

幼児における動作の発達に関する研究〔Ⅲ〕

一 反 応 時

渋谷 梢

はじめに

反応時は、一定の感覚刺激を与えてから、随意運動を開始するまでの時間であり、神経系と筋肉系に要する時間が含まれており、その動作回路は非常に複雑である。これまでに反応時の研究は数多く報告されているが、幼児の動作についての発達をみていくとき、その神経系統について考察するため、敏捷性を決定するうえに、重要な因子となる反応時を用いて、縦断的に測定を行うこととした。ここでは、幼児期の加齢にともなって、神経系と筋肉系の伝達速度がどのように変化するであろうかということについて、単純反応時を測定することによって得に結果を報告する。

方法と手順

測定 1

反応時の測定は、ヤガミ製デジタル反応時測定器を用いた。測定可能の最短時間単位は1/1000秒である。

被検者が光刺激を認めたとき、スイッチを押すもので、最も単純な反応動作であり、スイッチ動作時間の差は、無視できるものと考えられる。

被検者が幼児であることから、心理的な集中力という点を考えて、10回試行を1セットとして、6セット、合計60回試行させた。各試行の間隔は、無作為に2～4秒間である。また各セットの間隔は、1分間である。各セットの最初には「用意」の指示を与えて、被検者が光刺激を集中して待つようにした。

被検者Mについては、4才1ヶ月から7才7ヶ月までの期間中に5回測定した。被検者Rについては、2才11ヶ月から6才6ヶ月までの期間中に6回測定した。

測定 2

横浜国立大学渡辺研究室製の反応時測定器を用いた。この測定器は、与えられた光刺激に対して、ボタンを二個続けて押すことによって、反応時間 (Reaction time) と動作時間 (Motor time) を記録できるものであるが、ここでは反応時間のみを用いる。測定可能の最短時間

は、1/1000秒である。

測定は、「用意」の合図から無作為に2～4秒間隔に刺激を与え、20回試行させた。

被検者は市立川崎保育園児18名で、5才児、6才児である。

結果と考察

反応時とは、「ある合図に対して動作するまでの時間」である。幼児がいろいろな運動を行う場合に、歩行、走行、跳躍などの基礎能力を生かして、より複雑な運動ができるようになるためには、与えられた信号、すなわち刺激に対応して、いかに速やかに反応できるかということが問題となる。またこのことが、いかにうまく運動を行えるかということになる。そこで、できるだけ動作時間の因子を少くして神経系伝達時間を測定できるように、ごく単純に、指でボタンを押す動作によって反応時を測定した。

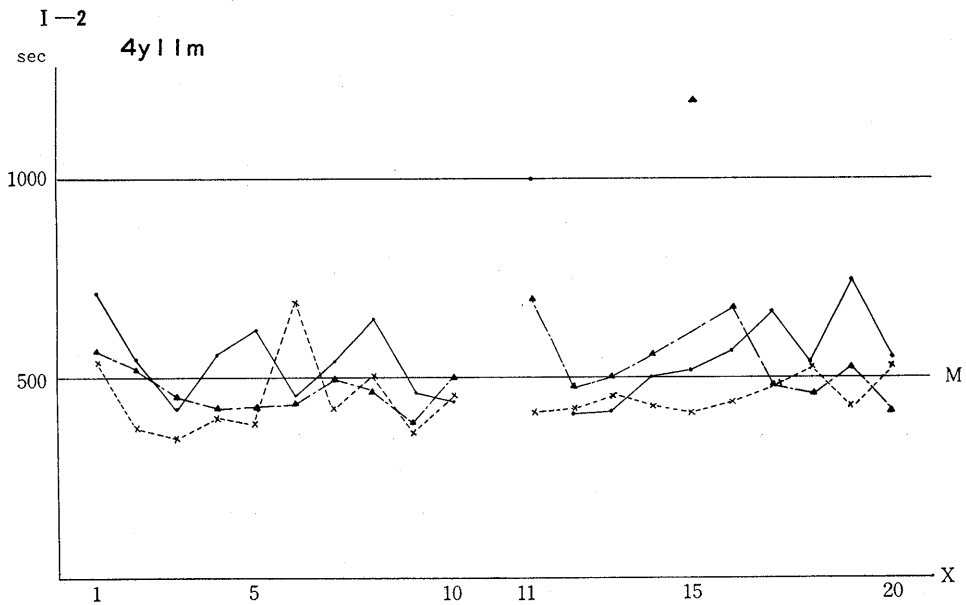
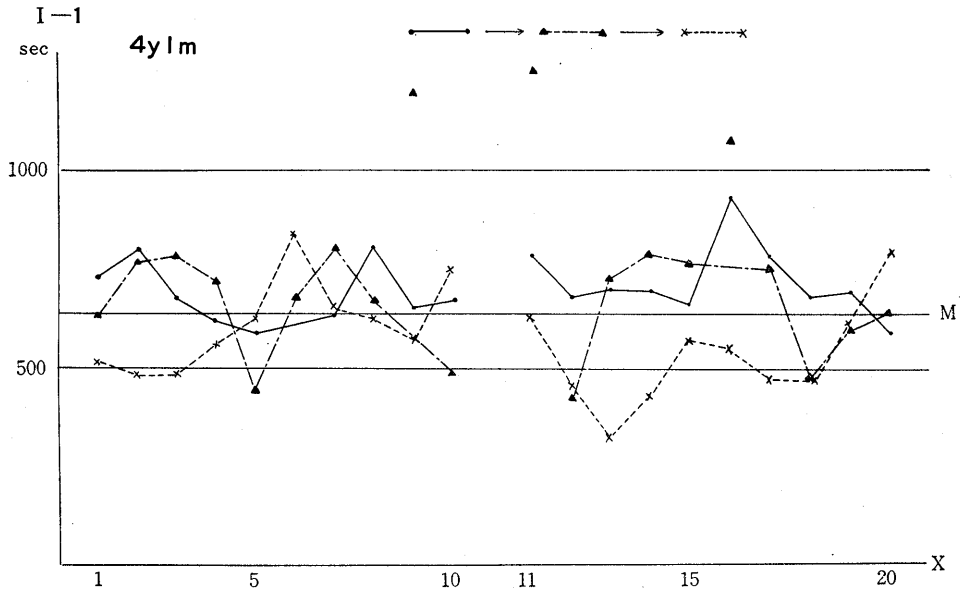
図1～5は、被検者Mについて、測定した結果をセットに区分してグラフにしたものである。測定値の単位は1/1000秒で、Mの線は、全試行の平均である。

