

腕ポジショニング課題における一側優位性

山内 正毅¹・今中 国泰²

Lateral Dominance in Arm Positioning Movements

Masaki YAMAUCHI Kuniyasu IMANAKA

Abstract

Lateral differences in arm positioning movements were examined for 15 right-handed male students with a short-term memory paradigm. When the subjects used the same arm for both standard and reproduction movements, no lateral difference was found. When the subjects used the different arms for standard and reproduction movements, significant lateral differences were found with the left arm performance being superior to the right. These results can be satisfactorily explained in terms of Haude et al. (1987) model of interhemispheric transfer.

はじめに

Mayers and Sperry (1953) による動物脳分割実験に始まった神経心理学的研究は、人間の脳梁切断患者から健常者の半球機能差研究へと進み、今日多くの機能差に関する研究が報告されている。これらの半球機能差に関する研究から、情報の分析的、時系列的処理や言語的処理は左半球優位、情報の全体的、同時的処理や非言語的処理は右半球優位であることが明らかにされてきた (Bryden, 1982; 八田, 1982, 1984; 坂野, 1986; Semmes, 1968 参照)。

このような報告の多くは視覚、聴覚モダリティーに集中しており、運動感覚機能を直接的に対称とした報告は比較的少なく、問題がいくつか残されているといえよう。そこで、これらの報告でどのような運動課題が用いられたか簡単にまとめてみたい。まず、左半球 (右手) 優位あるいは左半球損傷者の performance 低下を示したものとしては、指の屈曲、手と腕による連続運動のコピー (Kimura and Archibald, 1974)、指によるボタン押し (Kimura, 1977; Nachshon and Carmon, 1975; Taylor and Heilman, 1980)、指、腕によるタッピング (Elliott, 1985; Lomas and Kimura, 1976; Todor and Kyprie, 1980; Todor, Kyprie and Price, 1982; 安丸, 1981) と dowel バランス (Lomas and Kimura, 1976) などがあげられる。こういった運動課題に共通していえることは連続的でスピードが要求されるようなものが多いということであろう。

一方、右半球 (左手) 優位を示したものは、指の posturing と spacing (Ingram, 1975)、指の屈曲 (Kimura and Vanderwolf, 1970)、指、手首あるいは腕の位置決定 (Colley, 1984;

¹長崎大学教育学部保健体育教室

²長崎大学教養部保健体育教室

Kurian, Sharma and Santhakumari, 1989; Fujioka, 1989; Guiard, Diaz and Beaubaton, 1983; Nachshon and Carmon, 1975; Nishizawa and Saslow, 1987; Roy and MacKenzie, 1978; 安丸, 1981), 足によるペダリング (Carnahan and Elliott, 1987) などがある。これらの運動課題は比較的ゆっくりとしたあるいはセルフペースでの運動であり, 空間的な課題であるといえよう。

ところで, タッピングなどを用いた左半球優位を示す報告はかなり一致した結果を示している。それに比較すると右半球優位を示した報告で, 比較的多く用いられているポジションニング課題では充分に一致した結果が得られていないといえる。指ポジションニングに比べて腕ポジションニングは特にそうである。たとえば, Roy and MacKenzie(1978) は親指と腕によるポジションニング課題を用いて半球機能差を検討した結果, 親指については左指(右半球) 優位を得たが, 腕ポジションニングでは左腕のAE, VEが僅かに小さい傾向を示したものの有意な結果ではなかった。同様に, 今中(1986)も受動的な腕ポジションニングで左右差は得られなかった。また, Colley(1984)は指ポジションニングによって Roy and MacKenzie(1978)の結果を検討したが支持できなかった。一方, Carnahan and Elliott(1987)は足によるポジションニング課題を用いて Roy and MacKenzieの親指の結果を支持している。

このような筋運動感覚課題を用いた半球機能差研究の結果においても, 現象的には概ね視覚, 聴覚などの感覚器官を用いた報告のように機能的一側優位性が存在すると考えられる。しかし, 必ずしも常に明確な機能差が現れているわけではなく, 微妙な実験条件の違い, たとえば同じ課題でも被験者の注意の方向やストラタジーの違いとか課題を実行する部位の違いによって結果が異なるような場合もある。

さて, 上述のような運動機能における一側優位性の説明ということになると, 解剖学的非対称性や半球と四肢との神経支配の関係 (Brinkman and Kuypers, 1972; Todor et al., 1982; Wyke, 1966), また, 注意 (Kinsbourne, 1978) や認知的ストラタジー (Colley, 1984; 八田, 1982; Nishizawa, 1987) による説明が多く行われてきた。しかし, 最近 Cook(1986)は広範囲な立場からの膨大な文献のリビューを行い, 半球間の機能的な左右差に関する脳梁の働きの重要性を次のようにまとめている。

