

「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

橋 本 晃 啓

は じ め に

橋本（2012）は、バスケットボールなどのボールゲームにおいて移動している味方にパスをすることは一致タイミング課題であるとし、これには、Poulton（1957）が言う受容器の見越しに加えて効果器の見越しが必要であることを指摘した。すなわち、パスの場合、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。）としての受け手がボール受ける際（meet）位置の座標とその到達時刻、反応開始位置の座標、反応アイテムとしてのボールの飛行距離・速度または時間、反応開始時刻を反応開始前に予め知っておく必要があるということである。

そして、移動指標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。この課題は、原理的には、フィードバック制御なしで弾道弾をミサイルで迎撃する課題と同様の情報処理を必要とする（以下、「迎撃様課題」とする。）。

このことを受けて橋本（2014）は、迎撃様課題の学習について、高校生男子バスケットボール選手を対象に検討した結果、およそ90試行で学習が成立したことを明らかにした。

迎撃様課題では、移動指標の初期座標および速度、際会位置の座標、反応アイテムの初期座標および速度が固定されている。しかし現実のパスの場面ではこれらは変動する。パスの受け手が走る速度は毎回一定ではなく、走る途中でも、止まったり速度を増したりしなければならないことがある。また、受けようと意図する位置も毎回異なる。同じ位置、同じ時刻にボールを届かせるとしても、投げ手が動作開始時刻を遅らせてボールの速度を上げること、動作開始時刻を早めてボールの速度を落とすこともできる。このような現実場面に適応できるようになるためには、90試行よりははるかに長い学習期間が必要となることは想像に難くない。

ここで問題になるのは、迎撃様課題の学習を促進させ、容易にこのスキルを習得させられるような学習課題があるのかどうかである。すなわち、迎撃様課題の学習に正の転移をもたらす学習課題の検討が必要となる。

学習の転移 (transfer of learning) とは、ある課題の学習または遂行 (転移段階とする。以下同じ。) に、それ以前に行われた課題の学習 (習得段階とする。以下同じ。) がどのように影響するかのことを言い、学習・遂行を促進させる正の転移 (positive transfer)、学習・遂行を妨害する負の転移 (negative transfer)、および何ら効果をもたらさないゼロ転移 (zero transfer) に分けられる (Magill, 1989)。

転移に関する古典的で有名な研究は両側性転移 (bilateral transfer) と呼ばれるもので、たとえば Dunham (1977) は、左足で行った一致タイミング課題の学習が右足での遂行に転移するかどうかについて、認知的課題を行って左足での学習を行わない群と比較して検討している。また Kohl and Roenker (1980) は、右手で行った回転盤追跡課題の学習が左手での学習に転移するかどうかについて、右手で行うイメージのみで実際の動作は行わない群および認知的課題を行って動作は行わない群と比較して検討している。これらは、運動指令 (motor command) における筋選択に関するパラメータの変更について検討したものである。Dunham (1977) で群間に差が認められなかったことからわかるように、迎撃様課題ではこのパラメー

タ変更は正の学習の転移をもたらすとは考えられない。

Scannell (1968) は、ダーツ投げおよびソフトボール投げの課題を用い、習得段階でそれぞれ4種類の大きさの的に当てる学習を行わせ、転移段階では4種類のうちの1種類の的でのみテストを行った。Jensen (1975) は、回転盤追跡課題を用い、習得段階で4種類の回転速度に3種類の回転盤の形状を組み合わせる条件で学習を行わせ、転移段階では4種類のうちの1種類の速度でのみ学習を行わせた。また Siegel and Davis (1980) は、回転盤追跡課題を用い、3種類の回転速度について、習得段階ですべてを学習する条件、1種類しか学習させない条件、および学習させない条件を設けた。そして、転移段階では3種類とも学習させた。

これらの研究は、習得段階の課題の学習が、転移段階の課題を学習させているかどうか、または学習を促進させるかどうかについて、両者の課題間で、調枝ほか (1987) が高原 (1985) を引用して言う、メタ構造は変化させず構造パラメータを変化させることによって検討したものである。

習得段階と転移段階との間で、構造パラメータを変化させるということに関して言えば、習得段階で構造パラメータの変化を取り入れると転移段階の課題の学習がすすむことを示したのが、練習の変動性 (variability) 効果の研究である。最も有名なものは McCracken and Stelmach (1977) の研究で、彼らは、習得段階で、4種類の異なる距離におかれたバリアをいずれも 200 msec で倒す課題を一定練習または変動練習で学習させ、転移段階では習得段階には設けられなかった距離でテストを行っている。

また、習得段階において、構造パラメータを変化させた課題の練習スケジュールが転移段階の学習に影響を及ぼすことを示したのが、文脈干渉効果 (contextual interference effect) の研究である。Shea and Morgan (1979) は、習得段階で、3つの動作系列からなる3種類のバリア倒し課題についてブロック条件とランダム条件で学習させた。保持テストの後の転移段階で、習得段階とは異なる3動作系列および5動作系列の課題でテストを行っている。

これらの研究は、習得段階の変動練習またはランダム練習が、構造パラメータを変化させた課題の学習をさせていることを示したもので、一定練習、ブロック練習へのアンチテーゼである。

