

精神発達遅滞児の数学的概念の認識の特性と療育 I
ダウン症児の準数概念(註1)の認識とコンピュータを利用した学習指導

植村 哲郎

(1991年10月15日 受理)

Cognitive Behavior on Quasi-mathematics and Therapy
by using Computer for Down's Syndrome Children

Tetsuro UEMURA

Abstract

Most handicapped children, either physically or mentally, suffer disadvantages where they have difficulties in adapting social environment due to their handicaps.

Some special and educational care should be taken of them so that they learn to get along in the society getting the better of the difficulties they have.

Traditional classes in mathematics where the emphasis is put on calculation based on logical reasoning do not work on mentally retarded children. Our approaches to the issue adopted in the present research study are;

- (1) pinpointing main problem in the teaching situation involving mentally handicapped children:
- (2) developing computer-assisted programs of instruction to help them learn mathematics, on the basis of good understanding of stages in their development in the process of acquiring mathematical concepts.

The present author has been doing the following activities over the last three years; giving instruction to two Down's syndrome children: observing school classes for handicapped children: collecting scientific data concerning their learning styles:

and research work based on literature. These activities have led us to the assumption that what is needed for more efficient mathematical classes in dealing with those children is provide materials germane to their everyday situation that fit in each of their developmental phases in mathematical abilities. It is also assumed that using computers as an aid in instruction is

quite rewarding in keeping the children highly motivated and interested in learning. It should be noted that computers presenting materials full of graphics in color of display will play an important and incentive role for those with Down's syndromes, who are very active visually.

The present study reports on the growing learning abilities of the children effected by the three-year instructions given in our 'playroom', at schools for the handicapped, and at their home. The study describes in detail the way computers were operated in favor of the children in class.

I はじめに

一般的に心身に障害を持つ児童・生徒は、その障害に起因する社会適応の不利（ハンディキャップ）がある。そのハンディキャップを克服するためには、通常の教育では配慮できない特別な教育環境（特殊教育）を用意してやらなければならない。現状は、十分な手だてが取られていると言えない。

1 精神発達遅滞児のための算数教育

算数教育的な視点からは、たとえば、伝統的な算数の授業で行われているような数理そのままの指導は、精神発達に遅れのある児童の実態には適合しないであろう。また通常の算数教育では、抽象化された原理・法則や概念の一般化に関する指導に重点を置き、物事を一般的、統一的に処理できることに努める。しかし精神発達遅滞児においては、このような高度なねらいを設定することは困難である。生活の中の数量にかかわる活動に焦点をあて、それらに関わる行動様式を身につかせ、それを伸ばしていくことに重点を置かなければならない。机上の数量経験を知識として与え、それを生活の中で生かせる有用な行動様式に発展させようとしても徒労に終わることも少なくない。

「絵の中の花をおはじきにおきかえて数えることを指導することよりも、給食のパンを人数分用意したり、客の数だけ茶を出したりする行動様式がわかるような指導を大切にすべきである。」

(文献(1))

このような考え方が精神発達遅滞児の教育では支配的である。ここでは戦後の生活単元学習の教育の方法が、現在も行われていると言って良いであろう。歴史の中に埋落してしまったようにも思われるこの教育方法が、障害児教育では、今でも行われている理由は、精神的な障害を持った子どもは、一般化や抽象化をする力が欠けているので系統的教科指導による知的学習は不可能であり、具体的経験活動による生活単元学習、作業学習が中心となった社会適応を目指した教育活動が望ましいとの判断からである。

他方、これに対して、次のような考え方もある。「生活単元学習や作業学習の中では、子どもの

思考を混乱させるので、算数の指導は難しい。なぜなら、たとえ実用生活に使う算数であれ、その算数が理解できるためには算数としてもつ系統生を踏まえたものでなくてはならない。算数の系統性を正しくとらえ、正しい教授・学習課程に組んでこそ、わかる算数として子どもの力となっていく。」(文献② P.36) この意味で、精神発達遅滞児にも系統的算数教育は欠かせないものであると云う。

