

特別論文

全盲の数学者事例から考える触覚的技能と特別支援教育

佐藤将朗*・田中仁**

本稿ではまず、全盲の数学者事例について整理し、視覚表象に頼らない早期全盲児の算数・数学的能力を支えている空間把握能力と、その学習方法である触運動の統制と触空間の再構成の特徴について述べた。次に、早期全盲児の算数・数学的能力をさらに伸長させるための触覚的経験を言葉に変換するという行為の意義について、早期全盲の数学者1名による数学的思考に関する述懐を基に論じた。これにより触覚情報を言葉を介した思考につなげていくことの必要性が強調されたため、このような技能に関与する触覚のワーキングメモリをとりあげ、その実験を紹介した。これらの結果では全盲者には晴眼者の視覚的ワーキングメモリに相当する触覚に固有なワーキングメモリがあり、その単位はより空間的であると主張されていた。以上のことを根拠として、現在の特別支援教育の中で触覚的技能を活用していくことについて考察した。

キー・ワード：早期全盲, 空間把握能力, 算数・数学的能力, 触覚のワーキングメモリ, 特別支援教育

1. はじめに

2019年3月東京大学に合格した全盲生徒が誕生したことがニュース等で報道された(産経WEST, 2019)。東京大学に合格したということは、情報障害者といわれる全盲生徒が本邦で最上級の難易度を有する入学選抜試験をクリアするだけの学力を備えていたことになる。これは本人が情報障害者であることを乗り越えてきたことや、本人の示してきた勉強に対する意欲や努力に対し、最大の敬意を表すことのできるエピソードといえるだろう。また、高等教育を目指す意欲のある全盲生徒が高い学力を身につけていくための学びのあり方として、一つのモデルケースになるのではないだろうか。

これまで本邦のみならず世界中には全盲であるにもかかわらず、学習の困難性を克服し、社会の中で学びの成果を存分に発揮して職業的自立を果たしてきた多くの方々が存在する(American Foundation for the Blind, 2017; 障害者職業総合センター, 2006, 2019など)。全盲の職業としては音楽家、美術作家、教員、公務員、システムエンジニア、鍼灸師など様々なものがあり、民間企業で各種業務に従事している方々もいる。これらの職業を得るためには、晴眼者と同じ立場に立ち競い合うことが前提となるため、職業選択の幅を広げるためにも、全盲の生徒達はできる限り高等教育を目指し、学力の向上に努めていくことが望ましい。

全盲であること以外に併せ有する障害のない生徒において、教科教育の水準を落とすことなく学んでいくためには、その教科を学ぶ前段階で、ある程度は視覚以外の感覚を補償的に活用できるようになっていることが望ましい。特に指先及び手指運動によって触覚情報を積極的に獲得できるようになること、指先に入力された情報が不十分な場合に自身の持つ知識や概念によって予測ができるようになること、聴覚や他の感覚から得ら

れた情報を統合できることなどは、全盲児の能力を伸長させていくための基礎的な技能として重要である(五十嵐, 1993; 佐藤, 1988; 鳥山, 2007など)。

ところで、近年の特別支援教育の課題の一つとして、学習障害児や学業不振児の中でも読み障害児や視空間ワーキングメモリに問題を示すといった視覚に関連する困難性を示す児童生徒への指導があげられる。このような場合、視覚以外の感覚を用いる多感覚な指導が注目されている。しかし、著者らは視覚を用いることが難しいから触覚を用いることがよいというような短絡的な指導方針には懐疑的である。先述した学びの成果を存分に発揮して職業的自立を果たしているような全盲者達の場合でも、視覚障害を補うための触覚の活用に関して、触覚の特性に応じた細かく丁寧な指導を受けてきたものと考えられる。視覚の困難性を示す学習障害児や学業不振児に対する多感覚なアプローチは、視覚の解析系の問題に対するアプローチといえるが、その場合でも視覚の入力系の問題への対応と同様の細かく丁寧な触覚によるアプローチが望ましい(佐藤・大庭, 2017)。

