

移動指標が停止または加速する 一致タイミング課題の学習

橋 本 晃 啓

はじめに

本研究の問題意識は、バスケットボールのようなボールゲームにおいて、移動するプレイヤーがパスを受ける位置に到達すると同時に、ボールが届くようにパスすることができるスキルの学習にある。

橋本(2012)は、このスキルが、移動指標としてのパスの受け手に反応アイテムであるボールを際会 (meet) 位置で時間的・空間的に一致させる一致タイミング課題であるとした。そして、パス事態における筋出力のパラメータ設定や変更がフィードフォワード制御で行われる必要があることを正しく指摘し、移動指標(仮現運動で実際には運動をしていないものについても「移動指標」とする。以下同じ)に関しては際会位置到達時刻を計算し、反応アイテムに関してはその移動開始時刻を計算して、移動指標と反応アイテムが際会位置に同時に到達するよう制御することを求めるユニークな一致タイミング課題を考案した。

この課題については、高校生バスケットボール選手を対象に、男性のほうが女性よりも正確であり(橋本, 2012)、国民体育大会の少年男子候補選手では、90試行前後で学習が成立することが明らかにされている(橋本, 2014)。そして、原理的には、フィードバック情報なしで弾道弾を迎撃する場合と同様の情報処理を必要とすることから、後に「迎撃様(interception-like)一致タイミング課題」(橋本, 2016)と呼ばれた。

Poulton(1957)は、運動する移動指標に関して、あらかじめこれが一定時間後にどの位置にくるかを計算しておくことについて、移動指標が途中

でマスキングされて軌道が見えなくなる場合を「知覚的見越し (perceptual anticipation)」, マスキングがなされない場合を「受容器の見越し (receptor anticipation)」とした。また反応側に関して、計画された筋出力を実行した際、ボールを打ち返すバットやラケットがボールの位置にいたるかについて反応前に計算することを「効果器の見越し (effector anticipation)」とした。

橋本 (2015) はこれをパス事態に当てはめ、受け手が際会位置に到達すると同時にボールが届くようにするためには、受け手が到達する際会位置の座標と到達時刻 (知覚的見越し), 投げ手の反応開始位置の座標, ボールの飛行距離・飛行時間 (または飛行速度), および反応開始時刻 (効果器の見越し) が正しく見越されている必要があることを指摘した。

迎撃様一致タイミング課題では、これらの変数のうち、移動指標および反応アイテムの初期座標, 際会位置座標, 移動指標および反応アイテムの移動時間が固定されている。したがって、知覚的見越しとして、移動指標の際会位置到達時刻を正しく計算すること, 効果器の見越しとして、反応アイテムの移動開始時刻を正しく計算することが要求される。

このことから橋本 (2015) は、移動指標が固定された際会位置に 2,500 msec で到達する知覚的見越しの課題, 刺激提示から 1,250 msec 後に反応アイテムの移動を開始させる効果器の見越しの課題をそれぞれ考案し、これらの学習について検討した。そして、いずれの課題の場合も10試行前後で学習されることを明らかにした。

この移動指標の移動時間が 2,500 msec であること, 反応開始要求時刻が刺激提示の 1,500 msec 後であることは、迎撃様一致タイミング課題とまったく同じである。そこで橋本 (2016) は、橋本 (2015) の考案したユニークな知覚的見越し課題および効果器の見越し課題の学習が、迎撃様一致タイミング課題の学習に及ぼす転移効果について検討した。その結果、前者の課題の学習は負の転移効果をもたらし、後者の課題の学習は正または負の転移効果をもたらすとは言えないことが明らかにされた。

橋本：移動指標が停止または加速する一致タイミング課題の学習

この結果は、迎撃様一致タイミング課題について、知覚的見越しや効果器の見越しという要素に分割して、その学習について検討することが妥当ではないということを示唆している。パス事態で受け手が際会位置に到達すると同時にボールが届くようにするために、知覚的見越しおよび効果器の見越しは必要である。しかしながら、スキルの要素であるからといって、これらの要素に分割した課題で学習をすることは、迎撃様一致タイミング課題のみならず、パス事態の学習においても効果的であるとは言えないかもしれない。

