

機関番号：17301  
 研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2008～2010  
 課題番号：20500549  
 研究課題名（和文） 大脳半球機能差と随意運動制御：両手目標到達運動の左右差を修飾するのは何か？  
 研究課題名（英文） Hemispheric asymmetry and voluntary movement: Factors in manual asymmetry of visually aimed 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

研究成果の概要（和文）：視覚情報を伴った腕目標到達課題の反応時間と正確性に左右差がみられるかどうかを再確認するとともに、左右差がどういった要因によって生じるのかを検討した。反応時間においてのみ動作腕の左右差が得られたが、それには身体構造上の運動制限による影響はみられず、標的提示視野と反応腕との対応関係の影響がみられた。この結果は、反応腕の制御にかかわる大脳半球機能の解剖学的要因と、半視野に提示された標的やそれに対する到達運動の空間情報処理要因が左右差を修飾する主要な要因であることを示したと考える。

研究成果の概要（英文）：The purpose of the present study is to investigate whether manual asymmetries occur to response time (RT) and accuracy in pointing movement for visual target. In reaction time, the results indicate that the RT of the right hand is slower in left visual field than that in right visual field, and that the RT of the left hand is slower in right visual field than that in left visual field. In accuracy, the results show that in left visual field, the only vertical error of pointing movement is less than that in right visual field regardless of right or left hand, and that it is different from the typical S-R compatibility. In the present study, S-R compatibility was obtained in the only RT and not in the accuracy of the visually aimed movement. The findings in reaction time support popular interpretation of these manual asymmetries.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	400,000	120,000	520,000
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：スポーツ心理学

1. 研究開始当初の背景  
 国内の体育・スポーツ分野で本研究のような

内容は極めて少ないが、近年盛んになっている運動と脳科学や2008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」、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している。また、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たが、本研究課題は左右視野空間に提示した標的への到達運動を用いたもので空間課題であり、Inui & Hattaの課題とは大脳半球機能特性が異なる課題であるといえる。すなわち、前者(タッピング課題)は左半球優位を示し、後者(目標到達課題)は右半球優位を示すと考えられる。国際的には身体運動学、心理学、神経心理学の分野で研究が行われているにもかかわらず、Bradshaw(2001)が指摘しているように運動制御の大脳半球機能差の機序は不明瞭な点が多い。Carey et al.(2001, 1996)は、身体構造上の制限による運動への影響を主張し、Berthelemy & Boulinguez(2001)、Elliott et al.(2001)は大脳半球の機能差や注意の影響を主張した。Imanaka et al.(1995)も、半空間情報処理と位置決め課題によるラテラリティー効果の関係は大脳の一側半球が対側空間の情報処理のための注意とかかわっていることを示唆した。さらに Yamauchi et al.(2004)、山内・今中(1991)は視覚情報を伴わないポジショニング課題を用いて左腕の優位性を示し、一側優位性の要因の一つとして考えられている半球間情報伝達方向性の違いを示唆した。また、Yamauchi et al.(1998)は別の実験で、腕ポジショニング動作における左右差が心的処理水準仮説によって説明できるかどうかを、基準運動に基づいて推測した運動の大きさの誤差を分析することによって検討した。結果は心的処理水準がポジショニング動作の再生誤差の左右差を決定する要因の一つであることを示した。

## 2. 研究の目的

本研究は、視覚情報を伴った目標到達課題(ポインティング課題)を用いて、運動出力

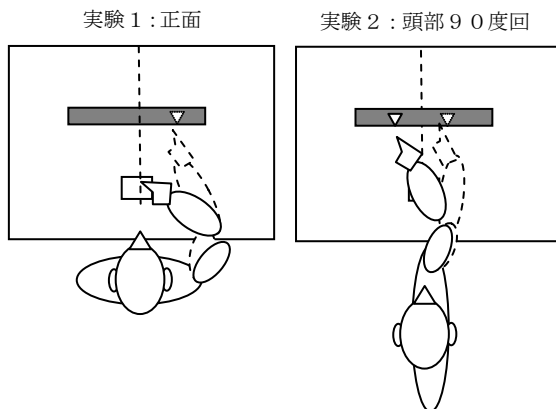


図1 実験略

の左右差がみられるかどうか再確認をするともに、左右差がどういった要因によって生じるのかを検討する。たとえば、①大脳半球機能に関する神経構造(解剖学的)、②空間の知覚情報処理や注意、③人体の構造によるバイオメカニカルな制限などの要因が考えられるが、どの要因がかかわっているのか検討することを目的とした。

