

## 視覚あるいは触覚による大きさの知覚

### — 開眼手術、視野の遮蔽と制限 —

佐々木正晴  
弘前学院大学

八木 文雄  
歿

鳥居 修晃  
東京大学

佐藤 佑介  
日本大学

The size perception by visual and tactual activities

- Sight restoring, visual deprivation and restricted -

Masaharu SASAKI  
Hirosaki Gakuin University

Fumio YAGI

Shuko TORII

Yusuke SATO  
University of Tokyo Nihon University

Activity characteristics for the size-perception were investigated on the visual and tactual systems, and were discussed about their common properties and differences based on three experiments about three different conditions: a) the subjects seeing for the first time from surgery after a long blindness, b) the subjects with a good vision, whose visual field was wholly covered (visual deprivation), and c) the subjects whose visual field was partly restricted (peripheral field's deprivation). The following conclusions were obtained: (1) the visual and tactual systems had scanning activities in common, (2) the more detailed and experienced the search methods for objects became, the smaller the perception of the object's size became.

Key words: size-perception, visual activity, tactual activity, scanning strategy, formation processes

外的事物・事象に直面し、われわれは単一あるいは複数の感覚・知覚系の活動を介してその情報素材を入手し、それらの情報を組み立て、何であるかを知る。各感覚・知覚系の活動を介するその情報素材の入手方式、あるいはそれらを組み立てる方式にどのような共通性、独自性が存在するのであろうか。

本稿では、“大きさ”を捉える視覚系あるいは触覚系の活動方式について探索し、次いで、“大きさ”以外の対象を捉える際の2つの系の活動の関連性について論考を加える。ここでいう“大きさ”とは“拡がりの程度”ということもでき、線分のように一次元的に延長する対象ではなく、面積があり二次元的に拡がる領域をその対象とする。このような大きさの知覚について取り上げるのは、それが事物・事象の知覚を支える基礎活動であるのに拘らずこれまで組織的に論及されることが少なかったという事情による。

“大きさ”を捉えることができる感覚・知覚系は視覚と触覚の2つの系と考えてよい（鳥居, 1982b）。ここでの触覚系は皮膚感覚と運動感覚

の両者を含めている（Boring, 1942; 和気, 1994）。

このような、視覚系あるいは触覚系による大きさを捉える活動特性について、まず、同一対象に対する視覚—触覚系間のくいちがいの様相に焦点を当てる。そのくいちがい起きて初めて両者の活動特性が浮き彫りになると考えたからである。知覚行動体制がすでに高い水準で形成されている成人を対象にするとそのくいちがいははっきりしないことが多く、ここでは、見る活動に著しい制約を受けた状況を論考の対象とする。すなわち、1). 一定の生活歴を経て初めて、外科的手術を受けて十分に眼が開いた事態（以後、開眼手術と略記）、2). 視覚健常な成人がその視野をほぼ完全に遮蔽した事態（以後、視野遮蔽）、3). 視覚健常な成人がその視野の広さを制限した事態（以後、視野制限）、という3つの事態である。続いて、“視覚的捕獲 visual capture”（Rock & Harris, 1967）と呼ばれる対象認知における視覚—触覚系間の優位性を巡り両者の関連性について論考を進める。

## 1. 開眼手術：手で触るより眼で見た方が大きい、 二つの眼で見比べると大きさが変わる

開眼手術後の視覚体験について入手できる最も古い研究報告として知られる Chesselden の論文は、1728 年に Philosophical Transaction 誌に発表されたほんの 3 頁の短い論文であるが、後年になり哲学的・認識論的論争の引き金となる重大な観察結果が随所に記載されている。この論文に登場する少年は、先天性白内障で 13 歳のときにまず一方の眼の手術を、その 2、3 カ月後にもう一方の眼の手術を受け、手術前には明暗を区別することができ、色も黒、白、緋色であればそれらを捉えたという。この論文の末尾に次のような記載がある。

1). At first, he could bear but very little sight, and the things he saw, he thought extremely large,……

2). And now being lately couched of his other eye, he says, that objects at first appeared large to this eye, but not so large as they did at first to the other; and looking on the same object with both eyes, he thought it looked about twice as large as with the first couched eye only, but not double, that they could any ways discover.

上記第 1 の観察結果については、Chesselden 以後の報告にも類似する状況に直面する開眼者が見られる。開眼手術後、眼で見るものが「思ッタヨリ大キク映ズル」（黒田、1930）というのである。Latta (1904) が報告している開眼少年 JC も病室の中にある全てのものの大きさが拡大して見えたといい、中島 (1997) が報告している開眼少女 MO も、眼の前に吊るされた事物を眼で見てその大きさを手指でつくり、事物に手指をあてがうとそれが思ったよりも小さかったことに驚いたという。

他方、鳥居 (1979) は、開眼少女 MM に同様な状況が起きたとき、対象を見る距離が約 5 cm であったという注目すべき行動を観察している。例えば、開眼女性 ToM から「手で触ると、いきなり小さい物が、眼で見るとけっこう大きく見え

たりする」との報告を得て、眼を閉じて対象を手で触り、その大きさを 10 種類の大きさの中から眼で見て選ぶという課題を行うと、眼では、触った対象よりかなり大きいものが選ばれ、このとき視距離は 10-15 cm であった（佐々木・鳥居、2014）。

このように開眼者においては、a). 同一対象に対して、視覚あるいは触覚による大きさの知覚に乖離が起き、そのとき、触覚より視覚の方が大きく見える。b). Chesselden のみが報告しているのであるが、同一視覚系内でも 2、3 カ月の期間“コーチを受けた”眼と、開いたばかりのもう一方の眼との間で同一対象の大きさを見比べた場合、開いたばかりの眼ではそれが約 2 倍に見える。

このような知覚現象は、いかなる理由に基づいて起こるのであろうか。

Chesselden の第 1 の観察報告については、鳥居・望月 (1992) が、視覚と触覚における大きさの乖離の状況を体験した開眼事例を列挙したうえで、開眼者では視覚と触覚の対象を捉える各々の探索方式の形成水準が異なることを説いており、探索方式と大きさの知覚が関連することを窺わせる。

## 2. 視野遮蔽：繰り返し触ると小さくなる、触るより眼で見た方が小さい

視覚系あるいは触覚系によって同一対象の大きさを捉える際、開眼者では触るより眼で見たほうが大きい、このような現象はわれわれにおいても起こるのであろうか。

われわれは数日間アイマスクを着用し、街中の公園や建物の構造を把握する実験を繰り返してきた（佐々木・八木、1994）。課題終了後、アイマスクを外して眼を開いて公園や建物を見て、アイマスク着用時との大きさの印象を比較するという方法を採用し、ここではその実験の一例を報告する。