表1は、10試行の各セット毎に平均値 (\bar{x})、標準偏差 (σ)、変動率 (c) を示したもので、最下欄は、全体について同様のことを示したものである。なお、数値右肩の○印は各測定時の最小値、*印は最大値である。

反応時間1秒以上というのは、刺激に対する集中力の欠除から来る失敗とみなして、数値の処理からは省くこととした。

4才1ヶ月時での29回、31回、36回は失敗と考えられるが、集中して現れていることが注目される。したがって、表1をみると、31～40回の反応時は比較的小さいが、2回の失敗が抜けている。さらに失敗を除いても標準偏差が140.0と非常に大きく、測定中程で集中力に乱れが生じているのがわかる。1～10回は慣れないせいか反応時は遅い。しかし集中して刺激を待つためか、標準偏差、変動率とも最小で安定している。次の11～20回で反応時が最大となったのは、初めの緊張から疲労したこ

幼児における動作の発達に関する研究〔Ⅲ〕

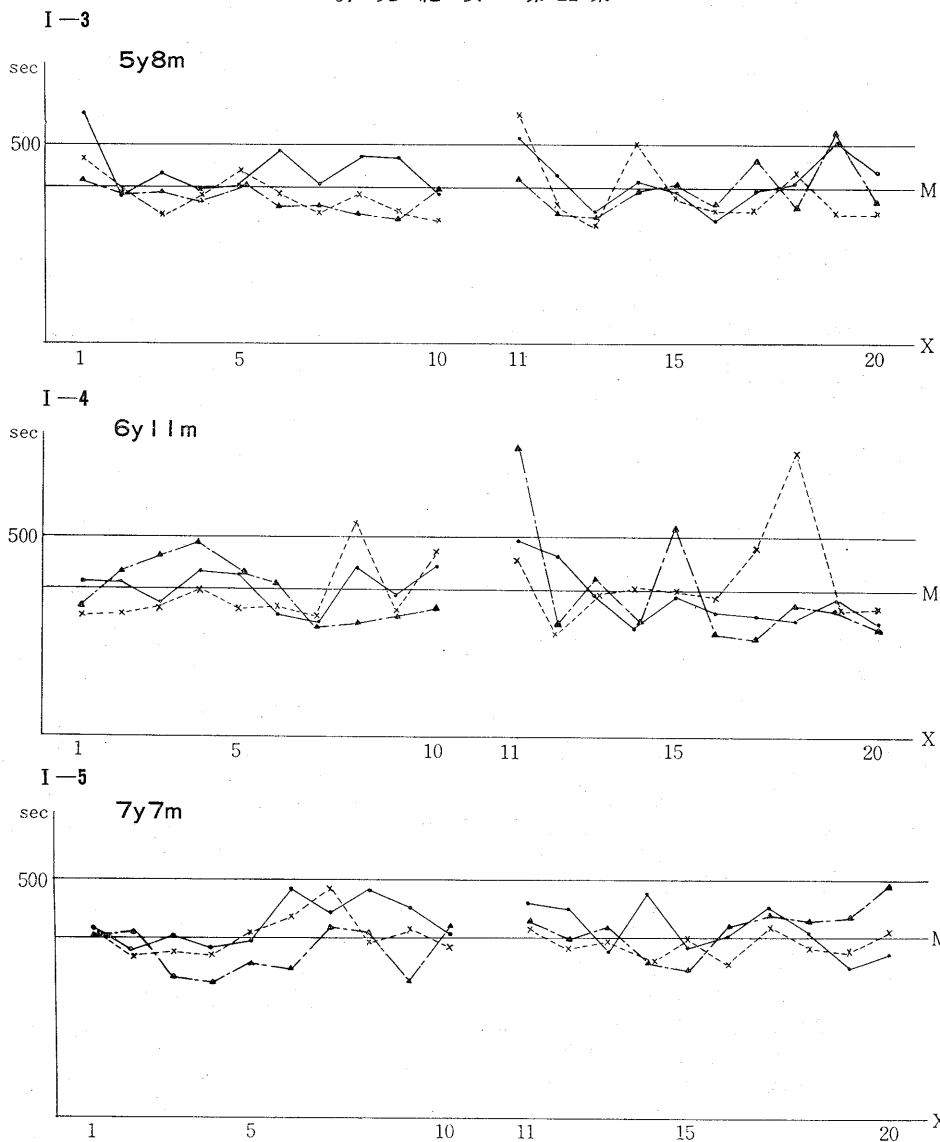


とによるものであろう。51～60回で反応時が最小となり、測定動作に慣れて来たが、最終の59回と60回に反応時が大きくなって来て、再び疲れて来たことが推測される。

4才11ヶ月時になると、最終セットを除き、各セットの初回に、成人にみられるような反応時遅延の傾向がみられる。11回と35回に失敗が現われ、集中力の乱れる時がある。41～50回の反応時が最も小さく、51～60回がそ