(1) 研究1 これまで筆者らが報告した視覚情報を伴わないポジショニング課題でみられた再生誤差の左右差について、視覚目標への到達課題においても同様の左右差が得られるかどうかの追試を行うとともに、課題である目標到達運動への身体構造上の制限の影響について検討した。

(2) 研究2 研究1では視野全体へのランダムな標的提示位置であった条件を左右半視野それぞれ3ヶ所に限定し、目標提示位置(Y軸方向)の違いによる腕目標到達運動の左右差に対する影響を検討した。

研究1, 2とも分析の共通性は、目標提示空間(左/右)と反応腕(左/右)の対応関係の違いで反応時間と正確性のデータを分析することである。これは、Fitts & Deiniger(1954)他の先行研究にみられる刺激-反応の対応性について再確認することにもなる。

## 3. 研究の方法

(1) 研究1 実験1における実験参加者は、健康な右利き大学生(男子7名、女子2名)で、八田・中塚(1975)の利き手テストによって強い右利きと判定された者であった。実験課題と装置は、タッチパネル付きディスプレイ(タッチ反応測定器、TKK-2800X)上の左/右半視野に提示された標的に対して、実験参加者中央のホームポジションから左/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。示指の先端にはタクトスイッチを装着した。全試行の動作をVTR(HDR-XR100、SONY)に録画した。実験条件と手続きは次のようであった。実験参加者は、タッチパネルディスプレイ(15インチ)が設置してあるテーブル前の椅子に座り、実験内容の説明を聞いた。テーブルの端から35cm前方のディスプレイ上に大小の標的赤円(直径5mmと10mm)が、大きさ、位置ともランダムに提示された。標的提示時間は3secであるが、示指がディスプレイへ到達すると同時に標的は消去され、3sec後に次の標的が提示された。実験参加者は、標的円に対して、ディスプレイ手前25cmのホームポジションに置かれた示指をできるだけ早く、性格にタッチするよう教示された。この到達課題を左腕50試行、右腕50試行実施した。

実験2における実験参加者は、実験1に参加した者の内8名が参加した。目標到達運動

時の被験者の姿勢が、スクリーンに対して体幹部を90度左向きあるいは右向きにし、頭部を90度左あるいは右に回旋した状態であること意外は、実験1と同じであった。頭部回旋の向きと課題の実施腕は同側であった。

(2) 研究2 本実験参加者は、健康な右利き大学生8名(男子6名、女子2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。利き手は八田・中塚のテストを用い、強い右利きと判定された。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ホームポジションから左/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。実験参加者はディスプレイがセットしてある(参加者前方35cm)上下可動台前の椅子に座り、実験方法についての説明を受けた。ディスプレイ上6か所にランダムに提示される標的(大・小赤円:直径10mm、5mm)の位置は、ディスプレイ中心を原点(0mm, 0mm)として左上方(-50, 50)、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の赤円は消去し、3sec後に次の標的を提示した。被験者には、ディスプレイ手前25cmのホームポジションにセットした示指先端を標的に対してできるだけ早く、正確に、タッチするよう教示した。試行数は、標的提示位置の6条件に対して各10試行、計60試行を左/右腕それぞれで実施し、合計120試行であった。

#### 4. 研究成果

##### (1) 研究1

反応時間: 実験1では、反応腕(左/右)×標的提示視野(左/右)の2要因分散分析および下位検定の結果、左視野提示の反応腕左右差を除き、目標提示半視野と反応腕がマッチした場合に有意に反応時間が短かった(左視野提示-左腕反応:  $F_{1,8}=8.06$ ,  $p<0.05$ 、右視野提示-右腕反応:  $F_{1,8}=16.75$ ,  $p<0.01$ 、図2)。実験2では右腕の半視野間差以外は実験1と同様の傾向であった(左視野提示-左腕腕反応:  $F_{1,7}=6.49$ ,  $p<0.05$ 、右視野提

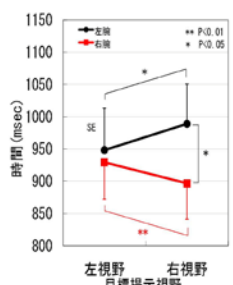


図2 目標到達までの反応時間とSE

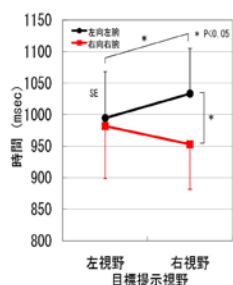


図3 目標到達までの反応時間とSE (頭部90度回旋の場合)

示-右向右腕反応:  $F_{1,7}=5.63$ ,  $p<0.05$ 、図3)。実験2では反応腕の動作制限を軽減すると考えられる条件で実施したが、左腕については実験1と同様に提示半視野間で左右差が得られた。これらの結果から、身体構造に基づく動作の制限によるラテラルティへの影響は小さいと考える。