前述のように、迎撃様一致タイミング課題は、移動指標および反応アイテムの初期座標、際会位置座標、移動指標および反応アイテムの移動時間が固定され、これらの構造パラメータの変更が排除されている。しかし、現実のパス事態では、これらのパラメータの値は常に異なり、厳密に言えば、二度と同じ場面はあらわれない。迎撃様一致タイミング課題における学習の検討は一定の成果をもたらしたが、ここで排除された構造パラメータ変更を含んだ課題での検討が必要である。

そのひとつは移動指標のふるまいに関するものである。従来的一致タイミング課題を用いた研究において、Dunham (1989) はピッチングマシンから4種類の異なる速度でボールを射出させている。これは、被験者や実験場面からも、野球におけるチェンジアップのような変化球に適應することを想定したものであることがうかがえる。また、Ripoll and Latiri (1997) は、卓球のストロークを想定して、移動指標が等速運動をする条件と途中で減速する条件を設けている。さらに、Benguigui and Ripoll (1998) や Millslagle (2008) は加速を加え、移動指標が等速、加速、減速運動をする条件で検討を行っている。

これらは、反応にボタン押しやキー押しなど小筋活動を用了受容器の見越しを中心とした課題での実験ある。効果器の見越しも重要となるバリア倒しやバットスイングの動作で反応する課題で実験したものとして、Wrisberg et al. (1982) や Molstad et al. (1994) のものがある。また

Williams (2000), は, サッカーのキックパスを反応に用いている。これらも, 移動指標が2または3種類の等速度運動を行うという条件での課題である¹⁾。

以上の研究における実験課題では, 試行ごとにか試行途中でかの違いはあるが, いずれも移動指標の際会位置到達時刻が変更されている。そして, この時刻の設定は被験者があらわした一致タイミングの誤差結果とは独立になされたものである。

野球のピッチャーや卓球の対戦相手は, 一致タイミングの誤差が小さくなるように, ボールの速度を変化させてはくれない。しかしながら, パス事態での受け手は, タイミングをあわせようと協力・共同作用する味方である。受け手に相当する移動指標のパラメータの値が, 被験者の誤差結果に依存して設定される実験課題が必要である。

タイミングをあわせようと共同作用する課題について, 今と三宅 (2005) は, ボタン押しのタッピング課題を用いて, 2人の被験者間で互いのタップ音を聞かせ, その同調過程を分析している。しかし, 効果器の見越しをあまり必要としないボタン押し動作での成果が, パス事態での共同作用にどの程度寄与するかは明らかではない。また, 武藤と三宅 (2004) は, 歩行動作において2人の被験者間で互いの接地音を聞かせ, 協調歩行の出現を検討している。接地時刻の時間差が平均 30 msec にまで減少することが明らかにされているが, ここで用いられているのは, 歩行という非常に熟練した周期運動であり, ターゲットに関する情報を聴覚で取得し, 際会位置の座標が時間軸である課題である。パス事態は離散的な運動であり, 受け手のふるまいは視覚的にとらえられ, 際会位置は空間座標で与えられる。これらの相違点からすれば, この研究もパス事態での共同作用に適用でき

1) これ以外に, 練習の変動性 (variability) 効果や文脈干渉効果 (contextual interference effect) を検討するために一致タイミング課題を用いたもの (たとえば Catalano and Kleiner (1984), Del Ray et al. (1983)) があるが, これらは研究目的の性質上, 移動指標に関するパラメータ変更は必然である。

橋本：移動指標が停止または加速する一致タイミング課題の学習

るとは考え難い。

以上のことから、パス事態を模して、移動指標が、前試行までのエラー情報に基づいて移動途中で停止する、または移動速度を増加させる条件を設けた一致タイミング課題を作成し、移動指標が等速運動をする課題との間で、それぞれの学習について比較検討することにした。

