

幼児の調整能について (II)

渋谷 梢

はじめに

ヒトが身体を動かすとき、その動きを調整して、目的に応じた動作をおこなうためには、筋肉が適切な時期に、適度な量だけ収縮されねばならない。これらの筋肉の収縮は、大脳皮質によってプログラミングされ、そのインパルスが効果器である筋肉に伝えられることによっておこなわれる。またヒトは、自分の動作によって生じたところのパフォーマンスの結果を認知することによって、その情報が中枢にフィードバックされて、次の動作に影響を受ける。これらの動作の調整、すなわち大脳皮質におけるプログラミングが、幼児においてどの程度うまくできるかについて、至近距離への投動作から、成人と比較し検討しようとするものである。

先年度の紀要において、繰返し一定の動作を反復させた場合に、いかに動作のプログラミングが調整されていくかについて報告したので、今年度は、調整能を目標線からの上下及び左右の誤差という点から考察を試みた。

実験方法

被検者の直立した足先から成人では 1.5m、幼児では 1.2 m の位置に床と垂直に板を置く。上下に関する誤差測定の際には、この板に床と平行に目標線をひく。成人では床から 60 cm、幼児では 40 cm の高さとした。左右に関する誤差測定には、床に対して垂線をひき、それを目標線とした。これらの目標線に向かって、被検者は体側に腕を下げ、右手にもったゴルフボールを押し出すように下手で放して、目標線に適中するように動作をおこなう。その時の誤差量を測定するもので、目標線上に適中した場合が誤差 0 である。誤差は 1 cm 単位で、デジタル記録計によって計測した。この目標線上 0 に対する誤差量として、自分のパフォーマンスを視覚によって認知し、次の動作を調整することのできるように、20回連続して測定動作を試行させた。上下に関する誤差と、左右に関する誤差を分けて測定したため、被検者 1 名の試行は 20回

ずつ 2 度おこなっている。

被検者は、柏市内くりの木幼稚園 (6~7 才) 男女 56 名と、女子短大生 60 名である。

結果と考察

実験において、おこなわせた動作は、いわゆるボール投げ動作とは異り、ごく近くの距離に設置された目標線に対してボールを当てるように努力する過程における、神経系のプログラミングの変更という点から検討しようとするものである。前号にも述べたように、本実験は、知覚、中枢、運動神経という、神経系統の発達による調整能をみようとするものであるから、幼児における性差は考慮していない。

目標線に対してボールを投げた場合に、予定された適中する筈の動作が、実際にはどの程度の誤差を生じさせたかということ、被検者自身が、パフォーマンスの結果として知り、その情報が視覚から中枢に伝えられると共に、その時の筋感覚の興奮量の情報がフィードバックされて、次の動作の修正、すなわち大脳皮質におけるプログラミングの変更がおこなわれ、順次目標達成により良い動作となるように、調整されていくのである。

グラフ中において、上下の誤差については、上方を (+)、下方を (-) とし、左右の誤差については左側を (L)、右側を (R) として表わす。また成人は ○印及び (A)、幼児は ●印及び (C) として表わす。

測定誤差全部を成人と幼児のグループ別に度数分布で表わし、測定動作が被検者に正しく理解されているかどうかをみたものが図 1-a 及び図 1-b である。誤差量について 0 を中心に 3 cm 間隔に区切って頻度を集計し、全動作回数に対する百分率で示してある。すなわち 0 という値のところは、目標線に適中したものだけでなく ± 1 cm を含んでいる。

1-a 図は目標線に対する上下の誤差についてみたもので、x 軸の左側 (-) が目標線の下に関する誤差量を示し、右側 (+) が上に関する誤差量を示している。1-b 図は目標線に対する左右の誤差についてみたもので、x