「①半球間の機能的非対称性は少なくともある程度, 脳梁の働きによるものである。従って解剖学的非対称性と生理学的非対称性とのパーフェクトな相関がある必要はない。②脳梁には二つの役割がある。両側の感覚野と運動野の統合と非対称的な皮質情報の生成である。③ごく僅かの代謝と機能的非対称性が予想される (解剖学的非対称性と同じくらい頻繁にみられるが, まったくの非対称性 (オン-オフ) ではない)。④半球間での情報処理の違いは僅かな解剖学的非対称性と脳梁抑制によって生じる持続的な半球間の相補性による。」 (p.116)

Haude, Morrow-Tlucak, Fox and Pickard(1987)はこのようなCookの考え方を支持していると思われるような報告を行っている。それは, Kimura(1969)のdot-location taskと類似した課題を用いて半視野と半球間転移について検討したもので, 右利き者における空間情報の右半球への転移は促進 (facilitate)されるが左半球への転移は抑制 (inhibit)されると述べている。このことは, 課題の特性と半球間情報伝達の方向性によって半球の優位性が異なることを示していると考えられる。そして, 半球間の情報伝達の中心的役割を

担うのはおそらく脳梁であろう (Cook, 1986; Gazzaniga and LeDoux, 1978)。その脳梁の働きの違い (情報伝達の方角性の違い) によって半球間の非対称性の現れ方が異なるというような解釈ができる Haude et al. の報告は, Cook の主張を支持する内容であると考えられよう。他に運動課題を用いた転移に関する報告がいくつかあるが (Taylor and Heilman, 1980; Edwards and Elliott, 1987; Elliott, 1985), いずれも, スピードを要求したキー押し反応とかタッピング課題を用いた左半球優位を示すとされているものばかりである。右半球優位を示すとされている空間課題を用いた報告はみあたらない。

このように, さまざまな視点から一側優位性についての説明が試みられている現在, まだ, このような研究報告の増加傾向が続いている。これは, この研究領域が今後さらに数多くの研究成果の積み上げを必要としている段階であることを示していると考えられる。

以上のような点から本研究では, 十分に一致した結果が得られていない腕ポジショニング課題において一側優位性がみられるかどうか運動短期記憶パラダイムを用いて検討する (実験 I)。さらに, 半球間情報伝達の方角性の違いによって腕ポジショニング課題の一側優位性の現れ方が変わるかどうかを検討する (実験 II)。

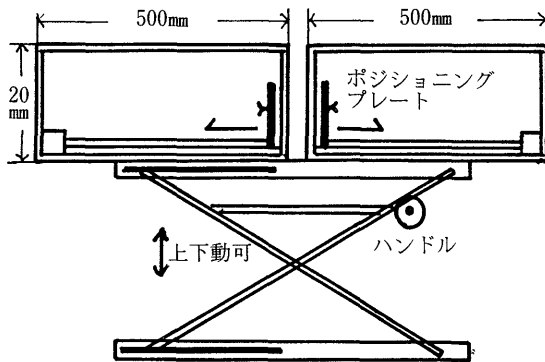


図1. 腕ポジショニング装置

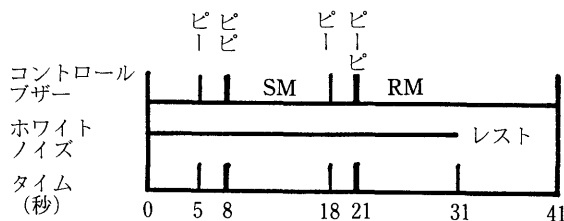


図2. 実験 I, II の 1 試行のタイムテーブル (SM: 基準運動, RM: 再生運動, ピー: 準備音, ビー: 基準運動開始音, ビー: 再生運動開始音)

実験 I

方法

(1) 被験者

健康な右利き男子学生で, 中・高・大学時代に授業以外の組織的運動経験のない者15名であった。利き手の判定にはH・N利き手テスト (八田・中塚, 1975) を用いた。

(2) 装置

アームポジショニング装置 K S T-180 (九州心理適性研究所製) (図1) をパーソナルコンピュータ PC-9801 (NEC) に接続して用いた。データの取り込み, 分析, 実験手順の制御をすべて PC-9801で行った。

