

盲児における図形・空間認知力の育成

——盲学校算数科における学習指導の改善——

笹 田 昭 三*
田 中 利 江**

Development of Cognitive Abilities of Figure-Space for the Blind
——Improvement of Learning Program of Arithmetic
in a School for the Blind——

Shôzô SASADA*, Toshie TANAKA**

はじめに

著者の1人(田中)が、盲教育5年目にして、初めて精神発達遅滞を伴った全盲生Tを担当した。Tが中学部2年生の時であった。小学部入学当初からみると、人格形成、社会適応、学習活動など種々の面において著しい伸びが見られたが、しかしなお、自立に向けて多くの課題を残しており、その一つが、「空間認知力の向上」であった。

Tは小学部の時から、数字の読みにおいて、点字における点の配置が鏡構造をもつ3組の数字

5と9 $\left(\begin{array}{cc} \circ & \circ \\ \circ & \circ \\ \circ & \circ \end{array} \begin{array}{cc} \circ & \circ \\ \circ & \circ \\ \circ & \circ \end{array} \text{と} \begin{array}{cc} \circ & \circ \\ \circ & \circ \\ \circ & \circ \end{array} \begin{array}{cc} \circ & \circ \\ \circ & \circ \\ \circ & \circ \end{array} \right)$, 4と6 $\left(\begin{array}{cc} \circ & \circ \\ \circ & \circ \\ \circ & \circ \end{array} \begin{array}{cc} \circ & \circ \\ \circ & \circ \\ \circ & \circ \end{array} \text{と} \begin{array}{cc} \circ & \circ \\ \circ & \circ \\ \circ & \circ \end{array} \begin{array}{cc} \circ & \circ \\ \circ & \circ \\ \circ & \circ \end{array} \right)$, 8と0 $\left(\begin{array}{cc} \circ & \circ \\ \circ & \circ \\ \circ & \circ \end{array} \begin{array}{cc} \circ & \circ \\ \circ & \circ \\ \circ & \circ \end{array} \text{と} \begin{array}{cc} \circ & \circ \\ \circ & \circ \\ \circ & \circ \end{array} \begin{array}{cc} \circ & \circ \\ \circ & \circ \\ \circ & \circ \end{array} \right)$

の区別が不明確で、必ずといってよいほど逆読みをし、算数科の指導に困難をきたしていた。これを何とか克服させたいと思い、あれこれ指導法を工夫してみたが、結局、完全に修正・改善することができなかった。また、掃除場所のコの字型に並べられたすの子の拭き方も、身体の動きを通して、再三再四指導したが、なかなか定着できなかった。このように、Tには、学習や作業、日常生活行動の中で空間認知力の欠如と思われる多くの課題がみられた。反復練習だけでは獲得できないこれらの課題に対し、その原因を究明し、適切な対応や具体的な手だてを講じることで、このことが全盲生Tが著者(田中)に投げかけた問題であり、本テーマでの研究の動機でもあった。

点字ひとつをとっても、点の空間的配置の識別を必要とするように、環境の中の具体物はすべて形と大きさを持ち、位置や方角・距離によって規定されて存在している。それゆえに、盲児の「自立」を図る上で、基礎的な図形・空間に対する認識を高め、盲児の図形・空間認知力を育成してい

*) 数学科教育教室 Department of Mathematics Education, Tottori University.

***) 鳥取県立鳥取盲学校教諭(平成3年度特殊教育内地留学生) Tottori School for the Blind, Tottori Prefecture.

くことは極めて重要なことである。

そこで本論文では、一つに、盲児の空間認知力はいかに育成されるのか。また、盲児の感覚の特性、知覚の発達等、盲教育にたずさわる教師として理解しておくべき基本的事項とは何か、これらを追究の課題にする。もう一つは、盲学校算数科における「図形・空間」領域の授業改善についての提案である。盲学校における算数教育の現状や困難点をふまえ、また前者の考察の知見に基づいた、授業改善の考え方とその学習指導のプログラムを提示する。

I 盲児における知覚と概念形成

医学的に生まれつきの盲人を先天盲、生後失明したものを後天盲と言うが、心理学的には視覚的経験の記憶が問題となる。それが彼等の心理的特性に影響し、また教育にも関係するからである。視覚的経験に関する記憶の有無と失明年齢との関係は個人差があり、一様には言えないが、3歳から5歳くらいまでの失明は、視覚的経験の記憶が残らないとされている⁽¹⁾。そこで、本研究で用いる「盲児」とは、視覚的経験の記憶が無い「早期全盲児」を意味する。この章では、こういった早期全盲児の知覚の特徴や概念形成の重要性について追究する。

1. 盲児にみられる心理的影響⁽²⁾

人間の認知発達に重要な貢献を果たしているのは視覚的な情報であり、目を窓口とする情報は全情報量の80%を越すとされている。

乳児の発達をみても、生後すぐに物を注視し、2ヶ月になると動く対象を目で追ったり、見るためにうつぶせ状態で頭を上げたりするようになる。4ヶ月になると目の前の物をつかみ、9ヶ月に入ると欲しいものをハイハイして取りに行くことができるようになる。これからみても、乳児は見えた物に誘発されて行動を起こしていることがわかる。このように、人間の行動にとって重要な役割を果たしている視覚が、生来あるいは早期において欠損するということになると、環境に対する認知行動は著しく制限され、以下のような問題が起こる。

① 周囲の様子がわからない。

視覚は明暗、色彩、形態に関する情報の窓口である。さらに遠感覚と呼ばれ広い視野(視空間)をもつため、対象の全体像を把握したり、対象物間の空間的な距離関係や方向・位置の関係、さらに運動や運動の因果関係などの把握に重要な役割を果たしている。こうした視覚特有の情報が失われることから、自分の周りの情報が無いに等しい。したがって盲児は、人に教えてもらうことでもなければ、周りの様子が全くわからない。

② 視覚的模倣ができない。

正眼児は成長過程において、知らず知らずのうちに多くのことを視覚的模倣を通して学習するが、盲児はこれができない。小学部中学年になっても模倣笑いが現れない盲児を経験したが、笑いの発達もこの一例である。正眼児なら集団指導ですむが、盲児は個別指導によらなければならないことが多いのはこのためである。

③ 視覚的刺激に対する反応が起らない。

正眼児にとっては、環境の中に行動を誘発する視覚的刺激がたくさんあるが、盲児にはそれが刺激として働きをしない。例えば、おもちゃ・絵本は、子どもにとって興味ある遊び道具であり、行動の誘因になるが、盲児には行動を誘発する力をもたない。したがって、周りからの働きかけ

がない限り、盲児の行動は限定され、経験も少なく、非活動的な傾向が強くなるのである。

④ 具体的事物で知らないものが多い。

正眼児は生まれてから自分の周辺にあるいろいろな物を見て育っている。正眼児には全くあたり前に見える事物でも、盲児は知らないでいることが多い。したがって、盲児には常に周囲に何が存在しているかを知らせてやる必要がある。

2. 盲児と触覚的認知

(1) 視覚の代役としての触覚による認知 (触知覚)

早期全盲者は情報の量的、質的な不足分を補償するために、視覚以外の他の感覚器官を総動員しなければならない。視覚に代わるものとして、触覚、聴覚、味覚、嗅覚などがあるが、視覚の代役をするものとして触覚の役割が大きい。触覚は盲人にとって重要な代替感覚であり、「目を手で代えて」と言われるくらい大切な役割を果たす。しかし、触覚が視覚のすべてを代役できるものでない。視覚と対比して、触覚による認知は、次のような問題点と限界をもつものである⁽³⁾。

- ① 視覚は遠感覚と呼ばれ、広い視空間を得るのに対し、触覚は近感覚あるいは接触感覚と呼ばれ、一度にとらえる情報量が極めて少ない。
- ② 個々の事物を触知することができても、それらが空間内でどのような関係、配置にあるかを把握することが難しい。すなわち、経験する物が個々になりやすい。
- ③ 触覚では、ある物の全体像を把握するためには、少しずつ順にその物を触っていかねばならない。そのため、全体と部分との関係がとらえにくく、継時的で部分的な知覚様式になりやすい。
- ④ 視覚は、目さえ開けていれば自然に刺激が入ってきて、いろいろなことが学習できるのに対し、触覚は、直接的に触れないと何もわからない。つまり、視覚は消極的、受動的でもよいが、触覚は積極的、能動的でなければ情報の獲得ができない。
- ⑤ 視覚では可能でも、触覚では触られないために認知不可能というものが極めて多い。
たとえば、遠くにあるもの(月、太陽、空、星など)、触ることのできない存在(光の反射や影など)、触ると危険なもの(沸騰しているものなど)、触っただけでは違いのわからないもの(容器に入った液体、寒暖計の水銀など)、あまりに大きすぎて一部分しか触れないもの(山、川、海、島など)、あまりにも小さすぎて触ってもわからないもの(アリ、虫など)がその例である。
- ⑥ 動いている物の知覚は困難である。それは、触る時に常にその物に圧を加えてしまい、自然的な状態を壊したり、運動を変えてしまうからである。たとえば、カーテンがひらひらするなどということは視覚の世界(視空間)のことであって、触覚の世界(触空間)には存在しない。
- ⑦ 空間概念の形成に際して、触覚の世界では、左右、上下、前後という空間座標軸がつくりにくい。

(2) 触運動の役割とコントロール (触運動知覚)

(1)で述べたような触覚による不利な条件を少しでも克服するために重要と考えられているのが、腕や手の運動(触運動)である。腕や手の運動は大きいのでつくりやすく、また教師が子どもの手をとって指導することもできる。運動の結果は、すぐにフィードバックできるし、必要なら反復して確認できる。特に、空間概念の学習にあたって、図形・空間の座標軸の形成は極めて重要である

が、この触運動によって、盲児においても体軸を中心とした座標の形成が可能となる。こうした触運動の利点を考えるとき、盲児にとって、触運動のコントロールは極めて重要な意味をもつ。

盲児が外界に働きかけ、物と接触をもつのはよくコントロールされた運動以外にない。盲児における触運動は、触覚による認知の不利な条件を緩和し、克服していく手だてであり、能力である。このような理由から、盲教育の出発点は、触運動のコントロールについての学習にあると言われている。この「触運動のコントロール」の学習について、文部省編『盲児の感覚と学習』では次のような基本学習とその指導順序を挙げている⁽⁴⁾。

- ① 手のひらを握ったり、開いたりする。そして、物をつかんだり放したりする。
- ② 平面をなでたり、線をたどったりする。(平面や線から離れたり浮いたまま運動しない。)
- ③ 両手で物をたどる。(まず、出発点を左手で押さえ、右手でたどる。次に、左手がたどっているものを、右手が知るといようにして関係づけの初歩を学習する。)
- ④ 手の運動そのものを規制する。(腕の運動は円運動、あるいは波形運動になっているが、これを直線的運動ができるよう規制する。)
- ⑤ 線の方向づけをして、運動の方向をとらえる。
 - A：静止した線をたどり方向づけをする。
 - B：運動するものを身体全体を動かして追う。
 - C：自分の身体は動かさないうで、腕や手で運動するものを追い、運動の方向を弁別する。
- ⑥ 点の位置づけ。(直線が折れ曲がる場所、2直線の交わる場所として、空間内における点の定位を学習する。)

このように、手の運動を意識化させる活動の中で、触覚は触運動知覚に高められるとともに、図形概念の形成や構造化が促進されていくのである。

3. 知覚の発達と概念形成

概念形成は、知覚の発達と密接な関係があり、特に視知覚を欠いた盲児には容易なことではない。さまざまな不利な条件を克服していかに概念形成を図るかは、盲教育における重要な課題であると考えられる。そこで、この節では、概念形成の過程、および知覚と概念形成との関連について考察することにする。

(1) 概念形成の過程⁽⁵⁾

人間はあくまでも外界の状態をみたり触れたりしながら知覚し、知覚に伴っての判断で生活している。したがって、知覚したものを「記憶」という形で保持していく必要があり、また必要な場合には、その記憶を取り出すことのできる機能をもつことが必要である。これが「心象」(イメージ)と言われるものであり、心の中に視覚的、静的な記憶として焼き付けられたものである。

例えば、「コップが落ちて壊れる」という事実を例にあげてみる。「ガチャンという音とともにコップが粉々に割れる」という場面を知覚すると、これが心象として記憶の中に保持される。その後、また、物が壊れる場面を体験した時、音や場面の状態から以前の心象を思い起こす。

「物が落ちて壊れる」という心象を量的に積み重ね、強化していくと、

- ① A₁の時 B₁であった。
- ② A₂の時 B₂であった。

.....