しかしながら、ボールゲームにおいて移動している味方にパスをする事態では、パスをするたびに構造パラメータが変化させられ、その変化はランダムであるといつてよい。すなわち常に変動練習・ランダム練習が行われている。本研究で学習を目標とする迎撃様課題は、パス事態における学習過程を明らかにするために、パス事態の構造パラメータを制限し、疑似的に単純化したものである。その迎撃様課題のための習得段階に変動練習またはランダム練習を取り入れることは、習得段階の課題を、還元すべきパス事態に近づけることになり、そもそも迎撃様課題を設定すること自体の意味が失われる。

転移段階の課題の学習を促進させる効果をもつ習得段階の課題を設定する最も単純な方法は、部分練習とすることである。たとえば Hansen ほか (2005) は、3つのボタンを決められた順序で合計4回タップしていく課題について、習得段階で4回すべてタップする群、3回ずつの2種類に分けてタップする群、2回ずつの2種類に分けてタップする群を設けて、全習法 (whole practice) と分習法 (part practice) を比較している。転移段階の系列運動課題には、習得段階で遂行された動作の構成要素および系列と異なるものは含まれていない。また Park ほか (2004) は、肘関節を一定の系列にしたがって屈曲・進展させる課題について、全習法と反復分習法を比較している。転移段階の系列運動課題は、習得段階で学習した系列全体とこれを2分割した系列であった。これらの研究のように、動作系列の学習であれば単純に系列を分割することができるが、迎撃様課題ではこのような方式で要素に分割することは困難である。

体育の授業構成において教師は、課題分析 (task analysis) において、その課題で学習者がどのような情報処理を要求されるかなど機能的側面から分析し、これで獲得される能力を明らかにし、課題群を学習目標達成へと

橋本：「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

向かうコースに最適に配列することに従事している。そのプロセスでは、分習法のように全体を「単純な部分」に分割するのではなく、スモールステップとしての課題が考案され実践されていると思われるが、研究論文としてあらわされることは少ない。

そのひとつが橋本（1996）の研究である。橋本は、バスケットボールのチームプレイスキルの学習において、実際のゲームには存在しない制約を設けた運動課題を導入した。そしてこのことで、いわゆる「壁パス」¹⁾ プレイにおいて、投げ手と受け手の時間条件が安定し、プレイの成功率が高くなったことを明らかにしている。

これは、制約を設けた運動課題が学習されたかどうかについて分析されていないため、厳密には転移効果とは言えない。しかし、受け手を限定された課題によって、受け手は投げ手に関する、投げ手は受け手に関する、「機能的な部分」としての情報処理を学習し、「壁パス」プレイの学習を促進したことを示したものである。

迎撃様課題についてこのような機能的部分または要素について考えると、それは一致タイミングにおける受容器の見越しおよび効果器の見越しが該当すると思われる。

橋本（2015）は、高校生男子バスケットボール選手を対象に、移動指標の際位置到達時刻を計算する「知覚的見越し課題」および反応アイテムの移動開始時刻を計算する「効果器の見越し課題」に関する学習について検討している。その結果、いずれも10試行程度で学習が成立することを明らかにした。

1) プレイヤーAがプレイヤーBにパスを行い、引き続きプレイヤーBがプレイヤーAにパスを返す（pass back）2人のプレイのことを通称「ワン・ツー・パス」または「リターンパス」というのに対し、プレイヤーAがプレイヤーBにパスを行い、プレイヤーBはプレイヤーAではなくプレイヤーCにパスを行う3人のプレイのことを、Bを壁に見立てて、Aが壁のはねかえりを利用してCにパスすることから通称「壁パス」という。

このことから本研究では、橋本（2015）の「知覚的見越し課題」²⁾ および「効果器の見越し課題」の学習が、迎撃様課題の学習を促進させるような正の転移効果を持つのか、逆に学習を阻害するような負の転移効果を持つのか、またはなんら効果をもたらさない独立の関係にあるのかについて検討することにした。

研究方法

1) 被験者

被験者は、第69回国民体育大会長崎大会バスケットボール競技の広島県少年男子候補選手30名であった。彼らは、第一次選考を通過した広島地区の高校生であり、以下の3つの群に10名ずつ振り分けられた。それは、①習得段階で知覚的見越し課題の学習を行う群（以下 P 群とする。）、②習得段階で効果器の見越し課題の学習を行う群（以下 E 群とする。）、および③習得段階ではこれらの学習を行わない統制群（以下 C 群とする。）であった。

2) 実験課題

主たる分析対象とした迎撃様課題から説明する。転移段階で用いられた迎撃様課題は、橋本（2014）が用いたものと同じものであった。

これは、図1で、左端に移動指標として下向きの赤い三角形を、右端に反応アイテムとして上向きの黒い三角形を、互いの頂点が7ピクセル離れた平行線上にあるように置いた。赤い三角形は、実験者の操作により、毎秒256ピクセル（24インチの画面上約 11.0 cm/sec）で右に等速直線運動を

2) Poulton (1957) は、移動指標が途中でマスキングされて軌跡が見えなくなる場合を「知覚的見越し」、マスキングがなされない場合を「受容器の見越し」とした。迎撃様課題では移動指標は際会位置到達までマスキングされないが、到達途中で反応する必要があり、この時点以降は移動に関する情報は利用できない。これは、この時点でマスキングされることと同様と考えられ、その意味では受容器の見越しというよりは知覚的見越しが相当する。