(3) 条件

実験条件は, 再生運動の大きさ (6, 12, 24cm) と運動腕 (左/右) で, 両条件とも被験者内要因とした。基準運動はいずれの条件下においても12cmの大きさの constrained 運動 (ストッパーに当たるまでの運動) とした。再生運動のうち12

cmのものは基準運動と同じ大きさであるが、6cmと24cmのものは基準運動の1/2と2倍に相当しており、これには被験者の心的操作が要求されることになる。この心的操作はより明確な半球機能差が得られる可能性があると考えられるため(八田, 1982)再生条件として採用した。なお、基準運動と再生運動は同一の運動腕によって行われた。

実験試行は、2条件の全組み合わせ(2×3)からなる6試行を1ブロックとし、全部で6ブロック、計36試行を実施した。各ブロック内の試行順序はランダムであった。また、1試行時間は41秒、基準運動開始音から再生運動開始音までの時間は13秒であり、運動スピードはセルフペースとした(約1~2秒)(図2参照)。

(4) 手続き

被験者は椅座位にてアイマスク、ヘッドホンを装着し、頭部を顎台に固定、両手はそれぞれ膝の上のせて準備した。その後、1試行を次の①~④の手順で行った。

- ① 験者はポジショニングプレートを被験者の正中線の左または右5cmの位置に、またストッパーをポジショニングプレートの左または右方12cmの所にそれぞれセットし、同時に被験者に対し運動腕(左/右)を口頭で伝える。ポジショニングプレートとストッパーのセットされる側と運動腕の左右側はすべて一致している(図1参照)。
- ② “ピー”という準備音後、被験者はポジショニングプレートを指示された側の手で軽く持つ。
- ③ “ピピ”の運動開始音でポジショニングプレートを腕の外転によりストッパーに当たるまで動かし(基準運動)、その動かし運動の大きさを覚えた後手を膝上に戻す。験者はポジショニングプレートをスタート位置まで戻しストッパーを除去する。
- ④ 保持時間(10秒)の後、再び準備音(ピー)が与えられる直前に、験者は再生運動の大きさを口頭で被験者に伝える。被験者は基準運動と同側の腕で、運動開始音(ピーピ)の後再生運動を外転動作によって行う。

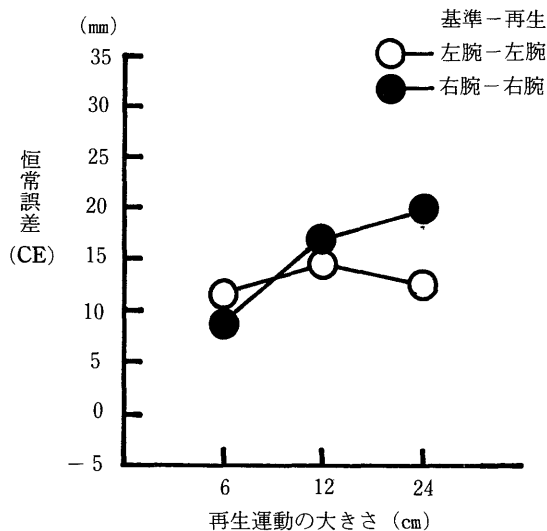


図3. 恒常誤差の平均

(5) 分析

運動腕(2)×再生運動の大きさ(3)の6条件間のCE(Constant Error), VE(Variable Error), AE(Absolute Error)を算出して分析を行った。

CEは12cmの基準運動に対する方向性(正:オーバーシュート, 負:アンダーシュート)をもった再生誤差で、全ブロックからの6試行の平均を各被験者の代表値とした。VEは全ブロックからの6試行の標準偏差が各被験者の代表値で、被験者内の正確性, 安定性を示す。AEは基準運動に対する再生誤差の絶対値で、CEと同様6試行の平均値を各被験者の代表

値とした。

結果

図3はCEの平均を示したものである。再生運動腕（左/右）×再生運動の大きさ（6cm/12cm/24cm）の2要因分散分析を行った結果、いずれの要因においても有意な主効果は得られなかったが、再生運動腕と再生運動の大きさの要因間に交互作用が有意水準 $p = .08$ で得られた ($F(2/28) = 2.68$)。これは、6cmと12cmの再生運動では左右差はみられないが、再生運動が大きくなると

(24cm) 左腕の誤差が右腕に比べてオーバーシュート（正方向の誤差）の程度が小さくなる傾向を示したといえよう。

また、完全に正しく再生された場合の誤差0に対してどの程度の大きさのオーバーシュートであるかを検討するために、運動の大きさを込みにして左右腕それぞれの誤差の平均と誤差0との有意差検定を行ったところ、左右腕とも有意差が得られた ($t = 3.81, df = 44, p < .01$; $t = 4.80, df = 44, p < .01$)。これは、左右腕いずれも明確なオーバーシュートの誤差が生じたことを意味しているといえよう。

