

弘前大学大学院地域社会研究科  
学位論文

視覚障害条件下における  
組み合わせ図形の触運動知覚に関する研究

主指導教員：増田 貴人  
副指導教員：平井 太郎  
副指導教員：土井 良浩

弘前大学大学院地域社会研究科  
地域社会専攻地域政策研究講座

15GR104  
葛西 崇文

2021 年（令和 3 年）2 月

## 目 次

### 第 1 章 背景および問題

#### 第 1 節 研究の背景

- 第 1 項 視覚障害条件下における触知覚の重要性
- 第 2 項 触図、触地図、触知案内図を触運動知覚する重要性
- 第 3 項 触運動知覚の心理学的研究の必要性

#### 第 2 節 組み合わせ図形の触運動知覚に影響する諸要因

- 第 1 項 組み合わせ図形が持つゲシュタルトの要因
- 第 2 項 知覚系の差異の要因
- 第 3 項 視覚経験と視力の有無の要因
- 第 4 項 重なりの概念の要因
- 第 5 項 情報入力量と情報処理量の要因
- 第 6 項 刺激系列の要因

#### 第 3 節 触覚絵や具体物の触運動知覚に影響する諸要因

- 第 1 項 6 つの要因以外に触運動知覚に影響する要因
- 第 2 項 触覚絵の能動的知覚における外的要因としての皮膚接触の有無
- 第 3 項 身近な具体物を触運動知覚する際の外的要因としての手指動作
- 第 4 項 マトリクス刺激や 2 次元線分における内的要因としての探索方略

#### 第 4 節 本研究の目的

#### 第 5 節 理論的枠組み

#### 第 6 節 倫理的配慮

### 第 2 章 外的要因の検討

#### 第 1 節 組み合わせ図形に触れる必要はあるか（研究 1）

- 第 1 項 目的
- 第 2 項 方法
- 第 3 項 結果
- 第 4 項 考察

#### 第 2 節 組み合わせ図形のどこに触るべきか（研究 2）

- 第 1 項 目的
- 第 2 項 方法

第3項 結果

第4項 考察

### 第3章 内的要因の検討

#### 第1節 何を考えて組み合わせ図形を触るべきか（研究3）

第1項 目的

第2項 方法

第3項 結果

第4項 考察

#### 第2節 有効な考え方は条件を変えても再現されるか（研究4）

第1項 目的

第2項 方法

第3項 結果

第4項 考察

### 第4章 総合的考察と結語

#### 第1節 総合的な考察と本研究から得られた知見

#### 第2節 組み合わせ図形の触運動知覚モデルと学習理論との類似性

#### 第3節 本研究における課題

#### 第4節 本研究結果の応用

第1項 応用の前提

第2項 地域社会に対する直接的応用

第3項 地域社会に対する間接的応用

### 引用文献

### 謝辞

## 第1章 背景および問題

### 第1節 研究の背景

#### 第1項 視覚障害条件下における触知覚の重要性

我々が生活しているとき、我々を取り巻く外界は、どこに何があるか、どこを移動すべきか、どこが危険であるかなど、知覚を通して構造化されている（国立障害者リハビリテーションセンター，2014）。つまり我々は、日々外界からの情報を視覚・聴覚・触覚・嗅覚・味覚のいわゆる五感を通じて入力し、それら进行处理し続けながら生活していると言えるだろう。

なかでも視覚は、日々の生活を送る上で最も重要な感覚であり（Loomis, Klatzky, & Giudice, 2012）、晴眼児童・成人の場合には、情報入力の多くを視覚に依存している（中島・和氣・斎田・和氣, 2010）。先述の外界の構造化についても、ガードレールや白線、道路標識など、ほとんどが視覚を通して構造化されている（国立障害者リハビリテーションセンター，2014）。

しかし、なんらかの理由で先天的または後天的に視覚を失う、あるいは極端に視覚の機能が低下するなど、視覚に障害が生じた場合には、視覚以外の感覚によって視覚の機能を代行する必要性が生じる。視覚機能の代行として利用できる感覚は、聴覚と触覚であると言われている（前仏, 1987；河井・小林・皆川・宮川・富田, 2000）。

聴覚は音声で出力された情報を視覚の代わりに受け取ることができ、触覚は画像の情報を視覚の代わりに受け取ることができるものとして、どちらも重要であり、研究が行われている（和氣, 2005）。

聴覚による代行について、例えば松森・土井・藤本（2016）は、音声案内は簡単で誰でも利用が可能であることから、情報を保証するツールとして視覚障害者にとって有効であると述べている。このような聴覚代行の利便性から、近年では鈴木・吉永・小暮・北原（2014）が障害者の周辺雑音量を測定し、自動的に合成音声の音量を調整するシステムを提案するなど、視覚の感覚を代行し、聴覚によって外界の構造化を助ける研究を行ってきた。しかし触覚については、視覚や聴覚に比較していまだ十分に解明がなされているとはいえず（総務省, 2013）、近年急速に関心が高まっている（Kappers & Tiest, 2013）とはいえ、聴覚に比べると、まだ研究の数自体が少ないため、その機能が十分に解明されていないのが現状である。このような現状から、本研究では知見が不足している触覚分野に焦点を当て、その機能解明の一助となることを目指した。

#### 第2項 触図、触地図、触知案内図を触運動知覚する重要性

では、視覚に障害が生じた場合において、外界の情報を触覚を通じて伝達しさえすれば、無条件に外界の構造が知覚されるのであろうか。触覚を用いた視覚障害者



への代表的な情報伝達として、古くから点字が用いられている。しかし、点字は、構造の伝達には適さないことが指摘されている（松森他, 2016）。その理由としては、ある場所の構造を点字で伝達しようとする場合、その場所の構造が複雑であるほど、その構造を説明する点字の文章が長く、表現も複雑になり、構造の伝達には適さないことが容易に想像される。また、点字を読めない視覚障害者も少なくない（土井, 2010）ことから、点字に頼らない外界構造の伝達手段を講じる必要がある。

点字に頼らない構造の伝達手段としては、例えばジオラマのように、構造を伝えたい場所をそのまま縮小して3次元で表現し、それを触知覚してもらう方法も考えられる（中野・田中, 2007）。しかし、そのような物体を制作して利用に供するとしても、必然的に制作物の体積が増え、設置や利用に広い空間が必要になることが推測される。設置や利用の空間的制限を優先し、3次元の制作物を縮小して体積を小さくすると、今度は触知覚しにくくなってしまい、構造の伝達がなされないであろう（Morrongiello, Humphrey, Timney, Choi, & Rocca, 1994）。したがって、限られた空間において、構造を効率的に表現して、正確に伝達するには、2次元の図が最適であると言えよう。

実際に、視覚障害者への教育や支援の場においては、触図、触地図、触知案内図と呼ばれる2次元の図が用いられている。触図とは、「触って分かる図や絵のこと（金子・大内, 2002）」、または、「全盲の視覚障害者が触って分かるように、図中の線・点・面を特殊な方法で盛り上がらせ、かつ文字を点字で表した図（渡辺・加賀・小林・南谷, 2018）」である。触地図とは、「地図にエンボス加工を施したり、点字により表記することで、触覚的に表記されている内容を把握することが可能な地図（Kwok・福田, 2004）」であり、または、「視覚障害者が使う地図であり、面・線・点・点字などの地図情報が凹凸で表現されている（石毛, 2011）」ものをさしている。触知案内図とは、「視覚障害者に対し、屋内外の施設・設備及び移動空間の位置情報を凹凸がある線・面、触知記号、点字などによって触知できる案内図（日本産業標準調査会, 2007）」をさす。図の大きさの違いはあるが、どの図も、表現したものの形や位置、意味、構造などを把握してもらうために制作されている点や、このような2次元の図による援助を必要とする、何らかの視覚障害条件下にある人々に利用されている点は共通している。これらの図中において点字は、記号の触読性を妨げない範囲で、キャプションや場所・部屋の名前を示すなど、図が表すものの理解を補助する目的で利用されている。

触図や触地図は、視覚障害児童・生徒への教育場面で用いられており（香川・牟田口, 2016）、教科教育において地図やグラフの導入や読み取りが求められる段階から、社会科や理数系科目において、触図を通して視覚的に表現された図を触覚で読み取る能力育成に用いられている（森・小林・青松, 2013）。教育場面以外でも、訪問する先の地図をあらかじめ触地図化して予習するなどの利用にも用いられる

ことがある（渡辺他, 2018）。

2次元の図は大きい方が良い（Wijntjes, Lienen, Verstijnen, & Kappers, 2008a）が、無論、これらの図を無限に大きく、そして複雑にできるわけではない。触知案内図では、道路を平行な2本の線で描き、建物を四角形で描き、現在地を円で描くというように、場所や建物の構造を抽象化した線や面、記号でわかりやすく描く必要がある。そのため、触知案内図は2007年にJIS T 0922として規格が定められ、2016年にはISO 19028としても規格が定められた。また、触知案内図は、視覚障害者が自身で移動する際、その手掛かりとなるよう、交通機関や駅・空港などに触知案内図を設置することが推奨されている（国土交通省, 2019）。近年では、上記の公共施設に加え、高速道路のサービスエリアやパーキングエリアなどでも実際に目にすることも多い（図1-1、図1-2）。



図 1-1 駅に設置された触知案内図の一例

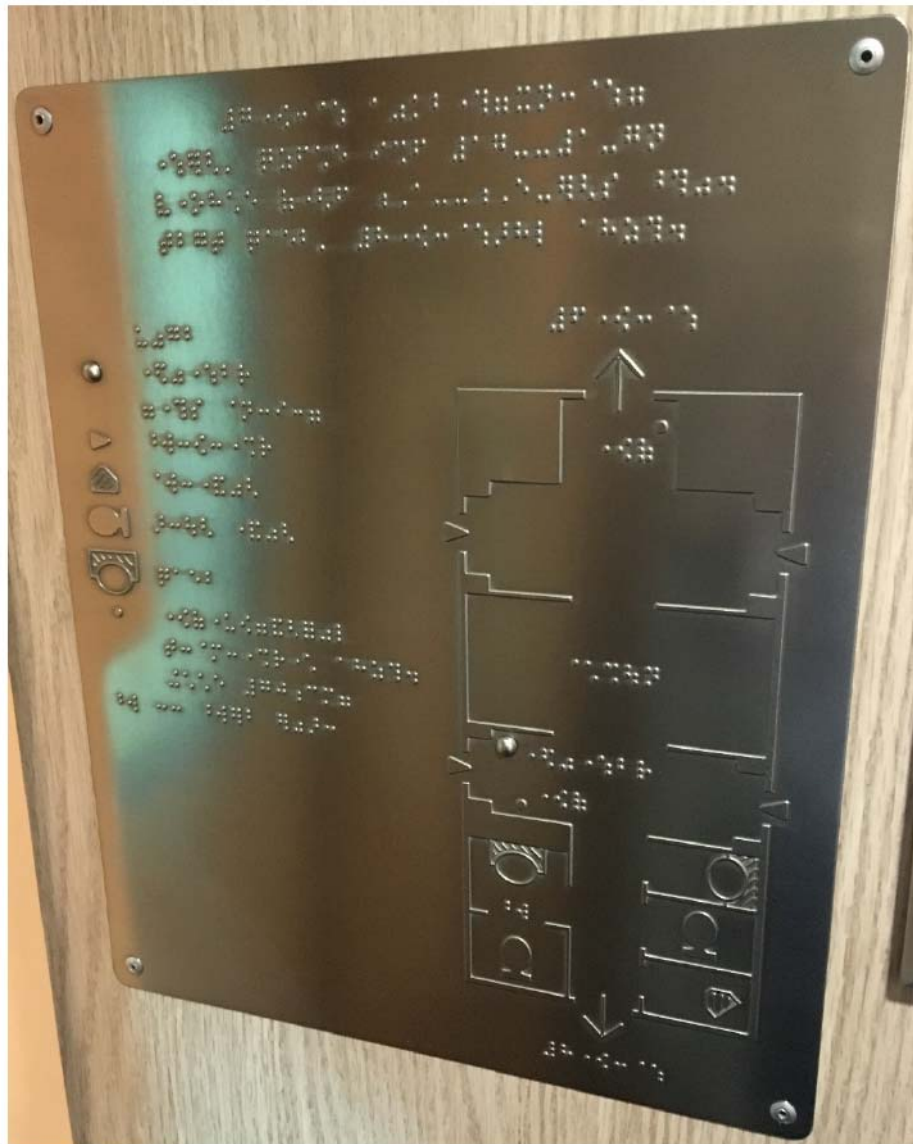


図 1-2 新幹線の車内に設置された触知案内図の一例

他方、これらの図を触覚で知覚するとき、図の利用者は手指を能動的に動かして図に触れ、いわゆる触運動知覚をすることになる。一般に、能動的に手指を動かして知覚の方が、手指を固定して受動的に知覚するよりも、対象をより正確に知覚できることは、Gibson (1962) 以降多く実証されている（例えば Heller, 1984）。したがって、これらの図を外界の構造化のために触運動知覚して利用することは、理にかなったことであると言える。



### 第3項 触運動知覚の心理学的研究の必要性

しかしながら、触図について調査したところ、図のわかりにくさを指摘する声とともに、そもそも触図の読み方がわからないとの回答が得られている（渡辺他, 2018）。触知案内図についても、日本盲人社会福祉施設協議会が行ったアンケート調査において、複雑な図を理解できないという回答が最も多かった（日本盲人社会福祉施設協議会, 2002）。したがって、触図や触地図、触知案内図を提示したり、設置したりすることと、その内容を正確に理解することの間には、未だ隔たりがあると言わざるを得ない。そして、歩行移動する視覚障害者自身がこの隔たりに気づかず、誤った認識に基づいて歩行し続けた場合には、衝突、転倒、転落等の生命にかかわる事故が発生する可能性がある。「安全な歩行移動は視覚障害者にとって自立と社会参加の根幹で、命にかかわる問題。（朝日新聞, 2020）」であり、その根幹を支えているものの1つが、触図、触地図、触知案内図と呼ばれる2次元の図である。晴眼の児童や成人が視覚で種々のサインを読み取りながら歩くことと同様に、図によるサインは視覚障害者にとって必要不可欠な存在である（日本盲人社会福祉施設協議会, 2002）。

2次元の図が持つこのような重要性から、特に工学分野においては、例えば、線間隔の検討（和田・土井・片桐・藤本, 2013）や、点間隔の検討（森・小林, 2014）、理解しやすい境界線表記方法の検討（松森・土井・藤本, 2017）などが行われ、触図などの物理的改良が進められている。このような図の物理的改良は、手指を図に接触させる時間が長いほど、素材の特性が結果に影響を与える可能性が高い（Jehoel, Ungar, McCallum, & Rowell, 2005）ことから重要である。

しかし、触図などの図の側、つまり物理的刺激を改良しても、晴眼成人が目で見えるようには触知覚されず、刺激の改良によって知覚結果を変化させることには限界があると言われている（木村, 1972）。また、触知案内図で実際に用いられている触知記号には、単純な幾何学図形に加えて、それらの幾何学図形を組み合わせた記号もある。このような組み合わせ図形は、晴眼成人が眼で見た通りには触運動知覚されないことが、心理学分野では古くから知られている（Becker, 1934；山根, 1935）。それにもかかわらず、触知記号の識別特性について十分に研究が進んでいないとはいえず、今後優先的に取り組むべき課題だとの指摘もある（松森, 2017）。したがって、図の物理的な改良と並行して、図の心理的な知覚機序を解明することが、図の正確な理解を助ける知見を見出すことにつながると考えられる。そのような知見は、視覚障害児童・生徒の学習成果の向上や、視覚障害者の安全な社会進出につながり、その基盤を強化するものであると言えよう。そのためにも、本研究において、Becker（1934）以来取り組まれてきた、単純な図形を2つ組み合わせただけで、視覚と触覚で異なる知覚が生じる問題について、どのような機序から差異が生じているのか、解明する必要がある。

## 第2節 組み合わせ図形の触運動知覚に影響する諸要因

### 第1項 組み合わせ図形が持つゲシュタルトの要因

組み合わせ図形に限らず、触覚で対象を知覚する場合には、時間的に重なり合う2つのプロセスが仮定されている (Wijntjes et al., 2008a)。1つ目のプロセスは刺激の特性や探索行動などの側面に関係している探索のプロセスであり、2つ目のプロセスは取得した空間情報がどのように処理・解釈されるかに関係しているプロセスである (Wijntjes et al., 2008a)。このように、触知覚では対象を知覚するまでに一定の時間を要するため、知覚結果を生じるまでの間には、複数の要因が影響を与えていると考えられる。

この第2節では、組み合わせ図形の知覚機序がどこまで明らかにされているのか確認するとともに、これまで検討されてきた各種の要因が、視覚と触覚で異なる知覚結果を生じる、その決定的な要因とはなりえていないことを確認する。

まず初めに、組み合わせ図形の触運動知覚について最初に結果を報告した Becker (1934) は、当時すでに視知覚において実証されていた閉合の要因や良い連続の要因などの、いわゆるゲシュタルトの要因が、触運動知覚でも実証されるのかを検討している。Becker (1934) は、実験1において9歳から11歳の晴眼児童761人を対象に、刺繍線やワイヤーで図形部を盛り上げた図1-3のような15種類の組み合わせ図形をカーテン越しに触運動知覚してもらい、知覚した結果を再生描画させた。そして、その再生描画に基づいて、結果を分類し、分析した。

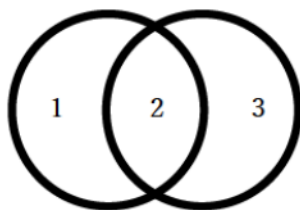


図1-3 Becker (1934) で提示された組み合わせ図形の例 (数字は筆者が追加)

実験1において、Becker (1934) は、

1. 図形を触運動知覚する時間は6秒から2分まで幅があった。
2. A群を発生しやすい図形とB群を発生しやすい図形があった。
3. 分類の難しいC群と、少数のD群もみられた。
4. 再生描画では図形の線分を閉じようとする傾向が強かった。
5. 刺激図形の輪郭を境界として外側と内側に分化する傾向がみられた。
6. 良い連続の要因は視覚に比べて強力ではなかった。

以上6つの結果を得ている。Becker (1934) のいうA群とは、図1-3の組み合



わせ図形を以下の図 1-4 のように、閉じた外枠の内側にもう 1 つの図形があるという分節に知覚するものである。これはゲシュタルト要因でいえば、共通中心の要因、または、閉合の要因が働いている。

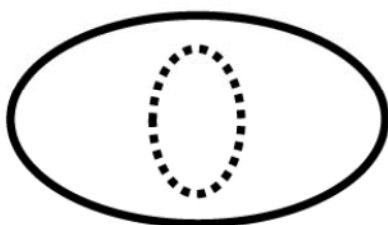


図 1-4 Becker (1934) の分節 A 群の例

B 群とは、晴眼成人が通常視覚で組み合わせ図形を知覚する場合に一般的な、2 つの円の組み合わせ、と知覚するものである。

C 群とは、系統的に分類が困難な分節を示しており、例えば図 1-5 のようなものである。この C 群については他にも多様な分節がある。



図 1-5 Becker (1934) の分節 C 群の例

D 群とは、組み合わせ図形をひとかたまりの具体物として知覚するものであり、Becker (1934) では、図 1-3 の組み合わせ図形に対して「プレッツェル」などと回答した場合が D 群に相当する。

これらの結果を踏まえて Becker (1934) は、実験 1 の結論として、

1. 分節は、単純、規則的、対称的、好位置で線分が閉じられたものを生じる。
2. A 群は左右対称などの規則性がある場合に発生しやすい。

と述べ、これらの結果は、概して視知覚で知られているゲシュタルトの要因に合致し、触覚特有のゲシュタルトの要因は無い、つまり、刺激図形として提示した組み合わせ図形が持つ構造や図形の配置が重要であると考えた。

これに続く実験 2 (Becker, 1934) では、先天性視覚障害児 9 名に実験 1 と同様

の図形を提示し、触運動知覚してもらった。その結果、

1. 晴眼児童で A 群が多い図形は、先天性視覚障害児でも A 群が多かった。
2. 晴眼児童で B 群が多い図形は、先天性視覚障害児でも B 群が多かった。

という 2 点から、分節は、やはり組み合わせ図形の構造・配置と、そこから生じるゲシュタルトの要因が異なる結果を生じさせる要因であるとしている (Becker, 1934)。

実験 3 (Becker, 1934) では、晴眼児童を対象に、組み合わせ図形を触運動知覚した後、同じ図形を視覚的に提示して、図形が触運動知覚したものと同じか尋ねている。その結果、

1. A 群は視覚では一般的ではなかった。
2. A 群を生じる図形は、視覚と触覚で共通していた。

として、視覚と触覚の差異を再確認する一方、A 群を引き起こす要因、すなわちゲシュタルトの要因は視覚でも働いていると考えた (Becker, 1934)。

実験 4 では、視覚と触覚の差異に着目し、通常は即時的・全体的な知覚が可能な視覚でも、触覚と同様に、小穴を通じて継時的・部分的に知覚させることで分節結果が変化するか検討している (Becker, 1934)。実験の結果は、実験 3 に比べて、A 群の割合が増加し、B 群の割合が低下したため、継時的・部分的に知覚する場合には、視覚でも触覚と同様の分節結果に近づくと考えた (Becker, 1934)。

実験 5 (Becker, 1934) では、晴眼成人を対象に閉目条件を課し、以下の 3 つの手続きで組み合わせ図形を触運動知覚させた。例えば図 1-3 の場合、まず参加者の手を実験者が図 1-3 の 1 の輪郭に沿って動作させ、次に 2 の輪郭、3 の輪郭の順に動かして誘導的に触運動知覚してもらった。この完全な誘導的触運動知覚の後、図 1-3 の 1 の領域に指を誘導し、1 の領域内で自由探索させ、次に 2 の領域、3 の領域の順に指を移動させてそれぞれ自由探索してもらった。そして最後に完全な自由探索をしてもらった。この実験では、

1. 誘導によって分節結果は変化し、手続き 1・2 では A 群が、手続き 3 では B 群が比較的多く生じた。
2. 誘導によって分節結果が変化したことから、参加者は刺激図形に触る前から答えを決めているわけではなかった。
3. 手続き 1・2 の誘導の影響は手続き 3 の自由探索までも残っていた。

との結果を得ている。

以上の 5 つの実験から、

1. 触覚運動知覚では、視覚とは全く異なる知覚結果が得られ、A 群や C 群のような刺激図形から大きく逸脱した分節が発生した。
2. A 群から D 群までの分節結果の多様性に比して、刺激図形が持つ特定の要因が存在していることを示唆していた。

3. その要因とは、すでに視覚で確認されているゲシュタルトの要因と同様であって、視覚実験で発生しなかった新たなゲシュタルトの要因はなかった。
4. 触覚運動知覚の継時性は、組み合わせ図形を視知覚した場合との差異を部分的に説明しているにすぎない。
5. 誘導により結果が変化したことから、手指動作の種類や順序も分節結果に影響している可能性がある。

上記の5点を全体の結論としてあげている(Becker, 1934)。つまり Becker(1934)は、分節の規定因は組み合わせ図形の構造・配置であり、言い換えれば、その構造・配置から生じるゲシュタルトの要因が分節結果を分かち要因であると考えた。

一方、Becker (1934) とほぼ同時期に行われた山根 (1935) の実験では、図 1-6 の組み合わせ図形を含む 95 種類もの図形を用いて、28 人の晴眼成人と 14 名の先天性視覚障害児に対して触運動知覚をさせ、触運動知覚の特徴を探っている。

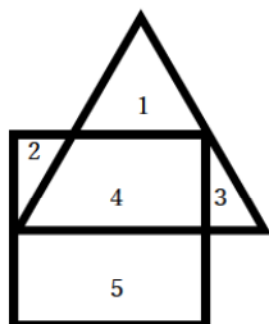


図 1-6 山根 (1935) が用いた組み合わせ図形の例  
(数字は山根 (1935) が追加)

実験の結果として山根 (1935) は、先天性視覚障害児の触運動知覚において、

1. 良い連続の要因はあまり優位ではなく、閉合の要因がかなり優位に働くな

ど、図形の部分集括の仕方が異なっていた。

2. 図形の幾何学的性質からのズレがとても大きかった。

3. 晴眼成人に比して、先天性視覚障害児は、図形知覚に多くの時間を要した。  
と報告している。これは、例えば図 1-6 であれば、1+2+3+4+5 のように知覚したり、1+2+3+5 のように知覚したりする、ということになる (山根, 1935)。

山根 (1935) は、視知覚と触運動知覚における、これらの差異を生じた理由を吟味するために 3 つの追加実験を行い、

1. 晴眼成人であっても、閉目条件下で触運動知覚すれば、その結果は先天性視覚障害児が触運動知覚した結果に類似する。
2. 晴眼成人に小穴を通して継時的に視覚で観察させた場合には、良い連続の要



因は弱くなり、刺激図形の各部分は理解できても、部分図形同士の関係がわからず、全体的に触覚の結果に近づく。

3. ただし、現象としては近くとも、図形の幾何学的性質からのズレが視覚の場合には小さいなど、継時的視知覚と触運動知覚には差異がある。
4. 先天性視覚障害児を同時に知覚できる量を制限した一本指条件群 3 名と、自由条件群 3 名に分けて比較しても、結果はほとんど変わらない。

との結果を得た。

以上から、山根（1935）は、

1. 晴眼成人と先天性視覚障害児の図形把握の差異は、視覚と触覚という異なる知覚系を通じたことによる。
2. 触運動知覚においては、同時知覚可能な物理量は小さいと推測される。
3. 知覚量が小さい要因は、触覚では図形が継時的に知覚されることによる。
4. 視覚における継時的把握の結果が触運動知覚に類似するが、差異もあることから、視知覚と触知覚の相異は、単に末梢に与えられる刺激の客観的な空間的・時間的条件によってのみ規定されるものではない。

と結論した。つまり山根（1935）は、異なる分節を生じる要因は、組み合わせ図形を視覚で知覚するか、触覚で知覚するかの違いによるものであり、その差異は触覚が継時的・部分的な知覚を強いられていることに規定されると考えた。

先述の通り、Becker（1934）は、分節の規定因は組み合わせ図形の構造・配置であり、その構造・配置から生じるゲシュタルトの要因が規定因であると考えた。山根（1935）においても、触運動知覚においては、良い連続の要因はあまり優位ではなく、閉合の要因がかなり優位に働くとされており、Becker（1934）の主張を補強しているといえる。また、この Becker（1934）のデータを引用して論考を進めた Metzger（1953）も、眼で見るときには良い連続の要因が優位となり、手で触るときには閉合の要因もしくは共通中心の要因が優位となるとして、図 1-3 のような 1 つの組み合わせ図形から、視覚と触覚で異なる、複数の知覚結果が生じる理由を説明している。

しかし、Becker（1934）のデータを見ると、図 1-3 について、閉合の要因が優位と考えられる A 群の割合は 49%であり、良い連続の要因が優位と考えられる B 群の割合は 39%である。さらに、そのほかの図形について全体的な結果を見ると、A 群の割合は図形により、88%から 2.8%まで幅広いことがわかる。したがって、閉合の要因や共通中心の要因が、触運動知覚において優位であるとは必ずしも言えない。

また、ゲシュタルトの要因が異なる分節を生じる要因とするならば、1 つの組み合わせ図形から生じる分節は 1 つであり、組み合わせ図形と触知覚結果に 1 : 1 の関係が成り立つ必要がある。例えば図 1-6 の組み合わせ図形であれば、

1+2+3+4+5 のように、線分で囲まれた閉合部分が、閉合の要因によってそれぞれ小図形として知覚されなければならない。しかし、実際には 1～5 までの小図形を多様に集括した分節が生じることが報告されている（梅津・鳥居, 1965 ; 木村, 1972）。

梅津・鳥居（1965）は盲学校の児童・生徒 36 名に対して図 1-3 の組み合わせ図形や、図 1-6 の組み合わせ図形を左右反転させた図形など、11～15 種類の組み合わせ図形を提示し、右手の人差し指 1 本で触運動知覚させている。その結果、組み合わせ図形と触知覚結果に 1:1 の関係が成り立つことはなく、1 つの組み合わせ図形から、Becker（1934）の言う A 群から C 群までの多様な分節が生じた。これらの分節について梅津・鳥居（1965）は改めて定義し、晴眼成人が目で見えた場合に最も自然に知覚する分節を  $\alpha$  型分節（Becker, 1934 の B 群に相当する）とし、それ以外の分節を非  $\alpha$  型分節（Becker, 1934 の A 群、C 群、D 群に相当する）とした。以降、本研究では梅津・鳥居（1965）の定義に従い、 $\alpha$  型分節と非  $\alpha$  型分節という用語を用いる。

木村（1972）は、11 歳から 22 歳の先天性視覚障害児・者に対し、16 種類の組み合わせ図形を提示して、それらを触運動知覚させている。その結果、同一の組み合わせ図形から  $\alpha$  型分節と非  $\alpha$  型分節の両方を含む、様々な分節が発生しており、やはり、刺激図形と分節との対応関係が 1:1 にはならないと報告している（木村, 1972）。したがって、このような多様な分節を生じる理由をゲシュタルトの要因に帰そうとする限り、なぜそのような多様な分節が発生したのかを解明することは難しいとしている（木村, 1972）。

加えて、ゲシュタルトの要因が働くように手を誘導して組み合わせ図形を触らせても、ゲシュタルトの要因の通りには知覚されないこともわかっている（長尾・和氣・和氣, 2005）。長尾他（2005）は、アイマスクを着用した 56 名の晴眼成人を対象として、4 種類の組み合わせ図形を含む計 12 種類の図形を触知覚させた。このとき、「良い連続」の要因が働くように手を誘導して組み合わせ図形を触らせても非  $\alpha$  型分節が生じることがあること、反対に、「閉合」の要因に手を誘導して組み合わせ図形を触らせても  $\alpha$  型分節が生じることがあることを報告している（長尾他, 2005）。ゲシュタルトの要因が分節の差異を生じる要因だとするならば、手を誘導した通りの分節が発生するはずであるが、そうはならなかった。したがって、ゲシュタルトの要因は、 $\alpha$  型分節・非  $\alpha$  型分節という異なる知覚結果を発生させる要因にはなりえないといえる。

## 第 2 項 知覚系の差異の要因

他方、山根（1935）は、異なる分節の発生要因が、組み合わせ図形を視覚で知覚するか、触覚で知覚するかの違いにあると考えた。この山根（1935）の主張の



根拠は、視覚でも小穴を通して継時的・部分的に組み合わせ図形を知覚すると、触覚の結果に類似することである。つまり、小穴から覗くなどの制限を受けない視覚は、対象を同時的・全体的に知覚ができる（鳥居, 1971）が、触知覚は、対象の触れている部分の情報を継時的・部分的に知覚せざるを得ない（Bailes & Lambert, 1986；小柳, 1987；前仏, 1987；長崎, 1995）ことから、分節の差異を生じていると考えた（山根, 1935）。

しかしながら、Becker（1934）において、組み合わせ図形を触運動知覚した場合でも、 $\alpha$ 型分節は図 1-3 において 39%の割合で発生しており、提示した図形全体では、 $\alpha$ 型分節は 7%から 77%の割合で発生していた。そして、このような触運動知覚時の $\alpha$ 分節の発生は、その後の研究においてもしばしば報告されている。

例えば、梅津・鳥居（1965）においては、盲学校に在籍する小・中学生 15 名に対して 15 種類の組み合わせ図形を提示し、触知覚してもらったところ、15 名中 3 名は非 $\alpha$ 型分節のみを生じたが、15 名中 8 名は $\alpha$ 型分節と非 $\alpha$ 型分節が混在しており、15 名中 4 名は $\alpha$ 型分節が多く生じる結果となった。

木村（1972）の実験 I においても、図 1-3 の図形を先天性の視覚障害者 14 名に提示し、触知覚してもらったところ、5 人は $\alpha$ 型分節を生じている。同様に木村（1972）の実験 I a でも、7 名の先天性視覚障害者に 9 種類の組み合わせ図形を提示して、触知覚してもらったところ、うち 1 名は 9 枚中 7 枚を $\alpha$ 型分節に知覚している。

さらに、先天性視覚障害者が組み合わせ図形を $\alpha$ 型分節に知覚する事例は、前仏（1987）や望月（1992）においても報告されており、これらの報告から、組み合わせ図形を継時的・部分的に把握せざるを得ない場合であっても、 $\alpha$ 型分節を生じることができると考えられる。したがって、視覚と触覚という知覚系の差異が、組み合わせ図形の触運動知覚における、視覚とは異なる分節の発生要因になっているとは考えにくい。

