

~~~~~  
 研 究  
 ~~~~~

幼児期における筆記具操作発達と精神発達との関連

尾崎 康子

〔論文要旨〕

本研究は、直径3cmの円を塗る課題を遂行する際の筆記具操作を評価するとともに、発達検査を実施し、筆記具操作と精神発達との関係性を調べることにより、筆記具操作の発達に関わる要因を検討することが目的である。36~57か月の191名の幼児が円塗課題を遂行する様子を4方向からビデオカメラで同時記録し筆記具操作を分析した。筆記具持ち方では、持ち方の違いによる発達月齢の有意差は認められなかったが、上肢運動では各月齢段階で言語と描画に関する発達月齢において有意差が認められ、上肢運動の発達、特に指の動きが発現することが、言語機能と描画の発達と密接に関連していることが示唆された。

Key words : 筆記具操作, 上肢運動, 発達月齢, 言語機能, 描画, 幼児期

1. 研究と目的

運動発達と精神発達との関係は、乳児期の運動発達が精神発達の指標であることから分かるように、子どもが年少であるほど運動発達は神経系の成熟を表しており、幼児期以降も運動発達と精神発達は相互に作用し合うことが考えられる。特に、ヒトが「手を自由に操れる」のは、最も高次の知的機能の中核である前頭連合野が目的に沿った手の円滑な運動の指令を出すことによって実現するものである。従って、「手は外部の脳である」というカントの言葉にも表れているように、手が上手に使えるのは脳が高次のレベルで機能していることを示している¹⁾。そのため、上肢運動の発達は精神発達と密接な関係があることが推測される。先行研究においても、知的障害児がモンテッソーリ感覚教具を使用する場合、普通児に比べて手操作の面で遅れが見られることが指摘され²⁾、また積木を重ねる際の精神遅滞児の把握状況の観察から、積木の把握と精神年齢(MA)には一定の

関係があることが示唆されている³⁾。

筆記具操作の発達についても、高次中枢神経機能の成熟との関係が指摘されている⁴⁾⁵⁾。Hogg & Moss (1983)は、筆記具の把握についてダウン症候群児と健常幼児の発達を比較し、fine motor developmentは脳の発達に比例するため、脳に障害がある場合や精神遅滞など神経系の成熟が遅れる場合には、把握の発達が遅れることを指摘した⁴⁾。また、Rosenbloom & Horton (1971)⁶⁾は、筆記具操作における指の動きの出現は、神経生理学的な成熟や微細運動機能の障害の有無の指標となることを示唆したが、さらに、前川・浜野・内野 (1975)⁵⁾は、Rosenbloom & Horton (1971)の追試を行うことにより、脳損傷児では筆記具操作が遅れることを明らかにした。そして、神経系の成熟が障害された場合、微細運動発達が遅れるため、筆記具操作によって微細運動発達を調べることは軽度脳損傷児の発見に有用であると小児科学の立場から述べている。

尾崎 (1996⁷⁾, 2000⁸⁾)は、健常幼児の筆記

Development of Manipulation of a Drawing Device Related to Mental Development [1747]

Yasuko OZAKI

富山大学人間発達科学部 (研究職)

別刷請求先: 尾崎康子 富山大学人間発達科学部 〒930-8555 富山県富山市五福3190

Tel/Fax: 076-445-6364

受付 05. 8.17

採用 05.12.20

具操作の発達過程を上肢運動機能発達の観点から明らかにしてきたが、さらに筆記具操作発達に関わる要因を検討するためには、筆記具操作が大きく発達変化していく際に、精緻化されていく子どもの認知発達が如何なる関連をもっているかを調べるのが重要である。そこで、本研究では、さらに発達検査を行い、高次機能発達の諸領域を定量的に評価し、筆記具操作の発達に関わる要因を、高次脳機能の多様な側面から検討することを目的とする。

II. 方法

1. 描画における筆記具操作の測定

被験児

36～45か月(男48名,女50名),48～57か月(男48名,女45名)の計191名(男96名,女95名)。

描画課題

直径3cmの円を塗る円塗課題を行った。描画の際の筆記具には青の水性カラーペン(直径9mm,長さ16.4cm)を、描画用紙には、予め直径3cmの円が描かれているB4版のケント紙を用いた。

