

~~~~~  
**研 究**  
 ~~~~~

スクリーニング検査用具としてのモンテッソーリ 円柱さしについての予備研究

我 妻 則 明*

〔論文要旨〕

モンテッソーリ円柱さしB型が、精神発達を測定するスクリーニング検査用具として使用できる可能性があるかどうかを予備的に検討した。ランダムに提示されている円柱さしを2回目に実施した時間と、48月以上の児の暦月齢との回帰式により、妥当性の諸指標を求めた。他の3つのスクリーニングテストと比較すると、約60秒で実施できる円柱さしの諸指標のほとんどが、同じか、より優れていて、スクリーニング検査用具として使用できる可能性が高いことがわかった。しかし、SensitivityとRate of Underreferralは劣っており、これに対応した研究が今後必要とされることが明らかになった。

Key words : スクリーニング, 精神発達, 妥当性, モンテッソーリ, 円柱さし

I. 緒 言

モンテッソーリ法とは、イタリアの精神科医であった Maria Montessori (1870~1952) が、

初めは精神遅滞児を対象として、後にはスラム街の家庭の正常児を対象として創始した独創的な教育方法である¹⁾。

現在では、オランダに国際モンテッソーリ協

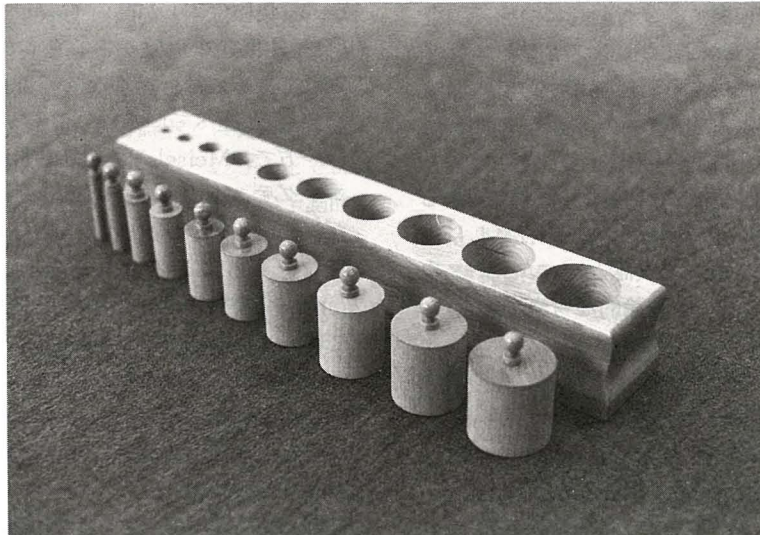


図1 モンテッソーリ円柱さしB型

会があり、その支部が設置されている国は14か国で、教師のトレーニングセンターを設立している国は15か国にのぼる⁹⁾。わが国においては、1968年に日本モンテッソーリ協会が設立され、教師養成や教育実践の中心的役割を果たしている⁹⁾。

さて、モンテッソーリ法という教育方法は、感覚教育をその特徴としているが、その感覚教育のなかの視覚教育の教具に「円柱さし」というものがある。この円柱さしには、A、B、C、C'の4種類がある⁹⁾。このうちのB型は図1に示すような形状をしており、長さ46cm、幅7.5cm、高さ7cmの木製で、直径が1cmから5.5cmまで0.5cmずつ大きくなる深さ5.5cmの穴が10個開いており、その穴に入れられる取手のついた円柱がある。

今、このモンテッソーリ円柱さしB型を教具としてではなく、精神発達を測定するスクリーニング検査用具として使用できる可能性があるかどうかを予備的に検討するのが、本研究の目的である。

II. 研究史と理論的考察

初めに、本章では、精神発達を測定するスクリーニングに関する先行研究、およびモンテッソーリ円柱さしに関する先行研究について調査し、モンテッソーリ円柱さしをスクリーニング検査用具として使用する可能性についての理論的考察を行うこととする。

1. 方法

精神発達を測定するスクリーニングに関する先行研究および、モンテッソーリ円柱さしについての先行研究に関して文献とデータベースを調査し、それらに基づき理論的な考察を加える。

2. 結果と考察

1) 精神発達スクリーニングに関する先行研究

精神発達スクリーニングの起源は、Meisels⁵⁾によると、1966年にKnoblochらにより作成された“A Developmental Screening Inventory for Infants”⁶⁾と1967年にFrankenburgらにより作成された“Denver Developmental Screening Test (DDST)”⁷⁾であるとされている。ただし、Frankenburgら⁷⁾によれば、“Denver Developmental Screening Test (DDST)”が

作成される以前は、多くの小児科医が、標準化された発達・知能検査の項目からいくつかを抽出して、スクリーニング尺度を作成していたと述べ、13のスクリーニング尺度を挙げている。そして、この中に、1966年のKnoblochらの“A Developmental Screening Inventory for Infants”⁶⁾が入っていた。Frankenburgら⁷⁾は同じ論文で、それらの尺度の発達項目は、本来は同じ年(月)齢に位置していなければならないのに、違った尺度では違った年(月)齢に位置されているとして、いくつかの例示をしている。そこで、Frankenburgら⁷⁾は、12の発達・知能検査から最終的には105項目を抽出して標準化を行い、“Denver Developmental Screening Test (DDST)”を作成したとしている。

“Denver Developmental Screening Test (DDST)”に関して、Meisels⁵⁾は、「世界で最も広く使用されているスクリーニングテストであり、12か国以上で翻訳され、再標準化されてきた。」と述べている。

しかし、同時にMeisels⁵⁾は、DDSTの並存のおよび予測的妥当性に関する12の研究では、DDSTの標準化の際に示された妥当性を再現したものはなく、さらに、sensitivity(感受性)が一律に低く(最高でも0.46) false-negative ratio(偽陰性率)が高い(最低で54%)と述べ、「発達の問題の危険がある多くの子供が見過ごされて、それ故、適切な診断と介入を受けていない。」と述べている。

一方で、Meisels⁵⁾は、DDST以外のスクリーニングテストのうち、以下の3つのテストだけが、sensitivity(感受性)とspecificity(特異性)がともに0.80以上であり、false-negative ratio(偽陰性率)は最低で12.5%、最高で43%であって、DDSTより優れているとしている。それらは、“Minnesota Child Development Inventory”⁸⁾、“Early Screening Inventory”⁹⁾、“Minneapolis Preschool Screening Instrument”¹⁰⁾である。

確かに、これらのテストはMeiselsの言うように、優れたデータを示しているが、“Minnesota Child Development Inventory”は親が質問に答える質問紙で約30分かかり⁸⁾、“Early Screening Inventory”は4歳から6歳

までを対象として3歳以下は対象としていない⁹⁾し, “Minneapolis Preschool Screening Instrument”も4歳から5歳までを対象として3歳以下は対象としていない¹⁰⁾ということで, 本邦で使用するには限界があると思われる。