著者は、3年間、2人のダウン症児に対して調査や指導を行ったり、障害児学級の授業の参観、文献調査などを行ったりしてきた結果、現在次のようなことを感じている。

内容的には算数の系統にそって進めながら、それを教材する場合に、生活単元学習の考え方も用いる。

ここまでは普通児の指導でも同じである。

障害児の指導で重要なことは、算数の系統を子どもの実態に合わせてよりきめ細かに分析し、それに合った教材を子どもの生活場面から抽出し、適切に与えることである。理由については、3の(4)の考察に於て述べる。

要は、ただ単に普通児のための内容を、単に薄めただけのものであってはならないということである。現状は、どうであろうか。疑問に思えてならない。

2 研究の目的・方法と視点

川口氏は障害児に算数を指導する目標を「障害児の生活経験を拡大する中で、数学的概念の意識活動を活発にし、それらの概念の理解を確実なものとして、実生活に役立つ数学的能力を、主体的に身につけさせる。」ことであると述べている。(文献④)

筆者も同様の考えである。そのために次のような観点から研究を進めて行くことにしたい。

① 「障害児の社会的対応性を高め、将来より人間的な社会生活を営むことが出来るために、子ども自身にはいま何を学習させなければならないのか、そのために大人は何をしてやれるのか」と言った観点からの検討

② 障害児教育の現状及び問題点の把握、適切な教育のあり方についての検討

③ 数学的概念の認知理解の発達の特徴の性格な把握、適切な指導のあり方、特に、ダウン症児の数量的内容についての教育プログラムの開発作成

①②の視点からの研究が、障害児教育では不可欠である。専門家により研究されている面も多いが、反面、研究者の研究哲学とも言うべきものであり、研究としては成立しにくい側面をもっている。数学教育の研究の立場から、筆者としては③が研究の主な関心である。

④ 普通児の数学教育研究の新しい発想を求めて

ダウン症児の発達は、一般的には普通児に比較して特にある能力において劣るということはなく、全ての面で平均的に遅れる傾向がある。従ってダウン症児の研究は、その結果として、普通学級のスローラーナー、特に低学年の児童、に対する教育方法の改善につながる新しい発想が生まれる可能性を持っている。

例えば、普通児学級の教師は、「児童・生徒は適切な指導があれば何でも解るものである」と思っているが、障害児学級の教師は「教師が苦勞して指導しても解らないものである」という考え方を基本に指導にあたるという。

また、Ⅳで述べる調査例からも、普通児学級の児童の指導法を原点から考え直す必要があるのではないかと思うこともいくつか見られる。

Ⅱ 障害児教育におけるコンピュータ利用

1 障害児教育におけるコンピュータ利用

障害児教育におけるコンピュータ利用は健常児の教育と同様に、

いわゆる CAI 的な利用、CMI としての利用、コンピュータリテラシーを育てるための教材としての利用、障害の補完としての利用、事務処理用としての利用などが考えられる。特に障害児教育における有効なコンピュータ利用は、つぎの2つの利用に大別される。^(文献⁵⁾)

① 感覚障害（視覚、聴覚等）、運動障害（肢体不自由、病弱等）を補償、代償する機器としての利用

コンピュータの入出力装置を学習者の障害に合わせて改善工夫することにより、例えば、言語障害児の意志伝達の道具としてのワープロ、視聴覚障害児のための文字の拡大、入力装置としての改良キーボードの利用

② 知的発達・情緒発達の歪みや遅れのある障害児の教育における CAI 的利用

障害児教育は、学習者の障害による能力差が大きく、児童の能力差に応じた教育内容、方法、場などを配慮した個別学習が基本であるので、個別学習を意図している本来の CAI の考え方が進め易い。

また、障害児の障害も視覚障害、聴覚障害・言語障害、精神薄弱・情緒障害、肢体不自由、病弱など様々である。それぞれの障害に応じたコンピュータ利用が考えられるが、それぞれの詳細についてはここで触れないが、本稿では主として精神遅滞児の教育における、コンピュータ利用について述べる。

① 個別対応の教育計画作成と教育

障害児の教育ではまず一人一人の発達や学習の状態を正しく把握し、個別の指導計画を立てなければならない。そこで、検査や指導の記録、用いた教材と子供の反応など多量の情報を分析し、現状への適切な対応をするための計画作成に有用である。

② 個別的対応のために

個人差の大きな障害児教育では、コンピュータを利用することによってそれぞれの子供のペースで学習を進めることができ、学習内容を定着させるのに大きなメリットが期待できる。