距離誤差: 実験1では、目標到達位置のX軸、Y軸方向の距離誤差、変動誤差とも反応腕や目標提示視野の左右差は得られなかった(図4)。一方、実験2では、半視野間の差

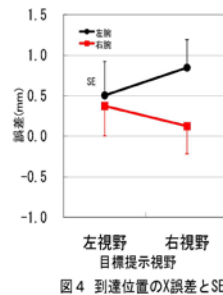


図4 到達位置のX誤差とSE

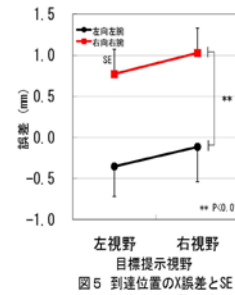


図5 到達位置のX誤差とSE (頭部90度回旋の場合)

はなく、X軸方向の誤差において反応腕の左右差(左腕が負、右腕が正)が有意であった( $F_{1,7}=14.19$ ,  $p<0.01$ 、図5)。これは、左右腕とも背面方向にずれていることを示した。また、右反応腕におけるY軸方向の変動誤差は有意に右向右反応腕の左視野が小さかった( $F_{1,7}=17.52$ ,  $p<0.01$ )。これらの結果は、実験2で用いた姿勢の条件が新たな影響を与えた結果かもしれないが、今後の検討が必要である。

反応時間や距離誤差の結果より、腕目標到達課題の左右差は、大脳半球機能に関する神経構造の解剖学的な要因やそれに基づいた空間の知覚情報処理や注意機能の影響が大きく、身体構造に基づく動作の制限による影響は小さいのではないかと考える。

以上の研究1における結果をまとめると以下ようになる。反応時間については、従来から認められている刺激-反応の対応関係が部分的ではあるが認められた。実験2では、本研究の中心課題でもある身体構造上の都合による動作制限の影響を検討したが、身体的な動作制限の要因を軽減したにもかかわらず、反応時間においては、実験1、2とも同様の傾向を得た。よって、本研究で用いたような腕目標到達課題の左右差に対して、身体構造上の理由による運動制限の影響は少なく、大脳半球機能差の解剖学的要因、空間の知覚情報処理や注意の要因の影響によると考える。

図 6 には、左右視野内の標的提示位置と到達位置との誤差測定の方法を示した。誤差は X 軸、Y 軸方向のそれぞれについて測定した。

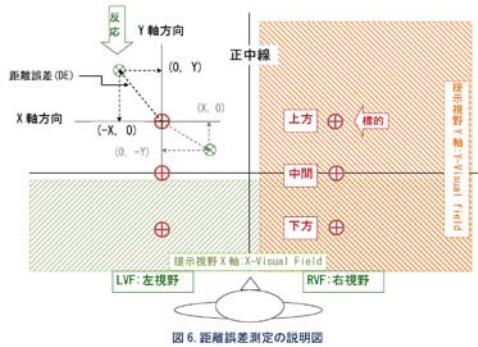


図 6. 距離誤差測定の説明図

反応時間：反応腕（左/右）×提示視野 X 軸（左/右）×提示視野 Y 軸（上方/中間/下方）の 3 要因分散分析の結果、腕と左右提示視野の交互作用が得られ、下位検定の結果、右腕では右視野標的提示の反応時間が有意に短かった ( $F_{1,7}=35.08, p<.01$ )。また、右視野では左腕よりも右腕の反応時間が有意に短い傾向を示した ( $F_{1,7}=4.84, p<.10$ , 図 7)。左右視野 3 か所ずつの標的提示位置による反応時間差では主効果のみ有意傾向 ( $F_{2,14}=307, p<.01$ ) が得られ、上方の反応時間が下方のそれより短い傾向であった。他の要因との交互作用は得られなかった。反応時間における腕動作のラテラルティへの影響は左右視野空間のみで上下の空間位置の影響はないと考える。しかし左右視野空間についても、本実験では右視野においてのみ刺激と反応の対応性が得られたが、左視野については得

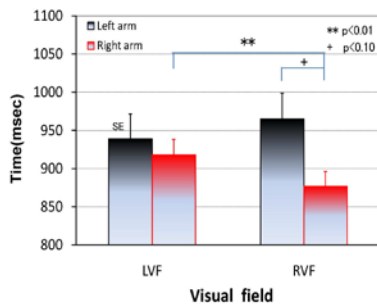


図 7. Response Time(Arm x VF)