しかも, “Minneapolis Preschool Screening Instrument”を作成したLichtenstein¹⁰⁾は, 早期スクリーニングの正確さには限界があり, スクリーニングによって生ずる過誤の問題は現実的に対処すべきで, たった一度のスクリーニングではなく, 長期にわたって繰り返しスクリーニングを実施することが必要だと述べている。

ii) スクリーニングの正確さの限界に関する考察

次に, 早期の精神発達スクリーニングの正確さには何故に限界が生ずるのか, という点について考察してみたい。

まず, 第一に, 精神発達の正常と異常の境界が明瞭に分離したのではなく, 連続したものであるということである。これは, 図2の知能の分布の概念図に示されるように, 正常群と異常群とがあっても, その知能は連続して重複する部分があるため, スクリーニングのCut off pointによって, 陽性と陰性とにどこかで分けても, 必ず2種類の過誤, すなわち偽陽性と偽陰性とが必ず生ずるというものである。

第2に, 発達に変化するということである。すなわち, ある時点では正常であった者が後に異常になったり, 逆に, ある時点では異常であった者が後に正常になったりするということである。これは, 精神発達スクリーニングの予測的妥当性を低める結果となるのである。

上記の点で, 精神発達スクリーニングに限界がある以上, 現実的にはLichtenstein¹⁰⁾が述べているように, 長期にわたって繰り返しスク

リーニングを実施する必要があるのである。しかし, ひるがえって, 早期の精神発達スクリーニングの正確さには何故に限界が生ずるのかという原因に, 現行の精神発達スクリーニングそのものに起因するものがあるのではないかと考え方もできるとと思われる。というのは, 前節で述べたように, 精神発達スクリーニングの起源は標準化された診断的知能・発達検査からいくつかの項目を抽出して尺度を作ったわけであるから, その信頼性と妥当性を改良により限度いっぱいまで高めたとしても, 元来の標準化された診断的知能・発達検査と同等の信頼性と妥当性を獲得することは, 理論的に考えても不可能であると思われる。

さらに, 現行の知能・発達検査の起源は, 1904年にパリ教育委員会からの要請に基づいて, Alfred Binetが開発した検査にまで遡る¹¹⁾のである。そして, 実にパリ教育委員会の要請とは, 正常児から精神遅滞児を識別するための客観的方法の開発であって, これは現代において言えば, 精神発達スクリーニングの開発であると言えるのではないだろうか。

Binetの開発した検査とは, 図3の模式図に示されるような年齢の進行とともに達成率が上昇する課題を年齢順に順次に複数個並べたものであって, 検査場面で子供がどこまでの課題を達成できるかにより年齢水準を測定する¹²⁾というものである。その後いろいろな知能・発達検査が開発されてはきたが, Binetのこの基本的な考え方は, 一世紀近くの間変わることなくそれらの諸検査に引き継がれてきたのである。

ところが, 現在に至って, 前節で述べたような精神発達スクリーニングの限界が明らかに

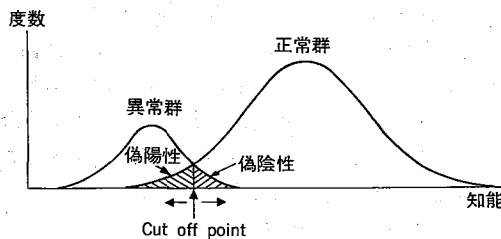


図2 知能の分布の概念図

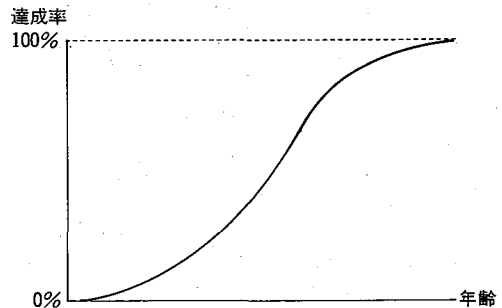


図3 従来の知能・発達検査項目の達成率の模式図

なってきたのであって、その原因はいろいろ考えられるが、その原因の一部には、以上述べてきたような Binet の基本的な考え方に存する可能性もあるのである。すなわち、現行の Binet 式の知能・発達検査では、知能や発達のある部分が把握できないこともあるという考え方もできるのではないだろうか。

このような現行の Binet 式の知能・発達検査では把握できない知能や発達の部分があるという例として、学習障害を挙げることができる。学習障害は、知能は正常と考えられるのであるが、書字表現や数量などの一部の能力だけが欠落している¹²⁾のである。このため、現行の知能・発達検査で診断することは困難なことが多く、知能・発達検査の他に、学力検査および視知覚検査、聴知覚検査、感覚統合検査、言語学習能力検査など、複数の検査により診断することが可能となる¹³⁾のである。そのため現行の精神発達スクリーニングの方法でスクリーニングすることは、かなり困難と思われるのである。

iii) 理想の精神発達スクリーニング

では、現実には存在しないが、前述の限界を越える理想の精神発達スクリーニングを想定した場合、どのような物が理論的に考えられるであろうか。

まず第一に、正常と異常が明確に分離された形で表現されるということである。

図 2 に示された知能の分布の概念図は、Binet 式の知能・発達検査により想定されたものである。理想の精神発達スクリーニングは、図 4 の概念図に示されるように正常と異常とが重複することなく分離された形で表現されるものでなければならない。もし、このようなスクリーニングが開発されたならば、偽陽性も偽陰性も生じることはなく、sensitivity (感受性) も specificity (特異性) も、ともに 1 になるこ

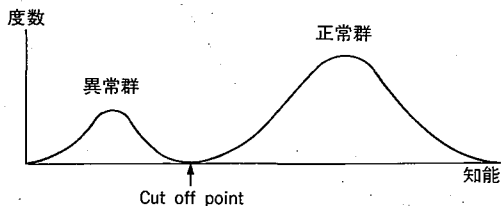


図 4 理想のスクリーニングによる知能分布の概念図

とになるのである。

次に第二に、知能・発達の異常な点を早期からの確に把握できるということである。

これは、ある時点では正常であった者が後に異常になったりするという現象について、もし、その正常と考えられていた際に異常な点を見逃ごしていたということも考えられる。知能・発達の異常な点を早期からの確に把握できるスクリーニングなら、こうした事態を減少させることができると思われる。

では、どのような方法が現行よりも優れたスクリーニングと考えられるのであろうか。

まず、現行のスクリーニングの基本的考え方は、正常な発達からどれほど遅滞があるかということで異常の危険の程度を判定するわけであり、これは Binet まで遡ることのできる発想であることは前述したとおりである。

今、それとは発想を変えて、異常な行動が典型的に表現され易い課題を子供に与えることにより、その異常な行動を表現させ、それを観察することによってスクリーニングするという、例えて言えば負荷試験を実施してみたらよいのではないかということである。すなわち、異常を正常からの偏りと考えるのではなく、異常は異常として存在し、それをいかに顕在化させて的確に把握するかという発想をするのである。