れに次いでいるが、前者では変動率が最大となっていて不安定である。4才1ヶ月時と同様、11～20回の反応時が最大であり、標準偏差も大きい。

5才8ヶ月時では、何れのセットも初回が大きい値を示し、反応時の初回遅延が顕著にみられる。これまでの測定時に現われた11～20回の疲労がみられなくなっている、21～30回が、反応時、標準偏差、変動率ともに最小である。51～60回めで反応時は速いながらも不安定にな



って、疲れて来たことが推測される。全体に、測定値が安定しており、以後の測定時にもみられない変動率の低さを示している。

6才11ヶ月時では、全体の平均反応時こそ5才8ヶ月よりも短縮されてはいるものゝ、変動率は非常に大きく不安定な測定値を示している。31回と58回に集中力が乏しくなって、大きな値のでているのが目立つ。31~40回の変動率は41.4で、全測定中最大の値を示し、51~60回では31.9とそれに次ぎ、非常に不安定となっている。1~20回のセットを除き、すべて変動率が高く、不安定であるということは、被検者に疲労その他の集中力を発揮しにくいような条件があったのではないかと推察される。

7才7ヶ月時になると、これまでの測定時期にくらべて、反応時が速くなったばかりでなく、標準偏差は最も小さく、変動率もかなり小さくなっている。余り大きくはないが、初回遅れの傾向がみられる、21~30回の反応時が最も速く、次いで51~60回であるが、後者では、標準偏差、変動率とも小さく安定している。11~20回のセットを除いては、各セットとも前半5回か6回は反応時が非常に速いが、後半少し疲れて来ている。

全体としてみると、4才1ヶ月時を除いては、21~30回が最も安定しており、反応時も速い時期であることがわかる。また51~60回は、不安定ではあるが、6才11ヶ月時を除いて、反応時は速く、疲労による遅延は現れな

表 1 Sub. M

		4 y 1 M	4 y 11 M	5 y 8 M	6 y 11 M	7 y 7 M
1 ~ 10	\bar{x}	676.9	537.8	439.1*	373.3	389.5*
	σ	76.8°	98.5	66.2	54.6°	57.6
	c	11.4°	18.3	15.1	14.6°	14.8
11 ~ 20	\bar{x}	715.2	548.3*	412.7	354.1°	368.7
	σ	91.4	108.3*	66.6	75.6	66.5
	c	12.8	19.7	16.1	21.4	18.0
21 ~ 30	\bar{x}	659.8	469.5	365.8°	372.2	302.2°
	σ	121.4	53.5°	28.7°	74.1	54.9
	c	18.4	11.4°	7.9°	19.9	18.2
31 ~ 40	\bar{x}	643.8	530.9	390.5	366.8	352.6
	σ	140.0*	96.6	69.8	151.9*	67.2*
	c	21.8	18.2	17.9	41.4*	19.1*
41 ~ 50	\bar{x}	609.8	446.0°	373.6	368.9	361.4
	σ	111.4	103.3	55.0	82.4	53.2
	c	18.3	23.2*	14.7	22.3	14.7
51 ~ 60	\bar{x}	527.2°	463.4	387.9	400.8*	331.3
	σ	129.9	69.9	87.3*	128.0	35.8°
	c	24.6*	15.1	22.5*	31.9	10.8°
平 均	\bar{x}	638.2	497.9	394.9	372.7	351.0
	σ	123.7	95.2	66.7	07.1	61.3
	c	19.4	19.1	16.9	26.0	17.5

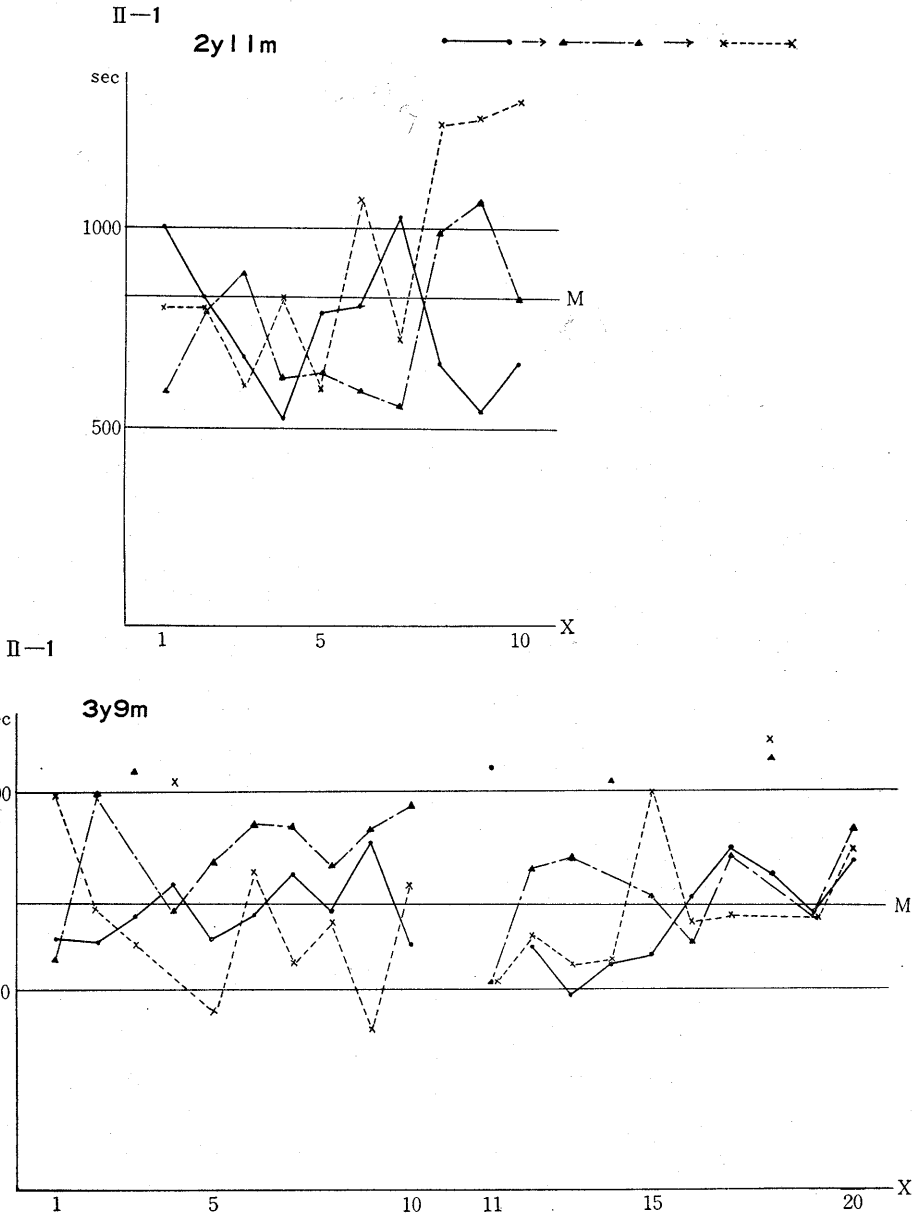
い。4才代では反応時が速いと、変動率が高く不安定になるが、加齢と共にやゝ解消してくる。1~10回のセットでは、全ての測定日に反応時の遅れがみられる。やはり動作に不慣れなためであろう。