この度、第101回上越教育大学特別支援教育実践研究センターセミナー「全盲の数学者として考える特別支援教育」において、早期全盲の数学者である田中仁氏が講演を行った。その中心的な内容は全盲児(者)の触覚的技能をいかに数学的思考に結びつけていくかというものであった。これは視覚障害教育ベースの話であったが、他の特別支援教育の対象児(者)へ触覚を用いた指導を行う際に、参考となるものと考えた。本稿は田中氏の講演内容から着想を得て、著者らが執筆したものである。まず、世界で活躍してきた全盲の数学者事例について整理し、視覚表象に頼らない早期全盲児の算数・数学的能力を支えている空間把握能力の学習方法について取り上げる。次に、早期全盲児の算数・数学的能力をさらに伸長させるための触覚的経験を言葉に変換するという行為の意義及び、これに関与する触覚のワーキングメモリの特徴について実験を紹介して述べる。これらを根拠とし、現在の特別支援教育の中で触覚的技能

* 上越教育大学大学院学校教育研究科

** 筑波技術大学障害者高等教育研究支援センター

Table 1 世界で活躍してきた全盲の数学者

| 数学者名 | 国籍 | 失明時期 | 失明原因 | 業績及びエピソード |
|--|------|------|---------|--|
| Nicholas Saunderson (1682-1739) | イギリス | 1歳 | 天然痘 | 25歳の時にケンブリッジ大学を構成するクライスト・カレッジの聴講生になる。ニュートンの『プリンキピア』についても研究し、学生に宇宙論や光学も含めてその講義を行う。 |
| Leonhard Euler (1707-1783) | スイス | 59歳 | 眼精疲労の悪化 | 18世紀最大の数学者といわれ、850の論文で半数以上は失明後に発表されている。卓越した記憶力と計算力を持ち、眠れない蒸し暑い夜に1~100までの6乗を計算し、数週間後までそれらの数値をすべて記憶していた。 |
| Louis Antoine (1888-1971) | フランス | 29歳 | 戦争時の事故 | 数学者ルベークに勧められ、2・3次元位相幾何学を研究した。Antoine's necklaceを発見した。 |
| Lev Semenovich Pontryagin (1908-1988) | ロシア | 14歳 | 爆発事故 | 母親の献身的な努力を得て数学の勉強を進める。1925年にモスクワ大学に入学。1935年にモスクワ大学教授に就任。位相幾何学や最適制御理論において大きな業績を残す。 |
| Bernard Morin (1931-2018) | フランス | 6歳 | 緑内障 | 球面裏返しの構成が有名。来日し、九州大学に滞在していたこともある。 |
| Lawrence Baggett (1939-) | アメリカ | 5歳 | 遊び中の事故 | コロラド大学教授でフーリエ解析、関数解析の本質的な仕事をしている。基本的な定理とその証明があり、後は問題を解いて読み進めるという関数解析の独特の本がある。 |

その他にもA. G. Vitushkin (1931-2004) (ロシア), E. Giroux (1961-) (フランス), 尾関育三 (1929-) (日本), 田中仁 (1966-) (日本) などがある。

を活用していくことについて考察する。

2. 全盲の数学者事例とその能力を支える空間把握能力

Table 1 に Jackson (2002) によって紹介された世界で活躍してきた全盲の数学者について示した。これによると、全盲であったとしても数学に関する顕著な業績を残し、世界的に有名となった数学者が多数存在していることがわかる。また、それぞれの失明時期から早期全盲者と後期全盲者の両方で優れた数学の業績を残していることもわかる。

早期全盲と後期全盲の行動や心の働きに影響を与えているものとして、視覚表象があげられる。視覚表象は視覚的記憶のことであり、およそ5歳以前に失明した早期全盲者は視覚表象に基づいた認知活動は困難であり、6歳以後に失明した後期全盲者は視覚表象に基づいた認知活動が可能と考えられている(佐藤, 1988)。このことから全盲の数学者事例について思索すれば、後期全盲者は現在目が見えなくても視覚表象を用いた活動が可能であるため、様々な数学的事象を視覚的イメージでとらえることが可能である。一方、早期全盲者は視覚表象を用いた活動が難しいため、視覚的イメージで数学的事象をとらえることは困難である。それでも物の形、大きさ、位置、図形や空間の性質を研究する幾何学において顕著な業績を残している早期全盲の数学者が存在することはとても興味深い。