図4, 5はVE, AEの平均を示したものである。CEと同様に2要因分散分析を行った結果、VE, AEとも運動の大きさの主効果のみに有意性が得られ (VE: $F(2/28) = 30.61, p < .001$; AE: $F(2/28) = 17.79, p < .001$)、他の主効果と交互作用は有意ではなかった (VE: $F(1/14) = 1.75$; AE: $F(1/14) = .08, VE: F(2/28) = .20$; AE: $F(2/28) = .22$)。この結果は、再生する運動が大きいほどVE, AEとも大きくなる傾向を示してはいるが、腕の左右差はみられないことを意味してい

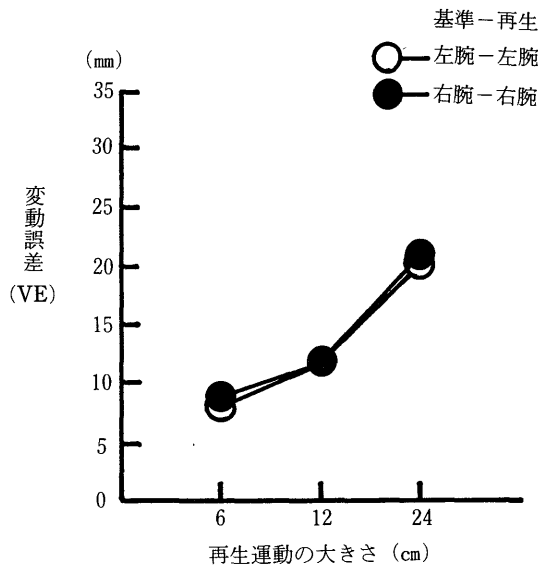


図4. 変動誤差の平均

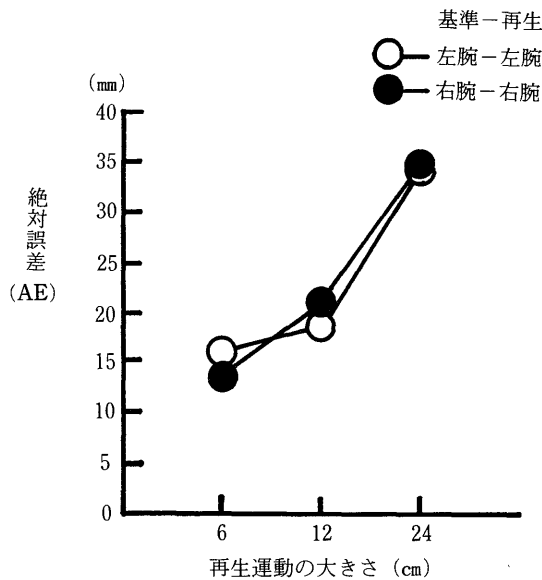


図5. 絶対誤差の平均

る。

考 察

本実験は、腕ポジショニング課題において一側優位性がみられるかどうか検討するために行われた。従来から行われてきたポジショニング課題に関する半球機能差の解釈（ポジショニング課題は空間情報処理を必要とするため、右脳優位である）からすると、左腕による基準、再生運動は空間情報処理を得意とする右半球によって直接的に実行され、右腕による運動は空間情報処理を得意としない左半球が働くために、左腕（右半球）優位が予想される。本実験の結果、CEにおいて有意水準 $p=.08$ で交互作用が得られ、左腕の2倍再生における誤差は右腕のそれよりも僅かに小さい傾向を示した。しかし、VE、AEの左右差はほとんどみられなかった。また、CEの誤差0との有意差検定では両腕とも有意で、基準運動よりも大きくオーバーシュートしている。従って、本結果の僅かな左右差の傾向は予想された左腕（右脳）の優位性を明瞭に示しているとはいえない。むしろ、左腕の再生運動が右腕のそれよりも相対的に短くなる傾向（例えば Bradshaw, Bradshaw, and Nettleton, 1989）を示しているのかも知れない。本結果は腕ポジショニング課題で明瞭な左右差が得られなかった Roy and MacKenzie(1978) の報告と一致し、Kurian et al. (1989) の報告や Carnahan and Elliott(1987) の足ポジショニング課題による左足（右半球）優位の結果とは一致しなかった。このような結果は、従来からの二分法的な単純な解釈ではポジショニング課題における左右差は充分には説明できないことを示していると考えられる。