では、どんな課題がその理想のスクリーニングに適切かということになるのだが、現在ではそのような発想で研究したスクリーニングは筆者の知る限りでは見あたらない。そこで、筆者はモンテッソーリの円柱さしに注目したわけである。

iv) モンテッソーリ円柱さしに注目した理由

モンテッソーリは、精神遅滞児と正常児の教育実践から、子供の認識過程の基本的要素は次の 3 点であると考えた¹⁴⁾。

- ① Recognition of identities (同一性の認識)
- ② Recognition of contrasts (対比性の認識)
- ③ Discrimination of similar (類似性の識別)

そして、これに対応して次の 3 つの操作が含まれている教具をモンテッソーリは開発していった¹⁴⁾わけである。

- ① Pairing (対にする)
- ② Grading (段階づける)

③ Sorting (類別する)

円柱さしは、このうち Pairing (対にする) と Grading (段階づける) の操作が含まれているのである。つまり、Recognition of identities (同一性の認識) や Recognition of contrasts (対比性の認識) に何等かの異常がある子供の場合、これらの操作が正常児に比べてうまくいかず時間がかかるという行動が表れるのではないかとということが推測されるのである。

次に、円柱さしはモンテッソーリ法の根本的原理である「注意力の集中現象」を発見した教具である¹⁹⁾ということである。このことから、正常児は注意力の集中を容易に引き起こすが、異常児は注意力の集中を引き起こすことが困難で、円柱さしを途中で止めてしまったり、時間がかかったりするなどの行動が表れるのではないかとということが推測されるのである。

以上のことから、円柱さしがスクリーニングする内容は、視覚的認識過程のうち Recognition of identities (同一性の認識) と Recognition of contrasts (対比性の認識) であり、また、注意を集中し続ける能力ということになる。さらに、手指の巧緻性、目と手の協応などもスクリーニングする内容と推測される。これらの諸能力を総合した結果として、正常児に比べて異常児は円柱を台に入れるのに時間がかかるという異常な行動が示されるのではないかとということが推測されるのである。

さらに、モンテッソーリ法では、算数教育や言語教育の基礎として感覚教育を設定しており、その感覚教具の中で、円柱さしは一番初めに取り組ませるものである。つまり、最も年齢の低い児を対象とした教具であり、早期のスクリーニングという目的にかなうものであるからである。

さらに、円柱さしのB型を研究対象としたのも同様の理由で、B型が最も低年齢(2歳半以上)を対象にした教具であるからである。

また、教具の形状から、円柱を入れ終るのにかかる達成時間、円柱を入れる順序などを自動的に測定し記録する装置を装着し易いことも、円柱さしに注目した理由の一つである。

V) モンテッソーリ円柱さしに関する先行研究
次にモンテッソーリ円柱さしに関する先行研

究について、スクリーニングに関する研究があったかどうかについて述べる。

1992年7月20日に、データベースの集合である DIALOG のうち、教育、医療、保健などに関する12のファイル(表1)について、週及年をそれぞれのファイルの最長にして、“MONTESSORI” と “CYLINDER” というキーワードの積集合を検索した結果、1件¹⁹⁾だけが出力された。この研究は、32名の幼稚園児を2群に分け、実験群には円柱さしを、統制群にはジグゾーパズルを実施した結果、Piaget の「保存」の獲得が実験群では抑制され、統制群では促進されたという研究であって、スクリーニングに関する研究ではなかった。

本邦においては、モンテッソーリ法の円柱さしに関する論文は、江草ら¹⁷⁾と井田¹⁸⁾の研究がある。また、西本らは、円柱さし学習過程分析装置を考案して一連の研究¹⁹⁾⁻²⁵⁾を実施している。

しかし、これら本邦の研究のなかで、円柱さしを精神発達を測定するスクリーニング検査用具として使用することに関する研究はなかったのである。

このように、先行研究の調査により、本邦ばかりでなく海外においても、モンテッソーリ円柱さしを精神発達を測定するスクリーニング検

表1 検索対象としたファイル名

ファイルNo	ファイル名と週及年月
1	ERIC 66-92/JUN.
5	BIOSIS PREVIEWS 69/92/JUL.
11	PSYCINFO 67-92/JUL.
37	SOCIOLOGICAL ABSTRACTS 63-92/JUN.
54	ECER/EXCEP CHILD 66-92/MAR.
73	EMBASE 74-92/ISS 29
86	MENTAL HEALTH ABSTRACTS 69-92/JUN.
144	PASCAL 73-91/DEC.
151	HEALTH PLANNING AND ADMINISTRATION 75-92/AUG.
155	MEDLINE 66-92/SEP.
265	FEDERAL RESEARCH IN PROGRESS JUN. 92
291	FAMILY RESOURCES 70-92/JUN.

査用具として使用するというテーマの先行研究は皆無であり、その可能性自体についても、非常に基礎的な研究から開始しなければならないことが明確になったのであった。

Ⅲ. 相関分析と回帰分析

最初に筆者は、音田²¹⁾のデータを使用して、円柱を台から出す時間、順に提示されている円柱を台に入れる時間、ランダムに提示されている円柱を台に入れる時間のいずれが暦年齢と最も相関が高く、回帰係数の絶対値が最も大きいかを調べて、その結果を発表した²⁰⁾。その結果、ランダムに提示されている円柱を台に入れる時間が、暦年齢と最も相関が高く回帰係数の絶対値が最も大きく、スクリーニングとして最も適していることが明らかになった。

その結果を踏まえて本章では、次の3点を明らかにすることを目的とする。

i) モデルの構築

ランダムに提示されている円柱を台に入れる時間と暦年齢との理論的モデルを構築する。

ii) 相関分析

ランダムに提示されている円柱を台に入れる時間と暦年齢との相関関係を検討する。具体的には、何回目に円柱を入れた時間が暦年齢との相関が最も高いかを明らかにする。

iii) 回帰分析

ランダムに提示されている円柱を台に入れる時間と暦年齢との回帰分析を実施する。具体的には、円柱を入れる時間と暦年齢とで、最もあてはまる回帰式を求め、その当てはまりのよさを検討する。

1. 方法

i) モデルの構築

先行研究である音田の研究²¹⁾を参考にして考察する。

ii) 相関分析

モンテッソーリ円柱さしは、約2歳半から使用可能と言われているので、その年齢以上から6歳までの幼児を対象とする。岩手県盛岡市内のある保育園の2歳から6歳までの幼児のうち、発達遅滞などなんらかの異常を持つ者を除いた正常児75名(男35名、女40名)を対象とした。暦年齢を表2に示した。この75名に対して、

表2 円柱さし実施時の暦年齢

暦年齢	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	計
人数	2	23	16	23	11	75

表3 発達指数(全領域)

DQ	80~89	90~99	100~109	110~119	120~129	計
人数	9	34	23	7	2	75

筆者が一人で新版K式発達検査を実施し、全領域の発達指数を求めたところ、表3に示すように全員の発達指数は80以上であった。

これら75名の幼児に対して、円柱さしを5回実施した。円柱さしの児への提示方法は以下のとおりである。

円柱さしの台と、その向こう側に乱数表によりランダムに置いた円柱とが用意されている机に児をすわらせる。児の右側に筆者がすわり、左側から3個の円柱を台に入れる例示をする。円柱3個を元の位置に戻した後、児に「同じようにして、全部入れてごらん」と言う。この後、何も教示せず、児が円柱を全部入れるか、途中で入れるのをあきらめるかするまで、児を観察する。その後、円柱すべてを元の位置に戻し、同じことを実施し、これを5回繰り返した。

