

# 自己動作の認知

渋谷 梢

## I はじめに

調整能の発達は、予測を含めた中枢神経系の発達や、末梢の神経一筋の協応能の発達にかかわっている。目的に応じた動作を発現するためには、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。一つの動作が目的に合致しているかどうかの認知は、なされたパフォーマンスによるだけでなく、その動作が遂行されている際の筋感覚や視覚、聴覚など感覚器からの情報のフィードバックによってもなされるものである。また先行する動作は、次に発現する動作に影響を与え、その結果中枢内の動作プログラミングに変更がなされて、目的に合致し得るよう動作に修正が加えられる。自己の動作に関する情報のフィードバックが次の動作のプログラミングに影響を与えて行くことによって、学習が行われていくわけである。こうした動作の認知が、児童期にいかなる様相で発達していくか、動作量の誤差を手がかりとして随意運動のメカニズムについて考察しようとした。

## II 測定方法

本実験での測定投動作とは、いわゆるボール投げの投球動作を対象としたものではなく、ごく単純な神経一筋活動のプログラム変更を対象としたものである。

被検者は、足先から1mに設置した目標線に向かって立ち、体側に腕を下げてボールを持

つ。そのまま腕をバックスイングをしないで前方に押し出すように下手投げで目標線に向かってボールを放す。ボールはゴルフボールを用い、着点はデジタル計測板で1cm間隔で測定した。

前述の動作を、1) 開眼で目標線を見て動作をし、そのパフォーマンスを確認できる場合。2) 目標線を前もって確認した後に閉眼で動作をし、その時の誤差量を測定者が教示する場合。3) 閉眼動作で教示をしない場合の3通りの方法で行った。いずれの方法も右手と左手を交互に行わせ、フィードバックの影響が直接に現われにくいよう配慮した。なお考察にあたっては、右手のみについて検討した。また試行順序の影響を少なくするため、3方法を5回ずつに分けて配し、各10回ずつ測定し数値を得た。

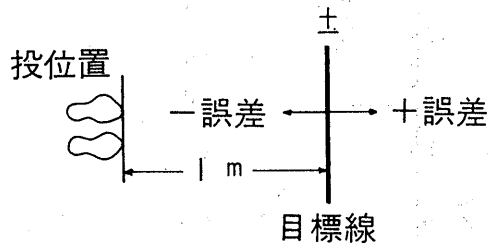


図1 測定方法

図1に示すように目標線からの誤差について、大きすぎた場合を+誤差とし、小さすぎた場合を-誤差とし、目標線上に適合した場合を±とした。さらに、被検者は、ボールを手から放すと同時にその動作について自己評価することとした。自分が今の動作では「大

きすぎた」と評価したものを⊕, 「ちょうど良い」と評価したものを⊙, 「小さい」と評価したものを⊖とした。

被検者は7才, 9才, 11才の女子各20名と, 20才の成人女子20名である。

### Ⅲ 結果と考察

目標線上に適合したとする範囲は, 0を中心に±1 cmとした。

表1および図2は, 目標線からの誤差量とその頻度についてみたものである。2-aは+誤差と-誤差とに分けてその平均値を示したものである。2-bは+誤差の出現頻度と-誤差の出現頻度について全動作に対する割合としてみたものである。2-cは全体の誤差について算術平均したものである。適合率についてみると, 開眼動作であっても各年令

とも低く, 目標線に対して正確にボールを投げようとする動作のプログラムは, かなり難しいものであることが推測される。

開眼動作ではいずれの年令についても+誤差の平均値は-誤差の平均値よりも大きい。児童期には年令が進むにつれて誤差量は減少するが, とくに-誤差についてその傾向が顕著である。誤差量について開眼時と閉眼時をくらべてみると, 各年令とも閉眼時では抑制的になる。成人では開眼でも児童に比べて抑制傾向が強い。閉眼で動作する場合にその動作に対するパフォーマンスについて情報が伝えられない「教示なし」の場合では, 「教示あり」に比べてより抑制が強くなる。このことは各年令とも共通している。誤差頻度からみると, 開眼時では+誤差出現率は-誤差出現率よりも各年令とも多いことが分る。これに反し閉眼動作の場合は, 誤差の教示が