橋本：「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

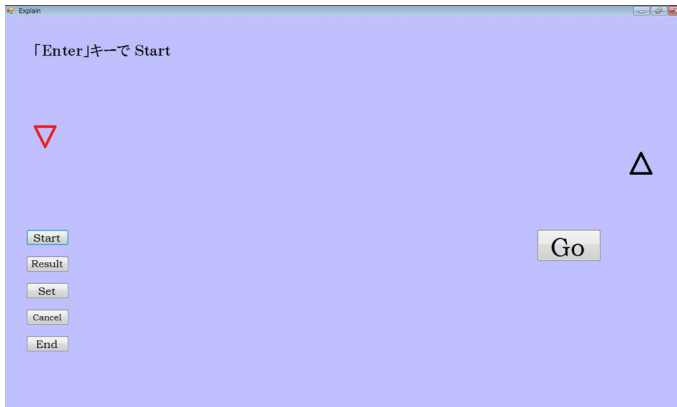


図1 課題提示画面（迎撃様課題）

開始し、2,500 msec 後、640ピクセル移動した際会位置に到達すると、被験者の操作とは独立に停止する。

黒い三角形は際会位置から480ピクセル右側に位置しており、被験者が「Go」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、毎秒384ピクセル（24インチのモニター画面上約 16.5 cm/sec）で左に等速直線運動を開始し、1,250 msec 後、際会位置で停止する。

被験者は「Go」ボタンにマウスカーソルをあわせて待機し、赤い三角形の移動開始後、赤い三角形と黒い三角形が際会位置で同時に止まるように、利き手の人差し指でマウスをクリックして黒い三角形の移動を開始させることを要求された。

習得段階で用いられた知覚的見越し課題および効果器の見越し課題は橋本（2015）が用いたものと同じものであった。

知覚的見越し課題について、図2で、左側の黒いドットが移動指標である。黒ドットは、実験者の操作により右 x 軸方向に毎秒384ピクセルで正弦曲線（波長480ピクセル、振幅50ピクセル）を描きながら移動し、被験者が「Stop」と書かれたボタンをマウスで左クリックすると停止する。

黒ドットの移動開始位置から際会位置としての右の赤い線までは960ピク

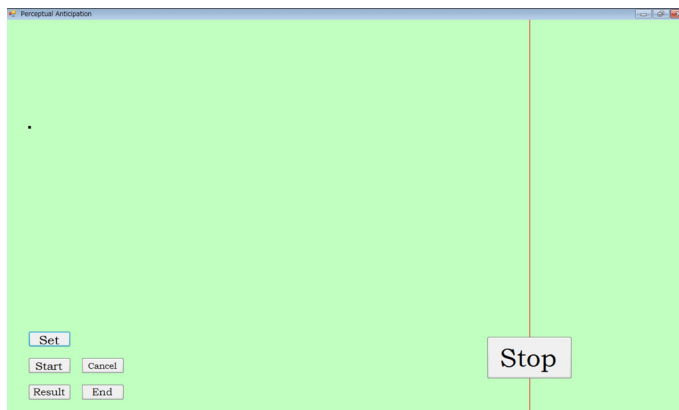


図2 課題提示画面（知覚的見越し課題）

セル離れており、黒ドットは480ピクセル移動した位置でマスキングされ、被験者がクリックした時点で出現する。

被験者は「Stop」ボタンにマウスマウスカーソルをあわせて待機し、黒ドットが赤線上に止まるように、利き手の人差し指で左クリックすることを要求された。

移動指標がいつどこにあるかを予め知っておくことについて、指標が途中でマスキングされるものを知覚的見越し、マスキングされないものを受容器の見越しという。今回の知覚的見越し課題では前者を正しく行うこと、迎撃様課題では後者を正しく行うことが必要であったが、いずれも際会位置の座標が固定されていたため、「どこに」に関する見越しは必要なかった。したがって、それぞれの課題における知覚的見越しまたは受容器の見越しは、移動指標がいつ際会位置に到達するかに関する時間的見越し（temporal anticipation）であった。

黒ドットが移動を開始してから赤線に到達するまでの時間は、2,500 msecであり、この時間は、赤い三角形が移動を開始してから際会位置に到達するまでの時間に等しい。すなわち、知覚的見越し課題と迎撃様課題とは、知覚的見越し、受容器の見越しの違いはあるが、移動指標が固定された際

会位置に到達する時刻が移動開始から 2,500 msec 後であるという点と同じで、今回の知覚的見越し課題は、移動指標に関する時間的見越しについて、学習の転移効果を検討するために設定された。

マスキング位置について、迎撃様課題では、赤い三角形が移動を開始してから 1,250 msec 後に黒い三角形の移動を開始させれば両者が同時に際会位置に到達するように設定されており、少なくともこの時刻までに赤い三角形が際会位置に到達する時刻を計算する必要がある。このことから、知覚的見越し課題では、黒ドットの移動を観察できる時間を 1,250 msec とし、移動開始から 1,250 msec 後にマスキングすることにした。

効果器の見越し課題について、図 3 で、左側の二重丸は、実験者がキーボードの操作で「Ignition」と書かれたボタンを押すと、図 4 に示すようにこのボタンは消え、二重丸が赤色に変わる。この赤二重丸が反応アイテムに相当する。その後、被験者が「Launch」と書かれたボタンをマウスで左クリックすると、赤二重丸は右に放物線を描きながら移動を開始する。その速度は x 軸方向に毎秒 320 ピクセル（24 インチのモニター画面上約 13.7 cm/sec）であった。赤二重丸は移動開始から 2,750 msec 後に右の青色の長方形の上辺にその中心が到達する。この青長方形の上辺が際会位置に相当する。ただし、実験者がキー操作した 4,000 msec 後に、どこに位置していても赤二重丸は移動を停止する。

