

Ⅱ 視覚障害教育における触察立体教材の意義と活用

1. 触覚による情報収集ということ

(1) 触運動知覚

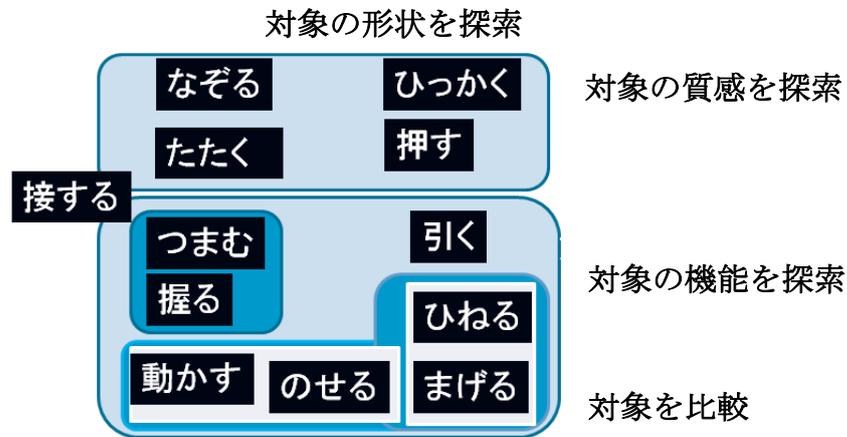
「触覚」という言葉は幅広く用いられており、狭義の意味では、接触・圧力・振動などの状態や変化をとらえる皮膚感覚をさしている。視覚障害教育の分野などで「触覚活用」という用語を用いる場合は、単なる皮膚感覚だけではなく自己受容感覚とが一体となって働いている手指を使った探索活動である触運動知覚 (haptic perception) の意味でも使われていることが多い。

視覚障害者は触覚が敏感だといわれることがあるが、Axelrod (1959) が述べているように「視覚の損傷がただちに触覚の感度を高めるもの」ではない。長期にわたる触覚を活用した認知経験の積み重ねの結果として触覚を活用した情報入手の力が向上してくるのである。

視覚に障害がある人にとって、日常生活で、身のまわりの事物等をただ触るだけでなく、手指をさまざまに動かして探索することが意味を持つてくる。触覚で情報を得ようとした場合、まったく手指を動かさずに事物に手指を触れさせただけでは、その事物の形状や表面の肌理などはかすかにしかとらえることができない。これが触運動知覚であり、能動的な知覚過程だといえる。つまり、皮膚面の知覚は、対象物の質感や弾性をとらえるセンサーの役割を果たし、運動感覚では、動き（向き、速度）や圧をとらえることが可能になるのであるが、その両方を働かせる触運動知覚になると、対象物の属性の詳細をとらえたり、2次元パターンや3次元形状をとらえたり、大きさや重さをとらえたりすることが可能となってくるのである。

アメリカやカナダで活躍している Lederman (1987) らは、この触運動による手指の使い方と事物の特性の認知の関係を明らかにした。

手の使い方という観点からは、対象の形状を探索する場合、対象の質感を探索する場合、対象の機能を探索する場合、対象を比較する場合などで、特有の手の使い方があるということも整理した (図Ⅱ-1)。



図Ⅱ－１ 触運動知覚と手指の使い方

また、手指の使い方と事物の特性の認知という観点から、自由に事物を触察する際の手指の使い方を観察して、その手の動きを6種類に分類した。すなわち、手を前後左右に動かす (lateral motion)、手を事物に押しつける (pressure)、手を触れて静止させる (static contact)、対象物を手にのせて持ち上げるような動きをする (unsupported holding)、片手及び両手で包み込む (enclosure)、輪郭を探る (contour following) の6種類である。それぞれの探索の仕方が特有の属性をとらえるのに適していることを見いだした。

つまり、lateral motion はテクスチャー、pressure は硬さ、static contact は温度、unsupported holding は重さ、enclosure は嵩 (かさ) や全体の形状、contour following は細部の形状の把握にそれぞれ有効であった (表Ⅱ－1)。この分類にしたがって、さらに手指の使い方と属性の記述に用いられる用語の関係を整理したものが表Ⅱ－2である。