そこで、「閉合の要因」が強く働く段階から、「よい連続の要因」が強く働く知覚へと進んでいくためには、運動の情報、特に方向、位置、距離などの空間的な関係に関する情報の取り込みが必要となる。これを代行できるのは、手や腕の運動である。「形の特徴の情報」と「運動の情報」のセットが記憶に送られ、心象をとどめ、既に形成されている概念と照合されて共通の属性が抽出され、概念形成がなされるということになる。

乳児期には、いろいろな感覚体験（明暗、音、におい、手触りなど）と運動体験（握る、振るなど）を重ねるうち、いろいろな感覚体験が運動体験を媒介にして統合され、低レベルの概念が形成される。そして、低レベルに対応した未分化な知覚が発現すると考えられている。その後は、そうした知覚体験と同時に得られる運動の情報により統合され、柔軟な対応ができる概念的枠組や構造をもつ高レベルの概念へと発展していく。これに伴って、知覚の分節も進み、その状況に合った知覚ができるようになっていくのである。このように、知覚と概念形成は、互いに影響を及ぼし合い、それぞれの客観性を増していくと考えられている⁽⁹⁾。

国立特殊教育総合研究所の前記の「特別研究」では、パターン認識の発達という点から、盲児が置かれている不利な知覚条件を克服するための手だてが検討され、結論として豊かな触察経験の重要性を指摘している⁽¹⁰⁾。この触察は触覚による観察であり、ここでは多様な状況に応じたパターン認識が求められることになる。触察経験を通していかにパターン認識の仕方を学習させるか、このことは盲学校算数科の学習指導を成立させるための重要な鍵であると同時に、盲学校教育全体にとっても重要な課題である。

II 空間概念形成の学習

1. 子どもにおける空間概念の発達

環境の空間的認知は、対象の位置、大きさ、形、および対象相互、あるいは観察者と対象の方向、距離という空間関係において把握される。こうした空間的認知を可能にしているのは、視覚、聴覚、触覚、運動感覚等であり、これらの感覚により総合的に構成された空間的認知の枠組みを使って、われわれは日々行動している。その中でも視覚は空間認知の有効な決定者である。したがって、視覚を欠如した盲人にとって、環境の状態やその中での自分の位置を正しく判断して行動することは非常に困難なことである。

波多野氏らは、著『ピアジェの認識心理学』の中で、「空間概念とは、生来人間に備わっているものであろうか。」と提起し、「知覚は、本来は、ある視野内の限られた事物に対応するものであるから、断片的で確率的である。そのバラバラな知覚を協調させて、一つのまとまりをもった物の認知を成立させるのが思考であり、これを介してはじめて概念が成立する。」と述べ、空間的認知の生来説を否定している⁽¹¹⁾。確かに、見える世界にいる者は、「目が見えること」即「空間を認知する力」と錯誤しがちであるが、そうではなく、空間認知力は学習と発達によって組織化されていくのだと、ピアジェの認識発達理論は主張している。

ピアジェは、空間概念の発達について、次の3つの段階を考えている。まず第1段階は、位相的な関係のみから成立している空間概念である。この段階の子ども（3～4歳ごろ）は、物の大きさとか、幾何学的な形、角などの関係には着目せず、図形が閉じているか開いているか、近くにあるか離れているか、中にあるか外にあるか、……などの観点から物の性質を抽象する。空間内の事物

を孤立させてバラバラに意識するにすぎない段階である。

これに続いて、射影的な空間概念の段階（4～5歳ごろ）がくる。この段階になると、一定の見地から事物を相互に関係づける操作が可能となり、左右、上下、前後、……などの意識も生じる。また、見地が違くと事物の相互関係も違って見えることを理解しはじめる。最後に、ユークリッド的な空間概念が形成される（5・6歳から芽生え、8・9歳で成立する）。ここに至って、物体は水平-垂直軸という強固な枠組みによってその位置がしっかりと定められ、距離、大きさ、角度、平行といった概念がすべて保存されるようになる。もちろん、これらの空間概念が独立して順次現れるというのではなく、相互作用しながら発達していくのである⁽¹²⁾。

以上のように、子どもにおける空間概念の発達は、2次元、3次元の空間認知の枠組みを生来備えているのではなく、直線がわかり、平面がわかり、角がわかり、しかもそれらの基礎の上に立って、物を繰り返し見比べたり、操作したりという経験が組織的にまとめられる結果として、子どもの内に空間認知の枠組みが、上記3段階の発達の様相を示しながら、徐々に形成されていくのである。しかも、ピアジェが正眼児の発達の過程としたこの3段階のプロセスは、盲児の場合においても、おおむね同じであるといわれている。

さらに、ピアジェは、いずれの空間概念の形成においても、人が物に能動的に働きかけていく過程、つまり行為を重要視し、これが概念形成に際して決定的な役割を演ずることを強調している⁽¹³⁾。このことは、I章で論じた、2(2)の「触運動の役割とコントロール」、および3の「知覚の発達と概念形成」と密接に関連することである。盲児における空間概念の形成には、意識化された触運動や概念行動が極めて重要である。手や身体の運動を意識化させるような活動の中で、触知覚は触運動知覚に高められていくとともに、図形・空間概念の形成や構造化も促進されていくのである。

2. 概念行動と空間概念形成の学習

(1) 盲教育における概念行動の重要性

I章の2(2)で、盲教育における触運動知覚の役割と統制された触運動の学習の重要性について述べた。盲児が外界に働きかけ、物と接触をもつのはよくコントロールされた運動以外にない。盲児における触運動は、触覚による認知の不利な条件を緩和し、克服していく手がかりである。

触運動が運動感覚として成立するという事は、その感覚受容器が現在とらえている状況と直前までとらえていた状況とが関係づけられていることである。その人の概念的な行動がまだ不十分な段階にあるときには直前の状況が消えてしまって現在の状況との結びつきが起らないということになる。視覚障害児にはとくにこの傾向が著しいといわれる⁽¹⁴⁾。したがって、現在の状況と直前の状況とを同時に受けとめられるような手がかり・場面を、盲児に対しては、正眼児に対するより以上多く学習させていかねばならない。たとえば、「かたち」の学習において、ある位置と別の位置とがそれぞれ孤立的に次々と感受できたとしても「かたち」は成立しない。ある位置と他の位置とが順序をもって、さらに言えば、空間的な位置・方向をもって関係づけられて、はじめて「かたち」の概念形成の基礎が成立するのである。

このように、概念形成の基盤づくりとして重要な、主体による意識的な対象への行為、さらに言えば、よくコントロールされた触運動などを手がかりとして行われる外界への概念的な働きかけのことを、文部省『盲児の感覚と学習』に従って、「概念行動」とよぶことにする⁽¹⁵⁾。

正眼児は、小学校入学時まで、手の運動を主とした概念行動により、次第に高い操作特性を身につけ、生活空間の關係的・概念的認識の基礎が形成される。また、言語においても、これらと関

連して具体的イメージをもつ言葉が豊富に獲得され、言葉とともに事物の状態の知識が獲得されていく。これに反し、盲児は、運動ことに概念行動の不足から、空間認識はいつまでも1次元的、継時的段階にとどまり、空間の広がりに関連する言葉も具体的イメージを欠くことが多い。小学校の時期において、具体的な教材により系統的な指導を受けないとこの傾向はますます助長される。

したがって、盲児には、基本的な事柄を系統的にしかも主体的に学習させ、そこで獲得した方法や手がかりを用いて問題解決させ、さらに新しい方法を学習できるようにする必要がある。ここで言う「基本的な事柄」とは、感覚により定位された運動、ことに概念行動であり、この概念行動によって関係づけられた空間の認識形態であり、さらには、この認識形態によって支えられ、枠づけられた言語や諸記号である⁽¹⁶⁾。

このように、豊かな概念行動で関係づけられた空間の認識形態を基礎として獲得された諸記号を操作してこそ、盲児における各教材・領域の学習が生き生きした活動になり得るものと考えられる。

(2) 概念行動による空間の形態認識の育成

人間は何らかの感覚的な手がかりによって、生活空間を定位した後、運動を行う。盲児の場合は、手の運動を十分に発達させ、手の運動を主とした概念行動を獲得することがまず重要な課題である。この概念行動の獲得の導き手として、幾何学的な形や座標軸などを用い、そこで獲得された概念的枠組みを用いて表現活動を行わせたり、具体物ことに生活用具を分析させたりして、生活空間の定位を図る。さらに、これを基に、歩行運動の能力拡大へと転移を図っていく必要がある。このことはまた、盲児が自主的に生活経験を拡大していく力へとつながっていくことである。

そこで、概念行動を通して、いかにして盲児の空間の形態認識を発達させていくのか、その指導の方向やあり方を探ることにする。『盲児の感覚と学習』（文部省）に拠って、その指導の要点をまとめてみると、次のことが重要だとされている⁽¹⁷⁾。

生得的な行動を概念行動へと導くために、いくつかの基礎的な学習活動が必要である。まず、子ども達が、物や人に対してどんな働きかけをする能力をもっているか、観察する必要がある。とりわけ、肩関節の回旋、ひじの屈伸、手首の回旋、手のひらの開閉、手指の1本ずつの屈伸などが自由にできるか否かをチェックし、補正していく必要がある。さらに、定位と運動、可逆的概念行動、両手の協調、属性分離、定位と歩行、等々の学習活動が必要である。

このような基礎的な学習活動を行った後に、次の5系列の指導へ発展させる。

- ① 幾何学的ひな形としての立体や平面を1つの単位として、1次元から2次元、3次元へと合成していく過程。
- ② 立体から平面を、平面から輪郭線を、輪郭線から点を抽象していく過程。
- ③ 空間を座標軸により枠どりし、これを、運動の軌跡と重ね、1次元から2次元、3次元へと関係づけていく過程。
- ④ 概念行動により形成された図形を平行移動、回転、線対称等により変形、移動させ、盲児と環境との角度を変えることにより、動的、可逆的な認識を育てる過程。
- ⑤ 数量および測定概念をつくり、枠づけられた空間に長さを与えていく過程。

これら5系列の指導は、最初平行して行い、次元を高めていく中で、適切な時期に結びつけていくものとしている。最後に枠づけられた空間を拡大・縮小させて、この一連の学習は完成する。

形態認識を育てる学習では、触覚や聴覚によって定位された運動が、具体物の枠によって支えられた概念行動により操作されねばならない。したがって、留意すべきことは、概念が定着し、運動

が正確に行われぬ限り、この補助としての「枠」をはずしてはならないことである。

(3) 空間概念形成の学習における概念行動

(1)で述べたように、子ども達の図形・空間概念を形成していくためには、適切な場面における概念行動の獲得、そして操作的行動、さらに記号操作へと接続し、発展させることによって、概念の理解を図っていく必要がある。このことを実現していくために、(2)で論じたことを踏えて、8つの学習の視点を取り上げ、各学習において行われるべき概念行動や操作活動を検討しまとめた⁽¹⁸⁾。

(1) 対をつくる学習

学習内容(空間概念)	概念行動・操作的行動
「つながっている」「離れている」 (連結・非連結)	・盆のふちに積み木をくつつける。まん中に離す。 ・連結機で列車をつなぐ。離す。
内と外 中と外	・砂をバケツの中に入れて運び、外に出す。 ・手をつないで輪をつくり内と外でジャンケンをする。
「あいている」「しまっている」 (開閉)	・部屋の戸を閉めて中を一周し元に戻る(一回り歩き) ・積み木やゴム磁石で閉じた空間を表現する。

(2) 同じ物を発見する学習

形はめ遊び	・受け枠に同形の幾何的ひな形を選んではめる。
同形分類	・同じ形の積み木を分類する。
属性による集合づくり	・生活用品を材質や形により集合づくりをする。
「同じ」「たくさん」「少し」	・食べ物と食器の数などでどちらが多いか比べる。
「同じ」「長い」「短い」	・積み木や棒の高さ比べをする。

(3) 方向づけと直線運動の学習

左右軸と直線運動	・窓やドアに直直し開閉しながら左、右と可逆運動する。
前後軸と直線運動	・のこひきで前、後ろとあいながら可逆運動する。
上下軸と直線運動	・柱にそって指先を上下に可逆運動する。
直線歩行	・音源に向かってリズムカルに歩く。
直線の表現	・レーズライターで定規を用いて直線を表現する。(左右前後)
斜めの方向と直線運動	・棒で斜め45度を表現する。レーズライターで表現する。

