

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——

橋 本 晃 啓

はじめに

バスケットボールのようなチームで行うボールゲームにおいては、プレイヤーがそれぞれのプレイを遂行する際に、他のプレイヤーとの間で、もっとも有効な時間条件をつくる、すなわちタイミングをあわせることが必要である。たとえば、プレイヤー1が移動して攻撃のために必要な位置を取り、プレイヤー2がこれにパスをする場合、プレイヤー2のパスが早（速）すぎればプレイヤー1が位置取りをする前にボールがそこを通り過ぎてしまう。一方プレイヤー2のパスが遅すぎて、プレイヤー1の移動が終了して「止まった」状態で受けようとする、ディフェンスプレイヤーに簡単にパススティールされてしまう。このスティールを避けるために、プレイヤー1がさらに移動を続けて受けようとする、最初に意図した位置とは違う位置でボールを受けることになってしまう。

実際のプレイ場面では、パサーであるプレイヤー2は、パス動作を開始する時刻を早めたり遅らせたり、また出力の強さを調節してボールのスピードを速くしたり遅くしたりしてボールが到達する時刻を調整する。一方レシーバーであるプレイヤー1も、移動のスピードを速めたり、ストップフェイクなどを入れて最初に意図した位置に到達する時刻を調整する。

この調整過程において、プレイヤー1が、自分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、同時にプレイヤー2が、ボールの到達が遅れることを正しく予測してパ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ただけで結果的に衝突をしてしまうのと同様のエラーが生じる。

しかしながら、熟練者では、たとえレシーバーがほかのプレイヤーに替わるというパラメータ変更が行われても、このようなエラーをせずにレシーバーが意図した位置に到達する瞬間にボールが渡るようなパスをすることができる。他方、この学習を始めたばかりの未熟練者では、移動する味方のプレイヤーに対して、これが通り過ぎた後に、すなわち走るプレイヤーの背中側にパスをしてしまう傾向が認められる。

これは一致タイミング課題のひとつである。一致タイミング課題の遂行においては、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。）が何秒後にどの位置まで運動するかについて予測する必要がある。この時間的予測および空間的予測について Poulton (1957) は、移動指標が途中でマスキングされて見えなくなるものを「知覚的見越し (perceptual anticipation)」, マスキングがなされないものを「受容器の見越し (receptor anticipation)」と表現した。

そして、知覚的見越しまたは受容器の見越しに加えて、Poulton (1957) が「効果器の見越し (effector anticipation)」とした予測も行わなければならない。効果器の見越しとは、刺激の入力から反応開始までの中枢における処理時間と反応開始から反応終了までの動作時間とを合わせた時間の予測、および計画した筋出力を行った場合、手やバットなど反応のためのアイテムがどの位置に移動するかについての予測のことを言う¹⁾。

1) Buekers ほか (1988) によれば、Konzag and Konzag は (Konzag, I. and Konzag, G. (1980) Anforderungen an die kognitiven Funktionen in der psychischen Regulation sportlicher Spiel-handlungen. *Theorie und Praxis der Koerperkultur*, 29: 20-31.) 受容器の見越しまたは知覚的見越しによく似た概念として、「外的見越し (external anticipation)」, 効果器の見越しによく似た概念として「内的見越し (internal anticipation)」を用いているようである。また Williams (2000) も、

橋本：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

すなわち、移動指標の到達時刻と到達位置を正しく予測し、反応アイテムが移動指標と際会 (meet) できる位置まで運動するのに要する時間、または移動指標の到達時刻に反応アイテムが際会位置まで運動していること、を予め知ったうえで反応を計画しなければ一致タイミング課題は達成されないのである。

従来、一致タイミングの研究では、1列に並べられたランプないしは発光ダイオードが順番に点灯し、光が走路 (run way) を移動するかのような仮現運動を提示する装置を用い、移動指標が一定の位置に到達するときキーを押すといった課題のものが多い。その代表的な装置が Bassin 装置であり、指標の到達位置が固定されているため、受容器の見越しでは到達時刻の予測が行われる。

この Bassin 装置またはこれに類似した装置を用いて、性別や年齢、スポーツ競技の熟練度、移動指標の速度ないし速度変化などの要因がパフォーマンスや学習に及ぼす効果が検討されている。