3次元の形状 (体積、全体的な形、細部の形) を効果的にとらえるためには、「包み込み」と「輪郭探索」の2つの探索法が重要な役割を果たしているといえる。

表Ⅱ－１ 情報収集のための手指の使い方の例

探索法	手の使い方
Lateral motion	表面をこする動き
Pressure	圧す動き
Static contact	静的な接触
Unsupported holding	支えないで持つ動き
Enclosure	包み込む動き
Contour following	輪郭をたどる動き

表Ⅱ－２ 事物の属性と手指の使い方

属性や感覚特性	属性の記述に用いられる用語と手指の使い方
振動	速い ← Static contact → 遅い
表面の肌理	粗い ← Lateral motion → 滑らか
乾き具合/湿り具合	湿っている ← Static contact → 乾いている
表面温度	熱い ← Static contact → 冷たい
形状	複雑 ← Enclosure → 単純
傾き	急勾配 ← Contour following → 平坦
曲がり具合	曲がっている ← Contour following → まっすぐ
硬さ/柔らかさ	固い ← Pressure → 柔らかい
重さ	重い ← Unsupported holding → 軽い
弾性 (Elasticity)	伸縮性のある ← Enclosure etc → 堅固な
柔軟さ	しやかな ← Enclosure,Lateral motion,etc → 硬直した

McLinden,M., McCall,S. (2002) より

(2) 触覚の特性

①時間特性と空間特性

触覚は、部分的・継時的である。触覚は聴覚と同じく、時間的特性に優れている。刺激の発生から認知までの時間が短く、いわば瞬間的といえるほどの刺激を継時的につなぎ合せてひとつのまとまった情報として読み取ることができる。点字の触読では、この触覚の特性が十二分に生かされているといえる。

それに対して視覚は、全体的・同時的である。視覚は空間特性に優れていて、精密さはもちろんのこと、遠近や広がり（視野）においても優れた能力を持っている。たとえば触覚は最も敏感な部位でも2点弁別閾値は2mm前後であるのに対して、視力1.0の2点の分解能は約1'、30cmの距離で約0.1mmとなる。この点からすると触覚の情報収集力の制約ははなはだ大きいといわざるを得ない。しかし、視覚がこうした力を発揮するためには一定の時間が必要とされる。瞬間的な刺激の変化に触覚や聴覚ほどには即応できないのである。

②自己受容感覚

触知覚では、対象の形や表面の肌理を皮膚面で直接感知しているのではなく、対象が手指の皮膚に与えている変形をとらえ、内部の様々な部位にある触受容器も反応し、それらを介することによって対象の属性等をとらえているといえる。従って、触覚による認知能力は、上手に体全体を活用して触知覚経験をしている人と単に指先だけで事物をとらえようとしている人とでは、その認知のレベルが大きく異なってくることが予想される。触運動知覚は、手の状態、手指、腕を含む体の使い方、対象物の状態などの環境に大きく影響を受けることになる。

(3) 触覚の制約

触覚を活用することによって様々な属性等の情報を入手できるとともに制約もあることを確認したが、その制約面について整理しておく。

①いちどきに得られる情報量が限られている。触野が狭いということである。

②分解能が粗い。指先の2点弁別閾と30cmでの視力1.0の場合の分解能を比べると、視覚のほうが10数倍優れている。面積で考えれば、この差は数百倍になる。さらに視覚では色や明度の違いなども利用できるのもより明確な認知が可能になる。

③漏れが生じやすい。触運動知覚では、手指の運動に従って継時的に情報を積み重ねていくことになるが、そのために触対象についての一部の情報が欠落してしまう場合がある。触対象全体についての情報を得るには、手指を系統的にスキャンする技術が必要であり、それを身につけるためにも、多くの時間が必要になる。

2. 触覚教材の立体度からみた分類

視覚には及ばないものの触覚を活用することによって、事物のさまざまな属性等の情報を得ることができること、制約も多いという特性があることを確認してきた。視

覚に障害がある幼児児童生徒への指導で、触覚教材を利用する場合には、こうした特性を十分に踏まえて対応していくことが大切になってくる。

触覚を活用した指導では、触覚教材を用いることになるが、その触覚教材も環境の一つであり、理解を促すための配慮が必要になってくる。この配慮という面から触覚教材の立体度という点に焦点をあてて分類整理しておくことにする。