(4) 直線上における順序づけと位置づけの学習

線順序	物並べ	・左から右へ3〜4個の具体物を並べる。(左右軸、前後軸、斜めに可逆的に並べる。上に積む)
	「前へならえ」「右へならえ」	・教師を基準に前後、左右に並ぶ。 ・教室や建物の順序を積み木等で表現する。
まん中を決める		・十字溝切り板の溝の中にタイルを滑らせ、左右左、中右中……と可逆的に直線運動を行う。 ・自分自身を原点として方向を決める。(腕振り体操)

(5) 二次元的関係づけの学習

学習内容(空間概念)	概念行動・操作的行動
二つの座標軸の関係づけ	・十字溝切り板の溝にタイルを滑らせ、左右前後軸の関係づけ、左右上下軸、前後上下軸の関係づけをする。
直角	・直角定規を机の角や部屋の内角に合わせる。 ・直角の廊下のコーナーで「右向け右、左向け左」をする。
縦横分類	・盲人用将棋盤に積み木やカードを縦横に並べる。 ・縦横別な属性を組み合わせて物を分類する。
積み木並べ	・教室内の机や椅子などの配置のようすを、積み木やブロックで表現する。
二次元図形	・直線図形の辺や角の数を輪郭線をたどりながら数える。 ・円や不規則な図形の輪郭をたどる。(基準点の意識化)
平面図形の合成・分解	・直線図形や円の合成・分解をする。
二つの直線とその挟角	・二直線のつなぎめを座標軸の原点におき、一つの直線を左右軸に固定し、もう一方の直線を開く。 (角度の大きさと方向の変化を見る。)
二つの平面とその挟角	・二つの平面を一边でつなぎ(木やびょうぶのように)、角度を変化させる。(固定する面を、左右、前後軸と変えて、方向や位置の変化を見る。)

(6) 図形の移動の学習

座標軸の平行移動	・水平面、正中間、前額面などの座標軸を薄板を用いて平行移動させる。(左側、上側、前側などの方向の領域をとらえる。移動した方向に一定の距離だけ位置が変化する。)
平面上での平行移動	・レールを前後軸におき、汽車を乗せて移動させる。(左右上下は変化なく、移動した距離だけ位置が動く。)
回転軸と直角の方向の平面上の回転移動	・円形レールの中にすわり、左にもっていた汽車を右にまわす。(回転軸からの距離は一定だが、汽車の左右前後は逆になる。)
回転軸と平行な面の回転移動	・前後軸に回転軸を考え、切り紙の左右の形や点字を裏返してみる。(回転軸からの距離は一定だが、平面の裏と表が逆になる。)
点の移動	・直線定規やコンパスにボールペンをあて、レーズライターで表現する。(点の移動により線が描かれる。)
認知角度を変えた場合の図形の移動	・「セッセッセ」遊びで向かい合うと、他人の逆の手とが重なり合う。(対象が移動しても、盲目自身も移動しても相対的には同じ)
歩行と図形の移動	・「Uターンあそび」音源などの目標まで行って回れ右をし、出発点にもどる。往きと帰りの風景をとらえ、積み木などで表現する。(前後の順序と左右が逆転して重なる。→歩行の基礎的学習)

(7) 三次元的関係づけの学習

平面図形の積み重ね	・正方形のカードや円形を積み重ねて、立方体や直方体、円柱を作る。(逆操作して立体から平面を取り出す。)
立体図形の長さの伸縮	・ちょうちんのような円形蛇腹の円筒を伸縮させる。(立体と平面図形の間をとらえる。)
平面図形による内空立体の組み立て	・底を円形にし、側面を長方形の紙を筒形にまわめてカン、茶筒を作る。(平面を組み立て内空の立体を表現する。)
線による立体表現	・棒つなぎ積み木で立体を表現する。(針金や棒などで立体を表現する。)
三次元座標軸の関係づけと閉鎖空間への位置づけ	・三本の棒を真ん中で直交させ三次元座標軸を作り、左右、前後、上下の運動を可逆的にする。 ・ジャンブルジムをたどり左右、前後、上下方向へ動く。(座標軸の原点を盲児自身に転移し、閉鎖空間への位置づけをする。)

(8) 図形の大きさの学習

図形の拡大・縮小と関係概念の保存	・既習学習(例、教室の順序を積み木で表現)から、実際の大きさとの関係を考える。(大きさは変わっても空間の関係は変化しない。)
測定の単位と「何倍」「何分の一」	・感覚運動的単位尺(親指と人差し指、両腕、歩幅等)ではかる。 ・5 cmの客観的単位を知る。盲人用ものさしではかる。
面積、体積、容積	・長さの測定において用いた「かたまり」の考えで、面積や体積を求める。 ・1 dlの容器何倍分かで容積を求める。

3. 盲学校算数科の図形・空間領域の学習

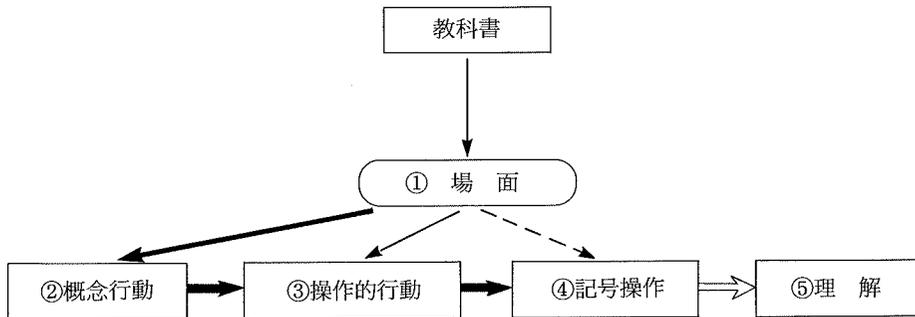
2節では、前書『盲児の感覚と学習』を参考にして、盲児における空間概念形成の学習のあり方について考察してきた。それによれば、基礎となる方向や位置、順序、形を明らかにして、まず概念行動を、続いて合成・分解や変形・移動などの操作活動を獲得した後、子ども達を記号操作に導いていくよう、細かいステップが生まれ、概念形成を図る学習の体系化がなされている。

今日、算数教育においても操作活動が重視されている。それは、概念、原理や算数のアイデアの獲得は、言葉や文字で教えることで達成されるものでない。その達成には、適切な場面を与え、子ども達がねらいをもって対象に働きかけ、具体的な操作・作業を通して、対象や操作がもつ特性に気づかせていくことが極めて重要だと考えられるようになったからである。このことは、盲児も正眼児も変わらない。学習させることは知識ではなく、関係概念とそこで用いた操作特性を身につけさせることである。しかし、盲児においては、空間の形態認識を育成していく上で、さらにそのための概念行動が不可欠なことである。

次に、前書の空間概念形成の学習カリキュラムと算数科教科書を比較してみると、概念形成のステップや流れはほぼ同一である。しかし、前者は、学習の導入などにおいて、とりわけ具体物から形を抽象し、さらに面、線、点の要素を抽象していく段階が、細かいステップを踏んで指導されていくということである。例えば、「三角形」を指導する場合、三角形の形を有する立体(具体物)から平面を取り出し、平面図形から輪郭線としての線図形を、そして、線図形から点を抽象していく過程を細かくたどり、概念形成へと導いている。

以上、考察してきたことから、次のような知見に到達する。従来の言語・説明中心の算数の授業では、次図(図1)における①→④→⑤の形で学習指導が進められてきた。これに対し、最近の算数教育では、「子どもの活動こそが概念形成の源泉である。」という心理学の知見から、操作活動の重要性が叫ばれ、次図(図1)の①→③→④→⑤の流れの学習展開が望まれている。

しかし、視覚機能を失っている盲児の図形・空間概念の形成には、この正眼児における①→③→④→⑤の学習の流れでは十分でない。やはり、③の操作活動の学習に入るまでに視覚障害がもたらすさまざまなハンディキャップをカバーしていく学習がどうしても必要である。それが「概念行動」と呼ばれる学習活動である。したがって、盲児における図形・空間概念形成の学習では、次図の太線の流れ①→②→③→④→⑤で示されるような学習活動を展開していかなければならない。



(図1) 学習活動の流れ

このような考え方に立ち、盲児の特性に立脚した算数科の学習指導のあり方を考えるとき、教科書の研究や学習指導の工夫、用いる教材・教具の開発など、盲学校算数科では多くの課題があるように思われる。

Ⅲ 盲学校小学部盲児の図形知覚発達検査と結果の考察

1. 検査の内容と目的

国立特殊教育総合研究所視覚障害教育研究部では、昭和56年度から3ヶ年間にわたって「障害児のパターン認識に関する総合的研究」を実施している。この研究により、盲児の図形や文字などに対する触覚パターン認識の発達を促す上で、パターン認識の仕方が学習できるような触察経験を数多く体験させることと、その触察経験によって、盲児の図形概念の形成を図り、かつその構造化を進めることが不可欠な条件であることが明らかにされた⁽¹⁹⁾。

この研究成果を具体的な形にまとめるために、同研究所同研究部では、「盲児用触察能力発達診断・訓練教材セット」の試作を行った。このセットは、盲児の図形の知覚発達を促進させるのに必要不可欠と考えられる学習として、5段階の訓練ステップと13の訓練課題、さらに訓練ステップの各訓練課題から抽出された診断検査から成り立っている。したがって、このセットによって、知覚の発達診断ができ、かつ知覚発達のどの側面に問題があるかが把握でき、訓練を開始する課題も決定できるのである⁽²⁰⁾。

(1) 検査内容とねらい

本研究を進めるに当たって、同研究所から、「盲児用触察能力発達検査」と基本的には同じだが、検査内容とその配列が一部異なる「盲児用図形知覚発達検査⁽²¹⁾」をお借りし、鳥取盲学校小学部児童の図形の知覚発達の様相を考察することにした。その検査内容は次頁の表1の通りである。

(2) 検査による訓練課題の決定と課題の内容

(1)の検査によって、図形知覚の発達診断ができ、知覚発達のどの側面に問題があるかが把握できる。そして、その問題を克服するために、訓練を開始する課題も決定できる。この検査による訓練

(表1) 「盲児用図形知覚発達検査」の内容とねらい

検査	内容	ねらい
検査A	1 複合図形の模写	・複合図形の模写を通して、知覚の発達段階をチェックする。
	2 魚の再生	・具体的刺激を与え、概念形成の程度や内容をチェックする。
検査B	1 平面上の方向	・図形知覚の基礎となる平面空間に関する空間概念（平面上における上下、左右、中央、斜めの方向や位置）ができているかどうかを、チェックする。
	2 線と交差の再生	・図形を構成する形態的要素（縦線、横線、斜線、交差）の概念ができているかどうかを、チェックする。
	3 基本図形の再生	・基本図形（円、正方形、三角形）の構成や表現を通して、概念ができているかどうかを、チェックする。
	4 形の分化	・仲間分けを通して、形の概念の分化ができているかどうかをチェックする。
	5 観察の方向と形の変化	・立体を分析的に理解できるかどうかをチェックする。
	6 知覚の多様性	・複合図形を状況に合わせて分析的に理解できているかどうかをチェックする。

課題の決定の手順は、次頁の図2のフローチャートに示す通りである⁽²²⁾。

また、その際の訓練ステップと訓練課題は、次頁の表2でその概要を示している⁽²³⁾。

(3) 検査実施のねらい

この発達検査実施のねらいを次の3点においている。

- ① 個々の児童の図形知覚の発達状況を把握し、それぞれの問題克服のための今後の課題を追求する。
- ② 算数科の図形・空間領域の学習を進める上で、学習のレディネスとして求められるような基本的な形の概念形成の様相や図形の知覚能力の発達の状況を診断し、それに対応した盲学校算数科としての学習指導のあり方を追求する。
- ③ なお、検査に用いる教具は、国立特殊教育総合研究所の先生方が考察されたものであり、今後、一人ひとりの児童に適した自作教具を作る上で多くのヒントを与えてくれるものである。この検査の実施を通して、それに学び、盲学校算数科の身近な触察教材・教具として大いに参考にし、今後の教材・教具の開発に供したい。

