

日本女子大学 博士学位論文

形態と空間知覚の基礎過程

— 開眼手術後における視空間の形成過程を通じて —

鳥 居 登 志 子

# は し が き

これは、学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第2項により、平成7（1995）年7月20日に本学において博士（文学）の学位を授与した者の論文である。



①

日本女子大学博士学位論文

# 形態と空間知覚の基礎過程

—開眼手術後における視空間の形成過程を通じて—

鳥 居 登志子

①

日本女子大学博士学位論文

## 形態と空間知覚の基礎過程

—開眼手術後における視空間の形成過程を通じて—

鳥 居 登志子



## 目 次

第1章 本論の基本問題とその発端	1
第2章 問題とその背景	3
第1節 Molyneux問題	3
第2節 古典的な開眼事例報告とその位置づけ	5
第3節 Chesselndenの報告をめぐる論考	7
第4節 開眼直後の距離知覚に関する論考	11
第5節 近年の開眼事例報告の集積と分析	12
第6節 日本における先駆的研究	16
第3章 保有視覚と開眼手術後の視覚体験	19
第1節 先天盲と開眼手術	19
第2節 失明期間と保有視覚	24
第3節 開眼直後の視覚体験	29
第4節 触・運動系への依存	32
第5節 視-触のくい違い	33
第4章 図領域の特徴抽出と平面図形の形態弁別	37
-開眼者Y Sにおける図領域の特徴抽出と形態視を中心に-	
第1節 平面図形の形態知覚に関する視覚的制約条件	37
第2節 平面図形の形態視に関する開眼事例報告と問題の所在	40
第3節 単一平面図形の形態弁別とその基礎過程	41
-開眼者Y Sにおける充実図形の弁別活動を通じて	
実験4-1:図領域の探索とその大小弁別	42
実験4-2:帯状図領域の延長方向の弁別	48
実験4-3:台紙上の図領域における形態弁別	54
実験4-4:窓形領域における正方形と円の弁別	64
第4節 要約と考察	75
第5章 充実図形と輪郭線図形の形態識別	78
-開眼者K Tにおける面の形成と輪郭線の知覚を中心に-	
第1節 問題の所在とその背景	78
第2節 対象となる開眼者とその視覚状況	79
第3節 充実図形と輪郭線図形の形態識別	80
-開眼者K Tにおける面と輪郭線の知覚	
実験5-1:手術前の視覚状況の確認実験	80
実験5-2:手術後の形態識別の形成過程-充実図形の場合	86
実験5-3:形態識別の形成過程と探索走査-輪郭線図形の場合	101
実験5-4:輪郭線図形の面形成-識別を促す介在実験	112
第5節 要約と考察	118
第6章 複合図形の形態知覚	121
第1節 複合図形の分節化が示す問題と従来の研究成果	121
第2節 本実験開始における各被験者の視覚状況	126



第3節	開眼手術前の触覚による複合図形の構造化 .....	129
	実験6-1:開眼手術前の触覚による複合図形の分節 .....	129
第4節	開眼手術後の触覚による複合図形の構造化.....	133
	実験6-2:開眼手術直後の触覚による複合図形の分節 .....	133
	実験6-3:触覚による構造化の変化と変化を促す要因 .....	135
第5節	開眼手術後の視覚による複合図形の構造化 .....	138
	実験6-4:開眼手術直後の視覚による複合図形の分節 .....	138
	実験6-5:開眼手術直後の視覚による分節の変化過程 .....	139
第6節	視覚による分節の変化を促す要因 .....	144
	実験6-6 透明な面による重なりの介在実験 .....	144
	実験6-7 交叉が浅い図形による介在実験 .....	148
第7節	要約と考察 .....	153
第7章	重なり図形の形態知覚 .....	155
第1節	問題 .....	155
第2節	重なり図形の視覚による構造把握 .....	161
	実験7-1:視覚による構造化とその変化の過程 .....	161
第3節	重なりの構造把握を規定する要因 .....	167
	実験7-2:視覚による重なり図形の構造把握を促す介在実験 ..	167
第4節	視覚健常児における重なり図形の構造把握との比較 .....	181
	実験7-3:視覚健常児における重なり図形の知覚特性 .....	181
第4節	要約と考察 .....	185
第8章	主観的輪郭図形の形態知覚 .....	188
第1節	主観的輪郭の知覚とその規定要因 .....	188
第2節	開眼者による主観的輪郭線図形の構造把握 .....	191
	実験8-1:主観的輪郭線図形の視覚による構造化とその変化 ..	191
第3節	視野制限下における主観的輪郭線図形の構造把握(晴眼者) ..	210
	実験8-2:視野制限下での主観的輪郭線図形の知覚 .....	210
第4節	要約と考察 .....	224
第9章	立体の構造把握 .....	228
第1節	問題 .....	228
第2節	実験の基本方針 .....	231
第3節	触覚による立体の構造把握 .....	234
	実験9-1:触覚による立体の知覚-初期の状況 .....	234
第4節	開眼手術後の視覚による立体の構造把握 .....	237
	実験9-2:視覚による立体の知覚-初期の状況とその後の変化 ..	237
第5節	視点の移動と立体の形態識別 .....	249
	実験9-3:視点の移動と立体の形態変化 .....	249
第4節	要約と考察 .....	255
第10章	視空間の拡大と構造化-奥行き距離を通じて .....	257
第1節	問題 .....	257
第2節	奥行き距離の体験 .....	257
第3節	距離の絶対判断 .....	260
	実験10-1:前方向の距離推定 .....	260



第4節	距離の絶対判断—距離に伴う変化 .....	265
	実験10-2: 奥行距離の拡大と距離推定の精度 .....	265
第5節	距離の相対弁別 .....	267
	実験10-3: 遠近差をつけて配置された2対象の奥行弁別 ..	268
第6節	視方向による奥行き弁別の差異 .....	271
	実験10-4: 視方向と奥行弁別—開眼者 .....	271
	実験10-5: 視方向と奥行弁別—視覚健常者 .....	272
第7節	要約と考察 .....	274
第11章	視空間の拡大と構造化—対象の大きさと距離の関係を通じて .....	276
第1節	問題 .....	276
第2節	遠対象の見え方に関する体験報告 .....	277
第3節	対象の大きさ—距離関係の知覚 .....	279
	実験11-1: 対象の大きさの知覚 .....	279
第4節	肌理の密度勾配を持つパターンの知覚 .....	282
	実験11-2: 肌理の密度勾配を持つ奥行パターンの知覚 ....	288
	実験11-3: 肌理の密度勾配を持つ奥行パターンの描画 ....	291
第5節	要約と考察 .....	293
第12章	視空間の拡大と構造化—色属性を通じて .....	296
第1節	問題 .....	296
第2節	色彩識別の学習過程 .....	297
	実験12-1: 近距離における色領域の色彩識別—その学習過程	297
第3節	距離の拡大と色領域の識別精度 .....	305
	実験12-2: 近距離における小領域の色彩識別精度 .....	305
第4節	遠距離での色の識別と色の安定性 .....	308
	実験12-3: 遠距離での色彩識別と色の見え方の変化 .....	308
第5節	要約と考察 .....	322
第13章	視空間の拡大と構造化—形態を通じて .....	328
第1節	遠距離での形態識別の学習過程 .....	328
	実験13-1: 形態識別の学習過程 .....	328
第2節	図形提示の空間条件と形態識別・形の安定性 .....	331
	実験13-2: 形態識別精度を規定する空間条件 .....	331
第3節	遠距離での形態識別の手がかりと探索走査 .....	341
	実験13-3: 遠距離での形態識別の手がかりと走査様式 .....	341
第4節	事物の識別と属性の抽出 .....	348
	実験13-4: 遠隔提示事態での事物の識別と属性の抽出 .....	348
第5節	要約と考察 .....	349
第14章	総括と今後の展望 .....	352
第1節	問題と研究の発端 .....	352
第2節	開眼者術後の形態視に関する総括 .....	354
第3節	視空間の拡大と構造化に関する総括 .....	360
第4節	今後の展望 .....	362
文献	.....	365



## 第1章 本論の基本問題とその発端

イギリスの哲学者であるMolyneux, W. (1656-1698)がLocke, J. (1632-1704)に提起し、後にMolyneux問題（詳細は後述）として知られるようになった疑問は視覚・認識論の根幹にかかわることとして、今世紀に至るまで論考が重ねられてきた。それは生来性の盲人が手術によって初めて視覚を得て、触覚では区別できる立方体と球体を机の上に置かれたとき、視覚で区別してどちらが立方体でどちらが球であると言えることができるか、というものであった。

この300年も前に提出された問題に対し、手術直後の臨床報告や短期間の追跡研究で回答を試みた例は少なくない。しかし、先天性の盲人で後に手術によって視覚を得た人（開眼者）に関する事例報告を多数収集し分類することで、回答を与えることを試みたのはSenden (1932)であった。Sendenが蒐集した資料から明らかにしたことは、手術前の残存視覚が「明暗の知覚」にのみ限られていたような場合（第一群）でも、手術後「色」に対する関心は早くから現れ、色の弁別も比較的早い時期に可能な状態に達したとの報告が多いが、「形」の知覚はたとえそれが基本的な幾何学的図形であっても、その残存視覚が第一群に近い開眼者にとっては遥かに厄介な課題であるということである。

さらにそのように、困難な形態知覚に関して、資料からSendenが知り得たことは、第一に、二次元の形の弁別が可能になる前の段階で、「図と地の分化」はすでに成立していることを示す資料があること、第二に、二次元の形の知覚が可能になるまでには、さらにいくつかの前段階があり、はじめに形の差異や異同のみがわかる段階が現れたあと、個々の形を識別することができる段階に漸次移行するという事実、そして第三に、形の弁別・識別に際して、初期のうちは図形の縁や輪郭を少しずつその延長方向に沿って見てゆき、その図形の角や辺などの構成部分を継時的に探すような方略をとるが、最終的には開眼者はそれらを即座に見分けることができる段階に到達するというものであった。

Hebb, D. O (1904-1985) はSendenが整理した開眼事例報告に見られる視覚発生の初期過程に関する上記のような事実と、Riesen (1947)による生後16か月暗室飼育した2頭のチンパンジーが直面する視覚遮断による視覚障害状況（例えば光に対する瞳孔反射や暗室で光源を定位したり追視するときには問題がないよ



うに思われたが、明室でよく観察すると静止した光源を凝視するときには眼球運動の障害 (Nystagmus) が起こっており、触覚ではすぐにわかる哺乳瓶のような事物を眼の前に出されても、顔に触れるまで視覚ではその存在に気づかない等) に着目し、それらを礎石として「形態知覚学習に関する生理学的な理論」を構築しようとしたのである。その理論でHebbが強調したのは、図形に固有な特徴—同一性—の知覚は経験と学習を介して成立する過程であり、図形を構成する要素、角や辺の知覚を前提にするとの考えである (Hebb, 1949, 1980)。

一方、Hubel & Wiesel (1962) は第1視覚領の単純細胞には、ある傾きのスリットに対してのみ反応するという、各細胞にとって最適な傾きが決まっていることを見だし、そのような特性を「方位の選択性」とした。かれらは生まれたばかりの子猫も方位の選択性を具えているが、このようなネコの1眼のまぶたを最後2~3か月縫合すると、縫合をほどいた後も、遮蔽を受けた眼を介して活動した視細胞は全体の7%にすぎなかったこと、さらにその7%の細胞はほとんど方位の選択性を示さなかったことを明らかにしている。このような事実も、辺や角を形態視の基礎として位置づける必然性を明確にした。

しかし、筆者が実際に開眼者の協力を得られる機会に恵まれ、実験・学習の試行を重ねてみると、辺や角を標識をした形態知覚が成立する前段階には、Sendenが指摘する以上にいくつもの下位機能の発生と形成過程が存在することを、認めざるを得なかった。更にまた、立体の形態知覚という問題になると事態は一層複雑であり、たとえ平面図形の知覚が可能になっていても、その成立までには越えなければならない幾重もの知覚的な関門がある。そして、そのような目の前に提示された対象を含む視覚空間自体が拡がり秩序化された構造を持つに至るまでには、更に長い道のりがあるように思われた。

このような体験を基に、本論では、継続実験を通じて『開眼手術後の形態と空間知覚の形成過程』を分析することを行い、そこから、『視空間知覚の基礎過程』に関する資料を提供することを試みた。視覚による認識の基本構造とその生成機序を解明する営みに連なることを願っての作業である。「形態」の対象としては、単一の幾何学的な平面図形から、3次元構造を表す図形 (複合図形や重なり図形、主観的輪郭図形など) 及び、3次元の立体までが含まれる。「視空間」としても、当初は手の届くごく近い距離を問題としたが、視覚機能の向上に伴い、開眼者にとっての遠空間にまでその対象は拡大された。



## 第2章 問題とその背景

### 第1節 Molyneux問題

イギリス（北アイルランド）の哲学者であるMolyneux, W. (1656-1698)は、Locke, J. (1632-1704) に宛てた書簡の中で、次のような問題提起をしていることが、Locke の『人間知性論』（1690）の後の版で紹介されている。

その問題とは、「ある生来性の盲人が成長する過程で同じ金属のほぼ同じ大きさの立方体と球を触覚で区別することを教えられ、それぞれに触れるとき、どちらが立方体でどちらが球かを告げるようになったとする。そしていま、この盲人が見えるようになったとしよう。」そのとき「盲人は見えるようになったいま、テーブルの上に置かれた立方体と球を、触れる前に、視覚で区別し、どちらが球でどちらが立方体であるかを告げることができるであろうか」というものであった。

この問いに対して、Molyneux自身は「否。なぜなら、その人は球や立方体がどのように彼の触覚に作用するかについての経験はすでに得ているが、かくかくに触覚に作用するものが視覚にもかくかくに作用しなければならないという経験にはいまだ到達していないからである」。「あるいはまた、立方体の突起した角は彼の手を不均等に圧迫するが、それは彼の眼にとっても、立方体においてはそう見えるであろう、という経験にいまだ到達していないからである」との答を用意していた（Berkeley, 1709）。

一方、手紙を受けたLocke はこれを引用したあと、「私もまた、盲人が初めて見たときに、それらをただ見ているだけでは、どちらが球でどちらが立方体であるかを正確に言うことはできない、と思う」と書いている（Locke, 1690）。以来、Molyneux によって提起された上記の問題は、のちに「Molyneux問題」として知られるようになり、18世紀の哲学者や思想家たちの間に大きな反響をまき起こしたのである。

特にBerkeley(1709)は、その著書『視覚新論』の中で、この問題に対するMolyneuxの立場を一步進め、視覚と触覚の間に共通する対象あるいは観念が存在するのかをまず論考し、視覚と触覚による観念は質及び量的にも別個性であ



るとし、このことを考慮して初めてMolyneux問題に対して否定的に答えることができるとした。彼は、そもそも視覚で関知できる対象には、視覚に固有な対象と、本来は触覚に固有な対象であり視覚にとっては非固有的で二次的な対象があると主張する。「光り」と「色」のみが視覚に固有な対象であり、空間に関する「距離」、「大きさ（延長）」、「位置」、「事物」、「運動」などは二次的な対象であり、それらは一次的な視覚対象を介して触覚による観念との経験的併存性が獲得されて初めて視覚的観念をもたらし得る対象であるとする。

Berkeleyはこのような前提に立ち、先の問題を、生まれつきの盲人が成長して後に「視覚を得た」とき、視覚によって「距離」、「大きさ」、「事物」、「運動」などの観念を持つだろうか、という問へと発展させ、「これまでに述べてきたことを前提とすれば、そこからの明白な帰結は、生まれつきの盲人が視覚を与えられても、最初は、視覚による距離の観念をまったく持たないであろうということである」（41節）。何故ならば「視覚に固有の対象を最初に知覚したときに関知されるのは、光と色の種類、結合、量、程度、配列に関する多様な様相と変容の様であると想定され」、それらは「形や大きさや位置については何も示唆しないであろう」。従って「触覚の観念で知りつくした名称でそれらと呼ぶことはないであろう」からと推断するのである（41, 106, 135節）。

更に「周知の通り、我々はどうしても次のように考えてしまいがちである、すなわち、もし今〔盲人が、突然〕眼が見えるようになったら、現在我々がしているのと同様に視覚的事物の位置を判断するに違いない、と。他方またこうも考えがちである、すなわち、最初の視覚において対象の距離や大きさを現在我々がしているのと同じように理解するに違いない、と。しかしこのような考えが誤りであり、根拠のない信念であることはすでに見た通りである」、「生来の盲人が初めて視覚を得たときには、自分の見ている事物が触覚の対象と同じ本性を持つとか、触覚の対象と共通の何かを持っているとは考えない。むしろ彼は、それらは観念の新しい集合であって、新しい仕方では知覚され、彼がかって知覚したことのあるすべてのものと全く違っていると考えるであろう」と記している（128節）。

よって、Molyneux問題に対しては、「視覚を得た生来性の盲人が立方体は正方形の面で構成されており、球はそうではないことを触覚で知っていたと



しても、初めて立方体に正方形の面を見たときには、視覚による延長と形態の観念と触覚によるものとは異質で未知なものであるため、その標識から立方体であると知ることはできないであろう」との帰結を導くのである。

結局、このような議論を通じてBerkeleyは、Molyneux自身や Lockeよりも遙かに徹底した形で問題を展開しており(Morgan, 1977)、そのことはCondillac(1754)が著書『感覚論』の中で次のように指摘している。つまり、Molyneuxおよび Lockeは「視覚に関する一切を展開するきっかけとなるひとつの問題を提起するにあたって、真理の一部分しか把握できなかったように見える」。むしろ(Berkeleyのように)「立方体と球」だけでなく、「距離、位置および大きさについての論を進めて、生まれながらの盲人は光りに眼を開いた瞬間に、これらのもののどれ一つをも判断しないだろうと結論すべきであった…」と批判しているのである。なぜならば、「これらのものは球と立方体とのそれぞれの部分の知覚のなかにいずれも小さいなりに再発見されるから」であり、「位置、大きさおよび距離を識別する眼が、形を識別することを知らないだろうと想定するのは自己矛盾である」として、「Berkeleyこそ視覚がそれ自体ではこれらのもののどれ一つをも判断しまいと考えた最初の人である」とCondillacは書いている。

以上のように哲学者を初めとして多くの人々が示した開眼事例報告への関心は、視覚発生論あるいは視覚による認識論に関わる基本問題に端を発するものであり、その問を解く鍵がそこに含まれているとの考えによるものであった。

## 第2節 古典的な開眼事例報告とその位置付け

Berkeleyはその『視覚新論』(1709)の「付録」のところで「生来の盲人でしかもおよそ20年間視力のない状態にあった男性が、開眼手術を施されたという知らせを聞いた。そのような人物であれば、この論考のいろいろな箇所書き記されたいいくつかの見解がどれほど真理に合致しているのかを決定するのに、ふさわしい審査官でありうるように思われる」と書いている。このことは、「現実存在する開眼事例」報告をBerkeleyが自らの視覚理論を支持する実証的な資料とみなしていた(Pastore, 1971)ことを示すものである。

ここで Berkeley が言及している開眼事例は、眼科医 Grantによって手術さ



れた患者(20歳)であったが、同様の立場から多くの関心と呼んだのは、当時イギリスの著名な外科医だったChesselden, W(または、Cheselden, W)が執刀した、13歳の白内障の少年に関する術後の観察報告(Chesselden, 1728)であった。Berkeleyは、『視覚論弁明』(1733)でこれを詳しく引用した後、「...このように、視覚理論の中でも常識的な理解から最も隔たっていると思われる論点が、事実と実験によって少なからず確証された」と結んでいる。

観察記録によると、その少年は生まれたときから一ないしは、生後のごく早い時期からの白内障のため、そもそも見たという記憶をもっていなかった。ただ、手術前に何も見えなかったわけではない。昼と夜の区別のほかに、強い光の中では黒、白、緋色(scarlet)といった色を区別することもできたという。しかし、ものの形を知覚することはできなかった。

手術後初めて眼を開いたときの、この少年の視覚体験のうち、後世最も注目を集めたことの一つは、「奥行距離」の知覚に関する言語報告の記載である。それは Berkeley も『弁明』の71節で最初に引用しているが、「その少年が初めて見たときには、距離に関する何らかの判断を下すなど思いもよらぬことであったので、ちょうど触れたものがその皮膚に接しているのと同じように、少年の言語表示によれば、あらゆる対象が眼に直接触れているように思えた」(Chessedlden, p. 236)との記載である。

この、距離に関すること以外に、色の知覚に関しては手術前からすでに見分けていた色が手術後は全く別のもののように見えたこと、形や事物についてはいかなるものも眼ではわからず、どれほど形や大きさが異なっても、事物を相互に区別することができなかったことなどが、エピソードを交えつつ書き記されている。表1はこれらの事項をまとめたものである。

表1 Chesselden, W.の症例報告の要約

上記の Molyneux が問題にした「立方体と球」の区別に関することは、この少年では直接何も言及されていない。ただ、絵を初めて見せられたときに、それが三次元の対象を表現していることにどうしても思いが及ばず、単に区分けされた平面ないし表面としか見なかったようだと報告されている。また、ものの大きさについては、見たものが初めはひどく大きく感じられたこと、自分のいる部屋が家の単なる部分でしかないことはわかっているにもかかわらず、家

表1 Chessedliden, W. の症例報告 (先天性白内障) の要約

残存視覚	手術	手術後の状況・所見
(1) 昼と夜の区別がつく。 (2) 強い光のもとでは、黒、白、緋色の区別がつく。 (3) 形の知覚は困難。	第1眼 (13歳) 第2眼 (2, 3 月後)	(1) すべてのものが眼にくっついているかのように見えた (距離判断ができなかった)。 (2) 手術前後では色が違って見えた。 (3) ものの形について判断できない。 (4) 大きさや形が違っていても、事物の区別はできない。 (5) 第2眼の手術後、左右の眼で同じものの大きさが約2倍も違って見えた。



全体がもっと大きく見えるということはどうしても想像できない、と言ったことなどが述べられている。そして、論文の最後の箇所では、（一眼の手術と他眼のそれとの間にある期間が置かれていたらしく）両方の眼の手術が終わったあと、後に手術を受けた方の眼で見ると、先に手術を受けた（かつ、見るためのコーチを受けた）方の眼だけで見るよりも、同じものが約2倍も大きく見えたことが書き加えられている（鳥居・望月, 1992）。

このように、開眼事例を通じて視覚発生の初期状況を推断する試みがなされ、成果も得られた。しかし、実際に開眼手術を受けられる適応例としては、網膜や視神経の機能が健全で少なくとも光の明暗と方向がわかるだけの視覚機能を手術前から保有していることが条件となっており、全盲の場合は無効である（3章参照）という開眼者の状況特性をみる限り、MolyneuxやBerkeleyが想定している「生まれつきの盲人が見えるようになったとき」とか、「（突然）視覚が与えられたとき」とかいう状態も、実際には「生まれつき全盲だった人が視覚を初めて得た」ことを意味するわけではなかったと考えざるを得ない。もし、仮に、そういう状態を想定していたのだとすると、それに相当する具体的事例は、厳密な意味では存在しなかったことになる。

だが、その後もChesseldenの事例をめぐることは、開眼直後の空間視、特に奥行距離知覚に関する哲学的論考が行われた。DiderotとCondillacはMolyneux問題に触れつつ、この事例に対して次のような考察を加えている。

### 第3節 Chesseldenの報告をめぐる論考

#### a) Diderot, D.

13歳で初めて先天性白内障の手術を受けた上記の少年に関するChesseldenの報告は、早くからフランスでも知られていたようであるが、Voltaire(Arouet, F.M.)の手で華々しく紹介されて以来一層大きな反響を呼び起こした(Morgan, 1977)。また、さきのCondillacの『感覚論』(1754)の中でも、またDiderot, D. (1713-1784)の『盲人に関する手紙』(1749)の中でも、Molyneux問題とともにこれが詳しく紹介されることとなったのである。

とくにDiderotは上掲書のMolyneux問題を取り上げた論考の箇所で、それをもう少し一般的な形で論ずるとすれば、そこには二つの問題が含まれていると



指摘した。すなわち、第一に「生まれつきの盲人は、白内障の手術が行われるとすぐに見ることができるかどうか」との問。第二には、「見ることができる場合、図形（形態）を十分判別できるほど見えるかどうか、触っているときにつけていた名前を、見ることによって図形に確実に与え得るかどうか、またその名前が図形にかなっているという論証を得られるかどうか」、という問である。

このような二つの問いを提出した Diderot は推論や思索に頼るだけでなく、Chesselden の開眼少年に関する以下のような実験結果を重視し、それを考慮した上で Molyneux 問題に結論を導くことを試みている。例えば、(1) その少年が長い間、大きさも距離も位置も外形さえも判別できなかったこと、(2) 触覚では丸いあるいは角形と判断していたものを眼で見分けることができなかったこと、(3) ものが上あるいは下にあることを眼で識別することもできないこと。(4) 絵が立体を表現していることを納得するためには、数多くの実験を繰返さなくてはならなかった（訳書、p. 87）ことなどである。絵が三次元の対象を表現していることをその少年が発見したのは、「約 2 カ月のコーチを試みたあとのことであった」（Chesselden, p. 236）と原論文には記されており、そのあと少年は絵に手をやってみて、一様な突出のない平面にしかぶつからないのに大変驚き、「欺いているのは一体どちらの感覚なのか—触覚なのか、それとも視覚なのか」（同上）と尋ねたという。

Diderot はこのような事実を引用した上で、次のことをわれわれは認めなければならないと指摘する。すなわちそれは、第一の問題へに回答にも通じるのであるが、（視覚健常な）成人は周囲に無数の事物を認めるけれども、「幼児や生まれつきの盲人は、眼底に事物がひとしく写されているにもかかわらず、それらを認めることができないのです」（訳書、p. 88）と。そしてこのような指摘をする Diderot ではあるが、先天盲開眼受術者がそのままの状態にとどまり続けるとは考えず、「眼が自ら学ぶこと、あるいはこういう言い方が許されるならば、自分で経験を積んでゆくこと」（同上）ができないとは思わないと彼は主張し、「生まれつきの盲人の眼が初めて光に開かれたときには、彼は全然なにも認めることができず、眼が経験を積むにはある程度の時間が必要」であるが、「しかし眼は、触覚の助けをかりず、自分自身で経験を積み、ついに



は色彩を見分けるだけでなく、少なくとも事物の大まかな輪郭を識別するまでになる」(同上92頁)と説いている。

更に「眼を注意深く動かす練習をして見る能力を獲得することにはそれほど多くの時間と経験は必要とはしない」と予想するのである。しかし、その段階に達したひとが、視覚でものの存在を知り、触覚では熟知している事物を視覚でそれにふさわしい名称を与えるようになるか否かは、「ひとによる」としている。つまり、視覚と触覚による感覚印象や観念の比較を明確に行い、推論できる場合には「どちらが正方形でどちらが円であると確信するに至るであろう」と記しており、このような推断は第二の問への答にもなっている。

b) Condillac E.B.de

一方、Condillac もその『感覚論』の第3部第4章で、Molyneux問題をめぐる Lockeと Berkeley の考察に対する彼自身の見解を示したあと、Chesseldenの報告に言及し、その内容をほぼ全文に近いかたちで引用している。また、初めて見たとき、あらゆる対象が直接眼に触れているように思えたという、後にさまざまな議論を呼ぶことになった、かの少年の内観報告に関して、Condillacはその理由を次のように述べている。