従って、実験Ⅱでは Haude et al. (1987) の結論に対する解釈、すなわち、課題の特性と半球間情報伝達の方法によって左右半球の優位性の現れ方が異なるという考え方に基づいて基準運動と再生運動を反対側の腕で行う条件を設定し、半球間における情報伝達の方法が異なると考えられる条件間での検討を試みた。右腕基準運動-左腕再生運動の条件では、基準運動の実行によって

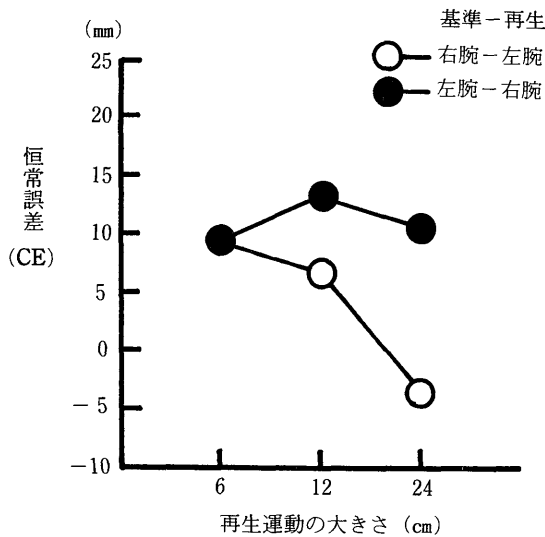


図6. 恒常誤差の平均

得られる空間情報は左半球から右半球へ伝達され、その情報に基づいて左腕による再生運動が実行される。また、左腕基準運動-右腕再生運動の条件では、基準運動で得られる空間情報は右半球から左半球へ伝達され、その情報に基づいて右腕による再生運動が実行される。Haude et al. による空間情報の左半球から右半球への転移（伝達）は促進され、右半球から左半球への転移は抑制されるという報告から推察すると、ポジショニングの空間情報が左半球から右半球へ伝達されると予想される右