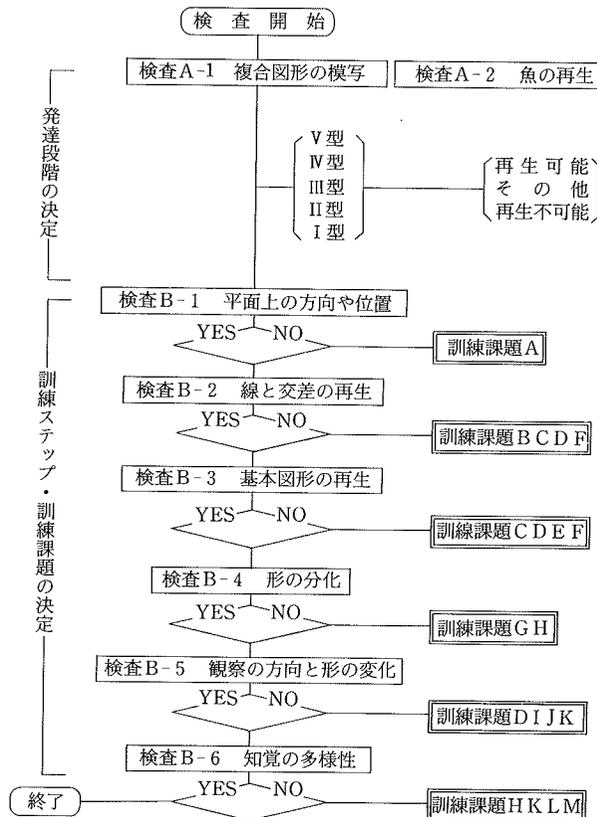
2. 実施方法

(1) 対象児童

鳥取県立鳥取盲学校小学部の盲児童4名と高等部盲生徒1名を対象とする。

(表2) 訓練ステップと学習課題の概要

訓練ステップ	訓 練 課 題	
①平面上の方向や位置	課題A 「平面上の方向や位置」	・平面における縦、横、上下、左右、中央、斜めの方向や位置の学習
②線図形の導入	課題B 「幾何立体」 課題C 「平面形態」 課題D 「凸図形」	・幾何立体の形や形態の特徴についての学習 ・平面形態の形や形態の特徴についての学習 ・幾何立体、平面形態、凸図形間の形態的特徴の共通性による線図形導入の準備と、「折る」という手の運動統制課題の導入
③線図形による図形概念の形成	課題E 「線図形」 課題F 「図形の特徴」 課題G 「形の分化」	・基本的な線図形の学習と、レーズライターによる「かく」という手の運動統制課題の導入 ・基本的な形を構成させ、図形概念の形成を図る学習 ・基本的な形の分化を図る学習
④図形概念の操作	課題H 「図形概念の操作」 課題I 「観察の方向と形の変化」 課題J 「実物の2次元表現」	・図形概念の定着化と概念の構造化 ・触察における観察の方向の意識化と方向の変化に伴う形の変化の学習 ・立体物(実物)の2次元平面への投影の学習
⑤図形知覚の分節とその多様性	課題K 「重なり」 課題L 「複合図形」 課題M 「知覚の多様性」	・図形と図形の「重なり」の概念の導入 ・複合図形の理解と表現の学習 ・複合図形を重なりとしてとらえたり、部分的な図形を抜き出し、知覚の多様性を図る学習



(図2) 訓練課題決定の手順

P児（2年，女，網膜芽細胞腫）

Q児（3年，男，未熟児網膜症）

R児（4年，男，小眼球）

S児（5年，男，先天性白内障）

であり，すべて先天盲である。5年のS児は，日常生活に必要な諸能力が劣っている。

なお，中学部2年のとき担当し，指導に苦慮した盲生T（現在，高等部普通科2年，女，未熟児網膜症，軽度の精神発達遅滞を伴う）についても検査を試みた。その結果は，驚くばかりであり，今後の指導のためにも記載し，検討を加えたい。検査実施は，1991年7月上旬である。

(2) 手続きおよび結果の整理

検査A-1で知覚発達の段階がI，IIの児童・生徒については，検査B-6は行わなくてよいとされていたが，いろいろな側面から知覚発達の状況を観察する目的で，すべての児童・生徒について検査A，Bともに実施した。なお，今回の検査は，引き続いての訓練を格別にねらいとしなかったため，課題を提示してはすぐ反応させた。ただし，レーザーライターで表現する課題は，2～3回の試行を認めた。児童の持続力，集中力を考慮し，検査は2～3回に分けて実施し，反応を記録し評価に当たった。

3. 診断結果とその考察

5名の対象児童・生徒の診断結果は，次頁にわたって記載している次の表3に示す通りである。

(1) 検査Bの結果の考察

検査Bの結果をもとに，個々の児童・生徒について考察する。

P児（小学部2年）は，平面における空間概念や図形を構成する形態的要素については，正答率が高く，ほぼ概念形成ができています。基本図形については概念形成の過程にあるため，今後の指導に留意しなければならない。なお，レーザーライターによる基本図形作成上の問題点として，円と正方形（四角形）については，起点と終点の意識化を図ること，三角形については再指導が必要である。「知覚の多様性」の課題は遂行が困難で無答となったが，線図形の触察能力が不十分なこと，および「閉合の要因」が働き，よい連続線がとらえにくいことがわかった。

Q児（小学部3年）は，平面における空間概念や基本図形の概念がよく獲得され，良い知覚の発達を遂げている。とくに，触察の際には，両手を使った巧みな触運動がみられ，複合図形を分析的にとらえることができた。また，「観察の方向と形の変化」で，直角柱の斜面に対し，投影的対応を意図していることがうかがえ驚いた。四角形の概念の明確化とレーザーライターによる表現技能の向上が今後の課題と考えられる。

R児（小学部4年）も，基本的な平面空間の概念や基本図形の概念が獲得されてい

(表3) 各対象児童・生徒の検査結果

検査	内容	対象児童・生徒						
		小2	小3	小4	小5	高2		
		P	Q	R	S	T		
A	1 複合図形	(1)複合図形の模写	I	IV	IV	I	I	
	2 魚	(2)魚の再生	命名	I	II	II	I	I
			再生	▲	▲	○	▲	▲
B	1 平面上の方向	(1) 上	○	○	○	○	○	
		(2) 下	○	○	○	○	○	
		(3) 右	○	○	○	○	▲	
		(4) 左	○	○	○	○	▲	
		(5) 右上すみ	○	○	○	○	▲	
		(6) 左下すみ	○	○	○	○	▲	
		(7) 中央	○	○	○	▲	▲	

○……正答 ●……正答とみるが完全でないもの
▲……誤答 —……無答

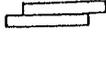
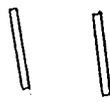
る。Q児と同様に、触察の際、指を開いて辺の長さを決定したり、指何本の幅かで正方形、長方形を決定するなど、感覚運動的な単位を用いて課題解決を図り、レーズライターによる作図もしっかりしている。複合図形の課題は、50%の通過率であり、やはりまだ、「閉合の要因」とらわれ、よりよい連続線がとらえにくい傾向が残る。形の分化がいま一歩であり、基礎的学習事項を確実に定着させていくことが今後大切である。

S児(小学部5年)は、日常生活に必要な諸技能に遅れが見られるが、このことが検査結果にも現われている。平面上の方向、基本図形の命名、仲間分け以外の課題は極めて困難であり、図形の知覚発達が大変劣っている。「線と交差の再生」では、右斜め下と右斜め上が逆になった。また、マグネット棒で×字交差を表現するとき、×の上半分、すなわちV字形に触察し、マグネット棒を  と置き、「閉合の要因」が強く働いていることがわかった。「線の交差」の段階でつまずきがあることから、本児には、基本的な線図形の学習からスタートし、形の概念形成を図るとともに、折り紙やレーズライターによる手の運動統制の学習を多く取り入れていくべきである。

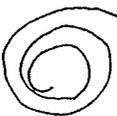
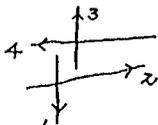
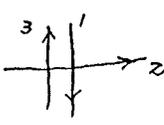
T生(高等部普通科2年)は、精神発達遅滞を伴う生徒であるが、各課題の通過率の低さと反応の稚拙さに驚いた。検査1の「平面上の方向」では、「マグネットをかためて置く」という言語指示の理解不足のためか、1列に並べて反応したり、左右逆の反応もみられた。検査2「線と交差」では、レーズライターで縦・横表現はできたが、斜線は縦線と同一の表現となった。マグネット棒による交差の再生についても下記の通り驚くべき反応であった。

検査	内容	対象児童・生徒					
		小2	小3	小4	小5	高2	
		P	Q	R	S	T	
2線と交差の再生	(1) (レーズライター)	●	○	○	○	○	
	(2) — //	●	○	○	○	○	
	(3) \ //	●	○	●	▲	▲	
	(4) / //	●	○	●	▲	▲	
	(5) L (マグネット棒)	▲	○	○	▲	▲	
	(6) T //	○	○	○	▲	▲	
	(7) + //	○	○	○	▲	▲	
	(8) × //	▲	○	▲	▲	▲	
	(9) V //	○	○	○	▲	▲	
	(10) < //	▲	○	▲	▲	▲	
3基本図形の再生	(1)円 ○	命名	○	○	○	○	○
		再生	●	○	○	○	▲
	(2)正方形 □	命名	○	○	○	○	○
		再生	●	●	○	▲	▲
	(3)正三角形 △	命名	○	○	○	○	○
		再生	▲	●	○	▲	▲
4形の分化	○グループ	命名	○	○	○	○	○
		再生	○	○	○	○	○
		合成	○	○	○	○	○
		命名	○	○	○	○	○
		再生	○	○	○	○	○
		合成	○	○	○	○	○
	□グループ	命名	○	○	○	○	○
		再生	○	○	○	○	○
		合成	○	○	○	○	○
		命名	○	○	○	○	○
		再生	○	○	○	○	○
		合成	○	○	○	○	○
	△グループ	命名	○	○	○	○	○
		再生	○	○	○	○	○
		合成	○	○	○	○	○
		命名	○	○	○	○	○
		再生	○	○	○	○	○
		合成	○	○	○	○	○
その他	命名	○	○	○	○	○	
	再生	○	○	○	○	○	
	合成	○	○	○	○	○	
	命名	○	○	○	○	○	
	再生	○	○	○	○	○	
	合成	○	○	○	○	○	
5観察の方向と形の変化	(1) 前	○	○	○	○	▲	
	(2) 底	○	○	○	▲	▲	
	(3) 上	▲	○	○	▲	▲	
	(4) 右	○	○	○	▲	▲	
	(5) 左	○	○	○	▲	▲	
6知覚の多様性	(1)	命名	—	○	○	▲	▲
		再生	—	○	○	▲	▲
		合成	—	○	○	▲	▲
		命名	—	○	○	▲	▲
		再生	—	○	○	▲	▲
	(2)	命名	—	○	○	▲	▲
		再生	—	○	○	▲	▲
		合成	—	○	○	▲	▲
		命名	—	○	○	▲	▲
		再生	—	○	○	▲	▲

○……正答 ●……正答とみるが完全でないもの
▲……誤答 —……無答

L字交差	T字交差	+字交差	×字交差	V字交差	∠交差
					

このように、図形知覚の基礎となる平面における空間概念や形態的要素の概念も獲得されていない段階であることがわかる。基本図形についても、命名や仲間分けはある程度できたが、レーザーライターによる再生の課題になると次の通りであり、形概念形成も未発達である。

	円	正方形	三角形
反応			
書き方	起点、終点の意識なく、くるくる回して書く。		

(2) 検査Aの結果の考察

次に、検査A「複合図形の模写」の結果（次頁の表4）により、個々の児童・生徒の知覚の発達診断を行う。レーザーライターで表現された2つの刺激図形を、知覚発達の尺度Ⅰ～Ⅴと対応させる。

知覚の分節は、Ⅰ型からⅤ型に向って発達する。Ⅰ型は極めて未分化な知覚であり、Ⅱ型は「閉合の要因」が優位に働く知覚の分節である。Ⅳ型とⅤ型は「よい連続の要因」が優位に働く知覚の分節であり、Ⅲ型はⅡ型からⅣ型への移行型である。

刺激図形①に対し、Q児（小3）はひし形を書いてから中央線を入れる書き方、R児（小4）は三角形とV字型の書き方で、ともにⅤの段階となるが、図の方向や形、直線表現が不正確であるため、Ⅳの段階と評価した。

また、刺激図形②の場合は、二人とも図形を分割して、Q児は三角形4つとひし形、R児は三角形4つと表現している。ともに「閉合の要因」が働くⅡ段階である。①、②の2つの刺激図形に対する反応を総合して知覚の発達段階を決定すると、二人ともⅢの段階となる。