すなわち、手術前でもその少年に「自分で眼に手を当てるとすぐ、光が見えなくなることにしばしば気づいていた。それゆえ光が外に在ると判断する習慣はついていた。しかし弱くてぼんやりした光だったので、色を送ってよこす対象を発見できるほど充分には色を見分けられなかった。それゆえ色を一定の距離に(在るとは)判断しなかったし、そこに奥行を見てとることも可能ではなかった。従って、(本来は)色も直かに眼に触るように思われたはずである。……」。だから、かの少年はそれまで光を判断してきたところに、すなわち「自分の眼とすれすれのところ」に「はっきりとした光」を見続けたはずだ、というのである。

更にCondillac は、第5章の最後の箇所で、先天性白内障の手術を受けた人たちをたいそう困らせたのは、見たいと思う対象に眼を定位することの難しさであったと書き、これをChesseldenの言葉として引用している。



#### 第4節 開眼直後の距離知覚に関する論考

先天盲における開眼直後の「奥行距離知覚」については、上記の Berkeley の理論ならびに Chesselden の報告を中心に、19世紀に入ってから、空間知覚の根幹をなす問題として経験説、生得説の各立場から論考が重ねられている。ここでは Helmholtz, H. von (1821-1894) と James, W. (1842-1910) のそれを取り上げてみることにする。

##### a) Helmholtz, H. von

まず、Helmholtz はその『生理光学』に関する著書 (1856-1866) の第3巻で上掲の Chesselden (1728) の報告とその後 Wardrop (1826) によって提出された開眼事例研究報告とを彼自身の空間知覚に関する経験説の立場を支持する資料であるとみなして、多くの紙幅を費やして引用している。

ただ Helmholtz は、Chesselden の先天性白内障の少年が全盲ではなかったこと、したがって、その眼を対象に向けてその位置を判断することを、すでに手術前に習得していたかも知れぬという点に気づいていたといわれる。もし全盲でなかったとすれば、かの開眼少年の「奥行距離」に関する体験報告は、視覚による奥行知覚が経験を通して獲得されたものといえるかどうかを論ずる上で、決定的な資料とはなり得ないことになる。おそらくそのような理由から、

Helmholtz は「見たものが眼に触れているかどうか」については論じようとしなかったのであろうと Pastore (1971) は述べている。

##### b) James, W.

他方、James はその著書『心理学』(1892) の「空間知覚」に関する第21章で、Berkeley が「眼からの距離は視覚の対象ではなく、触覚の対象」である (訳書、下、p. 141) と考えたことを批判して、距離を見るとき、これが「純粋な視覚的感觉であるという事実」を無視することはできないと書いている。そして、先天性白内障のため「その世界が手術前にはもっぱら触覚的事物の世界であったひと」が外科手術を受けても、初めて眼に映ずる事物を命名することができないという観察事実を引用して、これらの事実も「視覚的感觉が空間的でないことを証明するものではない」としている。

このように James は、「Berkeley が単に視覚的经验のみからは何等の距離知覚も生じないと判断したのは誤りである」と批判しているのであるが、しか



しその一方で、われわれの種々なる感覚が「その空間的性質においては元来支離滅裂」であること、ならびに「現にわれわれが非常に速やかになし得る空間知覚も殆どすべて教育のたまものであること」を示して、心理学に大きな刺激を与えたのは、ほかならぬ Berkeley であったと書いている。

#### 第5節 近年の開眼事例報告に対する集積と分析

眼科学の歴史は紀元前に始まるが、11世紀にアラビアで行われた手術例を筆頭に、1931年までの間に欧米（主に、ヨーロッパ）で刊行された数十篇に及ぶ先天盲の開眼受術事例（大半が先天性白内障）に関する文献・資料を蒐集して一冊の著書にまとめたのは Senden (1932) である。Molyneux問題を出発点に据え、先天盲開眼事例に関する近年の実験的研究の端緒を拓いた功績（Senden自身は実験を行ってはいないが）は、きわめて大きい。

彼が蒐集した文献の数は、上記のアラビアのものが1篇、18世紀のものが7篇、19世紀のものが34篇、今世紀のものも8篇という内訳で、合計50篇に及んでいる。そこに登場する開眼事例も、上記の最古のもの（1020年）の1人を参照番号No.1とし、その当時の最新（1931年）の文献の事例をNo.66として、巻末の「事例リスト」にほぼ年代順に並べられている。

彼の著書は『先天性盲人の手術前後における空間と形の把握』という標題でその英訳『空間と視覚』が刊行されたのは1960年のことであった。この著書の中で Senden はいくつかの問題群を設定し、蒐集した文献の中で各問題に関連すると思われる部分を抜き出して、それらに対する自らの理論的考察を加えているが、ここでは Senden がその著書の中で提出している重要な一般的結論だけを紹介するにとどめる。

##### a) 残存視覚について

Senden はまず、手術を受けることができた先天盲がいずれも全盲ではなく、術前に何ほどこかの視覚を保有していることに着目し、これを「残存視覚 (Residual vision)」と名づけた。

第二に、その「残存視覚」には3段階を認めることができるとし、その段階について何人かの事例をそれぞれ典型例として挙げている。彼のいう第一段階に属する事例（以下、第一群とよぶ）とは、手術前「明暗の知覚のみ」が可能



であった先天盲のほかに、光源の方向を正しく指示することができた人たちもここに含めるとしている。手術前の「残存視覚」に関してはそれを詳しく記述している文献が意外に少ないため、Senden が確実にこの第一段階に属しているとしている開眼者となると、Wardrop (1826) [16], Nunneley [1855 以前] [21], Ahlstrom [1895] [51], Latta (1904) [60] の計 4 篇に登場する人たちだけである。

次に、第二段階に属する事例（第二群）としては、「明暗の知覚」や「光源の方向定位」が術前可能だったというだけでなく、それに加えて「色彩の感覚」が可能だった場合がこれにあたる。ただ、「色彩の知覚」が可能といっても個人差があり、わずか二、三種の色彩しか識別できなかった事例から、もっと多くの色彩を見分けることができた人たちまで含まれている。Ware [1800] [11], Home I [1806] [13], Hirschberg [1874] [24], von Hippel [1874] [23], Fischer [1888] [44], Raehlmann I [1891] [46], Schnabel I [1879] [33], Augstein [1913] [64] などがこの第二段階に確実に属するとみなし得る事例と Senden はみている。上述の Chesselden (1728) の先天性白内障の少年の場合、この第二群に属する一人のように思えるが、Senden は（手術前の調査が十分でないとの理由からか）その名をここには挙げていない。

第三段階に属する事例（第三群）は、「明暗の知覚」、「色彩の知覚」のほかに、「形態 (Gestalt) の知覚」が手術前に可能であった人たちで、Fialla IV [1877] [30], Francke [1893] [50], Raehlmann II [1891] [47] をその典型例として Senden は挙げているだけである。ただし、形態といっても、いずれの場合も二次元の、それもごく少数の基本的な形態が見分けられただけだったように見受けられる。

彼がこのような先天盲開眼者の手術前の「残存視覚」に注意を払ったひとつの理由は、彼らが手術前に「空間」をどこまで把握していたかをそれが左右すると考えたことによる。のみならず、それは手術直後の視覚体験の様相を大きく左右する要件ともなると Senden は考えていたようである。

例えば、彼が上記の第一群に属する一人として挙げている、Wardrop (1826) が報告した事例（女性）は 46 歳になってから手術（人工瞳孔形成手術）を受けているが、第 1 回目の手術のあと、光を以前よりもよく見分けることができるようになったとしか言っていない。約 2 週間後の 2 回目の手術のあと、今度は



光が強すぎるとか、不快に感じられるとか訴えているが、色や形を知覚できるようになった証拠は何も示していない。もう一人の、第一群に相当するとされたLatta(1904)の報告事例(30歳の男性)は、その白濁した水晶体が除去されたあとのほぼ10日間は、ひどくまぶしかったとっており、「見ているという実感はなかった」と報告している。

こうした開眼者自身の体験報告をいくつか引用して、Senden はこのような第一群の人々の開眼直後の様相は「単に光を受容しているだけ」とでも形容し得るような、視覚発生上最も原初的な段階でのそれに近いものとみなした。たとえ何らかの視覚印象が得られたとしても、それらの間には脈絡がなく、混沌としているのではないかとみて、この開眼直後の段階を「単なる光受容の段階」、あるいはまた、「純粹受容の段階」とも、「純粹視覚の段階」とも名づけた。「光」は確かに受容され、伝達されているが、それが事物の識別やその構造把握には何ら寄与していない状態ではないかというのである。

もっとも、そのような段階が明瞭に現れていることを示す事例報告は、彼が集めた数多くの文献のうちでもごく僅かしか見あたらないとし、それがどのような様相のものであるかをうかがい知るためには、上記の、残存視覚の上で第一群に属するか、あるいはそれに近い開眼者について、その資料を分析してみなければならないと付け加えている。

#### b) 眼球運動と視野

Sendenが着目したもう一つの点は、開眼手術直後には多くの事例が眼球運動を意図的にコントロールすることができない状態に陥っている、という観察事実であった。それと、視野が健常な状態にあるか否かであった。彼の文献研究によれば、失明期間中眼内への光量が極度に制約されていた結果、その網膜周辺部の機能は中心窩のそれに比べて多少とも衰退していると思われる。そのため(必ずしもすべてがそうであるというわけではないが)、開眼者の視野の範囲は健常者の場合よりも狭くなっている。また、その眼筋が長いこと痙攣状態におかれていたため、光源などを固視する機能も、移動する対象を眼で追うことも難しく、多くの事例では、非意図的で、不規則な眼球の動揺(彼はそれをNystagmus とよぶ)が絶えず起こっている。とりわけ、開眼者にとってはこのNystagmus を克服することが視覚の世界へ入ってゆく第一歩になるとSendenは



書いている。

このような初期段階の視・運動系の状況特性と、手術を受けたのに視覚を通しては「ものの形状」も「事物」そのものも識別できないことの失望感は、やがて開眼者自身の「見ようとする意欲」を失わせるようになる。Sendenはこの点に関しても、多くの引用例を挙げている。

こうした状況を見ると、先天盲開眼事例の場合、(長期の視覚遮断により)その視覚中枢が絶えず流れ込む刺激を処理するに足る状態にまで至っていないかったか、あるいは視神経の萎縮などが起こっていて受容したものを中枢に伝達することができない状態にあったのではないか、との懸念をひとは抱くかも知れぬ。一だが、決してそうではないとSendenは主張する。恐らく、原初的な「純粹視覚」あるいはそれに類した段階にいた先天盲開眼者の、「見る」ことへの関心・意欲を呼びさますことがその周囲の者にはできなかった、ということによるのである。その証拠として、多くの事例が周囲の適切な働きかけにより自らの「視知覚」の増強に積極的になっていったという事実を挙げている。

Sendenが蒐集した資料のうち、その残存視覚が「明暗の知覚」にのみ限られていたような場合(第一群)でも、手術後、「色」に対する関心は早くから現れ、色の弁別も比較的早い時期に可能な状態に達したと報告されている。また色と色名との一対一対応も比較的早くから可能になったと述べられている(Wardrop, 1826; Latta, 1904)。Sendenはさらに、残存視覚の点で第一群かどうか明確でないような他の資料をも引用して、色の再認に関する学習は極めて早かったと書いている(Schnabel [36]の5歳の少年、Leprince [63]の8歳の少年の場合などが例示されている)。

#### c) 形の知覚

色に比べると、形の知覚はたとえそれが基本的な幾何学的図形であっても、その残存視覚が第一群に近い開眼者にとっては遥かに厄介な課題であることをSendenは強調している。色の弁別や色名との対応がある程度可能になった段階でさえ(あるいは、残存視覚が第二群のそれに近い開眼者にとってさえ)、「形」に関する視覚体験は何も寄せられていないという。さらに、当初困難だった形の知覚が次第に可能になっていった経過を、いくつかの資料について辿った結果、Sendenが知り得たことは次の3点に要約される。



すなわち、第一に、二次元の形の弁別が可能になる前の段階で、「図と地の分化」はすでに成立していることを示す資料がある（Dunam[42]の13歳の少女に関する観察記録が挙げられている）。第二に、二次元の形の知覚が可能になるまでには、さらにいくつかの前段階があり、はじめに形の差異や異同のみがわかる段階が現れたあと、個々の形を識別することができる段階に漸次移行する。そして第三に、形の弁別・識別に際して、初期のうちは図形の縁や輪郭を少しずつその延長方向に沿って見てゆき、その図形の角や辺などの構成部分を継時的に探すような方略をとるが、最終的には開眼者はそれらを即座に見分けることができる段階に到達する。以上が、開眼後の形態知覚の成立過程として Sendenが読み取った事実であった。

その引用例の一つによれば、残存視覚の上で第三群に属するとみられた26歳の青年(Francke[50]の事例)でさえ、「円あるいは楕円形を多角形から区別することはさほど難しいことではなかったが、角をもつ図形の間の区別をつけようとするときには、長いこと綿密に眺め続け、角がいくつあるかを数えてみるようなことをした」（Senden, pp. 98-99）といわれる（鳥居・望月, 1992）。

## 第6節 日本における先駆的研究

### a) 黒田の実験

文献研究に終始していたSenden(1932)の仕事に3年も先立って出版され、わが国における最初の開眼事例研究となった黒田(1930)の論文には、後にSendenが事例リストに載せているChesseldenの報告を含む14篇の事例報告が既に含まれており、これらを比較検討するとともに、黒田自身が出会った開眼事例（両眼とも先天性白内障で、42歳のとき手術を受けた女性）についての観察結果をも加えられている。

彼はとくにChesseldenの事例報告について、「コノ方面ニ於ケル代表的ナ否ムシロ古典的ナ例トモ目セラレテイルChesseldenノ患者ノ如ク、視ルモノコトゴトク一面ニ眼球ニ直接接触スルガ如ク映ジタトイウガ如キハムシロ稀有ナコトニ属シテイル」とし、自身が出会った事例からもそのような体験は得られなかったと書いている。その理由として、「凡ソ開眼ノ見込ミアル先天性白内障患者ハ程度ノ差コソアレ、多少ナリ明暗ヲ弁ズル」だけの保有視覚が術前から



あることを挙げ、そのことは、「網膜ソノモノガ尚ヨク光ニ対スル感受性ヲ失ッテイルワケデハナイコト」を予想させるという。その予想が当たっているとすれば、手術以前の視覚世界は「或ル意味デノ奥行ヲモック世界」であり、手術を受けるまでの間にすでに「遠近ノアル新シイ世界ニ或ル程度マデ順応シ得ル準備」が整えられていたとみて差支えない、と主張している。

このような論考を行うほか、先に記した42歳で先天性白内障の手術を受けた事例（第一眼の水晶体摘出手術後1カ月足らずで、視力は2m指数弁となり、石原式仮性同色表を指で完全に追跡することができた）に直接3回（第一眼の手術後3カ月半以内に）会って実験を行い、主に次のような結果を得ている。すなわち、(i)透視図の図形の立体視は困難である、(ii)Hering錯視およびMiller-Lyer 錯視は三人の視覚健常児と比べて差があるとはいえない、(iii)両眼による立体視ならびに視野闘争は認められない、(iv)表情写真または表情略画を見せた実験の結果では、表情の理解は困難であった。

#### b) 梅津の報告

黒田のあと梅津(1952)は、彼自身出会った先天性白内障の開眼者(S)の書いた「視力を得た感想」をもとに、その手術直後における視覚体験の様相を探索し、報告している。この開眼者(S)は手術前でも、右眼は明暗の弁別ができ、色も白、赤はわかるような気がしていたという。他方、左眼は光覚もほとんどない状態であった。

数え年16歳で手術を受け(8月5日)、右眼0.1、左眼0.01の視力を得ている(この点で、かなり恵まれた状況にあった)。S自身の書いた「感想」(資料S)によると、第一眼(右眼)の手術を受けた直後は、ただ明るくなったとだけ書かれている。翌日(8月6日)、包帯を取ってもらったとき天井と壁を眺めたが、「そのとき壁は自分の方に転んで来そう。天井は四角の棒が縦に通り横に板が通り、触って知らないこともなかったが、どうも天井とは思われなかった」。手術後一週間目(8月12日)、「…室内においてあるものはいちどにバツと眼につかず一つ一つこの辺にこんな物があったかと気づく」状態で、「梨など綺麗な物だなあという感じがしただけで何だかわからなかった」。梅津によれば、新しく得たこのSについての資料も、開眼者についての今までの資料(Senden, 黒田)も、ともに厳密な条件分析的研究によるとはいえない。



しかしながら、時代を異にし、場所が離れていてもほぼ一致した結果が得られているとして、資料Sを中心に他の資料をも参照しながら、開眼後の視覚体験の様相とその変化をおおむね以下のように跡づけている。(i) 手術直後はただまぶしいだけ(資料S、8月5日)である。しかし、(ii) 明るさ、暗さの弁別ばかりでなく、色調の弁別も早い時期から可能で、色名も比較的早くから間違いなく使うようになっている。ところが、(iii) 事物となると、手術前に手なれた日用品でも、…それらが目の前にあるというだけでは、それと気づかず、それは何かと問われても答えることができない(同上8月6日の項参照)。(iv) 壁や天井について述べられていること(同上、8月6日)に関しても、「そのものとして視覚的な、はっきりした対象性があるといわれているのではなく、手術前の経験を土台にして、病床との方向関係からそうよばれているにすぎない」と梅津は注釈を加えており、壁が倒れそうだというのも、それ(視野のうちの一つの単位)が「開眼者に近くに現れることと関係する」と補足している。

このような時期—すなわち、視覚によるものの弁別が可能なように見えても実は色の属性が手がかりであったり、他の感覚の輔けによるものであったりする、開眼後の初期の段階—の特徴をわきまえずに、形を目じるしとしなければならないような弁別訓練を強行すると、開眼者は、進歩どころか、眼を閉じて手術前の盲人の状態に戻ってしまうことがある(このことはSendenもすでに指摘している)。しかし、梅津はこうした危機的状況について「このことは開眼者においては形の弁別がいかに困難なことであるか」を示すものであり、「それができ上がるためにはやさしいところから順を追って分化の工作をすすめなければならないことを示唆するものである」として、そのような障害状況を克服するための処方探索が、先天盲の開眼事例研究における未開拓の課題であることを、すでにこの時に指摘している(鳥居・望月、1992)。

### 第3章 保有視覚と開眼手術後の視覚体験

#### 第1節 先天盲と開眼手術

##### 1) 先天性盲人

先天性盲人（略して先天盲という）とは、生まれたときにすでに失明状態にある場合だけを指すこともある（Valvo, 1971）が、近来、心理学の分野では、視覚的経験の記憶の有無をおおよそその基準として、それが(i) 無い場合を「先天盲」、(ii) 有る場合を「後天性盲人（略して後天盲）」と呼び慣わしている。更に、(i) のうち、(a) 出生時にすでに失明状態にあるときには「生来盲」、(b) 誕生後から4歳くらいまでの間に失明した場合を「早期失明者」とよぶこともあるが、一般的にはこの両者をあわせて「先天盲」と称している。その主な理由は、従来からの観察結果によれば、誕生後4歳くらいまでの間に失明した場合には、視覚的経験の記憶を欠くという点で、早期失明者は生来盲との共通の特性を有するからである。

「生来盲」ないし「早期失明者」のいずれの場合でも、その視覚障害が角膜や水晶体の混濁によるもので、かつ「明るい、暗いの弁別」ができる（視力の上では「光覚弁」あるいは「明暗弁」とよばれる状態）ことが確認されるときには、その原因を外科的処置、すなわち手術によって除去することができる。こうした手術を一括して開眼手術という。

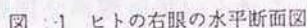
図1はヒトの右眼の水平断面図であるが、眼の前面にある「角膜 (cornea)」を通過した眼球への入射光は、次に「前眼房」を経て「水晶体 (lens, crystalline lens)」ならびに「硝子体 (vitreous body)」を通過のち、「網膜 (retina)」に到達する。ここまで来て初めて、光は網膜を構成する細胞層の一種である「視細胞」によって吸収され、神経信号に変換される。

図1 ヒトの右眼の水平断面図

##### 2) 失明原因と開眼手術

角膜から網膜に至るまでのいずれかの部位に、光の通過を妨げるような事態が発生すると、その妨害の程度によっては、ひとはいわゆる失明状態に陥る。それが水晶体の混濁に起因する場合を「白内障 (cataract)」と称する。白内障







は、俗に「白そこひ」ともいわれており、水晶体が混濁している状態をいう。その成因としては先天性のものと後天性のものがあり、前者を先天性白内障という（医学大辞典、1978および 1990）

失明はまた角膜疾患によっても起こる。角膜疾患のうちには「角膜白斑 (leukoma)」や「角膜軟化 (症) (keratomalacia)」や「角膜炎 (keratitis)」などがある。角膜白斑は「透明であるべき角膜が白く濁ったもので、各種の原因で発生する」（原田・田中、1966）とあり、「先天的に白く濁った角膜をもって生まれてくる場合もあるし、また生後の病気や外傷などでも起こる」。さらに「角膜軟化 (症) は乳児に多い重篤な角膜疾患の一つ」とされ、症状としては「最初角膜および結膜が光沢を失って乾燥し」、「やがて角膜が混濁する」もので、ビタミンAの欠乏が原因とされている。また、角膜炎については、「角膜に起こる炎症の総称」で、「角膜内の炎症を起こした部分は、びまん性または限局性に灰白色の混濁として認められる」。

このような眼疾患に対して行われる開眼手術のうち、角膜の混濁により視力の障害が甚だしいときに、混濁した部分を切り取り、同径の透明な角膜で置換して患部創面と縫合するのが、「角膜移植術 (keratoplasty, corneal transplantation)」である（上記医学大辞典；原田・田中、1966）。移植材料は、死者の眼から提供された透明な角膜が用いられる（図2-1参照）。

他方、白内障に対する手術療法としては、混濁した水晶体を摘出する方法が行われる。古くは開眼手術といえ、白内障に対する手術がその主たるものであり、その歴史も遠く古代インドでは紀元前10世紀頃、すでに行われていたといわれている（Dutt, 1983; Rucker, 1965; 桑原, 1975）。だが、当時の手術法は「墜下法」とよばれているもので、角膜の縁から針を眼球に入れ、混濁している水晶体を硝子体の中に突き落とす方法であった（桑原1975）。この方法には難点が多く、それに変わる新しい方法としてフランスの眼科医 Daviel, J. (1693-1762) が18世紀の半ば頃に考案した術式が「水晶体摘出法」で、角膜の一部を切除してそこから混濁した水晶体を吸引し、再び角膜を縫合する方法である（図2-2参照）。

図2-1 開眼手術（角膜移植の一場面）

図2-2 開眼手術（水晶体摘出法）

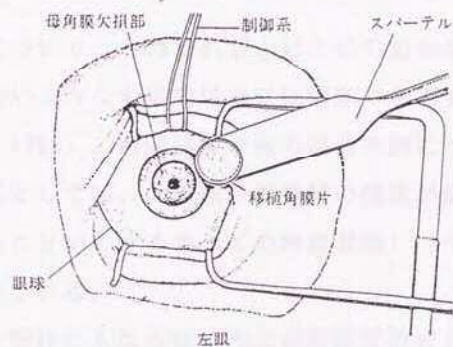


図2-1. 開眼手術の一つ、角膜移植手術の一場面

白濁した角膜を切除して除去した後、  
透明な移植角膜を縫合する。

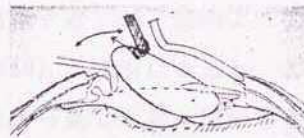


図2-2 開眼手術の一つ、水晶体摘出法

角膜の一部を切除して、白濁した水晶体を摘出  
しているところ。この後、角膜は縫合する。



このほか、角膜移植の適応例とはならない角膜白斑に対しては、透明部の虹彩に孔をあけてそこから眼内に光を通じ視力を回復させる「光学的虹彩切除 (optical iridectomy)」または、単に虹彩切除とよばれる手術も行なわれる。水晶体の混濁が中心部に限局し、周辺部が透明な場合にも、この方法がとられることがあるという (原田・田中、1966)。

### 3) 開眼手術の適応例

こうした開眼手術について、われわれが心にとめておかねばならぬ点は、「明暗の区別も分からないような全盲の場合には無効である」とされていることである (原田・田中、1966)。角膜移植手術の場合を例にとってみると、医学的な意味でのその適応としては、「網膜や視神経の機能が健全であって、光の方向を完全に識別することができるすべての角膜混濁」 (今泉、1967) がそれにあたる、と述べられている。

先天盲で開眼手術を受けた人たちは「先天盲開眼受術者」あるいは「先天盲開眼者」ということになるが、手術の適応として上記のような条件がついているとすると、前述の通りこれらの人たちはすべて手術前は「全盲」ではなかったことになる。「両眼とも全盲という状態は、両眼とも光の明暗さえも全然感じない視力ゼロの状態を意味する」が、このような状態の人はそれほど多くはないといわれる (原田、1989)。原田によると、とりわけ白内障の場合、その混濁が進行すると瞳孔が外から見ても真っ白になるが、そのような状態でも、多少の光は透過するので、視力ゼロの状態にはならない。また、角膜白斑によって角膜全体が真っ白になっている場合でも、多少の光は網膜にまで届くのでやはり、視力ゼロにはならないという。すなわち、「角膜、水晶体、硝子体」というような透過体においては、それらがもっとも強く混濁している場合であっても明暗弁の視力が残るものと考えてよい」というのである。

さらに、肝要なことは、「同じ明暗弁であっても、光の方向が分かるものと分からないものとは、視機能に違いがある」という点である。透光体の混濁が強くても、網膜や視神経に病変がなければ、光の方向がよく分かるが、それが分からない (光は感じて) ときは、「角膜や水晶体だけでなく網膜や視神経にも病変がある証拠」 (原田、1989) であり、その場合には「色の弁別も不可能」といわれている (鳥居・望月1992)。



## 第2節 失明期間と保有視覚

われわれはこれまでに十数人の先天盲もしくは早期失明者として開眼手術を受けた人たち、および先天性視覚障害で開眼手術を受けていない人たちに会うことができ、多くの協力を受けた。その人々のうちで本論文との関わりが深いのは、表1 に紹介してある開眼者10人（以下敬称を略してSub. MM, TM, YS, HH, KT, SH, NH, ToM, KM, MOと呼ぶことにする）で、3年以上ないし十数年以上の長期にわたり共同実験は継続している。彼等の失明期間と手術を受けるまでの保有視覚は下記の通りである。

表1 開眼者の失明時期、眼疾患など

### （1）失明期間と眼疾患

表1の上段の5人のうち先天性の角膜被覆症\*と診断されたMOを除く4人（MM, TM, YS, HH）は、生後の比較的早い時期に角膜疾患にかかって失明した人たちである。この中で最も早い場合（MM）は生後10カ月頃失明し、最も遅いHHの場合には5歳頃となっている。手術前の視力の診断結果をみると、いずれか一方、もしくは両眼とも、5人中4人（MM, TM, TS, MO）までが「光覚」となっている。最も好条件下にあったのはHHで、左右眼とも「眼前手動」である。