被験者は「Launch」ボタンにマウスマウスカーソルをあわせて待機し、赤二重丸の中心がちょうど青長方形の上辺で停止するように、利き手の人差し指で左クリックすることを要求された。

効果器の見越しとは、計画された筋出力を実行した場合、反応アイテムがいつどこにあるかを予め知っておくことである。今回の効果器の見越し課題および迎撃様課題では、際会位置の座標が固定されていたため、「どこに」に関する見越しは必要なかった。したがってこの 2 つの課題における効果器の見越しは、反応アイテムがいつ際会位置に到達するかに関する時間的見越しであった。



図3 課題提示画面（効果器の見越し課題）

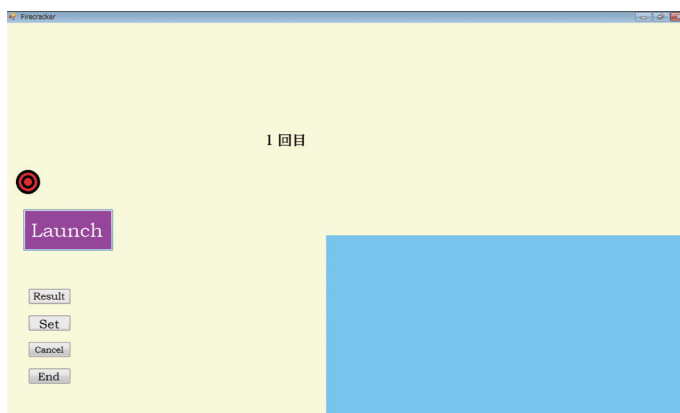


図4 課題開始画面（効果器の見越し課題）

この時間的見越しについて、2つの課題では、被験者には知らされなかったが、赤二重丸の移動時間を 2,750 msec, 黒い三角形の移動時間を 1,250 msec に固定し、刺激の提示（二重丸の赤色変化または赤い三角形の移動開始）から反応アイテム（赤二重丸または黒い三角形）の移動開始操作までの時間を指標とした。

橋本：「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

具体的には、効果器の見越し課題では、二重丸が赤色に変化してから 4,000 msec 後に青長方形の上辺に到達させること、すなわち赤色に変化した 1,250 msec (4,000 - 2,750) 後に移動開始操作を行うことが要求された。一方迎撃様課題では、赤い三角形が移動を開始してから 2,500 msec 後に黒い三角形を際会位置に到達させること、すなわち赤い三角形が移動を開始した 1,250 msec (2,500 - 1,250) 後に黒い三角形の移動開始操作を行うことが要求された。

このように、効果器の見越し課題と迎撃様課題とでは、刺激提示に対する反応アイテムの移動開始操作時刻を調整させた点、その時刻の目標が 1,250 msec 後であったという点が同じで、今回の効果器の見越し課題は、反応アイテムに関する時間的見越しについて、学習の転移効果を検討するために設定された。

3) 装 置

上記の実験課題は、Windows 7 で作動する Visual Basic.2010 で作成されたものであった。赤い三角形、黒い三角形、黒ドット、および赤二重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。

被験者は、いずれの課題においても、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

習得段階において P 群は、図 5 を示されて説明を受け、3 回の練習試行を行った。課題説明および練習試行の画面は、学習試行との区別を明確にするために背景色を変えられていた。練習試行の後、図 2 の画面に移行し

て30回の学習試行を行った。

練習試行、学習試行とも、黒ドットと赤線のずれに関する視覚情報に加えて、1試行ごとに図6に示すような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、被験者の反応が遅すぎた場合を正、反応が早すぎた場合を負としてあらわした。また学習試行では、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

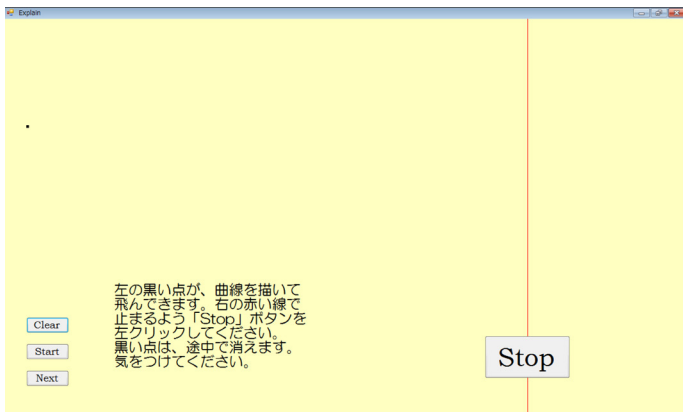


図5 課題説明画面（知覚的見越し課題）



図6 結果表示画面（知覚的見越し課題）

橋本：「迎撃様」一致タイミング課題に及ばず知覚的見越し学習
および効果器の見越し学習の転移効果

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。

習得段階において E 群は、図 7 を示されて、反応が早すぎた場合、遅すぎた場合、一致した場合の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。課題説明および練習試行では、学習試行との区別を明確にするために「Launch」ボタンの色が変わっていた。知覚的見越し課題では画面の背景色を変えたが、効果器の見越し課題では青長方形