(1) 立体度による特性

視覚障害教育で用いている触覚教材は、その立体度から整理すると、3次元教材、2.5次元教材、2次元的凸教材に分類することができる。それぞれの特性を以下に示す。

① 3次元教材

実物、模型、モデルなどの立体的な造形物である。形という点に着目すると、面で構成されていて量感と共にとらえられるため、触覚による観察でも3次元形状の具体的で確かなイメージを持つことができる。任意の方向から観察出来るという自由度も高く、その点でも全体像が把握しやすい。

② 2.5次元教材

立体的な表現や細部の詳細な触覚的認知が可能であり、高さの手がかりを活用出来る点で3次元教材の特性を有する。他方、観察する方向が限定されるという点で制約のある表現になっており、この点では2次元的要素を有している。

③ 2次元的凸教材

平面に均一な高さで面、線、点により2次元的な図画像が示されている教材である。凸図、触図、点図と云われている教材のほとんどは2次元的な情報を得るための触覚教材である。表現される方向が限定され、内容の読み取りに際しては輪郭線の役割が大きい。この2次元的触覚情報から立体をイメージすることは極めて困難である。

それぞれの教材と手指の使い方との関係は、表Ⅱ-3のように整理することができる。

表Ⅱ-3 触覚教材の立体的形状による分類

形状	教材例	手指の使い方
3次元教材	<ul style="list-style-type: none"> ・実物教材 ・3次元立体模型 ・3次元立体モデル 	包み込み 輪郭探索 表面こすり 圧迫 静的接触 不支持保持
2.5次元教材	<ul style="list-style-type: none"> ・真空成型教材 ・レリーフタイプ触地図 ・各種素材を利用した触る絵 	包み込み△ 輪郭探索 表面こすり 圧迫 静的接触 不支持保持
2次元的凸図	<ul style="list-style-type: none"> ・紙に凹凸をつけた点図 ・立体コピー教材 ・紫外線硬化樹脂教材 	輪郭探索 表面こすり 静的接触

この表から、制約の多い触覚活用の中でも2次元的な凸図の場合は、手指の使い方もさらに限られ、収集できる情報量も限られてくること、それに対して、3次元や2.5次元の教材では、様々な手指の使い方が可能となり、入手できる情報の質や量も豊かになってくることが理解できるであろう。結論から言うと、視覚障害教育において形状の理解が必要な内容については、立体的な3次元教材の利用が重視されなければならないということである。

3. 3次元を触るということ

(1) 立体あるいは実物教材の特性

立体あるいは実物教材の特性としては以下のような点が上げられる。

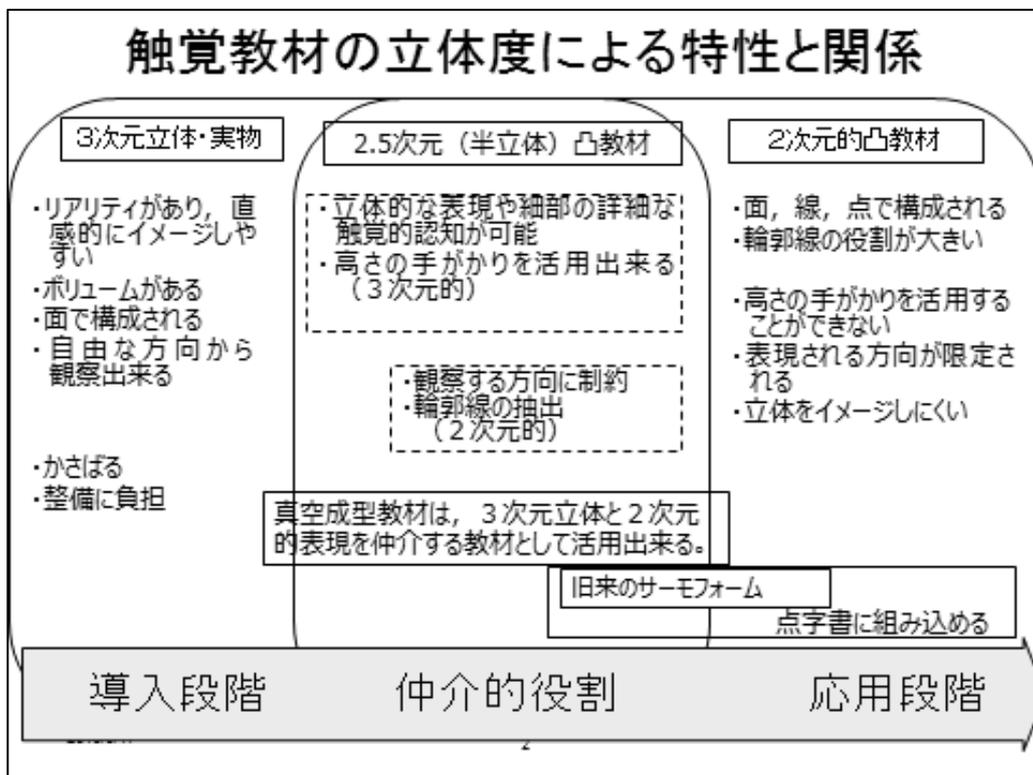
- ・具体的に形状等を把握することができる。
- ・リアリティを感じる事が出来る。
- ・あらゆる方向から観察出来る。
- ・直感的にとらえることができるため、心理的な安定感も得やすい。