開眼手術の時期に関してはMOの場合が最も早く（その左眼の1回目は4歳のとき）、以下11歳（TM）、12歳（MM）、22歳と24歳（YS）、28歳と29歳（HH）となっていて、角膜移植あるいは虹彩切除（もしくはその両方）の手術を受けている。YSの右眼、MOの右眼はそれぞれ上記の手術のほか、水晶体摘出手術も受けている。

次に、眼疾患についてみると、6～10段目の5人（KT, SH, NH, ToM, KM）はいずれも先天性白内障と診断された人たちであり、術前の視力\*\*検査結果は、「不明」とあるKTを除いて、「光覚もしくは眼前手動弁」となっている。手術を受けた年齢は早い場合（ToM, KM）で9歳、遅い場合（SH）には20～21歳となっ

\* 角膜被覆症とは胎児期に吸収されるはずの組織がそのまま角膜上に残ってしまった症状。

\*\* 5mから視力表の視標を読むことができない水準の視力は、低い方から視力ゼロあるいは全盲（明るいか暗いかがわからない）、明暗弁あるいは光覚弁（明るいか暗いかがようやくわかる）、手動弁あるいは眼前手動弁（眼の前で手が動くのがわかる）、指数弁（30cm指数というように指の数がわかる最大距離で表す）、0.02, 0.01, ...（視力表0.1の視標が1mからならわかる、50cmからならわかる...）という段階で表示する。明暗弁は「光覚」とも言う。



表 1 本稿の開眼者(その失明年齢, 眼疾患, 手術前の保有視覚)と先天性視覚障害者

	開眼者(性別) (報告者)	失明時期	眼疾患	手術前の視力	保有視覚	手術を受けた年齢	手術の種類
角 膜 角 膜 疾 患	MM(女性) (梅津ほか, 1987)	生後 10 ヶ月	角膜軟化症	右: 光覚 左: 視力ゼロ	「明るい, 暗いはわかったが 色はわからなかった」(手術 後の報告) <u>I</u>	右: 12 歳	虹彩切除
	TM(女性) (Umez, et al., 1975)	生後 1 年 2 ヶ月	角膜白斑	右: 視力ゼロ 左: 光覚	「アカ, アオ, クロなどはわ かったが, ミドリとアオの区 別はむずかしかった」 「形はわからない」 <u>II</u>	左: 11 歳	角膜移植
	YS(女性) (望月, 1981; 鳥居・望月, 1984)	生後 3 歳半	角膜軟化症	右: 光覚 左: 光覚	「色はわかったが, 形はわか らなかった」 <u>II</u>	右: 24 歳 左: 22 歳	右: 角膜移植 左: 虹彩切除
	HH(男性) (安間ほか, 1977; 鳥居, 1983)	生後 5 歳頃	角膜炎	右: 眼前手動 左: 眼前手動	「シロ, アカ, キイロなどが 見えた(眼前で)」 <u>III</u>	右: 28 歳 左: 29 歳	右 } 角膜移植 左 }
	MO(女性) (望月・鳥居, 1990) 望月 (1993a, b)	先天性角膜被覆症		右: 光覚 左: 光覚なし	母親談「手術前, 手かざしを することがあった」 <u>I</u>	左: 4 歳 (1 回目) 9 歳 (2 回目) 10 歳 (3 回目) 右: 11 歳	角膜移植およ び水晶体摘出
	KT(女性) (望月・鳥居, 1987)	左右眼とも先天性白内障 (右: 眼球癆)	不 明		「左眼はアカ, シロ, クロ, ミドリ, ブルー, オレンジ, フジイロ, ページュ, ウグイ スイロ, タマゴイロなどがわ かった」 「平面の形, 正方形, 円, 三 角はわかった」 <u>IV</u>	右: 2.3 歳頃(その 後視力ゼロ) 左: 15 歳と 20 歳	水晶体摘出
先 天 性 白 内 障	SH(男性) (鳥居, 1979; 1982b)	左右眼とも先天性白内障	右: 眼前手動 左: 眼前手動		「光や色は見える。形は大き さによってはわかるが, 小さ くなるとマルかシカクかわか らない」 「交通信号は見えない」 <u>II</u>	右: 20 歳 左: 21 歳	水晶体摘出
	NH(男性) (望月, 1979)	左右眼とも先天性白内障 (上記 SH の弟)	右: 眼前手動 左: 眼前手動		「光や色は見える。太陽と月 は見えるが, 星は見えない。 形は大きくて, 近いところで はわかる」 「交通信号はわからない」 <u>III</u>	右: 17 歳 左: 18 歳	水晶体摘出
	ToM(女性) (佐々木ほか, 1991)	左右眼とも先天性白内障	光覚もしくは 手動弁		「色はわかった」 「眼の前に近づけると形がわ かることがあった」 <u>III</u>	右: 9 歳 左: 9 歳	水晶体摘出
	KM(男性) (佐々木ほか, 1984)	左右眼とも先天性白内障 (上記 ToM の弟)	右: 光覚もし くは眼前手動 左: 光覚もし くは眼前手動		「色はかなりわかるらしい」 「図領域の長短, 大小弁別可 能, ただし形はわからない」 (観察結果) <u>(III)</u>	右: 9 歳 左: 9 歳	水晶体吸引術

\* Senden の分類による  
(1992)

ている。これら10人の開眼者たちの失明期間を棒グラフで表わすと、図3のようになる。

図3 10名の開眼者たちの失明時期と受術年齢

失明の原因に注目すると、角膜疾患による失明の場合（MM, TM, YS, HH, MO）は失明の時期が比較的是っきりしている（ただし、HHについてはやや不確か）。これに比べて、先天性白内障の場合（KT, SH, NH, ToM, KM）は、白内障が0歳から始まったものとして作図してあるが、実際には水晶体の白濁が生後いつ頃からのような状態になったかは確定できない。従って、失明期間も図3をみると、かなり長期にわたっており—短い場合でも9年間、長い場合は20年近くの間、「明暗弁」ないし「眼前手動弁」と診断された視力の状態で過したことになる。

## （2）保有視覚

これらの開眼者たちの手術前の保有視覚の状況については、開眼者自身の体験報告（MOの場合は例外として、母親の報告）を引用して、表1に示した。術前に実験を行う機会が得られたHH, MO, SH, NH, ToM, KMについては視覚の基礎機能について別途調べられており、これらの言語報告以外にも手術前の視力やERGなどの記録が眼科医の手で調べられている場合もある。各開眼者の術前の保有視覚の概要は以下の通りである。

### MMの場合：

筆者が最初に出会ったとき（右眼の手術後3日目）、「手術前は明るい、暗いはわかったけど、色はわからなかった」と述べている。また、2回目の訪問の際、主治医からは「赤と緑のフィルターを使って検査してみたところ、これらを弁別することは不可能ではないらしいが、それぞれの色名を答えることはできなかった」という所見を得ることができた。これらの言語報告と医師の所見を総合すると、開眼者MMの失明中における保有視覚は「明暗の知覚」に相当するものであったと推定される。この意味では、MMは保有視覚に関してSenden（1932）の分類した第一群に相当する開眼者とみてよいであろう（梅津・鳥居・上村、1987）。

### MOの場合：

他方、MOは最初の左眼の手術が4歳時であったとのことで、それ以前の左眼



の視覚機能に際しては自分でも認識していない。だが、程度によると、「半盲」に近い状態になることがある」とのことである。現存の視覚機能もわずかながら、その程度は少なくとも「明暗の区別」は可能だったはずである。左眼は視力範囲に「光線なし」となっていたが、4歳、5歳、14歳の4回における手術を受けているところからみても、「明暗の区別」は少なくとも可能だったのではないかと推測される（資料、23頁）。

### 2. 2. 2 視覚の発達

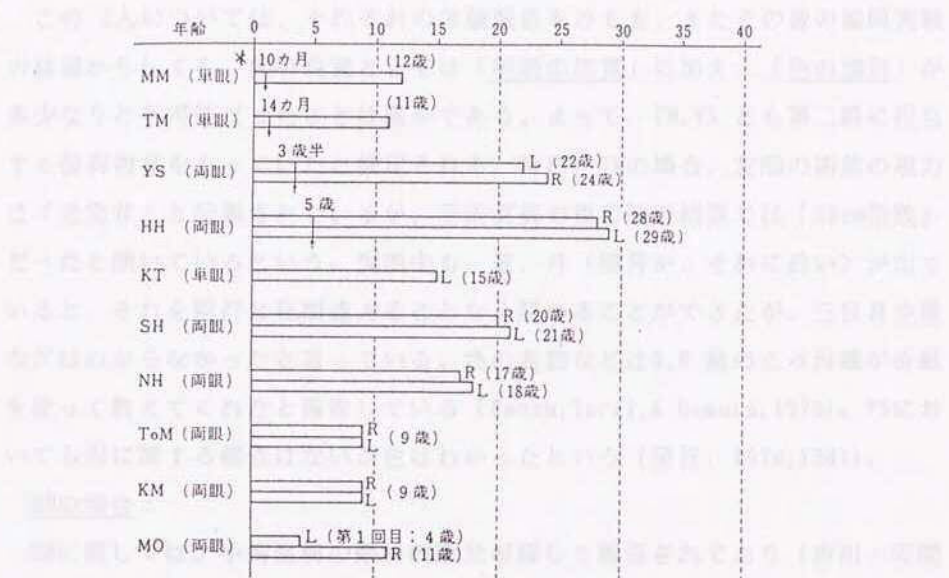


図3 10人の開眼者の失明期間と変換年齢

\* 実験時及び日常の使用眼

「右眼」の手術後（左眼の手術前）に盲者が視覚を回復したという報告では、「白、黄色などの色が「闇の前には消滅した」があった。だが、真っ暗なところから、光が差し込んできた」と述べている。前記の手術だったと言っているが、手術直後に視力について試みた三次元図形の識別実験の結果を見ると、三次元の形の識別は全くできず、平面図形の識別もほとんどできなかった。従って、視覚の発達、特に色の識別能力（明暗、色、形の区別が可能）があったのではないかと

の保有視覚に関してはMO自身も記憶していない。ただ、母親によると、「手術前にも手かざしをすることがあった」とのことであり、視力の診断結果も合わせると、その右眼は少なくとも「明暗の知覚」は可能だったはずである。左眼は視力に関して「光覚なし」となっではいるが、4歳、9歳、10歳と3回にわたる手術を受けているところからみても、「明暗の知覚」は少なくとも可能だったのではないかとと思われる（望月, 1993b）。

#### TM, YS の場合 :

この2人については、それぞれの体験報告をみても、またその後の協同実験の経過からしても、保有視覚としては「明暗の知覚」に加え、「色の識別」が多少なりとも可能だったことは確かである。よって、TM, YS とも第二群に相当する保有視覚をもっていたと推定される。特に、TMの場合、左眼の術前の視力は「光覚弁」と記載されているが、手術直前の視力検査結果では「30cm指数」だったと聞いているという。失明中も、夜、月（満月か、それに近い）が出ていると、それを街灯と見間違えることなく認めることができたが、三日月や星などはわからなかったと言っている。色の名前などは5, 6歳のころ母親が折紙を使って教えてくれたと報告している（Umezu, Torii, & Uemura, 1975）。YSにおいても形に関する報告はないが色はわかったという（望月, 1978, 1981）。

#### HHの場合 :

HHに関しては、手術直前の眼科的所見が詳しく報告されており（市川・安間・鳥居・望月, 1976; 安間・外山・鳥居・望月, 1977）、5歳のとき麻疹に罹患し、角膜炎併発して両眼とも失明状態となった。右眼は自分で気づいたときには「視力」は認められなかったが、左眼は比較的良好で、小学校4年頃まではマンガの本を見ていた（どの程度読めていたのか不明であるが、左眼は0.05の視力があつた）ともいう。失明時期もあまりはっきりしないらしい。第一眼（右眼）の手術後（左眼の手術前）に筆者らが直接尋ねてみた限りでは、「白、黄色などの色が（眼の前に近づければ）わかった。ただ、真っ赤ならわかったが、薄い赤は見えなかった」と述べている。形は苦手だったと言っではいるが、手術前の左眼について試みた二次元図形の識別実験の結果をみると二次元の形の識別はある程度まで可能だったことを示唆している。従って、HHの場合、第三群に近い保有視覚（明暗、色、形の知覚が可能）があつたのではないかと



思われる。

一方、表1の下段の5人(KT, SH, NH, ToM, KM)はいずれも先天性白内障によって両眼とも失明し、手術を受けた年齢はそれぞれToMとKMが9歳(左、右眼とも)、KTが15歳(左のみ)、NHが17歳(右)と18歳(左)、SHが20歳(右)と21歳(左)であった。このうちKT以外の人たちにはその手術前に会う機会があり、主に色や形などの弁別・識別実験を通してそれぞれの保有視覚の状況を多少なりとも知ることができた。

#### KMの場合：

KMについては手術担当医の眼科的所見を得ることができ、手術前の視力は左右眼とも「光覚もしくは眼前手動弁」でERGは健常となっている。手術を受ける約3カ月前の協同実験を通して、色(十数種)の識別が可能で、帯状図形の長短(15cm : 8cm)の弁別、白色台紙上の円の大小(6cm : 4cm)の弁別も可能であった。しかし、正三角形、円、正方形などの図形を眼で識別することはまだ難しかった(佐々木・鳥居・望月・高久・山下、1984)。その意味で保有視覚の点ではKMは第二群と第三群の間に位置すると考えられる。

#### SHとNH(兄弟)の場合：

手術を受ける直前3日間にわたって自宅と盲学校で協同実験を試み、ともに「明暗の弁別」はむろんのこと、「有彩色・無彩色の弁別もしくは識別」が可能で、二次元面上の図領域の「大小」や帯状図形の「方向」などの弁別もできる状態にあることが見出された。二次元図形(正三角形、円、正方形)に関しては、SH, NHの両者とも、条件次第では弁別可能(SHは円と正三角形の弁別のみ)であるが、NHの方が多少恵まれた状態(3種の図形をどう組み合わせても大きさが適切なら弁別可能)にあった(鳥居, 1973, 1982a; 望月, 1975a, b, 1979)。視力としては、両者とも「眼前手動弁(左、右)」となっている。

このような手術前の協同実験の際に、二人に別々に、日常どのような視覚体験をしているか直接尋ねたところ、SHの場合には「光や色は見える」と言い、知っている色名は、との問いには「赤、青、緑、オレンジ、ピンク、白、黄色、クリーム、茶色、黒など」を挙げている。次に、戸外で見えるものを尋ねると「歩道に書かれている白ペンキはわかるが、交通信号は見えない」と述べ、光や色のほかに見えるものは、という質問に対しては、「形も大きさによって



はわかるが、小さくなるとマルかシカクかわからない。一円玉ぐらいの大きさでは、形はもうわからない」と報告している（ただし、そのとき試みた形の弁別実験の結果では、大きさが十分でも、円と正方形の弁別は困難であった）。

ほぼ同様のことを尋ねたとき、弟のNHの報告は次のようであった。「光や色は見える。太陽と月は遠くても見えるが、星は見えない。赤、黄色、白、青、緑、茶色、黒などの色名は知っている」。「形は、その大きさが十分あって、距離が近ければわかるが、小さいとわからない。字は読めないけれど、大きいものなら、そして、近づいて見れば、字だということはわかる」。「戸外を歩くのに不自由を感じ、家から外へ出ることはめったにない。交通信号はわからない」。以上を総合すると、SHはSendenのいう第三群には組み入れられないであろう（鳥居，1973）が、NHの方は第三群のそれに近い保有視覚であったと推定される（望月，1975a,b）。

#### ToM の場合：

手術前の保有視覚は、本人の言語報告によれば、彼女は色の識別は可能であったとのことである。また「眼の前に近づけると、形がわかることがあった」と言っており、盲学校の保健担当医師に尋ねたところでは、手術前の視力は「20cm指数弁くらいはあった」というから、その保有視覚はかなり好条件のものであったとみてよい。Sendenのいう第三群に相当する保有視覚が合ったものとみなしてよいのではないかと思われる（佐々木・八木・鳥居・望月，1991）。

#### KTの場合：

KTに初めて出会ったのは左眼の第1回目の手術のときから約8年後（1974年9月）のことである。そのため、後に手術前のことを何回か尋ね、それをもとに手術前の保有視覚を推定せざるを得なかったのであるが、発症はKTが母親から聞いているところでは、1歳頃に胃腸病と発熱約1カ月続き、回復後しばらくすると、両眼が白濁してきたという状況であつたらしい。両親も初めはそれに気づかなかったが、叔母に「この子は眼が白いみたいな気がする」と指摘されてそれがわかったという。そのような事情を示す事がらとしては、歩行を始めた頃になっても、ものを眼で追うことをせず、また階段の所で立ち止まってしまう、などの行動がみられた。

医師の診察を受けたところ、水晶体混濁による白内障と診断された。その3



カ月後（1歳半の頃）に、まず右眼の手術を受けているのであるが、思わしい結果が得られず、それ以後、右眼は失明して「明暗」もわからなくなった。学齢期まではそのまま、それほどの不自由を感じることなく同年齢の子供と屋外での遊びを共にしていた。よって、自分が「盲」であるとの自覚もなかったが、ただ「時折、自分だけが畔道から田に落ちることがあるので、それが不思議だった」という。

左眼の手術を受ける前の状況に関して、KT自身の報告（1974年 9月21日）によると、「赤、白、黒、緑、オレンジ、青、藤色、ベージュ、鶯色、タマゴイロなどが見えた。形も多分（はっきり記憶に残ってはいないが）見えたように思う。ただし、三角、正方形、円のような平面的な形ならば…。ひとについては、背の高さや体型や服の色で、誰であるか言い当てられることもあったが、服が替わると間違えた」という。形についての記憶は多少不確かなところもあって、後（1989年 3月25日）の報告では「手術前、形は見えていなかった」というように、前の報告とはくい違うものになっている（望月、1989）。しかし、手術直後の視覚体験報告（後述）などを考慮すると、KTの場合その保有視覚は少なくとも第二群のそれにあたることは確かであり、第三群に相当するほどのものであったかどうかは不明であるが、形も多少は弁別できたのではないかと思われる。

### 第3節 開眼直後の視覚体験

このようにそれぞれ異なる保有視覚を術前に持っていた開眼者たちであったが、開眼直後にはどのような視覚体験を得たのであろうか。確認しうる範囲で捉えられた術後早期の様子は次の通りである。

#### MMの場合：

表1の10人の開眼者のうち、その手術後もっとも早い時期に著者らが会うことができたのはMMである。MMが手術を受けたと聞き、筆者が入院中のこの開眼少女を最初に訪ねたのは、術後3日目のことであった。しかし、この時はまだ眼帯をかけたままで、手術直後の視覚体験に関して何か言語報告が得られる状態ではなかった。手術の6日後に2回目の訪問をした際、初めてMMが眼帯をはずす（短時間だけ）場面に立ち会うことができたが、そのときMMは「眩しい」



と声をあげた。その際、色が見えるかどうか尋ねてみたのであるが、「明るい、暗いはわかるけど、色はわからない」と答えている。主治医の所見も考え合わせると、この段階ではMMは、手術前よりもずっと明るさが増したと感じているものの、色名も習得しておらず、色の弁別もまだ困難な状態にあったとみてよいであろう。表1の一番上の段にはMMのこの手術後6日目の視覚体験に関する言語報告を表示したものである。

以下に述べる4人(TM, HH, SH, NH)はMMほど手術後の早い段階ではないが、最初の手術を受けた日から数カ月以内に、直接会って手術直後の視覚体験についての報告を得たものである。

#### TMの場合：

TMに初めて出会ったのは、その最初の手術の約4カ月後のことである。最初に光彩前癒着をはがし、次いで全層角膜移植の手術を受けたTMは、手術直後強烈な色に関する体験をしている。すなわち、最初の手術（虹彩前癒着をはがしたとき）のあと、初めて包帯が取れたとき、「ベッドのそばにあった造花のチューリップの黄色がとても鮮やかで、印象的だった」と言い、このときの色はあとあとまで、強烈な印象となって残っていると、その後もその時の体験を繰り返し語っている。ここでTMは、造花のチューリップと言っているが、これがチューリップと自分の眼で識別できたわけではなく、母に尋ねてそれと知ったという。したがって、このときTMが見たものはチューリップではなく、その属性の一つである黄色だったことになる。

このほか、エレベータのそばにあった灰皿（円形で長い脚のついたもの）を見たときの体験として、「銀色に光っていて、それが揺れて動いていた」という報告をしている。この灰皿も自分でそれと識別し得たわけではなく、母に「あれは何？」と尋ね、教えられて知ったという。「それは、わりと大きかったが、円形には見えなかった」と後に報告している。実際には静止していた灰皿が揺れ動いて見えたのは、おそらく、TMの眼球運動の統御が成されておらず、まだ不規則に揺れ動いていたことに関係するものと思われる（鳥居・望月、1984）。

#### HHの場合：

HHに初めて会い、第1回目の実験を行なったのは、第一眼（右眼）の手術の



日(1975.2.12)から数えて92日目('75.5.14)であり、第2回目の実験も第二眼(左眼)の手術(1975.7.11)を受けるまでの間('75.6.18)に、病院で行なわれた。

最初に訪問したときのHHの報告によると、「手術前は左眼の方がよかったが、今(右眼手術後)は、右の方がよい。色が(前より)はっきりし、白、黄色なら10cmぐらい離れてもわかるようになった。ただ、今でも中間色は見分けにくい。形は手術前も今も見えない」。また、「なにか物を探すときは今でも、触覚を頼りにしてしまう」とも言い、そばにある「机」を指して、「今は眼で見て何かあることはわかるけど、机とはわからない。でも、手術前は在ることさえもわからなかったから…」と手術前後の見え方を比較している(安間他, 1977)。

#### SH, NH の場合:

SH, NH は、ともに最初に右眼の手術を受けている(1972.8.1)。手術後、初めて筆者らがSH, NH に会うことができたのは、1カ月半以上経ってから(1972.9.20)のことであった。手術前と比べて視覚体験の上でどのような違いを感じているかを別々に尋ねてみた。

SHは「手術したあと、眩しかった。何でもピカピカ光っていた。明暗が前よりもよくわかるようになり、細かいところまではっきり見えるようになった。色の、ほんの僅かな違いもわかる。例えば、黄色と緑の区別がつくようになった。形についても、例えば、円と正方形を見て区別がつけられる。階段は、上りだけは以前から見えていたが、下りはよくわからなかった。それが今では、上りも下りもわかる」と言っている。

試みに、SHに、部屋(盲学校の教室)の中を見まわしてもらい、何か見えるものがあるか聞いてみると、「左の方に緑色のものがある」(ロッカーを見ている)と答えた。しかし、それが何であるかはわからない様子である。次に、机の上に置いてあった点字用タイプライターに眼を向け「黒く、光っているものがある」と言うが、それが何であるとは答えられない。しかし、そばに座っている筆者の手の方に顔を向け、「ひとの手がわかるようになった」と報告している(鳥居、1973)。

NHは、上と同じような筆者の質問に対して、「前よりも明るくなり、色がは



っきりしてきた。本の模様もわかるようになった。でも、ひとの顔はわからない…形がわからないから。ものの厚みは眼ではわからない。そのほか、全体として何となく感じが違ってきているのだが、うまく表現できない」と答えている。このあとNHは、手術を受けた右眼とまだ手術を受ける前の左眼とで見え方の違いを自発的に比較し、「右と左を比べると、右ならわかるものでも、左だとわからない」ことを認めている（望月、1979）。

#### KTの場合：

KTに筆者らが出会ったのは、その左眼の1回目の手術後8年ほど経った頃（1974.9.21）のことである。そのとき、およびその後の何回かにわたるKT自身の言語報告によると、第1回目の手術では40日入院したが、入院中に初めて眼帯をはずしたときの印象としては「光が手術前の2倍くらい入ってきて、とても眩しかった」ことを覚えている。

手術前と比べて「（周囲が）明るくなり、前から見えていたものがよく見えるようにはなった。しかし、それ以上の変化はなかったので、少しがっかりした。例えば、30cm～50cmぐらい離れた所から折鶴を見せられたとき、色（黄色）は手術前よりも鮮やかで、はっきり見えたが、形は見えなかった。ものの形とか、ひとの顔を見分けることなどは依然として難しくてできなかった」。

2回目の手術後も「際立った変化はなかった」。眼は「使わないとよくならない…よく使うように」と手術を担当した医師に言われたが、「どのように使ったらよいのか、見当もつかなかった」という。「退院の日に、バスの吊革が揺れていたのをよく覚えている」とその記憶を辿って、述べている（望月、1989）。

#### 第4節 触・運動系への依存

開眼手術が仮に成功しても、先天盲開眼者の日常の認知活動や交信活動が視覚を中心とした行動系へとなかば自動的に切り替わるわけではない。上記のように個々の保有視覚特性及び手術直後の視覚体験には差があるとしても、手術を受けるまでの長い期間、視覚以外の感覚系を基礎としてきた彼らにとって、触覚から視覚を主とする行動体制へと脱却を図ることが極めて困難であることは共通して認められる第一の特徴である。特に、「ものの形」やその他の属性



の弁別・識別を初めとして、その「もの」が何であるかの識別をする際には、依然として触・運動系が中心的役割を演じている状況が持続し、そこに、視・運動系の活動を組み込んで新たな行動体制を作っていくことは、想像以上に困難な課題であるように思われる。まして、触覚に替わり視覚が優位な体制にまでそれが変換されるには長期に及ぶ視覚学習が必要になる。Senden(1932)もその点については言及しているが、筆者らが出会った開眼者たちの手術後の初期段階での行動、あるいはその時期に関する体験報告をみても、そのような事情を知ることができる。

例えば、先に紹介したKMは9歳のとき第一眼(右)(1980.10.28)と第二眼(左)(1980.11.11)の先天性白内障に対する手術を受けた少年であるが、第二眼の手術後2日目('80.11.13)に行われた「色」の識別実験では、13種のB5版の標準色紙の色をほぼ確実に対応する色名で答えられる程、「色」の識別課題に関しては、手術前も手術直後も難なくこれに対処していた。ところが、「形」の識別課題となると、その行動状況は一変し(佐々木・鳥居・望月,1994)、KMはもはや眼で見ようとはせず、あるいは見ても更にすぐに指や唇で各図形の縁に触れてから、その形の名を答えようとする(第5章、図3-(2)参照)。このような行動状況は、開眼手術を受けてもその初期段階では、特に「形」の識別に際しては、開眼者たちがどれほど強く触・運動系に依拠した行動を続けようとするかを端的に物語るものであろう。

このほか、「手術後しばらくはつい手が出て、眼で見たあとでも触ってみなければ落ち着かなかった」といった報告はHHやTMを初め、多くの開眼者からしばしば寄せられている。