腕基準運動-左腕再生運動の条件によるパフォーマンスが左腕基準運動-右腕再生運動の条件によるパフォーマンスよりも優れているであろうと考えられる。

実験 II

方法

(1) 被験者

実験 I と同じ方法によって選出した男子学生15名であった。

(2) 装置

実験 I と同様

(3) 条件, 手続きと分析

再生運動を基準運動と反対の腕および反対の半空間で行うこと以外は実験 I と全く同じであった。

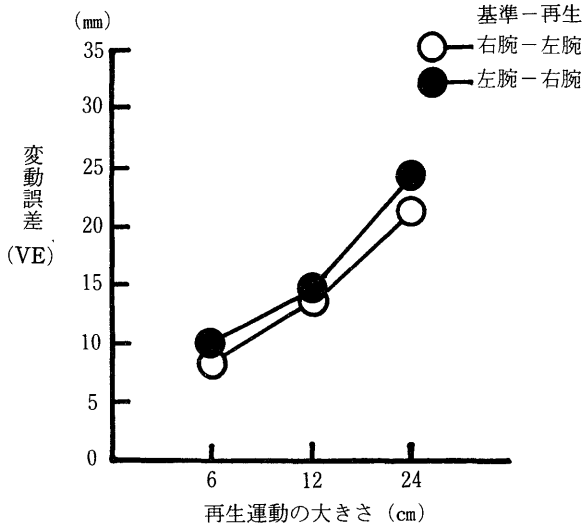


図 7. 変動誤差の平均

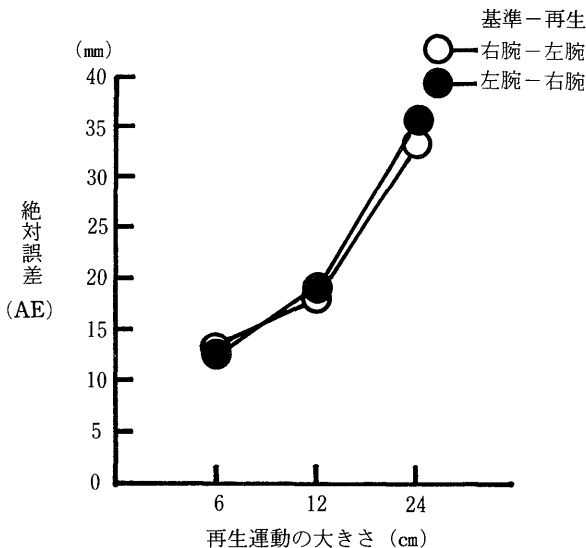


図 8. 絶対誤差の平均

結果

CEの平均を図6に示した。再生運動腕(左/右)×再生運動の大きさ(6cm/12cm/24cm)の2要因分散分析を行った結果、有意な主効果は得られなかったが、交互作用が得られた($F(2/28) = 3.65, p < .05$)。そこで単純主効果を検討したところ、2倍の再生運動条件(24cm)で再生運動腕の左右差が有意であった($F(1/28) = 16.06, p < .01$)。また、有意水準 $p = .10$ ではあったが基準運動と同じ大きさ(12cm)の再生運動条件で有意な傾向が得られた($F(1/28) = 3.40$)。さらに誤差0との有意差を検討したところ、右腕の再生誤差(11.3mm)に有意差が得られた($t = 3.46, df = 44, p < .01$)。これらの結果は再生運動が大きいかほど左右差が大きくなり、左腕は誤差0との差(4.0mm)が有意ではなく正確であること、また、右腕の誤差は正方向へ有意に大きいこと(オーバーシュート)

を示した。

VE, AEの結果を図7, 8に示した。CEと同様に2要因分散分析を行った結果, 再生運動の大きさの主効果のみに有意差が得られた (VE: $F(2/28)=30.07$, $p<.001$; AE: $F(2/28)=29.76$, $p<.001$)。これは実験Iと同様の結果で, 左右腕にかかわらず運動が大きくなるほど誤差も大きいことを示している。

考 察

本実験は, Cook(1986)やHaude et al.(1987)の主張する半球間の情報伝達の方向性がある程度再生誤差に反映されると考えられる条件で行った。その結果, CEにおいて左右再生腕と再生運動の大きさに有意な交互作用が認められ, 2倍の再生運動で左腕の誤差が右腕のそれに比較して小さかった。また, 誤差0に対する有意差検定では右腕が正の方向に有意に大きかったが左腕のそれは誤差0との差が有意ではなく, 誤差が小さいことが示された。これは基準運動を右腕で行い再生運動を左腕で行った場合の方が, 基準運動を左腕, 再生運動を右腕で行った場合に比較して正確であることを意味している。本結果は, 腕ポジション課題で左腕(右脳)の優位性という現象が現れる理由の一つとして, 半球間情報伝達の方向性があげられることを示唆していると考えられる。しかし, VE, AEについては実験Iと同様, ほとんど左右差がみられなかった。正確性の一側優位性を主張するにはVE, AEについても左右差が得られる必要があろう。この点は今後検討を要する問題であろう。

総 合 考 察

本研究では二つの実験を通して半球間の情報伝達の方向性, すなわち, 処理されるべき情報がその情報処理を不得意とする半球から得意とする半球へと伝達されているのか, 逆に, 得意とする半球から不得意とする半球へと伝達されているのかによって, 左右腕の一側優位性がより明瞭あるいは不明瞭になるという可能性が示唆された。このような半球間情報伝達の考え方はCook(1986)やGazzaniga and LeDoux(1978)も注目しており, 一側優位性を説明するための有力な考え方の一つとして考えられる。

このような一側優位性の説明を試みようとする研究はさまざまな視点から行われているが, そのいくつかの例を挙げながら考察を進めたい。

まず, 本研究で用いたような腕ポジション課題は指ポジションに比べて左右差が現れにくい傾向があるとされている。確かに, 本研究の実験Iでは明確な差がみられなかった。そこで, 半球間情報伝達の方向性に注目して実験IIを行い, 半球間情報伝達の方向性による説明の有効性のある程度支持できる結果が得られた。他方, 腕ポジション課題には左右差が現れにくいという事実の解釈として, 上腕などの体幹部に近い筋群と指などの体幹部から遠い筋群では神経支配が異なり, 前者は同側を中心とする両側性支配, 後者は対側支配という考え方がある (Frankman and Kuypers, 1972, 1973)。これに従うと, 腕ポジション課題は両側支配の上腕部が運動の中心となるために一側優位の傾向が打ち消される可能性がある。よって腕ポジション課題では指に比べて左右差が現れにくくなると考えられる。しかし, Todor et al.(1982)は指, 手首, 腕によるタッピング課題を用いて各部位ごとの比較を行ったが, いずれの部位も類似した結果であった。こ

のような運動部位による優位性の違いについてもさらに検討する必要がある。

次に Wyke (1966) は、arm posture 課題を用いて左半球損傷者の両側の腕偏位徴候と右半球損傷者の対側腕のみの偏位徴候を報告した。後に、タッピングやトレーシング課題においても arm posture 課題と同様の片側半球損傷による影響を報告した (Wyke, 1967, 1968, 1971)。これは左半球による両側肢支配、右半球による対側肢支配の可能性を示唆していると考えられる。Elliott (1985), Edwards and Elliott (1987) は半球間の転移効果に関してこれと類似した解釈を行っている。このような左右半球による両側性支配、対側性支配が半球機能差に強く影響するのであれば、本実験 I のような課題においても左右差がもっと明確に現れてもよいように思われるが、明らかにするには今後の検討を必要とするであろう。