教科教育としての算数・数学の学習が成立するためには、数の感覚/数概念、数学的事実の記憶、計算の正確さや流暢性、数学的推理、数処理など基礎的な能力が獲得されている必要がある (American Psychiatric Association, 2013)。晴眼児であれば発達初期段階から獲得されている視覚機能を土台とし、自発的にも偶発的にも自分で見た経験にこれらの算数・数学的意味付けが行われていく。しかし、視覚機能を用いることが困難な早期全盲児では、算数・数学的意味付けが可能となるような偶発的経験をするのは難しく、保護者や支援者など他者による意図的な足場作りとして触覚を中心とした豊富な感覚経験を積み重ねる必要がある。

早期全盲児において発達初期段階から移動の自由と手の運動

の自由を担保していくことが望ましい。移動の自由は空間的な広がりの中で身体を基軸として環境把握を行っていくことにつながる。このような経験を意図的に行わせることで、全盲幼児は実空間の中で位置情報を理解することができるようになっていく。また、手の運動の自由も自分から外界の情報を取り入れていく手段として重要なだけでなく、意図的に物を操作できるようになっていくことで、手元の小さな空間の中の位置情報の理解が促される。移動の自由も手の運動の自由も、早期全盲児が大きさの異なる様々な空間的な広がりの中で、前後、上下、左右を身体で経験することであり、これにより般化的に空間把握能力を身につけていくことができる。

早期全盲児の空間把握能力の中でも、手元の小さな空間の中で触空間を構成していくことは、学習のレディネスとして重要である。中島 (1968) は全盲児の指先による基礎的な学習法として、見本合わせ法を紹介している。見本合わせ法の中で、指導者は初めに全盲児が見本用の触察材料に触れることを促し、その後に数種類の触察材料の中から見本用と同じものを選択させる。このような方法で物に形があることや、形の区別がつくことを意図した幾何学的弁別学習、形が同じでも大きさの異なる図形があることや、図形を回転させた場合でも元の図形の形や大きさが変わらないことの理解を意図した概念反応形式の学習、点字を構成する点の位置の違いに気づくことや、点字の違いに気づくことを意図した点字の弁別学習などが行われる。見本合わせ法は全盲児にとってさほど難しくないとはいえるため、指先に本来備わっている触空間の構成能力を発揮していくための学習といえるだろう。

指先の本来持っている力をさらに発揮し、算数・数学の基礎能力の土台となる精神機能の発達を確かなものにしていくためには、触運動の統制と触空間の再構成が必要になる (中島, 1968)。触運動の統制とは、手のひらで平面をまんべんなく撫で、必要な部分に着目して指先で詳しく調べるといように、全盲児が目的に合わせて手指を上手に使えるようになることである。一方、触空間の再構成とは学習のレディネスとして身につけた手元の触空間を、学習に合わせて巧緻化させていくこと

である。より詳細に空間把握が行えるようになるため、上下、左右の理解から2方向を組み合わせて右上、左下というように位置を定位させることや、十字型に交わった線をたどらせ、上中下、左中右を理解させることなどがあげられる。触運動の統制も触空間の再構成も、同時並行的に行うことが望ましい。特に積極的な運動を伴う指先による知覚のことを能動的触知覚といい、運動を伴わない受動的触知覚に比べ、様々な触覚課題及び点字触読課題の成績がよいことが知られている (Heller, 1986; Gibson, 1962; 佐藤, 2000など)。能動的に手指を動かした方が詳細な空間把握も行いやすいということになる。