### 第 3 項 視覚経験と視力の有無の要因

木村（1972）は、晴眼成人では閉目条件下において 100%の割合で $\alpha$ 型分節を生じること、および、後天性視覚障害者でも $\alpha$ 型分節が発生しやすいことを示した。加えて、晴眼の 7 歳児 23 名、9 歳児 17 名、12 歳児 19 名、13 歳児 10 名および成人 10 名に対して閉目条件を課し、12 種類の組み合わせ図形と 4 種類の重なり図形を触知覚させた結果、 $\alpha$ 型分節の発生率は、7 歳児が 40%弱であるのに対して、9 歳児は 60%弱、12 歳児は 60%強、13 歳児は約 95%、成人は 100%と、年齢に応じて高くなることを見出した（木村, 1972）。これらの結果は、非 $\alpha$ 型分節が比較的多く生じる段階から、視覚系を通じて、何らかの条件を学習する

ことで $\alpha$ 型分節という特定の分節が選ばれる段階に移行すると考えられる（木村, 1972）。つまり、視覚体験を有することと、その体験の中から何らかの学習をすることが、 $\alpha$ 型分節を発生させる要因になっていることが示唆される。

このような年齢の増加に伴う $\alpha$ 型分節の発生率増加と非 $\alpha$ 型分節の発生率減少は、山梨・山県・志村・小柳（1981）によっても報告されている。山梨他

（1981）は、晴眼の幼稚園年少児 37 名、年長児 64 名、小学校 1 年生 90 名、小学校 2 年生 91 名、小学校 3 年生 87 名に対して、組み合わせ図形を視知覚してもらい、知覚結果を描画させる課題を行った。その描画結果を分類すると、 $\alpha$ 型分節の出現割合は、年少児から順に、10.8%、28.1%、58.9%、69.3%、79.3%と上昇していた（山梨他, 1981）。

木村（1972）や山梨他（1981）の結果は主として晴眼児童・成人に関するものだが、先天性の視覚障害児・者であっても、視力が高いほど、組み合わせ図形を $\alpha$ 型分節に知覚する事例が報告されている（梅津・鳥居, 1965；和氣・和氣・川端・平川・梅沢, 2016）。このことは、木村（1972）の考えと同様に、視覚体験から何らかの学習が成立し、それが $\alpha$ 型分節と非 $\alpha$ 型分節を分かつ要因になっていることをうかがわせる。

梅津・鳥居（1965）では、盲学校に在籍する小学生・中学生合計 36 名に 11～15 種類の組み合わせ図形を提示して触知覚してもらい、視力が 0.01～0.2 までの参加者には比較的 $\alpha$ 型分節が多く、視力が 0 の参加者には非 $\alpha$ 型分節が多いこと、知覚に使用する指の本数を増やしても結果が変化しないことから、視力の差が、組み合わせ図形の分節に影響していることを示した。

和氣他（2016）では、晴眼成人、先天性視覚障害者、後天性視覚障害者、ロービジョン者の 4 群を比較し、組み合わせ図形を含む 20 種類の刺激図形を用いて、分節結果を調査した。その結果、先天性視覚障害者、後天性視覚障害者においては非 $\alpha$ 型分節が優位であり、ロービジョン者でも同様の結果を得たが、ロービジョン者では視力が低下するほど非 $\alpha$ 型分節が優位となっていた（和氣他, 2016）。

これらの結果からは、組み合わせ図形の分節において、視覚体験の重要性や、視覚体験を得るための視覚、視力の有無が重要であることが示唆されているように思われる。しかし、和氣他（2016）の実験に参加した晴眼成人をはじめ、望月（1976）や長尾他（2005）において、晴眼成人が非 $\alpha$ 型分節を生じることが報告されている。晴眼成人は、視力に異常がなく、視覚体験を十分に有していると考えられる。したがって、視覚体験の有無や視力の高低を、異なる結果を生じさせる要因とするならば、十分な視力と視覚体験を有する晴眼成人が非 $\alpha$ 型分節を発生させることを説明できなくなる。このことから、視覚体験や視力の有無を、異なる分節を生じさせる要因と考えることはできない。

#### 第4項 重なりの概念の要因

前項では、視覚体験が異なる分節を生じさせる要因とはなりえないことを確認したが、あいまいな視覚体験という概念をより具体化し、どのような視覚体験が組み合わせ図形から異なる分節を生じさせる要因となっているのかについて踏み込んだ検討も行われてきた。これらの研究は、重なりの概念を実験参加者に学習させることで、非 $\alpha$ 型分節から $\alpha$ 型分節への変換を目指す、という点で一致している（木村, 1975；郷家・吉田・村中, 1985；長崎, 1992；志村, 1994）。では、この重なりの概念が、異なる分節を生じさせる要因なのだろうか。

木村（1975）は、非 $\alpha$ 型分節を生じる先天性視覚障害者に対し、

1. 組み合わせ図形を提示し、レーズライターで描画させる
2. 白色および黒色の厚紙を重ねて作ったモデルを提示し、レーズライターで描画させる
3. 2のモデルを参加者自身に作成させ、さらにレーズライターで描画させる
4. 3で描画したものを見本とし、見本と同じものを選択肢から選ばせる
5. 見本を実験者が描画したものに変更し、さらに見本と同じものを選ばせる

という5つの課題を経て、これらの課題の効果によって、当初組み合わせ図形を非 $\alpha$ 型分節にとらえていた参加者が、組み合わせ図形を $\alpha$ 型分節にとらえるように変化したことから、視覚体験の正体を、重なりの概念の理解であると考えた。

木村（1975）の結果は、同時に、 $\alpha$ 型分節成立の要件が、必ずしも視覚を必要としていないことを示している。

木村（1975）の結果を承けて、類似の課題遂行による、重なりの概念を導入する試みは、郷家他（1985）でも行われた。この実験は先天性視覚障害児を対象に、

1. 刺激図形を提示する
2. 針金で作成した円・三角形・四角形の図形を組み合わせ再生させる
3. 再生図形が刺激図形と同じであることを確認させる
4. 再生時に2つの図形が離れている状態から徐々に近づき最後は1つに重なる様子を学習させる
5. 組み合わせ図形をレーズライターで描いて再生させる
6. 触知覚する際にはできるだけ大きな形をとらえるよう教示する
7. 線分の交差点では曲がらずに直進することを教示する

という一連の操作的学習が行われた（郷家他, 1985）。その結果、事前テストで組み合わせ図形を非 $\alpha$ 型分節に知覚した参加者全員の分節が、 $\alpha$ 型分節へ変化した（郷家他, 1985）。

郷家他（1985）で用いられた針金による学習は、長崎（1992）においても行わ



れている。長崎（1992）は、非 $\alpha$ 型分節を生じる2名の盲学校中等部在籍生に対して、以下の表1-1の手順で、重なり円図形の提示と課題の実施を行って、重なりの概念の導入を試み、その効果を分析した。

表 1-1 参加者2名に対する長崎（1992）の手続き

生徒 K	生徒 Y
重なり円図形の提示と評価	重なり円図形の提示と評価
異質線分課題の実施	リングモデル課題の実施
大小円図形課題の実施	重なり円図形の提示と評価
重なり円図形の提示と評価	異質線分課題の実施
リングモデル課題の実施	大小円図形課題の実施
転移の評価	転移の評価

表1-1に示した異質線分課題とは、立体コピーを用いて、重なり円図形を構成する一方の円を太線で描き、もう一方の円を細線で描いて、部分図形の差異を強調したものである（長崎, 1992）。大小円図形課題とは、立体コピーを用いて、重なり円図形を構成する一方の円を直径13cmで描き、もう一方の円を直径10cmで描いて、部分図形の差異を強調したものである（長崎, 1992）。リングモデル課題とは、針金で作成した2つの円を、重なり円図形と同じ位置で重なるようはんだ付けしたものであり、また、参加者が自由に円を操作できるように、はんだ付けしていない円2個も用意されたものである（長崎, 1992）。転移の評価とは、重なり図形とは異なる、ひし形を2つ組み合わせた図形を提示し、重なりの概念が学習され、それが別な図形にも転移したかどうかを確認するものである（長崎, 1992）。

このような手続きを経た結果、生徒Kは、異質線分課題の実施、大小円図形課題の実施の段階で、重なり円図形を $\alpha$ 型分節でとらえることに成功した（長崎, 1992）。しかし、リングモデル課題の実施後の転移の評価では、口頭では「四角が真ん中で交わっている」と $\alpha$ 型分節に回答したものの、その通りにはレーザーライターで再生描画できず、構造的な重なりを理解し、それを表現する点においては不十分な面も見られた（長崎, 1992）。

一方の生徒Yでは、リングモデル課題を実施しても、分節に変化が見られなかったため、日を改めて同じ課題を追加実施している（長崎, 1992）。その結果、重なり円図形を $\alpha$ 型分節にとらえることに成功している。そして、転移の評価においても、組み合わせた図形を $\alpha$ 型分節にとらえることに成功している（長崎,

1992)。

志村 (1994) は、やはり郷家他 (1985) や長崎 (1992) と同様に、先天性視覚障害児 2 名を対象として、リングモデル課題による分節の変換課題を実施し、分節変換を試みている。志村 (1994) の手続きは、

1. ベニヤ板で作成したバナナなどの具体物の同定
2. 重なり円図形の描画課題
3. 型抜き板による重なり円図形の描画課題
4. リングモデル課題による重なりの学習
5. リングモデルの描画課題

以上 5 つの手順をとっている。描画課題においては、いずれもレーズライターが用いられていることに加え、3 の課題においては円を描きやすいように、板を円形にくり抜いた一種の円形定規も用いられている点に特徴があるといえる (志村, 1994)。しかし、当初非  $\alpha$  型分節を示した参加者 2 名のうち、最終的に  $\alpha$  型分節に至ったのは、手続き 5 を経ても 1 名だけであった (志村, 1994)。

これらの 4 つの研究 (木村, 1975 ; 郷家他, 1985 ; 長崎, 1992 ; 志村, 1994) においては、いずれも重なりの概念を  $\alpha$  型分節と非  $\alpha$  型分節を分かつ要因と仮定し、重なりの概念を何らかの手続きや課題を通じて学習させ、参加者の知覚結果を非  $\alpha$  型分節から  $\alpha$  型分節へ変換することで、重なりの概念が決定的な要因であることを実証しようとしている。しかし、これらの研究には疑義もあるように思われる。

第 1 に、いずれの研究においても、手続きが多く、どの手続きが効果を発揮しているのか、判然としない。例えば郷家他 (1985) では 7 つの手順が採られているが、これらは重なりの概念の学習を超越し、手指の動作の方法や、知覚の方向付けまでも含まれていると言える。したがって、このような手続きでは、重なりの概念が分節を分かつ要因である、とはかえって言い切れなくなってしまう。

第 2 に、長崎 (1992) のように、リングモデルを用いた学習を経ても、重なりの概念を理解し、組み合わせた図形を  $\alpha$  型分節にとらえることができない場合がある。この点については、視覚障害者の触覚能力や関連概念の発達は個人差があり、長崎 (1992) における参加者も 2 人と少数であるため、たまたま教材が適さなかった、と解釈することも可能であろう。しかしながら、個人差が少なく、また、重なりの概念を十分に理解している晴眼成人においても、非  $\alpha$  型分節が生じていることが問題になるだろう (望月, 1976 ; 長尾他, 2005 ; 和氣他, 2016)。

以上の 2 点が解決されない以上、重なりの概念もまた、組み合わせ図形から  $\alpha$  型分節と非  $\alpha$  型分節という異なる分節を生じさせる要因にはできかねる。



## 第5項 情報入力量と情報処理量の要因

組み合わせ図形を知覚する際に、我々は両手や片手、一本指などを用いて触知覚する。このとき、図形に触れている手指の面積が大きいほど、触覚を通じて入力される情報の量は多くなる。このような、情報入力量の差が、 $\alpha$ 型分節と非 $\alpha$ 型分節を分かち要因になっている可能性も考えられる。

情報入力量の検討は、千田・小柳・山梨・志村・山県・斉藤（1982）や、山県・千田・小柳（1983）が行っている。

山根（1935）や木村（1972）の結果から、視覚でも、視野を制限した場合には触覚と類似する知覚を生じることがすでに確認されている。そこで千田他（1982）では、小学校1年生～3年生の晴眼児童を参加者として3種類の組み合わせ図形を提示し、提示図形の上に穴の開いたコットン紙を重ね、その穴から図形を視知覚してもらう実験を行った。このときの穴の直径は、5mm、10mm、15mm、20mm、全開の5種類であり、視知覚後には、知覚した形を絵に描いて再生してもらった（千田他, 1982）。その結果、図形の構造にかかわらず、穴の直径が大きくなるほど、 $\alpha$ 型分節が増加していた。このことは、情報入力量が増えるほど、 $\alpha$ 型分節が増加することを示唆している。

同様に、山県他（1983）では、小穴の代わりにスリットを用いて情報入力量进行操作し、情報入力量によって分節が影響されるのかどうかを検討している。この実験では、参加者を晴眼の小学校4年生～6年生12名とし、うち6名には組み合わせ図形を提示し、残り6名には草むらに潜むトラの絵とほほ笑む女性の口元の絵を提示した（山県他, 1983）。スリットの幅は、2.5mm、5mm、10mm、15mmの4種類であり、スリットの移動速度は、8.7mm/secと17.4mm/secの2条件であった（山県他, 1983）。この実験の結果は、スリットの幅を大きくするほど、 $\alpha$ 型分節が増加するというものであり、スリットの移動速度が遅い条件の方が、より多くの $\alpha$ 型分節を発生させていた。したがって、やはり情報入力量が増加するほど、 $\alpha$ 型分節も増加すると言え、また、時間的な余裕が入力した情報を処理する過程にも影響していることを示唆している。

情報処理量については、情報入力量と対になる形で示されることも多い（小柳, 1987；佐久間, 2018）。前述の通り、触知覚は、継時的に情報を入力し、入力した情報を統合して知覚することが、その特徴である（小柳, 1987；Wijntjes et al., 2008a）。そのため、情報の入力量が十分にあったとしても、情報の処理段階において、知的能力が未発達である幼児や児童、あるいは知的障害を有する児童の場合、非 $\alpha$ 型分節を生じやすいという結果に至る（小柳, 1987；佐久間, 2018）。反対に、情報の入力量が小さくとも、晴眼成人のように情報処理量が十分であれば、 $\alpha$ 型分節を生じやすい、ということも予想される。このような考え方は、視覚障害児や健常児において、年齢が増加するごとに $\alpha$ 型分節の発生率も高くなることから、

発達による情報処理量の増加が分節に影響しているという考え方とも一致する（木村, 1972；山梨・志村・千田・小柳・山県・斉藤, 1982）。

しかしながら、まず、情報入力量については、両手でも、片手でも、一本指でも、分節の発生率は変わらないことが示されている（梅津・鳥居, 1965）。したがって、情報入力量によって分節結果が分かたれているとは言えない。また、この梅津・鳥居（1965）の実験は、発達段階の異なる盲学校に在籍する小学生、中学生 36 名を参加者としており、分節が発達によって影響されているという考えとも矛盾する。さらに、情報入力量や情報処理量が十分であることが  $\alpha$  型分節に至る要因ならば、どちらも十分にあるはずの晴眼成人を参加者とした実験において、非  $\alpha$  型分節が生じていることが説明できない（望月, 1976；長尾他, 2005）。したがって、情報入力量や情報処理量が、分節結果を分かつ要因になっているとは言えない。

#### 第 6 項 刺激系列の要因

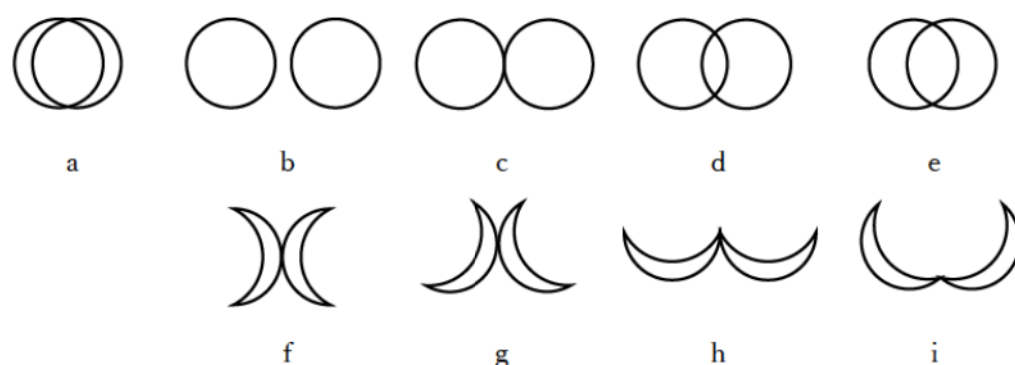


図 1-7 刺激系列（後藤, 1988 より作成）

後藤（1988, 1989）は、まず図 1-7 の図形 a を晴眼成人の参加者に触知覚してもらい、これを  $\alpha$  型分節にとらえた群と、非  $\alpha$  型分節にとらえた群に分けた。次に、非  $\alpha$  型分節にとらえた群には、図 1-7 の図形 b から図形 e の順に提示して徐々に 2 つの円が組み合わせられる様子を触知覚させ、分節を  $\alpha$  型分節に変換することを試みた（後藤, 1988, 1989）。同様に、図 1-7 の図形 a を  $\alpha$  型分節にとらえた群には、図 1-7 の図形 f から図形 i の順に提示して徐々に三日月形の図形が回転していく様子を触知覚させ、分節を非  $\alpha$  型分節に変換することを試みた（後藤, 1988, 1989）。その後、両群に再度図 1-7 の図形 a を示したところ、先行する系列が一定の順序で、より多く示された場合に、系列の効果が大きくなることを実証した（後藤, 1988, 1989）。つまり、最初に図 1-7 の図形 a を  $\alpha$  型分節にとらえたものは非  $\alpha$  型分節に変化し、反対に、最初に図 1-7 の図形 a を非  $\alpha$  型分節にとらえたもの

は $\alpha$ 型分節に変化した（後藤, 1988, 1989）。このことは、刺激系列が効果を発揮しており、晴眼成人の知覚においては、ターゲットとなる図形（図 1-7 では図形 a）に先行して示される刺激系列によって、参加者に連続的事象が想起され、事象の系列性の中にターゲットが位置づけられることにより、分節も変化することを示した（後藤, 1988, 1989）。

この後藤（1988, 1989）の実験では、刺激系列を示す前の図 1-7 の図形 a の $\alpha$ 型分節発生率は、45.4%であったと報告されている。これは、晴眼成人を対象とした望月（1976）や長尾他（2005）において、提示した組み合わせ図形を一定の割合で非 $\alpha$ 型分節として把握することと一致している。

しかし、後藤（1988, 1989）が用いたような刺激系列がなくとも、晴眼成人は、提示された組み合わせ図形を 100%の割合で $\alpha$ 型分節に把握することもある（山根, 1935；木村, 1972）。また、このような刺激系列がなくとも、視覚障害者が組み合わせ図形を $\alpha$ 型分節として知覚することも報告されている（木村, 1972；望月, 1992）。刺激系列がなくとも $\alpha$ 型分節が発生する以上、刺激系列の有無を分節を分かつ要因とすることは難しいと言わざるを得ない。

さらに、刺激系列の効果についてより広義に考え、その有効性を検討しようとする場合、触図や触知案内図において、その場所の情報が点字で付加されているにも関わらず、図がわからないという状況を説明できなくなる。後藤（1988, 1989）の刺激系列は、系列によって提示された刺激が図形であることを暗示しているものと言えるが、触知案内図では暗示でなく、示された図が何であるのか明示されている。それにも関わらず、その内容がわかりにくい、あるいは理解できないことが問題になる（日本盲人社会福祉施設協議会, 2002；渡辺他, 2018）。この点からも、刺激系列の有無を、異なる分節を生じさせる要因とすることは難しい。

### 第 3 節 触覚絵や具体物の触運動知覚に影響する諸要因

#### 第 1 項 6 つの要因以外に触運動知覚に影響する要因

前節で確認したように、これまで組み合わせ図形の研究で検討されてきた要因は、 $\alpha$ 型分節と非 $\alpha$ 型分節を分かつ要因とするには、いずれも決定的とは言い切れないものであった。では、異なる分節を生じさせる要因となりうる、他の要因はないのだろうか。

触知覚を体系的に研究しようと試みた最初の研究者の 1 人である D.Katz は、触知覚における対象との皮膚接触と、接触した皮膚、特に手指の動作の重要性を指摘している（Katz, 1925；Fernandes & Albuquerque, 2012）。同様の指摘は、Gibson（1966）にも見られる。また、前述の木村（1972）は、組み合わせ図形のような提示図形の側ではなく、提示図形を触る参加者の側の内的過程の重要性を指摘し



ている。ここでいう内的過程とは、 $\alpha$  型分節や非  $\alpha$  型分節という触運動知覚の結論に至るまでの参加者の思考過程を意味している。

しかし、皮膚接触の有無の要因や、手指の動作の要因、内的過程の要因については、組み合わせ図形の研究において、ほとんど検討されて来なかった。ただし、組み合わせ図形ではなく、触覚絵や具体物などを刺激として用いた触知覚研究において、これらの要因は検討されている（例えば、Magee & Kennedy, 1980 ; Lederman & Klatzky, 1987 ; Picard, Lebaz, Jouffrais, & Monnier, 2010 など）。そこで、この節では、上記の 3 つの要因について、その検討結果をレビューし、触運動知覚におけるそれらの重要性を確認する。

## 第 2 項 触覚絵の能動的知覚における外的要因としての皮膚接触の有無

組み合わせ図形を含む、触運動知覚の研究においては、実験者が提示した刺激に参加者が手指を接触させて、その刺激を能動的、あるいは受動的に探索することが一般的である（例えば Becker, 1934 ; 長尾他, 2005 など）。手指、とくに指先は人体の中でも最も触知覚に優れた部位であり（Katz, 1925）、その部位を接触させて対象を知覚する、という手続きが取られることは、当然のことであると言える。

ところが、皮膚の接触の有無による知覚結果の変化について、直接的に比較した研究は管見の限り見当たらない。しかし、ほぼ同一の条件で実験を行った研究としては、Magee & Kennedy (1980)、Loomis, Klatzky, & Lederman (1991)、Klatzky, Loomis, Lederman, Wake, & Fujita (1993)、および、中島他 (2010) がある。これら 4 つの研究は、いずれも各実験の一部ではあるが、参加者に片手の一本指条件で触覚絵を探索させている点が共通しており、Klatzky et al. (1993) において、参加者は手袋をはめて触覚絵を探索していることから、皮膚の接触・非接触による影響を推測することができよう。

Magee & Kennedy (1980) は、40 人の晴眼成人に目隠しをさせ、盛り上がった線で描かれた、日ごろ目にする物の触覚絵 8 種類を片手の一本指で能動的に探索してもらった。その結果、何が描かれているのかを正確に答えた割合は全体の 6.25% に過ぎなかった。

Loomis et al. (1991) では、12 人の晴眼成人に Magee & Kennedy (1980) と同様に盛り上がった線で描かれた、日ごろ目にする物の触覚絵 24 種類を、片手の一本指で能動的に探索してもらった。その結果、何が描かれているのかを正確に答えた割合は全体の 44.00% であった。

Klatzky et al. (1993) においては、10 人の晴眼成人に目を閉じさせ、Magee & Kennedy (1980) と同様に盛り上がった線で描かれた、図 1-8 に示す日ごろ目にする物の触覚絵 35 種類を、冬用の手袋をはめた片手の一本指で能動的に探索してもらった。その結果、何が描かれているのかを正確に答えた割合は全体の 19.00% で



図 1-8 Klatzky et al. (1993) で用いられた触覚絵

あった。

中島他 (2010) では、2 人の晴眼成人に Magee & Kennedy (1980) と同様に盛り上がった線で描かれた日ごろ目にする物の触覚絵 20 種類を、片手の一本指で能動的に探索してもらった。その結果、何が描かれているのかを正確に答えた割合は全体の 22.50%であった。

人差し指一本のみを用いて同じように能動的に探索する条件において、皮膚を図形に触れた方 (Loomis et al., 1991 ; 中島他, 2010) が、皮膚を図形に触れない方 (Klatzky et al., 1993) よりも成績が良かったという結果は、皮膚を対象に触れて探索した方が対象をより良く把握できる、という予想通りであると言えるだろう。しかし、皮膚を図形に触れた方 (Magee & Kennedy, 1980) が、皮膚を図形に触れない方 (Klatzky et al., 1993) よりも成績が悪かったという結果は、どのように解釈したらよいだろうか。

この 4 つの実験結果から、皮膚を対象に触れて探索した方が対象をより良く把握できる、という予想が必ずしも当てはまらないことがわかる。皮膚を図形に接触させたにも関わらず成績が悪かった Magee & Kennedy (1980) と、皮膚を接触させていないにも関わらず成績が良かった Klatzky et al. (1993) の実験の詳細を比較してみると、まずどちらの実験も参加者は晴眼の学生であり、一本指で能動的な探索を求めていることについて、差はなかったと考えられよう。探索の制限時間



については、Magee & Kennedy(1980)が無制限である一方、Klatzky et al.(1993)は2分間に制限されおり、Magee & Kennedy (1980) が有利であった。提示された図形の大きさは、Magee & Kennedy (1980) が 15cm×15cm で、Klatzky et al. (1993) が 10cm×10cm であった。触運動知覚においては、図形は大きい方が知覚されやすい (Wijntjes et al., 2008a) ことから、図形の大きさについても、Magee & Kennedy (1980) が有利であった。

提示された図形が描いているものはどちらの実験でも日ごろ目にする物で、Magee & Kennedy (1980) では例えばボート、魚、ハンマー、ウサギ、白鳥などであり、Klatzky et al. (1993) では図 1-8 に示したように、例えばハンマー、カメラ、鉢、コップ、灰皿などであった。提示された図形を限定・推測するような情報はどちらの実験でも与えられていなかった。提示されたものが身近なものであるかを探索前に知ることは、成績に影響を与えうる (志村・金子, 1998) が、この点は同等であったと考えることができよう。ただし、これらの物の描かれ方には2つの実験で差があった。Magee & Kennedy (1980) では、いわゆるアウトライン絵画や輪郭絵と呼ばれる絵が用いられた (図 1-9)。この絵には、その物を最もよく表現しているであろう角度から撮影したときに生じる、その物の輪郭のみが描かれていた。Klatzky et al. (1993) では、絵に奥行きや遠近感を持たせた3次元的絵画を用いていた。一般的に、触運動知覚においては、アウトライン絵画より、3次元的絵画の方が、知覚の成績は悪い (Lederman, Klatzky, Chataway, & Summers, 1990; Lebaz, Jouffrais, & Picard, 2012)。したがって、提示図形の描かれ方においても、Magee & Kennedy (1980) が有利であった。

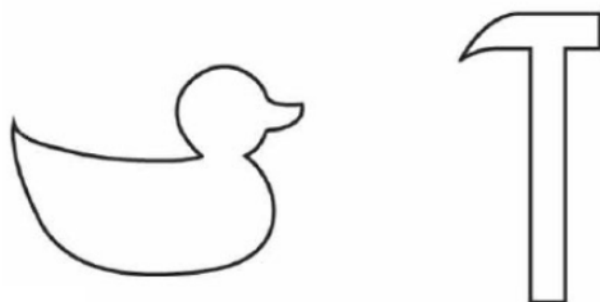


図 1-9 アウトライン絵画の一例 (Wijntjes et al., 2008a)

以上のことから、提示図形に皮膚を接触させている Magee & Kennedy(1980)の方が、実験の手続きや刺激において差異のあるすべての点において有利であったにも関わらず、知覚成績は Klatzky et al. (1993) の3分の1程度にとどまって

いることがわかる。この結果を敷衍すると、極端な例だが、触知案内図を触運動知覚する場合にも、手袋をはめた方がより正確に知覚できる、ということになる。しかし、実際の生活場面において、手袋をはめた方が良い、という結果になるであろうか。Magee & Kennedy (1980) の正答率は、他の研究と比べて極端に低く、やはり、直接手指を接触させた方が、知覚成績は良いであろうという直感的な予測が勝るのではないか。

前述の通り、これらの研究は、皮膚に触れる条件と触れない条件を直接比較しているわけではなく、そのほかの条件やそのほかの実験の 1 部分として行われているにすぎない。また、結果が一致していないことに加え、皮膚に触れるかどうかは触運動知覚において重要な要因であるにも関わらず、組み合わせ図形の触運動知覚においては検討もなされていない。したがって、組み合わせ図形に皮膚を接触させるかどうか、 $\alpha$  型分節と非  $\alpha$  型分節を分かち要因となりえるのか、研究 1 にて検討する。

### 第 3 項 身近な具体物を触運動知覚する際の外的要因としての手指動作

触運動知覚における手指動作の必要性は、触知覚研究の当初から指摘され (Katz, 1925 ; Gibson, 1966)、特に能動的に手指を動作させることの重要性も繰り返し指摘されてきた (結城, 1952 ; 小柳, 1979)。このような能動的手指動作の研究は、実験室での限定的な動作を対象とするもの (例えば Davidson, 1972) をはじめ、その後身近な具体物を触運動知覚するときの手指動作を対象として研究がなされた (例えば Lederman & Klatzky, 1987)、手指動作の分類と機能の解明がなされたことで大きく発展を遂げてきた。

Davidson (1972) は、晴眼成人と先天性視覚障害児を対象として、曲率の判別課題を行い、課題遂行時の手指の特定の動作が、判別成績と関係しているかどうかを調査した。その結果、まず、特定の手指動作として以下の 5 つの動作が見出された (Davidson, 1972)。

1. Grip 提示刺激に 3~4 本指をかけて曲率にそって手指を動作させる
2. Pinch 親指と人差し指 (中指が加わる場合もある) で提示刺激をつまむように挟み込んで曲率にそって手指を動作させる
3. Top Sweep 人差し指 (中指が加わる場合もある) を提示刺激の上端にのせて曲率にそって動作させる
4. Span 手指をすべて広げた状態にして曲率にそって手指を動作させる
5. Trace 人差し指 (中指が加わる場合もある) を提示刺激と垂直に接触させ曲率にそって端まで動作させ、次に反対の端まで動作させる

そして、これらの動作は曲率判別課題の成績とも関係しており、Pinch や Top Sweep を用いるよりも、Grip を用いた場合に成績が高いことを見出している

(Davidson, 1972)。

Davidson (1972) のような具体的な手指動作を幅広い対象へと拡大し、身近な 3 次元の物体に対する手指動作を 8 つの動作に分類したものとして、Lederman & Klatzky (1987) の研究がある。

Lederman & Klatzky (1987) では、3 次元の対象を触運動知覚する際の手指動作を、目的に応じて以下の 8 つに分類している。

1. Lateral Motion テクスチャの把握：対象の表面を素早く縦方向または横方向にこする
2. Pressure 硬度の把握：対象の一部を突くように圧力をかける（この間対象はもう一方の手などで安定した状態にある）
3. Static Contact 温度の把握：手指の形を変形させることなく対象に静的に接触させる（この間対象はもう一方の手などで安定した状態にある）
4. Unsupported Holding 重さの把握：対象を手に乗せて持ち上げる
5. Enclosure 大まかな形状や体積の把握：両手または片手でできるだけ対象の広い範囲に同時に触れる
6. Contour Following 形状の把握：手指で対象の輪郭をたどる
7. Function Testing 特定の機能の把握：容器に手指を入れたりペンチの端をつまむなど（対称が何らかの機能を有する場合にのみ生じる）
8. Part Motion Test 部分的動作の把握：対象のある部分に力を加えて運動させる（対象に動かせる部分がある場合にのみ生じる）

これらの 8 つの動作の発見と分類は、触運動知覚における手指動作が無造作に、でたらめに発生しているものではなく、動作と触運動知覚対象の属性が対応しており、手指動作からどの属性を読み取ろうとしているのか予測できることを示したことに大きな意義がある (Lederman & Klatzky, 1987)。Lederman & Klatzky (1987) の研究は晴眼成人を対象としたものであるが、その後の研究 (Withagen, Kappers, Vervloed, Knoors, & Verhoeven, 2013)において、実験参加者を先天性視覚障害児・者や晴眼児童に変更しても、これらの動作が見出されることが確認されている。

これらの 8 つの動作分類のうち、いくつかについては 3 次元の物体を対象とせず、2 次元の図や絵を対象とした場合にも生じることが確認されている (大内・中田・牟田口, 1994; Ballesteros, Manga, & Reales, 1997; 大内・中田, 1999; Wijntjes et al., 2008a; Argyropoulos & Chamonikolaou, 2016)。しかし、8 つの手指動作のうち、組み合わせ図形のような 2 次元の図形や絵の形を探索する場合に用いられる動作は、Contour Following がその多くを占めることがわかっている (大内他, 1994; 大内・中田, 1999; Wijntjes et al., 2008a)。