研 究 方 法

1) 被 験 者

被験者は、広島県高等学校体育連盟広島地区支部に所属する高校生男子バスケットボール選手20名であった。彼らは以下の条件の2群に10名ずつ振り分けられた。それは、移動指標の運動状態が一定で速度の変更がなされず、移動所要時間が常に同じ条件（以下一定群とする。）、移動指標が前試行の被験者のエラーに基づいて移動途中で停止または加速し、移動所要時間が変更される条件（以下変更群とする。）であった。

2) 実 験 課 題

実験課題は以下のとおりであった。図1で、紫色、水色、青色の丸印はプレイヤーを模したものである。紫色丸の内部には、ボールを模した同心

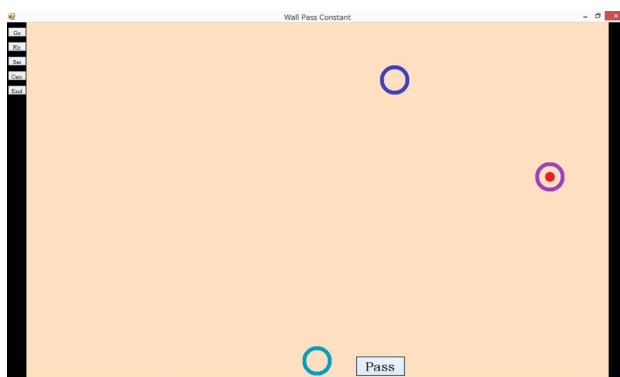


図1 課題提示画面

円の赤い丸が含まれている。図左上隅の白色，黒色，肌色の境界部分を原点 (0, 0) とし，x 軸方向を右に正，y 軸方向を下に正として，ピクセルを単位としてあらわしたとき（以下同じ），紫色丸および赤丸は，中心の座標が (1120, 320) であった。水色丸は被験者という設定で，中心の座標は (640, 700) であった。

実験者の操作により，赤丸は，紫色丸 (1120, 320) から水色丸 (640, 700) まで，x 軸方向について毎秒384ピクセル（24インチのモニター画面上約 16.5 cm/sec，以下同じ）で直線的に移動する。その所要時間は 1,250 msec であった。この赤丸の移動は被験者がパスを受けることを想定したものである。

青色丸は被験者からパスを受けるプレイヤーという設定で，移動指標である。その中心の座標は (800, 120) であった。青色丸は，赤丸の水色丸への移動開始の 1,000 msec 後に移動を開始する。起始位置 (800, 120) から座標 (440, 160) を経由する放物線を描き，停止位置 (160, 320) に到達すると被験者の操作とは独立に移動を停止する。この停止位置が移動指標と反応アイテムの際会位置である。

被験者が「Pass」と書かれたボタンをマウスで左クリックすることにより，赤丸は，水色丸 (640, 700) から際会位置 (160, 320) に向かって，x 軸方向について毎秒320ピクセル（約 13.7 cm/sec）で直線的に移動する。際会位置までの所要時間は 1,500 msec であった。この赤丸の移動は，被験者が受け手にパスをすることを想定したものである。

図2は，赤丸と青色丸の移動の軌道をあらわしている。赤色の直線で描かれたものが赤丸の軌道，黒色の放物線で描かれたものが青色丸の軌道である。

被験者は「Pass」ボタンにマウスカーソルをあわせて待機し，赤丸が水色丸に到達した後，青色丸と赤丸が同時に際会位置に到達することを目標として，利き手の人差し指でマウスをクリックして赤丸の移動を開始させることを要求された。