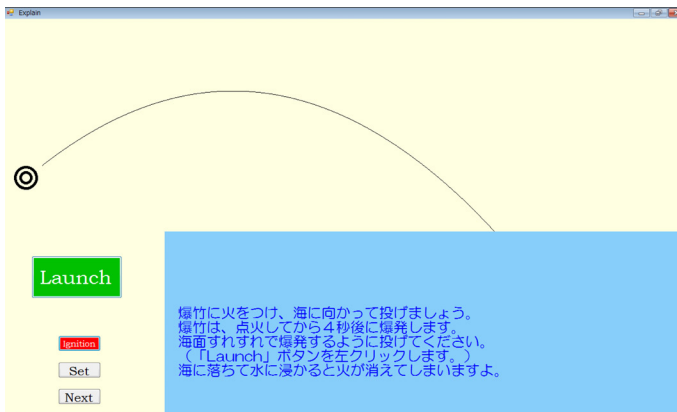


図 7 課題説明画面（効果器の見越し課題）



図 8 結果表示画面（効果器の見越し課題）

とのコントラストに配慮して、反応に用いるボタンの色を変化させた。練習試行の後、図3の画面に移行して30回の学習試行を行った。

被験者は、赤二重丸が青長方形の上辺に届かずに停止するか、上辺を越えて停止するかに関する視覚的フィードバックを得た。この視覚的フィードバックは赤二重丸の形状変化によるもので、橋本(2015)と同様であった。

学習試行では、上記の形状変化による視覚情報に加えて、1試行ごとに図8に示すような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、被験者の反応が遅すぎて赤二重丸が青長方形の上辺の届かなかった場合を正、反応が早すぎて上辺を越えた場合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8では、たまたま誤差が ± 10 msec以下であったため、遅延反応および尚早反応とは異なる形状変化の視覚的フィードバックが提示されている。

C群は習得段階において何の学習も行わなかった。

習得段階に引き続いて行われた転移段階においてすべての被験者は、迎撃様課題について、2つの三角形が画面上で移動するのを観察しながら課題の説明を受けた。図9はその説明の一部である。そして、3回の練習試行を行った。課題説明および練習試行の画面では、その後の転移試行との区別を明確にするために背景色が変わっていた。

練習試行の後、図1の画面に移行して転移試行を行った。転移試行は合計90回で、1セットが30試行、1日目に第1セットが、2日目に第2、第3セットが行われた。P群とE群では、習得段階と転移段階の間に約5分間の休憩期間が挿入された。またすべての群で、第2セットと第3セットの間に約5分間の休憩期間が挿入された。

転移試行においても、1試行ごとに図10に示すような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、赤い三

橋本：「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

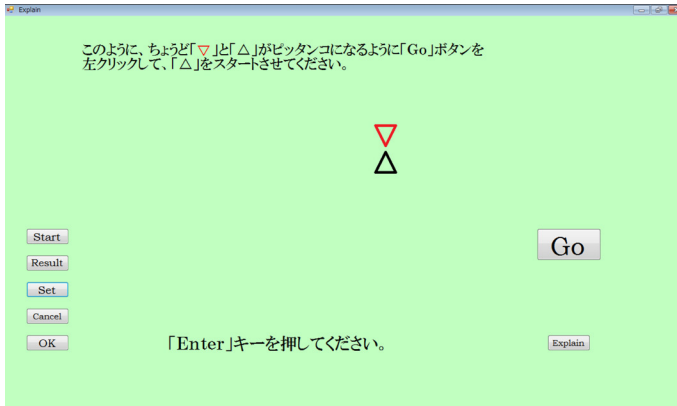


図9 課題説明画面（迎撃様課題）

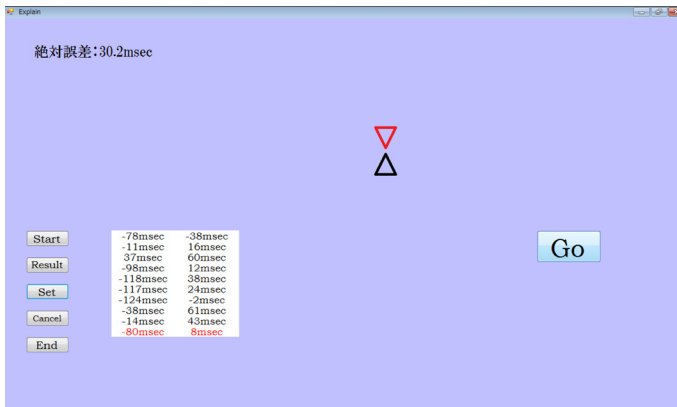


図10 結果表示画面（迎撃様課題）

角形が先に際会位置に到達した場合、すなわち被験者の反応が遅すぎた場合を正、黒い三角形が先に際会位置に到達した場合、すなわち被験者の反応が早すぎた場合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10で、結果表示の最左列1行めに「-78 msec」とあるのは、被験者が黒い三角形の移動を開始さ

せるのが78ミリ秒早かったことを示しており、左上部に「絶対誤差：30.2 msec」とあるのは、第11試行目から第20試行目までの10試行において、後述する誤差の絶対値の平均が30.2ミリ秒であったことを示している。

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。

習得段階の知覚的見越し課題においては、黒ドットの移動開始から赤線到達までの時間 2,500 msec をこの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。効果器の見越し課題においては、二重丸が赤色に変化した 1,250 msec 後に移動開始操作を行うことが要求されたことから、この 1,250 msec 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。

転移段階の迎撃様課題においては、赤い三角形が移動を開始した 1,250 msec 後に黒い三角形の移動開始操作を行うことが要求されたことから、この 1,250 msec 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。

測度は、絶対誤差 (absolute error) とした。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。そして、学習試行、転移試行とも、10試行を1ブロックとして分析を行った。