P児（小2）は、刺激図形①は三角形が2つ、刺激図形②は三角形が4つとⅡの段階のとらえ方をしているが、基本的な三角形の表現ができず、しかも、図形どうしの連続性がとらえられていないため、Ⅰの発達段階とした。

S児（小5）、T生（高2）の二人については、再生した図形が全く形にならず、極めて未分化な

知覚であることがわかる。

「魚の再生」についても、上記刺激図形①、②の場合とほぼ同様の結果が現われている。再生評価が○であるQ児(小3)、R児(小4)は、知覚発達に応じた具体的な概念形成がなされている。P児(小2)は形の概念が未分化な状態であると考えられる。S児(小5)、T生(高2)は、形の概念形成が未発達と考えられる。

(3) 検査結果の総括

今回の検査で、本校盲児の基礎的な図形知覚能力の発達段階と問題点を把握することができたことは、今後の指導指針(訓練課題の設定や算数科の学習指導のあり方の検討など)を得る上で大変参考になった。

知覚の発達がIIIの段階のQ児(小3)、R児(小4)については、できるだけ早くIV~Vへ移行するよう、概念操作課題(形成された形の概念を操作して問題解決をさせる学習、例えば複合図形や知覚の多様性の問題など)を学習の中に意図的に取り入れていくことが必要と思われる。

また、P児(小2)は、知覚の発達がIの段階と評定されたが、内容的にみてII型への移行段階にあると思われる。したがって、形の概念形成を促進させるとともに、イメージ通りに手の運動を統制できるよう、折り紙やレーザーライターを活用していくことが効果的と思われる。

知覚発達の面で遅れのあるS児(小5)とT生(高2)については、遅れを取り戻すために、早急に手だてを講じなければならない。低いレベルの概念構造ならば、低いレベルの知覚しか起らないのである。この二人の指導については、触察能力の向上を図りながら、形の概念を形成する学習を基礎から一步一步積み上げていくことが大切である。

(表4) 検査Aにみられる児童・生徒の反応

対象児童	刺激図形				魚の再生	
	①		②		魚の再生	再生不可 ○▲
	知覚の発達段階	知覚の発達段階	知覚の発達段階	知覚の発達段階		
(2年) P		I		I		▲
(3年) Q		IV		II		○
(4年) R		IV		II		○
(5年) S		I		I		▲
(普通科) 2年 T		I		I		▲

*「」は、子どものつぶやきを表す。()は、書き方を表す。

IV 盲学校における算数科「図形・空間」領域の学習指導の改善

1. 盲学校における算数科「図形・空間」領域の学習指導の現状と問題点

(1) 点字教科書における図形表示

点字教科書は、一般の教科書の内容に沿って、しかも盲児の立場に立って記載の工夫がなされている。しかし、三角形を例にとってみても、赤い色の三角形が地色の白から浮き出て見える一般の

教科書とちがって、触察を通して凸状の点の連続から三角形の面を意識していかなければならず、これは容易なことではない。立体図形となるとさらに学習の抵抗が大きく、見取図や展開図、投影図の理解は困難を極めている。

したがって、盲学校における図形の指導においては、とりわけ、具体物から面図形を抽出し、さらにその構成要素である線図形、点図形へと抽象していく過程を重視すべきである。併せて、点字教科書の図形表示の弱点を補っていくために、正眼児の場合以上に、教材・教具の開発・工夫とその活用、および指導法の工夫が必要である。本章3で示す改善案は、このような観点を特に重視して構成したものである。

(2) 概念形成の遅れと学習内容

1年の学習に「かたちづくり」という単元があり、色板を組み合わせて魚やちょう、家などを表現する学習がある。具体物は、単純化すれば、基本図形かあるいは基本図形を複合した形かで表現できることをねらいとした学習である。しかし、III章の「図形知覚発達検査」の中の魚の再生（前頁）にみられるように、魚ひとつとっても、概念形成が不十分な盲児が多い。このような児童にとって、物の形を色板で表現する学習は困難な内容となる。すなわち、概念形成の遅れが、図形・空間領域の多くの学習を困難なものとし、多くの指導時間を要する結果となっている。

したがって、この概念形成の遅れをいかに補い、克服していくかが、図形・空間領域の学習指導において重要な鍵となる。

(3) 「養護・訓練」の学習と算数科授業との関連

鳥取盲学校小学部の教育課程では、週3時間「養護・訓練」の授業時間が設定され、それぞれの児童の発達課題に応じた指導がなされている。しかし、盲児は、弱視児以上に多くの発達課題を抱え、その早急な指導に迫られている。空間概念形成の学習は、養護・訓練の指導内容の一つであるが、指導内容の系統性に対する研究不足と指導の時間的な制約のため、十分な指導ができていないのが現状である。また、算数科「図形・空間」領域の学習との接続や関連についても、十分な考慮がされていない。

しかし、あらゆる「物」がすべて形をもち、それぞれの位置を占めて存在し、人がその中で「物」を認識し、行動していると考えるとき、図形・空間概念の育成は、生活の基礎となる重要な課題である。したがって、空間認知力の育成を「養護・訓練」の内容にとどめず、全教科、全領域で、相互の関連を考慮し、連携を密にして指導していくべきであると考え。さらに、「物」を認識する際、形や構成要素の位置関係に着目し、概念形成を図っていくことが重要である。この点で、算数科はその基礎となる概念や考え方を養う重要な役割を担っている。

(4) 道具の使用と巧緻性の欠如

図形の学習においては、紙を折ったり、切ったりの多くの作業技能を要する。また、物指しやコンパスが使えること自体も算数科の重要なねらいである。しかし、盲児は、紙を折ることも鋏を使うことも殆どの盲児が困難で、技能を獲得するのに多くの練習を要する。入学前の経験不足と手指の巧緻性の欠如は入学後も多くの課題を残し、特に図形・空間領域の学習を困難にしている。

2. 盲学校算数科の学習指導の改善についての考え方

(1) 概念行動獲得学習の必要性

III章3で述べた、「盲児用図形知覚発達検査」の中の検査項目(B-3)「基本図形の再生」の診断結果(表3, 33頁)を見ると、円, 正方形, 正三角形の命名は5名の児童・生徒が正答している。これに対して, 再生(表現)となると, 完全な正答が「円…60%, 正方形…20%, 正三角形…20%」とかなり低い。図形の認知, 弁別ができて, その再生表現ができないのである。

ここに, 概念形成における概念行動獲得の必要性がある。II章2(3)で, 空間概念を形成していくために8つの視点(27-28頁)を取り上げているが, 例え, (1)「対をつくる学習」が不十分で, 開閉の概念行動が獲得されていないと基本図形はイメージ通りに表現できないのである。体全体で, 手足を通して概念を獲得していくことが, 盲児にとって学習の前提条件である。

したがって, 一般の児童が教科書に提示されている課題を操作しながら解決していく段階に先立って, 盲児の場合は, 図形・空間の基礎的な概念を行動を通して獲得させていく段階が必要である。併せて, 学習に必要な概念行動が獲得されているか否かの評価が常に重要となる。つまり, II章3節で論述した, ①場面→②概念行動→③操作的行動→④記号操作→⑤理解, とした学習指導のプロセス(29頁, 図1)が, 盲児における図形・空間概念の形成に不可欠なことであると考えられる。

(2) 基点や方向を意識させた自己作業のイメージ化

空間認知力が乏しいT生(高等部普通科2年)に方向の学習を意図的に試みたのが, 写真1, 写真2である。これは, 著者・田中が, 鳥取大学内地研修終了後, 実践したものである。

写真1は, 養護・訓練の中で, ベグボードを用いて縦横・斜め方向の学習をしたもので, 基点(4つの角)を常に意識させ, 基点を変えてどの位置からでも斜め表示(斜め右上(右下), 斜め左上(右下))ができるよう指導した。学習当初は斜め方向が全くできなかったが, 基点や方向を意識して自己の作業を明確にイメージさせる指導を通して, 写真1のように学習成果が表われてきている。この学習は, レーズライターによる斜め表示や, 斜め方向への身体移動, また碁目並べにおける斜め方向への意識化へと発展していく。

写真2は, 3本の紐を押しピンで固定し, 三つ編みをしているところである。左右軸と縦軸を明

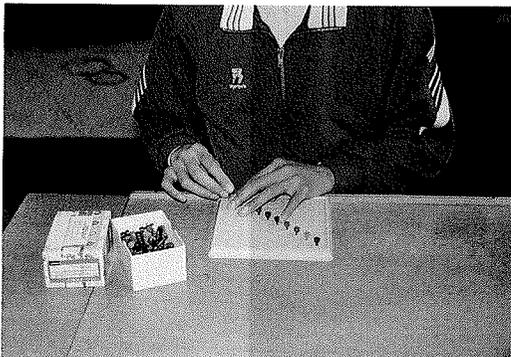


写真1 (ベグボードで「斜め右下」を表現するT生)

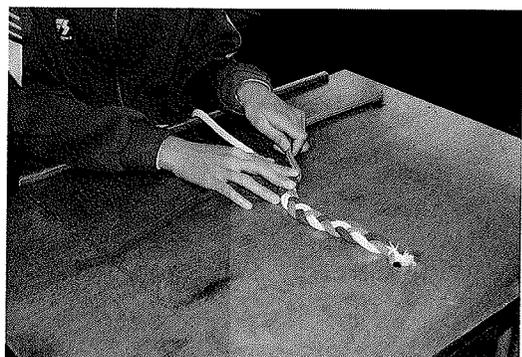


写真2 (三つ編みをするT生)

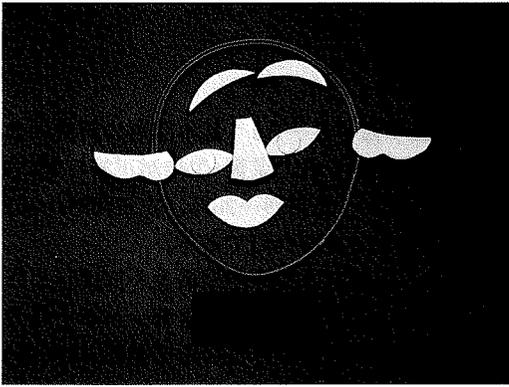


写真3 P児(小2)の顔づくり

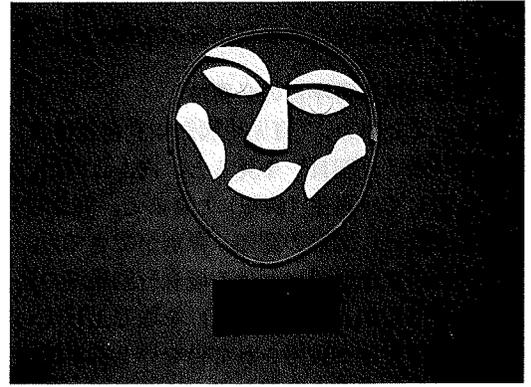


写真4 Q児(小3)の顔づくり

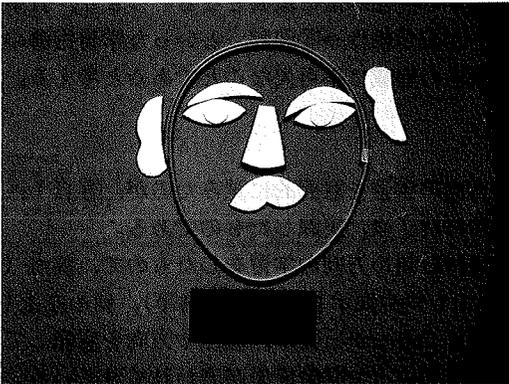


写真5 R児(小4)の顔づくり

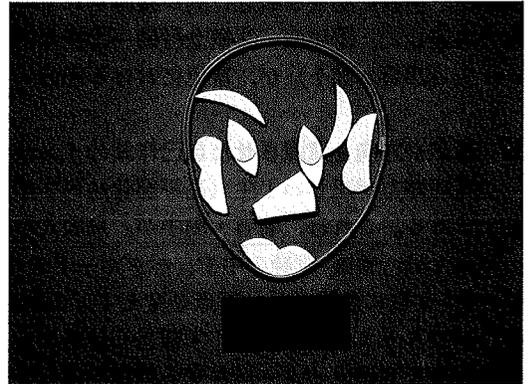


写真6 S児(小5)の顔づくり



写真7 T生(高2)の顔づくり

確に意識づけ、編んだ紐を定位置に戻すことを指導した結果、それまで何度練習してもできなかった、三つ編みができるようになった実践例である。

このようなT生に対する指導実践の中から、どんな作業・学習をする際にも、盲児にとって、基点や方向を意識して自己の作業を明確にイメージできるように指導していくことが極めて重要であることを学んだ。