橋本：移動指標が停止または加速する一致タイミング課題の学習

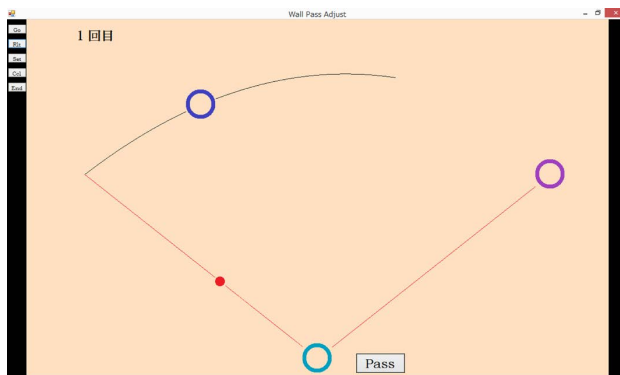


図2 移動指標および反応アイテムの軌道

青色丸の移動について、一定群では、x軸方向について毎秒256ピクセル（約11.0 cm/sec）の等速度運動を行う。その所要時間は、2,500 msecであり、終始変化することはなかった。一方変更群では、最初の3試行めまでは毎秒256ピクセルの等速度運動を行ったが、4試行め以降は、過去3試行の被験者の成績に応じて1試行ごとに移動所要時間が次のように変えられた。

直近の3試行について、恒常誤差の平均値が正であった場合、すなわち被験者が遅延反応の傾向を示した場合は、青色丸は座標（440, 160）で上の等速度運動を一時停止し、所要時間を2,500 msecより長くした。一方恒常誤差の平均値が負であった場合、すなわち被験者が尚早反応の傾向を示した場合は、青色丸は途中から移動速度をx軸方向について毎秒256ピクセルから毎秒320ピクセルに変更し、所要時間を2,500 msecより短くした。いずれも2,500 msecを基準とした増減である。これは、パスの受け手が投げ手のペースに合わせようとはするが、その基準は自らが設定した時間条件で、いわば自己主張の強い合わせかたをしたということである。

ただし、青色丸の移動所要時間の設定は下記「タイマーコントロール」の使用による制約を受けた。具体的には、被験者のエラーを msec ではなく「タイマーコントロール」の動作単位であらわし、直近の3試行のもの

を平均した。そして、これに160動作単位（2,500 msecに相当する）を加えたものを msec に換算して青色丸の移動所要時間とした。

3) 装 置

上記の実験課題は、Windows7 で作動する Visual Basic. 2010 で作成されたものであった。赤丸および青色丸の移動にはこれに含まれる「タイマーコントロール」が使用された。この「タイマーコントロール」は平均 15.625 msec で動作した。したがって、赤丸および青色丸の移動はこれを 1 単位としたものであった。

被験者は、机上に置かれた24インチモニター画面に正対して約 60 cm の間隔で椅子に腰を掛け、10 cm 前方の利き腕側に置かれたマウスで操作を行った。マウスは、モニターに接続したノート型パーソナルコンピュータに有線でつながれており、実験者はモニターを制御するパーソナルコンピュータのキーボードで操作を行った。

4) 手 続 き

両群の被験者は、青色丸と赤丸が同時に際位置に到達した場合（図 3）、尚早反応で赤丸が先に到達した場合（図 4）、遅延反応で青色丸が先



図 3 課題説明画面

橋本：移動指標が停止または加速する一致タイミング課題の学習



図4 課題説明画面（尚早反応）



図5 課題説明画面（遅延反応）

に到達した場合（図5）について、デモンストレーションをともなう説明を受け、3回の練習試行を行った。なお、説明の画面においてバスケットボールコートライン等が描かれているのは、シュートにつながるパスという状況を限定的に示唆するためであった。学習試行においては、反応時刻の視覚的手がかりになることを防ぐため、これらの黒線は削除された。練習試行の後、一定群は図1の画面に移行して90回の学習試行を行った。

一方変更群では、練習試行の後、遅延反応の傾向にある場合には青色丸の移動が途中で停止すること、および尚早反応の傾向にある場合には青色

丸の移動が加速することについて、デモンストレーションをとまなう説明を受けた。そして、図1の画面に移行して90回の学習試行を行った。

学習試行は、1セット30試行を3セット行った。セットとセットとの間には約5分間の休憩期間が挿入された。なお変更群においては、各セットの第3試行までは青色丸の移動所要時間を2,500 msecとし、第4試行以降で反応傾向に応じてこれを変更した。