1) 習得段階

習得段階における P 群および E 群の学習を検討するために、橋本 (2015) の実験 1 および実験 2 の、それぞれ第 1 試行から第 30 試行までの測定データを得て比較した。

表 1 の上段は、P 群の学習試行における絶対誤差の推移をブロックごとにあらわしている。表の下段には、橋本 (2015) が実験 1 で P 群と同じ知覚

橋本：「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

表1 P群の学習試行における絶対誤差の推移 (msec)

	第1ブロック	第2ブロック	第3ブロック
P群	103.6	92.9	75.7
橋本 (2015)	101.1	82.5	77.6

的見越し課題を120試行学習させた際の、最初の30試行の絶対誤差が10試行ごとのブロックとしてあらわされている。

絶対誤差について、群 (P群, 橋本の実験1) × ブロックの2要因の分散分析を行った。その結果、有意な群の主効果 ($F_{(1,23)} = 0.11$, NS) は認められなかったが、ブロックには5%水準で有意な主効果 ($F_{(2,46)} = 4.62$, $p < 0.05$) が認められた。交互作用 ($F_{(2,46)} = 0.27$, NS) は有意ではなかった。

P群では、第1ブロックから第3ブロックにかけて絶対誤差が減少しており、その習得段階において、橋本の実験1と同様に、知覚的見越し課題の学習が成立していたと考えられる。

表2の上段は、E群の学習試行における絶対誤差の推移をブロックごとにあらわしている。表の下段には、橋本 (2015) が実験2でE群と同じ効果器の見越し課題を120試行学習させた際の、最初の30試行の絶対誤差が10試行ごとのブロックとしてあらわされている。

表2 E群の学習試行における絶対誤差の推移 (msec)

	第1ブロック	第2ブロック	第3ブロック
E群	281.5	232.0	189.0
橋本 (2015)	164.4	110.4	109.6

絶対誤差について、群 (E群, 橋本の実験2) × ブロックの2要因の分散分析を行った。その結果、ブロックに1%水準で有意な主効果 ($F_{(2,46)} = 7.69$, $p < 0.01$) が認められ、群に同じく1%水準で有意な主効果 ($F_{(1,23)} = 16.61$, $p < 0.01$) が認められた。交互作用 ($F_{(2,46)} = 0.72$, NS)

は有意ではなかった。

E群では、第1ブロックから第3ブロックにかけて絶対誤差が減少しており、その習得段階において、橋本の実験2より低い成績ではあったが、効果器の見越し課題の学習が成立していたと考えられる。

2) 転移段階

図11は、迎撃様課題について、P群（図では知覚的見越し群）、E群（図では効果器の見越し群）、およびC群（図では統制群）それぞれの9ブロックにおける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5%水準で有意な主効果 ($F_{(2, 27)} = 3.47, p < 0.05$) が認められ、ブロックには1%水準で有意な主効果 ($F_{(8, 216)} = 4.21, p < 0.01$) が認められた。交互作用は有意ではなかった ($F_{(16, 216)} = 1.35, NS$)。

群に有意な主効果が認められ、交互作用は有意ではなかったことから、P群とC群の間、およびE群とC群の間に分けてそれぞれ検討を行った。

P群とC群に関して、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5%水準で有意な主効果 ($F_{(1, 18)} = 5.31, p < 0.05$) が認められ、ブロックには1%水準で有意な主効果 ($F_{(8, 144)} = 3.23, p < 0.01$) が認められた。交互作用は有意ではなかった ($F_{(8, 144)} = 1.44, NS$)。

図11を見ると、第1ブロックでは両群とも同程度の誤差を示しており、C群において、2日目の第2セット（第4、5、6ブロック）で忘却が見られるが、その後約80 msec以下まで誤差は減少している。これに対してP群では、第4ブロックまではほとんど誤差が減少しておらず、その後も100 msec以上、およそ110 msec程度で推移していることがわかる。

交互作用は有意ではなかったが、これはC群における第2セットの忘却のためだと考えられる。第1セットと第3セットの結果からすれば、P群よりもC群で迎撃用課題の学習がすすんでおり、知覚的見越し課題の学習

橋本：「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

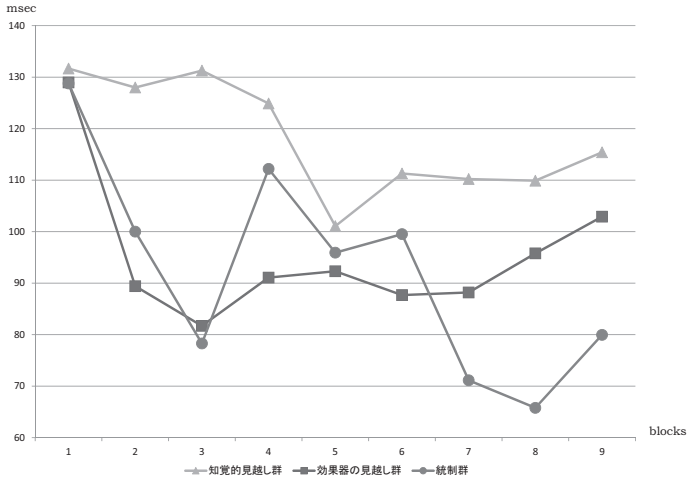


図11 P 群、E 群、および C 群における絶対誤差の推移

は、迎撃様課題の学習に負の転移効果をもたらしたと考えられる。

先述のように、知覚的見越し課題の黒ドットと迎撃様課題の赤い三角形の移動時間は、いずれも 2,500 msec で同じであった。しかしながら、正の転移効果が認められなかったことからすれば、黒ドットに関する時間的見越しの学習は迎撃様課題に有効ではなかったと考えられる。