児が円柱さしを実施している場面をビデオに撮影した後、1/10秒のタイマーをテロップに挿入して再生し、円柱に手を触れた瞬間から最後の円柱を入れ終るまでの時間を計測した。

次に、5回実施した時間の平均と標準偏差を求め、その推移を明らかにした。

また、5回実施した時間相互の相関係数を求めた。さらに、5回実施した時間と暦年齢との相関係数、および念のために、新版K式発達検査の全領域と姿勢・運動、認知・適応、言語・社会の3領域の発達年齢との相関係数を求めた。なお、相関係数はピアソン積率相関係数、スピアマン順位相関係数の両方を求めた。

iii) 回帰分析

前節により明らかになった最も相関の高い実施回数の円柱さしを入れる時間と暦年齢との回帰式を回帰分析により求めた。その当てはまりのよさを検討するために、残差分析を行った。

2. 結果と考察

i) 理論的モデル

音田²⁾は、教育医学センター「子どもの家」に來所する普通児（2歳～6歳）28名と同所に來所する小学生（普通児6歳半～7歳半）5名および大人（20歳～30歳）5名について、ランダムに提示されている円柱を台に入れる時間と暦年齢との関係をグラフに描いている。これを参考にして考察すると、年齢が低くなると円柱を台に入れる時間がしだいに長くなり、やがて無限に時間がかかる、すなわち円柱を台に入れることができなくなる年齢となる。逆に、年齢が高くなると円柱を台に入れる時間がしだいに短くなり、やがていくら年齢が高くなっても、それ以上短い時間で円柱を入れられないという時間が現れるのであり、大人でもこの最小限かかる時間（音田²⁾によると平均で21.4秒）以下では円柱を入れられないのである。

これは、低年齢の児では視覚の認識が十分に発達していないために、小さい穴に大きな円柱を入れようとして入れられなかったり、逆に大きな穴に小さい円柱を入れてガタガタして誤りに気づいたりして、試行錯誤が多い結果として時間がかかるのである。逆に、年齢が高くなると、視覚の認識が発達して試行錯誤の回数が減少し、やがて円柱を正しい穴に一度で入れられるようになり、それが平均すると21.4秒ということになるのである。

以上のことを概念的にグラフに描くと図5の実線のように、年（月）齢を表す横軸と時間を表す縦軸に漸近する2次曲線となると思われる。

音田のデータは計38名のデータであるが、例数をさらに多く取った場合、図5の実線をはさむ2つの点線の幅でデータが散らばると思われる。すなわち、ある年（月）齢Xで考えた場合、図6の概念図で示されるように円柱を台に入れる時間の度数が正規分布をするのではないかと推測されるのである。そして、この正規分布曲線が明らかになれば、その平均からの偏差が異常の程度を示すことになり、スクリーニングの指標となると考えられるのである。

ii) 相関分析

ランダムに提示されている円柱すべてを台に

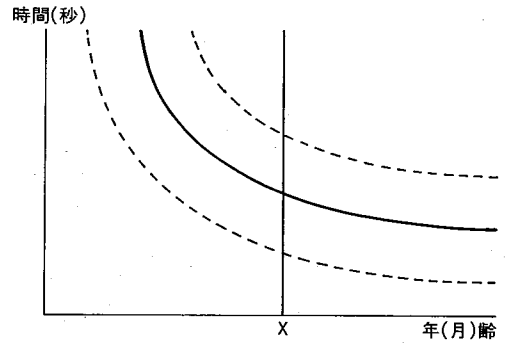


図5 年(月)齢と円柱さしを入れる時間との概念図

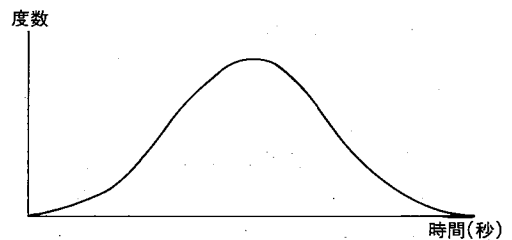


図6 年（月）齢Xにおける時間の分布の概念図

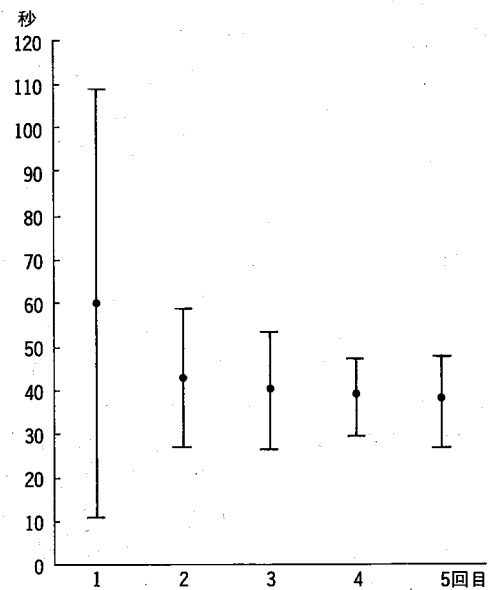


図7 円柱を入れる時間の平均値と標準偏差の推移

入れる5回の時間の平均値と標準偏差の推移を図7に示す。これでわかるように平均値は次第に低くなり、標準偏差も次第に小さくなるのがわかる。これはいわゆる学習効果であると思

表4 1回目から5回目までの時間相互の相関係数

	2回目	3回目	4回目	5回目
1回目	0.33* 0.75***	0.38* 0.70***	0.43** 0.57***	0.36* 0.58***
2回目		0.61*** 0.78***	0.51*** 0.62***	0.57*** 0.66***
3回目			0.66*** 0.74***	0.69*** 0.69***
4回目				0.74*** 0.75***

*: 1%, **: 0.1%, ***: 0.01%

上段はピアソン積率相関係数

下段はスピアマン順位相関係数

われる。

また、5回の時間相互の相関係数を表4に示す。ピアソン積率相関係数を見てみると、一番相関が高いのは4回目と5回目、次に高いのは3回目と5回目、次に高いのは3回目と4回目というように後に実施した回数の時間相互の相関が高かった。一方、1回目は2~5回目のいずれとも相関が低かった。スピアマン順位相関係数を見てみると、一番相関が高いのは2回目と3回目、次に高いのは1回目と2回目および4回目と5回目、次に高いのは3回目と4回目というように直後に実施した時間との相関が高かった。

以上のことより、少なくとも1回目に実施した時間は2回目以降に実施した時間との相関が低く、これを指標として採用しないほうがよいことがわかった。

次に、5回の時間と暦年齢、発達年齢（全領域、姿勢・運動、認知・適応、言語・社会の各領域）との相関係数を表5に示す。対象児75名のうち1回目は10名、2回目は7名、3回目は7名、4回目は8名、5回目は8名の児が円柱さしができなかったが、これらの児の暦年齢を表6に示した。これより、2歳、3歳児に多い割合で実施できないことがわかった。