たとえば Wrisberg ほか (1979) は、成人男女それぞれ40名について、走路の最後のランプが点灯すると同時にボタンを押す課題を課し、絶対誤差 (absolute error) および変動誤差 (variable error) とともに男性のほうが女性より小さく正確であったことを示している。また Buekers ほか (1988) は、12歳男女それぞれ17名について、やはり変動誤差で男児のほうが小さいことを示している。Chen ほか (1993) も Bassin 装置の実験では、男性のほうが変動誤差が小さいことを述べている。

橋本ほか (1987) は、モニター上を三角形が移動する移動指標を用いて、バスケットボール選手の女性とバスケットボール未熟練者の女性について2種類の移動速度で比較している。その結果、絶対誤差および変動誤差ともに選手のほうが小さく正確であったことを示した。Ripoll and Latili (1997) は、フランスナショナルチームの卓球選手と卓球の未熟練者を対象

↘ Fleury and Bard (1985) の業績を評価する際に、受容器の見越しに対応するものを外的見越し、効果器の見越しに対応するものを内的見越しとしている。

に、等速、減速の2つの速度条件を設けて、選手の減速条件において絶対誤差が小さいことを示している。

Haywood (1983) は、Bassin 装置を用いて2グループの女子大学生競技選手に、それぞれ3種類の移動速度で学習を行わせている。その結果、絶対誤差および変動誤差において、30試行程度で学習が生じたことを示している。

Brady (1996) は、男女の競技選手と選手ではない被験者について、4種類の移動速度で調査を行っているが、競技種目も多様で要因数が多いためか説明しにくい結果を得ている。Benguigui and Ripoll (1998) は、7歳から成人まで4つの年代でテニス選手とテニスの未熟練者について、等速、加速、減速の3つの速度条件で調査を行っている。結果は、概して7歳で反応の正確性が低いことを示しているが、これも要因数が少なければ、さらに明確な結論が得られたと思われる。

また、Dunham (1989) は、反応は上記の研究と同様にボタン押しによるものであるが、刺激提示に Bassin 装置ではなく実物の野球のピッチングマシンを用いている。ここでは35-50 mph の4種類の球速で、野球を継続している少年群と辞めてしまった少年群が比較されているが、グループ間の絶対誤差に有意な差は認められていない。

橋本ほか (1987) は反応開始時刻を求めるために一定距離を移動させてからキーを押すことを要求しているが、一般にキーまたはボタン操作の動作距離は数 cm 以内である。反応は、移動指標の到達時刻から中枢処理時間と動作時間を合計した時間分だけ遡った時刻に、指標が到達したことを入力刺激として開始されるが、キーまたはボタン押しの動作時間は指標の移動時間と比較して極めて短い。またこれらの研究における絶対誤差は、移動指標の速度などによる多少のばらつきはあるが40-60 msec 程度であり、効果器の見越しにエラーがあったとしても従属変数に及ぼす影響は小さいと考えることができる。その意味で、キー押し動作などの小筋活動を反応に用いた上記のような研究では、効果器の見越しというよりは受容器

橋本：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の見越しを検討していると言える。

キー押し動作以外の反応様式について、Wrisberg ほか (1982) は、3 種類の指標移動速度に対して、3 つの異なる距離から動作を開始してバリアを倒す一致タイミング課題を与えている。このバリア倒し動作はバットスイングやラケットスイングを模擬的にあらわしたものと考えられる。そして、速度が大きくなるにつれて、絶対誤差、変動誤差、総変動 (total variability) のいずれも小さくなり、動作距離が大きいと、絶対誤差、総変動が大きいことを示している。

実際のスイング動作に関しては、Bowers and Stratton (1993) は野球選手で、Molstad ほか (1994) はソフトボール選手で、Bassin 装置を用いた 2 種類の移動速度について、バットスイング動作で一致タイミングの正確性を検討している。前者は文献が発表用のレジメのようで従属変数が明らかではない。後者は、速度が小さいとき絶対誤差が小さいという Wrisberg ほか (1982) とは逆の結果、速度が大きいとき変動誤差が小さいという、Wrisberg ほか (1982) のバリア倒し動作および Del Ray ほか (1982) がキー押し動作で文脈干渉効果を検討する習得段階で示したものと同様の結果を得ている。