③ 動機づけを高めるために

精神発達遅滞児は新しい学習内容に対して動機づけの面で弱い面がある。テレビ画面からの課題提示が子供の興味や関心を喚起し、その課題への反応がすぐフィードバックされ即時強化できる、またゲーム的要素を加えることもでき、学習に集中出来るようになる。

④ 認知発達を促すために

精神発達遅滞児の思考は、具体的なレベルへのこだわりが強く、言語や概念による操作的レベルに達するのに困難を示す。そこで、感覚運動的活動や生活単元学習などの直接体験を重視した学習が展開されると同時に、直接体験のイメージ化、イメージの言語化、抽象化を促す学習を積み上げることが必要である。そこで、言語的認知と動作的認知との橋渡しの役目を視聴覚教材と同じようにパソコンによる映像が果たすと考えられる。

2 精神発達遅滞児・特殊学級等の算数科学習指導におけるコンピュータ利用

(1)でも述べたが、学習者の興味・関心を誘発し、持続させる方法としてもコンピュータは有効である。特に、ダウン症児は視知覚の働きが優れており（一般には、ダウン症児のIQは、軽度75～50、中度50～25であるが、視知覚に関してはIQ70～80程度の子どもも良くいる）、グラフィック機能によるカラフルなアニメーション的な画面等による教材提示は、指導上のメリットは多いと思われる。

また、LOGO言語を利用した1つの知的思考の道具としての利用も考えられる。

コンピュータの利用としては当然のことながら、計算の道具としての利用もある。例えば中等部では、繰上がりのある2位数+2位数、3位数+3位数の筆算を指導することになっている。基礎的な計算は終えているのであり、精神遅滞児にとってここでさらに複雑な筆算を指導する必要があるだろうか。それより、実際の生活場面において加法や減法などの演算を正しく適用できることが、児童にとっては重要なことである。計算は電卓を利用させても良い。

コンピュータ等を利用した実際の指導例を以下に説明する。

Ⅲ ダウン症児へのコンピュータ利用による指導

(1) パソコンを利用した指導

- ① 音楽演奏ソフトの選曲のためのテンキーによる入力（数字になじませる、サウンド機能の利用）
- ② 交通シミュレーションによる通行車台数の教え方（教える経験）
- ③ $5 + ()$ の形の足し算にあたるかへの移動のシミュレーション（キャラクター利用）
- ④ 1～10の数字の認識と筆順練習（画面上の数字をなぞる）
- ⑤ 10以下の数の合成、分解のシミュレーション
- ⑥ 教科書（かずのほん、文部省）の一ページをディスプレイに提示し数的な質問をしながら数

概念を養う (イメージスキャナーの利用)

⑦ ワープロの練習 (タッチスクリーンによる入力装置の利用)

これらのソフト作成や既成ソフトの使用に際し、キーボードとディスプレイのみの入出力では限界があることを感じた。周辺機器の利用は有効である。例えばタッチスクリーン、ジョイスティック等による入力方法の工夫、イメージスキャナーによる画像、特に有名なキャラクターの取り込みや、サウンド機能の利用は、コンピュータの利用の有効性が飛躍的に拡大する。

(2) 研究室におけるその他の指導

① 数概念の指導：いろいろなものを数える経験 (おはじき, さいころ, 棒, 指, 本, 拍数)

② 1対1対応の経験のため：人にチョコレートとを1個ずつ配らせる, 白黒碁石の対応には関心を示さず, 多少の比較も不明確——碁石とブロックを対応づけて比較可能 (学校でも指導があった)

③ 遊び：すごろくあそび, ボーリング,

(3) 養護学校の指導

1, 2年では, 特に内容を指導することはしない。身の回りの生活場面を処理できるような指導の中に数的な事柄がたまたま出てくる程度であった。

3年から, 算数の教科指導がなされるようになり, この6ヵ月間に「なかまあつめ (分類・集合)」「多い, 少ない (1対1対応)」が指導され, 引続き「かずしらべ」「ながさくらべ」が指導されることになっている。