大内他 (1994) では、16 名の先天性視覚障害児を対象に、3 つの異なる形、3 つ



の異なるテクスチャ、3つの異なる大きさをそれぞれ組み合わせた計27種類の図形を提示して、探索時に出現した動作の分類を試みた。その結果、形の次元で出現した動作は、Contour Following が7歳～9歳では44%、10歳～12歳では85%、13歳～14歳では98%であった（大内他, 1994）。大内・中田（1999）においても、同様の27種類の刺激を用いて、先天性視覚障害児と晴眼児童の動作を比較し、先天性視覚障害児の10歳～12歳群で参加者8名中6名が90%以上のContour Following 出現率であること、晴眼児童では6～9歳児群で36%～92%、10～12歳児群でも16%～93%のContour Following 出現率であることを報告し、他の動作に比べて、Contour Following 出現率が相対的に高いと指摘している。

これらの2次元の刺激を用いた場合のContour Following 出現率の高さは、触覚絵を用いた実験でも報告されている。Wijntjes et al. (2008a) は、28名の晴眼成人を参加者として、12種類の触覚絵を刺激図形として用いながら、触覚絵の大きさが結果に与える影響を検討している。このとき、参加者の手指動作について、Lederman & Klatzky (1987) の分類に基づいて分析をしたところ、2次元の触覚絵探索で観察されうるLateral Motion、Static Contact、Contour Following の3つの動作のうち、ほぼすべての動作はContour Following に分類されるとしている（Wijntjes et al., 2008a）。

このようなContour Following 動作が、2次元の触覚絵や図を探索する際に高い割合で発生することは、輪郭をたどってその形を捉えようとする課題の性質上当然である。しかし、組み合わせ図形や触図などにおいて問題になるのは、輪郭をたどっても対象を非 $\alpha$ 型分節に知覚してしまうということである（長尾他, 2005）。したがって、組み合わせ図形をはじめとする2次元の図を探索する場合の動作については、Contour Following を更に細分化した手指の動作や機能に着目し、そのような動作や機能が知覚結果と関係しているのかどうかを明らかにする必要がある。

Contour Following を細分化した動作としては、志村（1988）が組み合わせ図形を探索する際の手指動作を観察し、線分と線分が交差する交差点の通過割合が一定以上であることと、左右の手の協応割合が一定以上であること、という2つの動作指標を仮定している。左右の手の協応については、Symmons & Richardson (2000) や Wijntjes et al. (2008a) においても、両手を同時に使うこと、一方の手をもう一方の手の動作起点にすることが述べられている。この2つは、志村（1988）の両手の協応に相当するものと考えられ、Contour Following を更に分類したこのような手指動作が知覚の結果に影響している可能性がある。

しかし、これらの仮定には疑義もある。長尾他（2005）は、組み合わせ図形を刺激図形として提示し、参加者の指を実験者が誘導して交差点を必ず通過するようにした場合でも、非 $\alpha$ 型分節に知覚する場合があることを報告している。この長尾

他 (2005) の手続きは、能動触ではなく誘導触であるため、志村 (1988) や Wijntjes et al. (2008a) の動作指標と完全に一致するものではないかもしれないが、交差点を通過させただけでは組み合わせ図形は  $\alpha$  型分節に知覚されない可能性があり、動作が分節に影響しているのか、明確な答えを出すことは難しい。

そこで本研究では、志村 (1988) や Wijntjes et al. (2008a) と同様の能動的な触運動知覚条件を設定し、組み合わせ図形を探索する際の手指の動作を記録・分析して、動作の指標が分節と対応しているのかどうか、動作が分節を分かつ要因となっているのかどうかについて研究 2 および 3 において明らかにする。

#### 第 4 項 マトリクス刺激や 2 次元線分における内的要因としての探索方略

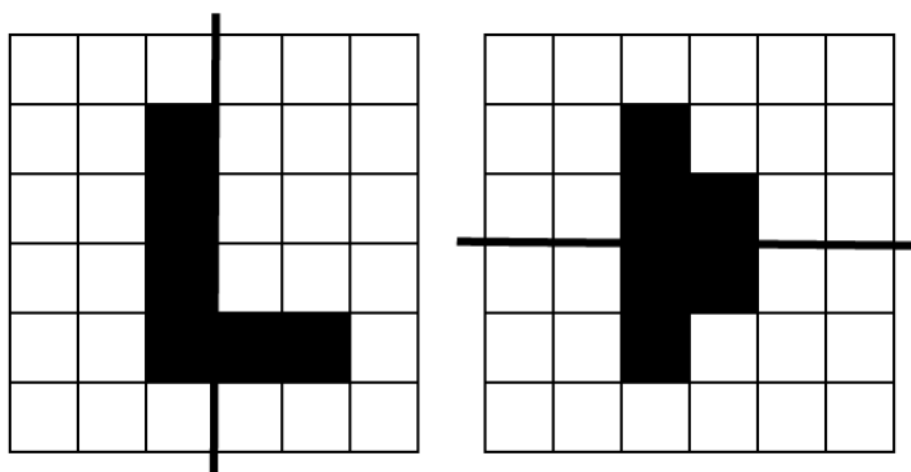
探索方略 (strategy) という概念は、先行研究において 2 つの扱われ方がある。1 つ目の扱われ方は前項で述べた手指動作の意味 (外的探索方略) であり (例えば Davidson, 1972 ; Lederman & Klatzky, 1987 ; Symmons & Richardson, 2000)、2 つ目の扱われ方は探索時に何を考えているかという意味 (内的探索方略) である (例えば Picard et al., 2010 ; Szubielska & Zabielska-Mendyk, 2018)。組み合わせ図形を含む外的探索方略については、交差点の通過割合と両手の協応割合の 2 指標が示されている (志村, 1988) が、この指標に関するデータは一致しておらず (長尾他, 2005)、検討の余地があることを前節で述べた。

一方の内的探索方略については、近年では、参加者に内観を報告してもらうことで、直接内的探索方略を取り出し、結果と比較するデザインの研究が行われ (Vanlierde & Wanet-Defalque, 2004 ; Cornoldi, Tinti, Mammarella, Re, & Varotto, 2009 ; Picard et al., 2010 ; Szubielska, 2014 ; Szubielska & Zabielska-Mendyk, 2018)、参加者の条件や課題によっては、内的探索方略が結果に影響する可能性が示されている。

Vanlierde & Wanet-Defalque (2004) は、先天性視覚障害者、後天性視覚障害者、晴眼成人を参加者として、 $6 \times 6$  マスのマトリクス刺激を用い、参加者がどのような内的探索方略を自発するのか、自発した方略が知覚結果に影響するのかを調べた。実験では、図 1-10 に示したように、マトリクスについて 1 マスずつ「白」または「黒」という音声に置き換えて実験者が参加者に 36 マス分の情報を伝達した後、縦の中央線または横の中央線でマトリクスを分割したと仮定したときの、分割された一方ともう一方に存在する「黒」の位置が等しいマスの数を参加者は答えなければならなかった (Vanlierde & Wanet-Defalque, 2004)。実験の結果、先天性視覚障害者、後天性視覚障害者、晴眼成人の 3 群で正解数には差がなかったが、先天性視覚障害者はほぼ全員が視覚的なイメージを一切使用しない座標戦略を用いており、後天性視覚障害者 8 名と晴眼成人 27 名は全員が視覚的イメージを構築する視覚戦略を用いていることが明らかとなった。また、視覚戦略は座標戦略に比

べ、マトリクスの分割方向の影響を受けやすく、この課題に対する戦略としての安定性は座標戦略が勝っていることが示唆された (Vanlierde & Wanet-Defalque, 2004)。

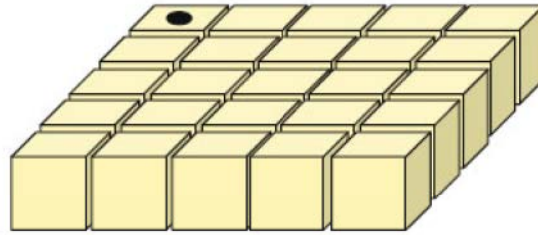
Cornoldi et al. (2009) は、先天性視覚障害者 29 名、晴眼成人 29 名を参加者とし、Vanlierde & Wanet-Defalque (2004) と似た 5×5 マスのマトリクス刺激 (図 1-11) を用いて、参加者の自発的な内的探索方略を調査した。実験ではマトリクスを建物内の部屋が 25 部屋並んでいると見立てて、実験者がスタート地点から左、右、手前、奥などへ移動するよう指示され、指示されて到達した最後のマスの位置を覚える条件と、最後のマスの位置とそこに至るまでの経路の両方を覚える条件で成績と戦略を比較した (Cornoldi et al., 2009)。その結果、先天性視覚障害者、晴眼成人の双方から、空間戦略、言語戦略、それらの複合戦略である空間・言語戦略の 3 つの戦略が見出され、最後のマスの位置と経路の両方を覚える条件において、空間戦略と空間・言語戦略を用いている先天性視覚障害者の成績が低下し、言語戦略のみを用いている先天性視覚障害者の成績は低下しなかった (Cornoldi et al., 2009)。また、晴眼成人においても、最後のマスの位置と経路の両方を覚える条件において、空間戦略や空間・言語戦略では成績は低下しなかったが、言語戦略では成績が低下したことから、同じ課題を用いた場合でも、異なる内的探索方略を用いれば、結果が異なることを明確に示した (Cornoldi et al., 2009)。



左側の図では、垂直の中央線で分割したときの、黒マスの位置が一致している数を回答する。左側の図では、正答は 1 となる。右側の図では、水平の中央線で分割したときの、黒マスの位置が一致している数を回答する。右側の図では、正答は 3 となる。

図 1-10 Vanlierde & Wanet-Defalque (2004) で用いた刺激の一例

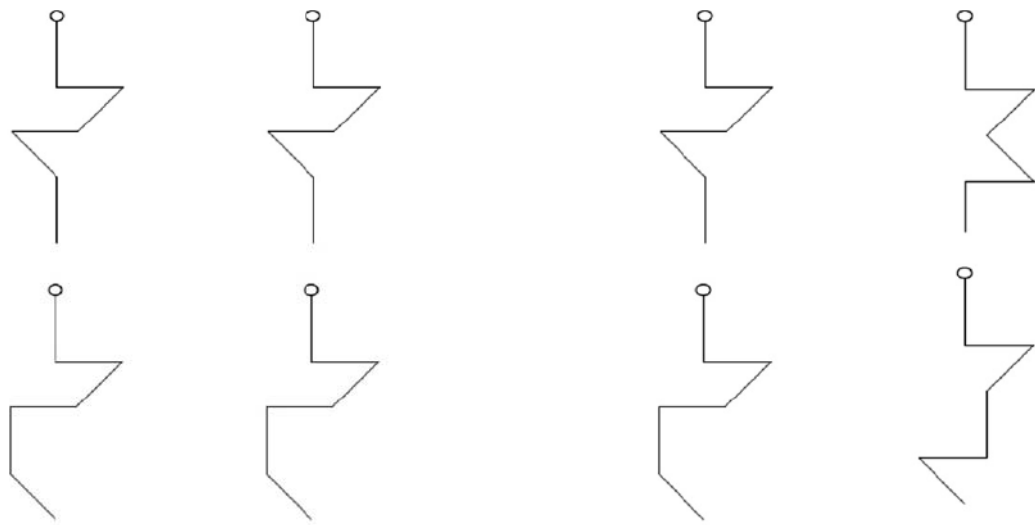




黒いドットは課題のスタート地点を表す

図 1-11 Cornoldi et al. (2009) で用いられたマトリクス刺激

Picard et al. (2010) は、先天性視覚障害者 12 名、後天性視覚障害者 12 名、晴眼成人 12 名を参加者とし、図 1-12 に示したような 2 次元の屈曲線分を用いて実験を行い、4 つの基本戦略とそれらを組み合わせた 5 つの複合戦略を見出した。4 つの基本戦略とは、視覚空間戦略、言語戦略、空間戦略、運動感覚戦略であり、視覚空間戦略のみが視覚的な戦略で、それ以外の 3 つは非視覚的な戦略である (Picard et al., 2010)。戦略の採否には参加者群によって有意差があり、先天性視覚障害者は全員が非視覚的戦略を用いていた一方で、後天性視覚障害者と晴眼成人は視覚戦略と非視覚戦略が混在しており、非視覚的戦略のみを用いた晴眼成人も 3 名いた (Picard et al., 2010)。しかし、用いている戦略には差があったが、屈曲線分を用いた課題成績には差がないことから、同じタスクに対処するためにそれぞれ異なる戦略が用いられており、2 次元の図の認識に視覚経験や視覚イメージが不要であることが示唆された (Picard et al., 2010)。



左側の 2 ペアは同じ刺激のペアであり、右側の 2 ペアは一部が異なっている  
 図 1-12 Picard et al. (2010) で用いられた屈曲線分刺激の一部

Szubielska (2014) は Vanlierde & Wanet-Defalque (2004) とほぼ同じ条件で、先天性視覚障害者 14 名、晴眼成人 14 名を参加者に実験を行い、両者の成績には差がなかったが、やはり用いている内的探索方略には差があり、先天性視覚障害者はマトリクスを叩く戦略と座標戦略を好み、晴眼成人は視覚戦略と座標戦略を用いていることを確認した。

Szubielska & Zabielska-Mendyk (2018) は、先天性視覚障害者 11 名、晴眼成人 11 名を参加者として、図 1-13 に示したように、マトリクスを  $10 \times 10$  マスに拡大して実験を行い、Picard et al. (2010) の戦略分類に沿って、参加者の戦略を 4 種類に分類した。この実験では、晴眼成人は視覚戦略を用いており、先天性視覚障害者は非視覚的、つまり言語的な戦略を用いていた。知覚成績には差が無かったものの、先天性視覚障害者の方がマトリクスに描かれた図形を早く学習していることから、方略の差が知覚結果に影響することが示唆された。

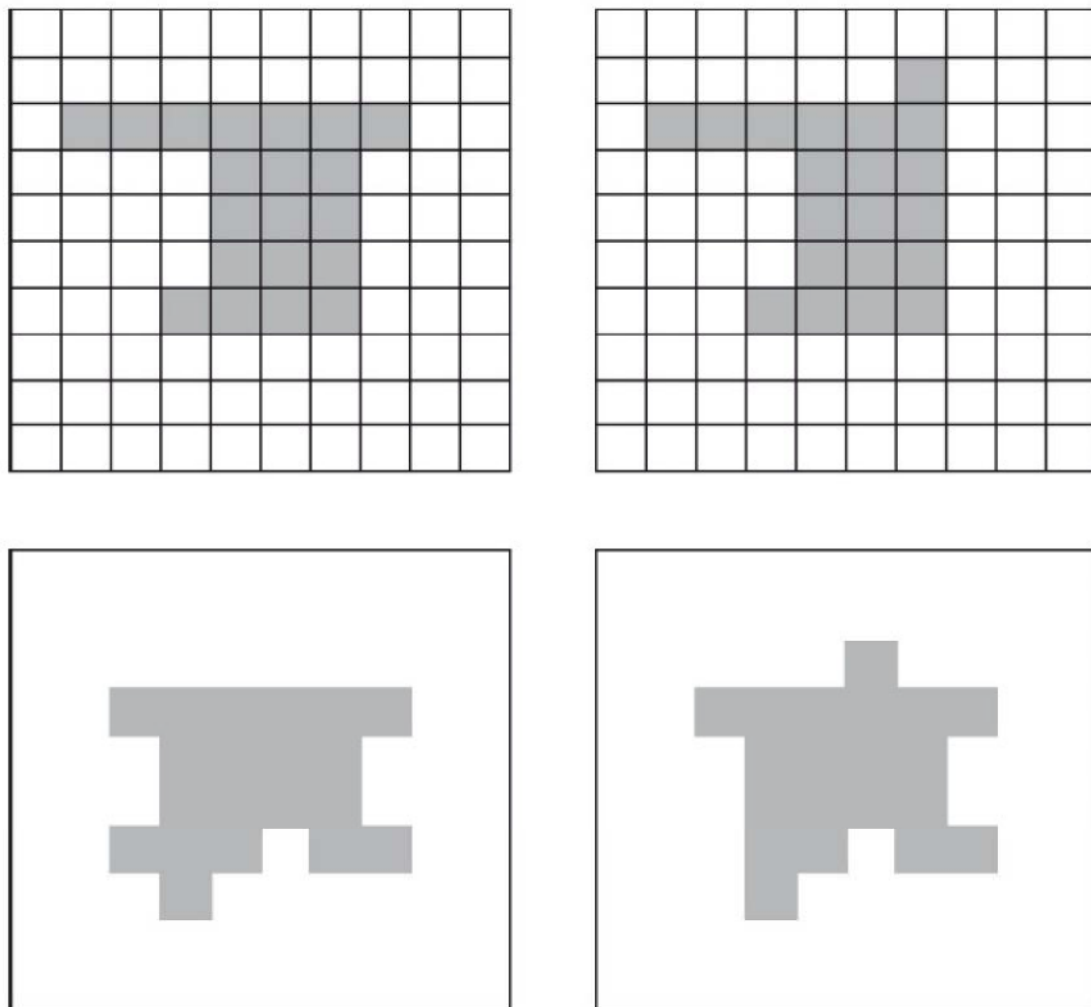


図 1-13 Szubielska & Zabielska-Mendyk (2018) で用いられたマトリクス刺激

以上のように、内的探索方略は、視覚体験を有するか否かだけではなく、課題や参加者の条件により変化しており、方略の差異が知覚の結果に影響することも示されている (Cornoldi et al., 2009 ; Szubielska & Zabielska-Mendyk, 2018)。ここで取り上げた先行研究においては、実験で使用された刺激がマトリクスと屈曲線分だけであり、組み合わせ図形を用いた場合に、どのような方略が自発的に発生するかは不明である。しかし、Lederman & Klatzky (1987) の 8 つの手指動作と同様に、参加者は無計画に手指を動作させているのではなく、明確な意図を持って手指を動作させていることが強く示唆される。また、参加者は自分に好ましい内的探索方略を自発する (Szubielska & Zabielska-Mendyk, 2018) ことに加え、それが成績に影響することもある (Cornoldi et al., 2009) ことから、自発的内的探索方略



の差異が、組み合わせ図形において異なる分節を生じさせる要因となっている可能性も考えられる。しかも、一部の研究 (Picard et al., 2010) では、晴眼成人であっても視覚的戦略を用いているとは限らないことが示されているため、組み合わせ図形を  $\alpha$  型分節に触運動知覚するために有効な非視覚的戦略を特定することで、そこから先天性視覚障害児・者に還元する示唆が得られることが期待できる。このことから、組み合わせ図形の触運動知覚における内的探索方略が、分節を分かť要因となりえるのか、研究 3 および研究 4 にて検討する。

#### 第 4 節 本研究の目的

本章の第 1 節では、視覚障害条件下における触知覚の重要性を確認したうえで、視覚障害者の自立や社会進出の基盤となる触図や触地図、触知案内図を触運動知覚することの重要性について述べた。しかし、これらの重要性に比して、触図などを正しく触運動知覚できない問題を心理学的に解明する研究は不足している。また、触図などに比べて非常に単純な、図形を 2 つ組み合わせた図形ですら、触運動知覚すると、視知覚と同じようには知覚できず、このような知覚の差異を生じる要因がどこにあるのかも不明である。

本章の第 2 節では、組み合わせ図形を刺激として用いた先行研究において、以下の 6 つの要因が、組み合わせ図形の触運動知覚の結果に影響を与えていることを述べた。その 6 つとは、ゲシュタルトの要因、知覚系の差異の要因、視覚体験の要因、重なるの概念の要因、情報入力量と情報処理量の要因、刺激系列の要因であった。しかし、これら要因について検討した先行研究の結果は一致しておらず、 $\alpha$  型分節と非  $\alpha$  型分節を分かť要因とはなりえていないことも確認した。

そこで前節では、Katz (1925) や Gibson (1966)、木村 (1972) の指摘に着目し、触運動知覚における対象との皮膚接触の有無の要因、手指動作の要因、内的過程の要因、以上 3 つの要因について先行研究をレビューし、これらの要因が知覚結果に与える影響を確認した。

しかし、前節で取り上げたこれら 3 つの要因については、組み合わせ図形以外の刺激を用いていることから、組み合わせ図形を刺激として用いた場合に、これらの要因が知覚結果に影響するのかどうかは不明である。

組み合わせ図形の研究においては、組み合わせ図形を構成する円や三角形などの単一図形が正しく触知覚できるにも関わらず、それらを組み合わせた途端に非  $\alpha$  型分節になってしまうことが問題となる (山梨他, 1982)。そして図形はその数を増やし、深く重ねるほど正しく知覚されなくなる (小林, 1969; 坂井・坂尻・半田・清水・大西・村山, 2016)。組み合わせ図形のような記号は触図などにも用いられていることから、それらを正しく触運動知覚できない問題を解決する端緒と

して、まずは 2 つの図形を組み合わせた図形を用いて、研究を積み重ねていく必要があるだろう。

そこで本研究では、単純な幾何学図形を 2 つ組み合わせた図形を触運動知覚すると、視知覚するときとは異なる知覚結果が生じる問題について、前節で示した 3 つの要因、すなわち、触運動知覚における対象との皮膚接触の有無の要因、手指動作の要因、内的過程の要因を研究 1～4 において検討し、それらが組み合わせ図形から生じる  $\alpha$  型分節と非  $\alpha$  型分節とを分かつ要因になっているかどうかを明らかにすることで、視覚障害児・者の教育や支援の場における示唆を得ることを目的とする。

## 第 5 節 理論的枠組み

以上の第 2 節および第 3 節において確認したように、これまでの組み合わせ図形の研究においては、 $\alpha$  型分節と非  $\alpha$  型分節を分かつ可能性がある 3 つの要因、①皮膚接触の有無の要因、②手指動作の要因、③内的過程の要因、について考慮されていない。

刺激図形を組み合わせ図形に限定せずに、触運動知覚に拡大してみた場合、援用の余地があるモデルは 2 つある。その 1 つ目は、近年（例えば Wijntjes, Lienen, Verstijnen, & Kappers, 2008b）でも説明や解釈に用いられている、Lederman et al. (1990) のイメージ媒介モデルである。Lederman et al. (1990) のモデルでは、触運動知覚した物体の表象は、視覚的なイメージを媒介して生じるとされている。しかしこのモデルでは、皮膚接触の有無の要因、手指の動作の要因が考慮されておらず、Katz (1925) 以降の指摘を踏まえることが難しい。

援用の余地がある 2 つ目のモデルとしては、図 1-14 に示した和氣・和氣(1980)の視覚化モデルがある。このモデルは、Vanlierde & Wanet-Defalque (2004) などが視覚化方略を見出す以前から視覚化に着目したモデルであるが、触文字を対象とするものであり、組み合わせ図形を対象とはしていない。しかし、対象と皮膚が触れることによる刺激の受容の要因、運動感覚を内包する手指の動作の要因、視覚化を中心とする内的過程の要因を触文字判読結果に影響するものとして仮定している。

しかも、この和氣・和氣(1980)のモデルは、仮定の後、新編感覚・知覚心理学ハンドブック(大山・今井・和氣, 1994)に掲載され、新編感覚・知覚心理学ハンドブック Part2(大山・今井・和氣・菊地, 2007)においても言及されるなど、触文字という限定された対象を超えた、触運動知覚の一般的な知覚過程を示すモデルとして位置づけられている。そのため、近年の研究(和氣他, 2016)においても、このモデルに依拠した実験結果の解釈がなされている。

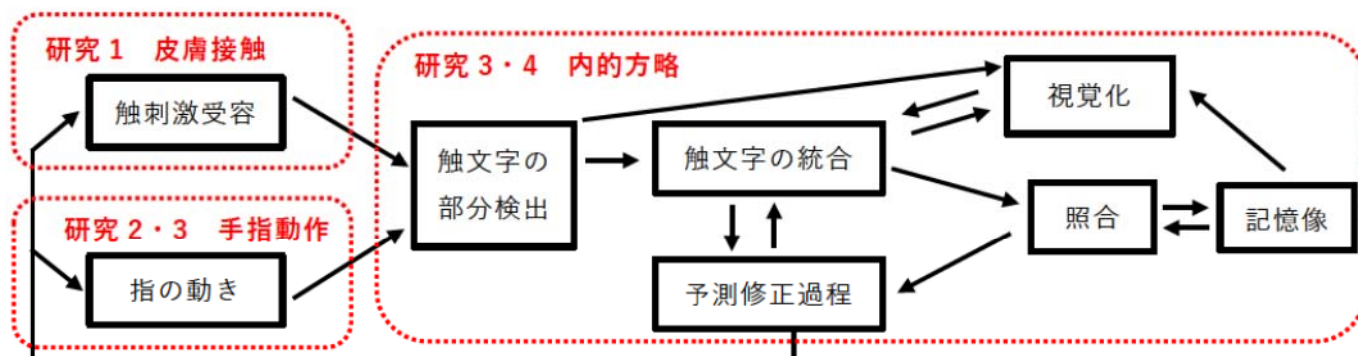


図 1-14 和氣・和氣（1980）の視覚化モデル（赤字、赤点線は筆者が追記）

ただし、この和氣・和氣（1980）のモデルは、実証や修正を経ずに用いられている点に注意が必要である。したがって本研究では、この和氣・和氣（1980）の視覚化モデルを援用しつつ、上記 3 つの要因が分節を規定しているのか、あるいは規定していないのか、研究 1～4 を通して実証的に明らかにする。

## 第 6 節 倫理的配慮

研究 1・2 の参加者に、実験協力段階で研究趣旨、実験方法、参加の自由意思の確認と拒否しても不利益とならないこと、個人情報保護、データの取り扱い、学会での成果発表について書面で説明し、併せて、実験の直前においても同様の確認を行い、同意を得られた場合にのみ研究参加者として、実験を実施した。本研究は弘前大学教育学部倫理委員会の承認を得て実施した。

研究 3・4 の参加者に対して、実験協力段階で研究趣旨、実験方法、参加の自由意思の確認と拒否しても不利益とならないこと、個人情報保護、データの取り扱い、学会での成果発表について口頭で説明し、併せて、実験の直前においても同様の確認を行い、同意を得られた場合にのみ研究参加者として、実験を実施した。



## 第 2 章 外的要因の検討

### 第 1 節 組み合わせ図形に触れる必要はあるか（研究 1）

#### 第 1 項 目的

触知覚を体系的に研究しようと試みた最初の研究者の 1 人である D.Katz は、触知覚における対象との皮膚接触と、接触した皮膚、特に手指の動作の重要性を指摘している（Katz, 1925 ; Fernandes & Albuquerque, 2012）。

これらの要因の中で、皮膚接触の有無の要因については、触覚絵を用いた類似の研究において、手袋をはめて皮膚を接触させない方が、知覚成績が良いという報告もなされている（Klatzky et al. , 1993）。しかし、実際の生活場面において、手袋をはめた方が触運動知覚の結果が良くなる、という結果になるとは考えにくい。第 1 章で述べたように、手袋をはめた条件よりも成績が悪いことを示すデータは、Magee & Kennedy (1980) のみであり、なによりも、触運動知覚する対象に皮膚に触れるかどうかは、重要な要因であるにもかかわらず、この点を直接比較した実験は管見の限り見当たらない。研究 1 では、皮膚接触の有無の要因について、組み合わせ図形を刺激図形として検討するとともに、この要因が  $\alpha$  型分節と非  $\alpha$  型分節を分かつ要因となりえるのか検討する。

#### 第 2 項 方法

##### 参加者

晴眼成人 10 名。いずれも大学生・大学院生で年齢の中央値は、21 歳であった。参加者本人の申告では、組み合わせ図形の触運動知覚経験は全員なかった。参加者 10 名を 2 群に分け、指の接触条件（以下、一本指条件と記載）を 5 名、非接触条件（以下、ペン条件と記載）を 5 名とした。参加者全員の視力は正常、もしくは正常に矯正されており、手指の運動機能は正常であった。参加者は全員右利きであった。

##### 提示図形

図 2-1 の 6 種類の組み合わせ図形 DS・DD・CC・SS・CD・CS を提示した。各組み合わせ図形は、図 2-1 に黒線で示した部分を線幅 3mm になるよう、厚さ 4mm の捺印マット (KOKUYO 捺印マット業務用 IP-903N) から切り出した、一辺 21cm の正方形台紙中央部に配置して固定し、凸部分とした。組み合わせ図形 CC・SS・CD・CS については、個々の図形の中心点を近づけるほど非  $\alpha$  型分節を導きやすい（後藤, 1982）ことから、これを避けるため、一方の基本図形の線分がもう一方の基本図形の中心点を通過するよう組み合わせた。これまでの組み合わせ図形の触運動知覚研究では、立体コピー（例えば、郷家他, 1985 など）や点図（例えば、木村, 1972 など）が用いられることが多かった。しかし、立体コピーや点図を用い

た場合には、凸部とする線分の高さが低く、刺激として不十分で、ペン条件で地と図の区別がなされないことが予想されたため、Cecchetto & Lawson (2015) を参考に、高さを 4mm とした。組み合わせ図形を構成する正円、正三角形、正方形の 1 辺または直径は 8cm とした。ただし、組み合わせ図形 DS は、正三角形と正方形を交差させるため、正三角形の一辺を 10.5cm とした。

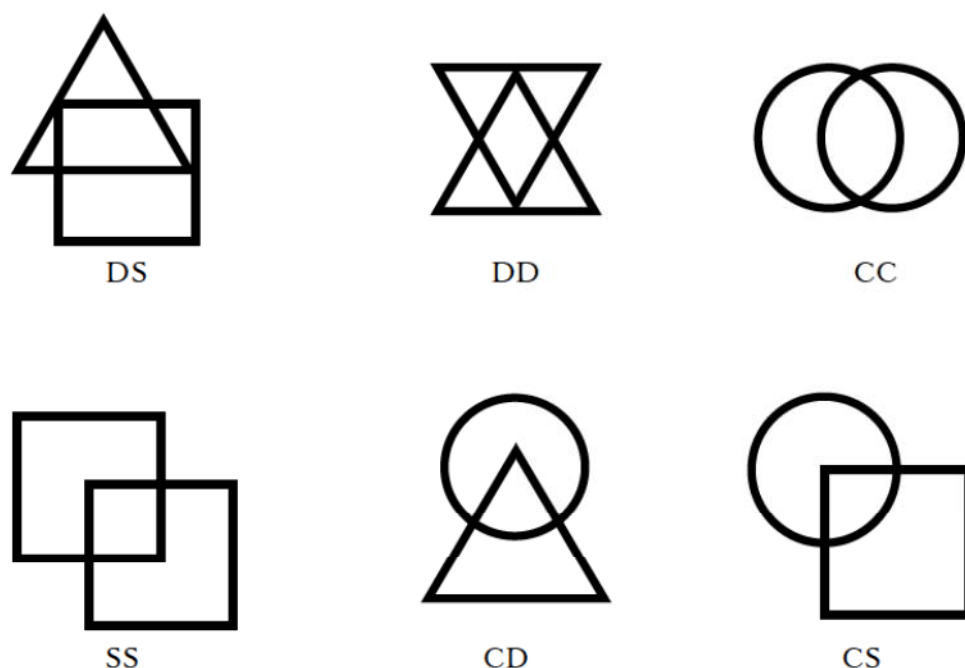


図 2-1 刺激として用いた組み合わせ図形

#### 手続き

実験は 1 名ずつ個室で個別に行われた。参加者は全員アイマスクを着用した。一本指条件群は利き手の人差し指で、ペン条件群は利き手に持った軸先（PILOT 宛名書きペン MNA-12M-B）で、提示図形を触運動知覚した。このペンはキャップ、軸ともにプラスチック製であり、ゴムのように摩擦力を増加させるようなものは装着されていなかった。全参加はアイマスク着用後、練習試行として、提示図形を切り出した捺印マットと同型の捺印マットから切り出した長さ 10cm の直線を指またはペンで触運動知覚した。その後本試行として、1 つの提示図形について、図形の提示、制限時間 3 分以内の自由な探索、結果の言語による内観報告、結果の確認、以上 4 つの手続きを行った。図形の提示に際し、「どんな形であったか。」報告するよう教示した。図形の提示順序はランダムとした。所要時間は、参加者が最初に提示図形に触れた時間を開始時間とし、結果の言語による内観報告がなさ

れた時点の経過時間、または 3 分経過時点のいずれかを記録した。知覚結果が  $\alpha$  型分節であるか、非  $\alpha$  型分節であるかを問わず、フィードバックは行わなかった。