### 第5節 視・触覚のくい違い

開眼者が、手術によって多少なりとも増強された視・運動系の活動を得て、それを活用しようとしても、すでに出来あがっている他の系による行動体系の中にそれを組み込まなくてはならない。そのためには、各種の弁別活動にかかわる視覚実験を順を追って、かつ継続的に導入しなくてはならないが、その際、開眼者はいくつかの困難に遭遇する。つまり、すでに習熟している触・運動系の活動とようやく芽生え始めた視・運動系の活動との間の「くい違い」ない



し両者の間の非対応に直面するのである。あるいはまた、触運動系の活動を中心に組み立てられた世界の中では決して遭遇することがなかったような未知の出来事や現象にぶつかることになる。このような視覚と触覚のくい違いは、開眼後、特に手術直後に明瞭に現われる第二の特徴である。

まず、開眼直後における「くい違い」の体験の一つとして、見たものの「大きさ」が「思ッタヨリ大キク」（黒田、1930）感じられるという開眼者自身の体験報告を挙げることができる。このような体験は、古くは前述のChesselden (1728)の開眼少年の報告に認められるが、Latta (1904)の論文に登場する開眼者も、開眼後病室の中のすべてのものの大きさが、ひどく拡大されて見えたと報告している。黒田 (1930)の出会った開眼女性も、「鏡ニ自分ノ顔ヲ移シテ見タ時ノ感想」として同じ内容の体験を語っている。

表1に載せた開眼者の一人(MM)によっても、二次元面上の図領域の広がりに関して、触覚的にとらえた大きさと視覚による際のそれとの間のくい違いがしばしば報告されている。例えば、手術後2年3カ月を経た頃、白色台紙上の黒色の円領域を用いて、半径2cmと4cmの間の大小弁別実験を行っていたとき(1965.3.27)のことであるが、「手で触るより眼で見た方が大きい」と言っている。なお、このときMMは白台紙をおおよそ5cmまで近づけて、その図領域を見ようとしていた(鳥居、1979)。また、別の一人(TM)は、日用品の識別実験の際(手術後約10年目頃)、実際は5.5cmの長さのものに対して、2本の指の間隔を15cmぐらい(2.7倍)に拡げて、「眼で見ると、触るより2～3倍は大きい」と報告している。

別の戸惑いを伴う体験としては、「もの」の識別課題の場面で開眼者たちは当初、見ようとするものがひと目では捉えられぬという状況に直面することがある。これもまた、すでに習熟している触・運動系の活動とようやく芽生え始めた視・運動系の活動との間の「くい違い」に起因するものと思われる。つまり、本来触覚は継時的な探索によって対象の特性を把握する知覚特性をもってしているが、十分に習熟した段階ではそのものにとって特徴となる部分に触るだけでそれが何であるかを、半ば瞬時に識別できることがある。そのような段階に達している開眼者にとっては、端から順に見ていかななくてはならない視覚の探索様式との差異も決して小さいものではない。



この「くい違い」は開眼者(TM)の、「(日常よく出会うものの場合)手なら両手でバツと触れればわかるのに、眼では全部辿らないとわからない」という体験報告にも、またもう一人の開眼者(KT)の、「指なら一触瞭然なのに、眼ではなかなか一目瞭然というわけにはいかない」といった体験報告にも、よく表れている。

更に、触・運動系の活動を介しては直接体験できない現象—視覚の世界に踏み込んで初めて体験できる現象がいくつかあり、それはくい違いではないが、両感覚の質的な差異を明確に示す現象となる。その一つに、同一の「もの」であっても、そのものの眼からの奥行距離が変わることによって、視覚的にはその「大きさ」あるいは「形」が違って見えるという現象がある。詳細は第10～13章で述べるが、このような視覚現象に気づくのは一般的には開眼者の視・運動系の活動がかなり進んだ後のことである。

例えば、上記の開眼者の一人(HH)はその第一眼の手術後約6カ月半を経た頃の、ある実験場面で初めてそれを体験している。実際には、それは、1個のテニスボール(提示対象)を机の上に置き、それをHHの眼前から少しずつ遠ざけていって、種々の位置で「大きさ」を判定する実験をしていたときのことであったが、提示対象が90cmくらい、HHの眼から離れた位置に置かれたとき「手前(30cm近辺)」にあるときと、大きさが全く違う!とひどく驚いた様子で報告した。

もう一人の開眼者(KT)は、「(協同実験を)始めたばかりの頃('74.9.)は、遠くにあるものを自分は見ることができなと考えていた。だからそのようなものを見ようとはしなかった」。「遠くのは小さく見えるということは知識として頭に入っていたけれど、どういことなのか実際にはよく理解できなかった」('89.3.)と当時を振り返って言っている。それが、遠方に提示された対象までの奥行距離の目測実験や対象の「大きさ」を判定する実験を進めてゆくうちに、日常場面でも遠方の対象に対する関心が芽生え、「以前はひとが近づくと突然大きくなり、それまでは足音しか聞こえなかった。今は、“小さい人が来る”→“目の前で大きくなった”→“また、小さくなった(遠ざかると)”ということがわかってきた」('75.1.4)と報告するようになった(望月、1989)。



両感覚の差異として大きいもう一つの点は、ある対象を視点を変えて観察するときに、視覚ではそのものの「形」が違って見えるという現象である。例えば、上記の開眼者の一人（SH）は、立体の識別実験の場面（手術後1年10カ月頃）で、当初は頭や上体までも動かして、提示された「立方体」や「四角柱」を観察しつつ、「（これらの）上の面が“菱形”みたいになってわかりにくい」と言っている（鳥居、1979）。確かに、手で触れている限り「立方体」のどこを探しても「菱形」は存在しない。それが眼で見るときには突如現れてきたことに、開眼者たちは当初ひどくとまどうのである。その克服が立体の視覚による識別に連なるのであるが、決して容易なことではない（望月、1979）。

さらに、触覚の世界では決して遭遇しなかったもの—しかし、視覚の世界では絶えず、しかもさまざまな変形を伴いつつ現れてくるもの—として、「陰影」の存在がある。晴眼成人のわれわれにとっては、「陰影」や「濃淡の勾配」（Gibson, 1950）は三次元対象やそれを二次元面上に表現したもの（絵画や写真など）の「立体感」ないし「立体効果」を生む有効な「情報」の一つと考えられるが、眼で「もの」を識別し始めたばかりの開眼者にとっては、当初「もの」とその「陰影」とを切り離して捉えることが難しい。

開眼者たちが、「もの」と「陰影」とをひとつながりのものと見てしまったため、その「もの」の識別ができなかった、という場面にわれわれは何度か遭遇した。あとになってそのうちの一人（TM）は、「どんな小さなものにも、影があるのですね。不思議ですね」と語っている（鳥居、1983）。また、戸外での歩行の際にも、例えば地面に長く延びている木や電柱の影を、何か障害物があるとみて開眼者（ToM）が立ち止まってしまう場面に、われわれはしばしば出会っている。

このように陰影と対象との分離困難という現象は、事物の知覚に際してだけでなく写真を見る時にも現れる。例えば、KTは机の上に置かれたスプーンの写真を見て、陰影をも合せた領域が一つの対象であるかのように捉えたり、逆に陰影によって事物の表面に明るさの差異が生じていると、一つの事物であっても、そこで分割された二つの対象であるかのように見てしまうという現象が現れている。



## 第4章 図領域の特徴抽出と平面充実図形の形態弁別

—開眼者YSにおける図領域の特徴抽出と形態視を中心に—

### 第1節平面図形の形態知覚に関する視覚的制約条件

Senden(1932)は手術前に「明暗の知覚」のみが可能であった場合(保有視覚の水準から第1群に属するひと)だけでなく、「明暗」に加えて「色の知覚」も多少は可能であった事例(第2群)においても、手術直後および手術後の早い時期には「形」の弁別が困難であることを、多くの報告を引用して強調している。つまり、「図—地の分化」はすでに成立しているようにみえる場合でも、その図領域の「形態」を視覚的に把握することは出来ない事例、図領域の「色」は知覚できてもその「形態」を眼で識別することの出来ない例が数多くあると指摘している。

手術後の初期の段階で、形態視機能の発現がこのように遅れる原因のひとつは、その段階ではまだ眼球を意図的に動かすことができず、多くの場合は非意図的な微細な動き、すなわちNystagmusが起こっていることによるのではないかとSendenは想定している。だが、眼球運動にそのような問題がなくても、形態視がすぐには形成されなかったという事例も少なくない。このことは、眼球運動の統御だけに形態視の困難さの原因を帰してしまうことの困難さを示している。

むしろ、考慮すべき点は、開眼者のすべてが、触・運動的な活動を通じて形態や事物を識別することを手術前から何年にも亘って行っており、それに十分習熟しているという事実である。つまり、後年手術によってようやく獲得したばかりの視覚・運動的な形態把握活動の発現に、鍛錬を積んだ触・運動的な活動が影を落とし、それが半ば抑制的な影響を与えているという可能性である。

触ればすぐにわかる場合でも形を見ようとはしない、あるいは見てもすぐにはわからない例を二三挙げてみよう。Sendenが引用しているHommeII[14]の7歳の少年(手術前から「明暗」と「色」がわかっていた第2群の症例)は、直径1インチの黄色の円形カードを6インチ離れた位置に提示されると、「黄色」とはすぐに答えるが「形」については、「触らせてもらえばわかる」と答え



ている。見て答えるように言われて初めて、しばらく眺めて「丸い」と答えたものの、正方形にZ図形を変えても「丸い」と答えたという。

また、第3群に属し、保有視覚の点ではもっと好条件にあったFischer[44]の8歳の少女においても、日頃使用している事物（ナイフやフォークなど）や彼女自身のもの（人形など）を、視覚では何一つ識別できなかった。大きな猫を目の前に置くと、その動きを注意深く観察はするが、「猫だわ」と歓声をあげたのはそれに触った瞬間であった。

われわれが出会った開眼者の一人H Hも、第1眼の手術後92日目に「形は手術前も、今も見えない」、「ものを捜すときには触覚を頼りにしてしまう」と言っており、また別の開眼者T Mは、手術後10年ほどした段階でも「ものを捜すときには、つい手が出てしまう」と、形態視に対する触覚の根強い関与を窺わせる報告を寄せている。

開眼後、色彩だけでなく形態の学習も困難であった症例を報告しているのはAckroyd et al. (1974)であるが、そこで紹介しているH Dも「手術後も事物をその形態で識別していることを示す証拠は何一つ見出せなかった」と記している。さらに、三角形と十字形の視覚による形態弁別は90試行以内で達成できたが、正方形と円の弁別は1380回を越す試行を重ねてもなお達成できなかった。そのような結果に対してAckroydらは「H Dは事物を視覚的形態によって識別することはついに習得できずに終わり、術後の18か月に亘る弁別訓練を経た後に、再び盲人としての以前の生活に戻った」と結論している。

このような事実はたとえ手術によって視覚を得ても、時間が経過するのを待つだけでは形態視機能は自然発生的に芽生えてくるわけではなく、場合によっては、触覚世界に踏みとどまることにもなりかねないことを警告している。と同時に、形態視機能の発生と形成はいくつかの段階を経て初めて成立するということを示唆している。しかし、形態視が困難であった症例が触覚世界に舞い戻らず、新たな視覚世界への歩みを進めるための『具体的な方策』を提示している研究を過去に見出すことは極めて難しいのが現実である。それを可能にするためには、『形態視の発生と形成過程に関する基礎的な研究』を行う以外に途はないと思われる。

そこで本章では、開眼者の形態視を阻む要因と想定される、「眼球運動の意



図的な調整の困難」という条件を最も顕著に持つ開眼者であるYSの場合を取り上げ、視覚による形態弁別機能が形成されるまでにYSが自ら編み出した、「探索走査方式」とそれによって検出された「形態の標識」を明確にすることを通じて、形態視の発生と形成過程に関する基礎過程の吟味を試みた。

## 第2節 平面図形の形態視に関する開眼事例報告と問題の所在

前述の通り Senden (1932) は数十編に及ぶ開眼事例報告を整理し、開眼手術直後、すなわち視覚発生の最も源初期な段階では、「単に光りを受容しているに過ぎない状態」にあり、そのように視覚発生の初期段階にあると思われる開眼者からは「形」に関する視覚的体験報告は一つも寄せられていない、と述べている。また、形の識別ができない視覚の初期段階にあっても、二次元上の「図」と「地」の分化はすでに成立していることを示す資料があるとして、Dunan (1888) の事例を挙げている。

その事例報告の中で、13歳の開眼少女は眼帯が手術後初めて取り除かれたとき、「そばにいた医師助手はすぐ手を差し出して少女に見せた。少女は何があるのかは分からなかったが、“何か明るいもの”と、“孔”があると答えたという (Senden, 1932 による)」。この報告に対して Senden は「少女は手の分化した形を認知するには至らなかったけれど、明るいものが“図”となって、暗い周囲、すなわち“地”から際立っているのを見たのである」と解説し、孔といったのは指と指の隙間ではなかったかと推断している。

このことは「図-地の分化」が生得的に成り立つ視知覚の基本体制であるかのような誤解を招くことに成りかねない。事実、Hebb (1949) はこの Senden の引用した事例と自らの実験結果 (Hebb, 1937) もとに、「図地の分化」は経験に依存しない基本的な視覚過程であること、更に「群化の知覚」も経験とは独立な感性体験であると説いている。われわれの出会った開眼者で術前の保有視覚が光覚弁と診断されていた TM も、手術後 4 か月目に初めて白台紙上に黒の平面図形を貼ったものを手渡したとき、図領域に対して「そこに何かがあることは分かるが、名前 (形の) はわからない」という報告を寄せている。

しかし、Dunan の少女や TM を含めて、開眼手術を受けることが可能な事例は、仮に重度の白内障の場合であっても術前に「明暗」弁別が可能な程度の視覚を保有していた、という事実をふまえるならば、このような開眼直後の報告を根拠に図地体制が生得的な知覚体制であると主張することは難しいと言わなくてはならない。むしろ、確かなことは、「図-地の分化」が開眼手術後の早い時期に成立し得ること、更に、二次元面のある領域を「図」領域として認めることはできても、その領域の「形状」を識別することが出来ない段階が、視



覚の発生途上には存在する、という事実であろう。

よって求められる問題は、形態視に必要とされる下位機能を提示すること、それらの下位機能の獲得を基礎にして形態視が形成されていく過程を、一特にその初期過程の実験を通じて一辿ってみることに在る。このような問題に対して、ここでは開眼者 Y S の場合を例にとり、単一平面図形の形態識別の基礎過程を、図領域の探索と大小の弁別、帯状図領域の延長方向の弁別、そして、図領域の形態弁別という側面から吟味を重ねていくことにする。

### 第3節 単一平面充実図形の形態弁別とその基礎過程

—開眼者 Y S における充実図形の弁別活動を通じて—

#### 3-1 実験の基本方針と対象となる開眼者の視覚状況

##### (1) 実験の基本方針

そもそも形態を成す平面図形は、図領域として一定の「拡がり」を持ち、その拡がりにはさらに一定の「方向性」を示すこともある。そこでまず、図領域自体の拡がりの大小あるいは領域の外郭を構成する辺の長短の知覚、更に図領域の方向あるいは傾きの知覚が形態視の基礎機能になるとの想定を立てた。具体的には、『図領域の探索と大小（長短）の弁別機能』と『方向の弁別機能』を形態視の下位機能と位置づけて、それらの知覚学習課題を形態弁別課題に先行させて導入することとした。更に、単一の形態を識別するよりも、2種の弁別を求める方が課題としては容易であるとの実績（Ackroyd, et al., 1974; 鳥居・望月, 1972 参照）をもとに、Y S の形態視においては弁別のみを求めることにした。

##### (2) 開眼者 Y S の実験開始時の視覚状況

Y S は表 1-1 が示すように、3歳半ごろに角膜軟化症のため両眼失明し、左眼には22歳のとき虹彩切除を受け、右眼には22歳と24歳のとき白内障の手術を受けている。最初の手術を受けるまでの保有視覚は、両眼とも光覚はあり、色彩視も可能であったが、形態は分からなかった。そして最初の手術による変化は、色彩がより明瞭になったことであったという。われわれとの実験を開始したのは最初の手術から10年程が経過していたが、本人の報告によると、色彩も赤と緑の区別くらいしか分からない状況に劣化していた（表 1-2）。

表 1-1 手術前後の視覚状況      表 1-2 実験開始時、及び後の視覚状況

基礎実験の結果、実験開始当初の視覚状況はおよそ次のとおりであった。

(1) 色彩視については標準色紙 (B<sub>5</sub>大) を用いた識別では 43.8% の正答率を示すにとどまった。

(2) 眼球運動については、不規則な動揺が見られ、しかも意図的に眼の動きを統御することも困難な状態であった。従って、ゴールドマンの視野計を用いて視野の計測をしようとして、白色光の視標 (視角 116 分) をゆっくり左または右に移動して眼で追うことを求めたが、正面にある視標を捉えることはできても、それを追うことはできないという状況にあった。

#### 実験 4-1 : 図領域の探索とその大小弁別

##### [I] 目 的

二次元面の小領域を「図」として確定することが可能かどうか。可能な場合には、次にその領域の拡がりの程度ないし長さを弁別できるようになるかどうかを順次吟味する。

##### [II] 方 法

###### 1. 図領域の確定に関して

直径 5 cm の円形もしくは一辺 5 cm の正方形に切り抜いた有彩色色紙 1 種を白の台紙 (25cm x 25cm) の上中央に一枚貼ったものを手渡し、色 (色の領域) を視覚で定位することができるかどうかを尋ねる。用いた色は赤、緑、青の 3 種であった。

###### 2. 図領域の大小・長短の弁別に関して

(1) 白台紙上に直径 4.1cm の赤 (5R 4/14) の円を貼ったものと、別の台紙に直径 7.2cm の赤の円を貼ったものを提示材料として、それらを同時に手渡し、どちらが大きいかを尋ねた。領域の大小弁別に際しても赤の色紙を用いたのは、試みに行なった色の識別実験で、現段階では赤が最も見易いことが推定されたからである。



失明眼	失明時期	眼 疾 患	残 存 視 覚	開眼手術（時期）	術後の視覚
左 眼	3歳6ヵ月	角膜軟化症	光覚・色覚の一部	虹彩切除(22歳)	光覚・色覚
右 眼	3歳6ヵ月	角膜軟化症	光覚・色覚の一部	角膜移植(24歳)	光覚・色覚

失明眼	失明時期	眼疾患	残存視覚	開眼手術(時期)	術後の視覚
左眼	3歳6ヵ月	角膜軟化症	光覚・色覚の一部	虹彩切除(22歳)	光覚・色覚
右眼	3歳6ヵ月	角膜軟化症	光覚・色覚の一部	角膜移植(24歳)	光覚・色覚

実験開始時期	実験開始時の視覚	実験開始後の変化
1974年10月 (32歳)	左眼：光覚・色覚 が減退	角膜葡萄腫のため 視力ゼロとなる (76.5より)
	右眼：光覚・色覚 が減退	角膜移植を受ける (76.11, 34歳)
	(主に左眼を使用)	(76.5より右眼使 用に切換)

実験開始時期	実験開始時の視覚	実験開始後の変化
1974年10月 (32歳)	左眼: 光覚・色覚 が減退	角膜葡萄腫のため 視力ゼロとなる (76.5より)
	右眼: 光覚・色覚 が減退	角膜移植を受ける (76.11, 34歳)
	(主に左眼を使用)	(76.5より右眼使 用に切換)

(2) その後、円の直径差が1 cmとなるよう、直径が7~3 cmまでの円を貼ったものを作成し、大きさの弁別を求めた。

### [III] 被験者

開眼者: Y S

### [III] 実験の期日

図領域の確定に関しては、Y Sとの実験を開始した最初の日(1974 年10月10日)から始め、大小の弁別実験はその1週間後に導入し、4日間(1974.10.17, 11.29, 12.5, 12.12)にわたって継続した。

### [IV] 結果

#### 1. 図領域の確定

(1) 台紙上の色領域が分かるかどうか尋ねると、台紙の端を両手で保持しながら、眼前の5 cmくらいまで近づけてしきりに台紙を動かしていたが、最初の試行では中央にある色領域を見出すことができなかった。Y Sはやがて、指先でその有彩色領域をようやく探り当てたが色名の報告はなく、台紙の部分指着して「ここは、白」と答えただけであった。

(2) 当初はこのようなY Sではあったが、そのようにして種々の色の円や正方形の色がわかるかどうかを予備的に試みる試行を数回継続しているうちに、色の識別はできなくても、次第に手で触らずに台紙あるいは頭部を移動させることによって「異質の領域」を白い台紙上から見出すことは直径5 cmの円あるいは一辺5 cmの正方形(面積は $19.6\text{cm}^2$ 、 $25\text{cm}^2$ )では可能になった。そこで、探り当てた図領域に関してその大小の弁別を求める課題へと、実験状況を進めていった。

#### 2. 図領域の大小弁別

(1) 先の実験で色領域の定位が可能であった赤い円より若干小さいものと大きい赤い円による弁別課題へと移った。白台紙上に直径4.1 cmの赤(5R 4/14)の円を貼ったものと、別の台紙に直径7.2 cmの赤い円を貼ったもの(面積比は1:3.08)を提示材料として、同時に手渡してどちらが大きいかを尋ねると、Y



Sは両者を交互に正面に移動しながら見比べ、第1試行では4.1cmの方を指して「こちらが大きい」と間違えている。だが、改めて見比べなおすと、小さい方であることに気付き訂正をしている。更に行なった4試行では、すべて正しく弁別することができた。その後の3日間('74.11.29, 12.5, 12.12)にはそれぞれに面積は大きくするが面積比は縮めて行なわれた15試行(直径6cmと7cmの円、面積比は1:1.36)でも13回の弁別に成功し、平均86.7%(13/15)の正答率を示している(表2)。

表2 直径6cmと7cmの円における大きさの弁別(Sub.YS)

(2) 図領域の大小弁別に関して着目した標識は何であったのか。われわれのこの質問に対してYSは、「小さい方は見にくい。赤がはっきり分かる方が大きい」、「小さい方は赤かな...、という感じで がはっきりしない」と報告している。

(3) その後に行なった、円の直径差は同じく1cmであるが円の直径がそれぞれ異なるような二つの円(直径が3~7cmまで)の弁別実験では、3日間の結果をまとめた表3が示すように、直径自体が小さくなると弁別に要する観察時間も長くなり、正答率も多少低くなる。だが、当初は図領域が小さくなるとその検出にも苦心していたYSであったが、双方の図領域が直径4cm以上の大きさがあれば、直径1cmの差の検出(面積比は1:1.56)に75%以上の正答率を示すだけでなく、大きさの弁別をすることも可能になった。

(4) 大きさの探索に際して用いられた走査方式は、一貫して台紙を眼前で左右に移動させるという、水平走査の様式であった。YSは「動かしていないと、大きさが分からなくなる」と報告しており、その走査活動で大きさの標識となったのは、「赤の明瞭度」であったことを示している。

表3 直径差1cmの大きさの対についての弁別対応率と観察時間

表乙. 直径 7 cm—6 cm の対の弁別実験の結果  
(YS)

実験日	対応率	平均(試行数 $N$ )
74.11.29	100%	86.7% ( $N=15$ )
12. 5	83%	
12.12	75%	



表3 直径差1 cmの各種の対についての対応率と  
所要時間 (YS)

$d_1-d_2$	7-6 (cm)	6-5	5-4	4-3
所要時間	8.8 <sup>(分)</sup>	17.5	30.0	27.2
対 応 率	86.7 <sup>(%)</sup>	75.0	100.0	66.7

## 実験4-2: 帯状図領域の延長方向の弁別

### [I] 目 的

図領域の大小弁別が可能になった段階で、図領域の形態を構成する「面」もしくは「輪郭線」がなす方向性を検出し、弁別することが可能かどうか、可能な場合には、どのような探索・走査活動のもとにどのような標識が用いられるのか、を明らかにすることを目的とする実験を計画した。このような実験を計画した理由は、図領域の形態弁別には、図の大小のような標識だけでは十分でなく、更に精度の高い標識（図形の形を構成する辺とその傾き）を検出することが必要になると考えたからである。

### [II] 方 法

(1) 赤の色紙(5R 4/14)を短冊型に切った帯状色領域(幅が3 cm、長さが19 cm)を灰緑色の台紙上中央に水平また垂直に貼ったものを1枚ずつ手渡して、方向(縦か横か)の弁別を求める。

(2) 水平と垂直の弁別が可能になった段階で、右上がりと左上がりの斜めの方向弁別課題も導入する。

### [III] 被 験 者

開眼者: Y S

### [IV] 実験期日

方向の弁別課題は初めて出会った日の実験から導入し、大小の弁別機能と対応づけながら、その機能の開発を試みることにした。よって実験は大小弁別実験と同じく1974年10月10日から始め、同年10.17, 11.29, 12.5, 12.12まで5回継続された。

### [V] 結 果

1. 方向弁別に際しては、そもそも図領域に沿って走査を展開すること自体



がY Sには非常に困難であったが、実験が経過するなかで下記のように走査方式はより確実な方式へと順次改良が加えられて、走査範囲が図領域の縁へと局限されて、方向弁別の標識が確実に捉えられるに至った。Y Sが採用した走査方式を実験実施日の順に記すと表4のようになる。

第1回目の実験でのY Sは、赤領域を一目では捉えられず、辿っていかないと図領域全体を捉えられないことを承知していた。しかし、それぞれの延長方向にそって辿るということは、この時にはまだ困難であった。そこで、2回目の実験('74.10.17)では、主として台紙を左右に動かすという方式に変え、3回目の実験('74.11.29)では同じく台紙を左右に動かして、「赤がいつまでも見えていれば横、すぐになくなれば縦と思えばよい」という弁別の標識をみずから見い出した。しかも、その日のうちに、横の場合には顔を動かし、縦には台紙を動かす方が楽であることにも気づいている。

表4 帯状図領域の延長方向(水平・垂直)の弁別

実験実施日	走査方式	標識
'74.10.10	延長方向にそって沿ろうとするが困難	見いだせない
'74.10.17	主として台紙を左右に動かす	はっきりしない
'74.11.29	1)台紙を左右に動かす 2)横は顔を、縦は台紙を左右に動かす	横に拡がる赤の量 横に拡がる赤の量
'74.12.5	1)台紙を左右に動かす 地領域も探索	横に拡がる赤の量 地領域に赤がない
	2)左右走査の範囲を縮小し、 赤領域を上下に走査	横に拡がる赤の量 縦に拡がる赤の量
'74.12.12	顔を図領域の縁・外郭に沿って移動	赤の延長方向

4回目の実験('74.12.5)ではまた新たな変化が生じた。基本的には顔または台紙を左右に動かしながら走査する方式に変わりはないが、主として水平方向のときには図領域だけではなく、近傍の地領域にまで走査活動を拡大して、そこ(上部と下部の地領域)には赤を見出すことができないことで、水平方向であることを確認している。垂直の図領域には同じく、左右に移動して「横には

赤がない」ことを見出すと、探索の幅を狭めて赤の領域に沿って下方向に辿っていかうようになるようになった。

更に、5回目('74.12.12.)にはこの傾向が強まり、細かい水平の動きを伴いつつ、延長する図領域の縁あるいは外郭にそって探索を展開するように変化した。図1と2は3回目と4回目の実験で採用された走査方式の図示である。