図Ⅱ1~6は、被検者Rの測定値をグラフにしたものであり、表2はそれらを表1と同様6セットに分けて数値を示したものである。

2才11ヶ月では、特に被検者が幼少のため、疲労を考えて、30回試行3セットで測定した。1~10回と11~20

回では、反応時は近い値を示し、標準偏差や変動率も大きいながら近似している。しかし21~30回では、反応時は遅延し、標準偏差、変動率もさらに大きくなる。特に26回、28回、29回、30回と終りの方では、失敗といっている。なお、本測定では反応時1秒以上のものも、そのまま数値を入れて計算した。

3才9ヶ月時では、被検者Mと同様に、反応時1秒以



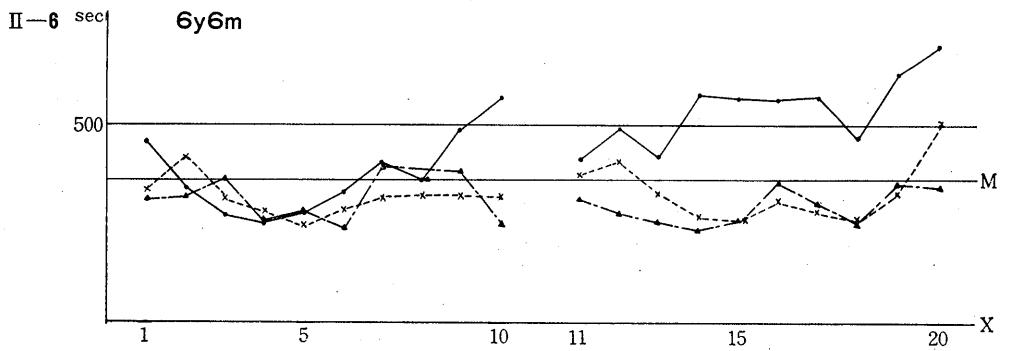
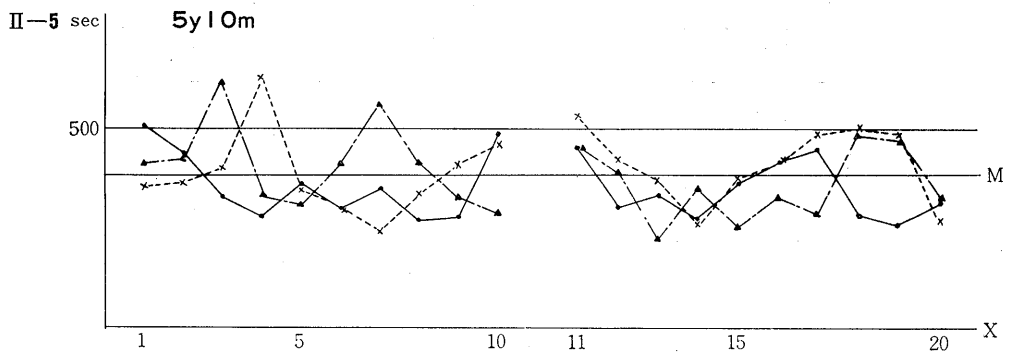
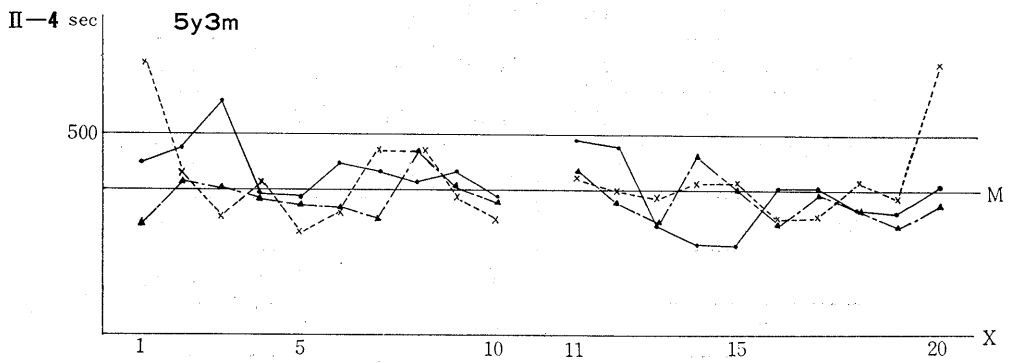
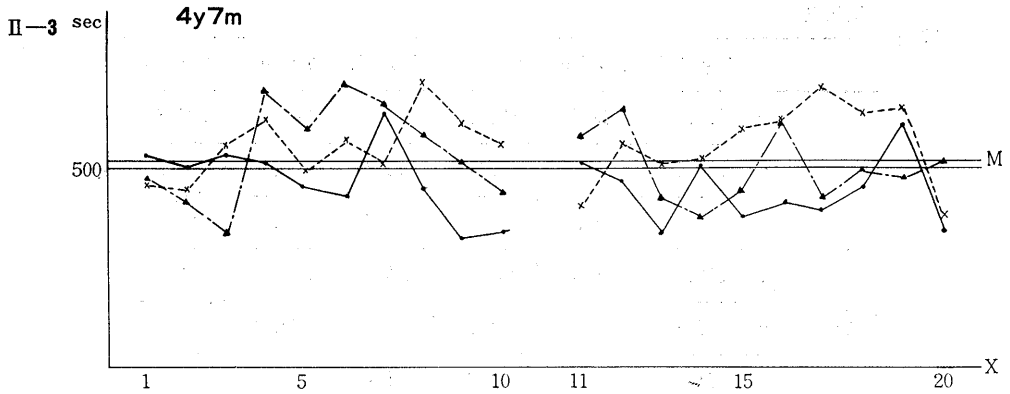
上は失敗として除外した。しかるに11回, 23回, 34回, 38回, 44回, 58回と6度も失敗がある。これらの失敗の値を除いて計算しても, 21~30回が最も反応が遅く, 31~40回がそれに次いでいる。その後41~50回, 51~60回では反応時は速くなるが, いずれも失敗がみられ, 変動率も高く, 不安定である。