上述のような解剖学的な半球と動作肢との関係を中心に説明を展開していく考え方に対して、最近、認知的なストラタジーによる違い (Colley, 1984; Nishizawa, 1987) や動作肢と大脳半球の解剖学的関係 (anatomic connectivity) だけでなく課題を実行する認知的空間 (hemispace) と大脳半球の関係によって説明しようと試みている興味ある一連の報告もある (Bowers and Heilman, 1980; Bradshaw, Nathan, Nettleton, Wilson and Pierson, 1987; Bradshaw, Nettleton, Nathan and Wilson, 1983, 1985)。

このように一側優位性に対して多種多様な視点からの説明が現在も精力的に行われている。本研究結果に対しては半球間情報伝達の方向性という視点から説明を試みたわけであるが、先に示したような複数の考え方による説明がある程度成り立つかも知れない。しかし、まだまだ不明な点が多く残されている領域でもあり、今後、そのような点を一つ一つ確かめていく必要がある。

ま と め

本研究は、指ポジショニング課題やタッピング課題においてかなり一致して現れている一側優位性が腕ポジショニング課題に対してみられるかどうか、また、半球間情報伝達の方向性によってこの腕ポジショニング課題における一側優位性の説明が可能かどうかを検討した。

その結果、基準運動と再生運動を同側腕で行った実験 I においては明確な一側優位性はみられなかった。しかし、基準運動と再生運動を互いに反対側の腕で行った実験 II では、2 倍の大きさの再生運動において左腕の再生誤差 (CE) が右腕の再生誤差よりも小さく、一側優位性を示した。

実験 I, II の結果から腕ポジショニング課題における一側優位性に影響する要因の一つとして、半球間情報伝達の方向性の違いが示唆された。

引 用 文 献

- Bowers, D., and Heilman, K. M. 1980 Pseudoneglect: Effects of hemispace on a tactile line bisection task. *Neuropsychologia*, 18, 491-498.
- Bradshaw, J. L., Bradshaw, J. A., and Nettleton, N. C. 1989 Direction and location of movement in kinesthetic judgements of extent. *Neuropsychologia*, 27, 1139-1151.
- Bradshaw, J. L., Nathan, G., Nettleton, N. C., Wilson, L., and Pierson, J. 1987 Why is there a left side

- underestimation in rod bisection?. *Neuropsychologia*, 25, (4), 735-738.
- Bradshaw, J. L., Nettleton, N. C., Nathan, G., and Wilson, L. 1983 Head and body space to left and right, front and rear— II. Visuotactual and kinesthetic studies and left-side underestimation. *Neuropsychologia*, 21 (5), 475-486.
- Bradshaw, J. L., Nettleton, N. C., Nathan, G., and Wilson, L. 1985 Bisecting rods and lines: Effects of horizontal and vertical posture on left-side underestimation by normal subjects. *Neuropsychologia*, 23, 421-425.
- Brinkman, J., and Kuypers, H. G. J. M. 1972 Splitbrain monkeys: Cerebral control of ipsilateral and contralateral arm, hand, and finger movements. *Science*, 176, 536-539.
- Brinkman, J., and Kuypers, H. G. J. M. 1973 Cerebral control of contralateral and ipsilateral arm, hand and finger movements in the split-brain rhesus monkey. *Brain*, 96, 653-674.
- Bryden, M. P. 1982 *Laterality: Functional asymmetry in the intact brain*. New York: Academic Press.
- Carnahan, H., and Elliott, D. 1987 Pedal asymmetry in the reproduction of spatial locations. *Cortex*, 23, 157-159.
- Colley, A. 1984 Spatial location judgements by right and left-handers. *Cortex*, 20, 47-53.
- Cook, N. D. 1986 *The brain code: Mechanisms of information transfer and the role of the corpus callosum*. New York: Methuen.
- Edwards, J. M., and Elliott, D. 1987 Effect of unimanual training on contralateral motor overflow in children and adults. *Developmental Neuropsychology*, 3 (3 & 4), 299-309.
- Elliott, D. 1985 Manual asymmetries in the performance of sequential movement by adolescents and adults with Down syndrome. *American Journal of Mental Deficiency*, 90 (1), 90-97.
- Fujioka, T. 1989 On the lateral dominance in locus exploration human motor space. *Japanese Psychological Research*, 31 (2), 92-96.
- Gazzaniga, M. S., and LeDoux, J. E. 1978 *The integrated mind*. New York: Plenum. (ガザニガ・レドゥー 柏原恵龍 他訳 1980 二つの脳と一つの心: 左右の半球と認知 ミネルヴァ書房)
- Guiard, Y., Diaz, G., and Beaubaton, D. 1983 Left-hand advantage in right-handers for spatial constant error: Preliminary evidence in a unimanual ballistic aimed movement. *Neuropsychologia*, 21 (1), 111-115.
- 八田 武志 1982 大脳半球機能差に関する研究 風間書房
- 八田 武志 1984 右脳・左脳の心理学 有斐閣
- 八田 武志・中塚善次郎 1975 きき手テスト作成の試み 大野晋一(編) 25年のあゆみ 大西憲明教授退官記念論文集 大阪市立大学, 224-247.
- Haude, R. H., Morrow-Tlucak, M., Fox, D. M., and Pickard, K. B. 1987 Differential visual field-interhemispheric transfer: Can it explain sex and handedness differences in lateralization? *Perceptual and Motor Skills*, 65, 423-429.
- 今中 国泰 1986 運動の短期記憶における位置と距離の相互作用—受動的運動における動作肢の左右差からの検討—, *スポーツ心理学研究*, 13(1), 123-125.
- Ingram, D. 1975 Motor asymmetries in young children. *Neuropsychologia*, 13, 95-102.
- Kimura, D. 1969 Spatial localization in left and right visual fields. *Canadian Journal of Psychology*, 23, 445-458.