#### 記録と分析

参加者の手指の動作と結果の内観報告は、すべてビデオカメラで記録し、これを分析対象とした。

#### 第 3 項 結果

一本指条件では  $\alpha$  型分節が 25 回、非  $\alpha$  型分節が 5 回出現した（表 2-1）。ペン条件では、 $\alpha$  型分節が 5 回、非  $\alpha$  型分節が 25 回出現した。条件間の分節出現数について、 $\chi^2$  検定を行ったところ、一本指条件では有意に  $\alpha$  型分節が多く、ペン条件では有意に非  $\alpha$  型分節が多かった（ $\chi^2=24.067$ ,  $df=1$ ,  $p < 0.001$ ）。

表 2-1 条件ごとの分節出現数

	$\alpha$ 型分節	非 $\alpha$ 型分節
一本指	25	5
ペン	5	25

組み合わせ図形 1 枚あたりに要した探索時間の平均値は、一本指条件が 80.93 秒（SD = 50.52）、ペン条件が 159.67 秒（SD = 36.37）であった（表 2-2）。探索時間の平均についても、条件間の探索所要時間の平均値に差が見られ（ $t=6.928$ ,  $df=58$ ,  $p < 0.001$ ）、ペン条件の探索時間が長かった。

表 2-2 条件ごとの探索所要時間の平均と標準偏差（秒）

	平均	標準偏差
一本指	80.933	50.518
ペン	159.667	36.374

一本指およびペンの 2 条件と、提示図形 6 種類ごとの分節出現数について、分散分析を行った（表 2-3）。その結果、図形の種類の効果は  $F(5, 48)=1.694$ 、および、交互作用は  $F(5, 48)=0.471$  で、どちらも有意ではなく、一本指/ペン条件の主効果のみ  $F(1, 48)=47.059$  で、有意であった（ $p < 0.001$ ）。



表 2-3 組み合わせ図形ごとの $\alpha$ 型分節出現数

	DS	DD	CC	SS	CD	CS
一本指	3	3	5	4	5	5
ペン	0	1	1	0	1	2

以上から、触運動知覚においては、指を提示図形に直接接触させることが結果に影響していることが示唆され、探索時間を長くしただけでは、指の接触と同等の知覚結果は得られないことが明らかとなった。

#### 第4項 考察

本研究では、先行研究において矛盾が生じている皮膚接触の要因について、直接比較し、皮膚接触の要因が組み合わせ図形における分節を分かつ要因となっているかについて明らかにすることを目的とした。

実験では、一本指条件とペン条件を設定し、組み合わせ図形を制限時間内で自由に触運動知覚してもらい、 $\alpha$ 型分節の発生数、非 $\alpha$ 型分節の発生数、提示図形ごとの探索所要時間を測定した。その結果、 $\alpha$ 型分節の発生数は一本指条件では30回中25回で、その割合は83.33%であった。ペン条件では30回中5回で、その割合は16.67%であった。探索所要時間の平均値は、一本指条件が80.93秒で、ペン条件が159.67秒であった。また、図形による $\alpha$ 型分節と非 $\alpha$ 型分節の発生数に差は無かった。したがって、暫定的に皮膚接触の有無の要因が、組み合わせ図形の触運動知覚における、異なる結果を生じさせる最初の要因になっていると考えることができる。

従来の研究では、実験の一部として一本指条件が設定されたり、手袋をはめて一本指で探索したりする条件が設定されていたが、皮膚接触の要因が直接比較されてはいなかった。本研究の結果は、触運動知覚する対象に皮膚を直接接触させた方が $\alpha$ 型分節の発生数が多く、手袋をはめた場合よりも成績が良いとする Loomis et al. (1991) や中島他 (2010) の結果を支持する知見を提供したといえる。

本研究における一本指条件の $\alpha$ 型分節発生率は、両手で組み合わせ図形を探索させた木村 (1972) の100%や、望月 (1976) の85%ともほぼ一致しており、両手でも、片手でも、一本指でも、分節の発生率は変わらない (梅津・鳥居, 1965) とする知見とも一致する。このことから、皮膚の接触面積の大小よりも、皮膚接触そのものが重要であると考えられる。したがって Magee & Kennedy (1980) の正答率の低さは、皮膚の接触の有無の影響ではなく、Magee & Kennedy (1980) には記載されていない要因が影響していた可能性が高い。その要因の正体は推測するしかないが、使用された図形を描く線が、他の研究と比較して細く、その高さ

も低いもので、知覚しにくいものであった可能性が考えられる (Wijntjes et al., 2008a)。あるいは、提示図形の親近性は知覚結果に影響する (Fernandes & Albuquerque, 2012) ため、Magee & Kennedy (1980) で用いた触覚絵の一部、例えば、王冠、ゴブレット、白鳥などは、参加者にとって親近性の薄いものだったのかもしれない。本研究の目的は、Magee & Kennedy (1980) を含む先行研究の矛盾を解決するために実施されたものであり、Magee & Kennedy (1980) の正答率の低さを推測することを主目的とはしていないため、ここではこれ以上の議論は行わない。

先述の通り、本研究における一本指条件の $\alpha$ 型分節発生率は、木村 (1972) や望月 (1976) とほぼ一致しており、結果は妥当なものであると言えよう。本研究の一本指条件の結果が、両手条件や片手条件と変わらないことから、ペン条件での成績低下や探索所要時間の延伸は、皮膚の接触面積に起因するものではなく、皮膚を接触させないことに起因すると考えることができる。

Klatzky et al. (1993) では、2次元の触覚絵以外にも、野球のボールやティーポットなど、身近な具体物を刺激として用いており、これらの具体物が素早く、正確に知覚される理由として、皮膚の接触をあげている。同様に、Lawson & Bracken (2011) は 3D プリンタで作成した身近な具体物を刺激として用いた場合、指先のやわらかい皮膚を接触させることが効率的な触覚知覚につながると指摘している。皮膚の接触は、手指が具体物に触れる際に対象の形に即した 3 次元的な圧覚の変化を生じ、それによって具体物の知覚を促進する (Klatzky et al., 1993)。この知見は、本研究のような 2 次元の図を用いた場合でも、拡張できる可能性がある。本研究で用いた組み合わせた図形は、線幅が 3mm であり、高さは 4mm であった。したがって、縦・横の 2 次元的な広がりに加えて、高さという 3 次元的な空間の広がりを持つ。例えば付箋紙などの具体物であっても、本研究の組み合わせた図形よりも縦・横の長さが小さく、高さが低い具体物もある。ペン自体が変形不可能であることに対して、指は一本であっても対象に即して変形する。それが指頭という限られた面積だとしても、3 次元的な広がりを持つ組み合わせた図形に即した圧覚の勾配を感じ取ることができる。このような利点が指条件の $\alpha$ 型分節の発生率を高め、一方のペン条件の $\alpha$ 型分節の発生率を低下させたと考えられる。

Klatzky et al. (1993) は、身近な具体物を触運動知覚する際に複数本の指を用いることの利点として、1 本指と比較した場合、複数の指が探索を誘導する役割を果たしている可能性があることも指摘している。また、中島他 (2010) は、触覚知に類似する状況として視野を制限した場合、視野内に余白が見えるかどうかの結果に影響を与えることを報告している。どちらも本研究と条件は異なるものの、本研究の一本指条件においては、指頭の 1cm 四方の空間において、組み合わせた図形を構成する線分と、余白に相当する何もない空間の両方が同時に知覚される。一方

のペン条件では、組み合わせた図形を構成する線分の刺激だけがペンを通じて参加者に伝わり、余白に相当する何もない空間の情報は伝わらない。または、組み合わせた図形を構成する線分を離れると、何もないということだけが参加者に伝わり、同時に線分を知覚することができない。余白は、線分がどこまで続いているのかを知覚させ、連続性は誘導や予測にも関係する。したがって、一本指条件とペン条件で組み合わせた図形に接触する面積は同じであったとしても、皮膚から受ける情報が減少していることが、 $\alpha$ 型分節の発生率を低下させたと考えられる。

以上のことから、皮膚を直接組み合わせ図形に接触させることの優位性が確認された。研究 1 の結果から、和氣・和氣（1980）のモデルにおいて仮定されている皮膚接触の有無の要因が、組み合わせ図形の触運動知覚において、 $\alpha$ 型分節と非 $\alpha$ 型分節という異なる触運動知覚結果を生じさせる最初の要因になっている、と暫定的に提案することも可能である。

しかし、一本指条件で $\alpha$ 型分節の発生率が高かったことは、一本指条件とペン条件で全く異なる動作をしている、または、組み合わせ図形の全く異なる場所を触っていることが原因であるかもしれない。和氣・和氣（1980）のモデルにおいては、研究 1 で検討した皮膚接触の有無の要因のほかにも、手指動作の要因も、触運動知覚の結果に影響することが仮定されている。したがって、皮膚接触の有無の要因が分節を分かち要因であると確定する前に、動作と触っている場所の違いが分節の差を生じているのか、研究 2 で検討する。

## 第 2 節 組み合わせ図形のどこに触るべきか（研究 2）

### 第 1 項 目的

研究 1 では、組み合わせ図形の触運動知覚において、皮膚接触の有無の要因が $\alpha$ 型分節に知覚することを促進していることを示す結果が得られた。しかしこの結果は、一本指条件とペン条件における動作の差異や、その動作の差異が生じる運動感覚の差異によるものであるのかもしれない。そこで研究 2 ではこの点を明らかにすることを目的とする。そのために、研究 1 で得られたデータをさらに詳細に分析し、動作の差異を特定する指標として、指やペンが組み合わせ図形のどこに触れているのか特定し、解析する。

また、第 1 章で述べたように、身近な具体物を触運動知覚する場合には、8 種類の動作が現れ、それぞれの動作が対象の属性に対応することが明らかになっている（Lederman & Klatzky, 1987）。しかし、2 次元の図形を探索する場合には、その形を捉えるために、手指の動作のほとんどは Contour Following、つまり輪郭たどりとなってしまう（大内他, 1994；大内・中田, 1999；Wijntjes et al., 2008a）、組み合わせ図形の輪郭をたどっているにもかかわらず $\alpha$ 型分節に知覚できない、



という問題を解決することができない。この問題解決の端緒として、志村（1988）は交差点通過割合が高いほど $\alpha$ 型分節に知覚する、という仮説を提案している。この仮説には、交差点を通過させるように手指を誘導して動作されても非 $\alpha$ 型分節が生じる場合がある（長尾他, 2005）との反論もある。そこで研究2では、研究1のデータを用いて、志村が仮定した交差点通過割合という動作指標が、組み合わせ図形の分節を分かち要因になっているのかどうかについても検討する。

## 第2項 方法

研究1の参加者が組み合わせ図形を探索しているVTRから、約0.3秒ごと（10フレームごと）に画像を切り出し、計21,711枚の画像を得た。得られた画像を1枚ずつ、組み合わせ図形を構成しているどの線分を触っているのかによって分類した。分類は、図2-2に示すように、まず1つの線分を、線分の外側、線分の上側、線分の内側の3種類に分類した。

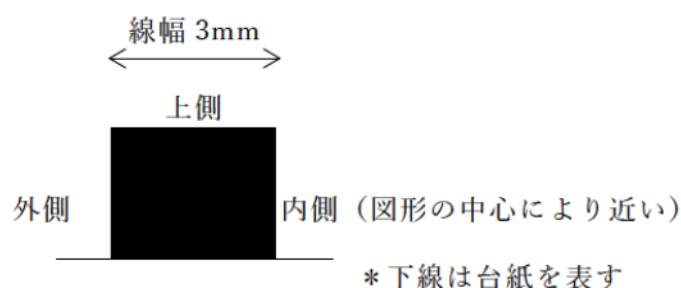


図 2-2 線分の外側、上側、内側の分類

次に、図2-3に示すように、組み合わせ図形の中心に対してより外側にある線分、より内側にある線分、線分と線分が交差する交差点の3種類に分類した。



点 線：外側にある線分

実 線：内側にある線分

交差点：線分と線分が交差する点（この図形では赤矢印の示す 2 か所）

図 2-3 組み合わせ図形 SS におけるより外側にある線分の例示

したがって分類は、

1. より外側にある線分の外側部分（以下、外外と記載）
2. より外側にある線分の上側部分（以下、外上と記載）
3. より外側にある線分の内側部分（以下、外内と記載）
4. より内側にある線分の外側部分（以下、内外と記載）
5. より内側にある線分の上側部分（以下、内上と記載）
6. より内側にある線分の内側部分（以下、内内と記載）
7. 交差点の外側部分（以下、交外と記載）
8. 交差点の上側部分（以下、交上と記載）
9. 交差点の内側部分（以下、交内と記載）

以上の通り、3 種類×3 種類の 9 種類となったが、線分に触れていない画像もあったことから、これをその他として分類し、合計 10 種類の場所に分類した。

以上の分類に基づいて研究 2 では、一本指条件で  $\alpha$  型分節に知覚した群、一本指条件で非  $\alpha$  型分節に知覚した群、ペン条件で  $\alpha$  型分節に知覚した群、ペン条件で非  $\alpha$  型分節に知覚した群、以上 4 群の接触場所を比較した。

さらに、切り出した画像に基づいて、志村（1988）が提案した交差点通過割合について、交差点に差し掛かった回数を分母とし、交差点を通過した回数を分子として交差点通過割合を算出した。この算出結果と、分節の結果を併せ、交差点通過割合が分節を分かち要因となっているか検討した。

### 第 3 項 結果

一本指条件で  $\alpha$  型分節となったもの（ $n=5,113$ ）、一本指条件で非  $\alpha$  型分節となったもの（ $n=2,195$ ）、ペン条件で  $\alpha$  型分節となったもの（ $n=1,618$ ）、ペン条件で非  $\alpha$  型分節となったもの（ $n=12,785$ ）、以上の 4 群について、それぞれ指・ペンが

触れた場所を要因として分散分析を実施し、Ryan 法による多重比較を実施した。  
また、4つの群の結果について、10種類の場所に触れた割合を図2-4に示した。

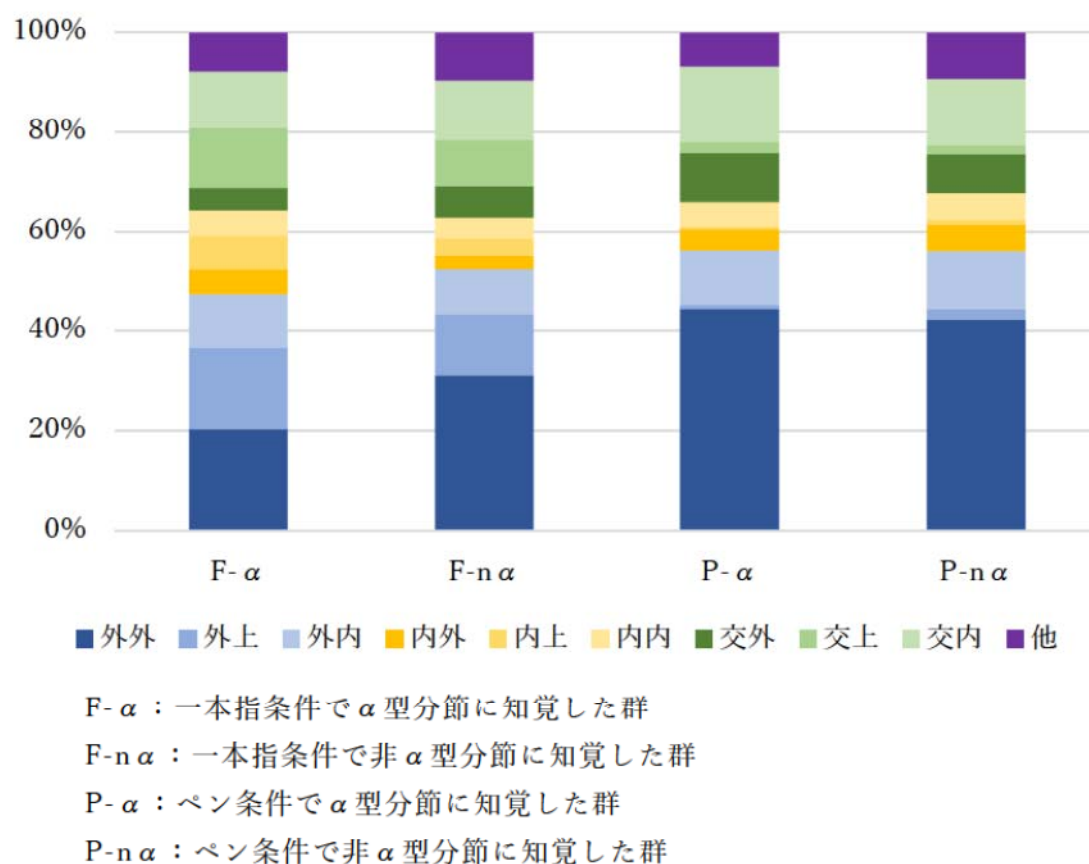


図2-4 4つの群ごとの触れた場所の割合

分散分析の結果、一本指条件で $\alpha$ 型分節となった群は、場所の主効果が $F(9,240)=8.220$ で、有意であった( $p < 0.001$ )。多重比較では、図2-5に示したように、外外が外内、内外、内上、内内、交外、交上、交内、他より有意に多く、外上が内外、内上、内内、交外、他より有意に多く、交上が内外、内内、交外より有意に多かった( $p < 0.05$ )。



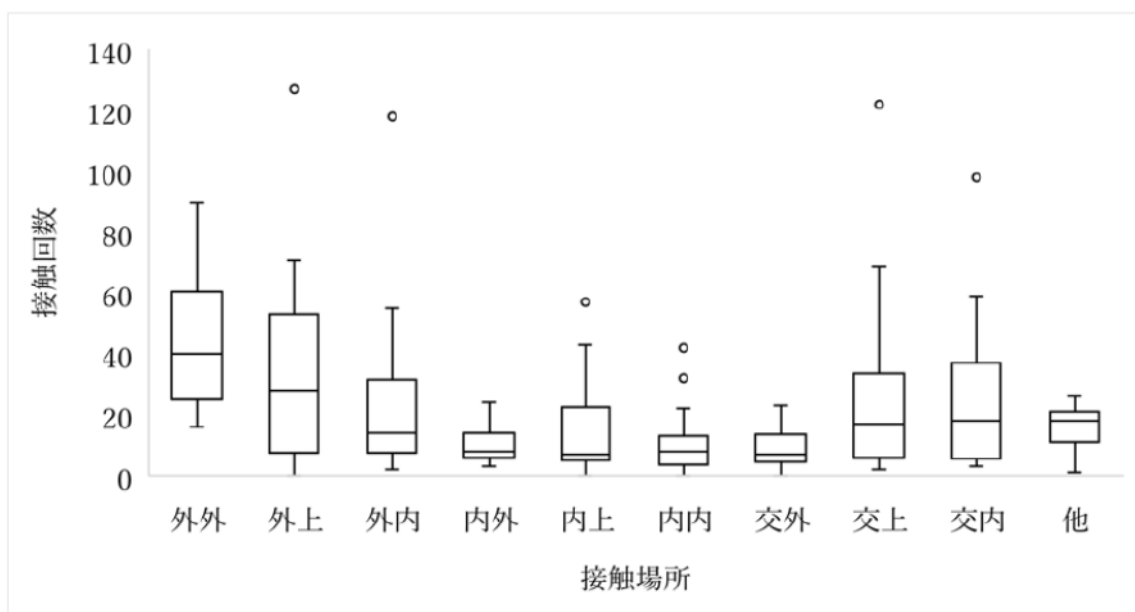


図 2-5 一本指条件で $\alpha$ 型分節となった群の接触回数

一本指条件で非 $\alpha$ 型分節となった群は、場所の主効果が  $F(9,40)=4.522$  で、有意であった ( $p < 0.001$ )。多重比較では、図 2-6 に示したように、外外が他のすべての場所よりも有意に多かった ( $p < 0.05$ )。

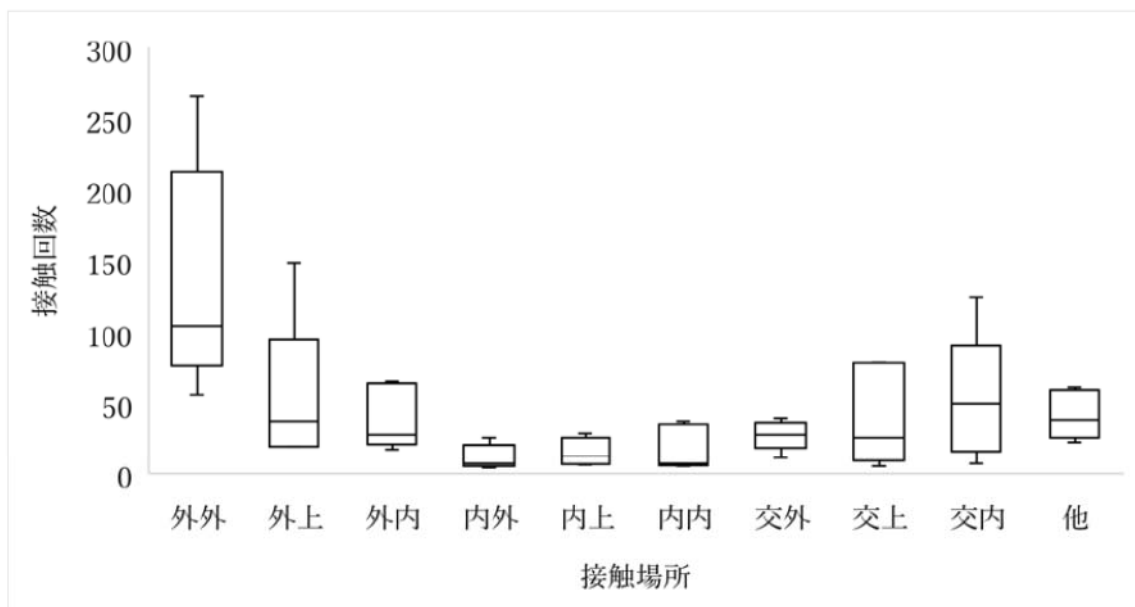


図 2-6 一本指条件で非 $\alpha$ 型分節となった群の接触回数

ペン条件で $\alpha$ 型分節となった群は、場所の主効果が  $F(9,40)=12.361$  で、有意であった ( $p < 0.001$ )。多重比較では、図 2-7 に示したように、外外が他のすべての

場所よりも有意に多かった ( $p < 0.05$ )。

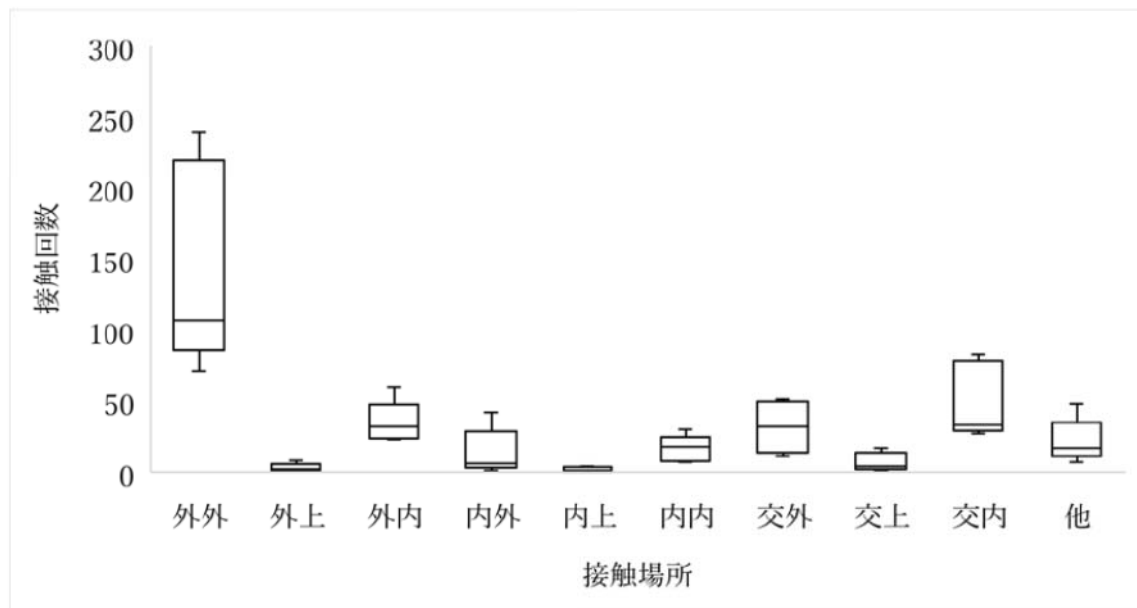


図 2-7 ペン条件で  $\alpha$  型分節となった群の接触回数

ペン条件で非  $\alpha$  型分節となった群は、場所の主効果が  $F(9,40)=110.073$  で、有意であった ( $p < 0.001$ )。多重比較では、図 2-8 に示したように、外外が他のすべての場所よりも有意に多く、外内が外上、内外、内上、内内、交上よりも有意に多く、交外が外上、内上、交上よりも有意に多く、交内が外上、内外、内上、内内、交外、交上よりも有意に多く、他が外上、内上、交上よりも有意に多かった ( $p < 0.05$ )。

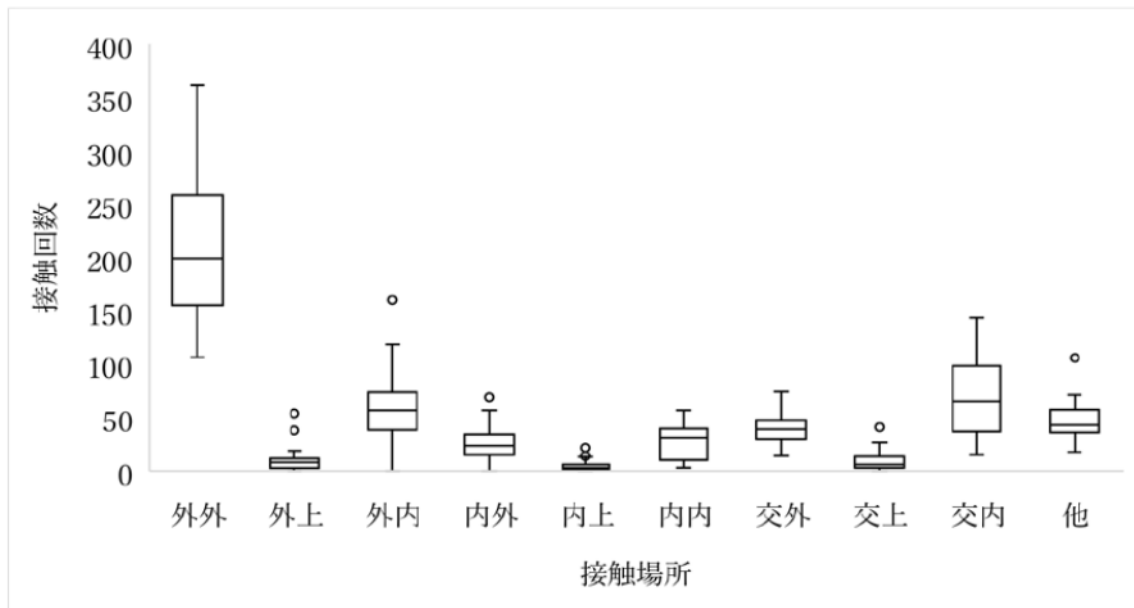


図 2-8 ペン条件で非 $\alpha$ 型分節となった群の接触回数

以上の結果から、条件および分節にかかわらず、組み合わせ図形の中心から外側にある線分の外側を多く触る傾向が見出された。

一本指条件で $\alpha$ 型分節に知覚した群に特有の動作としては、外上と交上が内外等の一部の場所よりも多く触られていることがわかった。しかし、この2か所を多く触る動作がなくとも、ペン条件においては組み合わせ図形を $\alpha$ 型分節に知覚することができていた。

一本指条件で非 $\alpha$ 型分節に知覚した群に特有の動作としては、外外を触る動作がそれ以外の場所を触る動作よりも多かった。しかしこの動作は、ペン条件で $\alpha$ 型分節に知覚した群の動作と同様であった。ペン条件で非 $\alpha$ 型分節に知覚した群の動作は、外内、交外、交内、他がそれぞれ外上等の一部の場所よりも多く触られていた。しかし、一本指条件において非 $\alpha$ 型分節に知覚した群の結果とは、動作の傾向が異なっていた。

したがって、大内他（1994）、大内・中田（1999）、Wijntjes et al.（2008a）の結果を踏まえて、Lederman & Klatzky（1987）の輪郭たどり動作をさらに細分化し、組み合わせ図形のどこを触っているのかを分析したが、分節に特有の動作を見出すことは難しいことがわかった。

次に、志村（1988）に基づいて、交差点通過割合を分析した。志村（1988）は、 $\alpha$ 型分節に知覚するために必要な交差点通過割合を40%以上と仮定している。本研究における交差点通過動作について、4つの群ごとに、交差点への差し掛かり回数、交差点の通過回数、交差点通過割合、その最小値、最大値をまとめたものが、



表 2-4 である。この表 2-4 に基づいて、志村の指標について検討した結果、以下に示す 3 つの矛盾が生じることがわかった。

表 2-4 各群の交差点通過割合とその最大値、最小値

条件	分節	差掛り	通過	割合	最小値	最大値
指	$\alpha$ 型分節	806	361	44.79%	0.00%	75.00%
	非 $\alpha$ 型分節	346	109	31.50%	6.12%	54.55%
ペン	$\alpha$ 型分節	225	48	21.33%	11.76%	30.59%
	非 $\alpha$ 型分節	1,456	241	16.55%	0.00%	37.21%

第 1 に、志村（1988）の指標においては、 $\alpha$  型分節に知覚するために必要な交差点通過割合は 40%以上であるが、これを満たしているのは一本指条件で  $\alpha$  型分節に知覚した群だけであった。しかし、ペン条件で  $\alpha$  型分節に知覚した群は、交差点通過割合が 21.33%であるにもかかわらず、組み合わせ図形を  $\alpha$  型分節に知覚していた。

第 2 に、交差点通過割合の最小値を見ると、一本指条件においては、交差点通過割合が 0%であっても、 $\alpha$  型分節に知覚する場合がある。同様に、ペン条件においても、最小値は 11.76%であり、どちらの最小値も、志村（1988）の示す 40%以上という基準を下回っている。

第 3 に、交差点通過割合の最大値を見ると、一本指条件においては、54.55%の割合であっても非  $\alpha$  型分節に知覚していた。同様に、ペン条件では、交差点通過割合の最大値が 30.59%でも、 $\alpha$  型分節に知覚していた。これらの数値は、志村（1980）の示す指標以上の割合でも非  $\alpha$  型分節に知覚していること、そして、指標以下の割合でも  $\alpha$  型分節に知覚していることを示している。

以上から、志村（1980）の指標については、少なくとも本研究の条件においては当てはまらないことがわかった。

#### 第 4 項 考察

2 次元の図形を探索する場合には手指の動作のほとんどは Contour Following となってしまう（大内他, 1994；大内・中田, 1999；Wijntjes et al., 2008a）ため、研究 2 では、指やペンの接触箇所を特定し、それらを分類・分析することで、手指の動作が分節を分かち要因になっているのか検討することを目的とした。また、志村（1988）が仮定した、 $\alpha$  型分節に知覚するためには手指動作において交差点通過割合が 40%を超える必要がある、という仮説について検証することを第 2 の目的とした。

結果の分析から、 $\alpha$ 型分節と非 $\alpha$ 型分節という異なる分節を生じさせる要因となるような一貫した動作を見出すことは難しいことが明らかとなった。また、志村（1988）が仮定した指標についても、研究 2 の条件では当てはまりが悪く、3 つの矛盾点が生じてしまうことから、交差点通過割合が分節を分かつ要因であると考ええることも難しかった。

一本指条件で $\alpha$ 型分節に知覚した群の動作は、外上と交上が内外等の一部の場所よりも多く触られていることが特徴的であった。この 2 つの動作を $\alpha$ 型分節に知覚するための要因とするためには、ペン条件で $\alpha$ 型分節に知覚した群においても、同様の動作が多く発生している必要がある。しかし、ペン条件で $\alpha$ 型分節に知覚した群の動作は、外外のみが他の場所に対して多く触られていた。したがって、 $\alpha$ 型分節に知覚するための動作を 1 つに絞り込むことは難しい。仮に、 $\alpha$ 型分節に知覚するための動作パターンが複数あるとしても、ペン条件で $\alpha$ 型分節に知覚したときの動作は、一本指条件で非 $\alpha$ 型分節に知覚した群の動作と同様であり、特定の動作が $\alpha$ 型分節と非 $\alpha$ 型分節という差異を生じさせる要因になっているとは考えにくい。