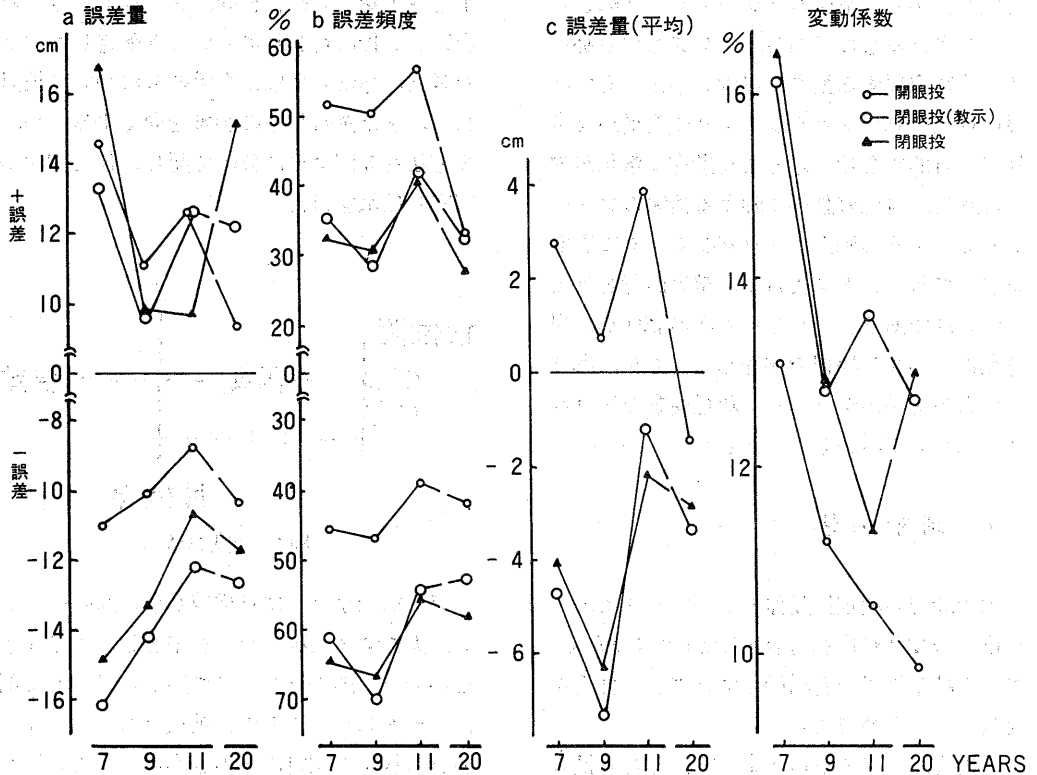


図2

自己動作の認知

表1 目標線からの誤差量とその頻度

表2 動作誤差に対する評価の適合性 (%)