Williams ほか (2002) は、テニスのバックハンドストロークで Bassin 装置を用いた 2 種類の移動速度について検討している。ただし、被験者を男女それぞれ 10 歳から 15 歳までの 5 つの年代にさらに 3 段階のスキルレベルとしており、これはプローブ実験の習得段階であるが、交互作用が多くあらわれて、どのように考えればよいかわかりにくいものになっている。なお、Schmidt (1972) の IP 得点に関する分析では、高速条件で反応開始時刻と恒常誤差 (constant error) の相関が高く、プログラム制御を行っていることが明らかにされている。

また Matsuo ほか (1993) は、野球の投手-打者間の距離に近い光の走路を用いてバットスイングをさせ、絶対誤差が 30 msec 以下になる再学習あるいは想起がほぼ成立することを示し、その過程におけるスイングの時

間的構造を分析している。

バリア倒しやスイング動作の課題では、キー押し動作のような小筋活動と比較すると、大筋活動や筋の共同作用を伴うため、動作距離が大きく動作時間が長くなり、正しい効果器の見越しが必要となる。しかし、上記の研究におけるバリアは 14 cm 四方と、動作距離最大約 1 m に対して比較的大きく、スイングも上下に設置された光電管の間を通ることで反応が完了する。したがって、飛来するボールを打ち返す課題ほど、手やバットやラケットがどの位置に移動しているべきかに関する厳密な空間的予測は必要ない。その意味で効果器の見越しは時間的予測が主である。

反応の空間的正確さをも要求する課題を用いた研究として、Williams (2000) は Bassin 装置を用い、2種類の移動速度に対してサッカーボールの的あてキック動作で反応させている。ボールまでの距離を2種類おいて反応開始時刻を統制し、前述 Schmidt (1972) の IP 得点を検討することが主目的である。しかし、恒常誤差ではなく絶対誤差との相関を取っており、Schmidt の「AE (algebraic error)」を「absolute error」と誤解したのかもしれない。一致タイミングの結果は、速度が大きいと絶対誤差が大きく変動誤差が小さいという Molstad ほか (1994) と同様であった。

Fleury and Bard (1985) は、発光ダイオードの走路を3種類の速度で移動する指標に対して、ボタン押し動作とボール投げの的あて動作を反応に用いた。結果を示すグラフを見ると、どの速度でもボール投げ動作のほうが絶対誤差が大きくなっている。これは、使用する筋群が増加し共同作用が必要になるためである。使用する筋の多様性・複雑性が増加すると効果器の見越しのエラーが大きくなることを示すものであるが、Matsuo ほか (1993) がスイング開始位置を固定したような動作開始位置の設定はなされていない。また動作時間も統制されていない。

スイング動作もそうであるが、キック動作やボール投げ動作を実験課題とした研究はより現実に近いという点で有益である。特に、キー押し動作では移動指標の到達位置と指の運動の際会位置が物理的に異なるのに対し、

橋本：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的あてやボールを打ち返す動作では両者が一致する。しかしながら、効果器の見越しを検討する場合、反応アイテムの際会位置や動作時間を統制することは、これらの動作では困難である。的の大きさがどの程度であれば「正しく予測された」とするのか、その妥当性は検証されていない。また Williams ほか（2002）はフルスイングを要求しているが、どの程度の筋出力を行うかに関するパラメータ設定は被験者に委ねられており、動作開始位置を固定しても動作時間は変動する可能性がある。

実験課題で参考になるのは Isaacs（1990）のものである。刺激提示用に1台と反应用到に1台の合計2台の Bassin 装置を用い、双方の最後のランプが同時に点灯するように反应用到装置の光が移動を開始するボタンを押すことを要求した。このような装置では、移動指標の走路と到達位置が固定される。したがって、受容器の見越しでは、到達位置に関する空間的予測は必要なく、移動指標の到達時刻に関する予測がなされる。一方反応側では、小筋活動のボタン押し動作のため、効果器の見越しは指の動作それ自体というよりは反応装置の光の移動に関するものが中心となる。そして反応装置の最後のランプの位置は固定されているため、際会位置に関する空間的予測は必要なく、反応装置の光が移動する「一定の動作時間」に関する予測が要求されることになる。