また、描画課題の手続きについては、きれいに塗りつぶされた直径3cmの円の手本を子どもに見せながら「丸の中をこのようにきれいに塗ってください」と教示した後、ペンを持たせて用紙に予め描かれた円をペンで塗りつぶさせた。何れの課題においても、描画時間は制限せず、子どもが終了の意志表示を行うまで自由に描かせた。

筆記具操作の測定方法

円を塗りつぶしている経過は、子どもの正面、右方、左方、上方の位置に配置された4台のビデオカメラ(CCD-V800)で同時撮影し、4分割ユニット(SQ-C120)で4分割画面に合成して収録した。

2. 発達検査

対象児と記入者

描画実験の被験児を対象にした発達検査を実施し、母親に記入を依頼した。

発達検査

発達検査には、KIDS(乳幼児発達スケール・Kinder Infant Development Scale;三宅(監修),

1989)⁹⁾のTYPECを用いた。この検査は、運動、操作、言語理解、言語表出、概念、社会性(対子ども)、社会性(対成人)、しつけの8領域の計131項目から構成されている。それら各項目についてできるものに○を、できないものには×を記入してもらい、換算表に基づいて総合発達月齢と各領域発達月齢を算出した。

III. 結果

1. 筆記具操作の分類

被験児が円塗課題に取り組んでいる間の映像を再生し、筆記具持ち方と上肢運動を評定した。筆記具持ち方については、Rosenbloom & Horton(1971)⁶⁾の分類に準じて、母指と示指の2指あるいは中指を加えた3指で筆記具を握み、他の指を対立位にして支える「三面把握」、それ以外のより年少の把握をまとめた「握力把握など」の2つに分類した。表1には、36～45か月と48～57か月の各年齢段階における筆記具持ち方別人数を示す。これらの χ^2 検定を行った結果、人数の偏りは有意傾向にあった($\chi^2(1)=3.642, p<0.10$)。

上肢運動については、関節可動域表示ならびに測定法(日本整形外科学会身体障害委員会・日本リハビリテーション医学会評価基準委員会,1975)¹⁰⁾に基づいて、肩、肘、手関節は動かさず、指関節(指節間関節あるいは中手指節関節)を屈伸させてペンを動かしているもの(以下、「指動」)、肩、肘関節を動かさず、おもに手関節を背屈掌屈あるいは回旋させつつ指関節を屈伸させてペンを動かしているもの(以下、「指手動」)、それ以外の動きをまとめたものすなわち手関節、肘関節、肩関節の動き(以下、「手動・肘動・肩動」)の3つに分類した。表2には、36～45か月と48～57か月の各年齢段階における

表1 各年齢段階における筆記具持ち方の人数と調整された残差

		三面把握	握力把握など
36～45か月	人数	66	32
	残差	-1.91	1.91
48～57か月	人数	74	19
	残差	1.91	-1.91

表2 各年齢段階における上肢運動の人数と調整された残差

		指動	指手動	手動・肘動・肩動
36~45か月	人数	12	16	70
	残差	-4.07**	-1.44	4.69**
48~57か月	人数	35	23	35
	残差	4.07**	1.44	-4.69**

**p<0.01

上肢運動別人数を示す。これらの χ^2 検定を行った結果、人数の偏りは有意であった ($\chi^2(2) = 24.06, p < 0.01$)。さらに残差分析を行うと、36~45か月では、「指動」の残差がマイナスに有意であり、「手動・肘動・肩動」の残差はプラスに有意であったが、48~57か月では、逆に、「指動」の残差がプラスに有意であり、「手動・肘動・肩動」の残差はマイナスに有意であった。48~57か月では、「指動」が急速に増加したのに対して「手動・肘動・肩動」は減少した。

2. 筆記具持ち方における発達月齢

36~45か月と48~57か月の月齢段階ごとに、「三面把握」と「握力把握など」の筆記具持ち方群における総合発達月齢と8つの領域別発達月齢を調べた(表3)。なお、各月齢段階における筆記具持ち方と生活月齢との関係について

は、何れの月齢段階においても、筆記具持ち方の2群間に生活月齢の有意な違いはなかった(36~45か月: $df=1,96, F=0.033$; 48~57か月: $df=1,91, F=2.495$)。