(4) 家庭に於ける指導

絵画の家庭教師の指導,

市販コンピュータ学習システム「まなぶくん, 初級かず」による学習

(5) 指導上困難を感じているもの

① 時間：数, 図形, 量 (長さ, 重さ) に比較して極めて抽象度が高いこと, 視覚的に促えにくい, 感覚が説明できない。きっかけとしては, カレンダーの曜日, 好きなテレビ番組のある曜日と時間, 朝昼夜, 昨日今日明日の区別, 時計を用いた時間や時刻の指導は極めて困難

② お金の価値判断：説明しにくく以外と指導は困難。1円のコインが10個と10円コイン1個と同じとは理解しがたいのは当然である。桁の概念の理解の困難が予想される。コインの区別が不可能。買物, バス利用, コインを入れて遊ぶゲームなどの生活経験が必須

IV ダウン症児 (A子) の準数概念の認識の特性と指導

昭和63年11月ダウン症児の数概念の認識について初めて調査を行った。その後、児童は学校や自宅、当研究室等でいろいろな学習指導がなされた。この間の発達状況を平成元年9月29日に調査し、その間の発達状況については学会等で報告した⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾

その後、3年生になり養護学校でも算数科としての学習指導が始まり、当研究室でもいろいろな指導を試みた。

本稿では、主としてこの1年間の学習指導の内容を説明し、この2年間の数学的概念の発達状況について、平成2年10月8日に調査したので、その結果を報告する。

1 2年間の指導の経過と発達状況の変化

(昭和63年11月—平成元年9月—平成2年10月の状況、※は、私見)

① 数の復唱：二数の復唱は正確にできるが、三数の復唱は不正確である（※3段階の過程で構成されることを再現できない）

—変化無し—正確

② 図形模写：円，十字，正方形は可能だか，三角形は模写不能…**三角形の斜線困難**三角形の1辺のみ模写，正方形もひし形と同様な置き方をすると困難——三角形の模写可能，正方形をひし形と同様な置き方をすると水平方向に置き直して模写する。

③ 量の保存の成立：**量の保存が不成立，長さ・広さの判断が位置によって異なる**）——長さ，広さ，数保存性成立，「かさ」については未成立，

④ 数える：4個の横並べられた積木を「幾つありますか」の問に，3をとばして数える。13個の丸の数は，数えられた。右，左，両手片手の全部の指の数（5つ）については可能だか，部分については不正確である。4つ数える（指で押さえる動作）は正確，手の指は正確に本数が言えない。
——大きな変化なし。——10以下ほぼ正確に可能

⑤ 個数選び：10個置かれた積木から，指定された個数の積木を取らせる。「3個取ってコップに入れて」については可能，4個，6個，8個についてはでたらめ。——4個についてやや曖昧だが注意すれば可能——10以下の数についてほぼ正確に抽出可能

（※家庭，学校，当研究室での指導の効果ありと判断される）

⑥ 5以下の加算：「あめ玉2個持っています。お母さんが1個くれました。何個になりましたか」の問に，でたらめな解答であった。——1個，2個と答える。言葉には注意を向けるようになってきた。問題の状況は全く把握されていない——6以下の数について，言葉による問題の説明に対してほぼ正確に正答できる。小さな数（2以下）については念頭操作で可能だが，大きい数は両手の指を使うことにより可能）

⑦ 硬貨の名称：——前回同様にでたらめ，（※貨幣の理解は極めて困難と思われる。）

⑧ 前回までに可能になった事柄

折り紙：3つの段階を含む折紙において，2段階目の操作を忘れる——操作可能

短文復唱：「犬はよく走ります」「今日はいよいよお天気です」を復唱させる。「犬は走ります」「今日は天気です」と第二文節を忘れて唱える。——可能

四角形の構成：直角二等辺三角形による四角形の構成，はじめの三角形の置き方により，構成の困

難なものがある。

——全部可能

重さの比較：外見は同じ物を見せ「どちらが重いか」の間に、手に取り比較しようともせず、どちらか一方を差し出す。(※直接比較をしない) ——比較後正確に反応

長さの比較：「2本の線分のどちらが長いか」の間に、水平方向に置いた場合は、正しく答えられるが垂直方向は誤ることがある。——方向に無関係に正確に反応

大小の比較：大きさが5段階に順序付けられたコップを、大きさの順に重ねることが可能。

形の識別：ある図形を提示し、それと同じ形と思われる図形を探し出させる。長方形を平行四辺形ひし形と同じ見えていた。

——全て正確に識別可能

位置の記憶：12個所に、3個の絵が隠されている。一度見せた後絵を隠し、ある絵のあった場所を指定させる。それぞれ正確に指定できる、20分程他の調査をした後も、ほぼ正確に指定できた。