学習試行では、赤丸と青色丸の移動の様子が画面上に提示され、誤差結果に応じて、図3, 4, 5から説明文と黒線を除いたもののうちのいずれかに移行した。具体的には、恒常誤差が、-50 msecより大きく50 msecより小さい場合に説明文と黒線なしの図3、-50 msec以下の場合に説明文と黒線なしの図4、50 msec以上の場合に説明文と黒線なしの図5となった。

この視覚情報に加え、1試行ごとに数値によるフィードバック情報が与えられた。フィードバック情報はミリ秒単位で、遅延反応を正、尚早反応を負としてあらわした。また、被験者のモチベーションを維持するために、10試行ごとに画面上に平均フィードバックが表示され、実験者によって注意の方向づけがなされた。

図6は被験者に与えられたフィードバック情報のサンプルである。セッ

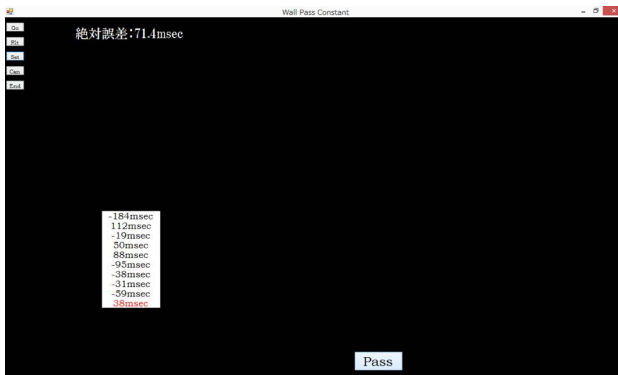


図6 結果表示画面

橋本：移動指標が停止または加速する一致タイミング課題の学習

トの第10試行めで赤丸の際会位置到達が青色丸よりも 38 msec 遅れ、第1試行めから第10試行めまでの絶対誤差の平均が 71.4 msecであることを示している。

被験者がマウスを2回以上クリックした場合、赤丸が水色丸に到達する前にクリックした（恒常誤差は -750 msec より小）場合、恒常誤差が 750 msec を超えた場合、その試行はキャンセルとして再試行を行った。

結果および考察

被験者の成績は、.NET Framework の「Stopwatch クラス」によって測定された。実験者のキー操作時刻の 1,000 msec 後、すなわち青色丸の移動開始時刻を「Stopwatch」のスタート、被験者のマウスクリック操作時刻を「Stopwatch」のストップとして、「Stopwatch」の計測時間を求めた。そして、先述した青色丸の設定移動所要時間と赤丸の移動所要時間（1,500 msec）との差を計測時間から減じたものを一致タイミングの誤差とした。