			+ 誤差			適合			- 誤差			適合評価				過少評価				過大評価														
			n		誤差量	n		%		n		%		±⊕	+⊕	-⊖	計	+⊕	±⊖	+⊖	計	±⊕	-⊖	-⊕	計									
			n	%	誤差量	n	%	n	%	誤差量	±⊕	+⊕	-⊖	計	+⊕	±⊖	+⊖	計	±⊕	-⊖	-⊕	計												
開眼	7才	右	80	52.3	14.5	4	2.6	69	45.1	10.9	2.0	37.7	24.2	63.9	13.7	0.7	0.7	15.1	0.0	15.7	15.7	20.9	2.0	34.0	31.4	68.0	6.5	0.7	3.3	10.5	0.0	12.4	12.4	21.6
		左	68	44.4	14.7	4	2.6	81	52.9	12.4	2.0	34.0	31.4	68.0	6.5	0.7	3.3	10.5	0.0	12.4	12.4	21.6	2.0	34.0	31.4	68.0	6.5	0.7	3.3	10.5	0.0	12.4	12.4	21.6
9才	右	右	82	50.6	11.0	4	2.5	76	46.9	10.1	3.1	39.5	30.9	73.5	7.4	0.0	3.1	10.5	0.0	9.9	9.9	16.1	3.1	42.6	27.8	72.3	8.0	2.5	3.1	13.6	1.9	6.8	6.8	14.3
		左	87	53.7	12.3	10	6.2	65	40.1	10.7	1.9	42.6	27.8	72.3	8.0	2.5	3.1	13.6	1.9	6.8	6.8	14.3	1.9	42.6	27.8	72.3	8.0	2.5	3.1	13.6	1.9	6.8	6.8	14.3
11才	右	右	98	57.3	12.7	5	2.9	68	39.8	8.8	1.2	35.7	14.0	50.9	15.8	1.2	5.8	22.8	0.6	18.7	18.7	26.3	1.2	31.6	19.9	51.5	18.7	0.6	8.8	28.1	0.0	14.0	14.0	20.4
		左	101	59.1	13.4	1	0.6	69	40.4	8.7	0.0	31.6	19.9	51.5	18.7	0.6	8.8	28.1	0.0	14.0	14.0	20.4	0.0	31.6	19.9	51.5	18.7	0.6	8.8	28.1	0.0	14.0	14.0	20.4
閉眼投	7才	右	66	35.9	13.4	5	2.9	104	61.2	16.2	0.0	21.8	30.0	51.8	7.1	1.8	7.1	16.0	1.2	16.5	16.5	33.0	1.2	27.1	34.7	63.0	5.3	1.2	5.3	27.8	2.4	11.8	11.8	25.4
		左	64	37.7	15.3	8	4.7	98	57.7	16.2	1.2	27.1	34.7	63.0	5.3	1.2	5.3	27.8	2.4	11.8	11.8	25.4	1.2	27.1	34.7	63.0	5.3	1.2	5.3	27.8	2.4	11.8	11.8	25.4
9才	右	右	52	28.9	9.5	2	1.1	126	70.0	14.3	0.6	20.6	34.4	55.6	5.0	0.7	3.3	8.3	0.6	10.6	10.6	36.2	0.6	20.6	35.0	63.4	2.8	1.7	3.3	7.8	1.1	7.8	7.8	28.9
		左	61	33.9	10.8	6	3.3	113	62.8	13.2	0.6	27.8	35.0	63.4	2.8	1.7	3.3	7.8	1.1	7.8	7.8	28.9	0.6	27.8	35.0	63.4	2.8	1.7	3.3	7.8	1.1	7.8	7.8	28.9
11才	右	右	80	42.1	12.7	7	3.7	103	54.2	12.1	1.6	23.7	26.3	51.6	10.5	1.7	7.9	19.5	1.1	11.6	11.6	28.5	1.1	23.2	26.3	50.6	13.2	1.1	10.5	24.8	1.1	13.2	13.2	25.4
		左	87	45.7	13.8	6	3.2	97	51.1	12.3	1.1	23.2	26.3	50.6	13.2	1.1	10.5	24.8	1.1	13.2	13.2	25.4	1.1	23.2	26.3	50.6	13.2	1.1	10.5	24.8	1.1	13.2	13.2	25.4
開眼	7才	右	57	33.5	16.8	4	2.4	109	64.1	14.9	0.6	22.4	31.8	54.8	7.1	0.6	4.1	11.8	1.2	18.8	18.8	33.5	1.2	26.5	35.9	63.6	5.3	0.0	5.9	11.2	1.2	11.8	11.8	24.8
		左	64	37.6	15.1	4	2.4	102	60.0	14.8	1.2	26.5	35.9	63.6	5.3	0.0	5.9	11.2	1.2	11.8	11.8	24.8	1.2	26.5	35.9	63.6	5.3	0.0	5.9	11.2	1.2	11.8	11.8	24.8
9才	右	右	55	30.6	9.6	4	2.2	121	67.2	13.4	0.6	17.8	40.0	58.4	3.3	0.0	9.4	12.7	1.7	12.2	12.2	28.9	0.6	33.9	31.1	65.6	2.2	0.0	6.1	8.3	2.2	8.9	8.9	26.1
		左	76	42.2	11.5	5	2.8	92	51.1	13.7	0.6	33.9	31.1	65.6	2.2	0.0	6.1	8.3	2.2	8.9	8.9	26.1	0.6	33.9	31.1	65.6	2.2	0.0	6.1	8.3	2.2	8.9	8.9	26.1
11才	右	右	78	41.1	9.5	6	3.2	106	55.8	10.5	2.1	25.8	21.1	49.0	6.8	1.1	8.4	16.3	0.0	17.4	17.4	34.8	2.1	22.1	30.5	56.3	14.7	1.1	4.7	19.9	1.1	11.6	11.6	23.2
		左	79	41.6	11.6	11	5.8	100	52.6	12.7	3.7	22.1	30.5	56.3	14.7	1.1	4.7	19.9	1.1	11.6	11.6	23.2	3.7	22.1	30.5	56.3	14.7	1.1	4.7	19.9	1.1	11.6	11.6	23.2