### 方法

**着用者** Fumio YAGI（本論文第 2 著者、以後 S<sub>YAGI</sub> と略記）。

**着用期間** 連続 3 日間。洗顔時は閉眼。

**課題** 公園（Figure 1 参照）の大きさと形状を捉える。探索時、白杖を持つ。S<sub>YAGI</sub> は実験前にその公園を訪れたことはない。行動は全て VTR に記録する。

## 結果

1日目と2日目、それぞれ1回ずつ公園を探索した。

**結果1日目** バス公園のほぼ中央地点(図中 A)に誘導し、『いま、公園のほぼ中央に立っています。この公園の大きさと形状を捉えてください』と教示した。

探索の歩行軌跡、および特徴的な行動・言語報告を一括して Figure 1 に示した。公園図に歩行軌跡を実線で記入し、探索しているときの特徴的な行動と言語報告をその右欄に、歩行軌跡の図中に記入した番号と対応させて記載した。

探索終了後、レーズライター用紙に公園の把握結果を描いてもらった (Figure 2 ①, ②)。①の描画結果ではバスが金網フェンスの外側に位置しており、このような結果に至った経緯を Figure 3 に取り出した。図中、正三角形の記号は、実験者が危険であると判断して S<sub>YAGI</sub> に「止まれ」の指示を与えた場所である。その右側に認知経過を示した。すなわち、S<sub>YAGI</sub> はバス後部の曲率を検出できなかったこと、“空間の切れ目”を補完することが困難であったことがわかる。

課題終了後、S<sub>YAGI</sub> はレーズライター用紙にその構造を描きながら (Figure 2 ①)、「それなら、最初にフェンスに沿って歩いていったとき、何故、バスに衝突しなかったのか? 論理的におかしい」と当惑している。その疑問は、30分後バスのライトの位置が最初に触ったベンチと近接していたことを思い出し (Figure 1 中、言語報告 \*28, \*30)、バスがフェンスに向かっているのではないことを知り、解決した。もう一度バス公園の構造をレーズライター用紙上に描いた結果が Figure 2-②である。公園の構造をほぼ正確に捉えていることがわかる。

**結果2日目** 公園の入口まで誘導し、前日と同じ課題を伝えた。

結果を Figure 4 に示した。公園の構造をほぼ正確に捉えていることがわかる。

**視野遮蔽解除直後の言語報告** S<sub>YAGI</sub> は、3日間のアイマスク連続着用後、アイマスクを取り外し、バス公園を眼で見た。(最初にバス公園でアイマスクを外した。)

初めて公園を見たとき、S<sub>YAGI</sub> は、「視覚遮蔽時、

1 回目に探索したときに捉えた公園の大きさを仮に1の大きさとするれば、2回目に探索したときの大きさはその約2分の1、そして、眼を開けてみたとき、大きさはさらに小さくなり、最初に捉えた大きさの約3分の1になった」と驚きをもって報告している。

Figure 1、4 をみると、1回目と2回目とではその探索の方式にいくつか違いがあることがわかる。たとえば、2回目の探索では遊具に触る前にその名称を言い当て、遊具につまずいたりすることではなく、これに対応するように探索の所要時間が1751秒(1回目)から916秒(2回目)と短くなっている。

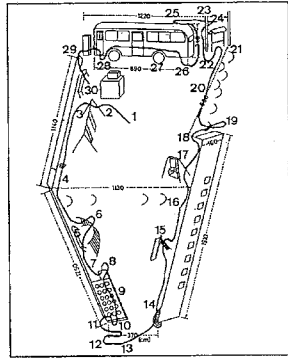
このように、触覚によって大きさを捉える際、探索が2回目になるとその方式が能率的になり、探索時間が短くなる。これに伴い大きさの印象が小さくなる。次いで公園を眼で見たときにさらに小さくなるのは、眼は殆ど即座に公園全体を見渡すことができる即時的な探索方式を獲得しているからであり、探索方式が継時的段階から即時的段階に向かうに従い大きさの印象が小さくなると考えられる。

## 3. 視野制限：活動空間と観察空間では大きさの印象が変わる

視覚系が触覚系の方式、すなわち継時的な方式に依拠せざるを得ないとき、通常視の大きさの知覚との間にくいちがいが起こるのであろうか。視野を制限する実験事態を設定することにした。

視野の大きさを制限する場合、2つの実験事態がある。その第1は、身体が移動しない条件下で視対象の構造について応答する事態で、窓枠などを用いて視対象の見える範囲を制限するものである。提示パターンや課題の種類によって必要とされる視野の大きさは同一ではなく、これは有効視野 (useful visual field) と呼ばれ、読書活動やパターン認知での実験報告が積み重ねられている (e. g., Ikeda & Saida, 1978; Rayner, Well, Pollatsek, & Bertera, 1982)。

第2の実験事態は、活動する主体が視野制限装置をつけるものである。この事態で実験を行っているのは Dolezal (1982)、和気 (2009) などがあり、Dolezal は視野変換の統制実験としてこれを