まず、絶対誤差（absolute error）について検討した。絶対誤差は、上記一致タイミングの誤差の絶対値を平均したものである。図7は、1セット

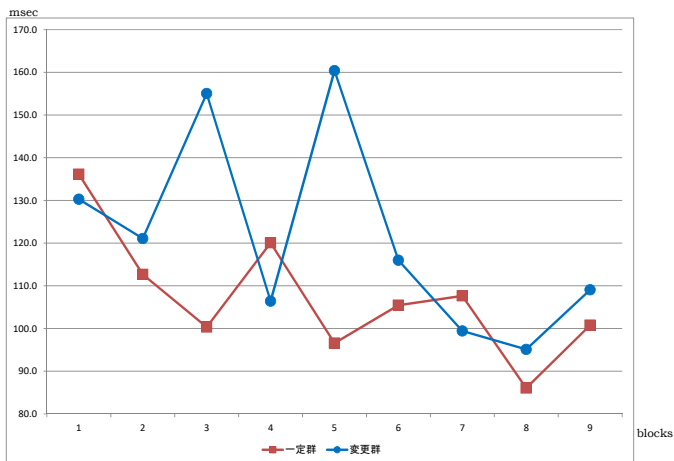


図7 一定群および変更群における絶対誤差の推移

30試行を3つのブロックに分け、合計9ブロックにおける両群の絶対誤差の平均値をあらわしたパフォーマンス曲線である。

絶対誤差について、群×ブロックの2要因の分散分析を行った。その結果、群には有意な主効果は認められなかった ($F_{(1,18)} = 1.86$, NS)。ブロックには5%水準で有意な主効果が認められた ($F_{(8,144)} = 2.59$, $p < 0.05$)。また交互作用は有意であった ($F_{(8,144)} = 2.50$, $p < 0.05$)。下位検定の結果、変更群におけるブロックの単純主効果が有意であった ($F_{(8,144)} = 3.66$, $p < 0.01$)。一定群ではブロックの単純主効果は有意ではなかった ($F_{(8,144)} = 1.43$, NS)。そこで変更群について多重t検定を行ったところ、第3および第5ブロックにおいて、互いを除いたすべてのブロックに対して5%水準で有意に絶対誤差が大きいことが明らかになった。また、第1ブロックは第4、第7、第8および第9ブロックよりも5%水準で有意に絶対誤差が大きく、第2ブロックは第7および第8ブロックよりも5%水準で有意に絶対誤差が大きいことが明らかになった。

一方、ブロックにおける群の単純主効果については、第3ブロック ($F_{(1,144)} = 10.17$, $p < 0.01$) および第5ブロック ($F_{(1,144)} = 13.85$, $p < 0.01$) で有意であり、いずれも変更群で絶対誤差が大きいことが明らかになった。

このことは、変更群において、第3および第5ブロックでエラーが大きくあらわれたが、最終的には学習がすすんだことを示している。一定群に関してはブロックの単純主効果は有意ではなかった。しかし、これは学習したと言えるかどうかかわからないということで学習していないということではない。少なくとも学習開始の第1ブロックでは変更群と同様のエラーレベルであり、第9ブロックにおいても変更群と同様の到達レベルを示している。

次に、変更群において以下の点について検討した。

ここでの実験課題では、青色丸が移動開始した250 msec後に赤丸が水色丸に到着し、この時間は変動しない。また、被験者が「Pass」ボタンを

橋本：移動指標が停止または加速する一致タイミング課題の学習

左クリックした 1,500 msec 後に赤丸が際会位置に到着し、この時間も変動しない。変更群において、青色丸の移動所要時間（以下青色丸移動時間とする。）は被験者の成績によって $2,500 + \alpha$ msec に設定されるが、仮に青色丸と赤丸が同時に際会位置に到着したとすると、この場合、赤丸が青色丸に到着してから被験者が「Pass」ボタンをクリックするまでの時間（以下赤丸保持時間とする。）は $750 + \alpha$ msec である。このことから、変更群について、被験者の赤丸保持時間と青色丸移動時間との相関について検討することにした。

表 1 は、変更群の各ブロックについて、赤丸保持時間と青色丸移動時間におけるピアソンの積率相関係数をあらわしている。これらの統計的有意性を検討したところ、第 2 ブロックと第 9 ブロックが 1 % 水準で、また第 1 ブロックと第 4 ブロックが 5 % 水準で有意であった。

第 1 ブロックにおいて有意な負の相関が認められたことから、青色丸移動時間が長いにもかかわらず赤丸保持時間を短くしたり、逆に、青色丸移動時間が短いにもかかわらず赤丸保持時間を長くしたりして、移動指標のふるまいについてまったく把握できていなかったことがわかる。一方、第 9 ブロックにおいては有意な正の相関が認められた。すなわち、第 1 ブロックとは正反対に、移動指標のふるまいを理解し、これに合わせて赤丸保持時間を調整したと考えられる。これを反映して絶対誤差が小さくなり、一致タイミングの学習が成立したと言える²⁾。