図1 水平-垂直方向の探索走査方式('74.11.29)

図2 水平-垂直方向の探索走査方式('74.12.5)

2. 水平と垂直の弁別が確実になった段階で導入した、左上斜めと右上斜めの弁別では、図3に左上斜めの場合を示しているが、台紙の右隅から見ていき、そのあたりに「赤がある」ことを見出したら水平走査を左方向へ進め、「そこ(左下)には赤がない」ことを確かめ、次にそこから上方向への垂直走査をすすめて「そこ(左上)には赤がある」... というように「水平走査」と「垂直走査」を組み合わせて、「赤領域の有無」をてがかりにして左上斜めという方向の見当をつける。そして、「右下から左上へと斜めに帯を辿ってこの予想を確認するとう方式で斜め方向弁別を試みる」と、YSは説明している。

図3 斜め方向の探索走査方式('74.12.12)

3. 各実験日の方向弁別結果を示したのが表5であるが、水平・垂直方向については観察時間も次第に短くなり、最終的には100%の正答率を、斜め方向については90%以上の弁別正答率を示すに至ったことが認められる。

表5 帯状図領域の延長方向の弁別正答率と観察所要時間

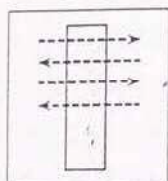
実験実施日	弁別正答率	平均観察時間	方向弁別の種類
'74.10.10	弁別困難	—	水平・垂直
'74.10.17	弁別困難	—	
'74.11.29	80.0%(4/5)	26.5秒	
'74.12.5	83.3 (5/6)	45.7	
'74.12.12	100 (8/8)	11.0	
	91.7(11/12)	19.7	右上斜め・左上斜め

#### [VI] 実験4-1、4-2の考察

YSは実験4-1で白地の赤領域であれば、赤という「色の明瞭度」を手が

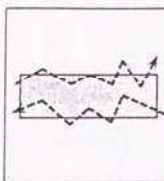


(a) 「垂直」の場合



台紙を点線のように左右に動かして、「ヨコに行くと、赤がどこかに行ってしまうときにはタテとみればよい」と報告。

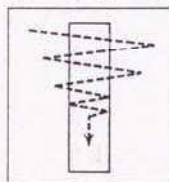
(b) 「水平」の場合



顔の方を点線のように多少上下の動きを伴わせつつ、右方向、左方向へと往復して「赤がいつまでも見えていればヨコと思えばよい」と報告。

図 1 「水平—垂直」の弁別実験(74. 11. 29)でYSがとった探索の方式(所要時間：平均 26.5 秒)

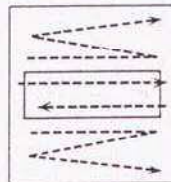
(a) 「垂直」の場合



「ヨコに赤がなくなる  
.....ヨコがなくなると  
タテ」

- (1) (上方を大きく左右に走査する。)
- (2) (次第に走査の幅を狭め、赤領域に沿って動こうとする。)

(b) 「水平」の場合



- (1) (中央辺りを走査して)「ヨコは左右に赤が続いている」
- (2) (上方を走査して)「ここは赤がない」
- (3) (下方を走査して)「ここも赤がない」

図 2 「水平—垂直」の弁別実験(74. 12. 5)でYSがとった探索の方式(所要時間：平均 45.7 秒)

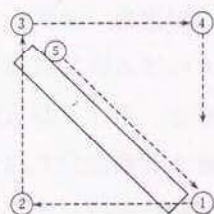


図3 開眼者YSが「斜め方向」の帯状図形の「方向」を捉えようとするときの探索方式(74. 12. 12)



かりにして図領域の有無と所在を「定位」できるようになった。次に、その定位に際して捉えうる「色情報の明瞭さ」を指標として、赤領域の「拡がり」を比較することで図領域の「大きさ」を弁別することが可能になった。

実験4-2では、その赤領域を円形ではなく帯形にしたとき、それがどちらの方向へ長く拡がっているのか、という帯状領域の「延長方向」の弁別機能を調べた。するとYSは、実験4-1で習得した大小弁別機能を用いて、水平の走査活動を試みて赤領域が大きく拡がっていれば帯は「横」に伸びており、赤領域が狭ければ「縦」に伸びているとの標識を見出し、「水平・垂直方向」の弁別に成功するようになった。更に、色領域の延長方向にそって一図領域の緑や境界に注目しつつ水平や垂直に辿るという機能も獲得されるに至った。最後に導入した斜めの方向弁別に際しては、水平・垂直走査方式によって赤領域の「在る-無し」を見出すという定位機能を基礎に方向性の予想を立てる。次いで、伸びていると想定される方向にその領域を辿り、図領域の在るなしを手掛かりにするという方式を駆使して「斜め方向」の弁別を行い、90%程度の成功を納めている。

このような弁別活動の展開をみると、表6が示すように、前段階で検出可能となった属性を標識として用いることにより、次の段階の属性抽出機能が習得される、という視覚機能の発生と形成の過程が一貫して認められる。更に形態弁別の基礎機能としては図領域の「定位」⇒「大小」⇒「延長方向」という順序でその知覚が生成されていることが確認された。そこで、次の実験3ではこれらの下位機能によって得られた属性を指標として、YSは図領域の形態の弁別ができるようになるのかどうかを問題とする。

表6 開眼者YSにおける下位視覚機能の発生順序

標識	捉えられる属性
色(赤)	⇒ 色領域の定位
色領域の明瞭度	⇒ 領域の大小
領域の大きさの方向	⇒ 領域の延長方向

### 実験4-3： 台紙上の図領域における形態弁別

形態は図領域を囲む線、辺、角や領域内部の面などを要素として成り立っている。従って、形態はそれら構成要素の属性（例えば長さ、方向、曲率、大きさや面積など）と、要素間の相互関係によって規定されてくる。では、それら構成要素の基本属性をもとにして視覚で捉えられるようになった開眼者は、その特性から形態を知覚できるのかどうか。これが、実験4-1、4-2を踏まえて行った実験4-3での検討すべき問題である。

#### [I] 目 的

YSが台紙上の図領域について、大小、方向（水平、垂直、斜め）の弁別が可能になった段階で図領域の形態弁別実験を導入し、それが可能か否か。可能な場合には、どのような走査活動のもとに、何を標識として、形態の特性が知覚されたのかを明らかにする。

#### [II] 方 法

(1) 方向弁別の実験と同様に赤の標準色紙(5R 4/14)から切り取った形態を灰緑色の台紙上に張りつけたものを提示材料とした(図4)。

(2) 弁別課題に用いた形態は、他の開眼者の状況(Umezu, Torii & Uemura, 1975)と先に行った実験1、2での状況を基礎にして、正三角形、円、正方形の3種を用いることとした。これらのうち2種を対にして同時に手渡し、相互に見比べて弁別をする、という事態で実験は行われた。三角形-円の対による弁別実験から始め、次いで三角形-正方形の対を導入し、正方形-円の弁別実験は最後に行った。

(3) 原則として、手渡された1対の図形をYSにまず手で触・運動的に確かめてもらってから、視覚による実験試行をおこなった。反応の確認は多くの場合、言語で形態の名称を答えた後にYS自身が手で確認するか、実験者が当否を報告することでなされた。

図4 2種の形態弁別実験で提示された図形の対



a) 基本図形



一辺 10.7cm    一辺 7.0cm    直径 8.0cm

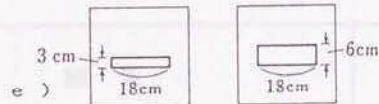
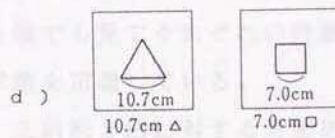
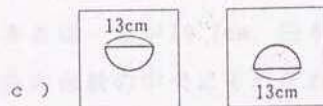
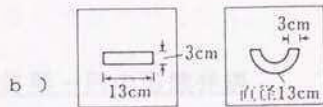


図4 2種の形別実験で用いられた提示図形の対(YS)

### [III] 被 験 者

開眼者：Y S

### [IV] 実 験 期 日

形態視の課題はY Sと出会って実験を開始した時点から約2乃至3か月後に導入し、約2か月間(1974.12.12 ~ 1975.2.6)に亘って、他の課題と平行させながら継続した。開始した時期は正三角形-円の形態弁別が最初で、次いで正三角形-正方形、最後が正方形-円の弁別である。

### [V] 結 果

#### 1-a 正三角形-円の形態弁別

##### 1) 予備試行での形態把握

正三角形の大きさは一辺が10.7cm、円が直径8.0cmでそれぞれ赤の色紙から切り取って灰緑色の台紙の中央にそれぞれ単独で貼られている(図4-a参照)。最初に予備試行として、これらの形を触・運動的に比べることを求め、次いで触りながら眼でも見てそれぞれの特徴を把握することを求めると、Y Sは表7のように形態を定義している。

表7 三角形と円に対する形態把握(第1回目の実験:'74.12.12)

	触 覚	触 覚+視 覚
三角形	「角があり、上が細くて、 だんだん広がっていく」	「上の角が細く、横の辺は斜め で、下はまっすぐ」
円	「上の部分が小さく、真中で太 くなり、下でまた細くなる」	「上は余り小さくなく、真中で 広がり、下は細くなる。 下はまっすぐではない」

触覚のみでの探索では、図領域の「面」を水平に3分割して、各位置での図領域の「横幅」を比較(太い-細い)することで形態を捉えている。つまり、上下で狭く、真中で広がれば「円」、上で細くそのまま下に行くほど広がれば「三角」ということになる。



一方、触覚に視覚が加わると、そのような面に関する標識も抽出されているが、その他に「横は斜め」とか「下はまっすぐではない」など、辺の部分の角度および図領域の境界が直線か曲線かという図領域の辺あるいは縁の「線」としての特徴も考慮の対象に加わっている。

## 2) 視覚による弁別実験での走査様式

以上のような予備試行を経た後、視覚のみによって弁別実験を日を隔てて3回行なったときに走査の対象となった領域および採用された走査様式は、表8の通りである。

当初は台紙を手にとり、眼前で横に移動させて、赤い図領域の幅を観察するという方式で走査が行なわれている。その際、走査対象となるのは、およそ上・中・下に3分割された部分領域であり、その部分領域での幅の大小が標識となる。標識の検出は台紙の左右移動によって捉えられ、部分領域における赤の量を接合することで全体の形態を構成する、という方式である。

表8. 台紙上の図領域による正三角形と円の弁別

実験実施日	走査の対象／標識	走査様式	弁別正答率
1回目の実験 ( '74.12.12)	3分割(上・中・下) した図領域／その横幅	台紙を左右に動かす	2/2
2回目の実験 ( '74.12.26)	3分割(上・中・下) した図領域／その横幅	台紙を左右・上下に動かす	2/4, * <sub>1</sub> , 8/8
3回目の実験 ( '75. 1.16)	全体としての図領域／ 1.上から下への拡がり 下から上への拡がり 2.図領域全体の赤の量	1.台紙を横・上下に動かす 2.頭部を縁に沿って移動	* <sub>2</sub> , 16/17

\* : 三角形と円の弁別実験以外の介入実験を行ったことを意味する。

2回目の実験( '74.12.26)でも主として台紙を左右に動かす走査様式が引き続き採用されているが、その他に台紙を上下にも動かす試みが現われた。ただ、前半の4試行の弁別では誤答が2回生じたので、両図形の差異として図形の下方構成部分—直線か曲線—に相当する帯図形(図4-b)を作成し、弁別す



る実験を介在させた。その結果、直線状の図形では「いきなり赤が切れるようにあり、長い」が、曲率のある図形では「なめらか」と、その差異を説明して、9試行の中8回の弁別に成功している。

このような経過を踏まえて、再開された三角形と円の弁別では8試行すべてに正答を与えている。終了後、YSは「三角形には底辺だけでなく、上の方もときどき見るようになった」、「円のなめらかな感じがつかめてきた」と報告している。表8で識別正答率の欄にある\*印は両図形の弁別の間に直線と曲線に関する介在実験を行なったことを示している。

約20日後に行なわれた第3回目の実験では、まず、図形の上方構成部分が直線か曲線に相当する図形—倒立半円と正立半円—を台紙上に貼ったもの(図4-c)を提示図形として弁別を求める実験を介在させたところ、まだ部分的ではあるが曲線状の縁に沿って頭部を動かし、縁を辿ろうとする新しい探索様式の走査が初めて現われた。

引き続き行なわれた三角形と円の弁別実験でも、この様式による走査は導入され図形全体の縁の形状に注目して、「三角形は上から下へと拡がる」のに対して、「円では上から下へ拡がり、下から上へも拡がっている」という報告にみられるように、両図形の標識が変わってきている。

### 3) 弁別正答率

1、2回目の実験による平均正答率と同じく3回めの実験による正答率をグラフに示したものが図5の白まるである。三角形と円の弁別は当初から80%以上の正答率を示し、早い時期に100%に達している。このあと、折りにふれて継続された両図形の弁別実験でも、一貫して100%の正答率は持続されており、形態視の下位機能が習得されていたYSにとって「三角と円の弁別」は、比較的容易であったことが窺える。

図5 二次元図形の形態弁別—弁別率の推移

#### 1-b 正三角形—正方形の形態弁別

正三角形と正方形の弁別実験は視覚実験開始して約3か月('75.1.9)が経過した時点で、一辺10.7cmの赤色正三角形と一辺7.0cmの赤色正方形をそれぞれ灰緑色の台紙上に一つずつ貼ったものを提示材料として(図4-d)、先の正三角形と円の場合と同様の手続きで始めた。



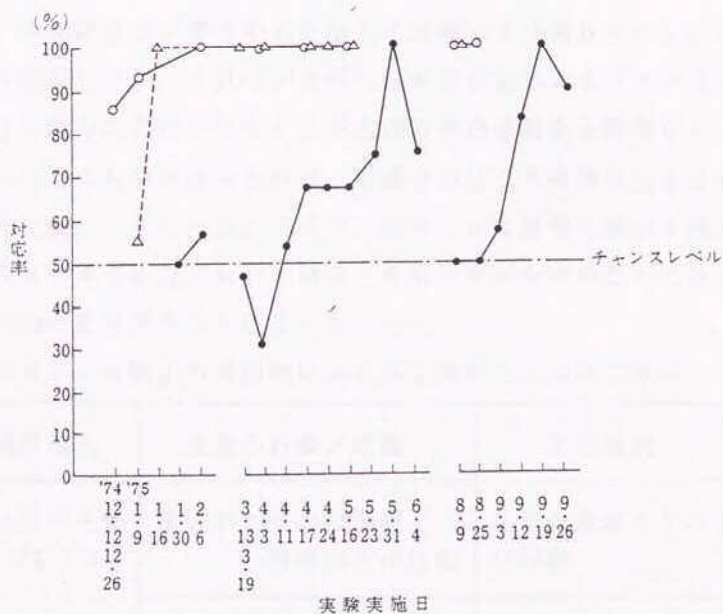


図 5. 開眼者 YS の二次元図形の弁別実験における対応率の推移(鳥居・望月, 1976 より)。○: 三角形と円, △: 三角形と正方形, ●: 円と正方形

### 1) 予備試行での形態把握

まず、触・運動的に、次いで触りながら眼でも形態を観察してもらったところ、正方形の触覚による特徴は「上と下（の辺）が、同じ長さ」で、それは「手を動かさなくても、バットわかる」のに対し、視覚では頭部を左右に移動させながら観察しており、「眼ではそうはいかない」と両感覚系による形態視機能の違いを報告している。

### 2) 視覚による弁別実験での走査様式

予備試行の後に視覚だけによる弁別を初めて行ったときには、「三角形の頂点を見つけることは難しい」ので「横幅」を標識とする。「三角形の横幅は途中で正方形と差がなくなるが、一番下（下辺）では正方形より広い」ことに注目し、中間部及び下部でそれを相互に比較する（図6-a）、という相対的な方法を採用したが、4試行中2試行しか正答を与えることができなかった。

そこで横方向だけではなく上下方向の走査活動をも開発し、上部中央に頂点を見つけることが可能になれば、形態弁別はより容易になるとの想定のもとに、介在実験1,2を行った。つまり、図4-eで縦幅の異なる長方形の弁別を求め、図4-fで正立三角形と倒立三角形の弁別を求めたところ、両方の課題に対し100%の正答率を示すに至った。

表9 台紙上の図領域による正三角形と正方形の弁別

実験実施日	走査の対象／標識	走査様式	弁別正答率
1回目の実験 (75.1.9.)	下辺あたりの図領域／ 横幅の大小比較	台紙と頭部を左右 に移動	2/4, * <sub>1</sub> , * <sub>2</sub> , 0/2,
	領域全体／赤の大きさ 頂点あたり／赤の少なさ	台紙と頭部を左右 上下に移動	* <sub>3</sub> , 1/3, 4/4
2回目の実験 (75.1.16.)	頂点あたり／赤の少なさ 緑の方向変化する箇所／ 角	台紙を左右・上下 に移動。 頭部を図領域の縁 に沿って移動	4/4, 2/2



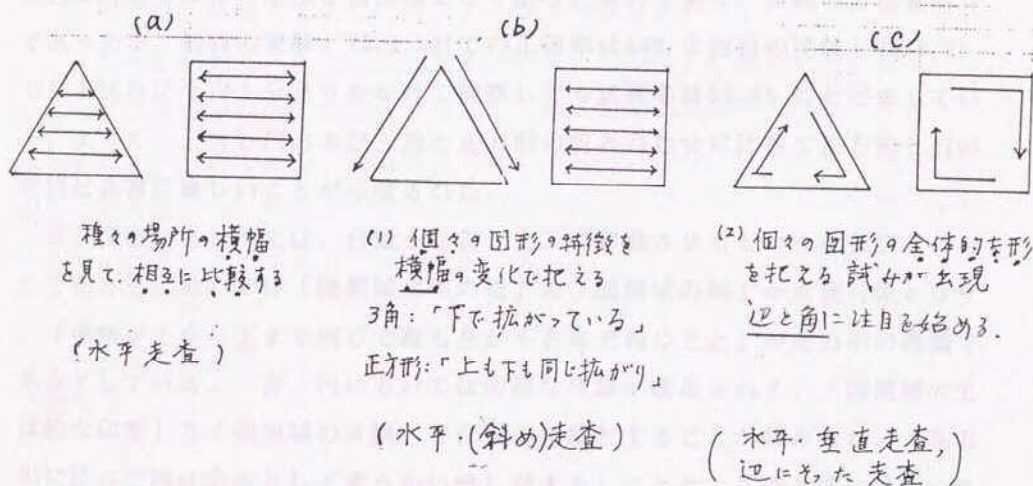
よって、再び元の正三角形と正方形に戻って弁別課題を2試行行ったが1度も正答することができなく、弁別の標識は依然として図領域の「横幅」であり、上部に頂点があるか否かにはなっていないことが明らかになった。では、横幅の大小がなぜ、正確な標識たり得ないのかが、問題となる。図形間で横幅の大小を比較するのでは、三角の底辺や正方形の一边の長さは可変的なものであるから、図形によって結果は変わってくる。更に三角のどのあたりを観察するのかによっても、検出される横幅は変わってくる。

従って、両図形の一边を同じ長さにしたものを用いて形態弁別を求める介入実験(\*<sub>o</sub>)を導入することで、下辺の長さの差異以外の標識、例えば三角形では頂点を標識とする知覚機能の開発されることを期待した。図4-gのように、一边が10.7cmの両図形(正方形の面積は2倍以上になってしまうが)での弁別を試みたところ、7試行すべてに正答した。弁別に際して、図領域全体を走査対象とし、正方形では「赤が大きくばっと目立つ」のに対して、三角形は「頂点のあたりに赤が少ないことがわかってきた」と報告している。これは、下辺の長さの比較ではなく、「赤領域全体の大きさ」を主たる標識とし、「三角形の頂点」への注意も援用することで、個々の図形の特徴を捉えて弁別しようとする方式へと変化したことを示唆している。そこで、面積の差を縮小し、面積の大小だけを標識とした弁別に固着しないようにするために、辺の長さを正方形8.4cm、正三角形が10.7cmにして引き続き4回弁別を求めてみたが、すべて正答している。

2回目の実験では、最初は両図形の辺を当初の10.7cmで全5試行の弁別には「三角は下で拡がっている」、「正方形は上も下も同じ拡がり」という標識により(図6-b)成功し、次には正方形が8.4cm、三角形が10.7cmにしても全試行で弁別することができた。そればかりでなく、この日の最後には走査様式にも変化が現れた。台紙を左右・上下に動かすだけでなく、頭部を図領域の縁に沿って延長方向に動かして、縁及び縁が方向変化する屈曲部位に注目する走査、つまり辺と角とを連続的に捉えようとする活動が発現し始めた(図6-c参照)。この時YS自身も「全体的な特徴がわかってきた」と述べている。

図6 三角形と正方形の弁別における探索手掛かりと走査方式

図6 三角形と正方形の弁別における探索手がかりと走査方式 (Sub.Y.S)





### 3) 正答率の変化

第1回目の実験で行われた弁別課題のうち、両図形の一辺が10.7cmの場合を除く、2/4, 0/2, 1/3, 4/4 という弁別結果をあわせると、平均正答率は53.8%となり、第2回目の実験では100%に達している。その後も一辺10.7cmの三角と7.0cmの正方形についての弁別実験を継続してみたが、いずれも正答率は100%となっており、両図形の弁別ができるまでになったとみなした。このような三角と正方形の正答率の水準は図5の白い三角印で示してある。

#### 1-c 正方形と円の形態弁別

1) 正方形と円の形態弁別に関する予備試行('75.12.26)を経て、両者の視覚による弁別実験を開始したのは、三角と円、及び三角と正方形の弁別がほぼ可能になった1975年1月30日以降であった。提示材料はこれまでに使用した灰緑色の台紙上に赤の形態を図領域として貼ったものであり、実験の方法も同じであったが、初回の実験('75.1.30)での正答率は50%、2回目の実験('75.2.6)でも1試行に平均1分余りをかけて観察しても正答率は55.6%にとどまっていた。よって、三角と円および三角と正方形の組み合わせに比べて正方形と円の弁別は非常に難しいことが示唆された。

2) 探索にあたっては、台紙を左右・上下に移動させるという走査様式のもとで正方形においては「図領域全体の量」と「図領域の幅」が走査対象となり、「横幅が上から下まで同じで縦も左から右まで同じこと」が正方形の標識であるとしている。一方、円においては明確な標識が確定されず、「図領域の全体的な印象」と「図領域の4隅」を探索の対象とすることが試みられ、「正方形に比べて円は全体として柔らかい感じがする」ことと、「縦と横に見ていき、赤がいつの間にか消えてしまう」、つまり「角が無い」ことを標識しようと努めていた。しかし、「ほんとうに似ていて難しい」と述べており、正方形と円に関しては、「図領域の幅」の大小を手がかりとしている限り弁別は困難であることが予想された。

このような結果と、Ackroyd et al. (1974)が「開眼者HDは長方形と十字形の弁別には90試行で成功しているが、円と正方形では1380試行を重ねても弁別が成功しなかった」と記しており、その弁別がやはり難しかったことも考慮し、



提示材料の特性を変えることを試みて、両図形の弁別に展開を図れるか否かを以下に述べる実験4-4によって検討することにした。

#### 実験4-4： 窓形領域における正方形と円の弁別

##### [I] 目 的

提示材料を従来の図領域に当たる部分を切り取って「窓」状にすることで明るい図形に変更し（以後「窓形図形」）、その「窓」の形態について弁別を求めることで、正方形と円の弁別活動の形成を図る。弁別が成立するに至る過程を走査様式、探索の対象及び標識の変化を通じて明らかにする。

##### [II] 方 法

方法の基本は実験3と同じであるが、提示材料を変更することで、YSにとっては図領域が明るくなり形態の観察が容易になること、更に、実験者にとってもYSの眼球運動や、注視しようとしている図形上の部位などが、観察し易くなることが予想された。正方形は台紙(27.5cmX27.5cm)の中央を一辺9cmの四角に切り取ったものを、円では直径10cmの円形に切り取ったものを提示材料とした。知覚の上で面積はほぼ等しい。

##### [III] 被 験 者

開眼者：YS

##### [IV] 実 験 期 日

台紙上の赤い領域での弁別実験に区切りをつけた後、約1か月した時点から約3か月間('75.3.13 ~ '75.6.4)に10回にわたって実験を継続した。10回目の実験の2か月後に右眼の状況変化が生じたために実験は一旦中断していたが、再開した1975年8月9日から1か月半の間にも6回の実験を再度繰り返し、形態弁別機能の達成水準を確認しつつ、機能の定着化を図った。台紙上の赤い領域での弁別を行った時期をI期('74.12.12, 12.26 ~ '75.2.6)とし、それに続いて窓形図形により行われた弁別学習実験のうち最初の3か月('75.3.13, 3.19 ~



6.4)をII期、中断後の約2か月(8.9~9.26)をIII期として考察を行った。

## [V] 結 果

### 1. 正方形と円の形態弁別における探索走査活動

II期('75.3.13 ~ '75.6.4)に行った実験で観察された走査様式や探索の対象とされた領域及び検出を試みた形の標識等を要約すると表10のようになる。

表10 正方形-円の弁別における探索活動の推移(第II期)

実験	走査様式[変化]	探索の対象領域 / 標識
1 3.13	頭部・台紙を左右・上下に移動 [動く範囲が図の周囲に限定]	図領域の全体と上方部 / 横幅の変化の仕方、角の有無
2 3.19	主に台紙を左右、時に上下移動	図領域の上方部 / 横幅の変化
3 4.3	眼球運動の統制は不十分だが、 [輪郭の一部を辿ろうとする]	図領域の上方部の輪郭 / 曲線部分
4 4.11	頭部・台紙を主に左右、時に上下移動	図領域全体 / 全体的な形状 (領域の拡がり)
5 4.17	統制は不十分だが角に眼を向けようとする[眼球運動出現]	図領域の中心ではなく[縁や角] / .....
6 4.24	台紙を左右、上下に移動 眼を縁や角に向ける眼球運動 [台紙の角度と距離を調節]	図領域の縁や角 / 角の不明確さ (丸く見える)
7 5.16	台紙の距離を調節	図領域の全域 / 角が丸いか四角いか
8 5.23	頭部・台紙を主に左右に移動 形全体が見えるよう距離を調節	図領域の上方・下方部分 / 全体の形状
9 5.31	台紙の距離と角度を重視し、 [形は図領域の外側から見る]	図領域の全域と下方部分 / 全体の形状と円の下方でのすばまり
10 6.4	眼を縁や角に向ける眼球運動 適切な条件を確認 距離: 15cm 角度: 60度	図領域の全域と特徴部分 / 全体の形状と縁や角の特徴