- \* 01: 開始点。
- \* 02: 白杖と両手で触る。『ブランコ』。白杖は主に上方向、前方向を探索。
- \* 03: 出発点の方向に振り向き、腕でその方向を指差す。ほぼ正確。
- \* 04: 白杖を左手に持ち替えて、右手でトタン板の上部の縁を触り、白杖でトタン板の下部をなぞり、進む。以下同様。
- \* 05: 足で、トタンの下の箇所を両手で触る。
- \* 06: 白杖を持つ手を替え、白杖を右手に持ったまま左手で触る。『ベンチ』。
- \* 07: 白杖と足と手で触る。『ワタリ紋様』。上座を白杖で触る。
- \* 08: 『今、周囲がヤケッタイ。』周囲の形状を把握しようとしている。
- \* 09: 両手で周囲を触る。中に身体を入れる。『砂場カマ』。両手を伸ばして、自動車が道路を通り過ぎる。『何で公園ナニ、コンナニ車ガ走ルノ?』。
- \* 10: 側面 (丸太) を両手で触る。『何ダロウ?』。花を触れだして、花壇の中を進む。自動車が道路を通り過ぎる。『何で公園ナニ、コンナニ車ガ走ルノ?』。
- \* 11: 身体のパランスを失う。
- \* 12: 立ち止まる。『コレガ (公園全体の) 図イダト思ッテ、切レテ分カラナクナッ。周りが分カルト思ッタンダケド、モウ、コレダ終リダト思ッテ』。
- \* 13: 『コレ、誰ノ車? 公園ノ外ニ出チャットイコト?』。『高層ヲ目メテカラ、ヤロウトシタンダケド...』。
- \* 14: 『stop』。公園の外側に出ていこうとしたので、自分で戻る。
- \* 15: 『stop』。S.Y.に花を触らせ、『花』と知らせる。『系ダ思ッテ』。花壇の中を花を触って進行したことを知らせる。
- \* 16: 『何イチャットイコトアル?』。『高い』。『道に歩いて、公園がある』。金網フェンスを見出し (70度程度で着人だではなく、鋭角) 白杖がフェンスにぶつかったと思われる。『コレ (金網フェンス) ガ道ニ沿ッテチャッ。コッチニ行ケバ元ノ所 (出発点) ニ戻レル。』白杖を左手に持ち替える。 (物体を触るときは再び持ち替える。)
- \* 17: 白杖が滑り台の下の箇所につく。手で探索を始める。『最初にはブランコカト思ッテ、滑り台。 (上り口の階段は) 普通、平面ノ板デ作ラレイルガハイル。』
- \* 18: 白杖がタイヤにぶつかる。手で触り、『アー、タイヤカマ』。
- \* 19: 白杖がブランコの下の箇所につく。手で探索を始める。両手で触る。さらに (左) 足を上げて触ろうとする。広く触ろうとするためと思われる。ブランコに乗り、『4人乗りノ、ブランコ』。
- \* 20: 白杖を落とす。『白杖ガ、無クナッチャットヤナイ、オイ!』。立ち止まり、両手で白杖を探る。『アッタ!』。
- \* 21: 金網フェンスに沿って公園の外に出ようとする。白杖で道路のアスファルトを叩き、『コレハ、入り口ノ出口ナッ。公園の内部の地面は砂であった。地面の材質で判断する。』
- \* 22: 屈んで、タイヤを両手で触る。
- \* 23: 公園の外側に出たので『stop』。『さっき、タイヤがあったでしょう? タイヤから直進している所に木があった。木があった所で公園が終わっている。この場所の地面は\*21の道路と違いだであった。『ジャ、コッハ、何ナノ?』。『道路。タイヤの所に属って』。
- \* 24: 『stop』。指示板のトタン板のトイが振るの音がかなりなり、危険だったのだ。
- \* 25: 『入口ガ熱ツアルノネ』。『stop、ここは、もう外』。『タイヤまで戻って』。
- \* 26: バスの背面につく。バスの背面、側面に沿って両手で触りながら進む。『コレ、触ッテナイネエー。』。『これ、何なの?』。窓のガラスを触り、『側ノヨウダリ、ガラスガアルカラ...』。建物ノヨウデモ、バックネットノヨウデモ。』
- \* 27: 両手で触る。『タイヤ』。
- \* 28: ライトを手で触る。『コレハ、電球カ、バスノ大キナ道ビ道具ノヨウナ物。ライトガアルカラ』。『初メハ、ガラスガアルカラ植物カト思ッテ、植物ニシテハ、コンナニ長イ物ハ無いシ』。
- \* 29: 『stop』。トタン板が割れて下に小さな網があり、危険だから。
- \* 30: 『ベンチガ、フツ。先ッ切ノ二ニ展ッテ来タ』。最初に触ったベンチではない。最初のベンチと滑り台している。

Figure 1 The exploratory locomotion, the peculiar behaviors, and verbal report in the park in the case of S YAGI

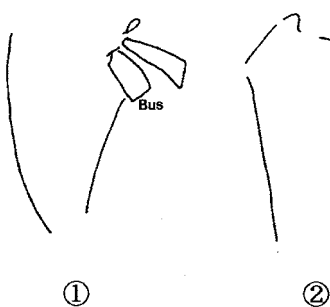


Figure 2 Drawing of the park in the case of S YAGI

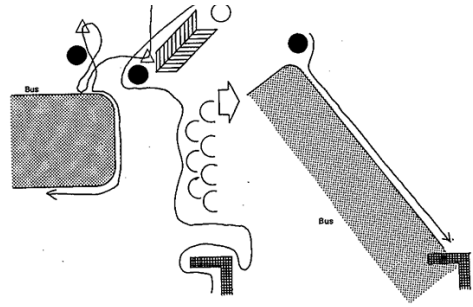
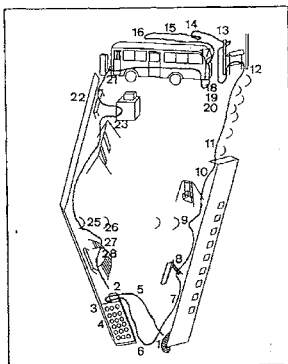


Figure 3 The locomotion orbit and the cognition processes in the case of S YAGI



- \* 01: 車を触り、『ココカラ始メタイ。ココハ花壇』。調査している。『車カ!』。『公園ノ入口ヲ知リタイ』。
- \* 02: 『コレハ、砂場』。
- \* 03: 『コレガ、昨日ノ朝。アレー、花壇、何処ダツカカナ?』。
- \* 04: 『stop』。花を踏みつけたので、S.Y.は足を引く。『アー、コレガ花壇ダ』。
- \* 05: 砂場を触る。『昨日ハ砂場ガツカ思ッテ、ツツタ』。
- \* 06: 車にぶつかり、探索。花壇の丸太に触り、『ヨシッ、分カッタ』。『何処ガ、直角ニ曲ガッテイルカ、分カラナインダヨナ?』。白杖を左手に大きく振る。
- \* 07: 金網フェンスを触って、『公園の周囲の形状を探索するための手探りか? 分カッタゾ!』。『人ニ、ブツコトナイカナ?』。
- \* 08: 白杖が滑り台の下につく。『コレガ、滑り台』と云う。手で探索しない。
- \* 09: 白杖がタイヤに触る。『コレガ、タイヤ、車ノツツタルカラナと、感得る』。
- \* 10: ブランコの下端に白杖がぶつかる。『ココニアルノガ、ブランコ』と云う。
- \* 11: タイヤに触る (白杖がぶつかる) 前に、白杖で指し示し、『ココニ、タイヤガアル』。白杖でタイヤを触る。『ダカラ、ココハ、道』。その後、屈んでタイヤを触る。
- \* 12: 『stop』。指示板のトイ (トタン板) が危険だったので、『ココハ、モウスグスロダ』。白杖がバスの背面にぶつかり、木とバスの隙を接触地点を離さないようにして歩き、『ココニ、バスガアル』。木の所に属する。
- \* 13: 木の隙を歩いて、『ココニ、出入口ノ入口ガアル』。
- \* 14: 指示なしで、バスの後方に戻ることができた。後方に戻る途中でバスの側面の網を付けたコードを触る。以後、これを側面のmarkにする。
- \* 15: 『stop』。現在の位置を確認。バスの側面を叩き、『バスノ後ロ?』。『何コウヘ行クトイナ?』。『奥ガ深い』。奥に進む。『バスの』奥ニシテハイル。停止ニシテイルハズダツケド、』。
- \* 16: 側面を進み、ライトを見つける。『アー、分カッタ、先ッキハ間違イ』。
- \* 17: 『後ロヲ探シテル。 (側面と背面は) 直角ニ曲ガッテイルハズダツケド、シカシ、ソレガ見ツカラナイ。見ツツタ。アレー、先ノコードガ見ツカラナイ』。
- \* 18: 『ココガ、後ロ』。両手を使い、角 (丸を帯びている) を何度も探索。
- \* 19: 『先ッキ、コードガ無い! コードガ後ロノ目ダツタノニ』。後方へ戻る。
- \* 20: 『アッタ!』。
- \* 21: 『昨日、見ツツタ。ライト、コレネ』。
- \* 22: 『ベンチ、昨日ノ開始点』。この時点でも滑り台している。
- \* 23: 触る前に、『コレガ、波リ鉄棒ダロウ?』と云う。触って、『コレ』。
- \* 24: 触る前に、『コレガ、波リ鉄棒ダロウ?』と云う。触って、『コレ』。
- \* 25: 触る前に、『コレガ、波リ鉄棒ダロウ?』と云う。触って、『コレ』。
- \* 26: 『アレッ、ココニモ、タイヤアツタツケ?』。
- \* 27: 『ココニ、波リ鉄棒ガアルダ』。
- \* 28: 『コレガ、砂場』。

