

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25350765

研究課題名(和文)腕目標到達運動の左右差に対する意識的・無意識的情報処理の影響

研究課題名(英文) Effects of conscious and unconscious information processing for asymmetry of target reaching movement

研究代表者

山内 正毅 (YAMAUCHI, Masaki)

長崎大学・教育学部・教授

研究者番号：00128232

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、左右手目標到達運動制御の非対称性を意識的、無意識的制御の観点から分析した。実験は、(1)左右半視野提示した視覚目標に対してそれぞれ素早い左右反応手目標到達運動を行う課題、(2)左右半視野提示した視覚目標に対して両手同時目標到達運動を行う課題を用いて行った。

(1)の時間要因については標的の大きさや位置にかかわらず刺激-反応の対応性がみられた。正確性要因については提示標的を移動させる条件を加えることで標的が移動しない条件の変動誤差に対応性がみられた。これは、標的移動条件が加わることで無意識的制御が対応性に影響したかも知れない。(2)では両要因とも刺激-反応の対応性は得られなかった。

研究成果の概要(英文)： In this research, we analyzed the asymmetry of target reaching movement control using left and right hands from a viewpoint of conscious and unconscious control. Experiments were performed using (1) a task of performing quick target reaching movement by left and right hands respectively for a visual target presented in left- or right-visual field and (2) a task of performing target reaching movement simultaneously with both hands for visual target presented in left- or right-visual field. Regarding the time factor of (1), the stimulus-response(S-R) compatibility was observed regardless of the size and position of the target.

Regarding the accuracy factor, the S-R compatibility was observed to the variable error of the target fixation condition by adding the target shifting condition. This result suggests that the unconscious control may have influenced the S-R compatibility of the target reaching movement. In (2), no S-R compatibility was obtained.

研究分野：体育学

キーワード：S-R compatibility response time target reaching movement manual asymmetry 刺激-反応の対応性 目標到達課題

1. 研究開始当初の背景

本研究内容は、国際的には身体運動学、心理学、神経心理学の分野で盛んに行われているが、高井ら(2000)は、体性感覚の逆行マスクングと運動反応の関係を直接検討した研究はMacIntyre & MacComas(1996)の研究があるのみであると報告している。また、逆行マスクングを用い、意識的制御、無意識的制御の観点から運動制御の非対称性を捉えた研究は皆無に等しい。

本研究は、2007年運動生理学会シンポジウムでの船瀬の発表「観察-実行システムの機能的意味と応用」や2003年日本体育学会シンポジウムIで今中らが紹介した「意識的/無意識的運動制御」の内容に隣接するとともに、申請者の先行研究でもある大脳半球機能の左右差とも大きくかかわってくる(Yamauchi, 2010; Yamauchi et al., 2004; 1998)。

Ishihara & Imanaka(2007)は、視覚目標に対する腕到達課題の反応時間を検討し、運動準備に要する時間は反応する腕(左/右)と同側空間に提示された目標の方が対側空間に提示された目標に対するよりも短いことを報告している(刺激-反応の対応性)。一方、Inui & Hatta(2002)は両手のタッピング課題を用いて力の非対称性とタイミングの対称性を報告している。これらの研究で用いられた課題処理には、異なる大脳半球がかかわっていると考えられている。すなわち、前者(目標到達動作)は右半球優位を示し、後者(タッピング課題)は左半球優位を示すといわれている。また、Berthelemy & Boulinguez(2001)、Elliott et al.(2001)は、このような目標到達課題の非対称性が大脳半球機能差だけでなく注意によっても大きく修飾されることを主張している。さらに、Carey et al.(2001, 1996)は身体的な構造などによるバイオメカニカルな要因の影響を報告している。山内(2011 科研報告)は視覚目標への腕目標到達課題に対するバイオメカニカルな要因の影響を検討し、そのような要因の影響は少ないことを示した。これらの報告は、視覚目標に対する反応ということで意識的な制御の観点から分析されている。