(3) 個々の発達段階をとらえての指導課題の設定

このことはよく言われることで当然なことでもあるが、次の調査を通して、改めて強く感じたことである。写真3～7(前頁)は、III章の「盲児用図形知覚発達検査」の発展として、調査してみたものである。磯石黒板に紐磁石で顔の輪郭を固定し、裏に磁石のついた眉、目、鼻、口、耳を福笑いの要領で添付させたものである。

「図形知覚発達検査」の診断結果とほぼ同一の結果がでていることがわかる。学習課題の多いS児(小5)、T生(高2)は、上下、左右の位置関係のみに意識が向き、一つひとつの物の形と方向は意識できていない。それに対し、知覚発達が良い傾向にあるQ児(小3)、R児(小4)は、形、位置関係ともに正しくとらえ、P児(小2)も、耳を除いてよくまとめて表示できている。

このように、顔づくりの課題一つとってみても、それぞれに形があり、方向をもち、部分と部分、全体と部分が位置関係を保っている。そして、その課題解決には、図形知覚における個々の子どもの発達の状態が大きく関わっていくのである。したがって、盲学校算数科の図形・空間領域の学習指導を進めるに当たっては、①個々の子どもの図形知覚の発達段階をとらえる、②学習内容からみて、レディネスとして図形知覚発達のどのレベルにあるべきかを検討する、③子どもの発達段階が学習のレディネスに到達していない場合には、III章1(2)で述べた訓練ステップと訓練課題に取り組みせて補正していくといった、児童の反応をみながら個々の子どもの指導課題をとらえ、適切な指導ができるよう配慮していく必要があると考える。

(4) 「養護・訓練」の学習との緊密な関連

1. (3)でも論じたように、算数科における図形・空間領域の学習と養護・訓練における空間概念形成の学習とは、緊密な連携を図って指導していく必要がある。盲児に、正眼児と同じ教科書で正眼児に準ずる方法で指導しても、望ましい図形・空間概念の形成を期待することができない。(1)でも述べてきたように、盲学校算数科の授業の中で、概念行動獲得の学習として「養護・訓練」の適切な内容を位置づけていくことが極めて重要であると考ええる。

このような観点から、東京都立盲学校感覚訓練教育研究所編の「盲学校における養護・訓練関連資料集(第3集)⁽²³⁾」に掲載されている指導系列表を検討してみた。その指導系列表は、次の理由から、概念行動獲得の学習として適切なものであり、盲学校算数科の学習指導のあり方を考える際、大いに参考にすべき指導系統であると考ええる。

- ① 一つひとつの概念が日常生活の中の具体的行動場面と直結している。特に低学年では、生活や遊びの中で概念を獲得するよう配慮されている。
- ② 生活の中の単純な立体から面を取り出し、基本的な面図形を指導した後、その構成要素である線図形の指導に入り、次に点図形に入っていく。最後に、また生活の中の具体物に戻る、といったきめ細かい合理的な指導のステップがふまれている。盲児だからこそ、この細かいステップが必要である。そのための教具として、面図形のみならず、線図形を用いたり、点図形を

構成したりする教具の開発も必要なことである。

- ③ 身体座標軸から空間座標軸への発展の学習指導のステップが丁寧にふまれている。特に、身体座標軸を用いて行動を処理しがちな本校（鳥取盲学校）盲児の指導にとって参考になった。
- ④ 立体図形、平面図形、点図形の拡大・縮小、変形、合成・分解など、子どもにとって理解困難な内容について、具体的な教具を用いてきめ細かい指導ステップが組まれている。

このように、前記「指導系列表」は、すべて行動、作業を通してイメージが構成されるよう、学習内容が配列されている。これこそ、概念行動獲得の学習そのものであり、したがって、これらを盲学校算数科の授業の中に積極的に取り入れていくことによって、盲児の「図形・空間領域」の学習指導がより効果的に行えるものとする。

3. 盲学校における算数科「図形・空間」領域の学習指導の改善試案

ここでは、1の「現状と問題点」をふまえ、2で論じた「改善についての考え方」に沿って、盲学校算数科「図形・空間」領域の学習指導のあり方について改善試案を提示する。この改善試案は、III章、3の考え方（10—11頁）に基づいて作成したものであり、とりわけ、概念行動の獲得学習、自己作業のイメージ化、および「養護・訓練」の学習と算数学習との緊密な連携を重視している。別表5—1～5—6（42—47頁）にまとめたのが、小学部第1学年から第6学年の授業改善案である。今後、実践を通して評価・検討を加え、さらに改善を図りたいと考えている。なお、試案作成に当たっては、次のような考慮と検討を重ねている。

- (1) 改善案作成に当たって、まず、図形・空間領域の指導系統表を作成し、学年相互の関連と発展系統をとらえた。そして、学年毎、単元毎に教科書と感覚訓練指導内容との関連を詳細に検討し、改善のための学習指導系列を考えた。特に、低学年では、概念行動を獲得するための内容系列になるようにし、必要に応じて素地学習（レディネス学習）を加えた。また、盲児の特性を配慮した教材・教具の活用や指導法の工夫を図った。特に、教材・教具については、モンテッソーリ教具（「」のついたもの）、算数教具、日用品、おもちゃ等、身近な物を活用し、必要な場合には、手作り教具を作成・開発し、それを用いるよう試みた。
- (2) 指導実践が困難と思われる単元として、変形や移動の学習（例えば6年の対称図形の考察や作図）、立体図形の構成・表現（見取図、展開図、投影図の基礎）が挙げられる。これらに対しても、「盲児だからできない」という前提に立たず、すべての学習内容の学習指導の改善を図るよう努めた。例えば、投影図の素地指導では、光の直進によって写し出される模型の像のイメージを、針金で投影的対応させて概念形成した後、分割立体や粘土通しなどの具体的な教具や操作を用いて、立体と面との対応関係が把握できるよう工夫をこらした。しかし、立体の見取図については、適切な指導法や教具を考え出すに至っていない。
- (3) 指導上の留意点として、とくに次のことが重要である。作業や認知などの基本的な操作方法については、手を取って直接的に学習することが大切である。また、学習形態としては、子どもが主体的に取り組むことが大切であり、適切な場面を工夫した問題解決型の学習指導でありたい。とりわけ、盲児の学習においては、生活の中の具体から入り、抽象化の過程を通して、最後にまた具体に返ることが大切である。さらに、学習の各段階では、全体観察と要素着目、操作・作業の目的と手順の意識化、予測と確かめ、等々心掛けさせることが肝要である。

V 結 語

本稿では、盲児における空間概念形成の学習のあり方について考察してきた。I章では、盲児の知覚の特性と概念形成について、II章では、盲児の空間概念における概念行動の学習の重要性について、さらにIII章では、小学部盲児の図形知覚の発達の様相について、それぞれ考察した。これらを基にして、IV章では、盲学校算数科の「図形・空間」領域の学習のあり方について論究した。

要約すれば、盲児における空間概念形成の学習には、基礎となる方向や位置、順序、形を明らかにして、まず概念行動の学習を、続いて合成・分解や変形・移動などの操作活動を獲得した後、子ども達を記号操作に導いていく。このように、きめ細かいステップが組まれて、概念形成を図る学習が組織され、体系化されねばならないということである。

今日の算数教育では、学習における操作活動の重要性が指摘されている。それは、概念、原理や算数のアイディアの獲得は、言葉や文字で教えることで達成されるものではない。その達成には、適切な場面を与え、子ども達がねらいをもって対象に働きかけ、具体的な操作・作業を通して、対象や操作がもつ特性に気づかせていくことが極めて重要だと考えられるようになったからである。このことは、盲児も正眼児も変わりがない。学習させることは記号表現された知識ではなく、関係概念とそこで用いた操作特性を身につけさせることである。

しかし、視覚機能を失っている盲児の図形・空間概念の形成には、この正眼児における「場面→操作的行動→記号操作→理解」の学習の流れでは十分でない。やはり、操作活動の学習に入る前に、視覚障害がもたらすさまざまなハンディキャップを補正していく学習がどうしても必要である。それが「概念行動」の獲得と呼ばれる学習活動である。したがって、盲児における図形・空間概念形成の学習では、「場面→概念行動→操作的行動→記号操作→理解」の流れで示されるような学習展開でなければならない。

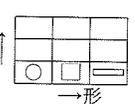
IV章3節では、このような考え方に基づいて、盲学校算数科の「図形・空間」領域の学習指導についての改善試案を提示した。これは、盲学校算数科の現状や問題点も考慮して、とりわけ、概念行動の獲得学習、自己作業のイメージ化を重視し、算数の学習内容と感覚訓練指導内容とが緊密かつ有効に接続するよう、改善のための学習指導系列を構成したものである。また、盲児の特性を配慮して、教材・教具の活用や指導法の工夫を図った。特に、教材・教具については、モンテッソーリ教具、算数教具、日用品、おもちゃ等、身近な物を活用し、必要な場合には、手作り教具を作成、開発し、それをを用いていくことを考えている。

今後、この試案に実践的検討を加え、さらに改善を図りたいと考えている。また、このプログラムに沿った教具・教材の開発・工夫も併せて今後の研究課題としたい。

別表5-1 感覚訓練と授業改善の学習指導系列(第1学年)

	単元名	指導内容	運動・操作 (構成・変換・作図など)	感覚訓練と授業の改善 〔教材・教具等〕			
				○素地活動	□指導内容と直結する活動	△発展活動 (数字は指導順を表す)	
空間(位置関係など)	3. なんばんめ	・位置や方向の認知 〔前後, 左右, 上下何番目〕		①左右軸, 前後軸, 上下軸と直線運動 〔引き戸の開閉(左右) 引き戸の引き押し(前後) 滑車とひも, 身長計(上下) しきいと自動車(左右, 前後) 直線運動用教具(左右, 前後, 上下)〕	△上中下, 前中後, 左中右の区別 〔三段のダンス, 三台のふみ台(上中下) 3連結の乗り物, 前進後退運動(前中後) 3つの容器による分類 体操やゲーム(左中右)〕	△身体座標軸の構成 〔ボディイメー ジゲーム 体操ゲーム〕 ・自分を中心として 各方向へ手をあげたり, とんだりする	
立体図形	6. いろいろなかたち	・積木による立体の構成	・形の構成 〔並べる, 重ねる 積む, 合わせる〕	①具体物の部分と全体との関係づけ 〔自動車, 家, 人形…〕 ・分解したり組み立てたりする	②ブロックによるモデル制作 ・モデルを分解し, 再構成する ・モデルを見て組み立てる	③ブロックによる自由制作 ・児童の自由発想に基づいてつくる	
		・身近の物の形を見る ・立体図形の分類と形あて遊び	・形の特徴をとらえる(形の抽象) ・触察による形の弁別	①属性の集合づくり(機能, 材質, 形など) 〔たいこ, ハーモニカ, 食パン, みかん, かんづめ, 三角チーズ… 立体図形のひな形〕 ・同じ物がいくつもの属性をもち, 形はそのひとつの属性であることを意識づける	②うけ棒と形の対応(立体図形の対応の予測と確かめ) 〔立体形はめ玩具 円柱さし〕類〕 ・片手で形をさぐり, 他の手で棒を確かめて対応させる 両手を交代させる	③具体物とひな形の1対1対応 〔「幾何学立体」 具体物…ボール, みかん, りんご, でんち, 茶筒, さいころ, たばこ, 三角マツチ箱, かんづめ…〕 ・ひな形を観察して具体物を選ぶ, 逆も行う	
平面図形	6. いろいろなかたち	・積木面の形の観察	・積木の面の形を写しとる ・面の形を使って絵をかく(ぬり絵)	①レザライターの使い方 ・自由描き, 線引きなど基本技能の練習 ・手のかえし方, ボールペンの角度に留意する	②内空図形の輪郭たどり 〔「メタルインセット」 「幾何パズル」〕	③面図形の輪郭たどり 〔「メタルインセット」 「幾何パズル」〕	④立体図形の底面の輪郭たどり 〔各種立体図形〕
		15. かたちづくり	・色板・色棒で形作り	・形の構成 〔並べる, 組み立てる, 裏返す, ずらす, 回す〕	①色板カードと具体物の対応 ・魚, ちょう, 家など色板を組み合わせて具体物が表現できることを意識づける	②色板によるモデル制作 ・モデルを見て色板を並べる	③色板を「裏返す, ずらす, 回す」 〔裏表の手ざわりの違う2板〕の色板〕 ・運動, 操作と言葉との対応をはかる
	21. ぼうがんしをつかって	・方眼紙を使って形作り	・方眼紙を使っての形の構成	①方眼にタイル, 磁石によるモデル制作 ・モデルを見て, 方眼紙にタイル磁石を並べる	③タイル, 磁石による自由制作 ・児童の自由発想に基づいてつくる		