特有の動作が分節に影響するものではないという本研究の知見は、志村（1988）が示した交差点通過割合に関する指標が、本研究の結果に当てはまらないことから支持される。結果に示したように、この指標については、3 つの矛盾が生じていたことから、交差点を通過する動作を $\alpha$ 型分節と非 $\alpha$ 型分節を分かつ要因にはできない。ただし、分節の結果に影響するものではないが、手指の動作と交差点通過割合には、一定の対応関係があると考えられる。例えば、一本指条件で組み合わせ図形を $\alpha$ 型分節に知覚した群では、交差点通過割合が 44.79% で最も高かった。この群の動作は、交上が内外、内内、交外よりも多く触られていることから、交差点通過割合と動作が対応していると言える。反対に、ペン条件で非 $\alpha$ 型分節に知覚した群の交差点通過割合が 16.55% と最も低くなっているのは、この群の動作は、外内、交外、交内、他が、それぞれ交上等の交差点を通過する際に触れざるを得ない場所よりも多く触られていたことと対応している。つまり、知覚の結果が $\alpha$ 型分節であったか、非 $\alpha$ 型分節であったか、という点を無視した場合には、組み合わせ図形のどこを触っているかという指標と、交差点通過割合の指標には相応の対応関係が見て取れる。しかし、これらの外的な動作が、分節という知覚結果とは対応していないことから、やはり特定の動作が $\alpha$ 型分節と非 $\alpha$ 型分節とを分ける要因になっているとは考えられない。

本研究のような組み合わせ図形を用いた触運動知覚課題において、同じ動作をしていても、その結果が異なるというデータは過去にも報告されている（長尾他, 2005）。一本指条件で非 $\alpha$ 型分節に知覚した群と、ペン条件で $\alpha$ 型分節に知覚した群は、同様の動作をし、同様の運動感覚を得ているにも関わらず、知覚の結果は $\alpha$

型分節と非 $\alpha$ 型分節に分かれていた。この結果は、参加者の指を実験者が動作させて、全く同じ動作を生じさせて参加者に組み合わせ図形を触知覚させた場合であっても、 $\alpha$ 型分節に知覚する参加者と、非 $\alpha$ 型分節に知覚する参加者が混在していた、という長尾他（2005）の報告と一致している。この長尾他（2005）の報告は、参加者の指を実験者が動作させているものであるが、研究 2 の結果は、参加者自身が指を自由に、能動的に動作させる場合であっても、特定の動作やその動作が生む運動感覚が結果を左右するものではない、ということを初めて明らかにしたものである。

このように、外的な動作が知覚の結果に影響していないとするならば、結果に影響を与えている要因として、内的な探索方略を考慮せざるを得ないだろう。和氣・和氣（1980）は、触文字判別の過程を、皮膚接触の有無の要因、運動感覚を内包する手指動作の要因、内的探索方略の要因、以上 3 つの要因から成り立つと仮定している。このモデルでは、これらの 3 つの要因は並列に扱われ、特定の要因が結果に影響を与えるものとして重み付けされてはいない。しかし研究 2 の結果からは、第 1 に、手指動作の要因は、組み合わせ図形の分節には影響していないと考えられる。第 2 に、手指動作の要因が分節に影響する可能性が低いことから、研究 1 で分節を分かť要因とすることを保留した皮膚接触の有無の要因について、分節を分かť要因である可能性が高まったと考えられる。第 3 に、研究 1・2 では未検討の内的探索方略の要因について、分節に対する影響を検討する必要があると言える。内的探索方略が結果に強く影響しているならば、長尾他（2005）の結果も、手指動作や、動作が生む運動感覚ではなく、内的探索方略の要因が影響したものであると解釈できる。したがって、残された内的探索方略の要因について、参加者から直接内観を取り出し、検討する必要がある。

他方、参加者が提示された組み合わせ図形を $\alpha$ 型分節に知覚するか、非 $\alpha$ 型分節に知覚するかにかかわらず、全体的な動作の特徴として、組み合わせ図形の外側を有意に多く触る傾向が本研究によって初めて確認された。この点については、触運動知覚した図形の模写する課題において、提示した図形の外側から中心に向かって描画が進められるという求心的実行原理が、本研究においても発現していると考えられる（Bouaziz, Russier, & Magnan, 2005）。Bouaziz et al. (2005) では、先天性視覚障害児とアイマスクをした晴眼児童において、求心的実行原理の影響が確認されている。したがって、アイマスクをした晴眼成人であっても、このような原理の影響を受け、外側から図形の中心に向かうような動作が生じた可能性がある。ただし、研究 2 では、このような推測を裏付ける参加者の内観を得てはいないことから、和氣・和氣（1980）のモデルに基づいて、Picard et al. (2010) などと同様に、参加者の内観を積極的に取り出し、内的探索方略が分節を分かť要因となっているのかどうか、検討する必要があるだろう。



## 第 3 章 内的要因の検討

### 第 1 節 何を考えて組み合わせ図形を触るべきか（研究 3）

#### 第 1 項 目的

研究 2 では、組み合わせ図形のどこに触っているのかに着目し、手指動作が異なる分節を生じさせる要因となっているのかどうか検討した。その結果、 $\alpha$  型分節に知覚する際の手指動作と非  $\alpha$  型分節に知覚する際の手指動作とを明確に区分することができず、志村（1988）において示された手指の動作に関する 2 つの指標についても、交差点の通過割合については当てはまりが悪かった。

したがって、和氣・和氣（1980）のモデルにおいて、未検討である内的探索方略が異なる分節を生じさせる要因であるのか、検討する必要があるだろう。

前述のように、内的探索方略は、視覚体験があるかどうかだけではなく、課題や参加者の条件により変化しており、方略の差異が知覚の結果に影響することも示されている（Cornoldi et al., 2009 ; Szubielska & Zabielska-Mendyk, 2018）。しかし、組み合わせ図形の触運動知覚における自発的内的探索方略の差異が、組み合わせ図形において異なる分節を生じさせる要因となっているかは不明である。そこで研究 3 では、参加者に直接内観報告を求め、この点について検討することを目的とする。また、研究 2 では設定した条件が一本指条件とペン条件であったため、志村（1988）の示した両手の協応割合については未検討であったことから、交差点通過割合に加え、この指標と分節の関係を検証する。

#### 第 2 項 方法

##### 参加者

晴眼成人 8 名（以下、晴成と表記）、晴成 11～晴成 18。年齢の中央値は 21 歳（18 歳～53 歳）。参加者の視力または矯正視力および、手指の運動機能は全員正常であった。参加者本人の申告では、組み合わせ図形の触運動知覚経験は全員なかった。

##### 提示図形

正円、正三角形、正方形の 3 つの基本図形、および、図 2-1 に示した組み合わせ図形 6 種を提示図形として用いた。

組み合わせ図形 CC・SS・CD・CS については、個々の図形の中心点を近づけるほど非  $\alpha$  型分節を導きやすい（後藤, 1982）ことから、これを避けるため、一方の基本図形の線分がもう一方の基本図形の中心点を通過するよう組み合わせた。

一辺 21cm の正方形台紙中央部に 1 個の組み合わせ図形を配置し、図形部は 2 回立体コピーして凸部分とした。組み合わせ図形を構成する正円の直径は 8cm、正三角形と正方形の一辺は 8cm とした。ただし、組み合わせ図形 DS は、正三角

形と正方形を交差させるため、正三角形の一辺を 10.5cm とした。

線分の高さは、立体コピーを 2 回繰り返して約 1mm とした。図形の線幅はすべて 3mm とした。

#### 手続き

参加者は、全員アイマスクを着用し、提示図形を両手で自由に触運動知覚した。

すべての参加者に、練習試行として正円、正三角形、正方形の順で 3 つの基本図形を 1 枚ずつ提示し、その形を知覚できない参加者はいないことを確認した。

その上で、本試行として、図形を構成する線分の交差点が多い DS・DD、同種の図形を組み合わせている CC・SS、異なる図形を組み合わせている CD・CS の順に 1 枚ずつ提示した。

1 つの提示図形について、図形の提示、制限時間のない自由な探索、知覚結果の言語による報告、その形を指でたどっての結果の確認、以上 4 つの手続きを行った。図形の提示に際し、「どんな形をしていますか。」と教示した。

CC 探索後と、CS 探索後に探索方略を確認するため、内観を報告するよう求めた。その際、単なる発言に留めず、教示者が参加者の発言を承け、内容を確認するなどより詳細な内観報告となるよう、対話を逐次行った。これは、参加者への体系的な聞き取りが内的方略を特定しやすくするとの Vanlierde & Wanet-Defalque (2004) の指摘に基づいていた。

6 つの組み合わせ図形探索後には、アイマスクを取り、提示図形を視覚で確認しながら、感想の報告を求め、内観に関わる内容については、先述の内観報告の内容や解釈を補完するように用いた。

提示図形 1 枚ごとに内観の報告を求めると、図形ごとの内的方略を特定しやすくなる一方で、内観の外在化によって分節に影響を与えることも懸念されることから、ここでは図形 3 枚ごととした (Cornoldi et al., 2009)。

#### 記録と分析

参加者の手指の動作と内観報告は、すべてビデオカメラで記録し、これを分析対象とした。記録された音声と映像を基に、志村 (1988) が示した、交差点通過割合と、両手の協応割合を、それぞれ算出した。

交差点通過割合は、手指が交差点にさしかかった回数を分母とし、そのうち交差点を通過した回数を分子として算出した。両手の協応割合は、探索所要時間を分母とし、両手を同時に動作させている時間を分子とした。志村 (1988) においては、両手の協応が具体的にどのような動作であるのか示されていないため、(Wijntjes et al., 2008a) における手の使用戦略をさらに細分化して次の 4 種類の動作を両手の協応とみなして計算に加えた。

- ①片方の手指をもう一方の手指の動作起点にしている時間
- ②片方の手指をもう一方の手指の動作終点にしている時間
- ③片方の手指で提示図形を探索しながらもう一方の手指で図形の角を押さえる時間
- ④片方の手指で提示図形を探索しながらもう一方の手指で図形の線を押さえる時間

以上の 4 種類の動作は、片手しか動作していないが、両手が協応していると判断した。

なお、交差点通過割合と、両手の協応割合は個別に算出しているため、合計しても 100%にはならない。

探索方略については平塚（2016）の定性的な分析を参考に、ビデオカメラに記録した内観報告を文字に書き起こして逐語録を作成し、探索方略に関連すると思われる一文を意味内容が損なわれないよう抽出してコードとした。その後、全参加者のコードを類似性でまとめて探索方略のカテゴリーを抽出した。なお、分析は定性的分析に造詣が深い研究者 1 名からスーパーバイズを受けながら行い、真実性と妥当性の確保に努めた。

### 第 3 項 結果

志村（1988）で示された交差点通過割合と両手の協応割合について、知覚結果と共に表 3-1 にまとめた。

志村（1988）によれば、組み合わせ図形を  $\alpha$  型分節に知覚するためには、交差点通過の割合が 40%以上である必要がある。同様に、両手の協応割合については、45%以上の割合が必要となる。しかし、志村（1988）においては、この 2 つの動作の指標を片方だけでも満たしていれば  $\alpha$  型分節に知覚できるのか、2 つの指標を共に満たさなければ  $\alpha$  型分節に知覚できないのか明記されていない。したがって、両方の可能性を考慮して結果を整理した。

まず、交差点通過割合と知覚結果を対比して見ると、0.0%～88.9%の幅があった。参加者ごとに見ると、

- 晴成 11：組み合わせ図形 CC
- 晴成 12：組み合わせ図形 DS
- 晴成 14：組み合わせ図形 DD
- 晴成 16：組み合わせ図形 SS
- 晴成 17：組み合わせ図形 SS・CD
- 晴成 18：組み合わせ図形 CD

以上の 7 図形について、交差点通過割合が志村（1988）の基準以下であるにもかかわらず、 $\alpha$  型分節に知覚していた。特に、晴成 18 は、交差点通過の割合が 0%



であるにもかかわらず、 $\alpha$  型分節に知覚していた。

次に、両手の協応の割合と知覚結果を対比して見ると、0.0%~100.0%の幅があった。参加者ごとに見ると、

晴成 11：組み合わせ図形 DS・DD・SS

晴成 13：すべての組み合わせ図形

晴成 14：組み合わせ図形 DS

晴成 16：組み合わせ図形 DS・CC

晴成 17：組み合わせ図形 DS・DD・CC

晴成 18：組み合わせ図形 DS・DD・CC・SS

以上の 19 図形について、両手の協応の割合が志村（1988）の基準以上であるにもかかわらず、非  $\alpha$  型分節に知覚していた。特に、晴成 11、13、14 は、上記の図形探索時に両手の協応の割合が 100.0%であるにもかかわらず、非  $\alpha$  型分節に知覚していた。さらに、

晴成 15：すべての組み合わせ図形

晴成 16：組み合わせ図形 CD・CS

以上の 8 図形について、両手の協応の割合が志村（1988）の基準以下であるにもかかわらず、 $\alpha$  型分節に知覚していた。特に、晴成 15 はすべての組み合わせ図形で両手の協応の割合が 0%であるにもかかわらず、すべての組み合わせ図形を  $\alpha$  型分節に知覚していた。

加えて、2つの指標を共に満たさなければ  $\alpha$  型分節に知覚できないと考えた場合であっても、

晴成 13：組み合わせ図形 DS

晴成 16：組み合わせ図形 DS

以上の 2 図形について、両方の指標を満たしているにもかかわらず、非  $\alpha$  型分節に知覚していた。したがって、交差点通過割合および、両手の協応割合の割合と  $\alpha$  型分節、非  $\alpha$  型分節の間に明確な関係を見いだすことは難しかった。

表 3-1 手指の交差点通過割合、両手の協応割合、および知覚結果

参加者	図形	交差点通過	両手の協応	知覚結果
晴成 11	DS	0.0%	100.0%	非 $\alpha$ 型分節
	DD	0.0%	100.0%	非 $\alpha$ 型分節
	CC	7.7%	95.2%	$\alpha$ 型分節
	SS	0.0%	100.0%	非 $\alpha$ 型分節
	CD	63.6%	58.8%	$\alpha$ 型分節
	CS	44.4%	100.0%	$\alpha$ 型分節
晴成 12	DS	35.8%	100.0%	$\alpha$ 型分節
	DD	54.8%	100.0%	$\alpha$ 型分節
	CC	42.3%	100.0%	$\alpha$ 型分節
	SS	53.7%	100.0%	$\alpha$ 型分節
	CD	78.6%	100.0%	$\alpha$ 型分節
	CS	61.5%	100.0%	$\alpha$ 型分節
晴成 13	DS	50.0%	100.0%	非 $\alpha$ 型分節
	DD	37.3%	100.0%	非 $\alpha$ 型分節
	CC	0.0%	100.0%	非 $\alpha$ 型分節
	SS	11.5%	100.0%	注 1
	CD	4.5%	100.0%	注 2
	CS	8.3%	100.0%	非 $\alpha$ 型分節
晴成 14	DS	19.4%	100.0%	注 3
	DD	15.2%	100.0%	$\alpha$ 型分節
	CC	66.7%	100.0%	$\alpha$ 型分節
	SS	42.9%	100.0%	$\alpha$ 型分節
	CD	50.0%	100.0%	$\alpha$ 型分節
	CS	58.3%	100.0%	$\alpha$ 型分節
晴成 15	DS	61.1%	0.0%	$\alpha$ 型分節
	DD	75.0%	0.0%	$\alpha$ 型分節
	CC	66.7%	0.0%	$\alpha$ 型分節
	SS	85.7%	0.0%	$\alpha$ 型分節
	CD	83.3%	0.0%	$\alpha$ 型分節
	CS	88.9%	0.0%	$\alpha$ 型分節
晴成 16	DS	46.2%	61.4%	非 $\alpha$ 型分節
	DD	20.5%	34.6%	非 $\alpha$ 型分節
	CC	9.5%	88.5%	非 $\alpha$ 型分節
	SS	11.1%	66.0%	$\alpha$ 型分節
	CD	40.0%	28.0%	$\alpha$ 型分節
	CS	55.0%	0.0%	$\alpha$ 型分節
晴成 17	DS	30.8%	78.1%	非 $\alpha$ 型分節
	DD	8.3%	92.5%	非 $\alpha$ 型分節
	CC	5.4%	97.2%	非 $\alpha$ 型分節
	SS	15.5%	85.1%	$\alpha$ 型分節
	CD	33.3%	100.0%	$\alpha$ 型分節
	CS	40.0%	100.0%	$\alpha$ 型分節
晴成 18	DS	11.8%	100.0%	非 $\alpha$ 型分節
	DD	29.0%	83.3%	非 $\alpha$ 型分節
	CC	0.0%	100.0%	非 $\alpha$ 型分節
	SS	0.0%	100.0%	非 $\alpha$ 型分節
	CD	0.0%	87.2%	$\alpha$ 型分節
	CS	66.7%	100.0%	$\alpha$ 型分節

注 1：「形が想像できない。」

注 2：「形としてはわからない。」

注 3：「部分では、四角があるとか、尖っているとかわかるけれど、全体としてどういう形とか記号になっているかわからない。」

次に、参加者の内観報告を分類し、内的探索方略を抽出した。抽出された方略は、表 3-2 から表 3-5 に示した外枠優位方略、仮説検証方略、視覚化方略、具体物方略としてそれぞれ命名された。参加者の内観報告は、カテゴリーを用いて記述した。カテゴリーは [] で示し、参加者の内観報告は言葉を () で補いながら「」で示した。

外枠優位方略については、表 3-2 に示したように、4 カテゴリーで構成されていた。参加者は、「最初外枠を触った。(晴成 15・16)」など、「図形の外側から探索する」ようにしており、「外枠を触って大体の形をつかんでから、中の方がどうなっているのかと。(晴成 18)」のように、「図形の外側を探索した後に内側を探索する」様子が見られた。また、一部の参加者は「最初は外枠で全体の形をつかもうとしていた。(晴成 18)」のように「図形の内側を触る前に答えを探し始める」様子も見受けられ、「どうしても全体の線からたどろうとして、中身が見えない。(晴成 11)」など、「最初のときは外枠にすごく気を取られていた。(晴成 18)」ことが明らかとなった。

表 3-2 外枠優位方略に関するカテゴリーとコード

方略	カテゴリー	コード例 (抜粋) (文末の数字は参加者の番号)
外 枠 優 位	図形の外側から探索する	・ 外から攻める。(11) ・ 最初外枠を触った。(15)・(16)
	図形の外側を探索した後に内側を探索する	・ まず全体を見て、その後で中身をたどる作戦。(11) ・ 外枠を触って大体の形をつかんでから、中の方がどうなっているのかと。(18)
	図形の内側を触る前に答えを探し始める	・ 外の大きい形をたどりながら、記憶から探してしまう。(13) ・ 最初は外枠で全体の形をつかもうとしていた。(18)
	図形の内側より外側に気をとられる	・ どうしても全体の線からたどろうとして、中身が見えない。(11) ・ 最初外側しかたどれなかった。(16) ・ 最初のときは外枠にすごく気を取られていた。(18)

仮説検証方略については、表 3-3 に示したように、3 カテゴリーで構成されていた。参加者は「何回も指でなぞって、これ（組み合わせ図形 DS）かなと。(晴成 12)」のように、「仮説を構築するために複数回たどる」ことを繰り返していた。また、「仮説の構築を助ける工夫をする」ことも行っており、「混乱するので、1 回通った場所を押さえておいて、その指にぶつかるまで行くとか、壁にする。(晴成 12)」といった工夫が見られた。さらに、「三角かなって思ったら、それを確かめた。(晴成 12)」、「交差点が出て来たら、“ここが交差点だとしたら・・・”とか、仮定しながら進んでいきますね。ここで曲がるはずがないとか。(晴成 15)」のように、「構



築した仮説を検証する] 過程も明らかとなった。

表 3-3 仮説検証方略に関するカテゴリーとコード

方略	カテゴリー	コード例 (抜粋) (文末の数字は参加者の番号)
仮説検証	仮説を構築するために複数回たどる	<ul style="list-style-type: none"> <li>・何回も指でなぞって、これ (組み合わせ図形 DS) かなと。(12)</li> <li>・手の動かし方は、曲がってみてだめそうなら戻ってやり直す。(12)</li> <li>・四角かもしれないとなったら、まず想像して、外枠とか関係なく触ったりもするようになったと思います。(18)</li> </ul>
	仮説の構築を助ける工夫をする	<ul style="list-style-type: none"> <li>・混乱するので、1 回通った場所を押さえておいて、その指にぶつかるまで行くとか、壁にするような感じ。(12)</li> </ul>
	構築した仮説を検証する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・三角かなって思ったら、それを確かめた。(12)</li> <li>・角を確認するのが大切。角の数を確認しないと、四角と決められない。(12)</li> <li>・全体を一気に把握するのではなくて、1 つ 1 つ見つけていく。(14)</li> <li>・これ (組み合わせ図形 SS) の場合は形がイメージしてできていたので、ここ (交差点) で曲がるはずがないと思った。(15)</li> <li>・一回りしてここに四角があるとわかると、改めて交差点に戻って、そこで曲がって線をたどってみようと思いました。まっすぐ行けばいいはずだと。(15)</li> <li>・交差点が出て来たら、“ここが交差点だとしたら・・・”とか、仮定しながら進んでいきますね。ここで曲がるはずがないとか。(15)</li> <li>・何回もなぞって集中するというか、円かどうか、四角形なのか、三角形なのか、何回もなぞって確認するようにしています。(17)</li> </ul>

視覚化方略については、表 3-4 に示したように、3 カテゴリーで構成されていた。参加者は、「単純な図形からみつけて、それをまず映像として置いて、その次に重なっている図形をイメージして、重ねて行けばわかりやすいのかなと思った。(晴成 14)」、「一度認識した図形は保持したままですね。でもイメージの中からはちょっと消えるみたいな。そして、新しい線を描いて行く。(晴成 15)」のように、「図形は 1 つずつイメージする」ことが明らかとなった。しかし、組み合わせ図形が複雑なものである場合には、「線が単純だとすぐにわかるんですが、複雑になると、どこまでが丸で、どこまでが四角で、どういうふうに組み合わせられているのかわからない。(晴成 13)」、「線をたどりながら、頭の中にイメージしながらたどっていたが、道がわからなくなるみたいな感じがあった。(晴成 15)」のように、「線が複雑に入り組むとイメージしにくい」結果が得られた。具体的なイメー

ジについての内観報告としては、「アイマスクをして真っ暗だったので、たどって行ったら、その暗い世界に白い線がはいっていく感じだった。(晴成 15)」のように、[指でなぞったままをイメージする] ことが行われていた。

表 3-4 視覚化方略に関するカテゴリーとコード

方略	カテゴリー	コード例 (抜粋) (文末の数字は参加者の番号)
視覚化	図形は1つずつ見つける	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単純な図形からみつけて、それをまず映像として置いて、その次に重なっている図形をイメージして、重ねて行けばわかりやすいのかなと思った。(14)</li> <li>・円が2つのやつだと、まず円を1つみつけたら、それを置いて、次に円が重なっているなと思ったら、円の描かれている透明な板をその上において、あ、こういう図形なんだ、という感じです。(14)</li> <li>・触っているときには1つ掴んで、次にもう1つ掴んで、次に重ね合わせた。(4)</li> <li>・一度認識した図形は保持したままですね。でもイメージの中からはちょっと消えるみたいな。そして、新しい線を描いて行く。(15)</li> <li>・丸は丸で一旦キープしておいて、頭の隅に置くような感じ。(16)</li> <li>・触り始めた所のイメージを、そこだけ記憶しておいて、違う所に行ったら、最初に作ったイメージに付け足していく。(17)</li> </ul>
	線が複雑に入り組むとイメージしにくい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・線の数が多くなってくると、こういう形かなとすぐに想像できない。(13)</li> <li>・線が単純だとすぐにわかるんですが、複雑になると、どこまでが丸で、どこまでが四角で、どういうふうに組み合わせさせているのかわからない。(13)</li> <li>・(組み合わせ図形 DS) は本当に難しくて、イメージしてみようと思ったんですけど、線の重なっている所とか、そのつながりとか、重なり方がわからなくて、部分部分でわかって、組み合わせ図形のイメージが頭の中でできない。(14)</li> <li>・線をたどりながら、頭の中にイメージしながらたどっていたが、道がわからなくなるみたいな感じがあった。(15)</li> <li>・全体の形の中に何かの線があると、それがイメージしづらい。外枠はわかりやすい。(16)</li> </ul>
	指でなぞったままをイメージする	<ul style="list-style-type: none"> <li>・白紙の状態を描いていった。(12)</li> <li>・アイマスクをして真っ暗だったので、たどって行ったら、その暗い世界に白い線がはいっていく感じだった。(15)</li> <li>・指でなぞったそのままを写す感じです。(16)</li> <li>・マッチ棒を使って、簡単に絵を描くような、そんなに細かいものではないです。(17)</li> <li>・暗い感じで、触って丸かなと思ったあたりで、その暗い中に白っぽいので丸とか。触りながら描いていく感じ。(18)</li> </ul>

具体物方略については、表 3-5 に示したように、4 カテゴリーで構成されていた。組み合わせ図形を提示された参加者は、「記憶を呼び起こそうとしてしまう。触ったものよりも、どんな形か、過去を振り返る。(今触った) 図形より先に想像してしまう。(晴成 13)」のように「過去に見た具体物を探す」様子や、「(組み合わせ図形 DS について) 形と形と形を全部くっつけた形なんだと思って、ツリーと言った。(晴成 16)」のように「具体物への統合を求められていると思った」ことから、組み合わせ図形を具体物として知覚していることが明らかとなった。しかしこのような場合であっても、「小さい形があるのはわかった。(晴成 16)」のように「小図形は知覚している」ことが明らかとなり、「外側と中にひし形があるのはわかるけど、アイテムが何なのかはわからない。(晴成 17)」のように、「形がわかっていても具体物に統合できない」状態にあることが示された。

表 3-5 具体物方略に関するカテゴリーとコード

方略	カテゴリー	コード例 (抜粋) (文末の数字は参加者の番号)
具体物	過去に見た具体物を探す	・記憶を呼び起こそうとしてしまう。触ったものよりも、どんな形か、過去を振り返る。(今触った) 図形より先に想像してしまう。(13)
	具体物への統合を求められていると思った	・(組み合わせ図形 DS について) 形と形と形を全部くっつけた形なんだと思って、ツリーと言った。(16) ・(組み合わせ図形 CC について) 最初外枠を触って、あ、なんか桃だなと。ハートみたいだなと思った。(16) ・家みたいな形とか、かぼちゃみたいな形とか、何かの物みたいな形と思っていた。(18) ・最初階段みたいのが2つと、正方形が1つだった。本当に、図形が重なっているという考えがなかったので、これ自体で1つと思っていた。(18)
	小図形は把握している	・小さい形があるのはわかった。(16)
	形がわかっていても具体物に統合できない	・形がわかっていても何なのかわからない。(17) ・外側と中にひし形があるのはわかるけど、アイテムが何なのかはわからない。(17) ・何を表しているのかがわからない。(17)

以上の 4 つの探索方略と  $\alpha$  型分節の関係について、参加者が採用した方略を表 3-6 のように整理すると、晴成 11 を除く参加者に共通する方略は、視覚化方略であった。しかし、表 3-1 と重ねてみると、視覚化方略を用いても、すべての図形を  $\alpha$  型分節に知覚するというわけではなかった。

また、組み合わせ図形を外側から探索し、その後に内側を探索する外枠優位方略を用いることも、 $\alpha$  型分節の成立には直接寄与していなかった。例えば晴成 12 は、外枠優位方略を採用していなくとも、すべての図形を  $\alpha$  型分節に知覚していた。一



方、晴成 15 は外枠優位方略を採用しているが、すべての図形を  $\alpha$  型分節に知覚していた。

提示した 6 つの組み合わせ図形を 8 割以上  $\alpha$  型分節に知覚した参加者、晴成 12・14・15 の共通点は、仮説検証方略を採用したことであった。しかし、この方略は、 $\alpha$  型分節出現数が 3 つに留まっている晴成 17 にも見られていた。

晴成 12・14・15 と晴成 17 の方略を比較すると、その差は具体物方略を採用しているか否か、という点にある。つまり、晴成 17 は、仮説検証方略を用いていたが、探索して得た情報を統合する段階で、幾何学的な図形ではなく、家やヨットなど、具体物に統合しようとしていた。したがって、組み合わせ図形を  $\alpha$  型分節に知覚するためには、仮説検証方略を用い、かつ、具体物方略を用いないことが必要であるとわかった。

表 3-6 参加者の方略と  $\alpha$  型分節の出現数

参加者	外枠優位方略	仮説検証方略	視覚化方略	具体物方略	$\alpha$ 型分節の出現数
晴成 11	+	-	-	-	3
晴成 12	-	+	+	-	6
晴成 13	-	-	+	+	0
晴成 14	-	+	+	-	5
晴成 15	+	+	+	-	6
晴成 16	+	-	+	+	3
晴成 17	-	+	+	+	3
晴成 18	+	-	+	+	2

注)：+が方略の採用を意味し、-が不採用を意味する。

#### 第 4 項 考察

研究 3 の目的は、晴眼成人が組み合わせ図形を触運動知覚する際の手指の動作割合と分節が関係しているか、また、いかなる探索方略に基づいて探索しているか、明らかにすることであった。研究 3 の結果からは、交差点通過割合と両手の協応割合を図形の分節に結びつけることは困難であった。また、参加者の多くは複数の探索方略に基づいて触運動知覚しており、仮説検証方略を用い、かつ、具体物方略を用いないことが  $\alpha$  型分節と非  $\alpha$  型分節を分かち要因であると考えられた。

手指の動作割合と分節が直接結びつかない理由は、探索方略が影響していることがあげられる。つまり、 $\alpha$  型分節や複数の異なる非  $\alpha$  型分節が生じる仕組みを手指の動作のみから解明することは大変難しいという点で、研究 3 の結果は、研究 2 の結果と一致している。長尾他 (2005) の研究では、交差点通過動作のみを行わせ

でも非  $\alpha$  型分節に知覚するケースや、交差点通過動作をさせなくても  $\alpha$  型分節に知覚するケースが報告されていた。これらについても、外的な動作ではなく、探索方略が分節に影響していると解釈することができよう。

研究 3 では、参加者が採用した方略には差異があり、そのことが分節に影響していた。中でも  $\alpha$  型分節の成立に影響していた仮説検証方略は、全体像を一度に把握するのではなく、提示図形を繰り返し探索し、徐々に全体像を構築する一連の過程が分節成立までの間に存在していることを示唆している。

志村 (1988) は、触運動知覚における仮説の構築について、探索の初期に提示図形を素早く一撫でする動作が仮説の構築に対応していると推測している。しかし、研究 3 の結果から、志村 (1988) が推測したような短時間での仮説の構築は難しく、参加者は時間をかけて繰り返し提示図形を触運動知覚し、部分的な仮説の構築や検証を繰り返しながら提示図形の全体像を構築することが明らかとなった。このような触運動知覚の過程において、仮説検証方略は不可欠な方略であったと言える。先行研究 (Symmons & Richardson, 2000 ; Wijntjes et al., 2008a) においては、一方の手で基準となる点を作り、もう一方の手で探索する動作が触運動知覚においては有効なのではないか、との推測がなされていた。仮説検証方略のカテゴリーには、「仮説の構築を助ける工夫をする」ものとして、晴成 12 が「混乱するので、1 回通った場所を押さえておいて、その指にぶつかるまで行くとか、壁にするような感じ。」と報告している。したがって、研究 3 によって過去の推測が初めて実証的に裏付けられたといえる。

同様に、 $\alpha$  型分節の成立に影響していた具体物方略は、仮説検証を繰り返し、得られた断片的な形の情報を、どのように統合するか、という部分に対して強く影響していると考えられる。これは、「外側と中にひし形があるのはわかるけど、アイテムが何なのかはわからない。(晴成 17)」との報告が示しているように、仮説検証方略を用いて幾何学的な形を捉えたとしても、その情報の断片を統合したとき、統合目標が具体物であるならば、結果的に非  $\alpha$  型分節として組み合わせ図形を知覚してしまっていることを示している。したがって、具体物方略を用いないことが、やはり  $\alpha$  型分節の成立には大きく影響しているだろう。ただし、晴成 16 や晴成 17 が探索の後半に提示された組み合わせ図形を  $\alpha$  型分節に知覚していることから推測すると、参加者の中には、探索の途中で具体物方略を用いなくなった参加者もいると考えられる。この点については、今後の検討が必要であろう。