一方、今中(1998)は、McCloskey(1993)、Milner & Goodale(1995)、Rossetti(1998)の報告をあげ、知覚運動制御、運動学習などに無意識下の機能や物理的・環境的要因が大きく関与していることを指摘して位置・距離相互干渉の問題を取り上げ、その要因をこれまでに考えられていた位置情報や距離情報そのものの干渉作用ではなく意識的処理や無意識的処理の干渉作用である可能性を示唆している。また、高井ら(2000)は、逆行マスクング・パラダイムを用いた反応時間の報告で、無意識的な情報の先行処理が後の運動反応に大きく影響していることを示している。さらに、今中(2010)は、スポーツ心理学領域においても非意識的側面の問題は運動制御や運動学習のみならずメンタルトレーニングや社会心

理など幅広い領域に波及してくると指摘している。これらの知見や今中の指摘は、左/右腕目標到達運動などの単純な知覚運動制御においても無意識的レベルでの情報の先行あるいは同時処理の結果として表出する左/右腕による運動の非対称性とのかかわりを推察させる。

2. 研究の目的

研究(1)では、目標到達運動における標的提示視野と反応腕の対応性について時間要因と正確性要因について再検討を行うとともに標的提示位置や利き目の違いによる検討を行った。

実験 標的提示箇所を半視野内3か所(上方・中間・下方)の左右対称位置とし、標的に対する左/右腕の素早い到達運動の正確性の左右差を再検討するとともに反応時間を動作前時間と動作時間に区分して標的提示視野と反応腕の対応性の検討を行った。

実験 正確性については一部対応性を支持する結果も得られたが、反応時間に比べると対応性が明確ではなかった。そこで、他の要因の可能性を考え、利き眼、利き手の観点から目標提示視野と反応手の対応性を検討した。

実験 実験 では、利き目にかかわらず目標到達課題の反応時間において刺激と反応の対応性傾向を確認した。しかし、正確性については明確な結果が得られず、反応時間で確認されたような対応性を得ることができなかった。本実験は、利き目の要因を無視して視覚目標(各視野内3か所に提示した標的)に対する左/右手の素早い到達運動の正確性を再度比較検討するとともに、反応時間を動作前時間と動作時間に区分して目標提示視野と反応手の対応性の再検討を目的とした。

研究(2)では、標的に対する到達課題の反応を両手同時反応として難度を上げて検討した。

実験 実験 ~ の結果では、目標到達課題の時間要因において刺激と反応の対応性傾向は比較的堅固であることを確認した。しかし、正確性の要因についてはほとんど明確な結果が得られなかった。本研究の一連の課題である一側手目標到達運動は視覚目標に対する比較的単純な指さし運動であるとも考えられる。その単純さが正確性要因での期待された結果が得られない原因かも知れない。そこで、本実験は、これまでの一側手ごとの反応条件ではなく、視覚目標に対する両手同時による素早い到達運動の反応時間と正確性を比較検討することを目的とした。両手同時の反応が要求されることにより、注意が分散されることにより両手の無意識的制御の役割が大きくなると考えられる。

研究(3)では、標的提示条件を変えることによって目標到達運動における標的提示視野と反応手の対応性への影響を検討し、無

意識的な運動制御の影響を議論した。

実験 本実験では、運動課題条件を一側手反応とし、左または右視野に提示する標的の大きさを微妙に変えることによって刺激と反応の対応性にどのような影響が生じるか検討した。

実験 これまでの山内の一連の報告は、身体構造による腕の動作制限の要因を極力回避した条件において刺激と反応の対応性を支持した。さらに、左/右半視野提示標的に対する左手あるいは右手による目標到達運動について、反応時間と正確性の左右差を標的の大きさや提示位置の違いによって検討した。反応時間では標的提示視野と動作手の比較的堅固な対応性を報告した。しかし、正確性についてはいずれも明確な結果が得られず、対応性を支持しなかった。本実験では、標的の大きさや標的提示箇所の条件は先行研究と同様とし、標的の中央提示条件に標的提示後の標的移動試行を加え、固定した標的に対する左/右手到達運動の反応時間と正確性の左右差を再検討した。

3. 研究の方法

研究(1)