こうした3次元教材の特性は、視覚に障害がある児童生徒が、触覚を活用して概念形成を図っていく上で重要な意味を持っている。

(2) 3次元の理解から2次元へ

形あるものは、概念形成の観点からも、実物や模型（3次元教材）によって理解を図っていくことが大原則である。3次元形状のイメージを有することによってこそ、2次元的な情報も十分に活用することが可能となってくるのである。視覚障害教育では、その重要性を理解した上で触覚教材を扱っていくことが求められる。

実物や3次元の教材を触って具体的なイメージを明確に持つ → 2.5次元教材を触って一定の方向から見た形をイメージするとともに輪郭線を抽出する → 2次元的凸教材（触図）を触って平面的な面、線、点の情報から立体物をイメージするという方略が考えられる。3次元教材、2.5次元教材、2次元教材の関係を図Ⅱ-2に整理した。



図Ⅱ-2 触覚教材の立体度による特性と関係

4. 3次元教材の有用性 当事者から学ぶ

これまで、3次元触覚教材の有用性について、触覚活用の特性という観点から述べてきたが、実際に視覚に障害がある人々が触覚立体教材の有用性を説いている。具体的な例を示すことが最も説得力に富んでおり、以下に文献資料に基づいてその事例を紹介する。

(1) 桜井政太郎氏の実践

桜井政太郎氏は、岩手県立盲学校（現岩手県立盛岡視覚支援学校）で理療科教員を務められた。盲学校在職中から自費を投じて立体教材を収集され、自宅を開放して「手でみる博物館」の運営を始めている。この博物館は、現在は NPO 法人に発展している。

自身も全盲である桜井氏がこの博物館を開設するようになったきっかけは、ご自身が高校生の時の体験が大きく影響している。東京教育大学附属盲学校（現在の筑波大学附属視覚特別支援学校）高等部に在学中のことである。ある博物館を見学した折、桜井氏が展示してある「ヘビ」の剥製に触って観察しようとしたとき、博物館の学芸員から「触ってはいけない」と注意を受けたのである。

桜井氏は、「視覚に障害がある人、特に全盲の人は、事物に触ってこそ確かなイメージをえることができる。言語で説明を受けても、触らなければ確かなイメージを持つことはできない。全盲の人が、博物館に行っても触ることを拒否されたり、ガラスケースに入れられていたりした場合は、収集できる情報が極めて限られてしまう」（桜井，2014）という危機感を持った。そして「触ってはいけないと叱られるなら、自分で収集して思う存分触察しよう」（桜井，2014）と思いたち、自費で興味関心あるものを集めるようになったのである。その結果として、触察できる事物が増え、ご自宅の改築を機に「手でみる博物館」を開設し、現在に至っているのである。

「手でみる博物館」には桜井氏の哲学があり、「触生命」・「触宇宙」・「触文化」がその3本柱となっている。この言葉は桜井先生の造語であるが、この博物館では、生命に触ること、宇宙に触ること、文化に触ることを主眼に置いて様々な立体物が収集展示されている。動物の模型、剥製、骨格標本、天文関係の模型、歴史や文化に関連する建造物、銅像、楽器などである。収蔵品の数は8,000点に及んでいる。