Figure 4 The exploratory locomotion, the peculiar behaviors, and verbal report in the park in the case of S YAGI

行っているが、日常生活場面における視野の役割を探索している点でこれまでにない新しい試みといえよう。われわれは、視野遮蔽実験のときと同じように活動場面における大きさの知覚について知りたいと考え、Dolezalと同じように活動主体の視野を制限することにした。

この実験でも眼が見える成人を被験者とするので、視野制限時とその制限解除直後の見え方の違いについて本人が直接比較することができる。視野制限ゴーグルを取り外した直後、視野制限事態で体験した空間場でその大きさについて見比べる課題場面を設定した。

## 方法

**装置** Dolezal は視野制限装置を両眼に着用しているが、視対象までの距離によって両眼の分割視が起こり、本実験では、片眼視野を完全遮蔽し、もう一方の眼の視野の大きさを制限することにした。

スキー用ゴーグル（アルペン製）の両眼前面にある透明プラスチック板を取り外し、代わりに直径約0.7mmの小円が開いている厚さ0.5mmの黒の塩化ビニール板を取り付けた。塩化ビニール板は光を通さない。視野中心部で10度の視角である。臉とゴーグル小円の距離は約2.8cm、重さは約85g。ゴーグルは左眼用と右眼用があり、着用者はその利き目にゴーグルをかける。

**着用者・着用期間・課題** 大学生（以後、S NARITA と略記）と S YAGI（前実験アイマスク着用者）の2名。視力は2人とも0.7、S NARITA は右眼に、S YAGI は左眼にそれぞれゴーグルをかけた。S NARITA、S YAGI は4日間連続してゴーグルをかけ、入浴時および就寝時はアイマスクをかけた。

実験が開始して2日目、S YAGI は「コノ視野ノ広サデハ困ラナイ」ので、3日目の午前11時から視野（視角）を10度から3度に作り変え、翌日の午後1時まで大学研修センター（Figure 5）で生活した。S NARITA、S YAGI はこの実験前にセンターを訪れたことはない。

この建物の部屋や物体に対して大きさの把握課題を行う。すなわち、視野制限ゴーグルを取り外した直後、各部屋あるいは物体の大きさを見て、制限視野で見ていたときの大きさを仮に1の大きさとした場合の、視野制限解除直後の見えの大き

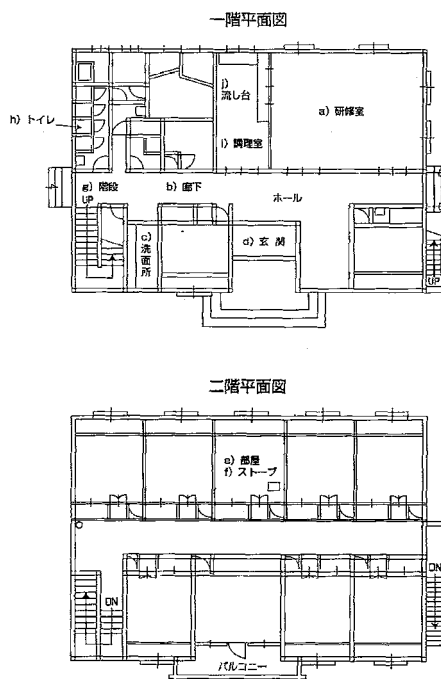


Figure 5 The sketch map of the Hirosaki Gakuin Schoolhouse.

さをその倍率をもって答えてもらう。この課題が行われることは事前に S NARITA、S YAGI に知らされていない。

## 結果

S NARITA、S YAGI についてその結果を一括すると Table 1 のようになる。これを見ると、視野制限を解除した直後、その大きさの印象が (a) 大きくなる、(b) 小さくなる、(c) 変わらない、という3つの場合に分かれることがわかる。

S YAGI の場合、(a) 大きく見えたのは、洗面所、廊下、玄関、研修センター（その全体）であり、その理由について「必要ナ箇所シカ見ナカッタノデ、眼ヲ開ケタラ見ナカッタ部分ヲ見ツケ、大キクナッタ」と報告している。一方、(b) 小さく見えるのは池であった。「視野制限時ニ池ノ輪郭ヲ眺メ回シテ見タトキハ、モット広イト思ッテイタ」と報告している。(c) それらを除く場所では大きさに印象は変わらなかった。

一方、S NARITA は、(a) 階段の横幅と調理室が大きく見え、(b) その他の場所では小さく見えている。解除後に大きく見えた調理室と階段は、S NARITA にとって他の場所と違いそこで活動を繰り返

Table 1 The comparison of the size-perception between the times of wearing the visual restricted goggle and the times after removal of it.

Place	S YAG	S NAR
a) 研修室	- 1.0	▼ 0.5
b) 廊下	△ 2.0	▼ 0.6
c) 洗面所	△ 1.2	▼ 0.7
d) 玄関	△ 2.0	▼ 0.8
e) 部屋	= 1.0	▼ 0.7
f) ストープ	= 1.0	▼ 0.6
g) 階段幅	= 1.0	△ 1.4
h) トイレ	= 1.0	= 1.0
i) 調理室	= 1.0	△ 1.2
j) 流し台		▼ 0.8
k) 池	▼ 0.5	▼ 0.8
l) スクールハウス	△ 2.0	▼ 0.8

△ : in the case of enlarging

▼ : in the case of reducing

= : in the case of same

返していた。調理室では3回の調理を行い、また研修センターでのS<sub>NARITA</sub>の生活の拠点が2階の部屋であったためその階段の乗降を繰り返していた。S<sub>NARITA</sub>は「調理ノ仕事ヲスルニ従イ、(調理の活動に)関係ナイ場所ヲ見ナイヨウニナツタ」と報告している。

このように、視野制限解除直後に眼で見た場合、2人とも、視野制限時に捉えていた部屋や物体の大きさの印象が変化し、身体を移動させずに視点を動かして眺めた場所(観察空間)では小さく見え、一方、活動が展開された場所(活動空間)では大きく見える。6日間連続して視野制限装置をつけて生活したDolezal(1982)は、その視野制限の解除直後、身の回りの対象が全て大きく見え、制限時にはそれらを繰り返し見ていたと報告している。これは本稿の活動空間に相当すると考えられる。