これは冒頭に示したバスケットボールにおけるパスの例に類推させることができる。冒頭では、パスがボールの到達時刻を調整する方法として、動作開始時刻を早めたり遅らせたりするものと出力の強弱によってボールの速度を変更するものの2種類をあげた。現実のパス場面では、どちらか一方、あるいは両方でボールの到達時刻を制御していると考えられるが、このような実験課題では、ボールの飛行時間を正しく予測し、動作開始時刻を調整して到達時刻を制御するスキルを疑似的に抽出して検討することができる。

また、Williams ほか（2002）の IP 得点に関する分析を見ると、4.25 m の走路をを 5.36 m/秒の速さで指標が移動する場合はフィードフォワード

制御を行い、2.68 m/秒すなわち移動開始から到達までに1.5秒以上の時間がある場合にはフィードバック制御でスイング動作を行っていることが示されている。

パスの場合、パス動作の筋出力終了後、ボールが飛行する時間があつたのちに到達時刻が訪れる。これは、筋出力の調整すなわちパラメータの設定や変更が完全にフィードフォワード制御で行われる必要があることを意味する。上の実験課題は、移動指標の速度が遅い場合でもフィードフォワード制御によって動作開始時刻の設定を行わなければならない点がパス動作と同様であり、これは従来のほかの実験課題には見られないものである。

Isaacs (1990)の研究の主眼は2台の装置がなす角度で、180度の時に絶対誤差および変動誤差が大きくなることを示しているが、その他の先行研究で取り上げられているような、パフォーマンスに影響を及ぼす要因や学習について、この一致タイミング課題で検討することができる。

前述のように、Wrisberg ほか (1979)、Buckers ほか (1988)、Chen ほか (1993)は小筋活動の動作で女性よりも男性のほうが一致の程度が正確であることを示した。Meeuwssen ほか (1995)は、ボタン押し動作とバリア倒し動作の両方について、絶対誤差および変動誤差で女性よりも男性のほうが正確なことを示している。一方、橋本ほか (1987)、Ripoll and Latili (1997)は、スポーツ競技の熟練度が高いほうが正確な一致タイミングのパフォーマンスをあらわすことを示している。

そこで本研究では、筋出力終了後一致までに要する時間も動作時間として、性別およびスポーツ競技の熟練度の違いが、この動作時間に関する効果器の見越しの正確さに及ぼす効果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66回国民体育大会山口大会バスケットボール競技の広島県

橋本：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
少年男子・少年女子候補選手であった。彼らは、第一次選考を通過した広島地区の高校生で、実技による第二次選考を通過した男性11名、女性12名と第二次選考に漏れた男性13名、女性12名であった。

2) 実験課題

実験課題は以下のとおりであった。図1に示すように、パーソナルコンピュータの画面上の左端にターゲットとなる下向きの赤い三角形を、右端にこれに一致させる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、左から毎秒320ピクセル（画面上約 7.1 cm/sec，以下同じ）で右に等速直線運動をし、600ピクセル（約 13.3 cm）移動した一致点で止まる。この一致点が、赤い三角形、すなわち移動指標の到達位置であり、黒い三角形、すなわち反応アイテムの際会位置となる。黒い三角形は、一致点から450ピクセル（約 10 cm）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で左に等速直線運動を開始し一致点で止まる。その移動の速さは毎秒640ピクセル（約 14.2 cm/sec）であった。

被験者は、右の「Go」ボタンにマウスカーソルをあわせて待機し、赤い三角形と黒い三角形が一致点で同時に止まるように、利き手の人差し指で



図1 課題提示画面

左クリックして黒い三角形をスタートさせることを要求された。

3) 装 置

上記の実験課題は、Windows XP で作動する Visual Basic.NET で作成されたものであった。三角形の移動には Visual Basic.NET 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、最小で 15.625 msec ごとにしか動作しないため、これが分解能の限界であった。

被験者は、机上に置かれたノート型パーソナルコンピュータの画面に正対して約 40 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。

4) 手 続 き

被験者は、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2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後、図1の画面に移行して20回の本試行を行った。