表5の相関係数を見てみると、姿勢・運動領域のスピアマン順位相関係数の1回目だけが相関係数の絶対値が最も大きかったが、1回目あるいは3回目と同じ値をとる場合も含めて、他はすべて2回目相関係数の絶対値が最も大き

表5 5回の時間と暦年齢、発達年齢との相関係数

	1回目 (65)	2回目 (68)	3回目 (68)	4回目 (67)	5回目 (67)
暦年齢	-0.49*** -0.68***	-0.63*** -0.68***	-0.58*** -0.61***	-0.51*** -0.52***	-0.51*** -0.51***
発達年齢 全領域	-0.40** -0.63***	-0.56*** -0.66***	-0.56*** -0.62***	-0.53*** -0.55***	-0.46*** -0.49***
発達年齢 姿勢・運動	-0.51*** -0.68***	-0.59*** -0.67***	-0.53*** -0.59***	-0.48*** -0.51***	-0.47*** -0.49***
発達年齢 認知・適応	-0.33* -0.57***	-0.52*** -0.63***	-0.52*** -0.58***	-0.48*** -0.54***	-0.43** -0.45***
発達年齢 言語・社会	-0.43** -0.63***	-0.56*** -0.64***	-0.56*** -0.62***	-0.53*** -0.56***	-0.45*** -0.48***

かつこ内は円柱さしを実施した人数

*: 1%, **: 0.1%, ***: 0.01%

上段はピアソン積率相関係数

下段はスピアマン順位相関係数

表6 円柱さしを実施できなかった児の暦年齢

	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	計
1回目	2	7	1	0	0	10
2回目	1	5	1	0	0	7
3回目	1	5	1	0	0	7
4回目	1	6	1	0	0	8
5回目	1	6	1	0	0	8
対象児数	2	23	16	23	11	75

かった。このことにより、2回目に円柱を入れた時間が暦年齢および発達年齢との相関が最も高いことが明らかになった。

iii) 回帰分析

図5の理論的概念図によれば、求めようとする回帰式は2次方程式である非直線回帰モデルとなることがわかる。それで、図8に2回目に円柱を入れた時間と暦年(月)齢との回帰分析によって求めた2次方程式の回帰式と回帰曲線、および散布図を示した。ところが、2次項の回帰係数が0.02と非常に小さいので回帰係数の推定値が0という仮説検定をしてみると、表7に示すように、そのt値は1.566でその有意確率は12.2%であり有意ではなかった。ちなみに表7に示すように、1次項の回帰係数は有意であり、定数項も有意であった。このことは、

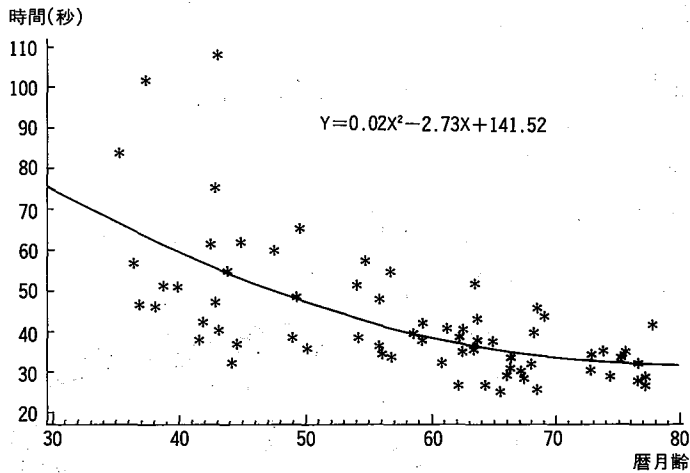


図8 2次方程式の回帰式, 回帰曲線および散布図

表7 各項の係数が0という帰無仮説の検定結果

	t 値	有意確率
2次項	1.566	12.22%
1次項	-2.216	3.02%
定数項	4.190	0.01%

回帰式が2次方程式である非直線回帰モデルである必要はなく, 1次方程式の直線回帰モデルでもよいという意味である。

次に, 残差分析を行い予測値と観測値の差である残差(秒)と暦年(月)齢を図9に示した。これによると, 48月以上では残差の分散は一定

であるが, 48月未満では残差の分散が拡大し, 特に正の方向へ拡大していることがわかる。このことは, 48月未満では円柱を台に入れる時間に個人差が大きい, すなわち, うまく速くできる児と時間がかかって遅い児との差が大きいということである。そして, 48月以上ではその遅速の差が縮まり, 暦年齢に対応したある一定の時間内にできるようになるということである。

そこで, 1次方程式の直線回帰モデルの回帰式を回帰分析により求め, それと回帰直線, および散布図を図10に示した。また, 残差分析の結果を図11に示した。残差分析の結果である図