#### 4. 知覚の探索方式：視覚系と触覚系は探索の系として共通する

視覚系あるいは触覚系を介して大きさを捉える活動特性について比較してきたが、では、大きさを捉える視覚系活動は、一体どのような過程を経て形成されるのであろうか。

開眼手術後における視覚機能の形成過程に関する研究報告はその一端を明らかにしている。先天性あるいは生後早期に失明した人たちは、ある年

齢になって開眼手術を受けて初めて十分に眼が開いても、その直後は、手で触れれば即座にわかる対象でも眼で見てはそれが一体何かわからないという事態に直面する(Ackroyd, Humphrey, Warrington, 1974; Carlson & Hyvarinen, 1983; Chesselden, 1728; Fisher, 1914; Franz, 1841; Gregory & Wallace, 1963; Pokrovskii, 1953; Wardrop, 1826)。しかしその後、適切な学習事態が設定されれば徐々にそれらを眼で見てわかるようになる。適切な学習事態とは、視覚機能形成の一定の序列に沿った課題場面の設定の過程と重なる。

鳥居(1983)は、開眼手術後の視覚形成過程に関してFigure 6のような構想を提出している。図中、矢印は視点の動かし方(探索方式)を示している。これを見ると、開眼手術後の視覚形成とは探索形式を積み重ねていき、それをより高次な方式に変換していく過程であることがわかる。開眼手術後に何が見えるかということは、眼による探索方式をどの程度まで獲得しているかに依拠する(佐々木・鳥居・望月, 1994)。

大きさの知覚について鳥居(1983)がこの構想をつくる際に拠りどころとした開眼者YSは、大小の弁別課題において頭部あるいは図形が貼付された手に持つ台紙のいずれか一方を左右に動かし、「大きい方がはっきりする、小さい方は赤かなあという感じではっきりしない」と報告している。他方、SMは、術前の視覚機能状態や機能形成実験が始まった時期がYSと類似する開眼女性であるが、大小を弁別する際、YSと同様、頭部あるいは図形が貼付された台紙を動かしてそれを捉えようとしている。このような視点の動きとそのときの言語応答について示したのがFigure 7(佐々木, 1996)である。

Figure 7を見ると、SMは、当初2本の帯図形の下辺の高さが揃っていることを手で触って確認した後、黒い領域がある・ないことを捉える機能を活用して対象の大きさを捉えている。その方式は徐々に変換・短縮化され、Senden(1932)がすでに二次元形態視の初期段階では図形の角を探索するような頭部(視点)の動きが現れ、その動きが徐々に短縮化・即時化されていくと述べているように、見る体験を積み重ねるに従い視点の動

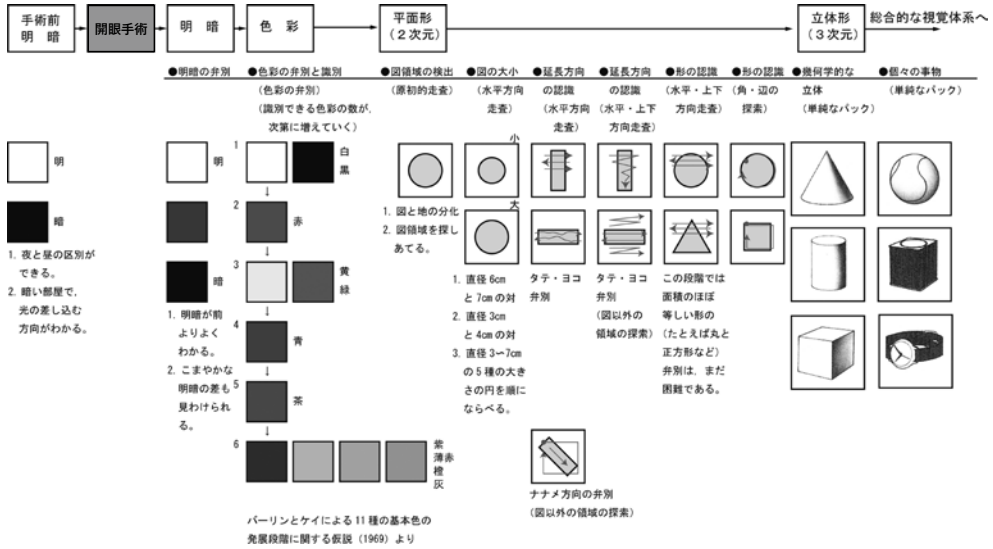


Figure 6 The figure of acquisition processes in the light restoring.

きが徐々に少なくなる。

このようにみえてくると、冒頭に述べた Chesselden の第2の観察結果、すなわち、同一視覚系内でも2、3カ月の期間“コーチを受けた”眼と、開いたばかりのもう一方の眼との間で同一対象の大きさを見比べた場合、開いたばかりの眼ではそれが約2倍に見えるという結果を説明する仮説が生まれ

る。すなわち、先に手術を受けた眼は見る体験を積み重ね、その探索方式は即時化の方向に進んでいる一方で、その2、3カ月後に手術を受けて開いたばかりの眼はまだ見る体験が十分ではなく、その探索方式は低次の段階にとどまり、探索量が多い。探索方式が即時化に向かえばそれだけ対象の大きさが小さくなり、2、3カ月後に手術を受けた眼ではそれが大きく見え、これに対し、最初に手術を受けた眼では小さく見える。

ここで、開眼者の対象を見る距離（鳥居,1979）について思い起こさねばならない。というのは、「（眼前の対象が）遠くなると小さくなる、近くなると大きくなる」（鳥居,1993）という開眼者の報告があり、同時に、同一対象に対する探索が繰り返されると徐々にその視距離が伸びていくという報告があるからである（佐々木・八木・鳥居・望月,1991）。Chesselden が報告している開眼少年が手術を受けてまもない一眼で見たとき、その視距離が短かった可能性がある。

さて、ここで報告した事例報告・実験結果の資料を一括して表示すると、Table 2 のようになる。ここでは、開眼手術（表中 post-Ope）、視覚遮蔽（non-Vision）、視野制限（res-Vision）の3項目に分け、視覚・触覚系間、視覚系内間、触覚系内間における大きさの知覚のくいちがいの結果について示した。

頭部あるいは台紙(視点)の動き	言語報告
I	『これでは自信がない。』
II	『黒にぶつからないで、白い紙(台紙)の外に出るので最初の棒(左側に配置されている帯図形)が長い。』
III	『黒にぶつかったので、右が大きい。』
IV	『（顔や台紙を）動かさなくても分かるようになった。』

Figure 7 The visual methods grasping the size in the case of SM.