練習試行、本試行とも、1試行ごとに誤差を示す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、赤い三角形が黒い三角

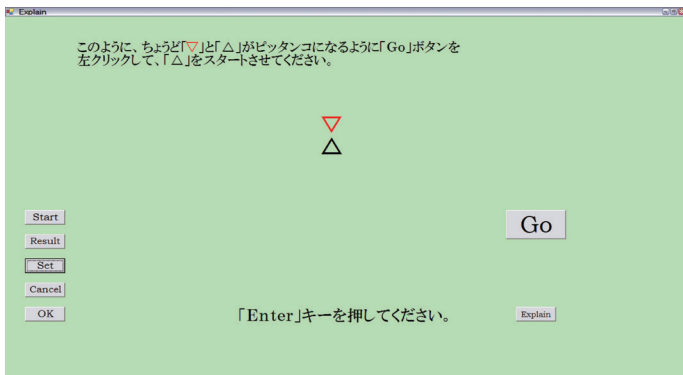


図2 課題説明画面

橋本：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

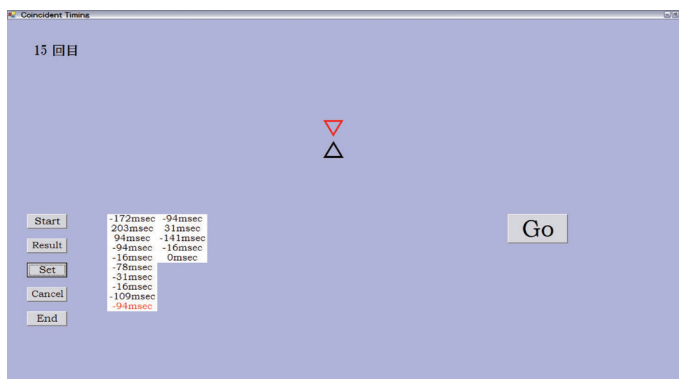


図3 フィードバック情報提示画面

形よりも前に一致点に到達した場合、すなわち被験者の反応が遅すぎた場合に正、赤い三角形が黒い三角形よりも後に一致点に到達した場合、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。図3はフィードバック情報提示の例である。

結果および考察

被験者の成績は、パーソナルコンピュータの内臓クロックにより、ターゲットの赤い三角形が一致点に到達した時刻と、反応アイテムである黒い三角形が一致点に到達した時刻から算出された。たとえば図3で、フィードバック情報の右側の列最下行に「0 msec」とあるのは両者の到達が同時刻であったことを示し、左側の列最下行に「-94 msec」とあるのは、黒い三角形が赤い三角形よりも94 msec早く到達したことを示す。それぞれの時刻はミリ秒の単位で測定されたが、データは上述の「タイマーコントロール」の制約を受けた。

従属変数は、絶対誤差および総変動とした。絶対誤差は、2つの時刻の差すなわち誤差の絶対値の平均であり、総変動は、誤差0 msecを基準とした散布度をあらわすものである。なお、総変動の平方は、正負を付した誤差の平均をあらわす恒常誤差の平方と、誤差の標準偏差をあらわす変動

誤差の平方の和に等しい。

絶対誤差および総変動のそれぞれについて、性別（男性、女性）×選考（選抜、落選）の2要因の分散分析を行った。その結果、絶対誤差について、性別の主効果が5%水準で有意であった（ $F(1, 44) = 4.95, p < 0.05$ ）。表1は4群の絶対誤差の平均値をあらわしている。

また総変動について、性別の主効果が5%水準で有意であった（ $F(1, 44) = 4.71, p < 0.05$ ）。表2は4群の総変動の平均値をあらわしている。

表1、表2から、絶対誤差および総変動とも男性のほうが女性よりも小さく、正確なタイミングコントロールがなされていることがわかる。

Wrisberg ほか（1979）は、同様に男性のほうが正確であったことについて、性ホルモンによる活性化の違いや、光の移動を見る際の脳波の違いから注意の特性が異なる可能性があるとし、これに関連させた説明を試みている。一方、一般に男性のほうが *open skill* に属する運動経験が多いことによるという見解に対して、Meeuwssen ほか（1995）は、テニスほかのボールゲームの経験が同程度の男女間にも差があるとして、Wrisberg ほか（1979）も引用した脳波の違いの研究や男女間における動体視力の違いを示した研究を説明に用いている。