- Kimura, D. 1977 Acquisition of a motor skill after left-hemisphere damage. *Brain*, 100, 527-542.
- Kimura, D. and Archibald, Y. 1974 Motor functions of the left hemisphere. *Brain*, 97, 337-350.
- Kimura, D. and Vanderwolf, C. H. 1970 The relation between hand preference and the performance of individual finger movements by left and right hands. *Brain*, 93, 769-774.
- Kinsbourne, M. 1978 Biological determinants of functional bisymmetry and asymmetry. In M.Kinsbourne (Ed.), *Asymmetrical function of the brain*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kurian, G., Sharma, N. K., and Santhakumari, K. 1989 Left-arm dominance in active positioning. *Perceptual and Motor Skills*, 68, 1312-1314.
- Lomas, J., and Kimura, D. 1976 Intrahemispheric interaction between speaking and sequential manual activity. *Neuropsychologia*, 14, 23-33.
- Mayers, R. E., and Sperry, R. W. 1953 Interocular transfer of a visual form discrimination habit in cats after section of the optic chiasma and corpus callosum. *Anatomical Record*, 115, 351.
- Nachshon, I., and Carmon, A. 1975 Hand preference in sequential and spatial discrimination tasks. *Cortex*, 11, 123-131.
- Nishizawa, S. 1987 Handedness (II) : Laterality of spatial and weight discrimination guided by kinesthesia. *Memoria, Seitoku Junior College of Nutrition*, 18, 53-57.
- Nishizawa, S., and Saslow, C. A. 1987 Lateralization of kinesthetically guided spatial perception. *Cortex*, 23, 485-494.
- Roy, E. A., and MacKenzie, C. 1978 Handedness effects in kinesthetic spatial location judgements. *Cortex*, 14, 250-258.
- 坂野 登 1986 神経心理学 新読書社
- Semmes, J. 1968 Hemispheric specialization: a possible clue to mechanism. *Neuropsychologia*, 6, 11-26.
- Taylor, H. G., and Heilman, K. M. 1980 Left-hemisphere motor dominance in righthanders. *Cortex*, 16, 587-603.
- Todor, J. I., and Kyprie, P. M. 1980 Hand differences in the rate and variability of rapid tapping. *Journal of Motor Behavior*, 12 (1), 57-62.
- Todor, J. I., Kyprie, P. M., and Price, H. L. 1982 Lateral asymmetries in arm, wrist and finger movements. *Cortex*, 18, 515-523.
- 安丸 廣 1981 幼児の手指操作における機能的左右非対称性 心理学研究 52(3), 145-151.
- Wyke, M. 1966 Postural arm drift associated with brain lesions in man. *Archives of Neurology*, 15, 329-334.
- Wyke, M. 1967 Effect of brain lesions on the rapidity of arm movement. *Neurology*, 17, 1113-1120.
- Wyke, M. 1968 The effect of brain lesions in the performance of an arm-hand precision task. *Neuropsychologia*, 6, 125-134.
- Wyke, M. 1971 The effects of brain lesions on the learning performance of bimanual co-ordination task. *Cortex*, 7, 59-72.