Table 2 The comparison of 3 conditions: after the sight restoring (post-Ope.), after removal of eye mask (non-Vision), and after removal of visual restricted goggle.

	post-ope.	non-Vision	res-Vision
$V - T$	$V > T$	$V < T$	
$V - \text{res } V$			$V > \text{res } V$ $V > \text{res } V$
$V$	$V_j - n \ V_j$		
$T$		$T_j - n \ T_j$	

$V$  : Vision,  $T$  : Touch,  $\text{res } V$  : restricted Vision,  
 $V_j$  : numbers of repeated explotation by Vision,

触覚機能の形成過程を、視覚の場合と同じようにその探索方式の蓄積・変換の過程であると想定すると、Table 2 の観察・実験結果を一括して説明することができる。すなわち、視覚あるいは触覚の探索方式の形成水準が高いほど対象の大きさが小さくなり、その形成水準が低いほど大きくなる。

このような、視覚と触覚は探索の系として共通する、という命題は決して新しいわけではない。結城 (1952)、Austin & Sleight (1952)、あるいは Gibson (1962) 以降、視覚と触覚は能動的な探索の系としてその共通性が強調されている。しかしその両者が探索系として具体的にどのような活動様相において共通するかということが十分に明らかにされてこなかったのである。

近年、鳥居・望月 (1992) は視覚系活動、触覚系活動を、各々、“視・運動系活動”、“触・運動系活動”という用語に書き換えている。視覚と触覚の両者が運動系をその基盤とするという意図であろうか。この概念を使うと視覚あるいは触覚の知覚を支える運動系活動の形成段階を通して視覚あるいは触覚の機能水準・特性を捉えることができる。

ここで問題の発端とした Chesselden の観察報告は身体が停止した事態であり、一方、本稿で紹介した視野制限、視野遮蔽の実験は身体移動を伴う事態であり、事態・条件が一致しないが、運動系活動として一括した。

## 5. 視覚的捕獲：探索方式の形成水準と日常場面

視覚あるいは触覚の探索方式が即時的あるいは継時的であるかという観点に立つと、大きさの知覚に関する視覚・触覚系間の“視覚的捕獲” (Rock & Harris, 1967) についてひとつの仮説を考えることができる。

これまで“視覚的捕獲”に関していくつかの説明が試みられている (e.g., Rock, 1966; 丸山, 1969; Posner, Nissen, & Klein, 1976) が、毛塚 (1979) は、対象を捉える際の視覚の“同時性”と触覚の“継時性”の特性に着目し、触覚に比べて視覚情報の方が速く処理されるために視覚的捕獲が起ると論じている。

そもそも“視覚的捕獲”の実験から導き出されることは、視覚と触覚が各々捉えた情報に欠けが生じた場合、両者の2つの情報の折り合いをつけて知覚するのではなく、一方の系の情報を取り出し、他方の系の情報を棄却するということであろう。少なくとも、特定の知覚系に障害状況がない状態で何年かを過ごしてきた人たちは、触覚の情報を棄却し、視覚の情報を取り上げるシステムをつくりあげている。

事実、木塚は (1983) は、ある年令になって視覚を失った直後、聴覚系と触覚系は失明前から使われていたはずだがそれらの系は「視覚の陰に隠れていた」ために即座に機能し得ない、と述べている。他方、被弾のために視覚を失った松井二郎氏 (日本盲人職能開発センター元所長) は、失明直後の状況について「触覚や手のよる操作の技術がまだ身についていない」と言い、状況に応じて触覚情報を使い分ける学習が必要であることを説いている (小柳, 1978)。視覚と触覚の両者を同時に利用可能な日常場面では触覚入力情報が棄却され、その結果、触覚が低次の段階に停滞するのであるか。

日常場面では触覚系が刺激されていない状況を想定することは難しい。眼は刺激を受容しなくなれば瞼を閉じればよく、音を遮ろうとすれば手で耳を押える。しかし、触覚系の情報を遮断することはできない。外界からの刺激を間断なく受容し、かつ逐次それらを処理していかなければならないとするなら、日常場面における適切な対処が困難になるであろう。触覚系においては日常場面で刺



激情報を棄却することが強いられる機会が多いのかも知れない。

他方、このような視覚的捕獲が崩れるときがある。たとえば、きめの粗さが視覚と触覚で一致しないとき視覚系の情報がいつも優位になるわけではなく (Lederman & Abbott, 1981)、形が視覚的にぼやけると触覚的捕獲が起こる (Heller, 1983)。視覚と聴覚の場合であっても、その入力の際に時間的不一致が起こると聴覚の優位が現れる (Myners, Cotton, & Hilp, 1981) ことも報告されている。

他方、日常場面における行動の発現・展開・終止という一連の構成単位を実現する際、いずれの系に依拠するか、という問題がある。たとえば、逆転眼鏡をかけた直後、眼は新しい見えの世界にまだ対処することができず、眼で見る情報に依拠すると危機的な状況に陥ると察すれば、触覚系に依拠して行動が展開される (佐々木・三宅・八木, 1986; 積山・太城・江草, 1985)。あるいは、開眼手術を受けた娘が眼を開いても十分に見えないことを知った父親が、「危険なときは注意深く、眼を閉じるように」と書簡を書き送った (Senden, 1932) ことはこのような事情を端的に物語っている。

このように、事物・事象の知覚活動、あるいは日常場面で展開される知覚活動においていつも視覚系が優位になるわけではない。その探索方式が高次な段階にあり、行動の発現・展開・終止を実現する知覚系が主導権を握ると考えられる。その結果、特定の知覚系の優位性・捕獲が生じる。本稿の話題に即していえば、各知覚系の探索方式の継時的・即時性の軸上でどこに位置するかによって優位となる系が決まる。

## 6. 視覚と触覚の共通性、独自性

探索の活動系として視覚系と触覚系が共通するが、その他にも両者の共通性に関する実験報告がある。たとえば 1950 年代に始まった“静止網膜像”の実験 (Riggs, Patriff, Cornsweet, 1953; Ditchborn, & Ginsberg, 1953) 以来、対象の存在を持続して知覚するためには対象あるいはそれを捉える器官が動いていなければならないことが明らかにされたが、これは、順応という点で触覚と

類似する (鳥居, 1971)。あるいは仮現運動が触覚系においても現れ (和気・斎田・清水・和気・久米, 1978)、他方、知覚は対象の外在化をその基盤とし、視覚は触覚に較べ高次の対象性を備えていると考えられる (鳥居, 1982b) が、Chesselden が報告している「あらゆる対象があたかも、触れたものが皮膚に接触しているのと同じように、眼にくっついているかのように思えた」という開眼少年の言葉は、視覚もまたその機能形成の初期段階では触覚と同様に“対象性”がきわめて限定された状態だったのではないかという推測が成り立つ。

対象把握の観点からみれば、視覚は“同時的”で、触覚は“継時的”であることをもってその特徴とされる (Senden, 1932; 鳥居, 1982b) が、年齢が進むと視野が拡大する (Lakowski & Aspinall, 1969; 大庭・蓼, 1973; Liao, 1973) ならば、視野は視覚の形成初期段階では現段階よりかなり狭く、そのとき眼は継時的方式の段階にあり、触覚方式と類似していたと考えられる。