2回目までの走査の様式は、台紙上の赤領域の形態を弁別していたⅠ期と同様に、台紙あるいは頭部を左右・上下に動かすというものであったが、動かす範囲が窓形の図領域の範囲に限定されてきた。それは探索の対象となる領域として窓形の図領域の上方部に力点が置かれるようになってことによる、一つの変化であった。だが、そこでYSが検出しようとした標識は、やはり、主として横幅の変化（円では中央部に比べて上部では横幅が狭くなるが、正方形では同じ）であったため、この段階での正答率は50%にも満たない（図7-a）。横幅の差は、見ている図形上の位置を確定できないと安定した標識にはならないことと、角を見ようとの試みも初めてなされたが、実現はまだ難しかったことによるものと思われる。

3回目の実験では、統御はまだ不十分ながら窓の図領域の輪郭の一部を眼で辿ろうとする試みが始まり、上部の輪郭を探索して、そこが曲線であれば「円」であるとの方針と答が用意されていた。しかし、この段階で上部の図領域での「カーヴ」を検出することはまだ難しいために、30%台の正答率しか得られなかった。よって、YSは4回目の実験では再び水平・垂直走査によって、窓の図領域全体を探索し、まず「全体的な形状」に注目して弁別を行うように方針を戻しており、その結果、わずかながら50%を越す正答率を確保している。

このように、角や輪郭の曲率を検出することに失敗した後に迎えた5回目の実験のころから、窓領域の探索活動にまた新たな変換が生じた。つまり、眼振がまだ1秒間に2～3回見られるなど統御は不十分ながら、眼を特定部位、例えばその「輪郭の一部」や「角」に向けようとする眼球運動が現れてきたことである（図7-b）。それによって、探索する領域が窓の中央から、図領域と地の境界である「縁」や「角」へと変わってきた。このような事態の変化が生じたのはⅠ期に始めてから3か月後のことである。

5、6、7回目の実験ではようやく60%台の正答率が持続しているが、角のあたりに眼を定位できたとしても、「角」が明確に捉えられるとは限らない。6回目の実験で正方形を見ていたYSは「はっきりしない。角が丸く見えたりする」と報告している。

8回目の実験からは、局所的な特徴の検出のみに固執することなく、全体としての形状をも捉えるようになるという新たな変化が現れた。そのためには、



台紙をある程度眼から離すことが必要であり、円の下方で「すばまっている」という標識を捉えるには、台紙を前額に対し平行にするよりも60度ほど傾ける方が良いこと、を見出している。さらに窓領域の全体的な形状は窓領域が中心部ではなく、外側の境界部であることに気づき、「外側から見て、内側を包み込むようにしていくと、全体の形が捉えられる」との報告を寄せて、上下の縁を広く捉えることを試みている（図7-c）。このような経過を経て、9回目の実験では正答率が100%に達した。このような正答率の推移は図5の黒丸で示してある。また、図7は5、6回目の実験で眼が積極的に向けられた部位（角）と8回目の走査で広く探索したのが上下の縁であることを示している。

図7 窓形図形（正方形と円）の探索走査の変化

## 2. 2種類の標識一部分と全体

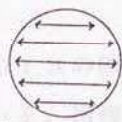
正方形と円の弁別に際して、図領域全体（その広さ）を探索の対象とするという意味での「全体の形状」を手がかりとする探索様式では弁別に行き詰た。その結果、YSは図領域の外郭である「縁」の上方部や下方部など特定部分を探索して得られる、「縁の局所的な特徴」を標識として用いるようになった。そのことによって、弁別が可能になったばかりでなく、「構造化された図形としての全体的な形状」も捉えられるようになった。従って、部分的な特徴の収集が先行し、それを基に全体的な形態が構成されるという発生の順序性が確固としてあるのではない。むしろ、図形の外郭がもつ知覚特性への注目が発火点となって「輪郭」の知覚が可能になると、それに随伴するようなかたちで、形態の明瞭な構造性が全体として知覚されるようになるという状況であった。従って、部分と全体はいわば相即不離な関係を成している様相が観察された。

6回以降の実験で、YSは台紙の「角度と距離」を重視し初めたのだが、角度は注目したい部分を見ることに、台紙までの距離は全体の形を見ることに関係が深い条件であると見なすことができる。実際、8回目の実験の際に寄せている「近付き過ぎると、真中の空洞だけが見えてしまう」、「全体の形を見ようとしているけれど、よい距離がみつからない」などの報告はそのような事情を物語っているように思われる。

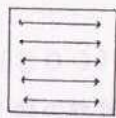
## 3. 形態の走査と眼球運動

窓形図形による円と正方形の弁別試行を継続している間に現れた顕著な変化

Exp. 1 ('75. 3. 13)  
Exp. 2 ('75. 3. 19)

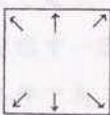


「円は上の方の  
模様が小さい」



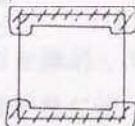
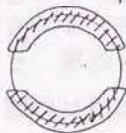
「横幅が上から下  
よじ同じ。」

Exp. 5 ('95.4.17)  
Exp. 6 ('95.4.24)



眼球の脱臼は十分ながら  
鼻て角に於いて眼を覆紐の  
向けることを始める

Exp. 8 ('75-5.23)



「真中の空洞ではなく全体が形を  
見ようとしているんだけど……よい  
距離が見つかりません」

上、下の線周辺をなす。

図7. 窓形図形の弁別走査の変化—走査方式と形の標識 (Sub. YS)



は、眼球運動の発生と統御である。当初 Y S は台紙または頭部を縦または横に移動しており、眼の動きは極めてぎごちないものであったが、実験開始後 1 か月もすると、不十分ながら眼を動かそうとする試みが現れ、弁別実験の進行に伴って切り抜き部分の隅に向かって眼を向ける動きが観察されるようになった。

例えば表 10 にも示したように、5 回目に実験のころから不十分ながら眼を角や縁に向ける走査様式が現れているが、正答率もそれと呼応するように、60% 台に達している。

図 8-1 は、初期段階の Y S の眼球運動 (E O G) の記録を視覚健常者 (ST) のものと比較して示している。指標の動きと眼の軌跡のずれから判断して、開眼者 Y S は正面に提示され、静止した光点を固視することはおよそ可能な状態にあるが、移動する光点を追うことは究めて難しく、晴眼者の波形との違いが顕著になっている。また図 8-2 は視野の測定の結果であり、当初は測定不能であったのが左右 30 度の広さが確保できるまでに至ったことを示している。しかし、その広さは視覚健常な成人の平均値を示す一番外側の曲線に比べて、極めて狭く、図形の形態把握にとって不利な条件であることは明瞭である。また図 9 は、時期は異なるが、Y S が正方形の切り抜き図形をもって正方形の向かって左側の縁に眼を向けようとしているときの様子である。当初困難であった眼球運動の統御がある程度可能になり、意図した所（ここでは左側の縁）に定位されている様子を認めることができる。

図 8-1 眼球運動

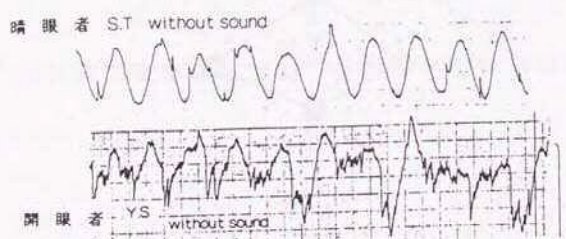
図 8-2 視野測定

図 9 窓形の正方形を識別している様子

このような眼球運動の発現は図領域の縁や角に沿った細かい探索の実現と深い関係にある。それは、継続的な実験による形態弁別活動を行うことが開発したという可能性もあるが、眼が勝手に動くために形態が見にくいことに気づいた Y S が、自主的に眼球運動の統御に努めたことによるという可能性も見逃すことができない。例えば、「眼の動きはまぶたを触ればわかると教えられたので」、以後「眼球を左右に動かす練習を折りをみてはしていた」とか「ピアノを弾く時に自分の指の動きを追うようにした」と述べており、「自分で決めた場所を眼で見る、ということがはっきりとはわからない」と言いつつも、自分の



静止した光源を固視したときの眼球運動[武市ほか, 1977]



動く視標を追ったときの眼の動き[和気ほか, 1977]

図 8-1 開眼者 Y.S. のおける固視時と追視時の眼球運動  
— 晴眼者と比較して —



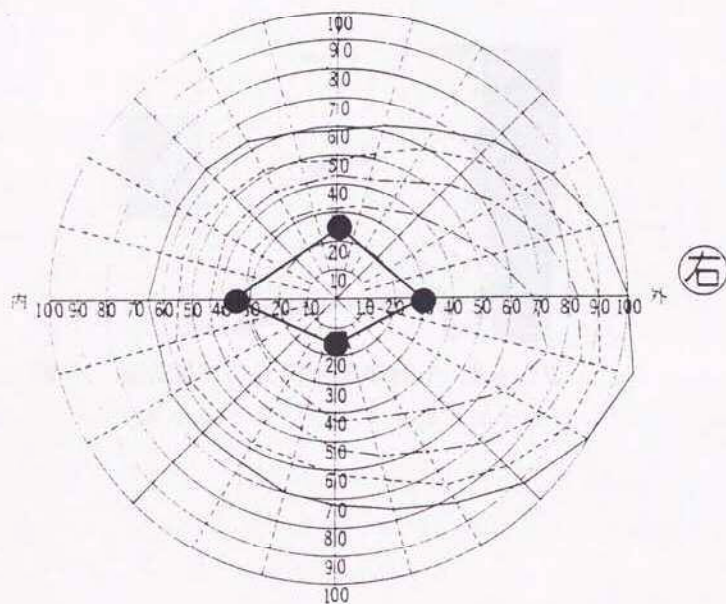


図 8 - 2 視野の測定結果 (Sub.YS: '76.9.30\*)  
 右眼 (外側 : 30度、内側 : 35度、上 : 27度、下 15度)

\* 実験開始当初は視野測定自体ができなかった

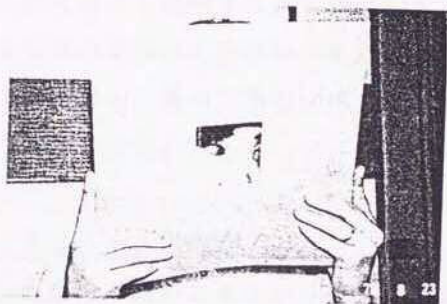


図9．窓形図形の弁別走査の様子 (Sub.YS)

－ 正方形の（一辺：9cm）を観察している－



指を1本立てて「右から左へ動かし、きちんと見続けていられるか確かめる練習をしている」とも報告しているのである。

#### 4. 正方形と円の形態弁別に関するその後の経過

窓形の図形による弁別活動が成立したとみなされた後、右眼の状況の変化が起こったため、実験は約2か月間中断した。その後再開された段階('75.8.9)でも「三角形と円」の弁別および「三角形と正方形」の弁別には100%の正答率を示し得る状況が持続していることは確認された。しかし、正方形と円の弁別課題での正答率は50%にとどまっており、これらの弁別については改めて学習・実験を繰り返す必要があった。よって、再び「正方形-円」の弁別実験を約1か月半の間に6回に亘って継続したところ(III期)、図5の後半の黒マルが示すように、はじめの2回の正答率は50%程度であったが、4回目以降(9.3以降)は80%にまで上昇し、先のII期に比べてやく1か月半ほど短期間に100%の水準に達することができた。

#### [VI] 実験4-3と4-4の考察

術前の視覚では形態の弁別ができなかったYSであったが、術後の視覚学習・実験の継続によって、【三角-円】と【三角-正方形】の形態弁別は台紙上の赤色図形を用いて可能となった。また、【正方形-円】も窓形図形に変えることで100%の弁別率を示すに至ったのである。そこで、これらの弁別が成立するまでに探索された部位と弁別のために検出が試みられた標識をまとめると表11のようになり、以下のことが明らかになった。

(1) 探索された部位は「図領域の内部」の場合と外郭部つまり図地の境界となる「縁」あるいは「輪郭」の場合とがあるが、直線図形と曲線図形である【三角-円】の対では図領域の内側の領域(いわば図領域の面の部分)のみが探索されている。図領域の「横幅」あるいはそこに拡がる「赤の量」と、図領域の「拡がりの方向」によって弁別が達成されている。つまり、あらかじめ形態視の下位機能として確立されていた、図領域の大小と延長方向の把握活動を援用して、形態の弁別が成立したことになる。

(2) それに対して、【三角-正方形】の対(下辺が共に直線である)でも、三角と円の弁別のように、図領域の内部を探索し、横幅の長短や全体としての



赤の量および頂点部分の赤の量、などが観察された。しかし、これらの標識を確実に検出することは難しく、確実な決め手にはならなかった。よって、その点を補強するように、図領域の外郭（緑あるいは輪郭）にまで探索の範囲は拡大され、直角を成す「角の存在」を正方形の標識として検索することで、両者の弁別が展開した。

(3) 更に「正方形－円」の対になると、図領域の横幅あるいはその拡がりだけでは両図形を弁別することは一層困難となり、図領域の外郭に含まれる特性に形態の標識を求める必要性が一段と強まった。そこでYSは、図領域の外郭である「緑」、及び「4隅の形状」が主たる標識として観察されることになった。しかし、その標識の検出は容易でないため、「正方形－円」の形態弁別は困難を極め、窓形図形を導入することで100%の正答率を示すに至ったが、各対での弁別正答率が100%に達するまでに示された平均の正答率を見ても、「三角形と円」が最も高く、「正方形と円」の場合が最も低かった。

表11 各対の形態弁別で探索された部位と検出された標識

		－ 標 識 －		
	探索部位	〔三角－円〕	〔三角－正方形〕	〔正方形－円〕
容易な弁別	図領域の内部	・ 横幅の長短 ・ 全体の赤の量 ↓ ・ 拡がりの方向（三角）	・ 横幅の長短 ・ 全体の赤の量 ↓ ・ 頂点の赤の量（三角） ↓	・ 横幅の長短 ・ 全体の赤の量 ↓ ・ 全体的な形状、下部がすばまっているか（円） ↓
中程度	図領域の外郭の一部	—	・ 直角があるか（正方形）	・ 角の形状－丸か四角か ↓
困難	図領域の輪郭	—	—	・ 緑の形状－曲線か直線か
平均正答率		90.3% (28/31)	68.4% (13/19)	57.5% (46/80)



#### 第4節 要約と考察

第4章では、平面図形の視覚による形態視の基礎機能とその形成過程、並びに形態視を困難にしている要因を、Sub.YSに行った実験で採用された探索走査や標識の検出様式を通じて考察した。Sub.YSは「光覚」の他に減弱しつつある「色覚」を保有していたので、その機能を活用して、弁別が容易な図形の作成と組み合わせを工夫することで形態知覚の形成を図ることが、実験の基本方針であった。

(1) 実験4-1と4-2では、形態が一定の拡がりや傾きと方向性をもつ辺から構成されているとの観点に先立ち、形態の弁別課題を行なう前に、図領域の「定位」と「大小弁別」と「延長方向の弁別」課題を導入した。その際の図領域としてはSub.YSにとって最も検出し易い、白台紙上の「赤」を用いた。

形態を捉えることはできない段階のSub.YSは、白と「赤」を弁別の標識にして白台紙上の図領域の有無及びその場所を「定位」することを試み、可能となった。次いでYSは、そのように定位できた赤領域の「明瞭度」を標識として用いることで、図領域の拡がりの程度、すなわち図領域の「大小」を弁別することを始め、可能となった。更にその領域がどちらの方向に大きく拡がっているのか、その「拡がり大きさの方向性」を手がかりにするという、自ら編み出した方針で、「図領域の延長方向」の弁別一縦の線であるか横の線であるか一の弁別を行うことで、方位を弁別することも可能になった。

つまり、YSは前の段階で抽出することが可能となった属性を標識として、次の知覚特性を見出すという方針を自ら見い出して、形態の構成要素の知覚、即ち形の知覚にとっての下位機能と想定された諸機能を次のような順序で獲得するに至った。即ち『白と赤の弁別』→図領域の『定位』→図領域の『大小弁別』→図領域の『延長方向の弁別』という順序で形態視機能を支える下位機能が成立したのである。このような順序性は機能としての発生順序を示すのみならず、形態弁別の手がかりとして援用されるときにも、何らかの階層性を示すことが期待された。

(2) 実験4-3と4-4では、[三角-円]、[三角-正方形]と[正方形-円]の弁別課題を導入した。その結果、形態の探索対象として先に選択されるのは、内部領域であって図領域の輪郭ではない。初期の段階あるいは容易な



弁別課題で形態の標識としてまず探索される特性は、図領域の広さや拡がりの方向性、図領域に横幅の長短などである。通常、形態の構成要素とされる辺に代表されるような、図領域の外郭あるいは図と地の境界である輪郭部に含まれる特性が探索・検出されるのはその後、先の特性だけでは弁別が困難な場合であることが認められた。しかも、「辺」のように外郭の連続した特性を辿って形態弁別に至る行動は、この段階のYSには認められない。採用されたのは、外郭の部分的な特性、例えば4隅の形状や縁の部分的な形状、を捉えるという探索様式であった。

(3) このような探索様式の変化をもたらした要因は何か。ひとつは、それまでのように図領域の内部特性では弁別ができない「円と正方形」という困難な図形の導入が、もう一つは眼球運動の統御が容易になったことも効を奏していると思われる。眼球運動が改善されると、図形の角の形状や輪郭の形状といった図領域の外郭に含まれる属性の探索が容易になり、それとほぼ軌を一にして、弁別が最も困難であった正方形と円の弁別も成立する兆しをみせ始めたのである。更に、図形内部から輪郭へとという観察領域の変化が生じると、形を全体として捉えることがごく自然に起こっている。

(4) 形態知覚の発生に関して一形態の決定的な標識を確定できるのか—という問題については、対となる図形によって弁別の決めては異なるということが明らかになった。つまり、最も容易な図形の弁別、直線図形と曲線図形である〔三角—円〕の対では図形の輪郭ではなく内側の領域（いわば図領域の面の部分）が探索され、図領域の横幅あるいはそこに拡がる赤の量と、図領域自体の拡がりの方向によって弁別が達成されている。つまり、あらかじめ形態視の下位機能として確立されていた、図領域の大小と延長方向の把握活動を援用して、形態の弁別が成立していることになる。

次に容易な〔三角—正方形〕の対（下辺が共に直線である）では、そのような図領域内部に含まれる属性の他に、図領域の外郭（縁あるいは輪郭）にまで探索の範囲が拡大され、この場合には直角をなすの角の存否が正方形の標識とされて、その検出が試みられている。

更に最も困難な〔正方形—円〕の対になって初めて、図領域の横幅だけでは形態弁別が困難であることは明白で、一層そのような図領域の外郭に含まれる



特性—角及び辺の一部—に形態の標識を求めざるを得なくなったことは前述の通りである。

(5) この4章では、光とわずかな色の知覚しかできない開眼者Y Sが順序を踏んだ実験の継続によって形態の弁別が可能に成る過程を明らかにしたが、そのような結果から、形態知覚の基礎は必ずしも「辺」ではないこと、つまり、辺の継時的な探索の集積結果として、形態が明らかに成るという経路が形態知覚に至る唯一のものではなく、辺の検出を行わなくても形態の知覚は可能であるし、あるいは辺の検出が可能に成る前段階に形態の標識として検出される視覚属性はありうることが示された。また検討すべきこととして派生したのは、形態の知覚における、要素的特性の知覚と全体性の知覚の成立順序についてである（今回の結果では、部分の知覚が若干先行したとはいえ、両者は相即不離な関係であることが示唆された）。

次に提起された問題は、『形態』といってもその図領域の「内部領域」と、地との境界を成す「輪郭」とは、形態知覚の上では同義ではないという可能性である。これは、探索領域として選択される際の順序性から示唆された点である。このことについては次の章でも引き続き検討する。

## 第5章 充実図形と輪郭線図形の形態識別

—開眼者KMにおける面と輪郭線の知覚を中心に—

### 第1節 問題の所在とその背景

開眼手術を受けるまでの期間が比較的長期（人によっては10年以上）に及んだ先天盲では、その間、聴覚系や触・運動系を基礎に外界の認知活動や他者との交信活動が行われていた。このような場合、ものの定位においては手術後も依然として触・運動系が彼らの認知活動の首座を占め、新たに獲得した視・運動系を行動体制に組み入れることは、必ずしも容易ではない。

例えば、術前に赤、青、黒などの色については色彩視が可能であった開眼者TM（単眼視）は手術後10年近くを経た後でも、「ものを捜す時にはつい、手が先に（見るよりも先に）出てしまう」と報告しており、術前から色は白、赤、黒、緑など10種類ほどわかっていたKT（単眼視）もやはり「ものを見つけたときには手術後もまず手で探していた。実験に参加するようになって（手術の10余年後）ようやく、先に眼で見てその後に確認のために手で触るようにならってきた」と報告している。同様の状況は、形態視も部分的には術前から可能であり、両眼の開眼手術を受けたHHにおいても現われており、「手術後もしばらくは、つい手が出てしまい、見たあとでも、手で触ってみなければ、落ち着かなかった」と述懐している。これらの事実は、単眼視、両眼視いづれの開眼者にとっても対象の探索や定位活動において触・運動系活動が如何に根強いものであるかを物語っている。

では、このような対象の視覚的定位が術前から比較的容易にできた開眼者では、対象の「形態識別」に際してもいかに触覚への依存から脱却するのか。これが次の問題となる。もし、形態識別についても触覚から視覚への変換・移行が起こるのであれば、主たる感覚・知覚系が視覚へと変化する過程を吟味する作業が改めて必要となる。

そこでこの第5章では、形態識別に際してその走査活動が根強く触覚に依存していたKMの場合を例にとり、次のような問題を考察してみることにする。

（1）形態識別に際しての主たる走査活動が触覚系であった場合、そこから視



覚系主体への識別へと変換・移行するのだろうか。

(2) 移行する場合には視覚系による充実図形と輪郭線図形の形態識別機能はそれぞれどのような探索行動と走査過程を経て成立するのか。成立が難しい場合には、どのような手立てが必要となるのか。

(3) 形態識別の上で、両図形は等価なものとして容易に知覚されるのだろうか。

## 第2節 対象となる開眼者とその視覚状況

### 2-1 被験者

K Mは両眼ともに先天性白内障と診断され、手術は9歳のとき右眼に、次いで2週間後に左眼にそれぞれ受けた。視覚障害の他に若干知能の遅滞もあるとの判定により、盲学校では重複学級に在籍。術後は+12Dのレンズを使用。

### 2-2 保有視覚

眼疾患及び手術前後の眼科的所見と術前の保有視覚は、表1に示すとおりである。ERGは術前から正常で、術後も眼底に異常は認められなかったが、振子様眼振は引き続き認められた。術前の視覚機能は、盲学校の記録と手術の約3か月前(1980.7.18)からわれわれが行った予備実験により、およそ表2に示すような状況にあると推定された。

表1. K Mの眼疾患・手術・眼科的所見

年齢生年月日	1971年5月19日生(実験開始時: 9歳)
眼疾患	先天性白内障
手術	水晶体摘出(吸引術) 右眼(1980.10.28), 左眼(1980.11.11)
眼底	ERGは手術前からnormal。眼底所見に異常なし。
眼振	手術後も振子様の眼振が認められた

このような予備的な実験を通じて、K Mは対象への視覚的関心は強く、明るさの知覚と色の知覚および視覚による定位は可能であるが、形態知覚においては触覚に強く依拠しているという可能性が示唆された。よって、形態視の下位機能つまり、図領域の色彩識別と図領域の大小弁別および図領域の延長方向の

弁別と、形態視機能が視覚によってどの程度可能であるのかを手術前に確認する実験から始めることとした。

表2. KMの保有視覚機能の一般的状況(1980.7.11,18)

- (1) 盲学校入学時の検査では、視力は光覚もしくは眼前手動弁。
- (2) 盲学校の先生の観察によると、学校内では
  - a. 白杖を使わなくても歩行は可能で、ものにもぶつからない。
  - b. 色はかなり見えているらしい。  
消火栓のライトはすぐに見つけ、長時間にわたって関心を示す。
  - c. 形も多少わかっているようだが、触覚の助けが入っている。
- (3) われわれが試みに行った実験では、次のような行動が示された。
  - a. 眼前5cmくらいのところで、開いた右手あるいは左手をす早く動かす行動を繰り返し、「明るさの変化」を楽しむ。
  - b. 目の前に提示した事物(緑色の積み木、銀色と青と白のたばこの箱)を見て、「色」については即座に報告した。
  - c. 日常品を提示して、その名称を尋ねても答えようとしなが、教えると繰り返し名前を言いながら、時折それらを見る。
  - d. 正方形の白い台紙中央に描かれた黒円については、形を尋ねられても答えない。が、手にとった台紙については、触りながら「シカク、シカク」と繰り返し報告した。

### 第3節 充実図形と輪郭線図形の形態識別

—開眼者KMにおける面と輪郭線の知覚—

#### 実験5-1: 手術前の視覚状況の確認実験

##### [I] 目的

手術前に保有している視覚機能を弁別実験によって確認し、視覚として成立している度合いと触覚への依存の度合いが弁別・識別課題によって異なるか否かを明確にする。

##### [II] 方法

(1) 色彩の識別機能に関して('80.9.11, 9.16, 9.30.):



標準色紙 (18.0cmx25.5cm) は赤 (5.0R5/10)、緑 (2.5G5/8)、黄 (2.5Y8/10)、青 (5.0B5/10)、黒 (N 5) の 5 種のうち 1 種ずつ手渡し、色名をたずねる。

事物はコーヒーカップ (紫、白、ピンクの 3 種)、色鉛筆 (灰色、黄緑、水色の 3 種)、ライター (金色と紺色の 2 種)、マッチ箱 (茶色) など 9 種の売り 1 種を手渡し、その色名を尋ねる。

(2) 大きさ・長さの弁別機能に関して ('80.10.3, 10.11) :

白色台紙 (27.5cmx23.0cm) に青の帯図形 (幅は 1.5cm) で長さの異なるものを 2 本を並べて貼ったもの (15cm:10cm, 15cm:12cm) または直径の異なる 2 個の円形図形 (直径は 6:4, 6:5 cm; 2 個を対にしてはりつけたもの) を提示し (図 1 参照)、視覚によって長さと大きさの弁別を求める。

(3) 対象の個数把握に関して ('80.9.29, 9.30, 10.13) :

白色台紙 (27.5cmx23.0cm) に青の带状図形 (1.5cmx10cm) を 4 cm 間隔で 1~4 本横に並べて粘着したものを提示した。まず、触覚では数がわかることを確認した後、刺激対象の上に透明のアクリル板を乗せ、直接触れないようにしたものをランダム順に提示し、視覚で数を捉えることを求める。

(4) 2 次元図形の形態識別機能に関して ('80.9.11, 9.16)