あるなしにかかわらず、+誤差の頻度が減少し、-誤差の頻度が増加している。これからも閉眼動作の抑制傾向の強さが分る。平均値からみると、開眼動作と閉眼動作との差異は

明確になる。各動作とも9才で最も抑制的になり、12才で再び開放的になった後、再び成人になると抑制的になる。成人では各動作間の差異が児童にくらべて非常に小さい。2-

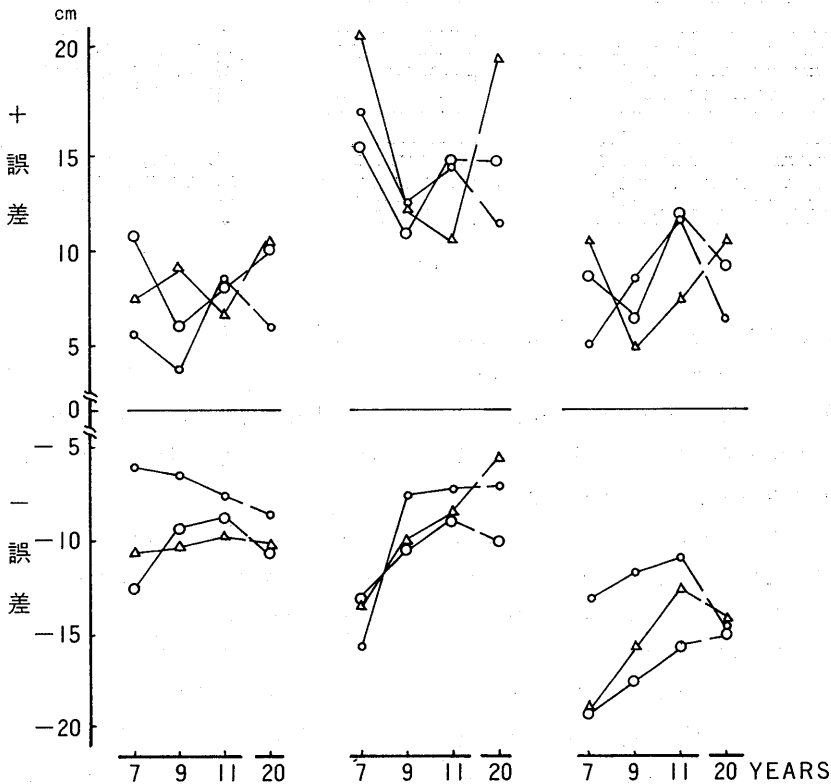


図3

d 図の変動係数からみると、開眼動作では加令と共に変動係数が減少し、視覚からのフィードバックによって脳内でのプログラムが安定して行われることが分る。閉眼動作では、教示の有無にかかわらず、各年令とも変動が大きく、閉眼時の動作の調整は、筋感覚のみに頼ることになり成人にとっても難しいものとなっている。

図3および表2は、動作誤差に対する自己評価についてみたものである。図3は評価別にその誤差量の平均値をグラフにしたものである。うまくいったと自己評価された⊕群でも実測値でみるとかなり大きく+と-に分布

していることが分る。大きすぎたと評価した場合でも実測値はかなりマイナスの場合も多い。特に7才児ではこの傾向が強い。表2は動差誤差に対する評価の適合性をみるために、評価別に出現頻度を全体からの割合としてみたものである。自己の動作を正しく評価できた適合評価⊕群の場合は50~70%が正しく評価し9才児の適合率が高い。11才児ではさらにうまくやろうとする欲がでてくるためか再び低くなっている。動作に対して過少に評価する場合よりも過大であると評価する場合が多く、実際のパフォーマンスに対して意識は抑制的であることが分る。