触覚の特性として混み入っているものや、小さすぎるものなどは、触っても正確に理解することができない (佐藤, 1988)。しかし、早期全盲の数学者事例から、このような細かさの知覚というものは、早期全盲児が算数・数学的な基礎能力を獲得していくための優先順位としては低いものなのだろう。やはり指先で様々な大きさの比較や、多数の位置関係の定位を繰り返すことにより、自分で空間把握に適した触運動の統制ができるようになり、学習に合わせた触空間の再構成ができるようになるものと考えられる。

3. 触覚的経験を言葉に変換することの意義

算数・数学の基礎的能力である空間把握能力が獲得された全盲児にとって、さらに算数・数学的能力を伸長させていくための方法の一つに、触覚的に認識した数学的事象の言語化があげられる。

田中 (2021) は自身の数学的思考について以下のように述べている。

「私は2歳の時に失明しました。画像の記憶は全くありません。私が勝手に『画像的なもの』と想像している『イメージ』の下で数学を考えているように思っています。この『イメージ』は数式を言葉に変換し、意味を与えることで作られるのだろうと想像しています。」

「絵画は時間を止め、音楽は時間を進めます。同様に、数式は時間を止めますが、それを音声化した瞬間から時間が経過し流れていきます。画像は時間を止めます。従って、もし数式を直接画像として認識できるならば、その時間は進みません。多くの人は、数式の時間を適宜進めたり止めたりしながら、数学の理解を試みているのだと思っています。」

「音楽の理解とは何でしょう？ その答えの一つに『適切な物語化』がありそうに思います。私は『数式を言葉として捉え物語化すること』を大事にしています。」

田中仁 (2021) より一部改変して引用

これらの語りの中では、視覚表象を用いることができない早期全盲者でも、数学的事象と対話するために、指先から得られた数式などの情報に関して言葉を介して意味を作り、数学的思考が行われている旨が述べられている。興味深いことは、絵画のように早期全盲児 (者) にとって離れた場所にあり直接触る

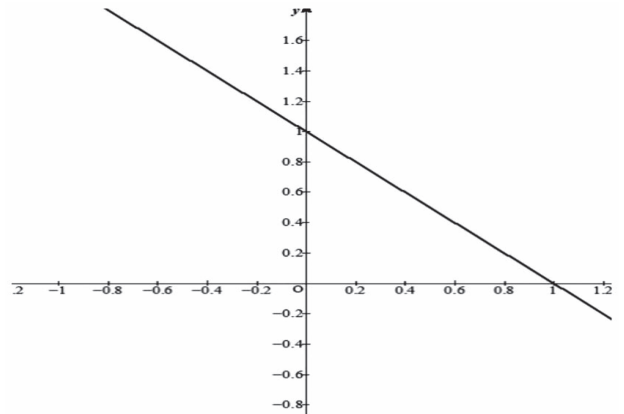
ことができないものは時間を止めると表現しているが、音楽のように離れた場所からでも音の流れを受け取ることができるものは時間を進めると表現していることである。時間を止めるという表現の意味するところは、言葉を介した思考が行われていないことだと推察される。数式に関しても、ただ画像情報として存在するだけでは時間を進めることはできないが、ひとたび指先で積極的に触れるという行為が加わることで、言葉を介した数式の物語化が始まるということなのではないだろうか。

以下は田中氏の数式についての解説である。

いろいろなグラフの上で一番大きな値を計算によって見つける方法を考えてみます。なぜ一番大きな値が分かるのでしょうか。数式の意味を考えることで説明してみます。

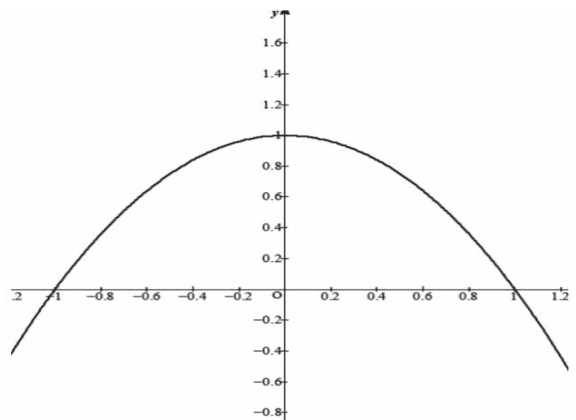
問題1 $-1 \leq x \leq 1$ の範囲で次の関数の最大値・最小値を求めましょう。