別表5-2 感覚訓練と授業改善の学習指導系列(第2学年)

	単元名	指導内容	運動・操作 (構成・変換・作図など)		感覚訓練と授業の改善 (教材・教具等)		
			○素地活動	□指導内容と直結する活動	△発展活動	(数字は指導順を表す)	
空 (位置関係など)	1. 2年生になつて	・平面上の位置の表し方 (右から何列目 前から何番目)		①具体物の位置づけ (。4マス, 9マス, 16マス, 25マスの分類箱 。具体物 ・具体物の位置の表し方を考える。	△縦横分類 (。各種分類箱 。具体物 ・具体物を分類基準を考へて整理する。 ・机やタンスなど日用品の整理にも応用できることを意識づける。	②種類 	
図 平 面 図 形 計	8. 長さくらべ	・直線概念	・直線をかく	①直線と直角の意識化 (。折り紙類, さしがね, 直角三角定規)		・紙を4つに折りさしがねや直角定規で直角の確認をする。 ・さしがねを用いて, 直角を有する外角や内角を確認する。	
	12. 三角形と四角形	・三角形と四角形概念 (辺, ちょう点)	・構成要素に着目, 弁別 ・点をつないで, 三角形, 四角形をかく				
		・直角概念	・直角をつくる(紙を折る) 直角を見つける(三角定規との対応)	①具体物と合同なひな形との対応 (。色紙, 下じき, 三角定規…… 。ひな形(長方形, 正方形, 直角三角形) ・重ね合わせて対応させる	①線図形と面図形との対応 (。針金線図形。線図形カード 。平面図形 ②線図形による同形分類 (。針金線図形。線図形カード) ③線図形の構成 (。針金, 竹ひご, 粘土 。ゴム磁石, スチール黒板 。線図形のモデル	①線図形から点の抽出 (。線図形カードと合同な点図形カード ・線図形カードを連続変化させ, 頂点だけ残す ②点図形の構成 (。磁石玉, スチール黒板 。ペグボード。レースライター ・点図形を作ったり描いたりする ③点図形による重ね合わせ (。各種点図形, 線図形, 面図形) ・3つを重ね合わせ対応をはかる	
		・長方形, 正方形, 直角三角形概念	・長方形, 正方形, 直角三角形の辺の長さ, 角の大きさを調べる。 (紙を折る, 三角定規の直角をあてる)	②合同な平面図形による分類 (。合同な平面図形カード(長方形, 正方形, 直角三角形, 一般四角形, 三角形) ・同形分類する			
		・正方形, 直角三角形を作る(紙を折る, 切る)	①具体物の回転移動 認知角度による具体物の回転移動 (。人形などの具体物) ・最初手まえを向いた人形の顔が回転につれどちらを向くか, 次いで机のまわりを移動して触るとどちら向きになるか予測し, 確かめる。	△図形の回転移動 認知角度による図形の回転移動 (。長方形, 正方形, 直角三角形の基本図形カード) ・各種図形でも①と同様にし, 自分が動いても図形を動かしても相対的に関係は同じことに気づかせる。			
		・方眼紙上での作図切り紙による構成	・方眼紙を使って正方形, 長方形, 直角三角形をかく ・等分した切り紙で形を構成する, 平面に敷き詰める	①方眼紙を使って作図 (。方眼板(タイル)。盲人用将棋盤。ピンとひも) ・タイルをしきつめて面図形をつくる ・ピンを立て, ひもを張って線図形で表現する	②基本図形の分解 (。折り紙) ・正方形を等分して複数の基本図形に分解させる ・分解図形を再構成して他の図形を作る		
立体図形	20. はこづくり	・箱の形の観察 ・箱の形の構成(面をつなぐ, 展開図から作る, ひごで作る)	・箱の面を紙に写し切りとる, テープでつなぎ合わせ組み立てる ・方眼紙にかいた展開図を切り折る ・ひごとねん土玉で作る	①箱の一部と面との一対一対応 (。直方体, 立方体の箱 。基本図形カード ・箱の全部の面に対応するカードをおごむでとめ, 面が立体の一部であることを意識づける	②展開図による箱づくり (。箱と平面図形カード 。箱の展開図 ・平面図形カードをセロテープでつないで立体図形のまわりにかぶせる ・展開図を与えて箱を作る	③線図形と箱の対応 (。直方体, 立方体の箱 。針金線図形 。立方体の1部の面図形カード ・立体の辺, 平面図形の輪郭及び線図形が対応することを意識させる	④針金などによる閉じた箱の構成 (。直方体, 立方体の箱 。針金 ・針金で閉じた箱を作り, それを箱に入れたり外にかぶせたりして, 箱の辺と線図形との対応を意識させる

別表5-3 感覚訓練と授業改善の学習指導系列(第3学年)

図形	単元名	指導内容	感覚訓練と授業の改善 (教材・教具等)					
			運動・操作 (構成・変換・作図など)	○素地活動	□指導内容と直結する活動	△発展活動 (数字は指導順を表す)		
平面図形	8. 円と球	<ul style="list-style-type: none"> 円概念 (中心, 半径, 直径, 対称性) 円のかき方 	<ul style="list-style-type: none"> 円をコンパスでかく 円形の紙を折る 模様をかく 	<p>①手の円運動</p> <p>面図形 → 線図形</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ハンドルまわし ○ペダルまわし ○円のイメージづくりとともに手首, ひじ, 肩の動きをコントロールできるようにさせる 	<p>面図形</p> <ul style="list-style-type: none"> ①立体の一部と面(円)との対応 (茶筒, 平面図形(円)) ②同形の集合づくり (ひな形, 円, だ円, 具体物, レコード, おぼん…) ○異形も入れ, 違いに気付かせる 	<p>線図形</p> <ul style="list-style-type: none"> ③円の作図 (「メタルインセツ」「幾何パズル」) ○平面図形(円) ○コンパス, レーズライター ○枠の内側, 面の周をたどる ○円を重ねて確かめる ○コンパスの使い方を習得する 	<p>④円の分解</p> <ul style="list-style-type: none"> ○円の図形カード ○折ったり切ったりして複数の基本図形に分解させる ○等分図形をシックスポジションチーズや扇子などと対比させる 	<p>△移動と図形の認知</p> <ul style="list-style-type: none"> ○円の図形カード ○円図形を回転したり, 自分が移動したりして円の認知の特性をとらえる
	13. 三角形	<ul style="list-style-type: none"> 正三角形 二等辺三角形の概念 正三角形 二等辺三角形の作図 	<ul style="list-style-type: none"> 辺の長さに着目した弁別 正三角形, 二等辺三角形の作図 (定規, コンパス) 	<p>面図形</p> <ul style="list-style-type: none"> ①立体の一部と面との対応 (三角すい, 平面図形) ○面が立体の一部であることを意識する ②うけ枠と三角形との対応 (正三角形, 二等辺三角形, うけ枠) ○うけ枠に対応する三角形をはめたり輪郭をたどる ③合同な三角形の集合づくり (平面図形カード (各種三角形)) 	<p>線図形</p> <ul style="list-style-type: none"> ①輪郭たどり (内空図形→面図形) (「メタルインセツ」「幾何パズル」) ○レーズライター ②線図形と面図形の対応 (針線図形, 線図形カード, 線図形と合同な面図形) ③線図形による同形分類 (各種三角形カード) ④線図形の構成 (竹ひご, 粘土, ゴム磁石, スチール黒板) ○竹ひごやゴム磁石の長さを考えて三角形を構成する ⑤コンパスによる作図 (コンパス, 定規, レーズライター) ○コンパスによる作図の手順を理解し, 技能の習熟をはかる 	<p>△移動と図形の認知</p> <ul style="list-style-type: none"> ○図形の回転移動, 認知角度による図形の回転移動 (正三角形, 二等辺三角形カード) ○回転に伴う三角形の向きの変化をとらえる 		
立体図形	8. 円と球	<ul style="list-style-type: none"> 角の概念 大小, 相等 三角定規の角 紙に切りとり, 2つに折って角の大きさを調べる 正三角形, 二等辺三角形の角の大きさ, 対称性 	<ul style="list-style-type: none"> 三角定規の角の大きさを比べる 紙に切りとり, 2つに折って角の大きさを調べる 色紙を折って正三角形, 二等辺三角形を作る 	<p>①角度の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ○扇, コンパス, およびこれらと辺が同じで角度の変化した線図形カード ○コンパスの長さで2辺が等しい三角形の線図形カードの上にコンパスを広げながら重ね合わせ角の大小を確認する 	<p>②図形としての角</p> <ul style="list-style-type: none"> ○三角定規, 正三角形, 二等辺三角形 ○形としての角を意識し, 重ね合わせて角の大小相等をとらえる 			
		<ul style="list-style-type: none"> 球概念 (中心, 半径, 直径) 切り口の円 	<ul style="list-style-type: none"> 球の概念 (中心, 半径, 直径) 切り口の円 	<p>①同形の集合づくり</p> <ul style="list-style-type: none"> ○立体…球 (具体物…ピンポン玉, ボール, 卵, だ円球のボール) ○異形の具体物を同時に観察させ, 違いに気付かせる 	<p>②粘土による「球」のモデル製作</p> <ul style="list-style-type: none"> ○立体…球 ○粘土 ○粘土遊びのレディネスの上に球を作る 	<p>③立体と面との対応(断面合わせ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○「球」の分割立体と断面カード ○粘土で作った「球」 ○分割立体の断面を重ね合わせたり, 間に対応するカードをはさんだりする ○粘土で作った球をナイフで切り観察する 		

別表5-4 感覚訓練と授業改善の学習指導系列(第4学年)