月齢段階ごとに、総合発達月齢と8つの領域別発達月齢について筆記具持ち方の2群間の1要因分散分析を行ったところ、36~45か月では、何れも群の効果は有意でなかった。48~57か月では、操作としつけの発達月齢において「三面把握」が「握力把握など」よりも高い有意傾向にあった(操作: $df=1,91, F=3.083, p < 0.10$; しつけ: $df=1,91, F=3.470, p < 0.10$)。

3. 上肢運動における発達月齢

36~45か月と48~57か月の月齢段階ごとに、「指動」、「指手動」、「手動・肘動・肩動」の各上肢運動群における総合発達月齢と8つの領域

表3 筆記具持ち方別のKIDS発達月齢の平均値(標準偏差)

	総合発達月齢	領域別発達月齢								
		運動	操作	言語理解	言語表出	概念	社会性(対子ども)	社会性(対成人)	しつけ	
36~45か月	①三面把握 N=66	51.7 (6.9)	46.4 (6.9)	54.1 (8.4)	50.4 (8.0)	49.1 (8.4)	51.7 (11.1)	51.8 (6.1)	59.0 (13.0)	50.1 (9.0)
	②握力把握など N=32	50.0 (4.4)	44.6 (5.9)	51.6 (8.2)	49.6 (5.9)	48.3 (5.8)	49.8 (6.8)	50.2 (5.5)	60.0 (12.9)	48.9 (9.1)
	F値 df=1.96	1.696	1.590	1.947	0.274	0.242	0.824	1.780	0.129	0.349
48~57か月	①三面把握 N=74	59.9 (8.1)	53.8 (9.0)	61.4 (8.5)	58.1 (8.9)	56.3 (9.1)	60.4 (13.0)	58.2 (7.1)	68.5 (12.1)	59.3 (11.5)
	②握力把握など N=19	57.6 (7.8)	51.8 (9.8)	57.6 (7.5)	56.2 (9.1)	54.7 (10.3)	57.8 (12.2)	56.3 (8.3)	68.1 (12.2)	54.1 (9.0)
	F値 df=1.91	1.249	0.744	3.083+	0.704	0.435	0.646	1.057	0.018	3.470+

+p<0.10

別発達月齢について調べた(表4)。なお、何れの月齢段階においても上肢運動の3群間に生活月齢の有意な違いはなかった(36~45か月: $df=2,95$, $F=0.888$; 48~57か月: $df=2,90$, $F=2.255$)。

36~45か月での上肢運動における3群間の発達月齢について1要因分散分析を行ったところ、運動発達月齢と言語理解発達月齢において群の効果が有意傾向が認められた(運動: $df=2,95$, $F=2.991$, $p<0.10$; 言語理解: $df=2,95$, $F=2.981$, $p<0.10$)。これらの発達月齢についてLSD法による多重比較を行うと、運動発達月齢では「指動」が「指手動」よりも有意に高く($p<0.05$)、また言語理解発達月齢でも「指動」が「指手動」よりも有意に高かった($p<0.05$)。

48~57か月での上肢運動における3群間の発達月齢について1要因分散分析を行ったところ、総合発達月齢、操作発達月齢、言語理解発達月齢において群の効果は有意であり(総合: $df=2,90$, $F=4.203$, $p<0.05$; 操作: $df=2,90$, $F=5.376$, $p<0.01$; 言語理解: $df=2,90$, $F=4.573$, $p<0.05$)、概念発達月齢と

しつけ発達月齢では有意傾向が認められた(概念: $df=2,90$, $F=2.811$, $p<0.10$; しつけ: $df=2,90$, $F=2.370$, $p<0.10$)。これらの発達月齢についてLSD法による多重比較を行うと、総合発達月齢、操作発達月齢、言語理解発達月齢については「指動」が「指手動」と「手動・肘動・肩動」より有意に高かった($p<0.05$)。また、概念発達月齢では「指動」が「指手動」よりも有意に高く($p<0.05$)、しつけ発達月齢については「指動」が「手動・肘動・肩動」よりも有意に高かった($p<0.05$)。