一方で晴成 13 のように、すべての提示図形を非  $\alpha$  型分節に知覚し、具体物方略を堅持する参加者もいた。刺激の特定の特徴を捉える際の、知覚的なバイアスやレディネスは、知覚的構えと呼ばれている (金子, 1979)。晴成 13 は、この構えが強固だったと考えることができる。一般的に、知覚的構えは、環境的刺激が変化することで、構えも変化すると考えられている (大山・今井・和気, 1994) ことから、

方略を変化させた参加者は、提示図形を探索し続ける中で、手指の様々な動作により、入力される刺激が変化し、知覚的構えが具体物から幾何学図形に変化していると考えられる。

晴成 13 の場合には、手指の動作の割合をみても、一貫して交差点通過割合が低く、動作パターンが固定していた。そのため、他の参加者に比べて入力される情報の変化が少なく、方略を変化させられなかったのではないか。

他方、晴眼成人や晴眼児童が図形を触運動知覚する際には、視覚化方略が用いられていると考えられている（和氣・和氣, 1980；和氣, 1982）。また、和氣(2016)でも、ロービジョン者が図形を触運動知覚する際に、視覚化方略を用いることが、図形の分節に影響している可能性が示唆されている。

しかし、研究 3 では視覚化方略の分節への直接的な影響を確認できなかった。なぜ、研究 3 では視覚化方略と知覚結果は関係がなかったのか。触覚は、一般的に情報を継時的に入力して処理すると考えられ（小柳, 1987；前仏, 1987；長崎, 1995）、入力した情報を、部分の把握段階、部分の統合段階の両方で視覚化方略を用いて、全体像へ統合すると推測されている（和氣・和氣, 1980；和氣, 1982；和氣, 2016）。研究 3 でも、この全体像へ統合する段階において、「小さい形があるのはわかっていた。（晴成 16）」、「形がわかっても何なのかわからない。（晴成 17）」との内観報告が示すように、組み合わせ図形の部分や全体が視覚化されていると考えられる。しかし研究 3 では、視覚化したイメージを、仮説検証方略を用いて統合したり、具体物方略を用いて意味づけたりしながら統合する内的な過程が明らかとなった。したがって、視覚化と知覚結果の間に仮説検証方略や具体物方略が挟まり、この 2 つがより効果を発揮することで、結果的に視覚化方略は知覚結果に影響しなかったと解釈できる。

視覚化方略については、組み合わせ図形を対象とはしていない過去の研究（Vanlierde & Wanet-Defalque, 2004；Cornoldi et al., 2009；Picard et al., 2010；Szubielska, 2014；Szubielska & Zabielska-Mendyk, 2018）においても、晴眼成人が高い確率で採用することが知られている。研究 3 における視覚化方略は、組み合わせ図形の分節には影響していなかったが、晴眼成人が高い割合で視覚化方略を用いるという従来知見を支持するものである。Szubielska (2014) では、マトリクス刺激を用いて、ターゲットとなるマトリクスを記憶し、回答するタスクが行われ、座標戦略も出現している。しかし研究 3 では座標戦略は出現しなかった。これは、組み合わせ図形が手指を連続的に動作させて、その形を知覚するタスクであることに対し、Szubielska (2014) のタスクは位置を記憶し回答する課題であったため、座標戦略がタスクに適していたものと考えられる。

Picard et al. (2010) や、その枠組みを踏襲した Szubielska & Zabielska-Mendyk (2018) では、視覚化方略を含む 4 つの方略が出現していた。視覚化方略以外の



方略について、研究 3 の結果と比較すると、Picard et al. (2010) で用いられた言語戦略、例えば「右、左、下・・・」のような指の進行方向を言語化する戦略は、研究 3 では生じなかった。Picard et al. (2010) の用いた刺激が、垂直線分、水平線分、斜め線分を 6 本組み合わせた、比較的全体像を知覚しやすい単純な屈曲線分であることに對し、研究 3 では組み合わせ図形を用いたため、「直線が上に伸びている」、「曲線が曲がりながら下方向に続いている」、といった部分的な手指動作を逐一実況するような言語戦略を用いるメリットが研究 3 の参加者にはなかったと考えられる。

空間戦略については、視覚的な手掛かりを用いないイメージ戦略 (Picard et al., 2010 ; Szubielska & Zabielska-Mendyk, 2018) と定義されている。例えば Szubielska & Zabielska-Mendyk (2018) では、「先に中心を記憶し、その周辺部分を記憶してイメージを作り、何か知られているものと関連付けた」、「都市計画のように、細い部分は道路、広い部分は広場のように記憶した」といった報告が、空間戦略の例として記載されている。この戦略は、研究 3 の外枠優位方略や具体物方略と類似性がある。研究 3 で用いた組み合わせ図形の中心には台紙があるだけだが、Szubielska & Zabielska-Mendyk (2018) ではマトリクス刺激を用いているため、参加者は中心部から徐々に外側のマトリクスへと探索範囲を広げていったのかもしれない。一方、研究 2 でも示されたように、組み合わせ図形においては外側から探索する傾向が優位であり、研究 3 においてもそれは方略としてカテゴライズされていた。このような刺激の相異と戦略の相異は、今後様々な触運動知覚研究において課題となるであろう。

Picard et al. (2010) の示した 4 つの戦略のうち、残る運動感覚戦略については、視覚化方略のカテゴリーに「指でなぞったままをイメージする」があったことから、研究 3 では視覚化方略に内包されている可能性が高い。先に述べたように、Picard et al. (2010) が用いた刺激は比較的単純であり、1 つの刺激に対する探索時間は 6 秒程度で、5 秒のインターバルを挟んでもう 1 つの刺激を 6 秒探索し、最初の刺激と同じ形をしているかを答えるものである。對して研究 3 の課題は、数十秒から数分をかけて組み合わせ図形の部分を探索し、さらにそれらを全体へ統合することが必要であるため、運動感覚をそのまま保持し、利用することが難しく、視覚的なイメージに置き換えて保持し、利用することが必要だったと考えられる。

他方、研究 2 において、外的な動作が知覚の結果に影響していないと考えられたことから、研究 3 では、組み合わせ図形の分節に影響を与えている要因として、内的な探索方略について検討した。その結果、内的探索方略の要因が組み合わせ図形の分節に強く影響していることが示された。

したがって、和氣・和氣 (1980) のモデルにおいて並列に扱われてきた触文字判

別の過程における 3 つの要因について、組み合わせ図形の触運動知覚に援用するにあたり、内的探索方略の要因に重み付けする必要がある。さらに、和氣・和氣（1980）のモデルにおいては、内的探索方略の要因の中でも視覚化に重点が置かれていたが、この点についても、参加者の内観を直接取り出した研究 3 の結果を踏まえて修正を加える必要がある。先述のように、研究 3 においては、視覚化方略は分節を分かť要因ではなく、仮説検証方略を用いること、具体物方略を用いないことが異なる分節を生じさせる要因であった。和氣・和氣（1980）のモデルを援用しながら、研究 3 において得られた結果をふまえ、組み合わせ図形の触運動知覚の過程をまとめると、以下の様になる。

- ①部分の検出と統合という内的な過程は同様に認められる。
- ②視覚化および記憶像との照合については、同様の方略が部分の検出と統合の両方の段階で用いられているが、分節を分かť要因ではない。
- ③部分の検出段階における外枠優位方略を加える必要がある。
- ④部分の検出と統合の両方の段階に仮説検証方略を加える必要がある。
- ⑤具体物方略を統合の段階に加える必要がある。

ただし、モデルに対する修正を加えるにあたり、研究 3 で得られた結果の再現性や頑健性について、検討する必要があるだろう。また、研究 3 では、参加者全員が素手で組み合わせ図形に触れている。しかし、 $\alpha$  型分節の出現数は、参加者により大きく異なっていた。このことは、研究 1・2 で示された皮膚接触の有無の要因が異なる分節を生じさせる要因である、という仮定に疑問を呈するものである。研究 3 の結果を踏まえると、皮膚接触の有無の要因よりも、内的な過程の方が、異なる分節を生じさせる要因になっていることが強く示唆される。この点についても、再度研究 4 で検討し、どの要因が異なる分節を生じさせる要因であるのか、より明確にしていく。

## 第 2 節 有効な考え方は条件を変えても再現されるか（研究 4）

### 第 1 項 目的

研究 3 の結果から、組み合わせ図形の触運動知覚において、何を考えて組み合わせ図形に触っているのか、つまり、内的探索方略が  $\alpha$  型分節と非  $\alpha$  型分節を分ける要因であることが確認された。しかし、この結果は、異なる条件下においても再現性があるか、明らかではない。そこで、研究 4 では、新たに 8 人の参加者に対して実験を行い、内的探索方略の要因が異なる分節を生じさせる要因である、という研究 3 の知見が再現されるかどうか検討することを目的とする。

## 第2項 方法

### 参加者

晴眼成人 8 名（以下、晴成と表記）、晴成 19～晴成 26。年齢の中央値は 21 歳（19 歳～44 歳）。

参加者の視力または矯正視力および、手指の運動機能は全員正常であった。

### 提示図形

正円、正三角形、正方形の 3 つの基本図形、および、図 2-1 に示す組み合わせ図形 6 種を提示図形として用いた。これら 9 つの提示図形は、すべて研究 3 で用いた図形と同じもので、線分の高さや幅も同一であった。

### 手続き

参加者は、全員アイマスクを着用した。

参加者 8 名は、右手のみで探索する条件群、左手のみで探索する条件群、右手人差し指のみで探索する条件群、左手人差し指のみで探索する条件群の 4 群に、2 名ずつランダムに割り付けた。参加者はそれぞれの条件にしたがって、自由に組み合わせ図形を触運動知覚した。このほかの手続きは、研究 3 と同一であった。

### 記録と分析

参加者の手指の動作と内観報告は、すべてビデオカメラで記録し、これを分析対象とした。

探索方略についても、研究 3 と同様に、平塚（2016）の定性的な分析を参考に、ビデオカメラに記録した内観報告を文字に書き起こして逐語録を作成し、探索方略に関連すると思われる一文を意味内容が損なわれないよう抽出してコードとした。その後、全参加者のコードを類似性でまとめて探索方略のカテゴリーを抽出した。なお、分析は定性的分析に造詣が深い研究者 1 名からスーパーバイズを受けながら行い、真実性と妥当性の確保に努めた。

## 第3項 結果

まず、分節の出現数を表 3-7 にまとめた。晴成 21 のみ、すべての図形を  $\alpha$  型分節に知覚した。一方、晴成 24 と晴成 26 は、すべての図形を非  $\alpha$  型分節で知覚し、晴成 20 もほぼすべて組み合わせ図形を非  $\alpha$  型分節に知覚した。



表 3-7 研究 4 における知覚結果

参加者	DS	DD	CC	SS	CD	CS
晴成 19	注 1	非 $\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節
晴成 20	注 2	<u>非 <math>\alpha</math> 型分節</u>	$\alpha$ 型分節	<u>非 <math>\alpha</math> 型分節</u>	<u>非 <math>\alpha</math> 型分節</u>	非 $\alpha$ 型分節
晴成 21	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節
晴成 22	非 $\alpha$ 型分節	非 $\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節
晴成 23	<u>非 <math>\alpha</math> 型分節</u>	非 $\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節
晴成 24	<u>非 <math>\alpha</math> 型分節</u>	<u>非 <math>\alpha</math> 型分節</u>	<u>非 <math>\alpha</math> 型分節</u>	<u>非 <math>\alpha</math> 型分節</u>	<u>非 <math>\alpha</math> 型分節</u>	<u>非 <math>\alpha</math> 型分節</u>
晴成 25	<u>非 <math>\alpha</math> 型分節</u>	<u>非 <math>\alpha</math> 型分節</u>	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節	$\alpha$ 型分節
晴成 26	<u>非 <math>\alpha</math> 型分節</u>	<u>非 <math>\alpha</math> 型分節</u>	<u>非 <math>\alpha</math> 型分節</u>	<u>非 <math>\alpha</math> 型分節</u>	非 $\alpha$ 型分節	非 $\alpha$ 型分節

注 1・2：「わからない。」

下線付きの非  $\alpha$  型分節は具体物として知覚したことを示す

次に、逐語録をコード化し、カテゴライズした結果、抽出された方略は、表 3-8 ～表 3-11 に示した外枠優位方略、仮説検証方略、視覚化方略、具体物方略としてそれぞれ命名された。この 4 つの方略は、研究 3 で命名された方略と同じであった。参加者の内観報告は、カテゴリーを用いて記述した。カテゴリーは [] で示し、参加者の内観報告は言葉を ( ) で補いながら「」で示した。

外枠優位方略については、表 3-8 に示したように、研究 3 から「図形の内側を触る前に答えを探し始める」1 カテゴリーが減少し、3 カテゴリーで構成されていたが、方略の意味は変わらなかった。参加者は、研究 3 と同様に、「一番外側の図形を探しているつもりです。(晴成 19)」など、「図形の外側から探索する」ようにしており、「まず輪郭をたどる。その後に交点に行って、それがどこまで伸びているかをたどる。(晴成 23)」のように、「図形の外側を探索した後に内側を探索する」様子が見られた。しかし、研究 3 とは異なり、一部の参加者は「交差点でも、内側に線があることがわからない。(晴成 26)」のように「図形の内側には線がないと思った」様子も見受けられ、外枠優位方略が効果的すぎることで、組み合わせ図形の輪郭だけで答えていたことが明らかとなった。

表 3-8 外枠優位方略に関するカテゴリーとコード

方略	カテゴリー	コード例 (抜粋) (文末の数字は参加者の番号)
外 枠 優 位	図形の外側から探索する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一番外側の図形を探しているつもりです。(19)</li> <li>・ 外側からですね。(23)</li> <li>・ 最初に外側を触る。(25)</li> <li>・ 紙があるとしたら、自分に近い方から触る。(26)</li> </ul>
	図形の外側を探索した後 に内側を探索する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ まず輪郭をたどる。その後に交点に行って、それがどこまで伸びているかをたどる。(23)</li> <li>・ 例えば 2 つに分かれているとしたら、2 つあるのを確かめて、(形の) 中に入っていく。(25)</li> </ul>
	図形の内側には線がない と思った	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 外側の線しかなくて、ふとしたときに内側に触って、四角があると思った。(26)</li> <li>・ 交差点でも、内側に線があることがわからない。(26)</li> <li>・ (線の) 中 (内側) の部分に全然触れられなかった。触れようと思わなかった。(26)</li> </ul>

仮説検証方略については、表 3-9 に示したように、研究 3 から「あらかじめ仮説を構築する」の 1 カテゴリーが増加し、4 カテゴリーで構成されていた。参加者は「何回か往復してみて、はっきり見えるわけじゃないけど、ここらへんだなっていう場所を覚えた。(晴成 22)」のように、「仮説を構築するために複数回たどる」ことを繰り返していた。また、「仮説の構築を助ける工夫をする」ことも行っており、「直線から曲線に行くと形が判断できなくなるので、曲線は曲線、直線は直線でたどるように触っていった。(晴成 19・22)」といった工夫が見られた。さらに、「手のひらで触るのは最後の確認だと思って触っていた。(晴成 19)」、「丸とか四角とか三角とかの、はっきりした形があるかないか触りながら確かめて、直線なのか曲線なのかと考えながら触っています。(晴成 22)」のように、「構築した仮説を検証する」過程も明らかとなった。さらに、研究 3 で明らかとなったこれらの 3 カテゴリーに加えて、「1 枚目 (組み合わせ図形 DS) はよくわからなかったけど、2 枚目以降は予測がきいて、早く答えられるようになった。少なくとも、2 つの形が合わさっていて、あまり奇抜ではない。(晴成 21)」、「丸と丸がきて、次は丸と三角がきて、じゃあ次は丸と四角がくるのかなと。予想しながら触った。(晴成 22)」のように、本試行前に触知覚した図形や、本試行内で触知覚した他の図形から、「あらかじめ仮説を構築する」様子も明らかとなった。

表 3-9 仮説検証方略に関するカテゴリーとコード

方略	カテゴリー	コード例（抜粋） （文末の数字は参加者の番号）
仮説検証	仮説を構築するために複数回たどる	・何回か往復してみて、はっきり見えるわけじゃないけど、ここらへんだなっていう場所を覚えた。(22)
	仮説の構築を助ける工夫をする	<ul style="list-style-type: none"> <li>・交差点を押さえながら、他の指を使う。(22)</li> <li>・最初に曲線の部分をたどって丸の部分を外して、後は何があるのかな、と思って触っていました。曲線じゃない線をたどっていく感じ。(22)</li> <li>・直線から曲線に行くと形が判断できなくなるので、曲線は曲線、直線は直線でたどるように触っていった。(19)・(22)</li> <li>・形を推測するときに、長さとかを考える。(23)</li> <li>・例えば2つに分かれているとしたら、2つあるのを確かめて、中に入っていく。(25)</li> </ul>
	構築した仮説を検証する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・手のひらで触るのは最後の確認だと思って触っていた。そうすると、指に入ってくる情報が多くても、頭の中に図形ができていたので、こんな形だとわかります。(19)</li> <li>・丸とか四角とか三角とかの、はっきりした形があるかないか触りながら確かめて、直線なのか曲線なのかと考えながら触っています。(22)</li> </ul>
	あらかじめ仮説を構築する	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1枚目のセット（基礎幾何図形）が組み合わせられているんだろうと思っていた。(19)</li> <li>・1枚目（組み合わせ図形 DS）はよくわからなかったけど、2枚目以降は予測がきいて、早く答えられるようになった。少なくとも、2つの形が合わさっていて、あまり奇抜ではない。(21)</li> <li>・丸と丸がきて、次は丸と三角がきて、じゃあ次は丸と四角がくるのかなと。予想しながら触った。(22)</li> <li>・最初に触ったの（練習試行で用いた図形）が、丸と三角と四角なので、それより複雑なのはないかと思っただ。(22)</li> <li>・規則性というか、丸とか三角とか四角を組み合わせている模様だと思う。(25)</li> </ul>

視覚化方略については、研究3と同じように、3カテゴリーで構成されていた。参加者は、「1回描いた三角は、他の形を探索するときも生きていますね。三角と丸と、別に描いてあわせるのではなく。(晴成 21)」、「最初に曲線の部分をたどって丸の部分を外して、後は何があるのかな、と思って触っていました。(晴成 22)」のように、「図形は1つずつイメージする」ことが明らかとなった。しかし、組み合わせ図形が複雑なものである場合には、「形が複雑になってきて、一言でこの形



とは言えなくなってきた。難しいです。はっきりわからない。(晴成 22)」、「簡単な、丸が2つとかならいいけど、三角がたくさんあったりするとわからない。(晴成 25)」のように、「線が複雑に入り組むとイメージしにくい」結果が得られた。具体的なイメージについての内観報告としては、「頭の中でなぞりながら頭の中に図形を描いていました。(晴成 19)」のように、「指でなぞったままをイメージする」ことが行われていた。

表 3-10 視覚化方略に関するカテゴリーとコード

方略	カテゴリー	コード例 (抜粋) (文末の数字は参加者の番号)
視覚化	図形は1つずつ見つける	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1回描いた三角は、他の形を探索するときも生きていますね。三角と丸と、別に描いてあわせるのではなく。(21)</li> <li>・最初に曲線の部分をたどって丸の部分を外して、後は何があるのかな、と思って触っていました。(22)</li> </ul>
	線が複雑に入り組むとイメージしにくい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・線が交わっていると、全然わからなくなる。(19)</li> <li>・手のひらで全体を触ってみました。面で触ってみればなにかわかるかなと思って。面の方は全体が捉えられるけど、情報が多すぎて、頭の中に形が描けない。(19)</li> <li>・形が複雑になってきて、一言でこの形とは言えなくなってきた。難しいです。はっきりわからない。(22)</li> <li>・簡単な、丸が2つとかならいいけど、三角がたくさんあったりするとわからない。(25)</li> </ul>
	指でなぞったままをイメージする	<ul style="list-style-type: none"> <li>・頭の中でなぞりながら頭の中に図形を描いていました。(19)</li> <li>・どういう形なのかをイメージしながら触っている。(20)</li> <li>・目の裏に描くような感じで探していきました。(21)</li> <li>・たどった線を白い線でイメージする感じ。(23)・(24)</li> <li>・手の動きに合わせて、頭の中でもこうする(手を動かしてみせる)。(25)・(26)</li> </ul>

具体物方略については、研究 3 から「過去に見た具体物を探す」のカテゴリーが減少し、3 カテゴリーで構成されていたが、方略の意図するところは変わらなかった。組み合わせ図形を提示された参加者は、「意外です。何かの形だと思った。具体的なものだと思った。(晴成 24)」、「木の絵とか、家の絵、そういうものだと思っていた。(晴成 25)」のように「具体物への統合を求められていると思った」ことから、組み合わせ図形を具体物として知覚していることが明らかとなった。しかし、このような場合であっても、「ひし形みたいのがあって、その他に小さい三角が4つ。(晴成 20)」、「丸の中に三角形があって、残りはこう・・・四角に角が3つしかない。丸と四角がつながっている。その中に三角がある。(晴成 26)」の

ように「小図形は知覚している」ことが明らかとなり、「形は描けるけれど、何の形とは言えない。(晴成 25)」、「指の動きの通りに、頭の中では把握しているけど、何の形なのかはわからない。(晴成 26)」のように、「形がわかっても具体物に統合できない」状態にあることが示された。

表 3-11 具体物方略に関するカテゴリーとコード

方略	カテゴリー	コード例 (抜粋) (文末の数字は参加者の番号)
具体物	具体物への統合を求められていると思った	<ul style="list-style-type: none"> <li>・複雑な形をしているのかなと思って。(20)</li> <li>・意外です。何かの形だと思った。具体的なものだった。(24)</li> <li>・木の絵とか、家の絵、そういうものだと思っていた。(25)</li> <li>・木みたいな物を想像してみたり、具体的な物ではないかというイメージがある。ただ、後半は図形かもしれないと思った。(26)</li> </ul>
	小図形は把握している	<ul style="list-style-type: none"> <li>・三角と四角があったから、家かなと思った。(20)</li> <li>・ひし形みたいのがあって、その他に小さい三角が4つ。(20)</li> <li>・丸の中に三角形があって、残りはこう・・・四角に角が3つしかない。丸と四角がつながっている。その中に三角がある。(26)</li> </ul>
	形がわかっても具体物に統合できない	<ul style="list-style-type: none"> <li>・形が複雑になってきて、一言でこの形とは言えなくなってきた。難しいです。はっきりわからない。(22)</li> <li>・形は描けるけれど、何の形とは言えない。(25)</li> <li>・指の動きの通りに、頭の中では把握しているけど、何の形なのかはわからない。(26)</li> <li>・例える物はないけど、形はわかっている。(26)</li> </ul>

以上の様に、カテゴリーのわずかな増減はあったが、4つの方略は研究3と変わらないことが明らかとなった。

探索方略と $\alpha$ 型分節の関係について、参加者が採用した方略を表3-12のように整理すると、参加者全員が共通して視覚化方略を用いていた。しかし、表3-7と重ねてみると、視覚化方略を用いても、 $\alpha$ 型分節の発生率は0%から100%まで幅があり、分節には影響していないことがわかった。

組み合わせ図形を外側から探索し、その後に内側を探索する外枠優位方略を用いることも、 $\alpha$ 型分節の成立には直接寄与していなかった。例えば晴成21は、外枠優位方略を採用していなくとも、すべての図形を $\alpha$ 型分節に知覚していた。一方、晴成26は外枠優位方略を採用しているが、6つの提示図形すべてを非 $\alpha$ 型分節に知覚していた。

組み合わせ図形をほとんど $\alpha$ 型分節に知覚することができなかった晴成20・24・

26 は、仮説検証方略を用いず、かつ、具体物方略を用いていることが共通していた。したがって、晴眼成人であっても、対象を繰り返し探索し、仮説検証しながら分節を統合する過程が必要であること、また、知覚した部分を全体へ統合する際に、具体物方略を用いると非 $\alpha$ 型分節に知覚することが明らかとなった。

提示した 6 つの組み合わせ図形をすべて $\alpha$ 型分節に知覚した晴成 21 は、晴成 20・24・26 とは反対に、仮説検証方略を採用しており、かつ、具体物方略を用いていなかった。したがって、研究 3 の結果と研究 4 の結果は一致しており、方略によって分節が規定されていることが重ねて明らかとなった。

表 3-12 参加者の方略と $\alpha$ 型分節の出現数

参加者	外枠優位方略	仮説検証方略	視覚化方略	具体物方略	$\alpha$ 型分節の出現数
晴成 19	+	+	+	-	4
晴成 20	-	-	+	+	1
晴成 21	-	+	+	-	6
晴成 22	-	+	+	+	4
晴成 23	+	+	+	-	4
晴成 24	-	-	+	+	0
晴成 25	+	+	+	+	4
晴成 26	+	-	+	+	0

注)：+が方略の採用を意味し、-が不採用を意味する。

方略による分節の規定はまた、仮説検証方略に着目することでも明らかとなった。晴成 21 以外で仮説検証方略を用いていたのは、晴成 19・22・23・25 で、この 4 名は、組み合わせ図形 CC 以降の図形を $\alpha$ 型分節に知覚していることが共通していた。この 4 名について内観報告を分析したところ、晴成 19・22・23 は組み合わせ図形 DS・DD・CC 探索後の内観報告では仮説検証方略に言及しておらず、当初は外枠優位方略や具体物方略を用いていることがわかった。しかし、組み合わせ図形 SS・CD・CS 探索後の内観報告以降には仮説検証方略に言及しており、探索の途中から仮説検証方略を用いたことで組み合わせ図形 CC 以降の提示図形を $\alpha$ 型分節に知覚したことがわかった。晴成 25 は、表 3-9 に示した「例えば 2 つに分かれているとしたら、2 つあるのを確かめて、中に入っていく。」と報告したのは組み合わせ図形 DS・DD・CC 探索後であったが、組み合わせ図形 DS と DD を具体物に知覚しており、仮説検証方略を用いて小図形を把握しても、それを統合する段階で具体物に統合していることがわかった。しかし、「規則性というか、丸とか三角とか四角を組み合わせている模様だと思う。」と組み合わせ図形 SS・CD・



CS 探索後の内観報告で報告したことから、あらかじめ組み合わせ図形であることを予測し、探索したことで、具体物方略をやめ、組み合わせ図形を $\alpha$ 型分節に知覚することができたことが明らかとなった。このように、内的な探索方略は本試行における 6 枚の図形探索の中で変更され、方略の採否が分節に影響を与えていることが示された。

#### 第 4 項 考察

研究 4 の目的は、研究 3 で得られた内的探索方略が異なる分節を生じさせる要因であるという知見について、再現性があるかを検討することであった。実験では、参加者に右手または左手のみ、あるいは、右手一本指または左手一本指のみで組み合わせ図形を触運動知覚してもらい、内観に基づいて内的方略を明らかにした。その結果、研究 3 で得られた結果と同様に、4 つの内的探索方略が得られ、仮説検証方略を用いること、かつ、具体物方略を用いないことが分節を分かつ要因になっていた。このことから、研究 3 で得られた知見は、触運動知覚の条件を変更しても、再現性と頑健性を有していることが示された。

提示した組み合わせ図形をすべて $\alpha$ 型分節に知覚した晴成 21 は、研究 3 で得られた結果と同様に、仮説検証方略を用い、かつ、具体物方略を用いていなかった。反対に、提示した組み合わせ図形をすべて、あるいは 83.33% 以上非 $\alpha$ 型分節に知覚した晴成 20・24・26 は、具体物方略を用い、かつ、仮説検証方略を用いてはいなかった。このことは、仮説検証方略を用いることが組み合わせ図形を $\alpha$ 型分節に知覚するか、非 $\alpha$ 型分節に知覚するかを分ける要因になっていることを示している。また、この結果は同時に、把握した組み合わせ図形の部分を全体へ統合する際の方略として具体物方略を用いると、非 $\alpha$ 型分節に知覚してしまうことも示している。晴成 20・24・26 の結果は、晴眼成人が参加した過去の実験（木村, 1972 ; 望月, 1976）と比較して、 $\alpha$ 型分節に知覚する割合が非常に低い。しかしこれは、探索の条件が両手から片手、または一本指へ変化したことが理由ではなく、具体物方略を用いていたという理由で説明されよう。表 3-7 に示した通り、晴成 20・24・26 が非 $\alpha$ 型分節に知覚した組み合わせ図形の多くは具体物として知覚されていた。したがって、晴眼成人であっても、組み合わせ図形を触運動知覚する際、自動的に $\alpha$ 型分節に導かれるわけではない。探索中の内的探索方略により、 $\alpha$ 型分節に至るか、非 $\alpha$ 型分節に至るか、まさに方略がその決定的な要因になっていることを、晴成 20・24・26 の結果は示している。

研究 3 では探索の条件は両手であったが、研究 4 では条件を片手または一本指に変更した。この条件の変更は、研究 3 で見られた仮説検証方略を用いる工夫のうち、交差点を一方の手で押さえておき、もう一方の手で探索するなどの工夫（Symmons & Richardson, 2000 ; Wijntjes et al., 2008a）を困難にする。実際に、

研究 4 の仮説検証方略のコードでは、このような工夫が減少していた。しかし、研究 3 では見られなかった「あらかじめ提示される図形を予測する」という工夫が新たに生じており、手指を用いた工夫を予測が補い、 $\alpha$  型分節に知覚していると考えられる。このことから、片手や一本指という条件の違いではなく、方略が結果を分ける要因であると言えよう。これらのことから、研究 3 で明らかとなった和氣・和氣 (1980) の視覚化モデルと、組み合わせ図形の触運動知覚の過程の 5 つの相違点はそのまま支持されるだろう。

Picard et al. (2010) など、内的探索方略を扱った先行研究においては、参加者が複数の方略を複合的に用いていることが報告されており、4 つの方略が見出され、参加者がそれらの方略を複合的に用いている点において、本研究の結果とも一致している。しかし、晴成 19・22・23・25 のように、触運動知覚において、探索の途中で方略を変更し、それが結果に影響していたことを示唆する結果は初めてである。ただし、この結果は孤立しているものではない。D'Angiulli et al. (1998) は、対象を探索中の参加者に対して、実験者がフィードバックをしなくても、参加者本人が成績向上のための工夫を展開できると述べている。したがって、晴成 19・22・23・25 も、探索中に採用する方略をより良いものへ変更したと考えられる。D'Angiulli et al. (1998) はまた、先天盲の視覚障害児・者と晴眼児童・成人が、同じ原理に基づいて触運動知覚による形の知覚を行っていることを主張していることから、研究 3 及び 4 で得られた内的探索方略を視覚障害児・者にも適応できる可能性があり、この点でも内的探索方略を内観によって直接取り出した研究 3・4 には意義があったと考えられる。

先天盲の視覚障害児・者と晴眼児童・成人が同じ原理に基づいて触運動知覚による形の知覚を行っているという点については、組み合わせ図形を用いた研究でも指摘されている。例えば鳥居 (1971) は、先天性視覚障害児・者が組み合わせ図形を  $\alpha$  型分節に知覚する事例を報告しており、触覚だけでも  $\alpha$  型分節に到達できることを実証している。研究 3・4 では、仮説検証方略が分節を分かつ要因となっており、必ずしも視覚化方略は必要でないことが明らかになったことから、鳥居 (1971) の示す触覚のみによる  $\alpha$  型分節の知覚が、仮説検証方略のような内的方略で達成しうるか検証することが、今後の課題であると言えよう。



## 第 4 章 総合的考察と結語

### 第 1 節 総合的な考察と本研究から得られた知見

本研究の目的は、組み合わせ図形を触運動知覚するとき、視知覚するときとは異なる知覚が生じる問題について、異なる分節を生じさせる要因を明らかにし、視覚障害児・者の教育や支援の場における示唆を得ることであった。目的の達成のために、和氣・和氣（1980）の触文字判別の過程を推測したモデルに基づいて、皮膚接触の有無の要因、手指の動作の要因、内的探索方略の要因、以上 3 つの要因について、研究 1～4 において検討した。その結果、皮膚接触の有無の要因、手指の動作の要因は組み合わせ図形の分節を分かť要因ではなく、内的探索方略の要因が分節を分かť要因であることが明らかとなった。内的探索方略が決定的な要因であることに加え、必ずしも触運動知覚した対象を視覚的イメージにする必要がないことも示されたことから、触運動知覚において有効な内的探索方略について、視覚障害児・者の支援へ応用する示唆が得られた。