図形パターンの構造把握においても、視覚健全な成人が Figure 8 に示したような複合図形を眼で見ると、なめらかな文節様式が現れ、正三角形と正方形の 2 つの図形が重なっていると捉えることが多い。一方、眼を閉じて手で触ると小さな分割方式が現れ、図中 (b) のような 5 個の形があると捉える (山根, 1935) が、5-6 歳児ではそのような図形を眼で見ても小さな分割方式が現れることがある (望月, 1976)。

視覚と触覚の共通性はこれらだけではない。本稿で報告した視野遮蔽実験の断片的資料となるが、そこでは、方向定位、曲率検出、探索開始点の確定、“空間の切れ目”を補完する、という行動に障害が起きている。

たとえば、S YAGI はバス公園を探索しているときに自分がどちらの方向に歩いているか捉えられずにいる。他方、先天性白内障で 12 歳のときに右眼の水晶体摘出手術を受けた開眼者 SM (左眼は 2 歳のときに手術を受けて失敗し、義眼を入れている) においても、7 種の 2 次元形態の視覚的識別事態で正三角形の図形が提示されたとき、正三角形の上の頂点から左下の頂点の方向に向かって左斜辺に沿って見ていき、『今、自分が (形の全体における) 何処の部分を見ているのか分からない

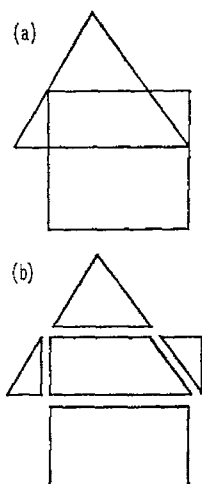


Figure 8 The complex figure.

い』と報告している (佐々木, 1996)。

あるいは、アイマスクを着用した S<sub>YAGI</sub> は探索開始点の確定が困難であった (Figure 1) が、開眼少年 KM についても、正三角形、正方形、円を眼で識別することがまだ十分でなかったとき、正三角形の3つの頂点に小領域の異なる色彩を配置してその個数を尋ねると、実験者がそれを数えることを制止するまで循環して繰り返して数え続けた。個数の探索を開始した地点を確定することが困難だったのである (佐々木・鳥居・望月, 未公刊資料)。

また、バス公園の形状を把握する際、S<sub>YAGI</sub> は、「輪郭を捉えようとして」公園の縁を探ろうとしてその縁を構成する樹木に沿って歩いたが、その樹木が数 m の間隔があるとそれに続く樹木との“切れ目”を“補完”することが困難であった。そのため公園の外側に出ていこうとした (Figure 1)。眼で見ればその箇所は一つの連続体として捉えることができるが、縁の最後の樹木を触った後、手に持った白杖を振り回してもそれに次に続く樹木に触れなかったからである。むしろ“切れ目”は眼で見れば存在するといっても、いつの場合もそれが可能というわけではない。上記の開眼少年 KM は正三角形と正方形と円の輪郭線図形の識別が可能になった段階で、正三角形 (一辺 12cm) の輪郭線部分が一辺 5mm の正方形で 5mm 間隔で配置された図形が提示されると、「黒が、いっぱいある」と言い、さらにその形状について尋ね

ると、台紙に極端に顔を近づけて輪郭線を構成している一つ一つの正方形を見ようとした。正方形が小さかったためにその形状を捉えることは困難であったらしく、「黒がいっぱいある」と再度答えている (佐々木・鳥居・望月, 未公刊資料)。このように、視覚においても“空間の切れ目”を補完することが困難な時期が存在する。

他方、S<sub>YAGI</sub> は公園にある種々の遊具を「変な物」と頻繁に報告している。この段階においては眼で見れば不必要と判断される情報が、対象が何であるかを決定する情報と同じ重みをもって処理されていると思われる。対象把握における情報の“重みづけの操作” (鳥居, 1980) が未形成のために物体の誤認が起こるのであろう。開眼者の事物の認知における初期状況の様相を呈している (鳥居, 1980)。

このように、視覚発生の初期段階に遡ると、そこにはいくつもの触覚との共通性が浮かび上がってくる。“触覚と視覚は共通の母体を持っている” (鳥居, 1971) との構想には説得力があり、視覚が触覚を越える過程が次の探索対象となる。それを探り当てるひとつの方法は、触覚の世界では決して現れてこない視覚系特有の現象を探り当てることであろう。たとえば、ものの陰影や形や大きさの恒常性現象や、鏡の世界の出来事である (鳥居, 1993)。

もうひとつの方法は、日常場面での知覚活動を観察・実験対象とすることであろう。実験室内の出来事には限界があり、すでに Gibson (1979) は、生態学的観点から日常場面における知覚活動を観察・実験対象とする重要性を指摘しているがその方法論はまだ十分に展開されていない。

## References

- Ackroyd, C., Humphrey, N. K., Warrington, E. K. (1974). Lasting effects of early blindness: A case study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 26, 114-124.
- Austin, T. R. & Sleight, R. B. (1952). Accuracy of tactual discrimination of letters, and geometric forms. *Journal of Experimental Psychology*, 43, 239-247.
- Boring, E. G. (1942). *Sensation and perception in*