IV. 考 察

1. 筆記具操作と精神発達との関連

本研究では、子どもの精神発達について、KIDSの下位項目である運動、操作、言語理解、言語表出、概念、社会性(対子ども)、社会性(対成人)、しつけの8つの領域発達月齢から検討し、筆記具操作との関連を調べた。Erhardt(1982)¹¹⁾は、筆記具操作は運動発達を反映したものであると述べているが、運動発達月齢との関係が見られたのは年少段階の上肢運動であり、他では見られなかった。それよりも、筆記

表4 上肢運動別のKIDS発達月齢の平均値(標準偏差)

	総合発達月齢	領域別発達月齢								
		運動	操作	言語理解	言語表出	概念	社会性(対子ども)	社会性(対成人)	しつけ	
36~45か月	①指動 N=12	53.0 (7.7)	49.3 (8.1)	56.6 (6.5)	54.3 (7.4)	50.2 (7.8)	52.3 (13.5)	52.6 (7.3)	55.6 (14.3)	49.7 (8.8)
	②指手動 N=16	50.7 (4.9)	43.3 (3.4)	53.5 (8.3)	47.7 (5.8)	46.7 (5.1)	51.5 (7.8)	51.6 (6.1)	58.0 (9.9)	50.6 (8.2)
	③手動・肘動・肩動 N=70	51.0 (6.3)	45.8 (6.7)	52.6 (8.7)	50.0 (7.4)	49.1 (8.0)	50.7 (9.8)	51.0 (5.7)	60.3 (13.3)	49.5 (9.4)
	F値 df=2.95	0.595	2.991+ ①>②	1.147	2.981+ ①>②	0.856	0.147	0.392	0.792	0.097
48~57か月	①指動 N=35	62.5 (8.0)	55.4 (9.3)	64.1 (8.2)	61.1 (8.1)	57.7 (9.9)	63.9 (13.1)	59.3 (6.9)	71.4 (10.3)	61.3 (11.8)
	②指手動 N=23	57.9 (7.2)	53.3 (8.2)	58.8 (8.0)	55.4 (8.0)	54.9 (8.5)	57.0 (11.7)	56.3 (6.1)	67.2 (12.9)	57.4 (10.1)
	③手動・肘動・肩動 N=35	57.5 (7.8)	51.5 (9.5)	58.3 (7.9)	55.8 (9.3)	54.9 (9.2)	57.9 (12.5)	57.3 (8.3)	66.2 (12.8)	55.7 (10.7)
	F値 df=2.90	4.203* ①>② ①>③	1.551	5.376** ①>② ①>③	4.573* ①>② ①>③	0.977	2.811+ ①>②	1.357	1.807	2.370+ ①>③

注) 多重比較により有意差が認められたものを不等号で表す

+ $p<0.10$, * $p<0.05$, ** $p<0.01$

具操作が密接に関係していたのは、4歳以降における指の動きと操作、言語理解、概念などの発達月齢であった。KIDSの操作項目は、描画や創作の状況を表した内容が中心であるから、指の動きが出現した子どもは、認知発達の中心的課題である描画や言語に関する発達月齢が高かったことになる。Rosenbloom & Horton (1971)⁶⁾は、指の動きは4歳以降に出現し、それは、神経生理学的な成熟や微細運動機能の障害の有無の指標となることを示唆したが、本研究においても、指の動きは4歳以降に急速に出現し、描画発達や言語発達など高次中枢機能発達と密接に関係することが示された。従来、筆記具操作の上肢運動と精神発達との関係は、さまざまな先行研究において示唆されてきたものの^{4)~6)}、定量的で系統的な検討はなされてこなかった。本研究において、上肢運動について詳細なVTR記録を元にした分類を行うことにより定量的に実証することができた。

一方、筆記具持ち方については発達月齢との関係が認められなかった。尾崎 (1996)⁷⁾は、30~33か月児の50%が筆記具を三面把握で持っていることを報告しており、本研究でも、36~45か月では70%以上の子どもが三面把握であった。先行研究¹¹⁾では、より年少児の筆記具把持の経過を発達指標として取り上げていることを考慮すると、筆記具持ち方と精神発達との関係は、より年少児について検討する必要があると考えられる。