● $y = 1 - x$



x が増えると y は減ります。 x が最小の $x = -1$ のとき、 y は最大の $y = 2$ を取ります。 x が最大の $x = 1$ のとき、 y は最小の $y = 0$ を取ります。

● $y = 1 - x^2$



x の正・負によらず、 x^2 はいつでも正です。1から正の数 x^2 を引いて決まる y は、引く数のもっとも小さい $x = 0$ のとき、最大値 $y = 1$ を取ります。最小値は、引く x^2 が最大の $x = -1$ 、 $x = 1$ のとき、 $y = 0$ です。実数は2乗すると0以上であることが最大値を作るのだと言えます。

問題2 2次関数・3次関数の極大値・極小値を見つける計算法を考えましょう。

● 2次関数

任意の p に対して、2次関数 $y=ax^2+bx+c$ を $y=a(x-p)^2+k(x-p)+l$ へ書き換えることができます。実際、

$$\begin{aligned} y &= ax^2 + bx + c \\ &= a((x-p)+p)^2 + b((x-p)+p) + c \\ &= a(x-p)^2 + (2ap+b)(x-p) + (ap^2+bp+c) \\ &= a(x-p)^2 + k(x-p) + l, \\ k &= 2ap+b, \quad l = ap^2+bp+c \end{aligned}$$

p についての1次方程式 $2ap+b=0$ は、いつでも必ず解 $a=-b/2a$ を持ちますから

$$\begin{aligned} y &= a(x-a)^2 + l, \\ l &= aa^2+ba+c \end{aligned}$$

この形に変形できてしまえば最大・最小値はすぐに分かりますね。

● 3次関数

$$\begin{aligned} y &= ax^3+bx^2+cx+d \\ &= a((x-p)+p)^3 + b((x-p)+p)^2 + c((x-p)+p) + d \\ &= a(x-p)^3 + (3ap+b)(x-p)^2 + (3ap^2+2bp+c)(x-p) + (ap^3+bp^2+cp+d) \end{aligned}$$

2次関数の最大値・最小値は、 $(x-p)$ の1次の項を消すことで求まりました。3次関数でも同様に考えることにします。

p についての2次方程式 $3ap^2+2bp+c=0$ の解の一つを a とおけば

$$\begin{aligned} y &= a(x-a)^3 + m(x-a)^2 + n, \\ m &= 3aa+b, \quad n = aa^3+ba^2+ca+d \end{aligned}$$

今、 $m>0$ と仮定します。すると

$$y = |a(x-a)+m|(x-a)^2+n$$

となり、 $(x-a)^2$ の部分はいつでも正、 $|a(x-a)+m|$ の部分は、 x が a のごく近くの値のときには、 $m>0$ なのでやはり正となります。ですから $x=a$ のときに極小値を取ることが分かります。同様に考えて、 $m<0$ と仮定したときには極大値を取ることが分かります。 $m=0$ のときには $y=a(x-a)^3+n$ ですから $x=a$ では a の符号によって増えるか減るかです。

田中仁(2021)より一部改変して引用

田中(2021)の数学的思考に関する述懐は、全盲児(者)の触察が点字触読を含む言語処理のために最適化されていくという主張(Millar, 1996)を支持するものといえよう。これにより自然との対話、数式との対話が可能となり、高度な学術レベルの数学研究を晴眼者と競い合っていくことができるのだろう。

4. 触覚のワーキングメモリ

全盲の数学者事例において触覚的経験の言語化が重要であることを確認したが、全盲児(者)にとって、このような技能は算数・数学の教科だけにとどまらないあらゆる科目の学習に必要な汎用的能力といえる(全国盲学校長会, 2018)。指先で学ぶ内容を言語的内容として理解する際に、その情報がどのよう