4才7ヶ月時では, 11~20回が反応時が最も速く, 1~10回がそれに次ぐ。21~30回は, 前のセットの疲れが

でたのか, 反応時もかなり遅延し, 変動率も最高で非常に不安定である。41~50回で反応時は最も遅延しているが, 変動率は最小である。試行が進むにつれて疲労して来て, 反応時が遅延する傾向にある。初回遅れの傾向も各セットの初めにみられる。

5才3ヶ月時の反応時は, 全体に非常に速く, 被検者の体調が良かったことが推測される。21~30回の最も安定しており, 反応時もかなり速い。しかし41回, 60回と

幼児における動作の発達に関する研究〔Ⅲ〕



Sub. R

表 2

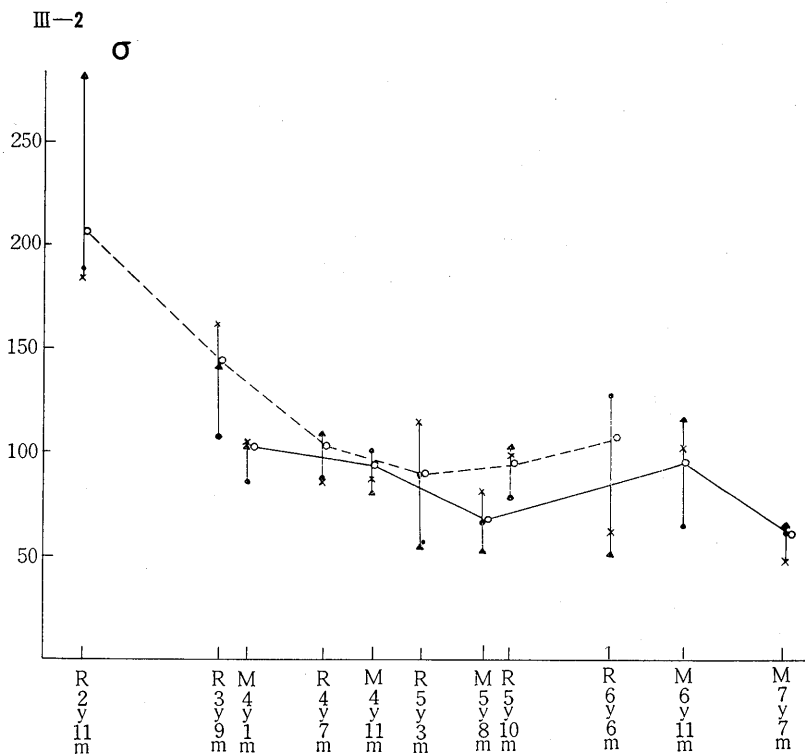
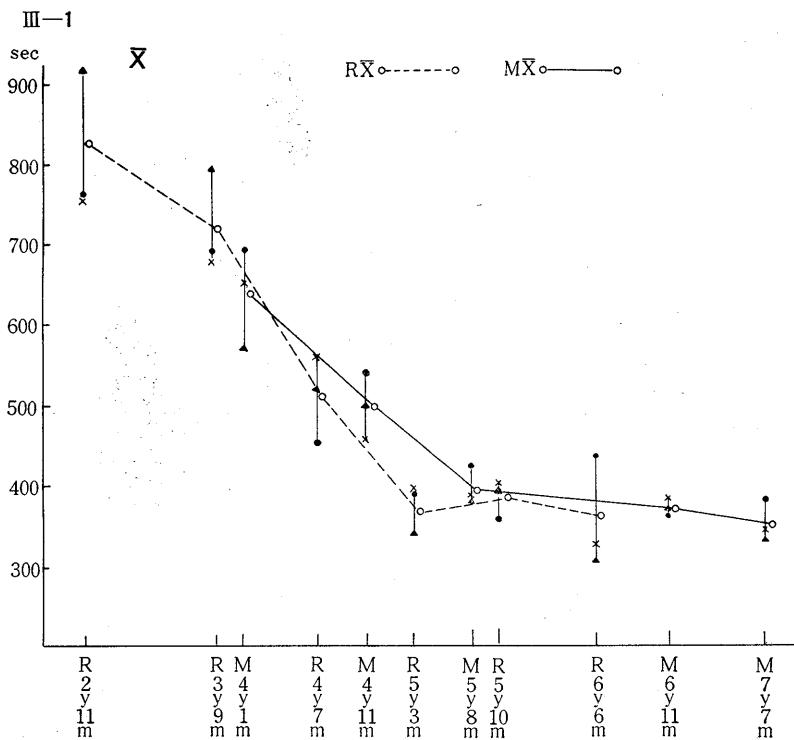
		2 y 11M	3 y 9 M	4 y 7 M	5 y 3 M	5 y 10M	6 y 6 M
1~10	\bar{x}	761.9	700.7	470.1	416.3 *	361.4	376.6
	σ	187.8	85.5°	93.4	72.5	87.8	104.3 *
	c	24.6	12.2°	19.9	17.4	24.3	27.7 *
11~20	\bar{x}	757.9	686.4	439.5°	540.8	346.4°	540.8 *
	σ	183.3	130.1	84.5	91.2	72.8°	92.7
	c	24.2	19.0	19.2	26.8	21.0°	17.1
21~30	\bar{x}	928.8	845.1 *	542.3	347.6	411.1	317.2
	σ	281.1	135.6	126.9*	51.9°	107.3	57.7
	c	30.3	16.0	23.4 *	14.9°	26.1	18.2
31~40	\bar{x}		743.0	493.9	337.7°	357.1	294.2°
	σ		130.3	89.7	59.5	92.8	43.8°
	c		17.5	18.2	17.6	26.0	14.9
41~50	\bar{x}		664.0°	565.2 *	389.5	393.3	316.9
	σ		181.1 *	80.6°	125.3 *	108.0 *	44.7
	c		27.3 *	14.3°	32.2 *	27.5 *	14.1°
51~60	\bar{x}		686.8	559.8	385.6	414.2 *	333.6
	σ		148.8	98.3	109.0	95.3	78.2
	c		21.7	17.6	28.3	23.0	23.4
平 均	\bar{x}	826.2	720.2	512.3	369.6	380.6	363.2
	σ	225.7	144.3	130.9	90.0	94.6	109.8
	c	27.3	20.0	20.3	24.4	24.9	30.2