2. 指の動きの出現と言語および描画の発達過程

筆記具操作時の上肢運動と発達月齢との関係を調べたところ、4歳以降の指の動きの出現が言語機能と描画機能に関係していることが示された。

言語発達を概観すると、1歳前後に初語を話し始めた後、成長に伴って言語表現が大変巧みになっていくが、さらに、4歳以降には言語が思考活動と関わるようになり、イメージを形成して概念や認識を深めたり、言語による行動調整が可能になることが知られている¹²⁾。また、描画の発達段階については、1歳半頃から紙の上になぐり描きを始めるが、2歳半を過ぎると徐々に明確な円や四角などが描けるようにな

り、4歳頃になって漸く誰が見ても何を描いたかが分かるような絵画的描写が可能となることが知られている¹³⁾¹⁴⁾。一方、尾崎 (1996⁷⁾、2000⁸⁾は、筆記具操作は加齢に伴い発達変化していき、4歳以降には指の動きで操作する状態へと収斂していくことを示した。

このように、筆記具操作の発達段階を言語発達と描画発達の先行研究の知見と照合すると、言語機能や描画行動の発達に対応していることが示される。特に、筆記具操作において指の動きが出現する4歳以降の時期は、言語機能では思考や行動調整が成立する時期であり、また描画行動では絵画的描写が可能になる時期に相当しており、筆記具操作における指の動きの発現の背景には、言語発達と描画発達が進行していることが先行研究からもうかがえる。

3. 運動発達と言語発達との神経学的関連

軽度発達障害児が、言語発達の遅れとともに手先の不器用さを合わせもつことは臨床的に知られている事象である。また、田中 (1989)¹⁵⁾が言語発達を調べるために随意運動発達検査を開発したように、随意運動の発達が言語発達と関連していることは従来から臨床場面で指摘されてきた。

実証的研究においても、家族性dyslexiaのリスクを持つ子ども43名を調べた結果、運動発達が遅れている子どもは遅れていない子どもに比べて有意に言語発達が遅れていることが示された¹⁶⁾。発達性言語障害児70名のコホート研究では、就学前に診断された子どもは就学後も微細運動と粗大運動の発達が遅れており、運動機能の障害が発達性言語障害児の重要な共通病因であることが報告されている¹⁷⁾。また、発達性言語障害児に対して、生育歴調査、神経学的検査、MRI計測を行ったところ、生育歴では言語発達と運動マイルストーンが有意に遅れており、神経学検査では共動作、微細運動、反射の障害が70%に認められ、神経学検査に異常が見られる子どもほど言語得点も低かった。さらに発達性言語障害児の35名中12名にMRIに異常が認められたが、その異常は言語関連領域に特定されるのではなく広範な神経機能に関わるものであった¹⁸⁾。これらの神経学的研究は、運動発達と言

語発達との関連を示唆しており、本研究の筆記具操作における上肢運動発達と言語発達との関係を推測させるものである。

4. 円塗り行動における行動制御と表象機能

乳児は表象能力をもたないが、やがて幼児期になると象徴的に考えたり、象徴的に行為する象徴的表象が可能となり¹⁹⁾、幼児は主に「ことば」と「象徴的遊び」と「描画」においてこの象徴的表象を行っていきと言われている²⁰⁾。従って、本研究において描画と言語発達が指の動きの出現と関係していたことから、表象機能の成立が指の動きの発現に関連していることが示唆される。

言語は、コミュニケーションの手段であるとともに、思考の手段でもあり、イメージを形成して概念や認識を深めたり、意志の形成に関わって行動を制御するなどのさまざまな機能を有している¹⁴⁾。Luria (1961)²¹⁾は、言語の行動調整機能の発達について、年少幼児では言語による行動調整が難しいが、3、4歳になると言語が随意行為の統制に一定の役割を果たすようになることと述べている。また、ヴィゴツキー(1962)²²⁾は、言語機能の違いにより、伝達的手段としての言語を「外言」、思考の手段としての言語を「内言」と呼んで区別した。内言は発声が伴わなくても頭の中だけで言語活動が行われる状態であり、この内言を獲得することにより思考が可能になると言われている。そして、3～5歳後半頃にかけて言語が内言機能を持つようになって思考活動と深く関わるようになると、ことばの意味を思い浮かべるだけで、自分の意志に従って行動制御できるようになる。従って、Luria (1961)²¹⁾が指摘した言語の行動調整機能の発達は、思考に関わる言語機能が発達することにより、言語による行動制御や目標達成が可能になっていくことを表していると言えよう。