		感覚訓練と授業の改善 (教材・教具等)					
		○素地活動 □指導内容と直結する活動 △発展活動		(数字は指導順を表す)			
空間 (位置関係など)	10. 垂直と平行	<ul style="list-style-type: none"> 直線の垂直や平行の関係とかき方 平行な直線の性質 長方形, 正方形の辺の性質を使う作図 	運動・操作 (構成・変換・作図など)	①垂直, 平行関係の理解 [。直線棒と磁石板・垂直・平行線の線図形カード・折り紙・三角定規] ・2本の直線棒を垂直においたり平行においたりする(交差との対比) ・線図形カードの2直線の関係を位置に関係なく確認する ・折り紙で, 垂直な2直線, 平行な2直線をつくる ・具体物の中から垂直線, 平行線を有するものを探す	②垂直線, 平行線のかき方 [。三角定規, レーズライター] ・三角定規を使ったかき方を理解し習熟する ・垂直線, 平行線を使って長方形, 正方形をかく		
	19. 直方体と立方体	<ul style="list-style-type: none"> 空間の位置(直角座標の素地) 		①2軸の交点の意識化と運動 [。十字溝切り板] ・右中前, 後中左などといわせながら可逆的に行う ・上下を行う時は溝切り板を立てる ②3次元座標軸の形成と運動 [。棒などで組んだXYZの3次元座標軸] ・棒組みの座標軸の前後, 左右, 上下の運動を行う	空間座標軸と身体座標軸の相対的変化 ※社会科, 図工, 養護・訓練との連携で行う △十字溝切り板・3次元座標軸と身体座標軸の対応 △閉鎖空間のイメージの構成 → 大型箱積木やダンボール箱を用いて学習する △閉鎖空間での図形の相互関係の理解 △閉鎖空間における身体座標軸の移動		
平面 図形	11. 四角形	<ul style="list-style-type: none"> 台形, 平行四辺形ひし形概念と性質(対角線) 	<ul style="list-style-type: none"> 方眼紙に台形, 平行四辺形, ひし形をかき 長方形の紙を切ってそれぞれの形を作る 紙テープを重ねてそれぞれの形を作る 	①具体物の一部と面との対応 [。台形, 平行四辺形, ひし形の平面図形と具体物] ②うけ枠と平面図形との対応 ・辺の長さや辺と辺の関係に着目する ③合同な平面図形の集合づくりと名称定義づけ ④面図形の合成, 分解 [。平面図形, 磁石板 。長方形(切断線入り)] ・裏返したり回転させて3つの形を作る ⑤平行四辺形, ひし形の性質 [。折り紙, さし, 三角定規] ・操作を通して辺, 角, 対角線の性質を見付ける	①輪郭たり ・内空図形から面図形の周囲をたどる ②線図形と面図形の対応 ・重ね合わせる ③線図形による同形分類 ・同形の集合づくりをする	①線図形から点の抽出 ・辺の一部や角が欠けた線図形カードから頂点だけのカードの分類 ②点図形と面図形の対応 ・重ね合わせる ③点図形の構成 [。方眼板, ひも] ・方眼板の上にピンを立てて図形を作る	①面図形の回転移動, 認知角度による図形の回転移動 ・台形, 平行四辺形, ひし形カードを回転させたり, 自分がカードの囲りを持って図形を弁別する
	19. 直方体と立方体	<ul style="list-style-type: none"> 箱の見取図と展開図 直方体, 立方体の概念とその性質 辺と辺, 面と面, 辺と面の平行, 垂直の関係 	<ul style="list-style-type: none"> 直方体, 立方体の箱の展開図, 見取図をかき 面やひご, ねん土玉で直方体, 立方体を作る 	①展開図による箱づくり [。直方体, 立方体の箱 。展開図カード(面の手触りを変える)] ・展開図カードを開いたり, 組み合わせたりし, 次の点を考える 箱と展開図との面辺の対応 直方体, 立方体の概念(面, 辺, 頂点) 直方体, 立方体を決定する 辺の長さ(たて, よこ, 高さ)	①線図形による展開図と箱の辺の対応 [。直方体, 立方体の箱 。線図形による展開図カード・針金線図形] ②展開図をかき [。展開図カード(面ごとに切ったもの) 。レーズライター, さし, 三角定規] ・面ごとに切った展開図を組み合わせる ・重なる辺に留意しながら展開図をかき ・展開図を切り取り見本の外側に構成する ③箱の構成 [。ひご, ねん土玉, 針金, 箱]	①面と面, 辺と辺, 面と面の平行関係の理解 [。スライドふたつき容器] ②面と面, 辺と辺, 面と面の垂直関係の理解 [。かねじゃく 。2枚の下じき, 2本の棒] ③箱の面と辺の平行, 垂直関係 [。直方体, 立方体の箱・定規] ・面と面, 辺と辺, 面と面の平行, 垂直関係をとらえる	①立体の回転移動, 認知角度による立体の回転移動 ・直方体, 立方体を回転させたり, 自分が立体の囲りを持って立体を弁別する

別表5-5 感覚訓練と授業改善の学習指導系列(第5学年)

単元名		指導内容	感覚訓練と授業の改善		
			運動・操作 (構成・変換・作図など)	○素地活動	□指導内容と直結する活動
図 平 面 図 形	6. 三角形と四角形	<ul style="list-style-type: none"> 合同の意味(三角形、四角形の合同) 合同な図形の対応する頂点、辺、角 三角形のかき方 	<ul style="list-style-type: none"> 合同の意味を方眼紙の上で考察(切り取って重ねる) 三角形の作図 四角形の作図(2つの三角形) 	<p>〈合同な形〉</p> <p>面図形</p> <ol style="list-style-type: none"> うけ棒と形の対応 <ul style="list-style-type: none"> 大ききの異なる直角三角形 うけ棒 合同な直角三角形を見つける 合同の意味と対応する頂点、辺、角の性質 <ul style="list-style-type: none"> 図形の位置に関係なく対応を図る 合同な三角形 <ul style="list-style-type: none"> 各種四角形(対角線で分割、各面の手触りを変える) <p>線図形</p> <ol style="list-style-type: none"> 合同な線図形 <ul style="list-style-type: none"> 各種針金線図形・合同な面図形 面図形と合同な線図形を選び出す 合同な線図形の弁別 合同な線図形の構成 <ul style="list-style-type: none"> 3辺と同じ長さのひも磁石、3つの角と同じ大きさの角(手触りを変える) 三角形、四角形の面図形、スチール小黑板 三角形が決定する条件(3つの要素を用いる)を操作を通して発見する 四角形も三角形に分割すれば書けることを理解する レズライターによる作図 	<p>〈三角形と四角形の角〉</p> <ol style="list-style-type: none"> 各種の方法で、三角形の内角の和が180度であることを確認する <ul style="list-style-type: none"> →角を切り取り並べる →紙を折る 分度器で測る 四角形、五角形の和 <ul style="list-style-type: none"> 四角形、五角形の面図形 四角形、五角形を切断した三角形 切断した三角形を合成して合同な四角形、五角形を作る 内角の和が三角形の内角の和になることを理解する
	14. 円と正多角形	<ul style="list-style-type: none"> 正多角形の意味と性質 円周率の意味 円周、直径、円周率(3.14)の関係とそれらの求め方 おうぎ形の意味(中心角) 	<ul style="list-style-type: none"> 正多角形を折り紙で作る 円を使って作図する 	<p>〈正多角形〉</p> <p>面図形</p> <ol style="list-style-type: none"> 円に内接する正多角形 <ul style="list-style-type: none"> 磁石つき各種おうぎ形・二等辺三角形・円の線図形 円を合同なおうぎ形に分解、合成する 合同な二等辺三角形(正三角形)を円に内接して並べる 正多角形の名称及び概念と性質の理解 折り紙で正多角形を折る <p>線図形</p> <ol style="list-style-type: none"> 正多角形の面図形と線図形との対応 <ul style="list-style-type: none"> 正多角形の各種面図形及び合同な線図形 正多角形の輪郭たどりと同形分類 <ul style="list-style-type: none"> 正多角形の各種線図形 正多角形の作図 <ul style="list-style-type: none"> コンパス、分度器、レズライター、さし 角(360°)を分割する方法と、半径で円周を区切る方法(正六角形)を知り、作図方法に対するイメージを高める 	<p>〈円周率〉</p> <ol style="list-style-type: none"> 円の周りにひも磁石をはり、円周の長さを測る 測定結果から円周は直径の約何倍か計算する 円周率の意味と円周、直径、円周率の関係を理解する <p>〈おうぎ形〉</p> <p>面図形</p> <ol style="list-style-type: none"> 円の合成・分解 <ul style="list-style-type: none"> 各種おうぎ形面図形 おうぎ形の名称、概念、中心角の理解 <ul style="list-style-type: none"> シックスポーショナルターズや扇子などの具体物と対比させる <p>線図形</p> <ol style="list-style-type: none"> おうぎ形の面図形と線図形との対比 <ul style="list-style-type: none"> 各種おうぎ形の面図形と合同な線図形 おうぎ形の輪郭たどりと同形分類 <ul style="list-style-type: none"> 三角形や円、半円等も含めて対比させる おうぎ形の作図 <ul style="list-style-type: none"> コンパス、分度器、さし、レズライター 決められた大きさのおうぎ形を書く

別表5-6 感覚訓練と授業改善の学習指導系列(第6学年)

単元名	指導内容	感覚訓練と授業の改善					
		運動・操作 (構成・変換・作図など)	◎素地活動 △発展活動	(教材・教具等)			
図 面 図 形	1. 対称図形	<ul style="list-style-type: none"> 線対称, 点対称の意味と性質(対称軸, 対称の中心) 対称性に着目した基本図形の考察 	<ul style="list-style-type: none"> 紙を2つに折って形を切り抜く 方眼紙に, 線対称, 点対称な図形をかく 	<p>△発展活動 (数字は指導順を表す)</p> <p>△素地活動</p> <p>△発展活動</p> <p>△発展活動</p>	<p>△発展活動</p> <p>△発展活動</p> <p>△発展活動</p>		
	4. 図形の拡大と縮小	<ul style="list-style-type: none"> 相似形の意味と性質 拡大図と縮図の意味 拡大図と縮図のかき方 いろいろな長さを縮図を利用して求める 	<ul style="list-style-type: none"> 拡大図, 縮図をかく(方眼紙を使う, 辺の長さや角の大きさを使う, 中心を決めてかく) 	<p>△素地活動</p> <p>△発展活動</p> <p>△発展活動</p>	<p>△素地活動</p> <p>△発展活動</p> <p>△発展活動</p>	<p>△素地活動</p> <p>△発展活動</p> <p>△発展活動</p>	
	12. 三角形と四角形	<ul style="list-style-type: none"> 三角形の相互関係 四角形の相互関係 	<ul style="list-style-type: none"> 三角形の相互関係 四角形の相互関係 	<p>△素地活動</p> <p>△発展活動</p> <p>△発展活動</p>	<p>△素地活動</p> <p>△発展活動</p> <p>△発展活動</p>	<p>△素地活動</p> <p>△発展活動</p> <p>△発展活動</p>	
形 立 体 図 形	8. 立体	<ul style="list-style-type: none"> 身のまわりにある立体の形による弁別 角柱と円柱, 角すい, 円すいの展開図をかいて作る 角柱と円柱の概念と見取図, 展開図(立体, 平面, 曲面, 角柱, 円柱, 側面, 角すい, 円すい) 角すい, 円すいの概念と見取図, 展開図 立体をま正面とま上から見た図 	<ul style="list-style-type: none"> 面の形に着目した弁別 角柱, 円柱, 角すい, 円すいの展開図をかいて作る 投影図(素地)をかく 	<p>△素地活動</p> <p>△発展活動</p> <p>△発展活動</p>	<p>△素地活動</p> <p>△発展活動</p> <p>△発展活動</p>	<p>△素地活動</p> <p>△発展活動</p> <p>△発展活動</p>	<p>△素地活動</p> <p>△発展活動</p> <p>△発展活動</p>

引用・参考文献

- (1) 佐藤泰正編、『視覚障害心理学』，学芸図書（1988），p 9
- (2) 同上書，pp. 10—18を参考にする。
- (3) 文部省，『視覚障害児の発達と学習』，ぎょうせい（1989），pp. 65—67
前掲書(1)，pp. 13—16
- (4) 文部省，『盲児の感覚と学習』，文部省（1968），pp. 41—42
- (5) R. R. Skemp（藤永保・銀林浩訳），『数学学習の心理学』，新曜社（1986），pp. 8—16を参考にする。
- (6) 国立特殊教育総合研究所，特別研究報告書「障害児のパターン認識に関する総合的研究」，（1984）
- (7) 小柳恭治・他，視覚障害児のパターン認識の発達とその指導(2)，国立特殊教育総合研究所紀要，第10巻（1983），115—126
- (8) 志村洋・他，盲児用触察能力訓練教材セットの試作—訓練用ステップの構成原理と適用事例—，国立特殊教育研究所紀要，第13巻（1986），115—125
- (9) 国立特殊教育総合研究所・視覚障害教育研究部，『盲児用触察能力発達診断・訓練セット 教師のための手引き書』（1985），pp. 1—5
- (10) 前掲書(8)，p. 115
- (11) 波多野完治編，『ピアジェの認識心理学』，国土社（1966），pp. 40—42
- (12) 同上書，pp. 43—56
- (13) 同上書，p. 56
- (14) 前掲書(4)，p. 45
- (15) 同上書，pp. 109—126
- (16) 同上書，p. 128
- (17) 同上書，pp. 129—130
- (18) 文部省編『盲児の感覚と学習』（pp. 131—176）を参考にしてまとめた。
- (19) 前掲書(8)，pp. 115—116
- (20) 前掲書(9)，pp. 6—10
- (21) 国立特殊教育総合研究所・視覚障害研究部，「盲児用図形知覚発達検査手引き書」
- (22) 前掲書(9)，p. 9を参考にして，図2のフローチャートを作成した。
- (23) 前掲書(8)，p. 117の表1を参考にして作成した。
- (24) 東京都立盲学校感覚訓練教育研究会，『盲学校における養護・訓練関係資料集・3集』

〔付記〕

本研究を進めるに当たって，国立特殊教育総合研究所，視覚障害教育研究部長 木塚康弘先生，並びに同盲教育研究室長 志村洋先生から御助言と懇切な御指導をいただいた。また，III章の図形知覚発達検査を実施するに当たって，同研究所より，「盲児用図形知覚発達検査」の手引き書および訓練教材セットをお借りした。ここに記して，木塚，志村両先生と同研究所に感謝申し上げる。

（1992年4月20日受理）