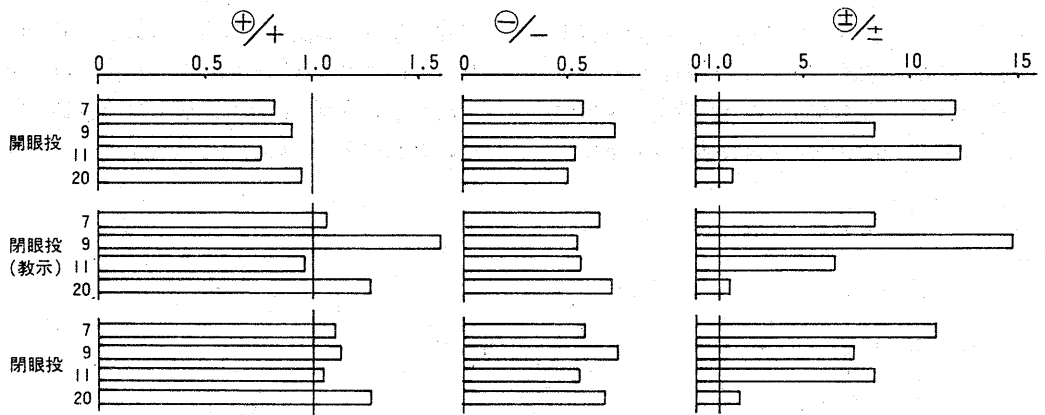


図4

図4は、表2の誤差についていかなる評価がくだされたかを割合として図示したものである。閉眼動作では+誤差を出した動作についても⊖評価する場合がかなり多い。ここでも開眼より閉眼の場合に抑制が強くなることわかる。適中した場合については、表2にみるように例数が非常に少いののでいきるのは難しいが、7才児では過少評価する傾向がやや強い。これは抑制が弱いことから、もっと大きく投げるべきであったと考えるものと推察される。9才では開眼動作、閉眼動作ともに適合性を信頼して⊕評価をしている。11才になると⊕評価が多くなり、抑制が強くな

ってくる。成人になるとさらにこの傾向が強くなってくる。-誤差についてみると、⊕評価をする場合もかなり多くあり、やはり自己の動作を大きく投げすぎたと判断する抑制傾向がある。

図5は3種類の動作について、実際のパフォーマンスの値と自己評価がいかに適合しているかをみたものである。すなわち1.0に近いものが適合性の強い動作ということになる。⊕評価での適合率をみると、開眼動作の場合、児童では実際値が大きくても、過大であると評価する率が少い。閉眼投の場合では実際値が+でないのに⊕と評価する割合が多