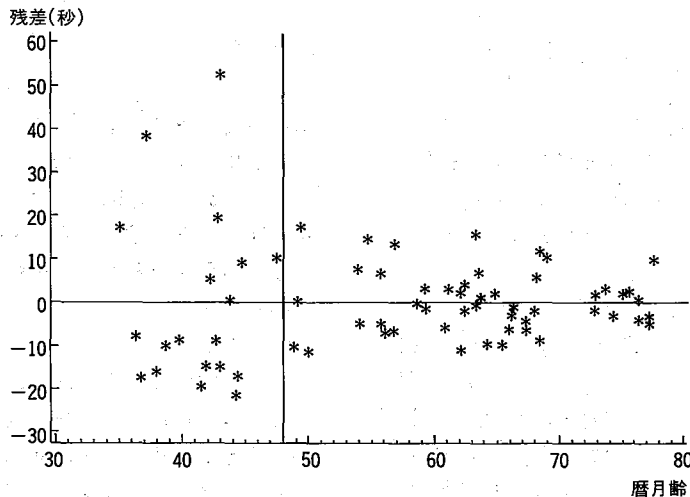


図9 2次方程式の回帰式による残差分析

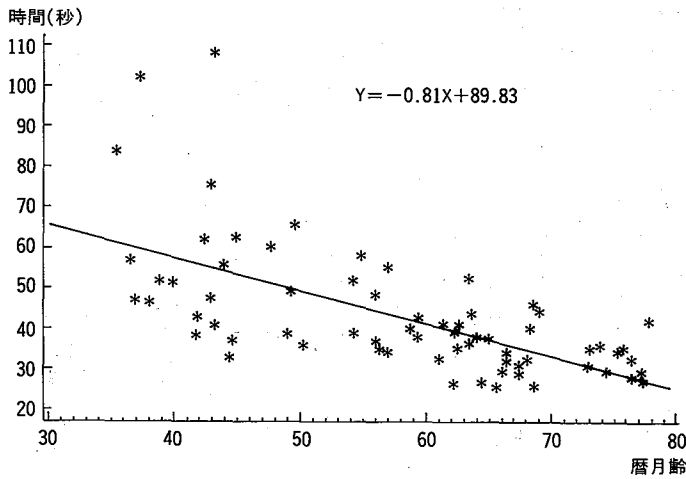


図10 1次方程式の回帰式、回帰直線および散布図

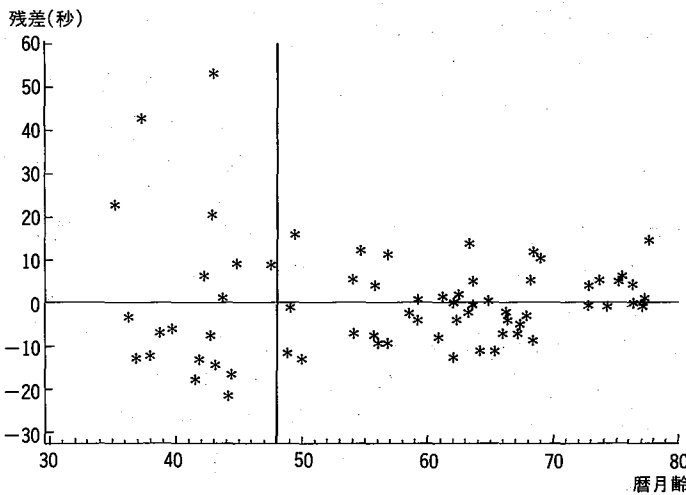


図11 1次方程式の回帰式による残差分析

9と図11を比較するとほとんど同じであり、2次方程式である非直線回帰モデルである必要はなく、1次方程式の直線回帰モデルでも、48月以上であれば、充分当てはまりがよいことがわかる。

以上は、発達に何等かの異常を持たない児で、新版K式発達検査の全領域の発達指数が80以上の児75名の分析結果である。分析の対象を、姿勢・運動、認知・適応、言語・社会の3領域すべての発達指数が80以上の児65名、全領域の発達指数が90以上の児60名、3領域の発達指数すべてが90以上の児44名というように順次に発達

指数の高い児を対象として同様の分析を試みたが、結果は同じであった。

念のため、暦年齢ではなく発達年齢についても同様の分析を試みたが、全領域の発達年齢、3領域の発達年齢すべてに暦年齢と同様の結果が出た。

回帰式が2次方程式である非直線回帰モデルである必要はなく、1次方程式の直線回帰モデルでも、48月以上ならば充分当てはまりがよく、図5の理論的概念図とは異なる結果となった原因の一つは、48月未満では円柱を台に入れる時間の個人差が大きいこと、48月以上ではその時

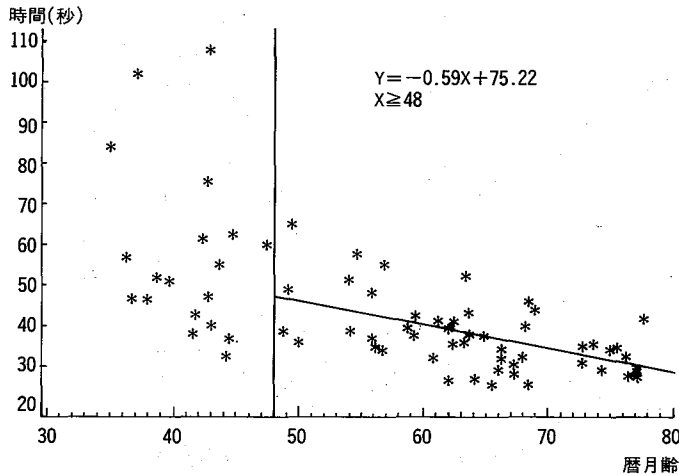


図12 48月以上の回帰式, 回帰直線および散布図

間が一定に収束してくるためであると思われる。

さらに, その原因の一つは, 表6に示した円柱さしを実施できなかった児の存在であると考えられる。すなわち, 円柱さしを実施できなかったということは時間が無限にかかったということであるが, 図8にそれがプロットされることはなく, また回帰式の計算に参入されることがなかったのである。

以上の結果から, ランダムに提示されている円柱すべてを台に入れる時間は, 48月未満では個人差が大きく当てはまりのよい回帰式を求めることは無理であることが明らかになった。

そこで, 48月以上の正常児50名を対象にして, 1次方程式の回帰式を求めると, 回帰直線, 散布図とともに図12に示すような次の式が求められた。

$$Y = -0.59X + 75.22$$

X: 暦月齢 X ≥ 48

Y: ランダムに提示されている円柱すべてを台に入れる時間 (秒)

IV. 妥当性の検討

さて, 48月以上の児についてスクリーニングをする必要性の理由は次のとおりである。

① I章2-i節で述べたように, Lichtenstein¹⁰⁾は, 早期スクリーニングの正確さには限界があり, スクリーニングによって生ずる過誤

の問題は現実的に対処すべきで, たった一度のスクリーニングではなく, 長期にわたって繰り返しスクリーニングを実施することが必要だと述べている。このことから, スクリーニングは48月未満で終るのではなく, 48月以上も継続してスクリーニングを実施することが必要であると考えられる。

② 筆者の研究^{27,28)}では, 原因不明の軽度の発達遅滞などは, 4歳, 5歳で発見されるのが相当数いる。これは, 3歳児までに発見するのを見逃したのか, あるいは異常が明瞭に発現するのが3歳を過ぎてからなのかのいずれかと思われる。このような実態からも48月以上でスクリーニングをする必要性があると思われる。

③ 本邦の現行の制度では, 3歳児検診の次は, 教育委員会を実施する6歳児を対象とした就学児検診である。このため, 4, 5歳児は検診がされていない。このことから48月以上でスクリーニングをする必要性があると思われる。

以上のことより, 本章では, 48月以上の児を対象として, モンテッソーリ円柱さしが精神発達を測定するスクリーニング検査用具としての可能性があるかどうかの示唆を得るために妥当性の検討を行う。このため次のような順序で検討を行うことを本章の目的とする。

i) 残差の正規分布の確認

48月以上の児を対象とした回帰式による残差が, 図6にあるように, 正規分布からの標本で

あるかどうかを確認する。

ii) Cut off point の検討

正規分布からの標本であれば、平均値は0であることが予想されるが、標準偏差を求めて、それから cut off point を検討する。

iii) 妥当性の検討

Cut off point により、四分割表を作成し、妥当性の諸指標を検討する。

1. 対象と方法

対象に関して、i) と ii) については、前章で48月以上の回帰式を求めた時と同じ正常児(発達指数80以上)50名を対象とする。iii) については、その50名に加えて、48月以上の何等かの異常あるいはその疑いのある児10名を加えて、合計60名を対象とする。何等かの異常あるいはその疑いの種類と発達指数は表8に示すとおりである。

i) 残差の正規分布の確認には、ヒストグラムを描き、ついでシャピロ・ウィルクの検定²⁹⁾を行う。この検定は、データが正規分布からのランダム標本であるという仮説の検定を行う。

ii) 残差が正規分布からの標本であれば、平均値から90%、95%、99%の値を標準偏差より求め、それを前章で求めた回帰式の切片に加えて、cut off point を求める。

iii) 前段階で求めた cut off point により、四分割表を作成し、妥当性を検討するために以下の数値³⁰⁾を計算する。

- Rate of Referral
- Screening Teat Validity

表8 異常あるいはその疑いの種類と発達指数

No	異常(疑い)の種類	DQ(全領域)
1	精神遅滞	74
*2	精神遅滞	65
3	精神遅滞	38
*4	精神遅滞	測定不能
*5	自閉傾向のある精神遅滞	67
6	脳腫瘍による精神遅滞	57
7	染色体異常による精神遅滞	測定不能
*8	自閉症	37
*9	視知覚異常の疑い	88
10	難聴の疑い	81