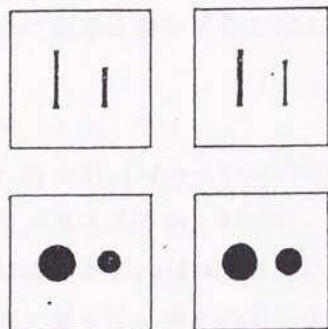
図形は白色台紙 (27.5cmx23.0cm) の中央を、三角形 (1 辺: 11cm) または正方形 (1 辺: 9 cm) または直径 10 cm の円形にくりぬき、それを赤い木版に貼りつけ、白地の中央から赤い充実図形が見えるようにしたものを最初は用いたが、これは適切な提示材料でないことが分かった。そこで、白台紙 (27.5cmx23 cm) の上に赤く塗られた厚みのある木片を粘着し、図領域事態に厚みをもたせた提示材料へと変更することで、触覚による探索が容易になるようにした。図領域の面積は、正三角形は一辺が 11cm、正方形は一辺が 9cm で円の直径は 10cm である。これら、赤い三角、円、正方形をランダム順に提示し、視覚による形態識別を求めた。観察時間や距離の制限は特に設けず、KM がもっとも観察し易い条件とした。

図 1 使用した刺激図形の一例

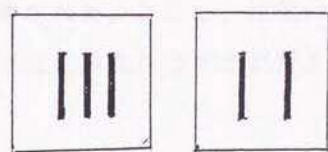
### [III] 結 果

手術が行なわれるまでの 2 か月間に 7 回 ('80.9.11, 9.16, 9.30, 10.11, 10.13, 10.20, 10.21) 実施された実験の結果、術前の KM は下記に示すような

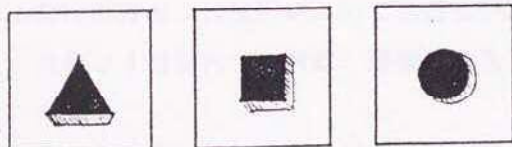
大小の弁別課題



計数課題の一例



形の識別



(厚さ8mm の木片)

図1 視覚状況確認のために使用した実験材料の一例



視覚機能を保有していることが確認された。

## 1. 形態視の基礎となる下位機能について

### (1) 色彩の識別実験：

合計28試行の実験を行なったが、全試行においていずれの色名をも即座に正しく言い当てることができた。観察の際、色紙までの距離は20cmほど離れたままであり、探索のために頭部を動かすなど粗大な視覚・運動的な行動は認められなかった。

### (2) 大きさの弁別：

帯図形においては、長さが [12cm-15cm] の対で誤答が生じているが、12試行中11回の弁別に成功し（識別正答率：91.7%）、円による大小弁別でも8試行のうち誤答が生じたのは直径が [5cm-6cm] の対に1回生じているのみで、87.5%の正答率を示している。従って、長さの差が3cm以上ある帯状図形、および直径で2cm以上の差のある円形図形については、図領域の大きさの違いを視覚で弁別できることが示唆された。ただし、比較の際には、頭部を5～10cmまで台紙に近づけ、頭部を左右に移動しながら比較する視・運動的な探索行動が現われた。

### (3) 計数行動：

3日間に行なった14試行の中、誤答が生じたのは視覚対象が3個と4個のときの各1試行のみで、12試行においては正しい計数行動が成立した（85.7%）。従って、対象が4個以内であれば、図領域の数を視覚でほぼ捉えうることが確認された。

ただし、計数に際しては、5～10cmまで台紙に顔を近づけて観察しており、対象が3個以上になると帯状の図形上に指を添えて左から右へ頭部を移動させながら、時には「1本、2本」と声を出して数えるなどの、視・運動的な探索行動が現われた。

## 2. 形の識別機能について—充実図形の場合

(1) 形態の識別実験は術前には1980年9月11日から日を隔てて6回行なっているが、試行数が少ない場合は2回分をまとめて識別結果を整理すると、表3に示す通りである。視覚による探索で正答を示し得たのは全体として36試行中13回（36.1%）に留まっており、用いた図形は3種なので、これはチャンス・レ



ベルに近いものであり、他の課題に比べて低いことが認められる。

ただし、形態の識別難易度は図形によって一様ではなく、3角形は最も容易で正答率は60%前後を上下している(7/12:58.5%)が、円(4/12:33.3%)および、正方形(2/12:16.7%)では変動が激しく、好調な日でも30%台という状況であった。

(2) 更に、形の識別に際しては、視覚・運動的な探索よりもまず手で触ろうとする、触・運動的な行動が優先されるという傾向が顕著に現れ、この点は他の課題での探索時と顕著な違いであった。また、「眼で見るように」との教示をしたり、図形の上にアクリル板をかぶせて提示することにより、視覚による探索を促しても、識別が困難な状況に遭遇すると、すぐにアクリル板の上から触わろうとする行動や、アクリル板を取り除いて欲しいとの訴えが現われた。見て形の名前を答えた後でも、即座にアクリル板の背後から刺激図形を取り出し、図形の形を触覚によって自発的に確かめようとする、触・運動的な探索行動が、ほぼ各試行ごとに現われている。

以上の結果から、術前の保有視覚の概略を機能ごとの識別正答率や観察距離などを示し比較すると、表3のようになる。

表3 術前の保有視覚機能 (Sub.KM)

課 題		正答率 ( * )	観察距離	触覚の補助
色彩の識別		100% (28/28)	20 cm	必要なし
大小の 弁別	帯状図形の長さ	91.7% (11/12)	10 cm前後	時折必要
	円図形の面積	87.5 (7/8)	10 cm前後	時折必要
対象の計数		85.7 (12/14)	5 ~ 10 cm	時折必要
平面図形の形態識別		36.1 (13/36)	5 ~ 10 cm	ほぼ常に必要

( \* ) : 正答数 / 試行数

#### [IV] 考 察

術前の保有視覚は課題によって視覚と触覚への依存度が一様でないことが認められる。形態を「一定の長さや傾きを持ついくつかの辺で囲まれていて、ある広がりをもつ図領域」と定義するならば、ここで取り上げた「長さ」、「大



きさ」、「個数」を捉える機能は、形態視の下位機能と見なすことができる。提示した対象の大きさは一定ではなく、弁別と識別などの課題状況も様々ではないので両感覚系を単純に比較することはできないが、正答率や観察距離、触・運動系への依存性などに着眼したとき、(1) 視覚の保有機能のレベルにおける一定の序列と、(2) 触覚への依存度は対応していることが認められる。

つまり、色彩視については、視覚的な探索のみによって識別が可能であり、対象を眼の前に近づけたり動かすなどの触・運動系活動による補助を必要としない段階にある（以下段階IIIとする）。それに対して、図領域の長さや大きさ及び対象の数の知覚（計数行動）においては、対象を先ず視覚によって探索するが、一部困難な状況下では途中あるいは反応後に、触・運動系の確認を必要とする（段階II）。更に、形態識別に至っては、触・運動系活動を動員しようとする傾向が根強く続いており、視覚のみによる探索ではまだ識別が困難という段階（段階I）にあることが確認された。

これらの中、触覚の輔けを必要とする程度が高い程、視覚としての到達度が低いと見なすならば、表4に記すこれらの段階と機能は、KMの保有視覚機能の「機能別到達段階」を表わすだけでなく、「視覚発生の順序性」をも示している、とみなすことも可能となる。つまり、その場合の順序性とは「色彩視」

表4 KMの保有視覚の到達度と視覚の発生順序性の対応関係

対応する視覚機能	KMの保有視覚	発生の順序性
色彩の識別	段階 III	↓
長さ・大きさの弁別、計数行動	段階 II	↓
平面図形の形態識別	段階 I	↓

がまず発生し、「形態視」はそれより下位の「長さ」や「大きさ」を捉える行動、および「計数行動」などを土台にして、それより後の段階で発生・成立することになると想定した場合の順序性である。表4はそのような意味を図示したものである。

KMの場合、他の視機能に比べて、二次元の形態識別に関しては触覚への依



存が極度に根強い状況にあることが確認された。そこで、形態識別の形成を促す試みを介在させつつ、視覚による識別の形成過程を追跡することとした。

## 実験5-2：手術後の形態識別の形成過程

### [I] 目的

手術後の形態視機能は、術前に比べてどのような差異あるいは類似性を示すのか。もし、それが一定の形成過程を経る場合には、触覚による探索が視覚を主体とする探索へと変化するのかどうかという問題を吟味する。

### [II] 方法

手術後の実験は1980年11月13日から再開されたが、右眼の手術後17日、左眼については手術後3日を経過した時期である。手術後4回の実験('80.11.13, 11.14, 11.23, 11.25)は入院中の病室または個室で行われ、退院後は盲学校で実施された。

実験の方法は、手術前に行った実験と基本的には変わらない。しかし、第1眼の手術後39日、第二眼の手術後25日に当たる12月6日以降は提示図形を変更し、図2に示す黒色紙から切り取った正三角形、正方形、円を白紙の台紙上に貼着したものをを用いた。これは、地と同一面上にある図領域について形態識別を可能にすることを目標とする、という学習・実験方針に従っての変更である。手術前及び直後に用いた赤い木片の図形に比べて、新たに導入した黒色図領域の高さは1.5cm から1mm以下へと減少したわけであるが、形態を触覚で確認することはむろん可能である。図領域の大きさは、正三角形が一辺12cm、正方形が一辺8cm、円の直径は8.9cm で三角形以外は面積も若干小さい。

図2 充実図形と輪郭線による提示図形

図形はKMの正面、机の上に提示した。図形面は視線に対して約110度ほどの傾きを成し、実験者が保持した。つまり、KMには台紙を自ら手に取らずに図形を観察し、形の名前を報告することを求めた。KMから図形までの距離は約20cmであったが、観察中に図形に近付くことがあっても制止せず、観察時間



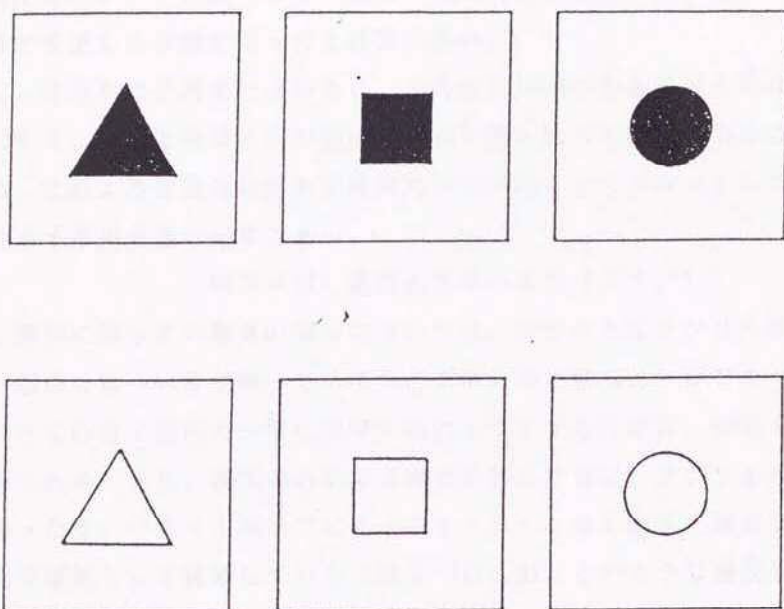


図2 充実と輪郭線の提示図形(縮小率1/7)

も自由とした。

### [III]結 果

#### 1. 手術直後および1か月間の状況

(1) 両眼の手術が終了した直後('80.11.13)に行なった二次元図形の形態識別実験の結果は、図領域が地領域から浮き上がっている程度によって異なる。図領域が厚さ1.8cmの木片で地領域から浮き上がっているもののときの正答率は平均66.7%(16/24)であるが、厚さが1cm以下になると平均50%(4/8)に低下してしまう。両図形を込みにした平均正答率62.5%(32試行中20回正答)を術前の平均正答率33.3%に比べると、識別の正確度が上昇してはいるものの、術後1か月で安定した状態に至ったとは言い難い。

更に、形態別に正答率を求めると、三角形は100%であるが正方形は50%、円は33.3%で、術前と同様に円の識別が他の形態に比べて困難であることが認められる。このような識別結果を実験実施日と対応させてプロットしたものが、図3に示す手術直後の結果である。

#### 図3-(1) 識別正答率の変化(グラフ)

(2) 識別に際しての触覚の関与については、図形の上にアクリル板をかぶせてない場合にはつい手で触ってしまうことや、手で触ることができないと、顔を近づけて口唇で図形の一部に素早く触れようとする行動は、術後も少なからず認められる。また、視覚のみによる観察で答えた後に、アクリル板を素早く取り去ったり、アクリル板の下に自ら手を入れて、形を触覚で確認しようとする行動は依然として持続している(図3-(2)c,d)。そのような傾向は手術直後KMが光りの点滅の弁別に際しいて光源の方向に手をかざしたり、色の識別においても色紙を手に取りたがるなど、触覚をも介在させての視覚的探索活動として盛んに観察されていた(図3-(2)a,b)。

#### 図3-(2) 触覚の介在を伴う視覚行動

#### 2. その後約1年間の経過

(1) さらに2週間後に行った実験('80.11.27)では、円については正方形と同様50%の識別正答率を示すに至ったが(図3-1参照)、3種の形態の平均識別率は61.1%(18試行中11試行)に留まり、前回と大差は認められない。識別の



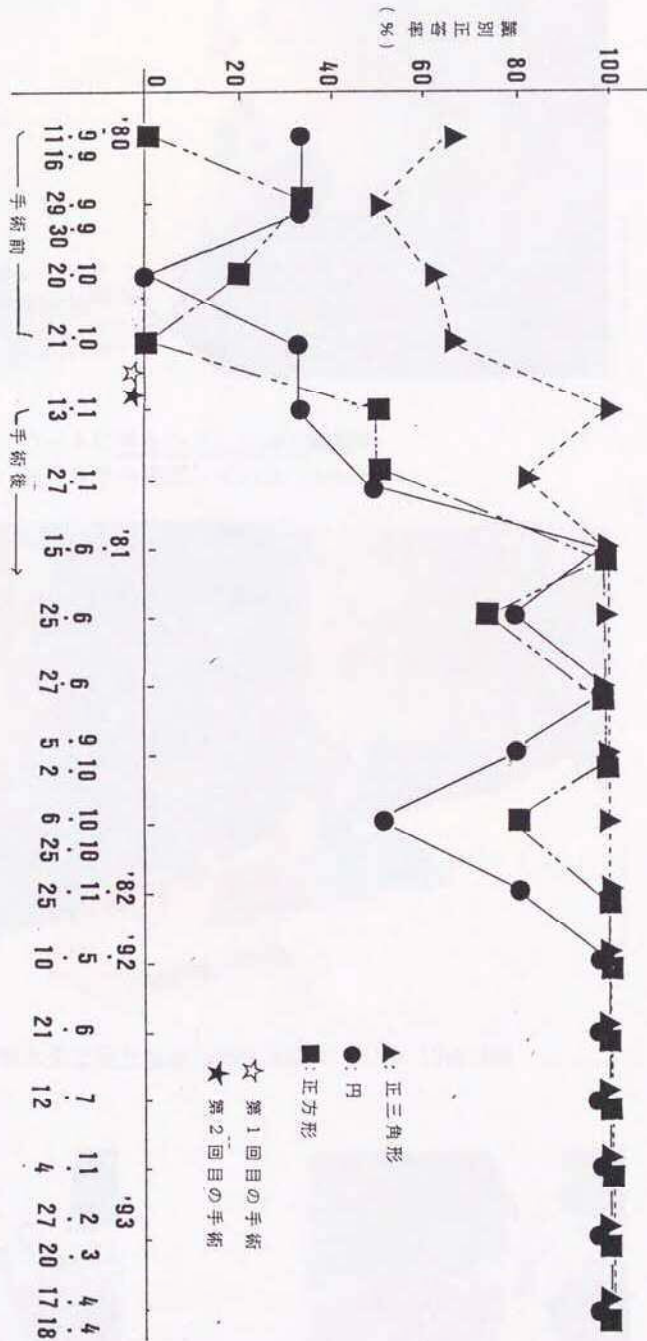


図 3-4) 充実図形の形態識別 - 正答率の推移



図3-(2)-a ライトに手をかざしながら明暗の変化を自ら確認している (Sub. KM)



図3-(2)-b 色紙を手で触りながら色を見比べている (Sub. KM)



図3-(2)-c 図形の縁を素早く手で触って、形を識別しようとしている場面 (Sub. KM)



図3-(2)-d 図形の縁を素早く唇で触れて形を識別しようとしている場面 (Sub. KM)



誤反応は、円と正方形の間での誤りがその大半を占めている。

以上のように、KMは第2眼の手術後1か月半余り経過した時点でも、正三角形の識別には80%以上の正答率を示し得るが、正方形と円の識別はまだ困難と判断される状態である。よって、平面図形の識別実験はその後も1年間継続された。なお、その間、グラフには明示されていないが、円と正方形の識別活動を進展させるために2種の補助実験を、1980年11月27日から1982年6月15日までの間に実施した。すなわち、図形の輪郭にそった走査の発現を図る「輪郭なぞり実験」('80.12.3, 12.6)と、正方形と円の形態特性をより明確化することをねらった、三角と正方形または三角と円の弁別を求める「見本合わせによる弁別実験」('81.12.7, '81.4.23, 5.27)を介在させ、2種の形態弁別機能を確立することを試みた。

そのような介在補助実験を経た後、実験は3種の図形の識別事態へと再度戻され、1981年6月15日から1982年11月25日までの間に8回の識別実験が行なわれた。図3-1は、実験・学習の継続に伴い、三角形は早期から確実に、正方形も6月27日以降はほぼ識別可能な段階に達したことを、また、YSと同様KMも円の識別に最も苦心し、術後2年を経て識別率80%程度の水準に達したことを物語っている。

### 3. 形態識別における視・運動系活動と触・運動系活動の関与の変化

(1) 術前の視覚による形態識別では、触・運動系の探索走査をしばしば援用するという顕著な傾向が認められたが、視覚による識別実験の進行に伴って、触・運動系から視・運動系による探索へと、走査の比重が変わるのかどうか。この点については、識別に至るまでの探索行動型をビデオの記録に基づいて分類し、識別確度と対応づけつつ分析することを試みた。

形態の名称を言語で報告し、さらに確認行動が終了するまでに行なわれた一連の行動を含めて識別行動と定義したとき、KMの示す識別行動の様式は決して一様ではなく、そこには次の表5に示す5種の識別探索型が見出された。

なお、まず手で触ってしまっただけで識別をした試行はここに含まれていない。

(2) 各実験実施日における各型の出現比率をその日の全試行数を100としたときの割合として棒グラフで、また平均正答率を折れ線グラフで表わすと、図



4 のようになる。更に図 5 は、各探索型別にみた正答率を、実験実施日に対応させて折れ線グラフで示したものである。

表 5. 5 種の識別探索型とその特徴 (Sub.KM)

<u>Hand-Eye-Hand</u> 型:	まず、手で触ろうとする行動が現われるが、実験者に軽く制止されて先に見るように促されたために、視覚によって識別を行ない、その後手で触る。
<u>Eye-Hand</u> 型:	視覚によって識別を行ない、反応後に手で触る。
<u>Eye-Hand-Eye</u> 型:	視覚で識別を行ない、反応後に手で触わり、再度眼で見直す。
<u>Eye-Lip</u> 型:	視覚で識別を行ない、反応後に唇で触る。
<u>Eye</u> 型:	視覚で識別を行ない、それで完了。

図 4 各探索型の出現比率推移と識別の平均正答率

図 5 各探索型別にみた識別正答率

(a) 手術前の 1980 年 10 月 21 日と手術後 1 か月以内である、同年 11 月 27 日に行なわれた実験で現われた探索行動は、見る前に手が先に出そうになるという、触覚への依存度が最も高い Hand-Eye-Hand 型と、触覚への比重が次に重いと思われる、眼で識別はするがすぐに手で触るという Eye-Hand 型のみであった。しかし、この中で Hand-Eye-Hand 型反応の出現率は当初の 44.4% (27 試行中 12 回) から、2 回目には 16.7% (18 試行中 3 回) へと減少しており、更に 1981 年 6 月 25 日には 13% (23 試行中 3 回)、10 月 6 日には 1 回のみ現われるというように、実験の継続に伴って確実に少なくなっている (図 4)。

また、図 5 が示すように、この型での視覚による識別行動は必ずしも確実なものではなく、全体を通じての平均正答率は 31.6% (19 試行中 6 回) に留まっている。視覚による識別をした後に手で図形を触るときには、図形の輪郭に沿って指を移動させたり、特定箇所、例えば角の上に指を留めるなど、視覚による情報を補うような入念な触・運動的な形態把握行動が観察されている。

(b) 一方、Eye-Hand 型の探索行動は、以後も 1982 年 11 月 25 日まで一貫して現われており、出現合計数の上でも全試行数 109 回の中 55 回に及び、最も多い。



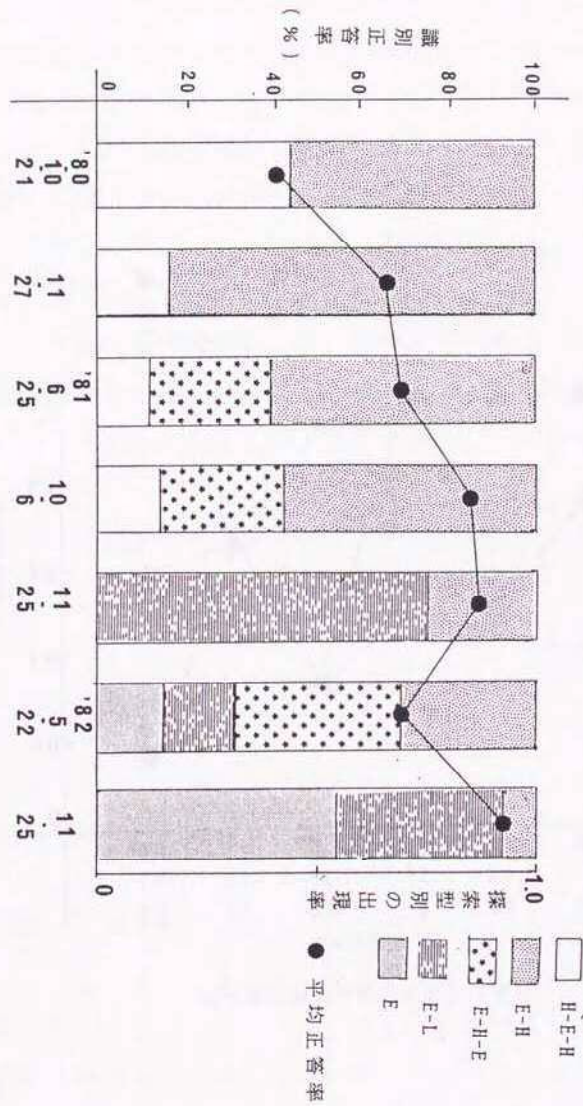


図4 各探索型の出現率の推移と識別正答率

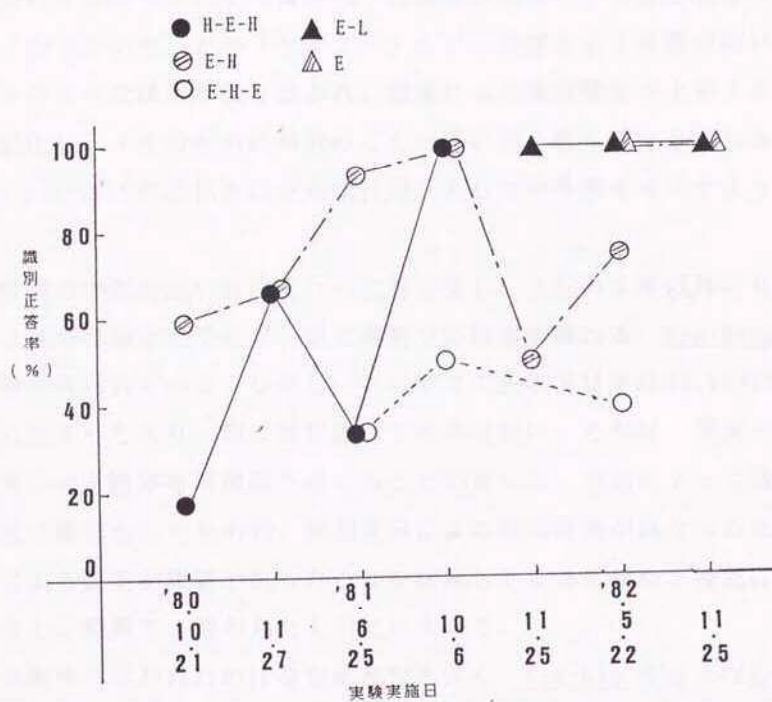


図5 探索型別の識別正答率の変化



つまり、視覚で識別をしても必ず触覚による確認を行なう、という探索様式が K M の識別反応にとって、中盤までは中心的な探索型であったといえる。出現頻度の上からも正答率の点でも、この方法が最も有効に用いられたのは、1981 年 10 月 6 日までの識別実験においてであり、正答率は 100% に達していて、先の Hand-Eye-Hand 型での正答率より高いものとなっている（図 5 参照）。

ただし、この型の触・運動系探索反応も当初は、不確実な視覚による識別を完了させるために必要不可欠な段階として「確実な触覚による探索を行なう」という意味合いが深かった。そのため触った結果が視覚による識別結果と合致していると「合っていた」とか「ヤッター」など、安堵を示す言葉が続いていた。だが、そのような試行が繰り返され、視覚による識別確度が上昇すると、触る意味が変化し、「念のために図形のごく一部にごく軽くサッと触れる」というような、いわば「形式化された確認行動」としての性質をも示すようになった。

(c) 識別実験の中間時期には視覚への比重が増し、上記の 2 型以外にも Eye-Hand だけでは識別行動が完了せず、更に視覚での観察を重ねる、Eye-Hand-Eye 型の探索活動が現われている。しかし、この型での正答率は平均 38.5% (13 試行の中 5 回) に留まっており、他の型に比べて効率は低い。それは、視覚—触覚—視覚と視覚による観察を再度繰り返したことの意味は、視覚によって識別をした後に触覚で確認をしたものの、両感覚系による形の印象が異なったため、つまり視覚による識別が誤答であったことを確認したときに改めて視覚による見直しをすとの経緯で、現われたものといえよう。

(d) 後半の実験で現われたのは視覚重視型が多く、Eye-Lip 型および Eye 型の探索型である。これらはいずれも触覚への依存度が最も軽いものであるが、識別での正答率は極めて高い。そのうち、Eye-Lip 型の反応では口唇が極めて短時間のうちに図形の僅かな部分に触れるのみであって、触覚で入念な把握がなされることはない。それは視覚による識別結果への確信度が高いので、触覚ではごく軽く確認するとの意味合いからであろう。事実、この型による識別正答率は 100% である。

(e) 最も後の段階で現われた Eye 型の探索では、触覚による確認は全く必要とされていないわけであるが、9 回の試行のいずれにおいても識別に成功して



いる。以上、視覚のみによる識別は触覚の関与から次第に脱却する経過の中で徐々に現われ、確実に達成されたという過程を認めることができる。

#### 4. 視覚による形態識別に必要な走査方式—頭部運動の分析を通じて

形態識別には、どのような走査方式が採用され、有効であったのか。図形観察時の眼球運動は記録できなかったもので、上記3と同様に7回の実験日(1980.10.21～1982.11.25)を対象に、ビデオに記録されているKMの頭部の動きを資料として、この問題への解答を得ることとした。