後半になると、他をとび抜けて反応時が遅れることがあり、やゝ疲れて来たと思われる。

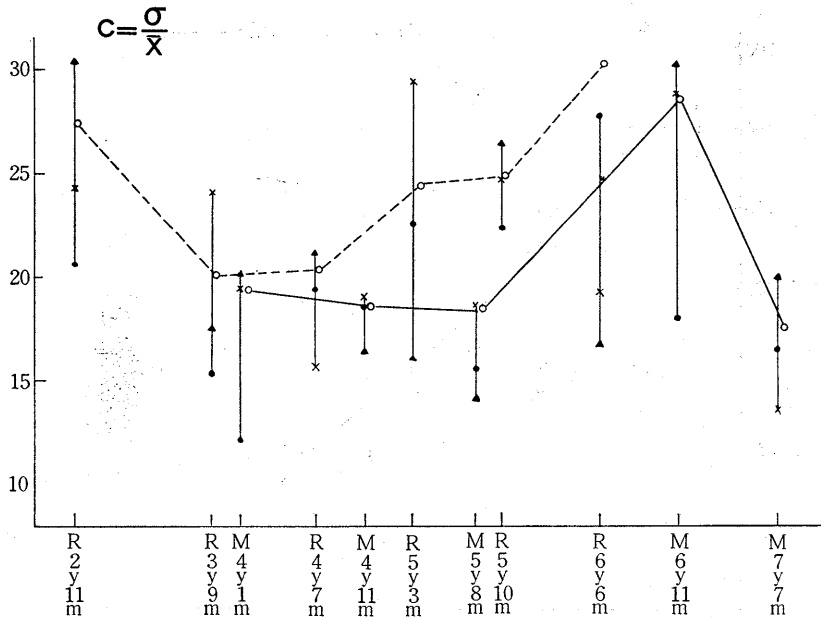
5才10ヶ月時では、前回の測定値よりもかなり遅い反応時を示している。また標準偏差、変動率も高く、被検者の体調が良くなったのではないかと推察される。11~20回で反応時は最も遅く、同時に最も安定している。しかし、他の測定日の変動率と比較してみると、かなり不安定な数値であることがわかる。51~60回では、最も反応時が遅延して、疲れたのがわかる。

6才6ヶ月時では「用意」の合図で集中して刺激を待ち受けているらしく、初回遅れは第1回にしかみられない。図Ⅱ—6で目立つように、1セットの終り9回10回の反応時が非常に遅延し、1分休憩後の11回めからも引き続き20回めに至っている。11~20回の反応時の平均値540.8という数値は5才台にもみられなかった値である。第二セットと終了後、非常に反応時が遅延していることに気付いた実験者は「遅い」という注意を与えた。その結果31~40回の反応時は最小となり、21~50回までの3セ

幼児における動作の発達に関する研究〔Ⅲ〕



Ⅲ-3



ットは非常に安定し、反応時も速くなっている。51～60回になると、反応時はやゝ遅くなり、変動率が高くなって、疲労して来たことがわかる。

全体としてみると、11～20回の反応時が速い。6才6ヶ月でも、注意後の第2セットめすなわち31～40回の反応時が最も速い。また3才9ヶ月を除いて、試行回数が進むと疲労して来て、反応時が遅延する傾向がある。被検者Mにみられるような、初回遅れの傾向は余りみられず、第1セットの遅れもみられない。