桜井氏は、触察こそ「知る世界」から「わかる世界」へ踏み出す最も大切な手段であると主張し、初期の概念形成では立体物（3次元教材）が重要であることを強調する（桜井，2014）。立体物の触察の重要性という観点から桜井氏が主張している指摘を吟味しておきたい（桜井，2014）。

(1) 目による観察と手による観察の違いの理解

目で見るといわれる観察が一気に全体をとらえられるのに対し、手で見るといわれる触察は部分からでないと全体把握ができない。

(2) 動機付けや情熱が必要とされる触察

直接事物に触れ、両手を移動させることで触察が成立することから、目で見るといわれる観察に比べてより多くのエネルギーが必要なことになる。それだけに触察には強い動機付けや情熱が要求される。触察力より触察欲が大事なゆえんである。

(3) 模型やレプリカも大切

ものによっては実物触察より模型やレプリカ触察のほうが正しく理解できる。例え

ば、かたつむりなどの触察がそれにあたる。

(4) 大きいものは小さく

大きなものは縮小して触察する。「群盲、象を評す」の例えは、触察の陥りやすいところをついている。

(5) 小さいものは大きく

小さいものは拡大して触察する。小さいアリの標本より、拡大した模型を使用したほうがわかりやすい。DNA の 1 億倍の模型など、その構造を理解するのに便利である。

(6) 2次元より3次元

2次元の平面図より、3次元の立体模型のほうがより理解しやすい。

(7) 動物は頭から尾に向かって

剥製などの触察にあたっては、頭部から尾に向かって触察すれば、剥製を傷めず効果的である。

(8) 縮尺のスケールも大事な情報

触察にあたって、模型などが実物の何倍か何分の一かわかればより鮮明に理解できる。

(9) 全体と部分の関係づけも大事

例えば、セイウチの歯と一緒にセイウチの模型を見るとか、ジャンボジェット機のタイヤを見るときにジャンボジェット機の模型を見ることにより、全体把握がより正確になる。

(2) 貝殻の世界的研究者 ヒーラット・ヴァーメイの研究と触察

ヒーラット・ヴァーメイ (Geerat J. Vermeij, 1946 年～) は、貝殻の研究で足跡を残したオランダ出身の全盲の進化生物学者である。カリフォルニア大学デービス校の地質学教授である。3歳で失明したが、9歳のとき一家でアメリカ合衆国に移住し、10歳で科学者を志した。プリンストン大学で、ロバート・マッカーサーの指導を受ける。1968年にプリンストン大学を卒業し、1971年にはイエール大学から生物学と地質学の博士号を授与された。メリーランド大学を経て、カリフォルニア大学へ移り現在に至っている。

ダーウィンは、野外で観察したデータや文献情報に基づいて、進化の理論(仮説)を提唱してきたが、ヴァーメイもこのようなスタイルで研究を行った研究者の一人である。ヴァーメイがダーウィンと異なっているのは、彼が「全盲」だという点である。一般の研究スタイルとは異なり、触察で貝殻の堅さに注目した。

ヴァーメイは、触察の特性をいかんなく発揮して、博物館の貝殻標本を丁寧に調査し、貝殻に残された傷跡が熱帯域では多いことを発見した。その結果、高緯度海域よりも熱帯海域に生息する貝類の殻が硬くその殻口が複雑に入り組んでいることに注目し、カニ類の貝類捕食行動を実際に観察し、熱帯域の貝殻が硬かったり貝殻の口が入

り組んだりしているのは、カニ類などの捕食者に対する防御の結果であるという仮説を提唱するに至ったのである。

ヴァーメイは、貝殻の触察から得た膨大な情報を整理して記憶に留め、細心の注意を払っての研究を推進して大学者となった。

一人の盲少年に触察を駆使して研究活動を指向することになるきっかけを与えたのは、統合教育先の小学校の教師であった。視覚に障害がある子どもの教育において質の高い実物教材を利用することの重要性を示すエピソードの一つだといえる（ヴァーメイ，2000）。

（3）手でみる美術館「ギャラリー・トム」における彫刻の触察による鑑賞

1970年、日本で初の視覚障害者のための美術館「ギャラリー・トム」が誕生した。この美術館がその開設記念として、国内外でも著名な彫刻作品等の展覧会を開催した。何の気兼ねもなく、視覚障害者が作品を触って鑑賞できる展覧会であった。この作品展を鑑賞した視覚障害者の感想が用美社刊「彫刻に触れるとき」に掲載されている（用美社，1997）。