*: 円柱さして正常とされた児

- Sensitivity
- Specificity
- Rates of Over-and Underreferral
- Predictive Validity of Positive and Negative Tests

最後に、I章で述べたように、Meisels⁹⁾がDDSTよりも十分な妥当性を持っているとして示した“Minnesota Child Development Inventory”⁸⁾、“Early Screening Inventory”⁹⁾、“Minneapolis Preschool Screening Instrument”¹⁰⁾のそれぞれの妥当性の数値と比較することとする。

2. 結果と考察

i) 残差の正規分布の確認

残差のヒストグラムを図13に、平均値、標準偏差、歪度、尖度、シャピロ・ウィルクの検定結果である統計量(W)および、その有意確率を表9に示す。

ヒストグラムでは、だいたい正規分布に近い形をとっている。この分布が0を中心とした左右対称の分布であることは、平均値が0で、歪度が0に近いことで示されている。しかし、尖度が3未満であるので正規分布と比較すると偏平な分布である³¹⁾。

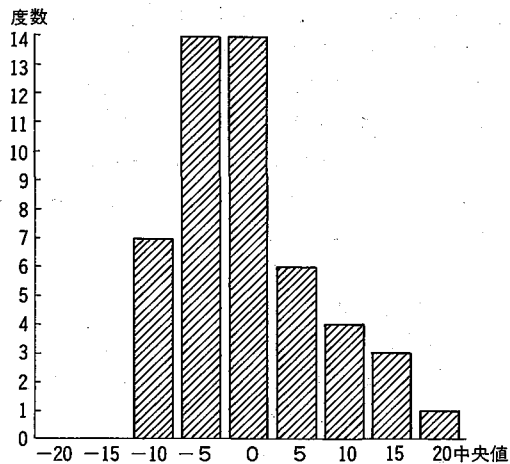


図13 残差のヒストグラム

表9 残差の平均値など

平均値	0.00	尖度	-0.05
標準偏差	7.36	W	0.96
歪度	0.61	有意確率	12.3%

一方, シャピロ・ウィルクの検定結果である統計量 (W) は0と1の間の値をとり, 0に近いほど正規分布からのずれが大きいことを示していると言われている²⁹⁾。この場合, $W=0.96$ であるから正規分布に近いことを示している。さらに, 有意確率は12.3%であって, データが正規分布からのランダム標本であるという仮説を棄却できないので, 残差は正規分布からの標本であるということが確認できた。

ii) Cut off point の検討

残差が正規分布からの標本であることが確認されたので, 標準正規分布の90%, 95%, 99%のZ値は, それぞれ1.28, 1.64, 2.32である³⁰⁾。これより, それぞれの求めようとする直線の式は, 前章の回帰式の切片が増加することとなり, 表10のようになった。

これをグラフに描くと, 図14のようになる。ただし図14には, 最後まで円柱さしのできな

表10 Cut off point の直線の式

90%
$Y = -0.59X + 75.22 + 7.36 \times 1.28$
$\therefore Y = -0.59X + 84.64$
95%
$Y = -0.59X + 75.22 + 7.36 \times 1.64$
$\therefore Y = -0.59X + 87.32$
99%
$Y = -0.59X + 75.22 + 7.36 \times 2.32$
$\therefore Y = -0.59X + 92.30$

かった4名の児はプロットされていない。

iii) 妥当性の検討

図14でプロットされた児56名と最後まで円柱さしのできな児4名(正常児1名, 異常児3名)の合計60名を, 円柱さしによる陽性と陰性, 診断による正常と異常(疑いを含む)とに分け, その四分割表を, 表11 (90%), 表12 (95%), 表13 (99%) に示した。なお, 円柱さしによる陽性とは, 円柱さしに時間がかかったということ, cut off point の直線よりも上にプロットされた児と最後まで円柱さしのできな児4名である。また, 円柱さしによる陰性とは, cut off point の直線よりも下にプ

表11 90%による四分割表

円柱さしによる分類	診断による分類		合計
	異常	正常	
陽性	6	8	14
陰性	4	42	46
合計	10	50	60

表12 95%による四分割表

円柱さしによる分類	診断による分類		合計
	異常	正常	
陽性	5	5	10
陰性	5	45	50
合計	10	50	60

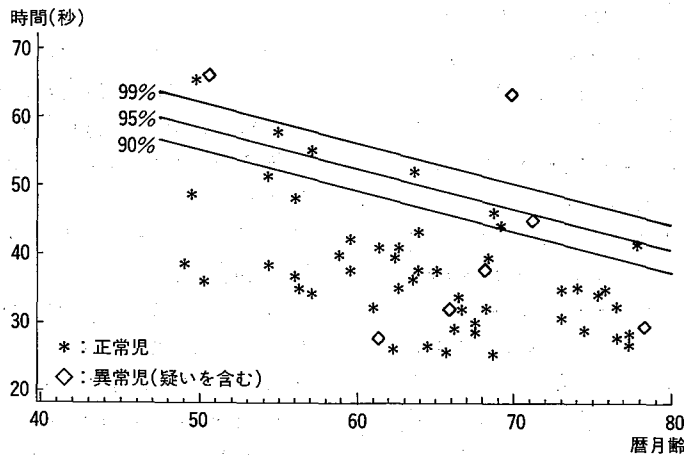


図14 散布図と Cut off point の直線

表13 99%による四分割表

円柱さしによる分類	診断による分類		合計
	異常	正常	
陽性	5	2	7
陰性	5	48	53
合計	10	50	60

表14 妥当性の諸指標

	90%	95%	99%
Rate of Referral	23	17	12
Screening Test Validity	80	83	88
Sensitivity	60	50	50
Specificity	84	90	96
Rate of Overreferral	13 57	8 50	3 29
Rate of Underreferral	7 9	8 10	8 9
Predictive Validity of Positive Test	43	50	71
Predictive Validity of Negative Test	91	90	91

単位はすべて%

ロットされた児である。

これらの四分割表より、妥当性に関する諸指標を求め、それをまとめたのが表14である。

数値のより小さいものがよいのは、Rate of Referral, Rates of Over-and Underreferralであり、数値のより大きいものがよいのは、Screening Test Validity, Sensitivity, Specificity, Predictive Validity of Positive and Negative Testsである。これらの点から、表14を検討すると99%を cut off point としたほうがより合理的であると考えられる。

次に、99%を cut off point とした場合、その妥当性を“Minnesota Child Development Inventory”⁸⁾、“Early Screening Inventory”⁹⁾、“Minneapolis Preschool Screening Instrument”¹⁰⁾と比較する。これらの論文には、四分割表が掲載されているので、それに基づいて妥当性に関する諸指標を求め、それをまとめたのが表15である。