に保持され、記憶されていくかについては、触覚のワーキングメモリが関与している。

一般的に晴眼者のワーキングメモリでは、注意の配分を担う中央実行系と、その従属システムである視空間スケッチパッドと音韻ループの存在が明らかである(パッドリー, 1988; Baddeley and Hitch, 1974)。視空間スケッチパッドは見たもののイメージや慣れが覚えやすさに影響を与え、音韻ループは言葉の音声や音韻的な特徴、また、言葉によるリハーサルも覚えやすさに影響を与える。触覚のワーキングメモリという場合、見るものが触るものによって変わるにより、言葉との関連で記憶にどのような影響を与えているのだろうか。この疑問について明らかにすることができれば、全盲児指導の根拠となるだろう。ここでは触覚のワーキングメモリについて検討しているいくつかの実験について紹介する。

Millar(1975)は点字が触覚的特徴と言語的特徴のどちらで記憶されるかについて検討するため、5歳~8歳の早期全盲児48名を実験参加者として、触覚的形態と音声的にも類似しない点字(: (k), :: (m), : (s)など)、音声的に類似しているが触覚的形態は異なる点字(: (b), :: (v), :: (g)など)、触覚的形態は類似しているが音声的には異なる点字:: (w), : (t), :: (q)など)を2~3文字、4文字、5文字、6文字別に再生課題を行った。その結果、点字の種類ごとの再生数は有意な差が生じており、点字の種類と文字数の相互作用も有意であった(点字の種類: $F=12.11, p<0.005$; 交互作用: $F=7.78, p<0.005$)。また、各文字数の再生数については、すべての文字数で触覚的にも音声的にも類似しない場合に高い再生率が得られたこと、年少群では触覚類似の再生率が大きく劣ること、年長群では音声類似の再生率が大きく劣ることを明らかにした。

これは点字が基本的には触覚による空間把握を基本として記憶されるが、同一の触材料でも年齢や点字読みのレベルにより異なった対象として認識されることを示した研究である。視覚的文字を使用した記憶課題では有意味度の高いものが記憶されやすいことが明らかであり、点字の記憶においても同様の結果が得られたことになる。しかし、全盲児の触察指導や点字触読の指導において、基本的には触覚による空間把握が最も重要であると考えることができる。

Cohen, Voss, Lepore and Scherzer(2010)は触覚のワーキングメモリに関する2つの実験を行った。第1実験では音韻意識の触覚課題への影響を検討するため、18歳~60歳までの27名(全盲7名、残存視力のある全盲8名、晴眼12名)を実験参加者として、構音抑制法による触覚再生課題を行った。その結果、構音抑制法を用いない場合はグループによる再生数の差は生じなかったが、構音抑制法を用いた場合は全盲の再生数が有意に多かった(課題($F=59.68, p<0.01$); グループ($F=4.57, p>0.05$); 交互作用($F=0.48, p>0.05$))。また、構音抑制法による全盲の触覚課題、残存視力のある全盲の視覚課題、晴眼の視覚課題の再生数については、グループの再生数の差は生じなかった($F=1.127, p>0.05$)。これらのことから、構音抑制法では課題が難しくなり、全体的に全盲は残存視力のある全盲よりも成績が良かったこと、しかし、実験参加者ごとの各感覚課題では構音抑制法の影響は受けていないことを明らかにした。

続く第2実験ではワーキングメモリにおける触覚の単位は空間的であるか言語的であるかについて検討するため、22歳～58歳までの20名（全盲9名、残存視力のある全盲11名）を対象者として、点字のみ、計算、ブロック置き換えによる点字の二重負荷課題を行った。その結果、再生数は課題により差が生じており、各グループの差も生じていた（課題（ $F=263.59$, $p<0.01$ ）；グループ（ $F=9.24$, $p<0.01$ ）；交互作用（ $F=9.40$, $p<0.01$ ））。これによりグループの差は全盲が計算課題において成績が良かったことに起因していたこと、点字以外の課題が再生数を下げ、ブロック置き換えの方が計算よりも干渉効果があったことを明らかにした。