絵の欠如部分の補足：人物図の一部が欠落したものを示し、欠落した部分を指摘させる。正しく指摘できた。

(※位置の記憶や視覚的な働きは優れている)

2 その他の数概念認識の特徴

(前回調査——今回調査)

① 数詞を言えること

10まで、場合によっては13くらいまでの数について、順序よく、リズムカルに言う場合は可能だが、そうでない場合は脱落したり(特に4)10の代わりに5と言う。

——数称は13までは正確に可能

② 数字を読むこと

1, 2, 3, 5については、正確に言えるが4に抵抗あり。6と9, 7と4をまちがい, 8を「きゅう」という。

——13までは読める

③ 数えることについて：

規則的に並べられたものなら10程度までは指で押えながら数詞が言える。

不規則に置かれたものは数えまちがう。手の指の本数は、指で押えながら数おさせると数詞を言える、が「いくつあったか」の間には最後の数を言うことは出来ない。

(※1対1の対応づけが出来ること個数が解ることとは別なものである)。

5本の指を全部見せると「いつつ」といって答えられるが、3本の指をいきなり見せた場合には、答えられない。——不規則な並び、物の種類に関係なく可能

④ 数字を書くこと

1と2と3は模写は大体できるが4は不可（一昨年の検査では3は不可）、筆順は下から書く傾向がある（一般的に）

—10までは8が困難だがほぼ全部可能

V 考 察

この結果をどう解釈するか、また、当研究室や学校等の指導がどんな効果をもたらしたかについては、短期間で、被験者も1人であるので結論を出すには、時期尚早かも知れないが、現時点では次のようなことが言えるであろう。

① 絵や図にかかれたものの識別や記憶力、長さの判断など、視覚的な感覚に訴えることは、進歩が大きい。家庭における絵画指導の効果と思われる。

② 言葉で表現したり、数詞や数字等の「3」ように具体物と全く視覚的に異なる、いわゆる抽象化の程度が高いと思われるものは、前回は微々たる進歩にすぎなかったが、10以下の数に関して、合成・分解、加法の計算以前のレディネスは、達成されたとみてよい。5以下の数については、合成・分解や加法までは可能になった。

これらについては、コンピュータ利用の指導や学校内外の指導が集中的になされた成果と考えられる。

③ 量の概念は、数概念に比して遅れている。

かさ、時間特に時間の概念は、理解が非常に困難と思われる。

④ コンピュータの利用は、Ⅱの1でのべたもののうち、③動機づけを高めるためには、予想されることではあったが、極めて大きい効果がある。学習活動をやめたがらない程であった。障害児が全く自分のペースで学習できるという意味においては、個別化にも有効であると言って良い。今回は数概念の指導に集中して利用したが、図形などの指導では認知発達を促すことが予想される。

⑤ ダウン症児の発達を、Bruner, J. S. の認知の発達段階（動作的表象、映像的表象、象徴的表象）でもって説明するとすれば、「精神薄弱児の学習指導では動作的表象の段階における指導が特に重要であり、ダウン症児は映像的表象の段階は比較的発達が進んでいるが、象徴的表象の段階への転換期に大きなギャップがあるのではないだろうか」と考えている。

また、ダウン症児に対する算数の指導では、きめの細かい指導の段階とそれに合った教材を準備する必要を感じる。算数指導の系統性も普通児の学習指導とは異種のを考えることが望ましい。繰り返すが、普通児のための内容を、単に薄めただけのものであってはならない。

あ と が き

ここに2人の障害をもって生まれた子どもがいる。名はA子ちゃんとE子ちゃん、生活年齢(CA)9才と7才、IQ50代、普通児に比べて多くの面で能力的に劣るものもあるが、人なつこく、屈託が無く、非常に明るい性格のダウン症児である。この子どもが将来において、どのような家庭生活、社会生活、または職業生活を営むのであろうか。今のところ、もちろん何もわからない。がしかし、ダウン症児の教育は早期教育が重要であると言われており、手をこまねている訳にはいかない。