彫刻家の佐藤忠良は、「人間は生まれたとき触覚によりはじめて世界を知るのですから、どのような人生も『触ること』から始まるのです。」と述べている（佐藤，1997）。本書からは、視覚に障害がある児童生徒が彫刻という立体物を触察することで、如何に豊かな情感がわきたてられるかを知ることができる。触察立体教材の一つとして立体的な「芸術作品」を触察することの意義を学ぶことができる。

立体的な彫刻作品を触察してどのような感想を持ったかを具体的に知ることができ、触察の重要性が浮かび上がってくる。ロダンの彫刻作品の触察による感想を参考までに表Ⅱ-4に示した。

表Ⅱ-4 ロダン「〈カレーの市民〉の大きな手」鑑賞の感想（用美社，1990）

- | |
|---|
| <p>○ダイナミックで、ザラザラしていて大きく、本当の手のような感じが、もっと細かく生命線などもつけばいいと思った。</p> <p>○この大きな手をもった男は、はるか以前に殺された。その人とともに喜び働いた手もない。ここにあるのは何だろう。血管の浮き出た節くれだった大きな手。助けを求めているようでもあり、あきらめようとしているようにも見える。この男は、働いて生活し、生命を落して市民を救った。そしてロダンは、その人の手をつくった。その手がいて、ロダンはいないようにみえる。ロダンはきっと素晴らしい彫刻家であったのであろう。</p> <p>○一つ一つ触っているうちに完全にはわからないけど、作品一つ一つに魂がこもっているように</p> |
|---|

感じました。また、個性の表現も感じられました。中でも「〈カレーの市民〉の大きな手」は嬉しい、いかにも男らしく強そうな手と思いました。

○ロダンの「手」には、強い意志と力を感じ、想像していた手と大きく違いました。手の持つ心の意味について、深く考えさせられました。

（４）長棟まお氏の「手による認識」

長棟まお氏は、全盲の劇作家である。長棟氏は、台座を含めてもわずか十五センチ足らずという小さな木製の観音立像を触察した体験を記している（長棟，1988）。長棟氏の記述からはいくつかの重要な点を学ぶことができる。まず、観音像は「土産物屋の店頭を飾る一嗜好品にしてはいささか場違いなほど優れたできばえ」で、手指を使って触察するのに適した形状、材質であったということである。長棟氏の手指によって十分に触察され、肉厚なダイナミックな体験として記憶に残すことができたのである。小さいながらも「優れたできばえであった」観音立像であったからにはほかならない。

また、「土産物屋を一軒一軒当たったすえに、ようやく出会ったのがこの観音だったのである」（長棟，1988）という記述からは、本人の意欲、自発性が浮かび上がってくる。触覚活用においては、能動性がその認知活動に大きく影響する。

また、次の一文には、触覚でこそ味わえる認知活動が記されている。

「私の手がとらえたこの木像の一番の魅力は、そうした姿形ではなかった。息をのむほど美しいノミ跡が、衣全体をびっしりと覆い尽くしていたのである。まるで魔法の指が、スルスルと無駄を刮げすり切っていったかのような、その小さな面向連なり、そしてその面と面とをつないで、一見、縦横無尽と表現したくなるような不思議な規則性を持ちながら、伸びやかに満ち広がっている微細な曲線の円やかさに、私は心の底から驚嘆せざるを得なかった」（長棟，1988）。

このエピソードは、視覚ではカバーできない情報を触察によって得ることができることを示している。触察では、単に全体的な形状だけではなく、表面の微妙な肌理もとらえることができる。長棟氏の記述は、触察では、物体の特徴、つまり大きさとか形状をとらえるだけでなく、心的な心地よさ、つまり「美的な」情感をも享受できることを示してくれている。そして、こうした触覚的な情感は、視覚では決して得られず、触覚体験によってのみ得られるということも留意すべき点である。このエピソードから、質の高い触察立体教材の重要性についても学ぶことができる。