軸左側(L)が左の誤差量で、右側(R)が右の誤差量である。これらの図から幼児、成人とも、上下に関する誤差、左右に関する誤差に関して、0を中心に正規分布しており、測定動作が、実験の条件に充分なものであったものであることがわかる。また幼児でも6才になると、上下に対する調整能も、左右に対する調整能もかなり発達していることがうかがわれる。特に、左右においては、成人と類似のパターンを示しており、誤差量もかなり接近しているようである。

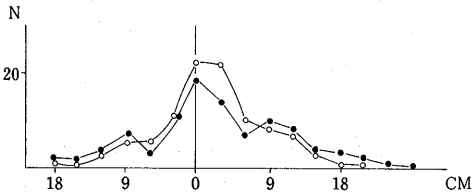


図 1-a

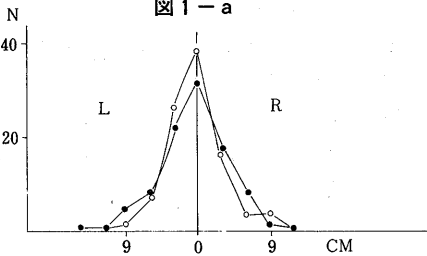


図 1-b

床と平行な目標線に対する上下の誤差量についてみたものが図 2-a である。(+)誤差の平均と(-)誤差の平均と、単純平均誤差を試行回数にしたがって図示してある。x 軸が 1~20 回の試行順序で、y 軸が誤差量である。点線はそれぞれ述べ誤差量の平均である。(-)誤差は幼児の方が成人に比してや、大きいのが、その差は僅かである。(+)誤差は幼児と成人では、その差が明瞭である。したがって、(+)誤差量の相違が大きいため、幼児の誤差の平均(M)が、(+)誤差に大きくひき上げられる結果となっている。上下の誤差量の差を平均値でみると、成人では+1.2cmで、幼児では+2.7cmであり、幼児は、(-)誤差より(+)誤差が大きく出る傾向が強いことを示している。このことから、幼児では中枢のプログラミングが効果器である筋に伝達される間に、予定された動作から僅かに遅れてしまうことが多いものと考えられる。すなわち、ボールを手放す瞬間がより大きく遅れ易いのではないであろうか。平均値からみると、やはり成人では試行順序が進むにつれて、幼児との差は大きくなり、目標線に近くなる。これは、測定動作に慣れてくるにしたがい、試行錯誤の結果として、成人では徐々に調整が

うまくおこなわれてくることを示している。

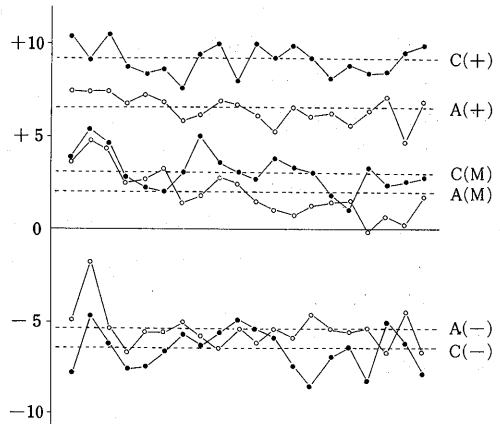


図 2-a

床と垂直な目標線に対する左右の誤差量についてみたのが図 2-b である。左側の誤差値の平均と右側の誤差値の平均、及び全誤差量の平均を試行回数にしたがって図示してある。x 軸が誤差量で、y 軸が上から 1~20 回の試行順序である。点線はそれぞれ述べ誤差量の平均である。平均値でみると幼児と成人の差は僅かである。右側の誤差量も、幼児と成人との差は僅かであるが、左側の誤差量では、幼児が成人に比して誤差量の大きいことが示されている。前に述べたように右手投げで試行しているため、動作を修正しようとするとき、そのプログラミングが過度におこなわれる傾向が強く、大きな誤差値が出現することが多いようである。これらの図から、上下に対する調整よりも左右に対する調整の方が、より容易な動作であることがわかる。