Ⅲ-1図は、1・2セットの反応時の平均を「●」、3・4セットの平均を「▲」、5・6セットの平均を「×」、全体の平均を「○」で示したものである。さらに、被検者Mの平均を実線で結び、被検者Rの平均を破線で結び、加齢による変化をみようとするものである。図Ⅲ2・3は、同様に標準偏差、変動率について表わしたものである。

反応時でみると、3才4才では、加齢と共に急激な短縮がみられるが、5才台になると、その傾向は少なくなる。標準偏差値では4才から5才代にかけてやゝ小さくなった値が、6才台になるとまた大きくなっている。変動率でみると、反応時の数値が小さいだけに、6才台は標準偏差よりもさらに明確に変動が激しく、3才代よりも不安定な反応時であることがわかる。

以上は2名の被検者について、測定を継続して行った結果であるが、例数が少いので、さらに幼児18名につい

て1人20回の試行で、測定を行った。本測定は、実験方法にも記したとおり、二つのボタンを続けて押すことによって、反応時間と動作時間を測定できるものである。したがって前と違って5才児6才児であるにかゝわらず、失敗が多く出現する。測定の結果、個人の反応時には非常に個人差があって、5才1ヶ月から6才11ヶ月までの年齢間においては、生活年齢から神経系統の発達を区分してみることは不可能であることがわかった。そこで、反応時間と動作時間をあわせた数値の大小によって、上位グループと下位グループの二つに分けて考察した。ここでは反応時のみを取り上げる。

図Ⅳ-1は、反応時の個人別平均値を棒グラフにしたもので、グラフ内の数値は、それぞれの失敗数である。Mの線は各グループの平均値で、138.6/1000秒の差がある。

図Ⅳ-1は、試行回数による変動をみるために上位グループ（実線）と下位グループ（破線）の最大値と最小値、さらに平均値の変化を記したものである。Ⅳ-2図Ⅳ-3図にもみるように、個人的には変動が多いが、反応時の平均値でみると、特に目立つ変化はみられない。Ⅳ-2図は失敗数を試行回数を試行回数別にみたものである。第1回めは失敗が多いので、Ⅳ-2図、Ⅳ-3図の標準偏差や変動率が低くなっている。18回でも同じことがいえる。2回め、4回目は失敗であるが、標準偏差や変動率からみて、特に安定しているとはいえない。失

幼児における動作の発達に関する研究〔Ⅲ〕

敗数を1～5, 6～10, 11～15, 16～20のグループに分けてみると、それぞれ12, 10, 15, 18となっている。またV-2図、V-3図からも10回め以後は両グループ共より不安定となっており、5～9回が最も安定している。両グループの標準偏差値の変動はほぼ近似しているが、変動率からみると、反応時の小さい上位グループの方が大きくなる。すなわち第一の測定結果と同様反応時が速ければ変動率が高くなるといえる。また測定動作が複雑

であるので、疲労は速く現れている。

ま と め

反応時間の短縮については、単に神経筋機構における促進系の機能だけでなく、抑制系の排除ということについても考えなければならない。また同時に、反応時間の短縮が中枢部に原因するものであるか、反射神経路に原因するものであるか、筋収縮の原因するものか、あるいはこれら全てに関わるものであるか、非常に難しい。

1) 反応時の現れ方には、同一人では類似したパターンの傾向をもつが、個人差が大きい。

2) 幼児の反応時では、成人のような測定当初における遅延はかならずしも現れないが、個人によっては早くから初回遅延の傾向が現れる。しかし失敗数の多いということは、初回遅延と同様、反応に対する身体機構が、充分でない裏付けとなる。

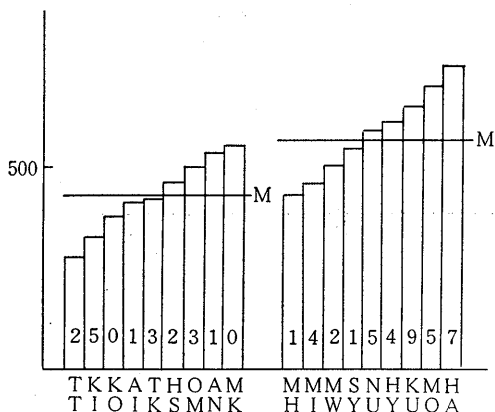
3) 反応時の短縮については、4才台までは加齢と共に順調に行われる。2才代では標準偏差や変動率も大きく、反応時も遅く、30回反応するのもやっとという程であるが、4才まで順調に短縮して来るが、5・6才になると、生活年齢と関りなく、その時の体調、あるいは条件づけに左右され易い。