まず、皮膚接触の有無の要因については、組み合わせ図形を  $\alpha$  型分節に知覚するか、非  $\alpha$  型分節に知覚するか、その分節を左右する要因となっているとは言えないことがわかった。研究 1 の結果では、組み合わせ図形に皮膚を直接接触させて探索する条件の方が、ペンを介して組み合わせ図形を探索する条件よりも、 $\alpha$  型分節に知覚する割合が有意に多かった。しかし、研究 1 の結果のみでは、探索の際に組み合わせ図形に触れている場所の違いによって、 $\alpha$  型分節と非  $\alpha$  型分節という異なる分節が生じている可能性が残されていたことから、研究 2 においてこの点を検討した。研究 2 の結果は、手指の動作は分節には影響していないものであったため、研究 1・2 の結果からは、皮膚接触の有無の要因が分節を分かť要因であるかに思われた。しかし、研究 3・4 において、参加者が全員皮膚を直接組み合わせ図形に接触させて探索を行ったにもかかわらず、 $\alpha$  型分節に知覚する割合は 0.00% から 100.00% まで幅があった。このことから、皮膚接触の有無の要因は分節を分かť要因であるとは言いがたい。ただし、 $\alpha$  型分節と非  $\alpha$  型分節を分かť要因ではないことが、皮膚の機能を過小評価するものではない。研究 1 においては、皮膚を接触させた群は、 $\alpha$  型分節の発生率が有意に高かった。仮説検証方略のような組み合わせ図形の触運動知覚において有効な内的探索方略も、皮膚の接触による恩恵を受けている可能性も考えられる。したがって、和氣・和氣（1980）のモデルを援用するにあたり、皮膚接触の有無の要因について、そのまま記載する必要がある。

次に、研究 2 では組み合わせ図形のどこに触れているか、画像から分析し、手指の動作の要因が、異なる分節を生じさせる要因であるか検討した。研究 2 の結果から、手指の動作は分節を分かť要因ではなく、先行研究において推測されていた交差点通過割合の指標も分節には関係しないことがわかった。研究 2 では、動



作の傾向が類似している場合でも、 $\alpha$ 型分節と非 $\alpha$ 型分節という異なる分節が生じていた。この結果は、参加者自身が指を自由に、能動的に動作させる場合であっても、特定の動作やその動作が生み出す運動感覚が分節を左右するものではない、ということ初めて明らかにしたものである。和氣・和氣（1980）のモデルでは、皮膚接触の有無の要因、手指動作の要因はともに知覚過程の開始点として記載されているが、研究3・4の結果から、これら2つの要因と、内的探索方略の要因を並列に扱うことはできない。しかし、皮膚接触の有無の要因と同様に、手指動作の要因が $\alpha$ 型分節と非 $\alpha$ 型分節を分かつ要因ではないことを理由に、モデルから削除することもできない。その理由は、第1に、能動的に手指を動作させることの重要性は繰り返し指摘されてきた（例えば、結城, 1952；小柳, 1979）ことである。皮膚を直接対象に触れ、能動的に手指を動作させること自体が、視覚障害児・者にとって生態学的に妥当な行動であることから、モデルへの記載が必要である。第2に、研究1・2・3・4のいずれの結果においても、手指の動作そのものが組み合わせ図形を $\alpha$ 型分節に知覚することを阻害していると考えられるべき証拠は見当たらない。第3に、手指の動作は内的探索方略を投影するスクリーンになりえる（Withagen et al., 2013）。研究2では、参加者が組み合わせ図形の外側を多く触れることが明らかとなったが、これは研究3・4の外枠優位方略と対応していると考えられる。あるいは研究3においても、仮説検証方略を支える工夫として、「混乱するので、1回通った場所を押さえて・・・」のような、手指の動作を裏付ける内観が報告されている。また、方略を変化させず、具体物方略を堅持した参加者の動作は、変化に乏しいものであった。したがって、手指の動作と内的探索方略の要因が連動していることを示す意味において、モデルへ記載する必要がある。

本研究の目的達成のために検討した3つ目の要因は、内的探索方略の要因であった。研究3では、参加者に組み合わせ図形探索時の内観を尋ね、それを分析することで、和氣・和氣（1980）のモデルにおける内的探索方略の要因が分節を分かつ要因になっていることを示した。さらに研究4では、内的探索方略の中でも仮説検証方略と具体物方略が異なる分節を生じさせる要因であることを重ねて明らかにし、研究3の結果には再現性があることを示した。このような、内的探索方略の差異が、知覚の結果を左右しているとの知見は、Cornoldi et al.（2009）やSzubielska & Zabielska-Mendyk（2018）と一致している。これら2つの先行研究はともにマトリクス刺激を用いているが、本研究の結果は、内的探索方略の差異が結果を左右するとの考え方を組み合わせ図形にも拡張できることを示した。研究3・4では、これまで晴眼成人を対象とした実験では必ず報告されてきた視覚化方略が分節の結果には影響しておらず、仮説検証方略と具体物方略が異なる分節を生じさせる要因になっていた。視覚化方略が分節を分かつ要因ではないという結果は、本研究の結果を視覚障害児・者に応用しようとするとき、歓迎されるもので

あろう。なお、本研究の結果の応用については、本章の第 4 節に別記した。

また、研究 3・4 では、和氣・和氣（1980）のモデルに基づいて結果を考察し、以下の 5 つの相違点を見出した。

- ①部分の検出と統合という内的な過程は同様に認められる。
- ②視覚化および記憶像との照合については、同様の方略が部分の検出と統合の両方の段階で用いられているが、分節を分かち要因ではない。
- ③部分の検出段階における外枠優位方略を加える必要がある。
- ④部分の検出と統合の両方の段階に仮説検証方略を加える必要がある。
- ⑤具体物方略を統合の段階に加える必要がある。

和氣・和氣（1980）のモデルは、触文字判別の過程を推測したものであるが、本研究では組み合わせ図形を刺激として用い、モデルと類似する点、異なる点を明確に示したことに意義がある。また、内的探索方略の要因が異なる分節を生じさせる要因であるとわかったことにより、第 1 章で述べた組み合わせ図形の先行研究における結果の矛盾も理論的に解決できる。

まず、組み合わせ図形が持つゲシュタルトの要因については、触運動知覚する際には閉合の要因が強く影響すると考えられてきた（Becker, 1934；山根, 1935）。しかし、1 つの組み合わせ図形から、複数の異なる分節が生じる（木村, 1972）ため、矛盾が生じていた。本研究の結果は、1 つの組み合わせ図形から、内的探索方略によって異なる分節が生じることを示している。例えば、ある組み合わせ図形を提示した場合、仮説検証方略を用いて  $\alpha$  型分節に知覚する場合もあれば、断片的に視覚化した断片的な形だけを知覚する場合もあり、また、具体物として知覚する場合もありえる。採用する方略が異なることで、1 つの組み合わせ図形から複数の分節が生じると考えることには矛盾は生じない。

知覚系の差異の要因については、視覚は対象を同時的・全体的に知覚ができる（鳥居, 1971）が、触知覚は、対象の触れている部分の情報を継時的・部分的に知覚せざるを得ない（小柳, 1987；前仏, 1987；長崎, 1995）ことから、この差が分節の差異を生じていると考えられてきた（山根, 1935）。しかしその後、触運動知覚時にも  $\alpha$  型分節が発生することが報告され（梅津・鳥居, 1965；木村, 1972）、矛盾を生じていた。本研究の結果から、触運動知覚する場合であっても、 $\alpha$  型分節に知覚することは十分可能であり、そのためには有効な内的探索方略を用いる必要性が示された。したがって、触運動知覚が継時的・部分的な知覚を強いられるとしても、適切な方略を用いることで  $\alpha$  型分節に知覚することは可能だと考えることができる。

視覚経験と視力の有無の要因については、例えば山梨他（1981）により、晴眼の幼稚園年少児～小学校 3 年生における  $\alpha$  型分節の出現割合が、年齢が上がるほど高くなることが示されている。また、先天性の視覚障害児・者であっても、視力が



高いほど、組み合わせ図形を  $\alpha$  型分節に知覚する事例が報告されている（梅津・鳥居, 1965；和氣他, 2016）。しかし、和氣他（2016）の実験に参加した晴眼成人をはじめ、望月（1976）や長尾他（2005）において、晴眼成人が非  $\alpha$  型分節を生じることが報告されており、結果が一致していなかった。本研究の結果は、晴眼成人であっても有効な内的探索方略を用いなければ、非  $\alpha$  型分節を生じること示していた。したがって、 $\alpha$  型分節に知覚するために有効な、仮説検証方略を用いるための学習が発達とともになされ、結果的に組み合わせ図形を  $\alpha$  型分節に知覚することができたと考えられる。また、組み合わせ図形を  $\alpha$  型分節に知覚するために、視覚化は必ずしも必要ではなかった。このことから、視覚障害児・者でも、どのような内的探索方略を用いているかが分節を分かつ要因であって、視力の有無には直接関係がないと考えることができる。ただし、盲学校の在籍児にとって、視力の程度は学習内容にも影響を与える。そのような学習の差が、内的探索方略に影響を与えている可能性は否定できないことから、視覚障害児・者の内的探索方略を明らかにすることは課題として残されている。なお、本研究における課題は、本章の第 3 節に別記した。

重なりの概念の要因については、その概念導入を扱ったすべての実験（木村, 1975；郷家他, 1985；長崎, 1992；志村, 1994）において、手順が多く、どの手順が効果を発揮しているのか、判然としないことが問題であった。また、重なりの概念を十分に理解している晴眼成人であっても、非  $\alpha$  型分節が生じていることが問題になっていた（望月, 1976；長尾他, 2005；和氣他, 2016）。晴眼成人であっても、非  $\alpha$  型分節に知覚する理由は、これまで述べてきたように、採用する内的探索方略の差異によって説明できるであろう。また、重なりの概念について、本研究の結果から考えると、組み合わせ図形を  $\alpha$  型分節に知覚するために必ずしも必要とはいえない。組み合わせ図形は 2 次元の図形であり、台紙から盛り上がるように描かれた 2 つの図形に上下はない。そして、その 2 つの図形を組み合わせ図形から個別に取り出すとき、必要なものは仮説の構築と検証の繰り返しであり、部分の正確な統合であって、どちらの図形が上であるか下であるかという重なりの知覚ではないと言える。

情報入力量と情報処理量の要因については、情報入力量が十分でも、情報処理段階において、知的能力が未発達である幼児や児童、あるいは知的障害を有する児童の場合、非  $\alpha$  型分節を生じやすいという結果に至る（小柳, 1987；佐久間, 2018）。反対に、視覚障害児や健常児において、年齢が増すごとに、 $\alpha$  型分節の発生率も高くなることから、発達による情報処理量の増加が分節に影響していることが示されている（木村, 1972；山梨他, 1982）。しかし、情報入力量については、両手でも、片手でも、一本指でも、 $\alpha$  型分節の発生率は変わらない（梅津・鳥居, 1965）ことがわかっている。また、情報入力量や情報処理量が十分にあるはずの晴眼成人



において、非 $\alpha$ 型分節が生じている（望月, 1976；長尾他, 2005）ことから、結果の一致を見ていなかった。まず、情報入力量については、研究 3・4 の結果から、両手、片手、一本指という情報入力量よりも、内的探索方略の差異が重要であることが示された。梅津・鳥居（1965）において、条件による $\alpha$ 型分節の発生率が変わらなかったことや、研究 1 において研究 4 よりも一本指条件での $\alpha$ 型分節の出現率が高かったことも、仮説検証方略を用い、その方略を支える工夫をすることで、情報入力量の差が克服できたと解釈できる。情報処理量については、視覚経験と視力の有無の要因と同様に、仮説検証方略を用いるだけのレディネスを備えているかどうか、という点から説明できよう。発達による情報処理量の増加は、仮説検証方略やその工夫を用いる基盤となることから、情報処理量が増えるほどに $\alpha$ 型分節も増加すると考えることに矛盾は生じない。このことは、一般的に晴眼成人において $\alpha$ 型分節の発生率が高いこととも一致する。

刺激系列の要因については、後藤（1988, 1989）が $\alpha$ 型分節を導きやすい系列と、非 $\alpha$ 型分節を導きやすい系列を、ターゲットとなる組み合わせ図形の提示前に示し、事前に提示された刺激系列の影響を受けて、ターゲットの分節が変化することを示している。しかし、そのような刺激系列がなくとも、晴眼成人は、提示された組み合わせ図形を 100%の割合で $\alpha$ 型分節に把握することもある（山根, 1935；木村, 1972）。後藤（1988, 1989）の刺激系列の効果を本研究の結果から解釈すると、刺激系列は参加者に提示されている刺激が図形であり、具体物ではないことを知らせる役割を果たしたと解釈できる。つまり、具体物方略を用いるべきではないことを、間接的に参加者に教示したと考えられる。その結果として、 $\alpha$ 型分節を導きやすい系列では $\alpha$ 型分節に知覚する割合が高くなり、反対に、三日月が移動する様子を描いた非 $\alpha$ 型分節を導きやすい系列においては、具体物方略を用いやすくなった結果、非 $\alpha$ 型分節に知覚する割合が高くなったと考えられる。

以上の様に、これまで組み合わせ図形の研究において、相反する結果が数多く示されていたが、内的探索方略の差異が異なる分節を生じさせる要因であることを明らかにしたことにより、多くの矛盾を理論的に解決することができる。

このような単純な図形の触運動知覚について、知覚や身体運動の側面からアプローチして研究を積み重ねて得られた知見は、単に図形の学習場面に留まるものではない。情報入手やその統合過程を通してパフォーマンスの結果が左右されることを考えると、知覚情報入力に大きく影響する内的探索方略の活用を基礎的見地から検討したことには意義があったと考えられる。

## 第 2 節 組み合わせ図形の触運動知覚モデルと学習理論との類似性

本研究では、組み合わせ図形における従来の研究では未検討であった以下の 3

つの要因が、異なる分節を生じさせる要因であるか検討した。3つの要因とは、①皮膚接触の有無の要因、②手指動作の要因、③内的過程の要因である。

本研究では、これらの3つの要因が、触知覚結果に影響している可能性を示すモデルとして、触文字判読の過程を推測した和氣・和氣（1980）の視覚化モデルを援用した。しかし、このモデルは触文字を対象とするものであり、組み合わせ図形を対象とはしていないことから、本研究で得られた知見を踏まえ、組み合わせ図形の触運動知覚モデルを提案したい。

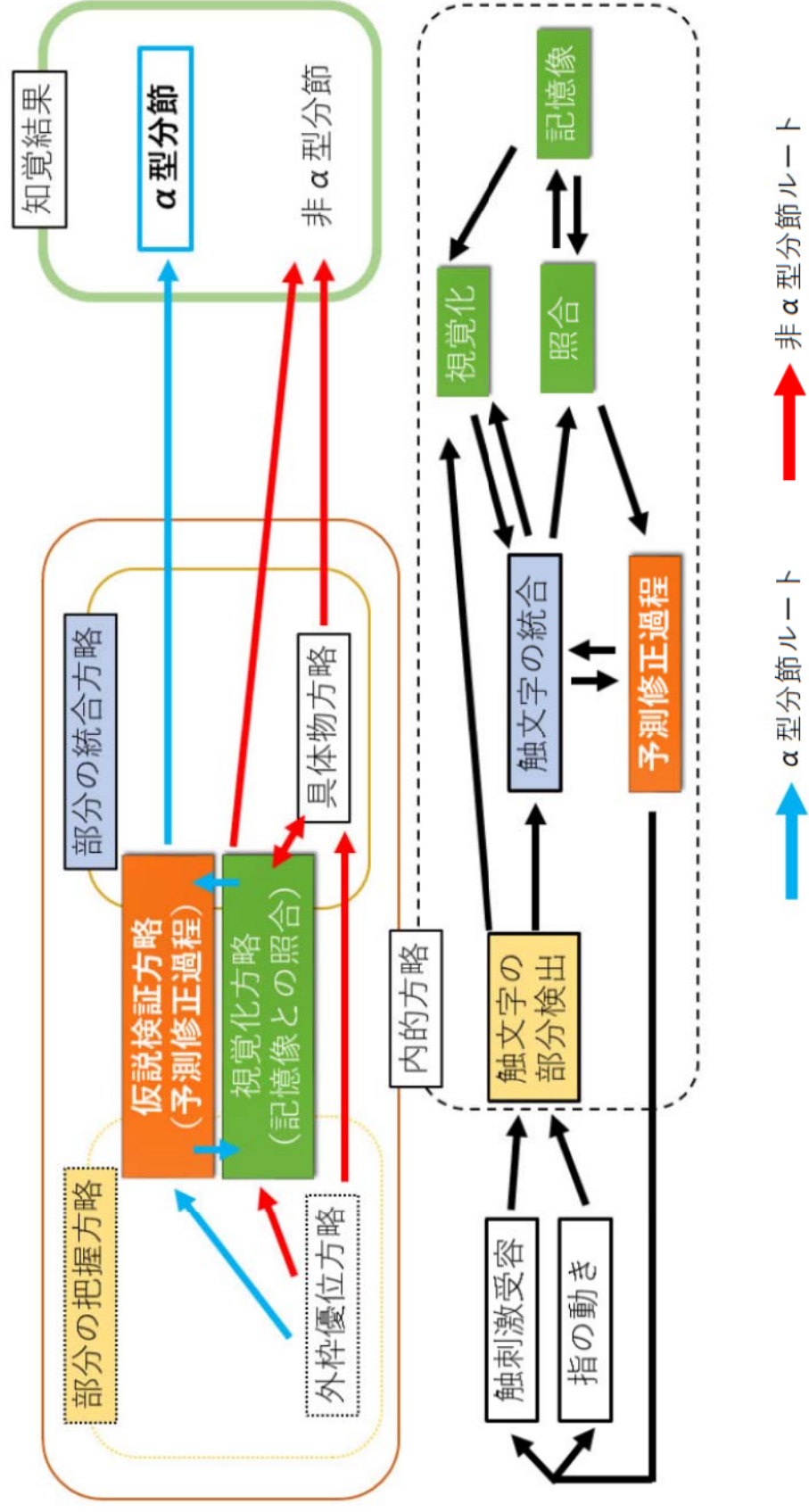


図 4-1 和氣・和氣（1980）のモデルを修正した組み合わせ図形の触運動知覚モデル



図 4-1 では、本研究で援用した和氣・和氣（1980）のモデルを下側に、本研究で得られた知見を反映させた組み合わせ図形の触運動知覚モデルを上側に示した。触文字や組み合わせ図形の提示後、皮膚接触と外的動作が発生する。この 2 つの要因については、組み合わせ図形の触運動知覚において分節を分かť要因ではなかった。しかし、これら 2 つの要因が触運動知覚を阻害する要因であることを示す結果は得られていないことから、モデル上でも修正は行わず、そのまま記載した。

図 4-1 において、同じ色に着色されているプロセスは、それぞれ対応関係があることを示している。まず、どちらのプロセスにおいても、部分を把握するプロセスが認められた。また、把握した部分を統合するプロセスも存在していた。これらについては、研究 3・4 のコードと内的方略が示す通りである。加えて、どちらのプロセスにも視覚化のプロセスがあった。本研究では研究 3・4 において視覚化方略として命名されたものがこれに相当する。さらに、和氣・和氣（1980）のモデルのモデルにある予測修正過程のプロセスは、本研究の仮説検証方略に相当すると考えられる。

しかし、和氣・和氣（1980）のモデルには、外枠優位方略と具体物方略が存在していない。これは、和氣・和氣（1980）で用いられた刺激が触文字であるため、外枠や具体物といった概念が生じにくいことが、その理由として考えられる。また、和氣・和氣（1980）のモデルには多くのプロセスが示されているものの、これらのプロセスを経て、結果的にどのように触文字を知覚するのか、その知覚結果が示されてはいない。そのため、組み合わせ図形の触運動知覚プロセスを示した上側のモデルには、知覚の結果に至るまでのルートを加えて示し、内的方略のプロセスについて修正を加えた。

本研究の結果、内的方略のプロセスは、 $\alpha$  型分節、非  $\alpha$  型分節という知覚の結果にかかわらず、部分を把握する方略から触運動知覚が始まっていた。このとき、外枠優位方略が用いられていた。研究 2 で明らかになったように、分節に関わらず図形の外枠を触る傾向が共通しており、この方略から知覚が始まることをモデルにも示した。

次に、青色矢印の  $\alpha$  型分節に知覚するルートの場合、仮説検証方略を用いて、組み合わせ図形の構成部分を把握したり、仮説の構築と検証を繰り返したりしながら、それらの部分を統合して、組み合わせ図形を  $\alpha$  型分節に知覚する。このことから、仮説検証方略は、モデルにおいて部分の把握方略と、部分の統合方略の両方の枠にまたがるように記載した。組み合わせ図形を  $\alpha$  型分節に知覚するとき、参加者によっては視覚化方略を用いる場合がある。視覚化方略も、部分の把握、部分の統合の両方の段階で用いられていたことから、仮説検証方略と同様にどちらの段階にもまたがるように記載した。しかし、 $\alpha$  型分節に知覚するために必須の方略では

ないことが研究 3・4 で明らかとなったことから、視覚化方略から  $\alpha$  型分節に移行する矢印は記載していない。

一方、モデルにおいて赤色矢印で示した非  $\alpha$  型分節に知覚するルートの場合、知覚のプロセスは、外枠優位方略から始まり、具体物方略へと移行して、そのまま非  $\alpha$  型分節という結果に至ることとなる。具体物方略を用いず、視覚化方略を用いたとしても、仮説検証方略を用いなければ  $\alpha$  型分節には知覚できないため、やはり非  $\alpha$  型分節に知覚することとなる。

本研究の目的は、 $\alpha$  型分節と非  $\alpha$  型分節の差異を生じさせている要因を明らかにすることであった。研究の結果、その要因は、仮説検証方略を用いていることと、具体物方略を用いないことであった。和氣・和氣 (1980) の触文字判読の過程モデルを修正した上側のモデルでは、本研究の結果を踏まえて、矢印を色分けし、どのような過程を経て  $\alpha$  型分節や非  $\alpha$  型分節にたどり着くのかについても記載した。これらの修正により、和氣・和氣 (1980) のモデルでは説明できなかった触運動知覚の鍵となる内的方略のプロセス、知覚の結果、そしてそれらの関係性について端的に表現することができたと考えられる。

以上のように、修正を加えた組み合わせ図形の触運動知覚モデルに基づいた視覚障害児・者の援助を考える際、中心になるのは和氣・和氣 (1980) のモデルにも記載されている予測・修正過程、つまり、仮説検証方略の有無である。本研究の結果、視覚化方略は  $\alpha$  型分節の成立に不可欠なものではなかったことから、言語による援助だけでも、 $\alpha$  型分節へ至るルートが開かれているといえる。視覚障害児・者の生活場面、特に移動の基礎となる図を知覚する場合には、非  $\alpha$  型分節ルートは事故の原因になりかねないため、仮説検証方略を中心に、 $\alpha$  型分節ルートをたどってもらうための教育や支援が欠かせないと言える。

他方、仮説検証方略を中心に、予測・修正が繰り返し行われる中で  $\alpha$  型分節成立に至るというプロセスを仮定するとき、このプロセスは、Kolb (1984) の経験学習モデルとの共通点を見出すことができる。Kolb (1984) は、学習のプロセスを具体的経験、内省的観察、抽象的概念化、能動の実験、以上 4 つの循環型モデルとして示したことが知られている (中原, 2013)。具体的経験とは、学習者が環境に対して働きかけることによって生じる相互作用 (中原, 2013) であり、組み合わせ図形の触運動知覚においては、提示された組み合わせ図形に触れ、手指を動作させる段階に相当するだろう。また、研究 3・4 では、参加者が提示されている図形を予測し、何度も組み合わせ図形を探索してその予測を修正する仮説検証方略の有効性が示された。この方略は、「経験を一般化、概念化、抽象化 (中原, 2013)」する抽象的概念化のプロセスとの共通性が見出されると言えよう。さらに、仮説検証方略として抽象的概念化がなされた方略を異なる図形に対しても用いることは、能動の実験に相当し、そこから得られた新たな具体的経験や内省的観察に基づき、



さらに仮説検証方略が洗練され、 $\alpha$ 型分節成立の割合が高まっていく、という好循環を想定することもできる。

具体的には、例えば実験4において、晴成19・22・23・25の4名は、全6種の組み合わせ図形のうち、最初に提示された2枚を非 $\alpha$ 型分節に知覚した。しかし、3枚目の組み合わせ図形からは $\alpha$ 型分節に知覚するようになり、以降の提示図形はすべて $\alpha$ 型分節に知覚していた。先の考察では、この結果について、D'Angiulli et al. (1998) が主張するように、実験者がフィードバックをしなくても、参加者本人が知覚成績向上のための工夫を展開できることを論拠に解釈したが、上述のように Kolb (1984) の学習理論に基づいて解釈することもできるだろう。つまり、組み合わせ図形を探索する具体的経験を通じて、予測と修正を繰り返した方がよいのではないかという内省的観察が行われ、それが仮説検証方略として抽象的概念化され、能動的実験としてほかの図形にも活かされた結果、3枚目以降の組み合わせ図形を $\alpha$ 型分節に知覚したと考えることができるだろう。

ただし、本研究では組み合わせ図形を参加者に探索してもらったのち、 $\alpha$ 型分節に知覚しても、非 $\alpha$ 型分節に知覚しても、その知覚が正しいのか、誤りであるのか、一切フィードバックを行っていない。Kolb (1984) の学習理論では、学習者は能動的実験によって抽象的概念化を行ったことに対する結果を得ることができるが、本研究にはそれがない。したがって、学習理論だけでは、非 $\alpha$ 型分節に知覚する参加者に対してフィードバックを行った場合に、分節が変化するのかどうかという問題や、一度 $\alpha$ 型分節に知覚した参加者が直後に提示された組み合わせ図形を非 $\alpha$ 型分節に知覚する場合の解釈などに課題を残すことになる。本研究で新たに仮定された組み合わせ図形における触運動知覚モデルと学習理論との類似性に基づき、さらなる検討を行っていく必要があると考えられよう。

### 第3節 本研究における課題

本研究では、参加者の均質化のために、また、内観報告を通じて詳細な内的探索方略を得るために、研究の参加者を晴眼成人とした。そのため、視覚障害児・者における内的探索方略については検証することができなかった。しかし、研究の結果から、触運動知覚した対象について視覚的なイメージを形成することは、組み合わせ図形を $\alpha$ 型分節に知覚するために、必ずしも必要な条件ではないことがわかった。したがって、仮説検証方略のような、視覚的なイメージを必要としない方略を用いているのかどうか、仮説検証方略を視覚障害児・者に対する教育や支援に用いた場合にどの程度の効果があるのか、その効果をどのようにして測定するかなどが、今後の課題として残された。これまで行われてきた多くの触運動知覚研究では、そもそも内的探索方略がどのようなものか、また、どのような発達をするのか、



どう援助すればパフォーマンスを上げることができるのかといった観点が抜け落ちているため、本研究における課題を踏まえつつ、視覚障害児・者支援のために、より多くの知見を積み重ねることが必要であると思われる。

本研究では、組み合わせ図形を対象に研究を進めてきたが、実際の教育場面や生活場面で用いられる触図や触地図、触知案内図は、組み合わせ図形よりも複雑な図が多い。組み合わせ図形は、これらの複雑な図の基礎をなすものと考えられ、本研究において有効であった仮説検証方略は、触図等においても有効であると推測されるが、図の複雑性にどこまで対応できるかは不明である。あるいは、複雑な図においては、有効な方略が新たに見出されるかもしれない。触運動知覚する際には、内的過程の要因を重視するべきであるという観点から、より複雑な図における内的探索方略について検討することも、今後の課題である。

## 第4節 本研究結果の応用

### 第1項 応用の前提

本研究の結果から、組み合わせ図形を触運動知覚するとき、仮説の構築と検証とを繰り返すことの有効性が示された。このような内的方略の要因は、触運動知覚の結果に決定的な影響を与えていると考えられ、皮膚を接触させるか、あるいは、手指をどう動かすかといった他の要因よりも重要なものである。したがって、まずは組み合わせ図形やそれに類似する図形を用いた学習場面等において、直接的に本研究の結果を応用し、仮説検証方略を用いることの重要性を学習してもらう機会を設けたり、その重要性を提示・周知したりすることを提案する。この点については、次の第2項に直接的応用としてまとめる。

また、第1章で述べたように、対象が組み合わせ図形であるかどうかに関わらず、触知覚においては、知覚結果を得るまでに時間的に重なり合う2つのプロセスが仮定されている (Wijntjes et al., 2008a)。1つ目のプロセスは、刺激の特性や探索行動などの側面に関係している探索のプロセスであり、2つ目のプロセスは、取得した空間情報がどのように処理・解釈されるかに関係しているプロセスである (Wijntjes et al., 2008a)。つまり組み合わせ図形に限らず、触運動知覚は、対象を様々触って特徴をつかむプロセスと、それが何であるかを理解するプロセスがあり、一定時間をかけてこの2つのプロセスを経た後に、最終的な知覚結果を得る。本研究の結果を、Wijntjes et al. (2008a) の仮定する2つのプロセスに当てはめると、手指動作等を含む前者のプロセスではなく、仮説検証方略等の内的方略を含む後者のプロセスが触知覚のパフォーマンス向上においては重要であることが示唆される。したがって、触知覚のパフォーマンス向上を目的として、手指の動作ではなく、どう考えるかという点に焦点を当てた活動をより多く経験してもらう

ことが重要になるだろう。そこで第 3 項では、本研究結果の間接的応用として、考え方の部分を強化する活動について提案する。

## 第 2 項 地域社会に対する直接的応用

先述の通り、本研究では、組み合わせ図形における仮説検証方略の有効性が示された。そこで本項では、この知見の直接的な応用として、以下の 3 例を提案する。3 例とは、盲学校等における教育場面への応用、インターネット上の触地図作成サービスへの応用、触知案内図や手で見る絵本『テルミ』への応用である。

1 例目は盲学校等における視覚障害児童・生徒に対する図形の教育場面への応用である。例えば、盲学校における図形指導の基礎についてまとめた近年の資料においては、手の特性への配慮や手指動作に気を付けること、主体的に触らせること、両手を使うこと、指の使い方を見てまねることができない児童・生徒にとっての教員の重要性が非常に大きいことなどが記載されている（高村, 2014；青柳・鳥山, 2015；香川・牟田口, 2016；全国盲学校長会, 2018）。しかし、手指を動作させる際の内的探索方略には言及がなく、どのような教員側の声かけが触運動知覚成績の向上につながるか、教材以外の対象を触運動知覚したときにも汎用性のある方略を学べるのか、については記されていない。

そこで、手指動作は触運動知覚において異なる分節を生じさせる要因ではないことを踏まえて、

1. 効率的な動作を教えるのではなく、効率的な考え方を教える
2. 仮説を構築し、それを検証したうえで答えを出すことが効率的である
3. 教育場面においては、仮説が正しいかどうかのフィードバックを教員が適切に行う
4. 考え方を学ぶことで様々な生活の場面での応用が期待できる

以上 4 点を明記することを提案したい。

1 点目から 3 点目までは、実際に教育を受ける視覚障害児童・生徒、あるいは視覚障害者の発達段階を考慮する必要があり、教育を受ける側が理解できる言葉遣いで、効率的な考え方を示し、繰り返し説明を行う必要があるだろう。

また、3 点目については、最初から効率的な考え方を教えることで、教育を受ける側の学習意欲を損なう可能性があることから、教育が行われる現場の実情に合わせた配慮が必要になる。しかし、最も避けるべき事態は、「教えてもわからない、わからないので教えない」（小柳, 1979）という悪循環である。教育を受ける側が自ら気づき、発見することの喜びをむやみに奪う必要はないが、触運動知覚能力を向上させるために、適切なフィードバックが必要であることも、また確かなことである（九州先端科学技術研究所, 2012）。したがって、教育を受ける側の触運動知覚レベルや発達段階を見極めながら、最適な教育を教員が見極め、実施していく必



要があると考えられる。

以上の 1 例目の提案について、教育の場における仮説検証方略につなげるための具体的な教示、あるいは仮説を構築するための有効な動作の教示としては、以下のような教示の例が考えられよう。各教示例には、文末に（）でその意図も記載している。

「触ってすぐに答えを出す必要はありません。何度もゆっくり触って、よく考えてから答えましょう（仮説検証方略を用いる場合、仮説の構築と検証には 1 分単位で時間がかかることが予想されるため、教育場面においては十分な触運動知覚時間を確保することが望ましい）。」

「〇〇の形だ、と思ったら、何度も確認してみましょう（仮説検証方略においては、形がわかっていても即座に決めつけず、何度も確認を行ってから形を確定することが求められる）。」

「〇〇の形だ、とわかったら先生に教えてください。もし間違えたときには、別の形がないか考えてみましょう（仮説が正しいのか周囲に確認しても良いのだと理解してもらうことも必要である。また、間違えている場合には学習意欲を損なわないよう配慮しながら、正しい知覚に至るように改めて触らせることも必要である）。」