実験 実験参加者：健康で強い右利きと判定された大学生 14 名(男子 7 名、女子 7 名)で、実験の趣旨、方法について口頭で説明し同意した者であった。利き手の判定には八田・中塚の利き手テスト(1975)を用いた。課題と装置：課題は、タッチパネル付き 15 インチディスプレイ(タッチ反応測定器、TKK-2800X)上の左/右半視野に提示される標的に対して、実験参加者前中央のスタート位置から左/右どちらかの示指で素早く正確に標的にタッチすることであった。示指先端にはタクトスイッチをマジックテープで装着した。条件と手続き：実験参加者は標的提示ディスプレイ(参加者前方 35cm)がセットしてある台に向かって座り、実験方法についての説明を受けた。各試行はディスプレイ手前 25cm のスタート位置に示指先端のタクトスイッチを軽く押した状態で準備した。標的提示と同時に動作を開始し、動作終了後速やかに示指先端をスタート位置に戻して次の試行の準備をした。標的(赤円：直径 10mm、5mm)はディスプレイ上の 6 か所にランダムに提示した。標的の提示位置は、ディスプレイ中心を原点として左上方(-50mm, 50mm)、左中間(-50, 0)、左下方(-50, -50)、右上方(50, 50)、右中間(50, 0)、右下方(50, -50)であった。標的提示時間は 3sec で、示指がディスプレイへ到達すると同時に標的は消去し、3sec 後に次の標的を提示した。試行数は、標的提示位置の 6 条件×各 10 試行×左/右腕の合計 120 試行であった。測定：目標到達運動の動作前時間(標的提示から示指先端の動作開始まで)、動作時間(動作開始から標的到達まで)、反応時間(標的提示から示指先端の標的到達まで)と到達位置の標的中心からの誤差(x, y 軸方

向)を測定し、両軸方向の恒常誤差(CE)、変動誤差(VE)、統合誤差(E)を算出した。

実験 実験参加者：強い右利き手大学生 23 名(男子 11 名、女子 12 名)と左利き手 5 名(男子 1 名、女子 4 名)で、この内利き眼が明確な者は、右利き眼者 15 名、左利き眼者 5 名であった。実験の趣旨、方法について口頭で説明し同意した者であった。利き眼の判定には指差法(ローゼンバッハ法)、利き手の判定には八田・中塚(1975)の利き手テストを用いた。課題と装置：実験 1 と同様であった。条件と手続き：実験 1 と同様であった。

実験 実験参加者：八田・中塚(1975)の利き手テストにより強い右利きと判定された大学生 18 名であった。課題と装置：実験 1 と同様であった。条件と手続き：実験 1 と同様であった。

研究(2)

実験 実験参加者：八田・中塚(1975)の利き手テストにより強い右利きと判定さ

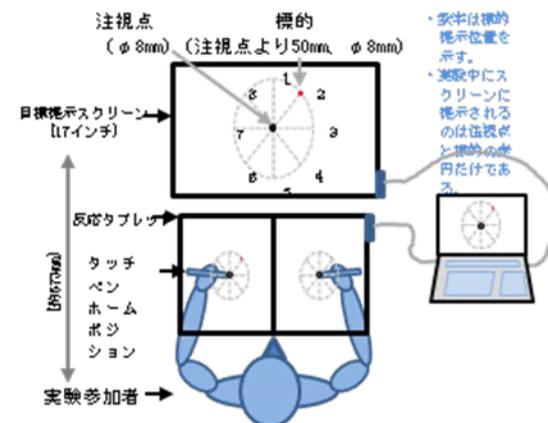


Fig.1 Schematic diagram of experimental apparatus

れた大学生および職員 11 (男 6、女 5) 名であった。課題と装置：課題は、タッチパネル付き 15 インチ標的提示スクリーン(腕位置決め反応測定装置、TP-04X、Toyo Physical)上の左/右半視野および中央の 8 か所に提示する標的(赤円 8mm)に対して、提示スクリーンと対応させた反応タブレット上にて、スクリーン上の標的位置と同じと思われる位置にタッチペンを用いて両手同時にタッチすることであった。反応動作では、標的に対して両手同時にできるだけ素早く正確にタッチすることを要求した。条件と手続き：実験参加者は、標的提示スクリーンに向かって座り、実験方法についての説明を受けた。試行開始前は、両手のタッチペンを反応タブレット上の左右の中心点に置き(ホームポジション)、視線を注視点に置いて準備した(Fig.1)。標的提示と同時にタブレット上で目標到達運動を開始し、動作終了後左右それぞれのホームポジションに戻して次の試行の準備をした。標的はディスプレイ上の 8 箇所(中央 2 箇所、左視野 3 箇所、右視野 3 箇所)にランダムに提示した。標的提示時間は 3sec であった。両手のペンはスクリーン上の標的