（５）長尾榮一氏による触察による彫刻鑑賞

長尾榮一氏は、昭和6年東京生まれで、4歳の時に失明。昭和12年官立東京盲学校

(現筑波大学附属視覚特別支援学校)に入学し、中等部を経て、昭和26年同師範部を卒業。卒業と同時に同校の理療科教師となり、後に筑波大学教授として活躍された。教壇に立ちながらツボの存在についての研究を続け、昭和54年東京大学から医学博士号を受けている。日本初の全盲の医学博士であった。『鍼灸按摩史論考』などの著書が多数あり、東洋医学の発展に大きく寄与し、昭和62年には内閣総理大臣賞も受賞されている。残念ながら、2012年2月に逝去されているが、生前、彫刻に興味を持たれ、国内の美術館を巡って多くの彫刻を触察により鑑賞されていた。長尾氏は、こうした自身の鑑賞体験を『視覚障害』誌に12回にわたって紹介している。鍼灸按摩の大家だけに、解剖学的な知見を有しており、鍼灸按摩マッサージの臨床経験も豊かであるだけに、人物像や顔の表情の触察によるとらえ方が奥深いところに、その鑑賞記の特徴が認められる(長尾, 2005a 他)。

先に紹介した「彫刻に触れて」の中には、「人の顔というのは、触ってその年齢や表情をよみとるのが困難だ。できれば人の顔を系統だてて、女性、男性、子供、老人などをじっくり触って見たい。」という感想があったが、こうした感想は、視覚に障害がある児童生徒に一般的なものと思われる。多くの視覚障害者は、身内であっても自分以外の人の顔を触るということを経験する機会は少ないからである。顔の表情を理解することは思いの外大変な事だといえる。長尾氏の場合は、職業柄、人の体や顔を触診する機会が多く有り、その経験は彫刻の鑑賞にも多いに役立っているところがあるといえる。

(6) まとめ

本節では、3Dプリンターによる触察立体教材の作成と活用のための基本事項として、視覚障害教育における実物や立体模型の重要性について整理し、具体的に視覚に障害がある人々が触察を十二分に活用して豊かな情報収集を行っている具体事例を紹介した。視覚障害教育における触覚活用の重要性と触察立体教材の3次元教材の有用性を改めて確認したが、これらは次のように整理できる。

1. 触察用立体教材は視覚障害教育において大変重要な教材であり、積極的に活用していく意義がある。
2. 触察用立体教材の作成や利用に際しては、触覚活用の特性を考慮する必要がある。
3. 触察力が向上してくると、触覚活用により豊かな情報を取得することができるようになる。それは、日々の経験の積み重ねの賜物であり、視覚障害教育においては触察活用の向上を目指した指導法や指導内容の工夫が必要であり、また積極的に触覚を活用する環境を整えることも大切になってくる。

5. おわりにー3Dプリンターによる触察立体教材の造形への期待と課題

アメリカでは、オバマ大統領の肝いりで、3Dプリンターが、STEM教育(科学・工学・エンジニア・数学)のさらなる向上のために約1,000校に導入されたという(安齋, 2013)。日本国内でも、政府は「世界最高水準のIT社会の実現」に向け、IT教育推進ツールのひとつとして3Dプリンターの導入支援について言及している(平成25年6月14日閣議決定、「世界最先端IT国家創造宣言」)。3Dプリンターの学校教育への導入が促進されることは、視覚障害教育にとっても意義ある事だといえる。

本章では、触察用立体教材が視覚障害教育において大変重要な教材であり、触覚活用の特徴を踏まえた教材を積極的に活用していく意義があることを示し、触察力が向上してくると、触覚活用により豊かな情報を取得することができるようになることを紹介した。視覚に障害がある子供にとっては、紙や画像でしか見ることのできなかつたものはブラックボックスになっている。また、立体についても、これまで平面図、立面図、正面図による投影的な方法、断面図、展開図などの2次元な表現で示されているものが多かった。こうしたものが、3Dプリンターで造形することができるようになれば、実際に触って観察することが可能となり、視覚に障害がある子どもの学習意欲の維持と学力の向上につながるということが考えられる。今後の発展と活用が大いに期待されるところである。

しかし、触察用教材作成における3Dプリンターの活用という観点からは、3Dプリンターの性能及び3Dデータについて吟味が必要である。3Dプリンターの性能については、触察用教材作成では、造形精度や質感という点からの検討が必要となる。3Dプリンターであればどれもよいというわけにはいかないのである。また、3Dプリンターは出力するための装置であり、3Dデータが存在しなければ作動しない。特に視覚障害教育現場で使用する事を想定して作成された触察用3Dデータはほとんど存在しないというのが現状である。