これらは全盲児（者）には晴眼者の視覚的ワーキングメモリに相当する触覚に固有なワーキングメモリがあることと、ワーキングメモリにおける触覚の単位はより空間的であることを示した研究である。2つの実験の全盲参加者は異なるグループであり、それぞれ年齢を重ねてきた全盲者がいたことを考慮すると、長年の触察や点字触読の経験により、全盲者は触覚情報処理用に最適化されたワーキングメモリを備えるようになったものと推察される。

5. 特別支援教育における触覚的技能の活用

本稿では全盲の数学者事例から、早期全盲児の能力を伸ばしていくための触覚的技能について取り上げた。早期全盲児にとって視覚情報を用いることができないことや、視覚表象を用いることができないことが不利となかなかない算数・数学の学習は、移動の自由と手の運動の自由から始まる空間把握能力を獲得していくことで補償的に成立する。また、早期全盲の数学者の数学的思考に関する述懐から、算数・数学の能力をさらに伸ばしていくためには触覚的経験を言葉に変換するという行為が重要であることがうかがえた。

視覚障害以外に併せ有する障害がない場合に、全盲児（者）自身の力で職業選択の幅を広げていくためには、可能な限り学力の向上を目指していく必要がある。学力を支えているのは触覚的技能であり、特に早期全盲の場合は発達初期段階から必要となる触空間の構成から始まり、空間把握能力を向上させていくために様々な学習内容や課題を通じて触運動が統制できるようになり、触空間が再構成されていく。

上に述べた触覚技能は他の障害を有している視覚・重複障害児や重症心身障害児の能力の伸長のために役立つことができる。幼児児童生徒は環境とのかかわりから刺激を受け取って成熟していく存在である。初めは自身の筋肉、関節、臓器など内受容の意識にとどまっているが、環境とのかかわりの拡大に伴い皮膚、味覚、嗅覚など近接受容の刺激の受け取りに進み、さらに視覚情報や聴覚情報など遠隔受容の刺激の受け取りに進んでいく。通常教科教育を充実させていくというような場合は遠隔受容としての視覚刺激や聴覚刺激の受け取りが基本となるが、視覚・重複障害児や重症心身障害児は自分から環境に対して働きかけていくことを苦手としており、内受容の意識にとどまっていることが多い（片桐・小池・北島, 1999）。そのため、近接受容や遠隔受容の刺激の受け取りへと成熟させていけるような足場作りが必要になる。例えば視覚・重複障害児や重症心身障害児は自分で歩くことができないことから、空間把握能力

が身につけにくい。このような場合に幼児児童生徒を触って位置情報を把握させ、実際に身体を移動させるなどして触空間の構成に取り組むことができるだろう。近接受容としての触覚刺激に意味付けを行っていくことが重要である。

視覚の困難性を示す学習障害児や学業不振児に対する多感覚なアプローチについても、触覚の特性を理解した指導が行われるべきである。例えば、視覚的に文字の認識が難しい生徒への読み指導では、触覚的な指導として指先で文字をなぞらせることが行われている。しかし、実際は日本語の視覚的文字の外形を指先で読み取ることは、一部の混みいった要素のない文字以外は区別がつきにくいいため、指先で文字をなぞることの学習成果はほとんど得られないだろう。このような誤解は全盲児に点字を教える晴眼の教員などにもみられる。点字は外形がはっきりした字が読み取りやすいと思われがちであるが、実際は点が閉じているか開いているかが読みやすさを規定している（Millar, 1996; 佐藤, 2000）。やはり点字は指先の能力ベースの文字媒体ということになり、視覚的な点字の外形にとらわれた指導では、特に初期の点字学習で成果を得ることは難しいだろう。

触覚の特性という意味では、点字をツールとして活用する全盲児（者）が学ぶ内容をいかに記憶し学習していくかに関して、触覚に固有なワーキングメモリがあり、それらはより空間的であることがうかがえた。このような観点から、多感覚なアプローチにおいて触覚を用いる場合、より丁寧に細分化した指導が期待される。具体的には、触覚の入力系の問題と解析系の問題の相互関係の部分に焦点をあて、入力系の障害である早期全盲児の空間把握能力獲得のために行ってきた丁寧な触覚指導を取り入れ、データを蓄積させていくことができるだろう。