一方、2つの課題で異なっていた条件は、黒ドットは正弦曲線運動の移動途中でマスキングされるが赤い三角形は直線運動で際位置到達までずっと見えていること、黒ドットについては移動開始から 2,500 msec 後に反応操作を行う必要があるが、赤い三角形については移動開始から 2,500 msec 後より 1,250 msec も前に反応操作を行う必要があることであった。しかしながら、迎撃様課題の学習に負の転移効果をもたらした条件としては、移動指標の知覚に関する以下のものが考えられる。

迎撃様課題では、黒い三角形の移動開始操作を行うために、赤い三角形が際位置に到達する時刻の見越しを、その 1,250 msec 前までに終了しておく必要があった。これに対し今回の知覚的見越し課題では、黒ドットは

赤線到達の 1,250 msec 前にマスキングされるが、その後も正弦曲線運動を仮想して追従することは妨げられなかった。すなわち、必ずしも、黒ドットが際会位置に到達する時刻の見越しをその 1,250 msec 前までに終える必要がなく、反応操作の寸前まで到達時刻の計算を行うことが可能であった。

P 群の被験者が習得段階において、黒ドットが際会位置に到達する時刻の見越しにこのような方略を用いたとすれば、転移段階においては、これより 1,000 msec 程度は³⁾ 早い時点までに赤い三角形の際会位置到達時刻を計算する必要に迫られたことになり、この違いの影響を受けて学習が停滞したことは十分に考えられる。

Bassin 装置やこれに類似した装置を刺激提示に用いてキーまたはボタン押しで反応させた一致タイミング課題、たとえば Del Ray et al. (1982), Haywood (1983), Catalano and Kleiner (1984), 橋本ほか (1987), Ripoll and Latili (1997) の課題は受容器の見越しの課題である。反応寸前まで移動指標の際会位置到達時刻を計算することが迎撃様課題の学習を停滞させるのであれば、これら受容器の見越しの課題も今回の知覚の見越し課題と同様の効果をもたらすであろう。

E 群と C 群に関して、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、群に有意な主効果 ($F_{(1,18)} = 0.08$, NS) は認められなかった。一方、ブロックには 1%水準で有意な主効果 ($F_{(8,144)} = 4.89$, $p < 0.01$) が認められた。交互作用は有意ではなかった ($F_{(8,144)} = 1.55$, NS)。

図11を見ると、C 群において、2日目の第2セット(第4, 5, 6ブロック)で忘却が見られるものの、絶対誤差は両群で同様に推移していることがわかる。このことから、両群とも迎撃用課題を学習したが、E 群と C

3) P 群の学習試行第3ブロックで、最も早い尚早反応は -276 msec であった。この場合、マスキング後 974 msec で反応したことになる。この期間のどこまで黒ドットの赤線到達時刻を計算したかは明らかではないが、少なくとも迎撃様課題ではこの期間に赤い三角形の際会位置到達時刻を計算することはできない。

群の学習に差は認められず、今回の効果器の見越し課題の学習は迎撃様課題の学習に正または負の転移効果をもたらすとは言えないと考えられる。

先述のように、効果器の見越し課題では二重丸が赤色に変化した1,250 msec後にその移動を開始させるよう調整することが、迎撃様課題では赤い三角形が移動を開始した1,250 msec後に黒い三角形の移動を開始させるよう調整することが目標であり、2つの課題ではこの点が同じであった。効果器の見越しの定義からすれば、赤二重丸および黒い三角形の移動時間それ自体を見越すことが求められるのではないが、これはそれぞれ2,750 msec, 1,250 msecと異なっていた。E群の被験者は習得段階において、二重丸の赤色変化後の1,250 msecの時間というよりは赤二重丸の移動時間2,750 msecを学習し、転移段階における黒い三角形の移動時間1,250 msecはまったく新規に与えられた課題ととらえられたためC群と変わらない成績を示したのかもしれない。

ただし図11で、第3セット（第7, 8, 9ブロック）においては、E群よりC群のほうが誤差が小さいように見える。C群における第2セットの忘却がなく、順調に絶対誤差が減少していれば、両群間に有意な学習の差があらわれたかもしれない。E群では第1日目に習得段階と転移段階あわせて60試行の一致タイミング課題を遂行しているが、C群では転移段階の30試行のみであった。転移段階を同一日に行えばこの忘却は生じなかった可能性も考えられる。

また、迎撃様課題では、移動する赤い三角形は時間の流れを視覚的に示すインジケーターの役割を果たしていた。一方今回の効果器の見越し課題には、このようなインジケーターはなかった。これが挿入されている効果器の見越し課題であれば、また異なった結果が得られていたかもしれない。

おわりに

高校生男子バスケットボール選手を対象に、知覚的見越し課題の学習および効果器の見越し課題の学習が、迎撃様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、知覚的見越し課題の学習は負の転移効果をもたらし、効果器の見越し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なった。すなわち、この2つの課題は、少なくとも、迎撃様課題の部分練習には相当しないということである。

今後、知覚的見越しに関する課題について、移動指標の運動を仮想して追従することを許さない課題、効果器の見越しに関する課題について、Masaki et al. (2012) のように、反応アイテムの動作時間そのものを学習させる課題を用いて、迎撃様課題の学習を促進させるかどうかについて検討をすすめることも考えられる。しかしながら、今回の結果から、今回用いた課題に限らず、迎撃様課題を受容器の見越し、効果器の見越しという要素に分割することが妥当かという問題が浮上した。受容器の見越しと効果器の見越し⁴⁾の両方を含んだ課題でなければ、迎撃様課題の学習に正の転移をもたらす課題とはなりえないのではないかということである。