位置に対応したタブレット上の位置に到達した後、ホームポジションへ戻すようスクリーン上の表示により指示した。試行数は、標的提示位置の 8 条件 × 各 3 試行の合計 24 試行であった。

研究 (3)

実験 実験参加者：参加者は、強い右利き大学生 12 名 (男子 6 名、女子 6 名) で、利き手の判定には八田・中塚 (1975) の利き手テストを用いた。課題と装置：課題及び装置は、標的条件のみが異なりこれまでの実験 ~ とほぼ同様である。条件と手続き：各試行開始前は、ディスプレイ手前のスタート位置に示指先端 (左手/右手) のタクトスイッチを軽く押した状態で準備した。標的提示と同時に動作を開始し、動作終了後速やかに示指先端をスタート位置に戻して次の試行の準備をした。標的 (赤円；SS: 5mm、MS: 5.6mm、LS: 9mm) はディスプレイ中心を原点として 6 か所にランダム提示した。標的提示時間は 3sec で、示指がディスプレイへ到達すると同時に標的は消去し、3sec 後に次の標的を提示した。試行数は一側手 36 試行、合計 72 試行であった。

実験 実験参加者：健康で強い右利きと判定された大学生 6 名 (男子 3 名、女子 3 名) で、実験の趣旨、方法について口頭および文書で説明し同意書に署名した者であった。利き手の判定には八田・中塚 (1975) の利き手テストを用いた。課題と装置：実験 ~ 及び ~ と同様であった。条件と手続き：実験参加者は、実験内容と方法の説明を受けた後、同意書に署名をした。各試行はディスプレイ手前 25cm のスタート位置に示指先端のタクトスイッチを軽く押した状態で準備した。標的はディスプレイ上の 6 か所にランダムに提示した (実験 参照)。標的提示時間は 3sec で、示指がディスプレイへ到達すると同時に標的は消去し、4sec 後に次の標的を提示した。試行数は、標的提示位置の 6 条件 × 各 12 試行 × 左/右腕の合計 144 試行であった。中央提示条件 (左/右視野) では 12 試行中 6 試行は標的提示 350msec 後に内側又は外側へ 5mm 移動した。標的移動条件については移動した位置からの誤差を測定した。本研究では、標的の大きさや提示位置の違いは無視し、標的の移動をさせた中央提示の移動条件と固定条件の比較と標的を移動させた条件を入れたときの移動条件以外の固定条件での反応時間と正確性の分析を行った。

4 . 研究成果

研究 (1)

実験 動作前時間については、提示視野と反応腕の対応性の傾向が比較的明らかであったが (Fig.2)、正確性については動作前時間のように明確ではなかった。一連の目標到達運動でも標的提示から動作開始までの時間において対応性が確認できたのに対し、動作開始から標的到達までの情報のフィー

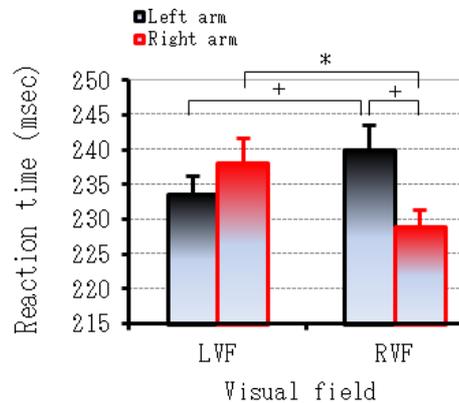


Fig.2 Interaction between arm and visual field (* $p < 0.05$, + $p < 0.10$)

ドバックによる意識的な修正の局面とその結果である正確性の対応性が明確でなかった。また、修正の局面では視覚情報が重要であり、実験参加者の利き目の要因の影響が考えられた。

