychoPy を用いて到達運動課題中に目標の大きさや目標変化タイミングをダイナミックに変化させることで再現した。尚、目標の大きさや目標変化タイミングは、ともに3種類設定した。

図2に3つの目標変化タイミングと3つの目標の大きさにおける MT を示す。目標変化タイミング①の MT は、Bigger 条件が $590 \pm 153\text{ms}$ 、Smaller 条件が $657 \pm 208\text{ms}$ 、変化なし条件が $583 \pm 149\text{ms}$ であった。一元配置分散分析の結果、主効果が認められ ($F(2, 297) = 5.55, p < 0.05$)、Bonferroni 法の多重比較の結果、Bigger 条件と Smaller 条件および変化なし条件と Smaller 条件に有意差が認められた ($p < 0.05$)。目標変化タイミング②の MT は、Bigger 条件が $611 \pm 159\text{ms}$ 、Smaller 条件が $622 \pm 139\text{ms}$ 、変化なし条件が $591 \pm 136\text{ms}$ であった。一元配置分散分析の結果、主効果が認められなかった ($F(2, 297) = 1.24, p = 0.29$)。目標変化タイミング③の MT は、Bigger 条件が $570 \pm 132\text{ms}$ 、Smaller 条件が $633 \pm 191\text{ms}$ 、変化なし条件が $566 \pm 119\text{ms}$ であった。一元配置分散分析の結果、主効果が認められ ($F(2, 297) = 6.12, p < 0.05$)、Bonferroni 法の多重比較の結果、Bigger 条件と Smaller 条件および変化なし条件と Smaller 条件に有意差が認められた ($p < 0.05$)。これらの実験結果から、目標変化タイミング①と③における Smaller 条件は、Bigger 条件および変化なし条件より MT が増加したことが明らかとなった。

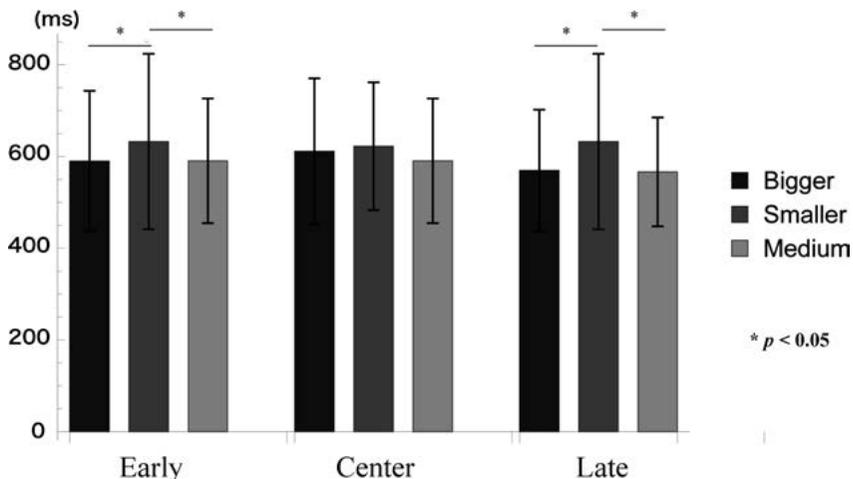


図2. 目標変化タイミングにおける MT
 目標変化タイミングにおける MT を目標の大きさの条件に分けて示した。目標変化タイミング Early は、Bigger 条件と Smaller 条件および変化なし条件と Smaller 条件に有意差があった。目標変化タイミング Late は、Bigger 条件と Smaller 条件および変化なし条件と Smaller 条件に有意差があった。

これらの結果から、目標の大きさが小さくなったことにより、精度を高めるために運動速度が低下したと考えられる。この結果は、Fautrelleら（2011）の研究結果を支持することとなった。彼らの研究では、動き出しにおける目標点の変化への追従を明らかにしており、本研究では、ペン座標位置を用いて目標の大きさを変化させることで、運動中の変化した目標の大きさへの追従の可能性を示した。しかし、目標変化タイミング①と③の条件間比較ではMTに差が現れたが、目標変化タイミング②では条件間で差が現れなかった。つまり、目標変化タイミングによっては目標の大きさを変化させても必ずしもMTが変化するとは限らないと言える。したがって、今後は、目標を変化させるタイミングを制御して、ペン先の位置と速度を求めて詳細な分析をする必要がある。

今後の課題は、実験参加者を増やし、到達運動の詳細な分析として目標変化タイミング前後の速度変化についても分析を行い、検討していく。

参考文献

- Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of experimental psychology*, 47(6), 381.
- Fautrelle, L., Barbieri, G., Ballay, Y., & Bonnetblanc, F. (2011). Pointing to double-step visual stimuli from a standing position: motor corrections when the speed-accuracy trade-off is unexpectedly modified in-flight. A breakdown of the perception-action coupling. *Neuroscience*, 194, 124–135.
- 中島健登, & 山田憲政. (2019). サッカーのパスにおいて遅延時間が生じる要因の解明. 中京大学体育研究所紀要 = *Bulletin of Research Institute of Health and Sport Sciences, Chukyo University*, (33), 59–63.
- Woodworth, R. S. (1899). Accuracy of voluntary movement. *The Psychological Review: Monograph Supplements*, 3(3), i.