迎撃様課題の学習について検討をすすめてきたが、その最終的な目的は迎撃様課題の学習ではなく、パス事態において投げ手と受け手がタイミングをあわせることができるようになるということである。このことからすれば、何が迎撃様課題の要素になるかを探るよりも、よりパス事態に近づけた一致タイミング課題について、その学習を検討するほうが有益であろう。そのひとつとして、迎撃様課題で固定していた構造パラメータの変化に適応するものが考えられる。

Dunham (1989) は、野球選手を対象に、異なる速度の移動指標を用いて受容器の見越しを検討している。これは、チェンジアップのような変化球に適応することを想定したものかもしれない。野球の場合は、敵方の変化に対する適応であるが、パスの場合の移動指標はタイミングをあわせようとする味方である。パスの受け手が、自分の受けようとする位置への到達が早すぎることを正しく予測して移動スピードを落とし、同時にパスの投

4) キー押しのような小筋活動による反応でも効果器の見越しは行われるが、ここで言う効果器の見越しは動作距離や動作時間の長い反応におけるものを指す。

げ手が、ボールの到達が遅くなることを正しく予測してバスのスピードを上げると、あたかも、正面衝突を避けるために相手をよけようとした時、相手も同じ方向によけてしまっ結果的に衝突をしてしまうのと同様のエラーが生じる。

現実場面ではこのようなエラーを起こさないように、プレイヤーとプレイヤーが協力して有効な時間条件をつくり出す学習が行われている。これはバスに限ったものではなく、スクリーンプレイでセットされたスクリーンに対してタイミングよくすり抜け動作を開始する場合も同様である。そしてこれらの学習過程は、エージェントとエージェントが情報のやりとりをして「共創」（清水ほか、2000）を実現していく過程である。この共創が実現される過程を検討することのほうが重要なのではないだろうか。

文 献

- 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.
- 調枝・橋本・北村 (1987) 系列パターン学習のパラメータ適応制御. 広島大学総合科学部紀要Ⅵ 保健体育学研究, 5: 29-38.
- Del Ray, P, Wughalter, E. H., and Whitehurst, M. (1982) The effects of contextual interference on females with varied experience in open sport skills. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 53(2): 108-115.
- Dunham, Jr. P. (1977) Effect of bilateral transfer on coincidence/anticipation performance. *Research Quarterly*, 48(1): 51-55.
- Dunham, P. (1989) Coincidence anticipation performance of adolescent baseball players and nonplayers. *Perceptual and Motor Skills*, 68: 1151-1156.
- Hansen, S., Tremblay, L. and Elliott, D. (2005) Part and whole practice: Chunking and online control in the acquisition of a serial motor task. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 76(1): 60-66.
- 橋本晃啓 (1996) “カットインプレイ” スキルの習得に及ぼすリターンパスのないベネトレイションに関する運動課題の効果. 広島体育学研究, 22: 19-26.
- 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・調枝・坂手・藤井・財満・矢作 (1987) 運動開始前の微調整の研究 (IV)——IP と微調整測度との関係——. スポーツ心理学研究, 14(1): 114-116.
- Haywood, K. M. (1983) Responses to speed changes in coincidence-anticipation judgments after extended practice. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54(1): 28-32.
- Jensen, B. E. (1975) Pretask speed training and movement complexity as factors in rotary pursuit skill acquisition. *Research Quarterly*, 46(1): 1-11.
- Kohl, R. M. and Roenker, D. L. (1980) Bilateral transfer as a function of mental imagery. *Journal of Motor Behavior*, 12(3): 197-206.
- Magill, R. A. (1989) *Motor learning: Concepts and Applications* (3rd ed.). Wm. C. Brown Publishers: Dubuque, pp. 367-398.
- Masaki, H., Sommer, W., Takasawa, N. and Yamazaki, K. (2012) Neural mechanisms of timing control in a coincident timing task. *Experimental Brain Research*, 218: 215-226.
- McCracken, H. D. and Stelmach, G. E. (1977) A test of the schema theory of discrete motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 9(3): 193-201.
- Park, J. H., Wilde, H. and Shea, C. H. (2004) Part-whole practice of movement sequences. *Journal of Motor Behavior*, 36(1): 51-61.
- Poulton, E. C. (1957) On prediction in skilled movements. *Psychological Bulletin*, 54(6): 467-478.
- Ripoll, H. and Latili, I. (1997) Effect of expertise on coincident-timing accuracy in a fast ball game. *Journal of Sports Science*, 15: 573-580.
- Scannell, R. J. (1968) Transfer of accuracy training when difficulty is controlled by varying target size. *Research Quarterly*, 39(2): 341-350.
- Shea, J. B. and Morgan, R. L. (1979) Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 5(2): 179-187.
- 清水・久米・三輪・三宅 (2000) 場と共創. NTT 出版: 東京.
- Siegel, D. and Davis, C. (1980) Transfer effects of learning at specific speeds on performance over a range of speeds. *Perceptual and Motor Skills*, 50: 83-89.
- 高原康彦 (1985) システム論から見た適応, 自己組織化, 学習の概念——組織の創造性と革新性の理解のために——. *組織科学*, 19(1): 66-77.