表 1 変更群の各ブロックにおける積率相関係数

ブロック	1	2	3	4	5	6	7	8	9
r	-.202	.260	-.053	.212	-.057	.173	-.094	.012	.319

2) 青色丸のふるまいの観察について、青色丸の停止・加速を観察した後に反応して赤丸を際会位置で一致させるためには、理論上青色丸移動時間が、前者の場合 ($2,500 + 406.25$) msec 以上であるか、後者の場合 ($2,500 - 350$) msec 以下でなければならない。

変更群 10 名の 9 ブロックのデータで、直近 3 試行の恒常誤差の平均が 300 msec

第7および第8ブロックでは、第9ブロックと同様に絶対誤差が小さいにもかかわらず有意な相関が認められていない。そこで、誤差0 msecを基準とした散布度をあらかず総変動 (total variability) について検討した。なお総変動の平方は、正負を付した誤差の平均をあらかず恒常誤差 (constant error) の平方と、誤差の標準偏差をあらかず変動誤差 (variable error) の平方との和に等しい。

表2は、変更群の各ブロックにおける総変動をあらかずしている。1要因の分散分析の結果、ブロックに有意な主効果が認められ ($F_{(8, 72)} = 2.52$, $p < 0.05$), 多重t検定の結果、第7および第8ブロックでは、第1, 第2, 第3および第5ブロックより有意に総変動が小さいことが明らかになった。

これは、第7および第8ブロックでは、青色丸移動時間の長短に関係なく赤丸保持時間を決め、誤差0 msec 近くにはばらついたことを示している。被験者は、移動指標の際会位置到着に反応アイテムの到着を一致させることを目指したのではなく、移動指標の移動所要時間がほぼ2,500 msec 近辺に設定されると解し、これに適応するよう反応するというストラテジーをとったのではないかと考えられる。

これに対して第3, 第5ブロックでは、絶対誤差および総変動がともに大きく、赤丸保持時間と青色丸移動時間との相関が認められていない。

その間の第4ブロックでは相関が有意で絶対誤差も小さく、一見すると移動指標の際会位置到着に反応アイテムの到着を一致させることを目指しひとまず成功を収めているように見える。しかし、第4ブロックは第2

表2 変更群の各ブロックにおける総変動 (msec)

ブロック	1	2	3	4	5	6	7	8	9
総変動	158.1	154.2	189.8	132.1	198.5	141.1	130.0	120.8	136.6

を越えるものではなく、-350 msec 以下は-370.1 msec と-368.3 msec の2回であった。このことは、被験者が青色丸の加速や停止を観察後に反応できた機会がほとんどなかったことを示している。

橋本：移動指標が停止または加速する一致タイミング課題の学習

セットの開始ブロックであり、最初の3試行の青色丸移動時間は2,500 msecであった。このことが第4ブロックでエラーが小さかったことに影響した可能性がある。一方第2ブロックでは、絶対誤差について第9ブロックとの間に有意な差は認められなかったが、第7および第8ブロックよりは絶対誤差が大きい。

これらのことと、第3、第5ブロックにおける大きな誤差と無相関の結果を踏まえれば、第5ブロックの段階では、移動指標のふるまいについて、まだ十分に理解されているとは言えないと考えられる。

お わ り に

移動指標が、前試行までのエラー情報に基づいて移動途中で停止する、または移動速度を増加させる条件での一致タイミング課題について90試行の学習を検討した。移動指標が常に等速運動をする一致タイミング課題の学習と比較して、学習過程で大きな変動が見られたが、最終的には同レベルの学習が成立したことが明らかになった。

今後、実験手続きとして、今回の第4ブロックのように、学習過程のセット間でエラー情報をリセットすることなく持ち越す条件で検討する必要がある。

また今回は、移動指標が一定の時間(2,500 msec)を基準として、前試行までのエラー情報に基づいて移動途中で停止する、または移動速度を増加させる条件で移動所要時間を増減する課題について検討した。いわば、パス事態においてパスの受け手が投げ手のペースに合わせようとはするが、その基準は自らが設定した時間条件で、あくまでも受け手の自己主張が強いパラメータ変更という設定であった。一方で、パスの受け手が投げ手のエラーを補填してやるような調整が考えられる。このように、投げ手を中心としたパラメータ変更についても検討する必要があるだろう。