4) 幼児期では、反応時の短縮がなされると、変動率が高まる。すなわち、ある時には速く反応し得るが、かならずしも速くないということになる。

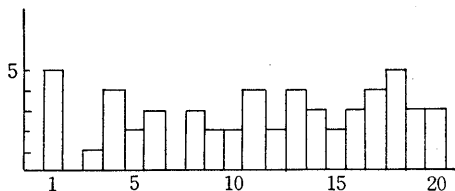
5) 以上のことから、幼児の安全教育の難しさという点に示唆となるであろう。

6) 反応時の発達からみると、2才、3才、4才では年齢による差が甚々しいが、5・6才は差が殆んど無い。

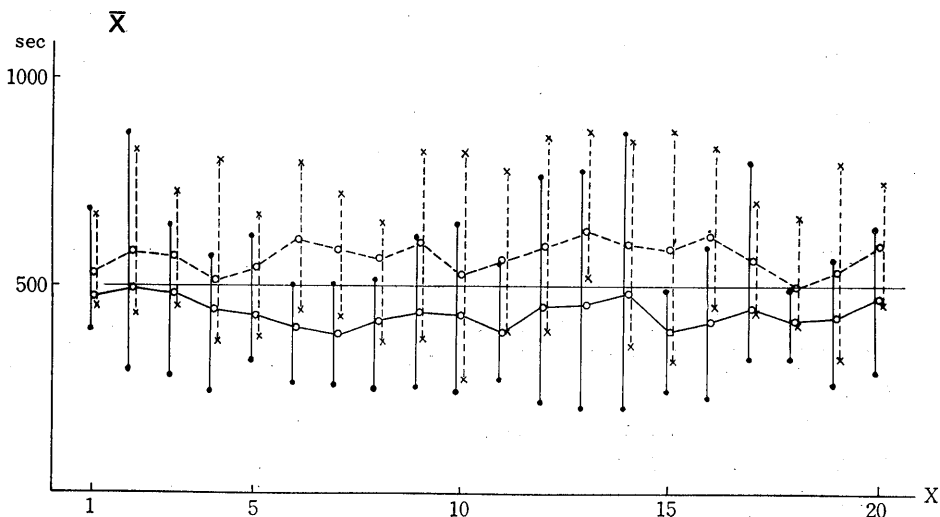
VI-1



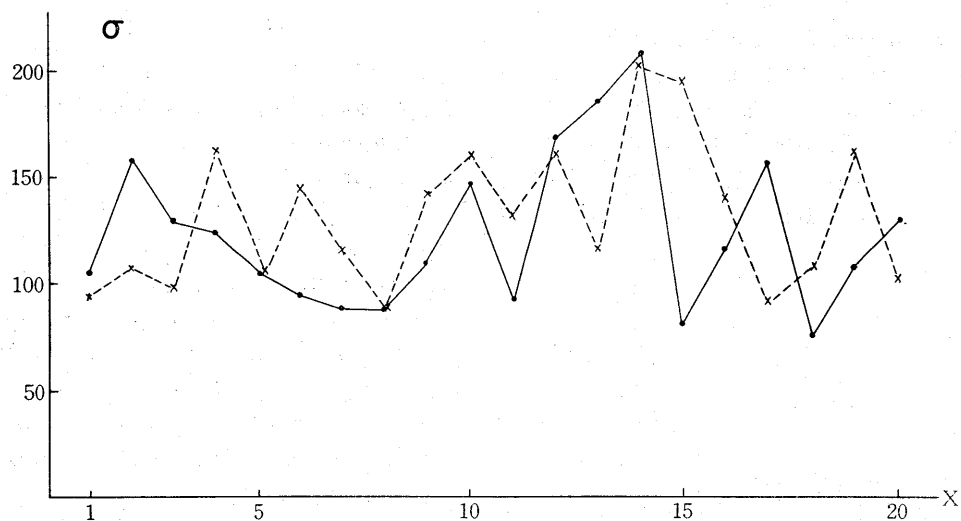
VI-2



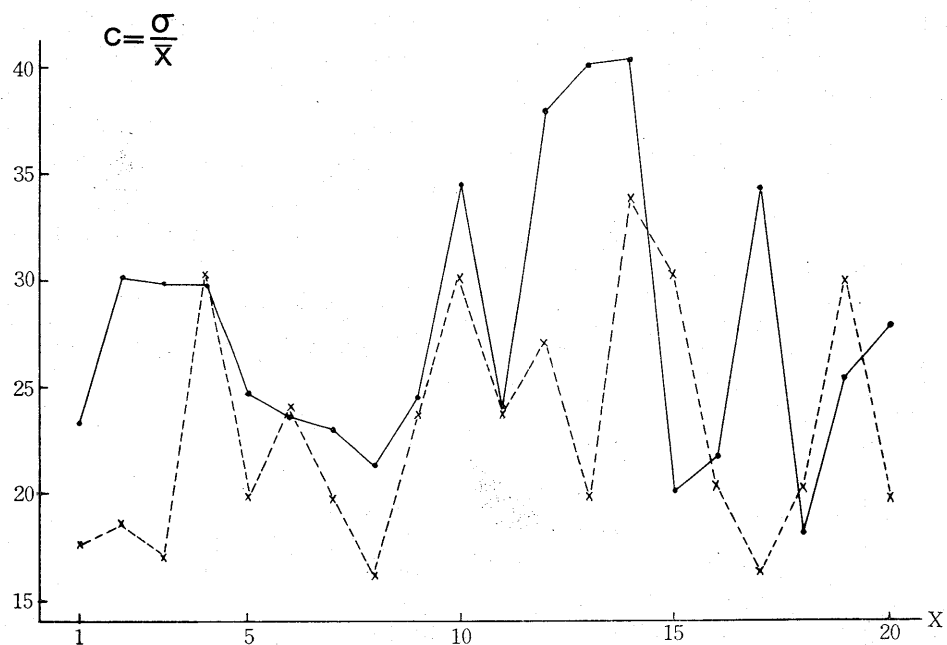
IV-1



IV-2



VI-3



したがって幼児体育を考える場合にも、課題を与える場合には、むしろ個人差の方が、生活年齢よりも留意されるべきであると考えられる。

最後に、本研究に御協力下さいました、お茶の水女子大学森下はるみ先生、並びに日本女子大学川原ゆり先生に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 体育学研究第11巻第2号(1966年9月)運動と反応時間に関する研究; 東正雄, 安田保
- 2) 体育学研究第12巻第1号(1967年5月)反応時の研究; 渡辺俊男, 川原ゆり, 松下清子
- 3) 体育学研究第12巻第2号(1968年1月)反応時間の研究; 川上吉昭, 黒沢直次郎, 菊地浩