表15 妥当性の諸指標の比較

	A	B	C	D
Rate of Referral	12	8	27	15
Screening Test Validity	88	96	89	89
Sensitivity	50	80	87	63
Specificity	96	97	90	93
Rate of Overreferral	3 29	3 43	8 29	6 38
Rate of Underreferral	8 9	1 1	3 4	6 7
Predictive Validity of Positive Test	71	57	71	62
Predictive Validity of Negative Test	91	99	96	93

A : 円柱さしの99% Cut off point

B : Minnesota Child Development Inventory

C : Early Screening Inventory

D : Minneapolis Preschool Screening Instrument

単位はすべて%

円柱さしの妥当性の諸指標が、他の3種のスクリーニングテストのいずれかより、高い成績を示しているのは、Rate of Referral, Specificity, Rates of Overreferral, Predictive Validity of Positive Testであった。また、ほとんど差のない成績を示しているのは、Screening Test Validity, Predictive Validity of Negative Testである。一方、低い成績を示しているのは、SensitivityとRate of Underreferralだけであった。

このように、わずか60秒ほどの時間で行ったスクリーニングとしては優れた成績を示しており、円柱さしが精神発達を測定するスクリーニング検査用具として使用する可能性は充分あると思われる。

ただし、SensitivityとRate of Underreferralの成績が低かったことは、充分考慮しなければならない。これは、表13の四分割表のうち、円柱さしによる分類で陰性であったが、診断による分類では異常とされた児、いわゆる Underreferrals (False negative) が多かったためである。この5名は、表8のNo. 2, 4, 5, 8, 9の児である。

いずれにせよ、表15の結果からは円柱さしは特に、SensitivityとRate of Underreferralの成績が低いので、これを高めるために、次の2つの研究が今後必要とされると思われる。

① 今回の研究は例数が少ないため、ある年齢幅をとり回帰分析を行った。しかし、例数をもっと多数にしてある同一年齢内、またはある同一月齢内での円柱を台に入れる標準的な時間から発達の異常を評価するという方法での妥当性を検討する。

② 円柱さし以外で、正常群と異常群とを明瞭に判別できる検査用具を探し、それと円柱さしを組み合わせることによって、より妥当性の高いスクリーニング検査とする。

さらに、48月未満児にも適用できるようにするためには、円柱さしの円柱と台の穴をどれほど少なくすればよいのかという研究も、今後必要とされると思われる。

文 献

- 1) 平井久監訳：マリア・モンテッソーリ 子どもへの愛と生涯。初版，新曜社，P87，1981.
- 2) 西本順次郎：モンテッソーリ幼児教育入門。初版，福村出版，P205，1975.
- 3) 西本順次郎：同上，P208，1975.
- 4) 岩田陽子：モンテッソーリ教育 理論と実践 3 感覚教育。初版，学習研究社，P35，1978.
- 5) Meisels, S. J. : Can developmental screening tests identify children who are developmentally at risk?. *Pediatrics*, 83(4) : 578-585, 1989.
- 6) Knobloch, H., Pasamanick, P. H., Sherard, E. S. : A developmental screening inventory for infants. *Pediatrics*, 38(6) : 1095-1108, 1966.
- 7) Frankenburg, W., Dodds, J. : The Denver developmental screening test. *J. Pediatrics*, 71(2) : 181-191, 1967.
- 8) Gottfried, A. W., Guerin, D., Spencer, J. E., Meyer, C. : Validity of Minnesota child developmental inventory in screening young children's developmental status. *J. Pediat. Psychol.*, 9(2) : 219-230, 1984.
- 9) Meisels, S. J., Wiske, M. S., Tivnan, T. : Predicting school performance with the early screening inventory. *Psychol. Schools*, 21 : 25-33, 1984.
- 10) Lichtenstein, R. : New instrument, old problem for early identification. *Except. Child.*, 49 : 70-72, 1982.
- 11) Gearheart, B. R. : *Learning Disabilities Educational Strategies*. 3rd ed., C. V. Mosby Co., St. Louis, p. 34, 1981.
- 12) Gearheart, B. R. : *Ibid*, p. 14, 1981.
- 13) Gearheart, B. R. : *Ibid*, p. 33, 1981.
- 14) 岩田陽子：モンテッソーリ教育。理論と実践 3 感覚教育 初版，学習研究社，P14，1978.
- 15) 西本順次郎：モンテッソーリ幼児教育入門。初版，福村出版，P9，1975.
- 16) Ball, T. S., Campbell, M. L. : Effect of Montessori's cylinder block training on acquisition of conservation. *Develop. Psychol.*, 2(1) : 156, 1970.
- 17) 江草安彦，山口茂嘉，奥山清子：モンテッソーリ教具円柱さしに関する研究。モンテッソーリ教育，(1) : 18-25，1978.
- 18) 井田範美：SOLID CYLINDERSに関する一実験的研究。心身障害研究，4(1) : 37-45，1980.
- 19) 西本順次郎：「円柱さし」学習過程の分析。モンテッソーリ治療教育研究，1(1) : 6-10，1978.
- 20) 西本順次郎：モンテッソーリ教具「円柱さし」とその学習過程分析装置の考案。教育医学研究，(10) : 1-9，1978.
- 21) 音田陽子：モンテッソーリ教具「円柱さし」の使用過程分析。教育医学研究，(10) : 43-51，1978.
- 22) 教育医学研究室：モンテッソーリ教具「円柱さし」の定位反応。教育医学研究，(23) : 59-68，1981.
- 23) 西本順次郎：「円柱さし」学習過程の生理心理学。モンテッソーリ治療教育研究，5(1) : 1-12，1982.
- 24) Nishimoto, J. : "Solid Insets", Dr. Montessori's educational material, and the invention of a cylinder blocks learning process analyzer. *教育医学研究*, (24) : 1-16, 1982.
- 25) 八百谷緑：モンテッソーリ教具「円柱さし」作業時の脳波トポグラフについて。教育医学研究，(26) : 45-53，1983.
- 26) Azuma, N. : A pilot study of the Montessori cylinder block test as a screening test material. *Ann. Rep. Facul. Ed. Iwate Univ.*, 51(1) : 93-97,

- 1991.
- 27) 我妻則明：僻村における地域母子保健システムに関する実践研究. 小児保健研究, 46(1): 63-68, 1987.
- 28) 我妻則明：精神発達スクリーニングと事後システムとしての母子クラスについての研究—僻村における地域母子保健システムに関する実践研究より. 小児保健研究, 48(1): 83-86, 1989.
- 29) 竹内啓：SASによるデータ解析入門. 初版, 東京大学出版会, P127, 1987.
- 30) Stangler, S. R., Huber, C. J., Routh, D. K. : Screening growth and development of pre-school children : A Guide for Test Selection. 1st ed., McGraw-Hill Book Co, New York, p. 45, 1980.
- 31) 池田央：行動科学の方法. 初版, 東京大学出版会, P 86, 1971.
- 32) Hoel, P. G. : Elementary Statistics. 3rd ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, p 287, 1971.