実験 利き眼による検討では、動作前時間においては右利き眼者にのみ提示視野と反応手の有意な対応性が認められた。動作時間と反応時間においては、いずれも利き眼にかかわらず提示視野と反応手の有意な対応性を示した。正確性については、統合誤差 (x 軸方向) の値は、右利き眼者では、右視野において右手の誤差が有意に小さかった。しかし、左利き眼者では、明確な対応性を示すに至らなかった。

利き手による検討では、動作前時間において右利き手者の左反応手では左提示視野が、右反応手では右提示視野の時間が有意に短かった。左利き手者ではどの要因も有意ではなかった。正確性においては、いずれも有意な対応性を示す結果は得られなかった。

実験 反応時間、動作前時間では Y 軸方向の提示視野 (上、中、下) にかかわらず左/右反応手と左/右提示視野間に有意な交互作用が得られ提示視野と反応手の対応性傾向が確認されたが、正確性については y 軸方向誤差で変動誤差 (VE) と統合誤差 (TV) の上方提示視野においてのみ刺激と反応の有意な対応性が得られたが、期待した十分な結果ではなかった。

研究 (2)

実験 本実験結果では、一側手反応とは異なり、時間要因、正確性要因においても、明確な提示視野と反応手の対応性は得られなかった。両側手反応では注意の分散により無意識的制御の影響によって標的提示空間と反応手の対応性効果が現れてくるのではないかと考えたが、そのような結果は得られなかった。両手同時制御によってより複雑な要因が影響することで対応性効果が相殺された可能性があり、今後の検討が必要である。

研究(3)

実験 時間分析では、右視野提示では右手の動作時間が有意に短く、左手の動作時間は左視野提示で有意に短く、右手の動作時間では右視野提示で有意に短かった。反応時間も同様であった。

正確性分析では、X軸方向の恒常誤差(CE)については、両側手とも右より左提示視野の誤差が有意に小さかった。標的の大きさによる違いは得られなかった。変動誤差(VE)については、いずれの要因、交互作用とも有意ではなかった。絶対誤差(AE)については、標的の大きさごとに右より左提示視野の誤差が有意に小さいまたは小さい傾向が得られた。また、右手においては標的の大きさ中が大よりも誤差が小さかった。Y軸方向の誤差については、右視野提示で標的の大きさ大の左手VEが有意に小さかった。

以上の結果は、動作時間、反応時間では標的の大きさにかかわらず提示視野と反応手の対応性を支持した。しかし、正確性については左右提示視野の効果は顕著であるが、山内(2011、2013)の一連の報告と同様に標的の大きさの微妙な違いにかかわらず反応手と刺激提示視野との対応性は明確ではないといえる。これは、提示視野と反応手の対応性は、標的の大きさの微妙な違いによって影響されないといえる。

実験 中央提示の移動条件と固定条件の比較の結果は、動作時間と反応時間については反応手と提示視野の対応性が右提示視野においてみられたが不十分であった。また、正確性分析でも対応性を明確に示す結果は得られなかった。移動標的による影響は反応時間が長くなったり誤差が大きくなったりしたが、対応性への影響は観察できなかった。

一方、標的を移動させた条件を入れたときの移動条件以外の固定条件の分析は以下のような結果であった。

動作前時間については、右視野標的提示における右反応手での時間が短い傾向を示した。この結果は、右反応手については右標的提示視野の時間が短くなる傾向を示したと解釈できる。

正確性要因の分析では以下のような結果であった。

恒常誤差(CE)では、標的中心を原点として到達位置のx、y軸方向の誤差(CE_x、CE_y)を検討した。x軸方向の誤差では反応手の主効果が有意で、提示視野にかかわらず左反応手の正の誤差が大きかった。y軸方向の誤差では右反応手の左右提示視野間での誤差が有意で、左視野では負の誤差、右視野では正の誤差であった。

変動誤差(VE)では、X軸方向の誤差については右提示視野での右反応手の誤差が有意に小さかった。また、左反応手では左提示視野での誤差が小さく、右反応手では右提示視野での誤差が小さい傾向を示した(Fig.3)。これは標的提示視野と反応手の対応性傾向