自己動作の認知

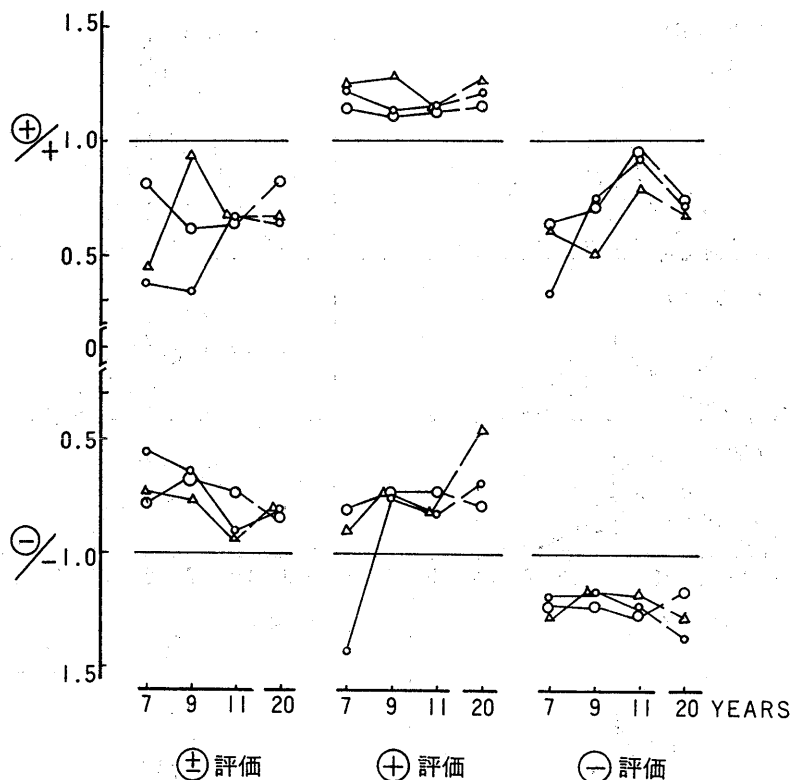


図5

くなり、抑制が強くなっていることが分る。  
 ⊖評価での適合率についてみると、開眼閉眼ともいずれの年齢においても過少動作であるにもかかわらず⊖評価とせず、⊕あるいは⊕と判断しており、ここでも抑制の強いことが分る。⊕評価の場合には、±1cm未満の範囲が適中であるから、実際値がこの範囲に入っていないとも動作のプログラムとしては丁度よいと自信をもって判断しているものである。9才閉眼教示動作では適合していない動作を適合していると判断する割合が多い。9才では、自己の調整力は7才11才より適確でありながら、閉眼するとくずれてしまう。他の実験でも経験しているように不確実な時期ということが分る。成人になると適合評価のグラフにみるように、各動作とも1.0に近く、自己の動作に対する調整力がより発達していることが解る。

図6は年齢による誤差分布の相違をみるために投動作別度数分布を示したものである。開眼投げでは児童期でも⊕評価は各年齢とも0を中心とする正規分布を示している。また⊕評価は+方向に、⊖評価は-方向に中心を移して正規分布している。ただし7才児ではやや乱れている。閉眼動作になると教示のあるなしにかかわらず各評価とも乱れる。特に9才児では著しくこの時期動作調整が難しい時期であることは、これまでの著者らの実験とも一致する。成人では各評価とも0を中心として分布している。教示のあるなしについて比較してみると、児童では教示のない方が安定している傾向がみられる。このことは余計な口出しは動作プログラミングをむしろ混乱させて逆効果となることがあることを示唆している。