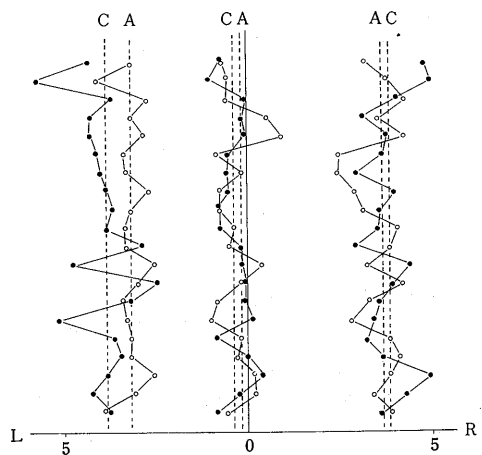


図 2-b

上下の誤差の試行毎出現率を示したのが、図3-aである。左が幼児、右が成人である。出現率において、両者に特に相違はみられず、目標線より上にずれる傾向がはるかに大きいことは共通しており、成人でもボールを放す瞬間が遅れ易いことがわかる。図3-bは左右誤差の出現率を示したものである。上が幼児、下が成人である。この図によっても幼児と成人の相違はほとんどみられない。誤差値については、左側誤差が幼児では大きい傾向が示されたが、出現率においては成人との差はみられない。幼児、成人ともに左側の出現率がより高いことは共通しており、やはりボールを放す瞬間が遅れる傾向の強いことがわかる。

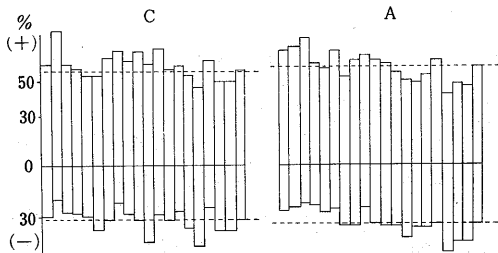


図3-a

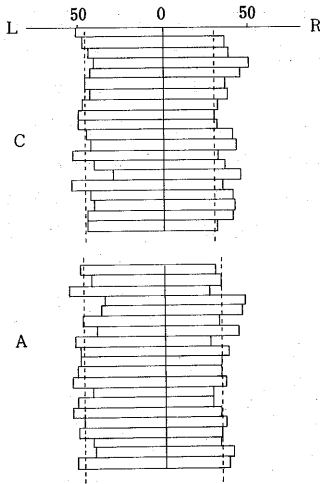


図3-b

次に誤差頻度を全試行数に対する百分率でみると、+誤差では成人58.2%，幼児56.7%（図中点線）で、誤差量としては幼児は大きな値をしめすが、出現頻度は成人とあまりかわりない。これは幼児でもかなり調整能が発達してきており、フィードバックされた情報によって次の動作が成人と同様に影響を受けているものと考えら

れる。-誤差では、成人33.7%，幼児31.8%で、やはり幼児の方が出現頻度は僅かに少ない。目標線上に適中する率は成人8.2%，幼児11.5%で幼児の方が高い値を示すが、度数分布図でみたように、±1cmの誤差範囲を適中の許容量としてみると、成人の方が多くなり、かならずしも幼児の方が優れているとはいえない。右側誤差では成人47.8%，幼児45.7%であり、やはり幼児の方が成人にくらべて僅かに少ない。右側誤差では成人33.8%，幼児37.7%であり、幼児が初めて成人よりも大きな割合をしめている。これは、成人では目標線より右側でボールが準備されているという意識が強く働き、プログラミングの際に左側に片寄せることがより多いものと考えられる。