第Ⅲ章以降では、これらの課題や検討事項を扱っていくことになる。

文献

- (1) 安齋正博(2013). 3Dプリンターへの期待. 日本機械学会ニューズレター
- (2) Axelrod, S.(1959). Effects of Early Blindness: Performance of Blind and Sighted Children on Tactile and Auditory Tasks. American Foundation for the Blind, New York.
- (3)Hattwell,Y. (2003). Touching for Knouwing. John Benjamins Pubulishing Company.
- (4)Heller,M.A. (2014). Psychology of touch and Blindness. Psychology press.
- (5)東山篤規(2000). 『触覚と痛み』. ブレーン出版.
- (6)東山篤規(2012). 『体と手がつくる知覚世界』. 勁草書房.

- (7)工藤滋(2014). 何度でも訪れたい桜井博物館の魅力. 視覚障害教育ブックレット, Vol.22, 14-19.
- (8) Lederman, S.J., & Klatzky, R. L. (1987). Hand movements: A window into haptic object recognition. *Cognitive Psychology*, 19, 342-368.
- (9) Lederman, S. J., & Klatzky, R. L. (1990). Haptic object classification of common objects: Knowledge driven exploration. *Cognitive Psychology*, 22, 421-459
- (10)McLinden,M., McCall,S.(2002) Learning through touch. Supporting children with visual impairment and additional difficulties. David Fulton
- (11)松平久美子(2011). 視覚障害教育の維持と継承について—本校の取り組みと桜井政太郎先生から学んでいること. 視覚障害教育, 110, 13-18.
- (12)長尾榮一(2005a). 手と耳で楽しむⅠ 江戸・東京を中心に「江戸東京博物館」「深川江戸資料館」「貨幣博物館」「文京区ふるさと歴史館」, 視覚障害, No.201,
- (13)長尾榮一(2005b). 手と耳で楽しむⅡ 民音音楽博物館, 視覚障害, No.203
- (14)長尾榮一(2005c). 手と耳で楽しむⅢ 宮城道雄記念館, 視覚障害, No.205
- (15)長尾榮一(2005d). 手と耳で楽しむⅣ 静岡県立美術館, 視覚障害, No.207
- (16)長尾榮一(2005e). 手と耳で楽しむⅤ 安曇野の礫山美術館、穂高会館, 視覚障害, No.209
- (17)長尾榮一(2005f). 手と耳で楽しむⅥ 北野美術館、北野建設彫刻ギャラリー, 視覚障害, No.211
- (18)長尾榮一(2006a). 手と耳で楽しむⅦ 朝倉彫塑館, 視覚障害, 2006, No.213
- (19)長尾榮一(2006b). 手と耳で楽しむⅧ 丸の内さえざり館, 視覚障害, 2006, No.215
- (20)長尾榮一(2006c). 手と耳で楽しむⅨ モナ・リザの笑みを探る, 視覚障害, 2006, No.217
- (21)長尾榮一(2006d). 手と耳で楽しむⅩ 鳥の博物館, 視覚障害, 2006, No.219
- (22)長尾榮一(2006e). 手と耳で楽しむⅪ 箱根彫刻の森美術館, 視覚障害, 2006, No.221
- (23)長尾榮一(2006f). 手と耳で楽しむⅫ (最終回), 盲教育資料館, 視覚障害, 2006, No.223
- (25)長棟まお(1990). 手による認識. 『手は何のためにあるか』所収, 風人社.
- (26)桜井政太郎(2014). 視覚障がい者と触察「知る世界」から「わかる世界」へ・想像からの脱却を目指して. 視覚障害教育ブックレット, Vol.22, 6-13.
- (28)ヒーラット・ヴァーメイ (羽田裕子訳) (2000). 『盲目の科学者—指先でとらえた進化の謎』. 講談社.
- (29)澤村貴雄・曾我聡起 (2014). 3D データ・3D プリンターの教育利用の可能性について. 2014 PC Conference
<http://gakkai.univcoop.or.jp/pcc/2014/papers/pdf/pcc068.pdf> (2015年1月10日閲覧)

(30)用美社（1985）.『彫刻に触れるとき』. 用美社

(31) 大山正・今井省吾・和気典二（編）(1994).『新編感覚・知覚心理学ハンドブック』.
誠信書房.

(大内 進)