一方、塗り絵を行っている時の脳の働きとしては、まず後頭部で塗る下絵を見定め、次に、前頭連合野で塗っていくときのプランを立てる。そして、そのプランに基づいて運動野で指令が出されることによって、手の筋肉が動いて色を塗る行為が実行される。また、同時に、側頭葉では塗る行動に関するさまざまな事象が想

起されており、そこから運動野に指令が出される。さらに他の脳部位が手の動きをつかさどったり、塗り上がりの状態をモニターして修正を加えて塗り絵を仕上げていきと言われている²³⁾。

このような視点から本研究の円塗り課題における描画行動と言語機能との関わりを捉えてみると、「きれいに円を塗る」というプランに沿った的確な行動制御が行われることによって、筆記具操作も精緻な状態へと引き上げられ、最終的に指の動きが引き出されていくことが考えられる。

文 献

- 1) 久保田 競. 手と脳. 東京: 紀伊国屋書店, 1982.
- 2) 井上善之, 井田範美. 中度精神遅滞児におけるモンテッソーリ感覚教具操作に関する基礎的研究—手指の巧緻性について. 心身障害学研究 1990; 15(1): 53-62.
- 3) 井田範美. SOLID CYLINDERSに関する実験的研究. 筑波大学心身障害学研究 1980; 4(1): 37-47.
- 4) Hogg J, Moss SC. Prehensile development in Down's syndrome and non-handicapped preschool children. British Journal of Developmental Psychology, 1983; 1: 189-204.
- 5) 前川喜平, 浜野建三, 内野孝子. 小児におけるTripod Graspの発達について. 小児科診療 1975; 38(10): 79-83.
- 6) Rosenbloom L, Horton ME. The maturation of fine prehension in young children. Developmental Medicine and Child Neurology, 1971; 13: 3-8.
- 7) 尾崎康子. 幼児期における筆記具把持の発達の变化. 教育心理学研究 1996; 44: 463-469.
- 8) 尾崎康子. 筆記具操作における上肢運動機能の発達の变化. 教育心理学研究 2000; 48: 145-153.
- 9) 三宅和夫(監修). KIDS(乳幼児発達スケール・Kinder Infant Development Scale) 東京: (財)発達科学研究教育センター, 1989.
- 10) 日本整形外科学会身体障害委員会, 日本リハビリテーション医学会評価基準委員会. 関節可動域表示ならびに測定法. リハビリテーション医学 1975; 10: 119-123.

- 11) Erhardt RP. Developmental hand dysfunction. Maryland : RAMSCO Publishing Company, 1982.
- 12) 内田伸子. 幼児心理学への招待—子どもの世界づくり. 東京 : サイエンス社, 1989.
- 13) Kellog R. Analyzing children's art. California : National Press Books, 1969.
- 14) Thomas GV. & Silk AMJ. An introduction to the psychology of children's drawing. New York : Harvester Wheatsheaf, 1990.
- 15) 田中三郷. 改訂版随意運動発達検査. 社団法人発達科学研究教育センター, 1989.
- 16) Viholainen H, Ahonen T, Cantell M, Lyytinen P, & Lyytinen H. Development of early motor skills and language in children at risk for familial dyslexia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 2002 ; 44 : 761-769.
- 17) Webster RI, Majnemer A, Platt RW, & Shevell MI. Motor function at school age in children with a preschool diagnosis of developmental language impairment. *Journal of Pediatrics*, 2005 ; 146 : 80-85.
- 18) Trauner D, Wulfeck B, Tallal P, & Hesselink J. Neurological and MRI profiles of children with developmental language impairment. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 2000 ; 42 : 470-475.
- 19) Piaget J. Play, dreams and imitation in childhood. London : Kegan Paul, 1951.
- 20) Butterworth G, Harris M Principles of developmental psychology. East Sussex : Lawrence Erlbaum, 1994.
- 21) Luria AR. The role of speech in the regulation of normal and abnormal behavior. Pergamon Press, 1961.
- 22) ヴィゴツキー, LS. 柴田義松 (訳). 思考と言語. 東京 : 明治図書, 1962.
- 23) 古賀良彦. 大人のぬりえ. 東京 : きこ書房, 2005.