られず刺激と反応の対応性を完全に支持する結果ではなかった。

正確性：標的の中心を原点として到達位置の X、Y 軸方向の恒常誤差を検討した。反応腕（左/右）×提示視野 X 軸（左/右）×提示視野 Y 軸（上方/中間/下方）3 要因分散分析の結果、X 軸方向の誤差では提示視野 Y 軸の主効果 ( $F_{2,14}=7.62, p<.01$ ) および提示視野 X 軸と提示視野 Y 軸の交互作用が有意であっ

た ( $F_{2,14}=7.36, p<.01$ )。交互作用が有意であったので下位検定を行った結果、左視野提示の場合は上方位置において左右腕にかかわらずマイナス方向 ( $F_{2,14}=15.50, P<.01$ )、すなわち刺激提示位置より左方向にずれ、右視野提示の場合は中間位置においてプラス ( $F_{2,14}=3.83, P<.05$ )、すなわち刺激位置より右方向にずれる傾向を示した (図 8)。これらの結果は、正中線より外側にずれることを示しているとする。Y 軸方向の誤差では、提示視野 Y 軸の主効果に有意傾向 ( $p<.10$ ) が得られたが、他の主効果、交互作用とも有意な結果は得られなかった。この結果は、Y 軸方向の誤差は標的提示視野や反応腕による

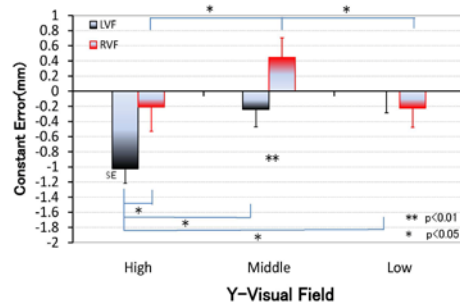


図 8. Mean and Standard Error of Constant Error(x-axis)

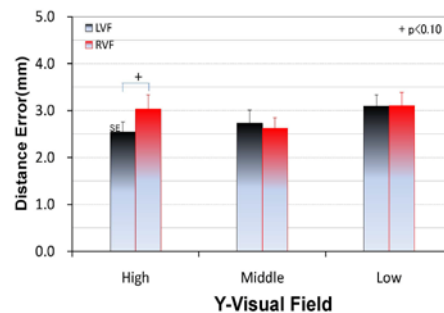


図 9. Mean and SE of Distance Error

影響がないことを示しているとする。変動誤差、絶対誤差においてはいずれの要因も有意な結果を得ることはできなかった。

図 9 には、標的中心からの到達位置までの距離誤差 (DE) の結果を示した。動作腕（左/右）×提示視野 X 軸（左/右）×提示視野 Y 軸（上方/中間/下方）の 3 要因分散分析の結果、提示視野 X 軸と Y 軸間の交互作用が有意であった ( $F_{2,14}=3.90, P<.05$ )。下位検定の結果、提示視野 Y 軸上方において左視野提示条件は右視野提示条件よりも距離誤差が小さい傾向 ( $F_{2,14}=4.30, p<.10$ ) を示したが、顕著な提示視野間の差は得られなかった。研究 2 においては、反応時間については部分的に刺激と反応の対応性を示すことができた

が、正確性における刺激と反応の対応性については示すことができなかつたといえる。また、標的提示の空間要因でも Y 軸方向（上下）の空間位置の影響は小さく、X 軸方向（左右）の空間位置の影響が大きいと推察できる。

研究 1、2 の結果から、反応時間における動作腕の左右差については身体構造上の運動制限による影響や上下の刺激提示視野の影響はみられず、左右の標的提示視野が大きな要因として考えられる。完全ではないが標的提示視野と反応腕との対応関係が確認できたことは、反応腕の制御にかかわる大脳半球機能の解剖学的要因と半視野に提示された標的やそれに対する到達運動の空間情報処理要因が腕目標到達課題の左右差を修飾する主要な要因であると考えられる。

## 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 4 件）

- ① 山内正毅、左右半視野への視覚重に対する腕目標到達運動の左右差、九州スポーツ心理学会第 24 回大会、2011. 3. 5-6. 長崎大学
- ② Masaki Yamauchi, Manual asymmetries of response time and accuracy in visually aimed movement, The 16<sup>th</sup> Asian Games Science Congress, 2010. October, 9-10
- ③ 山内正毅、腕目標到達課題における反応時間と正確性の左右差、九州体育・スポーツ学会第 59 回大会、2010. 8. 27-29. 鹿児島女子短期大学
- ④ 山内正毅、目標到達課題におけるラテラリティー、日本体育学会第 60 回記念大会、2009. 8. 26-28. 広島大学東広島キャンパス

## 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

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：