また、学習過程において、投げ手と受け手が何らかの「落としどころ」をさぐっていくという条件のほうが、効果的な学習が行われるかもしれない

い。この「落としどころ」は妥協点ではなく、互いに調和・協調しあう点 (point of concurrence) である。「落としどころ」を目指してパラメータ変更する一致タイミング課題の学習も今後の検討課題である。

パス事態における一致タイミングの学習は、パスの投げ手だけでなく、パスの受け手、さらにはパスの投げ手にパスをするプレイヤーまでさかのぼって、プレイヤーが相互に最適な時間条件を創出する共創過程である。この共創が実現される過程を明らかにするための研究課題は山積している。

文 献

- Benguigui, N. and Ripoll, H. (1998) Effects of tennis practice on the coincidence timing accuracy of adults and children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69(3): 217-223.
- Catalano, J. F. and Kleiner, B. M. (1984) Distant transfer in coincident timing as a function of variability of practice. *Perceptual and Motor Skills*, 58: 851-856.
- Del Ray, P., Whitehurst, M., Wughalter, E. H. and Barnwell, J. (1983) Contextual interference and experience in acquisition and transfer. *Perceptual and Motor Skills*, 57: 241-242.
- Dunham, P. (1989) Coincidence anticipation performance of adolescent baseball players and nonplayers. *Perceptual and Motor Skills*, 68: 1151-1156.
- 橋本晃啓 (2012) 高校生バスケットボール選手における効果器の見越しに関する一致タイミングの正確さ——フィードフォワード制御動作の時間的予測——. *修道法学*, 35(1): 1-15.
- 橋本晃啓 (2014) フィードフォワード制御動作における効果器の見越しを含んだ一致タイミング課題の学習. *修道法学*, 36(2): 27-41.
- 橋本晃啓 (2015) 一致タイミングにおける知覚的見越しおよび効果器の見越しの学習. *修道法学*, 37(2): 547-566.
- 橋本晃啓 (2016) 「迎撃様」一致タイミング課題に及ぼす知覚的見越し学習および効果器の見越し学習の転移効果. *修道法学*, 39(1): 1-24.
- 今 誉・三宅美博 (2005) 協調タッピングにおける相互同調過程の解析とモデル化. *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, 7(4): 477-486.
- Millslagle, D. G. (2008) Effects of increasing and decreasing intratrial stimulus speed on coincidence-anticipation timing. *Perceptual and Motor Skills*, 107: 373-382.
- Molstad, S. M., Kulka, D. A., Love, P. A., Baylor, K. A., Covington, N. K., and Cook, T.
- 300 (86)

橋本：移動指標が停止または加速する一致タイミング課題の学習

- L. (1994) Timing of coincidence anticipation by NCAA DIVISION I softball athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 79: 1491–1497.
- 武藤 剛・三宅美博 (2004) 人間-人間協調歩行系における共創出プロセスの解析. 計測自動制御学会論文集, 40(5): 554–562.
- Poulton, E. C. (1957) On prediction in skilled movements. *Psychological Bulletin*, 54(6): 467–478.
- Ripoll, H. and Latiri, I. (1997) Effect of expertise on coincident-timing accuracy in a fast ball game. *Journal of Sports Science*, 15: 573–580.
- Williams, L. R. T. (2000) Coincidence timing of a soccer pass: Effects of stimulus velocity and movement distance. *Perceptual and Motor Skills*, 91: 39–52.
- Wrisberg, C. A., Hardy, C. J., and Beitel, P. A. (1982) Stimulus velocity and movement distance as determiners of movement velocity and coincident timing accuracy. *Human Factors*, 24(5): 599–608.