表1 絶対誤差の平均値（msec）

	選抜	落選	合計
男性	105.6	106.2	105.9
女性	137.4	109.5	123.4
合計	122.2	107.7	

表2 総変動の平均値（msec）

	選抜	落選	合計
男性	134.5	132.4	133.4
女性	172.2	138.3	155.2
合計	154.2	135.2	

橋本：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

しかしながら、脳波や動体視力や視空間能力（Wrisberg ほか（1982））に関する特性を独立変数として検討したのではなく、性別が媒介変数となっているという意味で、十分な説明がなされているとは言いがたい。

本実験において、動作時間に関する効果器の見越しの課題でも男性のほうが優れた一致タイミング能力を示した。これは、たとえば学習事態などにおいて、被験者に男性と女性が混在しないように配慮するという程度に考えたほうがよいであろう。

また、ここでは第二次選考を通過した被験者を熟練度の高い者としてとらえたが、通過者と落選者の群間に差は認められなかった。今回の被験者は、少なくとも国体候補選手として多くの高校生バスケットボールプレイヤーの中から「選ばれた」選手であった。一次選考にも選ばれなかったプレイヤーやバスケットボール未経験の高校生を対象とすれば、「選ばれた」選手との間に差が認められるかもしれない。ここに検討の余地があるが、少なくとも、一次選考をくぐり抜けた選手たちをここで用いたような課題の被験者として同等に扱ってよいと言うことはできる。

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.
- Bowers, T. D. and Stratton, R. K. (1993) Relationship of anticipation timing to batting experience. *Journal of Sports and Exercise Psychology*, 15: S7.
- Brady, F. (1996) Anticipation of coincidence, gender, and sports classification. *Perceptual and Motor Skills*, 82: 227-239.
- Buekers, M., Pauwels, J. and Meugens, P. (1988) Temporal and spatial anticipation in twelve-year-old boys and girls. In Colley, A. M. and Beech, J. R. (Eds.) *Cognition and action in skilled behavior*. Elsevier Science Publishers B. V.: Amsterdam, pp. 283-292.
- Chen, D., Singer, R. N., Cauraugh, J. H. and Kashdan, M. S. (1993) Tennis skill level and coincidence anticipation. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 64: A-72.
- 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, P. (1989) Coincidence anticipation performance of adolescent baseball players and nonplayers. *Perceptual and Motor Skills*, 68: 1151–1156.
- Fleury, M. and Bard, C. (1985) Age, stimulus velocity and task complexity as determiners of coincident timing behavior. *Journal of Human Movement Studies*, 11: 305–317.
- 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.
- Isaacs, L. D. (1990) Effects of angle of approach on coincidence-anticipation timing within a two target display. *Journal of Human Movement Studies*, 19: 171–179.
- Matsuo, T., Kasai, T. and Asami, T. (1993) The improvement of coincidence anticipation timing task with bat-swing. *Journal of Human Movement Studies*, 25: 99–119.
- Molstad, S. M., Kulka, D. A., Love, P. A., Baylor, K. A., Covington, N. K. and Cook, T. L. (1994) Timing of coincidence anticipation by NCAA DIVISION I softball athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 79: 1491–1497.
- Meeuwse, H. J., Goode, S. L. and Goggin, N. L. (1995) Coincidence-anticipation timing. *Women in Sport and Physical Activity*, 4: 59–75.
- 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.
- Schidt, R. A. (1972) The Index of Preprogramming (IP): A statistical method for evaluating the role of feedback in simple movements. *Psychonomic Science*, 27(2): 83–85.
- 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.
- Williams, L. R. T., Katene, W. H. and Fleming, K. (2002) Coincidence timing of a tennis stroke: Effects of age, skill level, gender, stimulus velocity, and attention demand. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73(1): 28–37.
- Wisberg, C. A., Paul, J. H. and Ragsdale, M. R. (1979) Subject gender, knowledge of results, and receptor anticipation. *Research Quarterly*, 50(4): 699–708.

橋本：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

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.