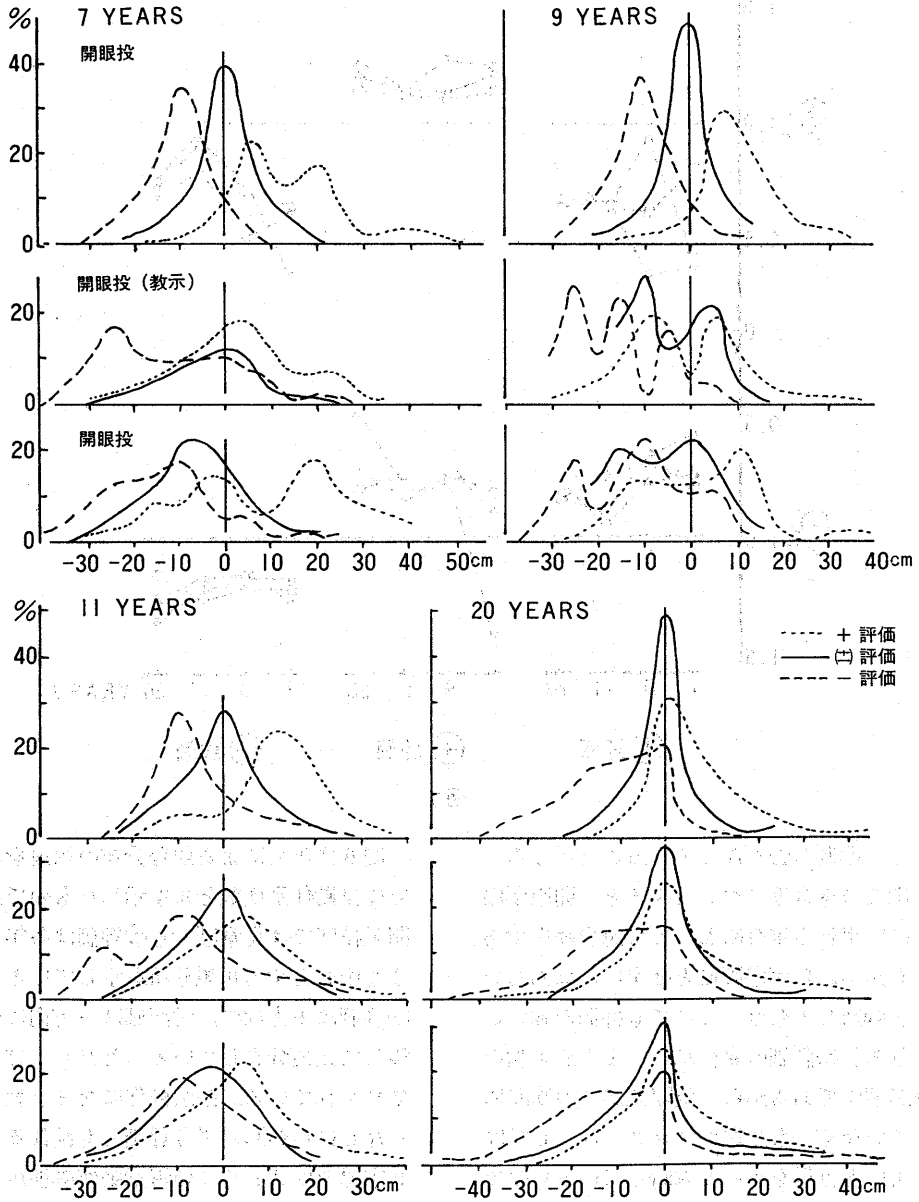


図 6

表 3 開眼投・閉眼投(教示)・閉眼投の相関々係

AGE	D.F	開眼投・閉眼投 (教示)	開眼投・閉眼投	閉眼投・閉眼投 (教示)
7	15	0.206	0.341	0.420
9	16	0.375	0.407*	0.545*
11	17	0.524*	0.256	0.620**
20	40	0.309*	0.447*	0.543**

\* P < 0.05

\*\* P < 0.01

表 3 はそれぞれの投法の間に関連性をみるために相関をみたものである。7才では各動作の間に相関々係がみとめられないが、9才になると前に述べたようにプログラムに混迷しながらも開眼投げと閉眼投げ、閉眼投げと閉眼教示投げに 5% 水準で相関がみとめられる。11才では開眼投げと閉眼教示投げに 5%

水準で、閉眼投げと閉眼教示投げに1%水準で相関がみとめられる。成人になると、全ての動作間に相関がみとめられるようになる。このように条件の違う動作間に低年齢では脳内プログラミングが別のものとして行われているが、年齢がすすむにつれて相関が高くなり、脳内プログラミングが安定してくることが分る。

#### IV ま と め

- 1) 加齢につれて、動作の抑制傾向が強くなる。
- 2) 閉眼での動作は開眼の時よりも抑制が強くなる。特にパフォーマンスを知らされないような場合にはその傾向が強い。
- 3) 児童ではパフォーマンスと自分の動作感覚との相違がかなり大きくみられるが、成人になると正確になってくる。
- 4) 9才児期では、7才児期より動作調整が難しくなる。
- 5) 低年齢では同じような動作でも違った条件が付加されることによって動作プログラムに影響を受けやすい。
- 6) 聴覚からの情報は成人にとっては動作プログラミングにより影響を与えるが、低年齢ではむしろ混乱させて逆効果になることがあることが示唆された。

#### 参考文献

- 1) 脊髄機能と単純反応時間：笠井達哉，矢作晋，スポーツ心理学研究5，7—13（1978）
- 2) 二重刺激による単純反応時間の変動性：矢作晋，笠井達哉，米田浩，スポーツ心理学研究6，1—7（1979）
- 3) 折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，23—7（1981）

- 4) 予告刺激の反応動作に及ぼす影響：川原ゆり，渡辺俊男，体力科学32，25—31（1983）
- 5) 児童における動作予測の発達：川原ゆり，渋谷梢，富田玲子，学校保健研究，26—7（1984）