なお、本稿では算数障害については取り上げなかったが、算数障害は数処理や数概念といった基礎的な能力や四則演算など、基本的な計算の障害といえる。その場合は、早期全盲児への触覚的技能の指導のように、丁寧に集中的な触空間の構成・再構成ならびに触運動の統制を行うことで、算数・数学の基本的な計算能力からの逸脱を回避するための、視覚に頼らない指導法の検討が期待できる。

引用文献

- American Foundation for the Blind (2017) Key Employment Statistics for People Who Are Blind or Visually Impaired. <https://www.afb.org/research-and-initiatives/statistics/archived-statistics/key-employment-statistics#Estimate> (2021/2/23閲覧)
- American Psychiatric Association (2013) Diagnostic and statistical manual of mental disorders 5th edition DSM-5. Arlington, VA, American Psychiatric Publishing.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974) Working Memory. In G. Bower (ed). *Recent Advances in Learning and Motivation*. Academic Press, London.
- バッドリー, A. (1988) 記憶力そのしくみとはたらき. 川幡政道 (訳). 誠信書房.
- Gibson, J. J. (1962) Observations on active touch. *Psychological Review*, 69, 477-491.
- Heller, M. A. (1986) Active and passive tactile braille

- recognition. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 24, 201-202.
- Henri, C., Patrice, V., Franco, L., and Peter, S. (2010) The Nature of Working Memory for Braille. *PLoS ONE* 5(5): e10833.
- 五十嵐信敬 (1993) 視覚障害幼児の発達と指導. コレール社.
- Jackson, A. (2002) The World of Blind Mathematicians. *Notices of the American Mathematical Society*, 49(10), 1246-1251.
- 片桐和雄・小池敏英・北島善夫 (1999) 重症心身障害児の認知発達とその援助. 北大路書房.
- Millar, S. (1975) Effect of tactual and phonological similarity on the recall of braille letters by children. *British Journal of Psychology*, 66, 193-201.
- Millar, S. (1997) *Reading by Touch*. Routledge, London and New York.
- 中島昭美 (1968) 生得的行動から概念行動へ (重複障害児を対象とする学習指導を中心に). 文部科学省 (1968) 盲児の感覚と学習, 109-126.
- 佐藤将朗 (2000) 能動的触察条件における点字のレジビリティの検討. *特殊教育学研究*, 38, 53-61.
- 佐藤将朗・大庭重治 (2017) 視覚障害児に実態把握と指導実践におけるCVIレンジの活用に関する考察. *上越教育大学特別支援教育実践研究センター紀要*, 23, 65-73.
- 佐藤泰正 (編) (1988) 視覚障害心理学. 学芸図書.
- 障害者職業総合センター (2006) 視覚障害者雇用の拡大とその支援 - 三療以外の新たな職域開拓の変遷と現状 -. https://www.nivr.jeed.go.jp/research/report/shiryou/p8ocur000000157n-att/shiryou35_01.pdf (2021/2/23閲覧)
- 障害者職業総合センター (2019) 視覚障害者の雇用等の実状及びモデル事例の把握に関する調査研究. <https://www.nivr.jeed.go.jp/research/report/houkoku/p8ocur0000000n4j-att/houkoku149.pdf> (2021/2/23閲覧)
- 産経WEST (2019) 和歌山の全盲の女子高生, 東大合格 夢は「国際機関で働くこと」. <https://www.sankei.com/west/news/190301/wst1903010007-n1.html> (2021/2/23閲覧)
- 田中仁 (2021) 全盲の数学者として考える特別支援教育. 上越教育大学特別支援教育実践研究センターセミナー発表資料.
- 鳥山由子 (編) (2007) 視覚障害教育の理論と実際 - 特別支援教育における視覚障害教育の専門性 -. ジアース教育新社.
- 全国盲学校長会 (2018) 視覚障害教育入門Q&A. ジアース教育新社.