を示したと考えられる。y軸方向の誤差についてはいずれの要因についても有意ではなかった。

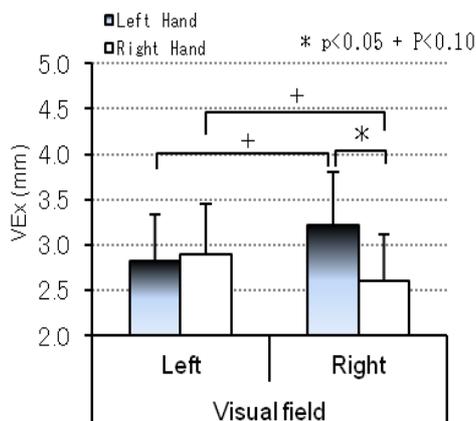


Fig.3 各標的提示視野における左右動作手の変動誤差(VE)の平均と標準誤差

絶対誤差(AE)では、左提示視野での右反応手の誤差が有意に小さく、右提示視野でも右反応手の誤差が有意に小さかった。y軸方向の誤差についてはいずれの要因についても有意な結果ではなかった。これは提示視野にかかわらず右反応手の誤差が小さいことを示しており、標的提示空間と反応手との対応性とは一致していないといえよう。

本実験では、時間要因については、動作前時間で標的提示視野と動作手の対応性の傾向がみられた。動作時間と反応時間の値は対応性傾向を示したが統計的には不十分であった。一方、正確性の要因については、これまでの山内の報告では標的提示視野と動作手の対応性傾向はほとんど確認されなかったが、x軸方向のVEについては対応性傾向を示したといえる。研究(3)では移動標的的条件を加えた時の移動標的試行と固定標的試行について分析を行った。移動標的を追従するという意識的な運動制御では正確性の標的提示空間と反応手との対応性は得られなかったが、追従する必要のない固定標的の条件での目標到達運動の制御に、x軸方向のVEのみではあるが、提示視野と反応手との対応性の傾向が観察された。標的の移動条件が入ることによって固定条件での運動制御に影響を与え、これまでに確認できなかった標的提示視野と反応手の対応性が正確性要因についてもその傾向が確認できたと考える。

左右手の目標到達運動の非対称性が標的や運動空間の情報処理(意識的/無意識的)が深く関わると考え一連の研究を行った。運動の時間要因については、比較的堅固な提示視野と反応手との対応関係が確認できた。正確性要因についてはこの対応関係を明確に観察することができなかったが、実験の変動誤差についてその傾向が確認された。なぜ正確性要因での対応性の確認がされにくい

のかについては、本研究では十分な説明ができなかった。今後、実験課題や巧みな手続きを検討することで詳細な運動制御のメカニズムに言及することができると思う。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計 7件)

山内正毅、視野提示視覚目標に対する一側手目標到達運動の反応時間と正確性の左右差、日本スポーツ心理学会第43回大会、2016.11.5、北星学園大学(北海道・札幌市)

山内正毅、半視野提示した移動目標に対する一側手目標到達運動の反応時間と正確性の左右差、九州体育・スポーツ学会第65回大会、2016.9.18、長崎国際大学(長崎県・佐世保市)

山内正毅、視覚目標に対する一側手目標到達運動の左右差 - 目標提示視野と反応手の対応性 -、九州体育・スポーツ学会第64回大会、2015.9.13、西九州大学佐賀キャンパス(佐賀県・佐賀市)

山内正毅、視覚提示目標に対する左右の反応手と目標提示視野との対応性、九州体育・スポーツ学会第63回大会、2014.9.14、別府大学(大分県・別府市)

山内正毅、視覚目標に対する両手同時目標到達運動の左右差、2014.8.28、日本体育学会第65回大会、岩手大学(岩手県・盛岡市)

山内正毅、右半視野提示標的に対する目標到達運動の左右差 利き眼、利き手による比較、2013.9.15、九州体育・スポーツ学会第62回大会、九州共立大学(福岡県・北九州市)

山内正毅、視覚目標に対する腕目標到達運動の左右差、2013.8.28、日本体育学会第64回大会、立命館大学(滋賀県・草津市)

6. 研究組織

(1)研究代表者

山内 正毅 (YAMAUCHI, Masaki)
長崎大学・教育学部・教授

研究者番号：00128232