「形が難しいときには、わかりやすい部分を見つけて、そこから少しずつ全体がどのような形をしているか考えましょう（仮説検証方略は触運動知覚における部分の把握と全体への統合の両方に活用できる。慌てずに確実に形を見つけ、徐々に全体像を把握するよう教える）。」

「形が難しいときには、もう触ったところと、まだ触っていないところを区別しましょう。（研究 3・4 において生じた仮説を構築するための工夫を教示化した。この他の工夫もありえるため、学習段階や発達段階に応じて、必要な工夫を考えさせる、もしくは教える側が考える必要がある）。」

「頭の中だけで区別することが難しいときには、もう触ったところを指や手で押さえておきましょう。混乱しないように両手を使い分けましょう（この教示も、研究 3・4 で生じたものを教示化した。単に動作を教えても意味がないため、仮説を構築したり、検証したりするために、このような動作が必要なのだと説明することが重要である）。」

「三角形なら角が 3 つ、四角形なら角が 4 つあります。数え間違えないためにどうしたらよいか、考えてみましょう。（角を指で押さえておきましょうと教示しても良い。前述の通り、学習以外の場面に方略を応用してもらうためにも、間違えないための工夫を学習者自らが見出し、その工夫を教育者が認め、強化していくことも重要である）。」

「頭の中で考えたこと、予想したことと、実際に触ってわかったことが違う場



合には、先生に教えてください。（ここに角があるのはおかしい、ここで線が曲がるのはおかしいなど、触覚と仮説との間に違いが生じることもありえる。しかしそれをうやむやにせず、違いがなぜ生じたのか、生じた違いをどうすれば克服して正確に知覚できるのか、繰り返し学習することで、仮説検証方略をより幅広く応用できるものへと進化させることができる）。」

仮説検証方略がいかに有効な方略であっても、それに基づいた正確な手指の動作が求められる。したがって、どうしてその動作が有効なのか、どうしてその動作をする必要があるのか、仮説検証方略の観点から十分に理解されるよう説明し、繰り返し触運動知覚の課題に取り組みながら方略を向上させていくことが重要であろう。

2 例目は、インターネット上で触地図作成を依頼できるサービスへの応用である。新潟大学工学部渡辺哲也研究室では、ICT を活用し、視覚障害者支援技術の研究や開発を行っており、その一環として、触地図作成送付サービスや立体模型作成送付サービスを実施している（渡辺研究室, 2020）。これらのサービスはメールで申し込みをすることで、希望する場所の地図や模型を得ることができる画期的なサービスである。このような地図や模型は、訪問先について予習するなどの利用に用いられる（渡辺他, 2018）。しかし、これらを触るときに、何を考えながら触ることが効果的・効率的であるのかは示されていない。そこで、研究室のページや、作成した触地図に、仮説検証方略の有効性について記載し、触運動知覚のパフォーマンスを向上させて正確に地図を理解することで、安全な外出や歩行につなげていくことを提案する。もちろん、渡辺哲也研究室以外の Web ページでも、視覚障害者のアクセス数が多いと予想される、例えば日本点字図書館や日本ライトハウスの Web ページなどにも、同様の記載をして、効率的な考え方の周知に努めることを提案したい。

3 例目は、冒頭で触れた触地図や触知案内図への応用である。本研究で用いられた図形は、単純な幾何学図形を 2 つ組み合わせた図形であるが、実際の触地図や触知案内図はその場所の構造を正確に示すために、組み合わせ図形よりも複雑に線が入り組んでいる場合がある。組み合わせ図形よりも複雑な図における仮説検証方略の有効性については、今後さらに実験を行って検証していく必要があるが、本研究で用いた組み合わせ図形と複雑性に大きな差がない触知案内図においては、仮説検証方略の有効性が期待できるだろう。例えば以下に記載した図 4-2 のようなトイレの触知案内図や、構造が単純な公園の触知案内図などでは、仮説検証方略の有効性を併記する、あるいは音声でのガイドを行うなどの援助により、視覚障害児・者の地域における社会進出を後押しできると考えられる。



図 4-2 トイレの入り口に設置された触知案内図の例

触知案内図と同様に、組み合わせ図形よりも複雑な触覚絵を数多く収録している手で見える絵本『テルミ』への仮説検証方略の記載も、触運動知覚のパフォーマンス向上の効果が期待できるだろう。『テルミ』には、動植物や日用品等の触覚絵や迷路が盛り上がる線で描かれている。したがって、このような触覚絵を触って楽しむ際の工夫として、仮説検証方略を併記することで、正確に絵を理解することが期待できる。

以上に述べたように、組み合わせ図形やそれに類似する触地図や触知案内図、触覚絵を学習・利用するタイミングで、直接的に仮説検証方略を併せて提示することにより、触運動知覚のパフォーマンス向上が期待されるだろう。提示の方法としては、先に示したような教示例を参考とし、設置場所や作成する図の大きさなどの物理的な制約が許す範囲内で、点字で方略を示すことや、図とは別にリーフレットを添えるなどの方法が考えられる。

### 第 3 項 地域社会に対する間接的応用

本項では、仮説検証方略の有効性を踏まえ、触知覚のパフォーマンス向上を目的として、手指をどのように動作させるかではなく、何を考えて触るかという点に焦点を当てた活動をより多く経験してもらうための方策を提案する。このような、本研究の結果の間接的な応用として、以下の 2 例を提案する。2 例とは、生涯学習講座への応用、ゲームへの応用である。

1 例目は、現在青森県で実施されている「特別支援学校を活用した生涯学習講座」を利用した政策的な応用である。青森県では例年、この講座を県内各地の特別支援

学校で実施しており、盲学校においては、「視覚障害理解入門」や「ロービジョンと点字入門」などの講義や演習が行われている（青森県, 2020）。この講座において、晴眼児童・成人にアイマスクを着用してもらい、視覚障害児と一緒に組み合わせ図形を知覚してもらうことで、その知覚結果の違いや、違いが生じる理由について、晴眼児童・成人と視覚障害児が互いに教え合う時間を設けることを提案する。このような双方向的な教え合いにおいて、何を考えて触ると良いのかについて重点的に話し合うことにより、視覚障害児にとっては晴眼児童・成人が用いる内的方略を学ぶ機会になる。このような通常の学習とは異なる経験をすることで、視覚障害児の内的方略が多様化し、またそこで学んだ内的方略が別の場面にも般化することが期待できる。類似の講座は、例えば愛知県立名古屋盲学校（2020）や岡山県立岡山盲学校（2020）など、全国の盲学校で毎年のように実施されていることから、準備する側の負担も少ないことが予想され、実施しやすい方策であると同時に、高い効果も期待できる。

2 例目は、ゲームへの応用である。視覚障害者向けのゲーム、あるいは、視覚障害者と晴眼成人が同時に楽しめるゲームはいくつか開発されている（松尾・坂尻, 2013；松尾・坂尻・三浦・大西・小野, 2016）。これらのゲームは、本研究によって示された内的方略の重要性を学ぶことを目的としたものではないが、視覚障害者がゲームに類似する課題に取り組むときに、ゲームで用いた内的方略を応用することが知られている（Vanlierde & Wanet-Defalque, 2004）。したがって、ある形を正確に知覚しなければその先に進めないようにプログラムされたゲームや、形を正確に知覚するほど高得点になるようなゲームを制作することで、触知案内図などを利用する実際の場面でも応用できる内的方略や触運動知覚に有効な考え方を学ぶことは可能であろう。上述の松尾他（2016）のゲームは、いわゆるコンピュータゲームであるが、形について知覚する場面をゲーム内に盛り込むだけであれば、立体コピーなどを使ったカードゲームやボードゲームでも可能である。例えば、トランプの絵札、ジャック、クイーン、キングの3種類を組み合わせ図形にしても良いし、スペード、ハート、クラブ、ダイヤの4種類を組み合わせ図形に置き換えても良い。さらに触運動知覚のパフォーマンスが良い上級者向けに、トランプの数字も含めて13種類の組み合わせ図形を盛り込んでも良いだろう。あるいは立体コピーした組み合わせ図形を6つあるいは9つ程度にカッターで分割し、一度位置をバラバラにしたそれらの部分を並べ替えて、組み合わせ図形に統合するというパズルゲームを行っても良い。このように、高額な開発費をかけずともゲーム化して、楽しみながら触運動知覚のパフォーマンス向上を図ることも可能であろう。

以上のように、仮説検証方略を直接的に教授するのではなく、どのように考えながら触るのかを間接的に学ばせることでも、触運動知覚のパフォーマンスを向上



させることは可能であろう。

## 引用文献

- 愛知県立名古屋盲学校 (2020) . 第 3 回名盲オープンスクール 愛知県立名古屋盲学校 Retrieved from <https://nagoya-sb.aichi-c.ed.jp/img/file147.pdf> (2020 年 11 月 18 日)
- 青森県 (2020) . 特別支援学校を活用した生涯学習講座 青森県 Retrieved from [https://www.pref.aomori.lg.jp/bunka/education/kenritsugakko\\_kaihou.html](https://www.pref.aomori.lg.jp/bunka/education/kenritsugakko_kaihou.html) (2020 年 10 月 25 日)
- 青柳まゆみ・鳥山由子 (2015) . 視覚障害教育入門-改訂版- 青柳まゆみ・鳥山由子 (編著) ジアース教育新社
- Argyropoulos, V. S & Chamonikolaou S. (2016). Investigating key functions of hand movements by individuals with visual impairment: Improving teaching practices in special education through research. *Contemporary Educational Researches Journal*. 6(1), 2-10. <https://doi.org/10.18844/cerj.v6i1.485>
- 朝日新聞 (2020) . ホームドア設置、安全確保を要望 朝日新聞 2 月 22 日朝刊, 27.
- Bailes, S. M., & Lambert, R. M. (1986). Cognitive aspects of haptic form recognition by blind and sighted subjects. *British Journal of Psychology*, 77(4), 451-458. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1986.tb02210.x>
- Ballesteros, S., Manga, D., & Reales, J. M. (1997). Haptic discrimination of bilateral symmetry in 2-dimensional and 3-dimensional unfamiliar displays. *Perception & psychophysics*, 59(1), 37-50. <https://doi.org/10.3758/BF03206846>
- Becker, J. (1935). *Über taktilmotorische Figurwahrnehmung*. Psychologische Forschung, 20, 102-158.
- Bouaziz, S., Russier, S., & Magnan, A. (2005). The Copying of Complex Geometric Drawings by Sighted and Visually Impaired Children. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 99(12), 765-774. <https://doi.org/10.1177/0145482X0509901204>
- Cecchetto, S., & Lawson, R. (2015). Simultaneous Sketching Aids the Haptic Identification of Raised Line Drawings. *Perception*, 44(7), 743-754. <https://doi.org/10.1177/0301006615594695>
- 千田耕基・小柳恭治・山梨正雄・志村洋・山県浩・斉藤政和 (1982). 視覚障害児のパターン認識の諸特性(4)―小穴を通しての視知覚の条件下におけるパターン認識― 日本特殊教育学会第 20 回大会発表論文集, 314-315.
- Cornoldi, C., Tinti, C., Mammarella, I. C., Re, A. M., & Varotto, D. (2009). Memory for an imagined pathway and strategy effects in sighted and in totally

- congenitally blind individuals. *Acta Psychologica*, 130(1), 11-16.  
<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.09.012>
- D'Angiulli, A., Kennedy, J. M., & Heller, M. A. (1998). Blind children recognizing tactile pictures respond like sighted children given guidance in exploration. *Scandinavian Journal of Psychology*, 39(3), 187-190.  
<https://doi.org/10.1111/1467-9450.393077>
- Davidson, P. W. (1972). Haptic judgments of curvature by blind and sighted humans. *Journal of Experimental Psychology*, 93(1), 43-55.  
<https://doi.org/10.1037/h0032632>
- 土井幸輝 (2010) . 白杖・触知案内図の問題点と改善点 視覚に障がいがある方の移動と支援 福祉介護機器 Techno プラス, 3(11), 64-66.
- Fernandes, A. M., & Albuquerque, P. B. (2012). Tactual perception: a review of experimental variables and procedures. *Cognitive processing*, 13(4), 285-301.  
<https://doi.org/10.1007/s10339-012-0443-2>
- Gibson, J. J. (1962). Observations on active touch. *Psychological Review*, 69(6), 477-491. <https://doi.org/10.1037/h0046962>
- Gibson, J. J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Houghton Mifflin.  
 (J.J.ギブソン. 佐々木正人・古山宜洋・三嶋博之 (監訳) (2011) . 生態学的知覚システム 感性をとらえなおす 東京大学出版会)
- 後藤容子(1982). 組合せ図形の認知について 甲南女子大学大学院心理学年報, 1, 11-22.
- 後藤容子(1988). 組合せ図形の認知に関する一考察 心理学評論, 31(2), 183-207.  
[https://doi.org/10.24602/sjpr.31.2\\_183](https://doi.org/10.24602/sjpr.31.2_183)
- 後藤容子 (1989) . 組合わせ図形の認知に関する研究 甲南女子大学研究紀要(別冊), 1-162.
- 郷家 和子・吉田 信子・村中 義雄 (1985). 盲人の図形認識－組み合わせ図形の操作的学習法の検討－ 日本特殊教育学会第 23 回大会論文集, 12-13.
- Heller, M.A. (1984) Active and passive touch: the influence of exploration time on form recognition. *The Journal of General Psychology*, 110(2), 243-249.  
<https://doi.org/10.1080/00221309.1984.9709968>
- 平塚克洋 (2016) . 自己肝にて生存する胆道閉鎖症をもつ小中学生と母親の学校生活への思いと工夫, 小児保健研究, 75(5), 565-572.
- 石毛 一郎 (2011) . 触地図ガイドブックの作成状況 地図, 49, 8-9.  
[https://doi.org/10.11212/jjca.49.Supplement\\_8](https://doi.org/10.11212/jjca.49.Supplement_8)
- Jehoel, S., Ungar, S., McCallum, D., & Rowell, J. (2005). An Evaluation of



- Substrates for Tactile Maps and Diagrams: Scanning Speed and Users' Preferences. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 99(2), 85-95.  
<https://doi.org/10.1177/0145482X0509900203>
- 香川邦生・牟田口辰巳 (2016) . 五訂版 視覚障害教育に携わる方のために 香川邦生 (編) 教育課程と指導法 (pp.82-131) 慶應義塾大学出版会
- 金子健・大内進 (2002) . 触図の作成方法と作成される触図の特性について 国立特殊教育総合研究所平成 14 年度視覚障害教育研究部一般研究報告書, 6-15.
- 金子隆芳 (1979). 知覚における運動的要素. 筑波大学心理学研究, 1, 3-10.  
<http://hdl.handle.net/2241/13247>
- Kappers, A.M. and Bergmann Tiest, W.M. (2013), Haptic perception. *WIREs Cognitive Science*, 4, 357-374. <https://doi.org/10.1002/wcs.1238>
- Katz, D. (1925). *Der Aufbau der Tastwelt*. Leipzig, Germany: Verlag von Johann Ambrosius Barth.
- (ダーヴィット・カッツ. 東山篤規・岩切絹代 (訳) (2003) . 触覚の世界 実験現象学の地平 新曜社)
- 河井良浩・小林真・皆川洋喜・宮川正弘・富田文明 (2000) . 3 次元仮想音響による視覚障害者用支援システム 電気学会論文誌, 120(5), 648-655.  
[https://doi.org/10.1541/ieejieiss1987.120.5\\_648](https://doi.org/10.1541/ieejieiss1987.120.5_648)
- 木村允彦 (1972). 触運動による組み合わせ図形の知覚 心理学研究, 43, 1-12.
- 木村允彦 (1975) . 認知発達をめぐって 聴覚障害児教育国際会議論文集, 169-176.
- Klatzky, R. L., Loomis, J. M., Lederman, S. J., Wake, H., & Fujita, N. (1993). Haptic identification of objects and their depictions. *Perception & psychophysics*, 54(2), 170-178. <https://doi.org/10.3758/BF03211752>
- 小林芳郎 (1969) . 幼児の重なり図形の固定について－単純幾何学図形の場合－大阪教育大学紀要 教育科学. 17, 59-71.
- 国土交通省 (2019) . 公共交通機関の旅客施設に関する移動等円滑化整備ガイドライン (バリアフリー整備ガイドライン旅客施設編) (令和元年 10 月版) 国土交通省 Retrieved from <https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/barrierfree/content/001340859.pdf> (2020 年 8 月 9 日)
- 国立障害者リハビリテーションセンター (2014) . 強度行動障害支援者養成研修 (基礎研修) 受講者用テキスト 6 構造化の基礎 国立障害者リハビリテーションセンター, 67-82.
- Kolb, D. A. (1984) *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

- 小柳恭治 (1979) . 触覚の世界 光生館
- 小柳恭治 (1987) . 視覚障害児のパターン認識をめぐる諸問題 国立特殊教育総合研究所紀要, *14*, 1-14.
- Kwok, M.G., 福田忠彦 (2004) . 感覚特性に基づく触地図作製法の提案 電子情報通信学会技術研究報告, *103*(590), 55-62.
- 九州先端科学技術研究所 (2012) . 視覚障害理科教育の基礎 「盲・弱視児童生徒理科実験指導研修講座」より 九州先端科学技術研究所 Retrieved from [http://www3.isit.or.jp/project4/files/2012/06/Toriyama\\_JPN.pdf](http://www3.isit.or.jp/project4/files/2012/06/Toriyama_JPN.pdf) (2020 年 10 月 5 日)
- Lawson, R., & Bracken, S. (2011). Haptic Object Recognition: How Important are Depth Cues and Plane Orientation? *Perception*, *40*(5), 576–597. <https://doi.org/10.1068/p6786>
- Lebaz, S., Jouffrais, C., & Picard, D. (2012). Haptic identification of raised-line drawings: High visuospatial imagers outperform low visuospatial imagers. *Psychological Research*, *76*(5), 667-675. <https://doi.org/10.1007/s00426-011-0351-6>
- Lederman, S. J., & Klatzky, R. L. (1987). Hand movements: A window into haptic object recognition. *Cognitive psychology*, *19*(3), 342-368. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(87\)90008-9](https://doi.org/10.1016/0010-0285(87)90008-9)
- Lederman, S. J., Klatzky, R. L., Chataway, C., & Summers, C. D. (1990). Visual mediation and the haptic recognition of two-dimensional pictures of common objects. *Perception & psychophysics*, *47*(1), 54-64. <https://doi.org/10.3758/BF03208164>
- Loomis, J. M., Klatzky, R. L., & Lederman, S. J. (1991). Similarity of tactual and visual picture recognition with limited field of view. *Perception*, *20*(2), 167–177. <https://doi.org/10.1068/p200167>
- Loomis, J.M., Klatzky, R.L., & Giudice, N.A. (2012). Sensory substitution of vision: Importance of perceptual and cognitive processing. In R. Manduchi & S. Kurniawan (Eds). *Assistive Technology for Blindness and Low Vision* (pp. 162-191). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Magee, L. E., & Kennedy, J. M. (1980). Exploring pictures tactually. *Nature*, *283*(5744), 287-288. <https://doi.org/10.1038/283287a0>
- 松森ハルミ・土井幸輝・藤本浩志 (2016) . 触知案内図における境界線とドットパターンとの隙間が境界線の識別特性に及ぼす影響 日本機械学会論文集, *82* (844) , 16-24. <https://doi.org/10.1299/transjsme.16-00267>.
- 松森ハルミ (2017) . 触知案内図においてドットパターンが示す領域情報の触読

- 容易性向上の検討 早稲田大学大学院人間科学研究科学学位論文.  
<http://hdl.handle.net/2065/00054502>
- 松森ハルミ・土井幸輝・藤本浩志 (2017). 触読熟達者における触知案内図の境界線識別にドットパターンとの隙間が及ぼす影響 ヒューマンインタフェース学会論文誌, 19(1), 33-40. [https://doi.org/10.11184/his.19.1\\_33](https://doi.org/10.11184/his.19.1_33)
- 松尾政輝・坂尻正次 (2013). 音と触覚により視覚障害者も利用可能なバリアフリーゲームの開発 筑波技術大学テクノレポート, 21(1), 76-80.  
<http://hdl.handle.net/10460/1198>
- 松尾政輝・坂尻正次・三浦貴大・大西淳児・小野東 (2016). 視覚障害者のアクセシビリティに配慮したアクション RPG: 全盲者向け開発環境とゲーム本体の開発 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 21(2), 303-312.  
[https://doi.org/10.18974/tvrsj.21.2\\_303](https://doi.org/10.18974/tvrsj.21.2_303)
- Metzger, W. (1953). *Gesetze des Sehens*. Waldemar Kramer.  
 (メッツガー, W. 盛永四郎 (訳) (1968). 視覚の法則 岩波書店)
- 望月登志子 (1976). 視覚と触覚による二次元図形の構造把握 日本女子大学紀要 家政学部, 23, 19-29.
- 望月登志子 (1992). 複合図形の構造把握 鳥居修晃・望月登志子 (著) 知覚と認知の心理学 I 視知覚の形成 I —開眼手術後の定位と弁別— (pp.198-221) 培風館
- 森まゆ・小林秀之・青松利明 (2013). 点字出版所の技術者における触図作製の工夫に関する実態調査 障害科学研究, 37, 77-89.  
<http://hdl.handle.net/2241/00146348>
- 森まゆ・小林秀之 (2014). 点図において連続線または点線として認知される点サイズと点間隔の条件 障害科学研究, 38, 131-136.  
<http://hdl.handle.net/2241/00146321>
- Morrongiello, B. A., Humphrey, G. K., Timney, B., Choi, J., & Rocca, P. T. (1994). Tactual Object Exploration and Recognition in Blind and Sighted Children. *Perception*, 23(7), 833-848. <https://doi.org/10.1068/p230833>
- 長尾高明・和氣典二・和氣洋美 (2005). 能動触における形の知覚一手の動きを中心として— 第 31 回感覚代行シンポジウム講演論文集, 123-125.
- 長崎郁夫 (1992). 盲児の図形知覚の成立過程に関する研究—複合図形の触運動知覚についての事例より— 第 18 回感覚代行シンポジウム発表論文集, 71-76.
- 長崎郁夫 (1995). 盲児に図形知覚を効果的に促す図形教材の提示について 第 20 回感覚代行シンポジウム講演論文集, 103-108.
- 中原淳 (2013). 経験学習の理論的系譜と研究動向 日本労働研究雑誌, 55(10),



- 4-14.
- 中島勇佑・和氣洋美・齋田真也・和氣典二（2010）．触覚によるパターン知覚における動きモニタリングの効果 第36回感覚代行シンポジウム講演論文集, 9-12.
- 中野司・田中明子（2007）．日本列島周辺の地形モデル 理研シンポジウム第1回幾何学教材と視覚障害者の立体認識シンポジウム論文集, 62.
- 日本盲人社会福祉施設協議会（2002）．視覚障害者の安全で円滑な行動を支援するための点字表示等に関するガイドライン 日本盲人社会福祉施設協議会.
- 日本産業標準調査会（2007）．高齢者・障害者配慮設計指針－触知案内図の内容及び形状並びにその表示方法 日本産業標準調査会 Retrieved from [https://www.jisc.go.jp/pdfa8/PDFView/ShowPDF/ygMAAHT0VNAlkbE\\_rFUW](https://www.jisc.go.jp/pdfa8/PDFView/ShowPDF/ygMAAHT0VNAlkbE_rFUW) (2020年8月9日)
- 岡山県立岡山盲学校（2020）．岡山盲学校公開講座わくわく体験盲学校 岡山県立岡山盲学校 Retrieved from <http://www.okamo.okayama-c.ed.jp/wordpress/wp-content/uploads/2019/05/R元年度「わくわく体験盲学校」案内.pdf> (2020年11月18日)
- 大内進・中田英雄・牟田口辰巳(1994). 形と肌理と大きさに関する全盲児のハプティック知覚 第20回感覚代行シンポジウム発表論文集,73-77.
- 大内進・中田英雄（1999）．形と肌理と大きさの弁別課題における全盲児のハプティック知覚 筑波大学リハビリテーション研究,8(1), 15-24.  
<http://hdl.handle.net/2241/10841>
- 大山正・今井省吾・和氣典二（編集）（1994）．新編 感覚・知覚心理学ハンドブック 誠信書房
- 大山正・今井省吾・和氣典二・菊地正（編集）（2007）．新編 Part2 感覚・知覚心理学ハンドブック 誠信書房
- Picard, D., Lebaz, S., Jouffrais, C., & Monnier, C. (2010). Haptic Recognition of Two-Dimensional Raised-Line Patterns by Early-Blind, Late-Blind, and Blindfolded Sighted Adults. *Perception*, 39(2), 224-235.  
<https://doi.org/10.1068/p6527>
- 坂井忠裕・坂尻正次・半田拓也・清水俊宏・大西淳児・村山慎二郎（2016）．重なり図形認知における触覚/力覚誘導提示方式の効果の評価. 感覚代行シンポジウム, 42, 21-24.
- 佐久間宏（2018）．知的障害児の視覚パターン認識に関する研究：模写テストを中心として 作大論集, 8, 29-48. <http://doi.org/10.18925/00000951>
- 志村洋（1988）．盲児の触知覚・その発達と学習 感覚統合研究, 5, 39-66.
- 志村洋（1994）．盲児の図形および具体的形態の触運動知覚と手の探索方略 国

- 立特殊教育総合研究所研究紀要, 21,109-116.
- 志村洋・金子健. (1998). 盲生徒の形の理解を高める手の探索動作--具体物, 形態, 凸図形の同定とハプティック技能. 国立特殊教育総合研究所研究紀要, 25, 55-64.
- 総務省五感情報通信技術に関する調査研究会 (2013). 五感情報通信技術に関する調査研究会最終報告書 総務省五感情報通信技術に関する調査研究会  
Retrieved from  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/joho\\_tsusin/policyreports/chousa/gokan/pdf/060922\\_2.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/chousa/gokan/pdf/060922_2.pdf) (2020 年 8 月 9 日)
- 鈴木光・吉永眞宏・小暮計貴・北原鉄朗 (2014). 雑音環境下のための音声案内システム：周囲の雑音レベルに合わせた音量の自動調整 第 76 回全国大会講演論文集, 481-482. <http://id.nii.ac.jp/1001/00104775/>
- Symmons, M., & Richardson, B. (2000). Raised Line Drawings are Spontaneously Explored with a Single Finger. *Perception*, 29(5), 621-626.  
<https://doi.org/10.1068/p2964>
- Szubielska, M. (2014). Strategies for constructing spatial representations used by blind and sighted subjects. *Studia Psychologica*, 56(4), 273-285.
- Szubielska, Magdalena & Zabielska-Mendyk, Emilia. (2018). Memorizing 2D Tactile Right-Angle-Shapes by Congenitally Blind and Sighted Adults. *Studia psychologica*. 60. 137-149. DOI:10.21909/sp.2018.03.758
- 高村明良 (2014). 触覚で平面図形を理解する力を育てる 独立行政法人 国際協力機構 (JICA) 草の根技術協力事業 タイ視覚障害児の理数科基礎教育に関する教員の資質向上支援 ワークショップシラバス・資料集 (数学) 九州先端科学技術研究所
- 鳥居修晃 (1971). 視覚と触覚における図形知覚 高木貞二 (編) 現代心理学の課題 (pp.33-44) 東京大学出版会
- 梅津八三・鳥居修晃 (1965). 先天盲における触運動的な形の知覚 日本心理学会第 29 回大会発表論文集, 70.
- Vanlierde, A., & Wanet-Defalque, M. C. (2004). Abilities and strategies of blind and sighted subjects in visuo-spatial imagery. *Acta psychologica*, 116(2), 205-222. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2004.03.001>
- 和田勉・土井幸輝・片桐麻優・藤本浩志 (2013). 触知案内図のストライプパターンの線間隔が識別特性に及ぼす影響 日本感性工学会論文誌, 12 (3), 441-446. <https://doi.org/10.5057/jjske.12.441>
- 和氣洋美・和氣典二 (1980). 指頭による触文字知覚. 第 6 回感覚代行シンポジウム論文集, 63-67.

- 和氣典二(1982). 触覚的記憶, 八木晃 (監修)・小谷津孝明 (編), 現代基礎心理学 4 記憶, 東京大学出版会, 164-179.
- 和氣典二 (2005). 触覚研究に携わって—ヒューマンインターフェースとしての感覚代行研究— 中京大学心理科学研究科・心理学部紀要, 4(2), 77-83.
- 和氣典二・和氣洋美・川端秀仁・平川和夫・梅沢竜彦 (2016). 視覚障害者の触図形知覚・認知に関する研究: ロービジョン者の視覚と触覚 第 42 回感覚代行シンポジウム講演論文集, 17-20.
- 渡辺研究室 (2020). 新潟大学工学部人間支援感性科学プログラム渡辺研究室 Retrieved from <http://vips.eng.niigata-u.ac.jp/#> (2020 年 11 月 11 日)
- 渡辺哲也・加賀大嗣・小林真・南谷和範 (2018). 視覚障害者のための触図訳サービスに関する調査 ヒューマンインタフェース学会論文誌, 20 (2) ,147-152. [https://doi.org/10.11184/his.20.2\\_147](https://doi.org/10.11184/his.20.2_147)
- Wijntjes, M. W. A., van Lienen, T., Verstijnen, I. M., & Kappers, A. M. L. (2008a). The Influence of Picture Size on Recognition and Exploratory Behaviour in Raised-Line Drawings. *Perception*, 37(4), 602-614. <https://doi.org/10.1068/p5714>
- Wijntjes, M. W., Van Lienen, T., Verstijnen, I. M., & Kappers, A. M. (2008b). Look what I have felt: Unidentified haptic line drawings are identified after sketching. *Acta psychologica*, 128(2), 255-263. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.01.006>
- Withagen, A., Kappers, A. M., Vervloed, M. P., Knoors, H., & Verhoeven, L. (2013). The use of exploratory procedures by blind and sighted adults and children. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 75(7), 1451-1464. <https://doi.org/10.3758/s13414-013-0479-0>
- 山県浩・千田耕基・小柳恭治 (1983). 視覚障害児のパターン認識の諸特性(6)—スリットを通して見た知覚の条件下における視覚パターン認識— 日本特殊教育学会第 21 回大会発表論文集, 8-9.
- 山梨正雄・山県浩・志村洋・小柳恭治 (1981). 視覚障害児のパターン認識の諸特性(1) 日本特殊教育学会第 19 回大会発表論文集, 10-11.
- 山梨正雄・志村洋・千田耕基・小柳恭治・山県浩・斉藤政和(1982). 視覚障害児のパターン認識の諸特性(3)—模写テストからみたパターン認識の型— 日本特殊教育学会第 20 回大会発表論文集, 312-313.
- 山根清道 (1935). 触運動的図形知覚についての実験的研究 心理学研究, 10, 327-390.
- 結城錦一 (1952). 形と動き : 伊藤吉之助先生に捧ぐる小品 北海道大学文学部紀要 (1), 51-62. <http://hdl.handle.net/2115/33109>



前仏誠（1987）．「盲児用図形知覚発達検査」の試作研究 心身障害児教育論文  
集, 13, 77-91.

全国盲学校長会（2018）．新訂版 視覚障害教育入門 Q&A 青木隆一・神尾裕  
治（監修）全国盲学校長会（編著） ジアース教育新社

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々からご指導とご協力を賜りましたことを、ここに感謝申し上げます。

主指導教員の増田貴人先生には、6年間にわたって終始あたたかいご指導と激励を賜りました。心から感謝申し上げます。副指導教員である平井太郎先生と土井良浩先生には、論文執筆時のみならず、授業科目履修時にも本研究について多くのご指導を賜りました。深く感謝申し上げます。

指導教員の先生方に加え、地域社会研究科の平岡恭一先生（現 弘前医療福祉大学短期大学部 教授）には、授業科目履修時に加え、その後の勉強会を通して多くのことを教えてくださいました。その成果により、本研究の結果を分析することができたと考えております。深く感謝申し上げます。

学部学生時代の私に、心理学の楽しさを教えてくださいました、弘前学院大学の佐々木正晴先生にも深く感謝申し上げます。また、本研究のテーマである組み合わせ図形の触運動知覚について、その研究の意義を教えてください、学会発表の場においても常にご指導くださいました東京大学名誉教授の鳥居修晃先生と日本女子大学名誉教授の望月登志子先生に心より感謝申し上げます。

本研究の実験に参加くださいました参加者のみなさまにも、感謝申し上げます。参加者のご協力なしには、本研究は成立しませんでした。

最後に、これまで常に私を応援し、励まし続けてくれた妻に深い感謝の意を表して謝辞といたします。