本研究を始めた動機は、A子の保護者からの依頼による、私自身にとっては受身的な外的なものであった。正直なところ乗り気でなかった。ある人に相談をしたら、「そんな子どもに算数を教える必要があるのか」とも言われた。

保護者の切実な懇願に耳を傾けるうち、数学教育の研究に携わる者の一人として、何か手助けできないものかという気持ちになり、ある種の責任も感ずるようになった。研究を始めて4年近くになる。障害をもった子どもがわずかながらも数概念を理解し着実に進歩して行く姿や、障害者がコンピュータの力を借りて、いままでできなかった文字が書けたり、意志を伝えることができるようになり、それを喜ぶ様を目にしていると、実にやりがいのある研究に思えてならない。今では、健常児の数学教育の研究こそ、余り必要のない研究者の遊び事にすら思える。

直接研究対象にしてる障害児は2人である。研究は始まったばかりで、今までの結果もダウン症児全体に言える結論かどうかは疑問である。しかし、本研究では多数調査を実施したり、健常児と比較したりする予定はない。ここにいる一人の障害児の絶対的な発達を第一義と考えるからである。

註

① 準備概念の用語について

川口、藤原氏達は文献(3)(4)等で、数概念と明確に区別して、類別や同等性、数の保存などを、準数概念と定義している。筆者は、さらに広い概念として、普通児の小学校の算数の学習以前に子どもが獲得しておかなければならないこと、例えば、類別、同等性、数の保存ももちろん含まれるが、数や形の意識化と認識、長さや広さ、重さの認識、対応づけ、量の比較などのことを準数概念と定義したい。準数概念は数概念の低次の基礎概念と見てよいが、敢えて、準数概念の用語を問題にするのは、精神薄弱児の認識においては、この段階が非常に重要であると思われるからである。準数概念にあたるものを列挙しようとしても、今の所それを表現する適切な用語が見あたらないのが現状である。

② 原数学

遠山氏は、文献(2)などで、小学校の算数教育の準備のため、その始まる前に身につけてほしい内容として、未測量、分析・総合、空間表象などを挙げ、これらを総称して「原数学」と言っている。

参 考 文 献

- (1) 文部省, かずのほん☆, ☆☆, 数の本☆☆☆ 指導書, 1987, p. 14
- (2) 遠山啓, 歩きはじめの算数, 国土社, 1972, p. 36
- (3) 藤原鴻一郎 川口廷, 精神薄弱児における数概念の特性についての研究, 数学教育学論究 XVIII, 1969, pp. 44-45
- (4) 川口廷監修 藤原鴻一郎, ちえ遅れの子どもの算数・数学 数と計算編, 学習研究社, 1978, p. 9
- (5) 詫間晋平 菅井勝雄, コンピュータ利用の障害児教育, 学習研究社, 1988, pp. 18-22
- (6) 拙稿, 精神薄弱児の数学的概念の認識の特性と療育, ダウン症児の準数概念の形成について, 1989年日本数学教育学会論文発表会論文集
- (7) 拙稿, 精神薄弱児の数学的概念の認識の特性と療育 (I) ダウン症児の準数概念の認識について, 数学教育学会研究紀要, 1989/Vol. 30
- (8) 拙稿, 精神薄弱児の数学的概念の認識の特性と療育 II…ダウン症児の数概念指導におけるコンピュータ利用の試み…, 1990年日本数学教育学会論文発表会論文集,
- (9) ARTHUR J. BARODY/Mental-Addition Development of Children Classified As Mentally Handicapped/Educational Studies in Mathematics/Vol. 19 No. 3 August 1988 pp. 16-17
- (10) 近藤益雄 松本繁, 精神薄弱児の算数の指導, 日本文化科学社, 1978, pp. 97-135
- (11) 特集パソコンを活かす, 発達の遅れと教育 (NO. 167), 日本文化科学社, 1988, pp. 5-9
- (12) 水田善次郎, ダウン症児の心理と指導, 学苑社, 1978, pp. 85-97
- (13) 嶋津峯眞監修, 新版K式発達検査法, ナカニシヤ出版, S. 60

なお, 本研究は平成2年度文部省科学教育研究費補助金一般研究C (課題番号450660040739, 研究代表者植村哲郎) の研究報告の一部である。