- the history of experimental psychology. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Carlson, S. & Hyvarinen, L. (1983). Visual rehabilitation after long lasting early blindness. *Acta Ophthalmologica*, 61, 701-713.
- Chesselden, W. (1728). Observations made by a young gentleman who was born blind, or lost his sight so early, that he had no remembrance of ever having seen, and was couched between 13 and 14 years of age. *Philosophical Transactions*, 35, 235-237.
- Ditchborn, R. W. & Ginsberg, B. L. (1953). Involuntary eye movements during fixation. *Journal of Physiology*, 119, 1-17.
- Dolezal, H. (1982). Living in a world: Perceptual and performatory adaptation to visual distortion. New York: Academic Press.
- Fisher, J. H. (1914). Observations of the learning of vision, after a successful operation, at the age of six years, in a congenitally blind patient. *Ophthalmic Review*, 33, 161-165.
- Franz, J. C. A. (1841). Memoir of the case of a gentleman born blind, and successfully operated upon in the 18th year of his age, with physiological observations and experiments. *Philosophical Transactions*, 131, 59-68.
- Gibson, J. J. (1962). Observation on active touch. *Psychological Review*, 69, 447-491.
- Gibson, J. J. (1979). The ecological approach to visual perception. Boston: Houghton Mifflin.
- 古崎敬・古崎愛子・辻敬一郎・村瀬旻 (訳) (1985). 生態学的視覚論 サイエンス社.
- Gregory, R. L. & Wallace, J. G. (1963). Recovery from early blindness: A case study. *Experimental Psychology Society Monograph*, 2, 1-46.
- Heller, M.A. (1983). Haptic dominance in form perception with blurred vision. *Perception*, 12, 607-613.
- Ikeda, M. & Saida, S. (1978). Span of recognition in reading. *Vision Research*, 18, 83-88.
- 毛塚恵美子 (1979). 視・触覚間の葛藤 - visual Capture について - 心理学研究, 50, 29-135.
- 木塚泰弘 (1983). 歩行能力の発達と学習 第 19 回 IBM ウェルフェアセミナー報告書, 日本アイ・ビー・エム株式会社, pp.67-96.
- 小柳恭治 (1978). 触覚の世界 光生館.
- 黒田亮 (1930). 手術ニヨリテ開眼セル四十二歳先天性白内障婦人患者ニ就イテノ調査報告 *Acta Psychologica Keijo*, 1(1), 17-42.
- Lakowski, P. & Aspinall, P. A. (1969). Static perimetry in young children. *Vision Research*, 9, 305-312.
- Latta, R. (1904). Notes on a case of successful operation for congenital cataract in an adult. *British Journal of Psychology*, 1, 135-150.
- Lederman, S. J. & Abbott, S. G. (1981). Texture perception: Studies of intersensory organization using a discrepancy paradigm, and visual versus tactual psychophysics. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 902-915.
- Liao, F. (1973). Perimetry in young children. *Japanese Journal Ophthalmology*, 17, 277-289.
- 丸山欣哉 (1969) 感覚間相互作用 荻坂良二 (編) 講座心理学 3 感覚 東京大学出版会, pp.267-297.
- 望月登志子 (1976) 視覚と触覚におけ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.
- Myners, A. K., Cotton, B., & Hilp, H. A. (1981). Matching the rate of concurrent tone bursts and light flashes as a function of flash surround luminance. *Perception and Psychophysics*, 30, 33-38.
- 中島昭美 (1977) 人間行動の成り立ち - 重複障害教育の立場から - 重複障害教育研究所紀要, 1 (1), 1-58.
- 大庭紀雄・廖富士子 (1973) 視野の定量 - 小児の視野を求めて 眼科, 15, 465-469.
- Pokrovskii, A. I. (1953). On the development of visual perceptions and judgements in the postoperative newly seeing in the light of the works of I. P. Pavlov. *Vestnik oftalmologii*, 32 (6), 6-17. (London, I.D. 1960 A Russian report on the postoperative newly seeing. *American Journal of Psychology*, 73, 178-

- 182.)
- Posner, M. I., Nissen, M. J., & Klein, R. M. (1976). Visual dominance: An information processing account of its origins and significance. *Psychological Review*, 83, 157-171.
- Rayer, K., Well, A. D., Pollatsek, A., & Bertera, J. H. (1982). The ability of useful information to the light of fixation in reading. *Perception and Psychophysics*, 31, 537-550.
- Riggs, L. A., Ratliff, F., Cornsweet, J. C., & Cornsweet, T. N. (1953). Disappearance of Steadily fixated visual test objects. *Journal of the Optical Society of America*, 43, 495-501.
- Rock, I. (1966). The nature of perceptual adaptation. New York: Academic Press.
- Rock, I., & Harris, C. S. (1967). Vision and touch. *Scientific American*, 216, 96-104.
- 佐々木正晴・八木文雄 (1994). 視覚あるいは触覚による大きさの把握 第20回感覚代行シンポジウム 論文集, 57-62.
- 佐々木正晴・三宅信一・八木文雄 (1986). 視野上下反転視における歩行行動と視野の揺れ 東北福祉大学紀要, 10, 333-342.
- 佐々木正晴・鳥居修晃・望月登志子 (1994). 先天性白内障手術前後における視・運動系と触・運動系の活動(1) 基礎心理学研究, 12, 83-93.
- 佐々木正晴・鳥居修晃・望月登志子 (1996). 先天性白内障手術後における視・運動系と触・運動系の活動(2) 基礎心理学研究, (投稿中)
- 佐々木正晴・八木文雄・鳥居修晃・望月登志子 (1991). 視覚世界の生成: 先天性白内障手術後における遠方視機能と瞬間視機能の障害と形成 第17回感覚代行シンポジウム論文集, 85-88.
- 積山薫・太城敬良・江草浩幸 (1985). 左右反転眼鏡着用中の行動空間イメージ(1) 関西心理学会 第97回大会発表論文集, 5.
- Senden, M. von. (1932). Raum-und Gestaltauffassung bei operierten Blindgeborenen vor und nach der Operation. Barth. (Trs. by P. Heath, (1960). Space and Sight. Boston: Methuen.) 鳥居修晃・望月登志子 (訳) (2009). 視覚発生論 協同出版.
- 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.34-44) 東京大学出版会.
- 鳥居修晃 (1979). 視覚の世界 光生館.
- 鳥居修晃 (1980). 先天性白内障の手術後における事物の識別 東京大学教養学部人文科学科紀要, 第72輯, 27-75.
- 鳥居修晃 (1982a). 視覚の心理学 サイエンス社.
- 鳥居修晃 (1982b). 知覚認知の機能 鳥居修晃 (編) 知覚Ⅱ 現代基礎心理学講座3 東京大学出版会, pp.1-12.
- 鳥居修晃 (1983). 先天盲の開眼手術と視知覚の形成 サイエンス, 7, 28-39.
- 鳥居修晃・望月登志子 (1984). 心理学的側面からみた視覚障害 市川宏・大頭仁・鳥居修晃・和気典二 (編) 視覚障害とその代行技術 名古屋大学出版会, pp. 69-129.
- 鳥居修晃 (1993). 人間の視・触覚融合 ロボット工学, 8, 132-134.
- 鳥居修晃・望月登志子 (1992). 視知覚の形成1 培風館.
- 梅津八三・鳥居修晃・上村保子 (1987). 開眼手術後の初期段階における早期失明者の信号系活動 基礎心理研究, 6, 69-82.
- Valvo, A. (1971). Sight restoration after long-term blindness: The problems and behavior patterns of visual rehabilitation. New York: American Foundation for the Blind.
- 和気典二・(1994) 触覚の種々相 大山正・今井省吾・和気典二 (編) 感覚・知覚ハンドブック 第Ⅳ部 4 誠心書房, pp. 1218-1225.
- 和気典二・斎田真也・清水豊・和気洋美・久米祐一郎 (1978) 仮現運動からみた触空間の有無 第4回感覚代行シンポジウム, 81-87.
- Wardrop, J. (1826). Case of a lady born blind, who received sight at an advanced age by the formation of an artificial pupil. *Philosophical Transactions*, 116, 529-540.
- 山根清道 (1935). 触運動的図形知覚に就いての実験的研究 心理学研究, 10, 327-390.
- 八木・佐々木・鳥居・望月 長期視野制限事態における距離と大きさの把握 (準備中)
- 結城錦一 (1952). 形と動き 北海道大学紀要, 1, 51-62.