上下と左右の因子を併せて、個人別、試行順序別に分散をみた。図4-aは個人別に誤差量の平均値をプロットして、その分散をみたものである。x軸が左右、y軸が上下の誤差量である。両因子の相関はみとめられないが、成人は原点近くに多く集中している。しかし幼児でも成人並みの誤差量しか出さないものもかなり存在する。ただ幼児では、上に対する誤差量が非常に多く、このあたりに幼児の調整能の未熟さがうかがわれる。

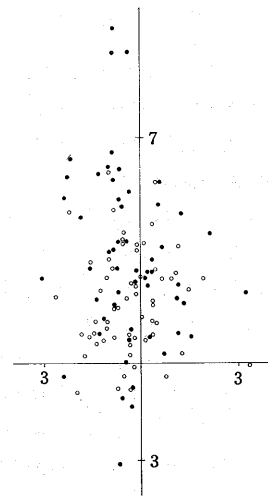


図4-a

図4-bは試行順序別に分散をみたものである。やはり上下左右の因子に対する相関はみられず、分散はかなりy軸に集約されてくる。この図からも平均値では幼児と成人の調整能の差は少ないが、上下にはかなり差があ

る。上下に対する動作調整は、左右にくらべて難しい課題であることがわかる。効果器であるところの筋肉を大きく使うスポーツの基礎動作、例えば走る、跳ぶ、投げるなどでは、幼児と成人のパフォーマンスの差は非常に大きい。神経系のプログラミングにおける調整能においては、その相違はかなり小さいものであり、神経系の発達が筋力の発達に先行しておこなわれていることが立証された。

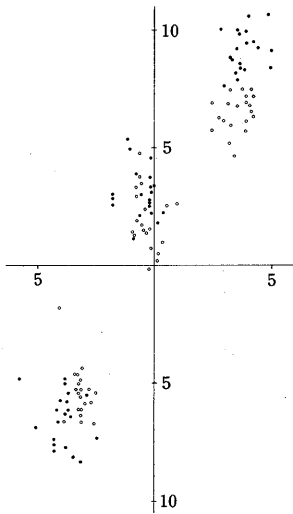


図4-b

まとめ

目標線に対する投動作から、被検者がパフォーマンスの結果を知覚し、次々と動作の調整をしていく過程を神経系を中心に検討し、次のような結果を得た。

- 1) 上下に対する調整能についてみると、(-)誤差では幼児と成人との相違は僅かであるが、(+)誤差では幼児の方がはるかに大きな値を出しやすい。また出現率では、幼児も成人も共に(+)誤差が多く、目的に合致した動作よりも中枢のプログラミングから運動神経系を通る間に僅かに遅れる傾向がある。
- 2) 左右に対する調整能についてみると、全体としては相違は少なく、出現率でも特に相違はみられないが、幼児では左側に大きい値の出ることが多く、遅れの傾向がみられる。
- 3) 左右に対する調整能は、上下に対する調整能よりも優れている。また幼児では、左右に対する調整能は成人に近いパターンを示すが、上下ではその相違がより大き

く、左右に対する調整能の方が、より早く発達するものと考えられる。

4) 筋力を要する運動能力テストでは、幼児と成人との能力差は顕著であるが、筋肉の係りがごく少ない動作において神経系の調整能からみても、その相違は少なく、神経系の発達が、筋力の発達に先行していることがわかる。

参考文献

- 1) 筋力の調整能力について：倉田博，馬詰良樹，柳本昭人，森下芳郎，山本直道（体力科学，1970. Vol. 19, No.1.2）
- 2) 跳躍動作の調整：川原ゆり（体力科学，1973. Vol. 22, No.3）
- 3) 四肢動作にみられる協応能の発達：渡辺俊男（体力科学，1976. Vol. 25, No.3）
- 4) 上肢の動きにおける調節の仕方からみた巧緻性：渡辺俊男（1975. スポーツ科学研究所報告）
- 5) 折り返し走からみた幼児，児童の調整能の発達：川原ゆり，富田玲子，渋谷梢，渡辺俊男（学校保健研究第23巻7号，1981）