(1) 視覚による形態識別に際して認められた頭部運動は、大旨表6の4種に分類できる(佐々木ら,1984)。すなわち、

表6. 充実図形の識別に見られた走査様式

<u>Type I</u> :	図領域のほぼ中央を横切るように左右に移動する動き。
<u>Type II</u> :	Type I の動きに加えて、図領域の縁の一部に沿った移動。
<u>Type III</u> :	Type II型からType I の動きが消失して、図領域の縁の一部に沿う頭部運動のみが現れる場合である。
<u>Type 0</u> :	明瞭な頭部運動が観察されないか、上記3種に属するような規則的な動きとして分類できないような微小で不定型の動きのみが生じた場合である。

これらType I からType IIIまでの走査様式を図式化して示すと図6のようになる。

図6 形態識別時の頭部運動型

(2) 各試行での識別では同一の頭部運動は何度か繰り返し現れる。しかし、ここではその回数は問題とせず、先述の5種の識別探索行動の各試行でどの走査運動様式が現れたのかと言う点だけに注目して、両者の対応関係と各Typeの識別正答率を、全実験実施日を通じての平均値で示したのが表7である。

表7 形態識別の探索行動型と走査様式の対応関係

表7を見ると、規則的な頭部運動の認められないType 0の走査は、図4で示したように識別実験の初期に現れるHand-Eye-Hand 型およびEye-Hand型での生起率が圧倒的に高く(23回の試行中11回)、視覚のみによって識別が完了するEye型の識別をしたときには、1回も現れていない。一方、図領域を横断する






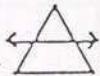
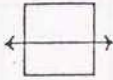
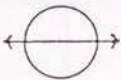

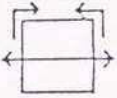
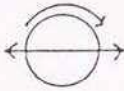


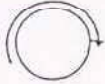
figure Type			
I			
II			
III			

図6 充実図形識別時の走査方式（頭部運動型）

→：左から右への動き

↔：左右の往復運動

表7 形態識別の探索行動型と走査様式の対応関係（出現回数）

	H-E-H	E-H	E-H-E	E-L	E	合計出現数	正答率
0型	<u>1 1</u>	<u>1 1</u>		1		2 3	52.2% (12/23)
I型	2	<u>2 3</u>	5	1		3 1	70.0% (22/31)
II型	4	<u>1 7</u>	7			2 8	57.1% (16/28)
III型	2	4	1	<u>1 1</u>	<u>9</u>	2 7	85.2% (23/27)
合計 出現数	1 9	5 5	1 3	1 3	9	7 3	
正答率	6/19 (31.6)	40/55 (72.7)	5/13 (38.5)	13/13 (100)	9/9 (100)	73/109 (70.0%)	



ような水平運動を伴うTypeI 走査及びそこに図領域の縁に沿う動きも加算されるTypeIIの走査が現われるのは、眼で識別はするが手による確認をも必要とする、Eye-Hand型の探索時が中心となる。更に、実験の後半に現れて図領域の縁を重点的に探索するType IIIの走査による探索行動時には、Eye-Lip 型とEye型が主流となっている。

このように、継続的な実験が進行し、識別精度が上昇するにつれて採用された視覚による走査部位と様式も変化した。当初は、図領域の中央部分に焦点が置かれ定式化された動きの少ない状況であったものが、やがて水平の動きを伴う様式の走査が現われ、そして更に図領域の輪郭の一部にそって辿るような走査へと、次第に移行していったことが認められる。そして、そのような様式による識別行動の獲得に伴って主体となる感覚系も、「触覚」から「視覚」へと変換したのである。

(2) 走査方式による識別確度は一様ではない。走査方式毎の平均正答率を表7によって比べると、TypeIII が85.2% で最も高い。次いで安定しているのは、TypeI であり70% の正答率を示している。一方、水平と一部の輪郭に沿った走査が併用されてる TypeII での正答率は57.1% に留まり、図領域の中央を水平の走査するのみのTypeI よりも低く、Type 0の52.2% と比べても大きな差異は認められない。

以上の分析により、図形の輪郭に沿った頭部運動を伴い、視覚を主体とする走査様式が最も精度の高い識別と対応することが認められた。また、図領域を横切るように水平の頭部運動を伴うような様式の走査もそれに次いで有効であり、その前段階で現われるといえる。

#### [IV] 考 察

3種の平面図形の形態識別については、手術後も1か月間は60% 台の正答率にとどまり、識別に際して触覚を援用する、という傾向も急減することはなかった。つまり、当初は目で見える前に手で触ってしまい、見た後に再度手で触るという型の探索(H-E-H)が多かった。しかし、その後1年間に識別正答率の上昇と呼応するように、触覚に強く依存した探索行動は減少し、触覚は視覚の確認をする役割として視覚の背後に退くような様相を示し、最後には視覚のみに

よる探索で識別に成功し、完了するという経過を辿った。

次に、そのような視覚による形態識別に関わる走査様式に注目すると、頭部運動を通じて捉えた走査様式の変遷と識別精度の上昇過程はよく対応をしていた。最初は非定型な動きであったが、次第に図領域の中央を貫くような水平の走査へとかわり、最終的には、図領域の縁の一部に沿って辿るような走査へ変化した。

だが恐らく、縁に沿った頭部運動が意味するものは動きそのものの様式ではなく、そこでの走査対象が図領域の内部から、図領域の縁へと移行したことを意味し、そのことが平面図形の形態識別にとって深い意味を持つのではあるまいか。



### 実験5-3：形態識別の形成過程と探索走査－輪郭線図形の場合

#### [I] 目的

実験2によって、充実図形の形態識別確度の上昇に伴い、図領域の縁に沿うような走査行動が出現することをみたが、このことを踏まえたとき、図形の識別にとって、図領域の縁と輪郭とがどのような意味をもちかが、疑問となる。この疑問を解くことが、次の課題となってくる。

そこで、ここでは輪郭線図形の識別課題を導入して、(1) 輪郭線図形と充実図形は形態としての等価性を持つのかどうか。(2) 次に、もし異なる場合には、輪郭線図形における「輪郭線」は形態の知覚体制にどのような関わりを持つのかを、吟味する。

#### [II] 方法

提示図形としては、白台紙上中央に黒(N 1.5)の標準色紙から切り取った幅5mmの黒線を貼着して作成した輪郭線図形を用いる。これを1枚ずつ提示して、形態の名前を言語で報告することを求めた。充実図形での識別実験と同様に、図形の種類は正三角形、正方形、円の3種で、大きさは、正三角形が一辺12cm、正方形が一辺8cm、円の直径は8.9cmである(図2参照)。

#### [III] 結果

##### 1. 手術前及び手術後1か月間の識別結果

手術前('80.9.19)試みに、上記図形よりも小さな輪郭線図形(白台紙上に黒線で描かれた3角形と正方形が一辺3.5cm、円は直径4cm、台紙は縦40cm、横30cm)をひとつずつ提示したり、あるいは、黒板に白のチョークで輪郭線図形を描き、形態の識別を求めてみた。その時KMは、どの図形に対しても、全く何も答えることができなかった。このような事実を、同じ大きさの充実図形に対しては「棒」と答えたり、図領域を厚い木片にするとなんとか形態の名前を答えた(チャンスレベル以上の識別率は示されていないが)ことと比較すると



両図形の形態としての等価性に疑問を抱かざるを得なかった。

手術後、最初に行った輪郭線図形の実験('80.11.27:第1眼の手術後約1か月)では、各5試行ずつ識別を求めた。すると、3角形には1度「正方形」、正方形に対しては2度「三角」との誤答は生じたものの、それ以外は15試行中12回まで正答を示し(平均:80%)、識別が容易になったかのごとき印象を与える結果であった。そのため、その後しばらくは、輪郭線図形の識別実験は行わなかった。

## 2. 手術後約10か月間及び10年後の識別率の変化

手術後、最初に行った輪郭線図形の実験から7か月後('81.6.15)に、輪郭線図形の実験を再開すると、正方形は6試行中2回、円については5試行中3回しか正答できず、正答率は平均57.1%に留まり、充実図形よりも識別は困難であることが確認された。引き続き、日を隔てて6月に2度行った実験(6.22、6.27)でも、正答率は52.6%と64.6%で識別確度が上昇した様子は認められず、同時期の充実図形での正答率に比べると、約20%も低い結果となっている。

図7は3種の輪郭線図形に対する識別正答率の変化を術前から術後9か月間('80.9.19~'81.10.28)及び、10年8か月後に実験を再開した際の識別率を実験実施日に対応させてプロットしたものである。識別率は最初の段階でも、全体としては僅かながら上昇する兆しを示してはいるが、日による変動が大きく、充実図形では識別が容易であった3角形の識別も困難であるなど、難渋している様子を否定することはできない。

そこで輪郭線図形の特徴をKMがどのように捉えているのかを明確にするための介入実験(1981.10.2に実施)を行った後に、再度もとの図形の識別へと戻ったところ、いずれの図形にも初めて90%の識別率を示し、その4週間後には初めて100%識別することができた。そのような安定した結果は10年以上を経て実験が再開された1992年5月10日以降も保たれている。図8は同時期に行われた実験日のみを選び、充実図形と輪郭線図形の平均識別率を比較したものである。

図7 輪郭線図形の識別率の変化

図8 充実図形と輪郭線図形の識別率の比較

## 3. 輪郭線図形の識別と走査様式

(1) われわれは、識別活動の際に採用された走査様式を両図形間で比較する



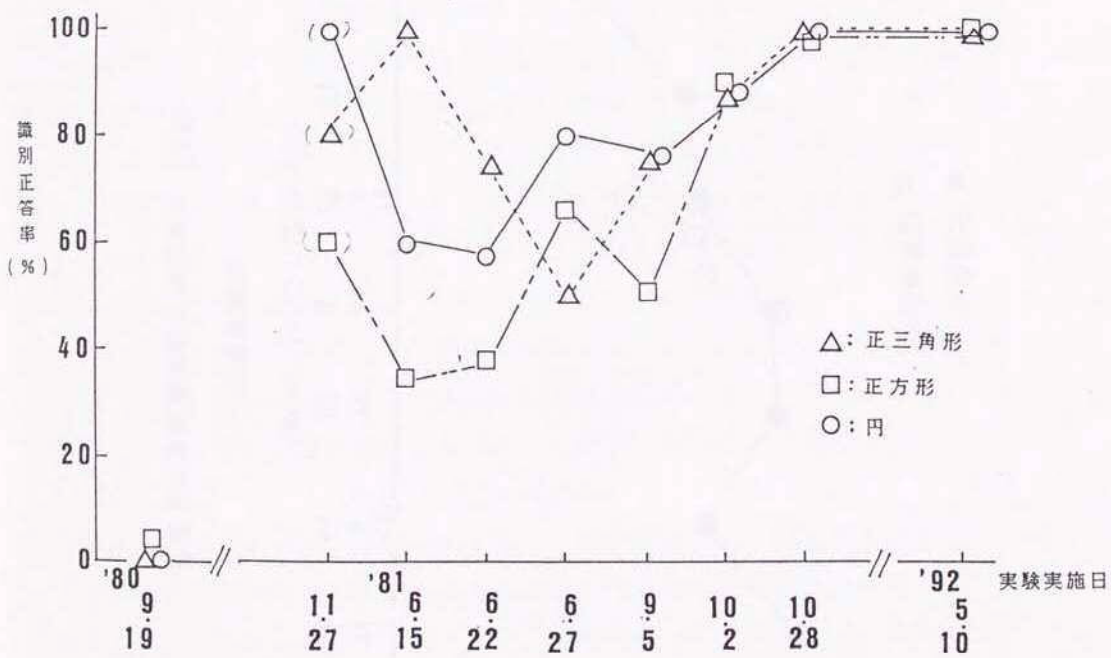


図 7 輪郭線図形の形態識別 - 正答率の推移 -

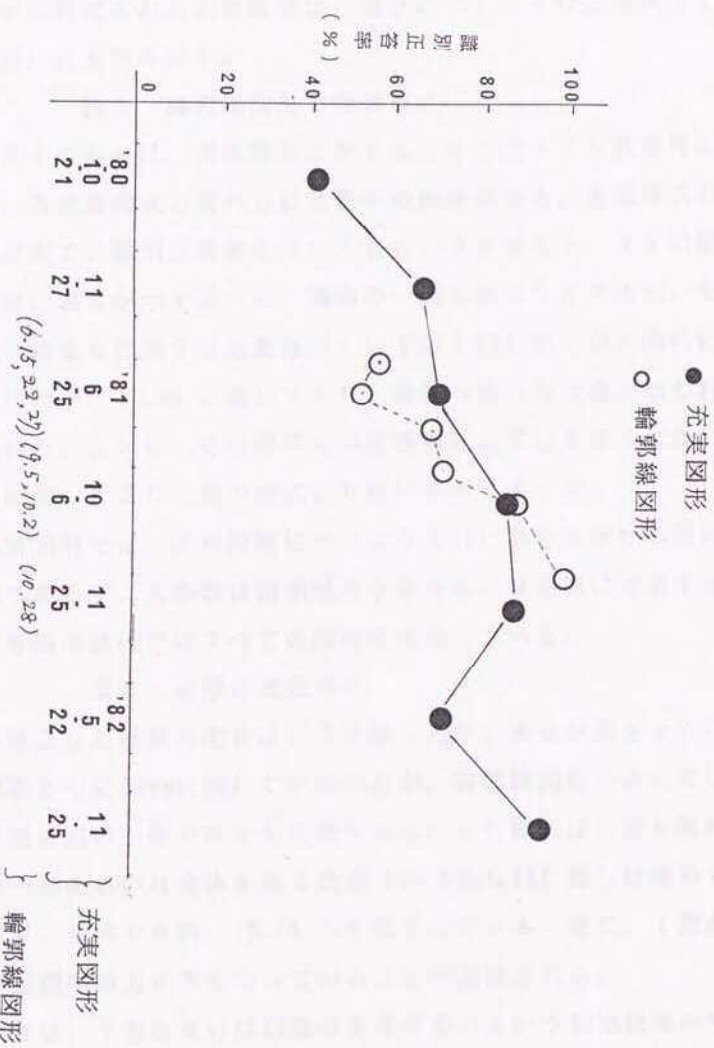


図 8 充実図形と輪郭線図形の正答率



ことによって、初期の段階では輪郭線図形の識別が困難である理由を考察し、その上で事態の改善を図るための介入実験を計画した。

しかし、その介入実験については次節で紹介することとし、ここでは実験を開始した初期（'80.1.27～'81.9.5）および、再開した後期（'92.5.10～'92.4.18）の識別実験の結果をまとめて比較してみることにする。KMが示した頭部運動の方向、及び視線を向けたと判断された図形上の場所とに注目したとき、ビデオの記録から特定された走査様式は、図9に示すような3種類（I型、II型そしてIII型）に大別された。

#### 図9 輪郭線図形の走査様式

それらの走査様式そのものは、充実図形に対するときと比べても共通性の高いものであったが、各走査様式の現れ方には若干の相違がある。走査様式の現れた試行数とその走査での識別正答率を示した表8、9を見ると、まず初期段階の輪郭線図形では、表8が示すように、輪郭の一部を辿ろうとするか、それに加えて辺の一部や角をも注視する走査様式（いずれもIII型）が圧倒的に多く、46回の中19回に及び、41.3%に達しており、輪郭へ過大な注意が払われていたことが認められる。しかし、その様式での正答率は必ずしも高くはなく、平均57.8%（11/19）に留っており、他の様式より低いものであった。

それに比べて充実図形では、初期段階にそのようなIII型の走査は6回のみ、14.6%しか現れておらず、大多数は図領域を水平あるいは垂直に走査する様式であるが、その6回の試行ではすべての識別に成功している。

#### 表8 初期の走査様式

では形態識別が確立した後期の走査はどうであったか。表9が示すように、識別正答率は両図形ともに100%に達しているのだが、輪郭線図形においては、輪郭の一部を辿り更に辺の一部や角をも注視するといった様式は一度も現れていないし、輪郭の一部あるいは全体を辿る走査（いずれもIII型）は極めて僅かしか現れておらず、全体で6回、16.7%へと低下している。逆に、I型あるいはII型の走査の出現率の方が多くなっていることが注目される。

他方、充実図形では、I型あるいはII型の走査が多いという初期段階の傾向はそのまま引き継がれており、大きな変化は認められない。その意味では、識別確度の向上した段階では、輪郭線図形の走査も充実図形とほぼ同様の様式に





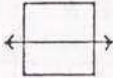


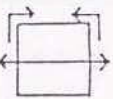
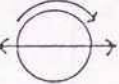

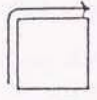

figure Type			
I			
II			
III			

図 9 輪郭線図形の識別における3つの頭部の動きの型



表8 形の識別における走査方式の出現試行と正答率

— 輪郭線図形導入の初期段階 ('80.1.27 ~ '81.9.5) —

走査型	走査の方式	輪郭線図形	充実図形
I 型	図領域を水平・垂直に走査	1) 2) 1 7 (70.6%:12/17)	1 9 (84.2%:16/19)
II型	水平・垂直走査＋輪郭の一部を注視	5 (20.0 : 2/5)	4 (50.0 : 2/4)
	水平・垂直走査＋輪郭の一部を辿る	5 (60.0 : 3/5)	1 2 (75.0 : 9/12)
III型	輪郭の一部を辿る＋辺の一部、角を注視 輪郭の一部を辿る走査	8 (37.5 : 3/8)	2 (100 : 2/2)
		1 1 (72.7 : 8/11)	4 (100 : 4/4)
1): 出現試行回数、2): その走査方式での正答率		4 6 回	4 1 回

到達した、という解釈も可能といえる。ただ、輪郭線図形よりも充実図形での成功率が高いことが認められる。

表 9. 後期の識別で採用された走査様式と出現頻度

図 10. 初期・後期の各走査様式の出現率の推移

ところで、両図形で頻繁に採用された I 型では、視線が図領域の内部をよぎる走査を行っているが、充実図形ではまさに中央の図領域（黒色部分）が、走査の対象となっている。一方、輪郭線図形ではその中央の白色の部分はおそらく地領域となるために、そこを見ただけでは形の特性は抽出できない。そのため、黒線によって構成された部分を図領域として捉え直すか、あるいは黒線も含めてその白い領域を面として捉え直すかしなければ、形態の知覚は成り立たない。このような事情の違いが輪郭線図形での形態識別を困難にし、走査様式を充実図形とは、一部異なったものにした可能性は否定できない。

#### [IV] 考 察

手術前及び術後 9 か月の時点では、輪郭線図形の識別が充実図形に比べて困難であり、走査様式にも差異が認められた。つまり、輪郭線図形では輪郭部分に沿う頭部の移動と、輪郭のある部分を走査対象とし、そこに視線が停留するような走査様式（III 型）が充実図形に比べると多く発生していたが、識別が向上すると、そのように輪郭を辿る走査は減少し、充実図形と同様に水平あるいは垂直に頭部を移動させる、という走査の方が多く現れるようになった。

輪郭線図形におけるこのような識別確度の向上と走査様式の変化は、なぜ現れたのだろうか。本来、形態の個別性は地領域と図領域の境界部分に現れるので、形態識別にとって最も効率のよい走査は、図領域と地領域の境界、即ち縁を観察することである。充実図形では図領域はある程度の拡がりをもつ面を成し、地領域との輝度差も大きいのでそのような走査を行うことは容易である。

一方、輪郭線図形では図領域を囲む幅の狭い輪郭線に沿って視線を移動させ、形態の外郭を連続的に捉えなくては、輝度差のある輪郭を捉えることはできない。それでも初期の識別に際しては、そのような輪郭線を辿るという作業を苦心しながら行うことで形態の走査がなされた可能性が窺われる。だが、KM にとってそれが決してまだ容易ではなかったことは想像に難くない。そのため



表9 形の識別における走査方式の出現試行と正答率

- 輪郭線図形導入の後期段階 ('92.5.10 ~ '92.4.18) -

走査型	走査の方式	輪郭線図形	充実図形
I型	図領域を水平・垂直に走査	1 <sup>1)</sup> 7 <sup>2)</sup> (100%:17/17)	1 2 (100%:12/12)
II型	水平・垂直走査+輪郭の一部を注視	8 (100%: 8/8)	7 (100%:7/7)
	水平・垂直走査+輪郭の一部を辿る	5 (100%: 5/5)	5 (100%:5/5)
III型	輪郭の一部を辿る+辺の一部、角を注視	0	0
	輪郭の一部を辿る走査	4 (100%: 4/4)	0
	輪郭の全域を辿る	2 (100%: 2/2)	7 (100%:7/7)
1): 出現試行回数、2): その走査方式での正答率		3 6	3 1

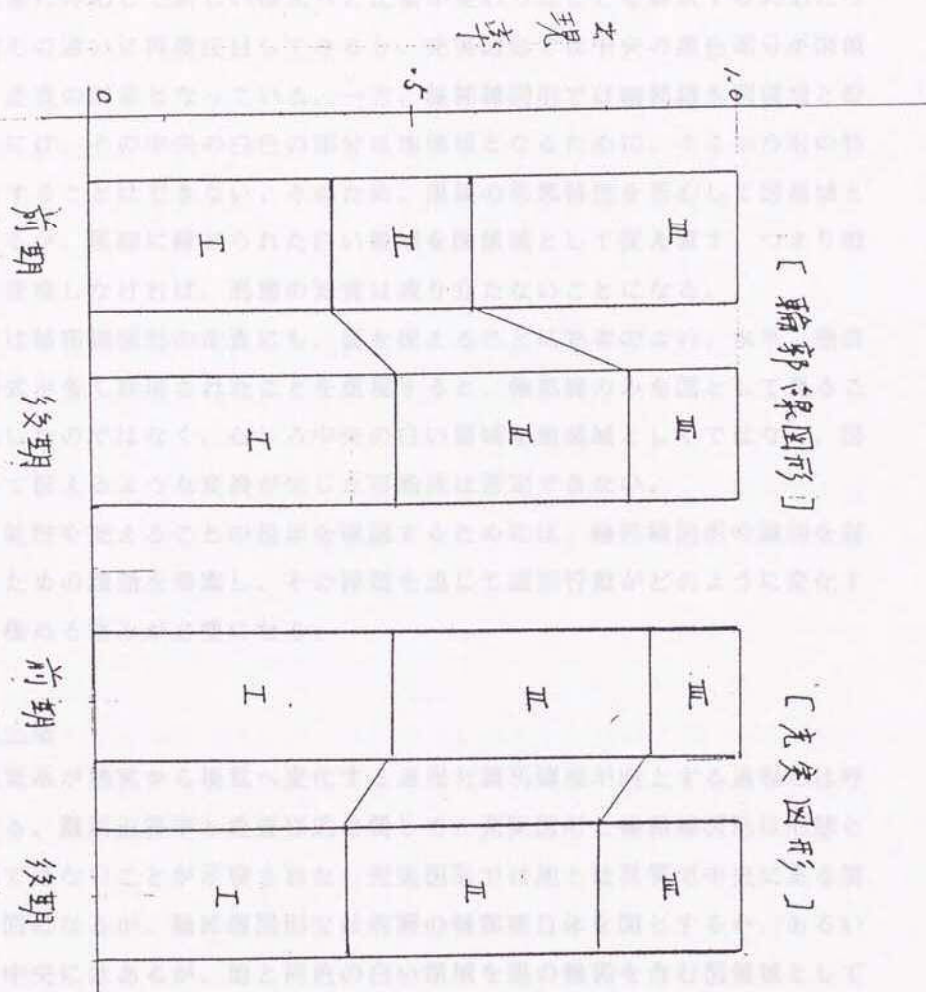


図 10 初期・後期で現われた各走査様式の出現率の推移



に、一旦頭部の動きを止めて輪郭線上の辺の一部、あるいは角を観察する行為が、輪郭を辿る走査のほかに加わることになった。しかし、結果はそのような走査様式が頻繁に採用されても、この時点では正確な形態把握にはつながっていなかった。

その改善に呼応して新しい様式へと比重が変わったことを解釈するにあたって、両図形の違いに再度注目してみると、充実図形では中央の黒色部分が図領域として走査の対象となっている。一方、輪郭線図形では輪郭線を図領域と捉えた場合には、その中央の白色の部分は地領域となるために、そこから形の特性を抽出することはできない。そのため、黒線の形態特性を苦心して図領域として捉えるか、黒線に縁どられた白い領域を図領域として捉え直す、つまり地を図へと変換しなければ、形態の知覚は成り立たないことになる。

後期では輪郭線図形の走査にも、面を捉えることに効率のよい、水平、垂直の走査様式が多く採用されたことを重視すると、輪郭線のみを図として見ることに習熟したのではなく、むしろ中央の白い領域を地領域としてではなく、図領域として捉えるような変換が生じた可能性は否定できない。

その可能性を捉えることの是非を確認するためには、輪郭線図形の識別を容易にするための課題を考案し、その課題を通じて識別行動がどのように変化するかを見極める営みが必要になる。

#### 〔V〕総括

主たる感覚系が触覚から視覚へ変化する過程と識別確度が向上する過程とは呼応している。識別正答率と走査様式に関して、充実図形と輪郭線図形は形態として等価ではないことが示唆された。充実図形では地とは異質で中央にある黒い領域が図になるが、輪郭線図形では周囲の輪郭線自体を図とするか、あるいは同じく中央にはあるが、地と同色の白い領域を黒の輪郭を含む図領域として見るよう変換しなくてはならない。ここに輪郭線図形の視覚による形態視を充実図形とは異質で、困難なものにしている要因がある。

#### 実験5-4：輪郭線図形の面形成－識別を促すための介在実験

##### [I] 問題

開眼者KMにおいては、充実図形に比べて輪郭線図形では形態識別が難しく、形態としての把握様式が両図形では異なることが明らかになった。従って、輪郭線図形の知覚の向上を図る介在実験を通じて、形態上同形である両図形が知覚上も等価性をもつのかどうかを吟味することが、ここでの問題となる。

##### [II] 目的

上記の問題意識に基づき、輪郭線図形のもつ形態上の2重構造的性一輪郭部分が単独で図となる場合と輪郭がくが中央領域の境界を表象する場合がある一への注意を喚起する。

具体的には第一の場合を想定して、輪郭線の部分を見やすくかつ強調した図形を導入して、形態知覚における輪郭線の機能を理解し、充実図形と輪郭線図形の関連性に注意が喚起されることを最初の狙いとする。

##### [III] 方法

(1) 厚さ8mmの木板(色は薄いベージュ)からくり抜いて作られた、幅15mmの木枠による輪郭三角形、輪郭正方形、輪郭円(図11参照)をひとつずつ机の上に置き、形の識別を求める。なお、この木枠による輪郭図形(木枠輪郭図形と呼ぶ)を用いることで、先の実験で用いられた白台紙上に黒色紙の輪郭線を貼着した輪郭線図形よりも、輪郭部分の高さが0.5mmから8mmへと増し(16倍)、面積も切り取られている図形内部を含めると、 $64\text{cm}^2$ から $100\text{cm}^2$ へと大きく(1.56倍)なっている。

図11

(2) 木枠輪郭図形で識別が成立した場合には、従来から用いている白紙上の黒線による輪郭線図形の識別実験を引き続き行い、探索走査活動が転移し、識別の形成が促されるか否かを吟味する。



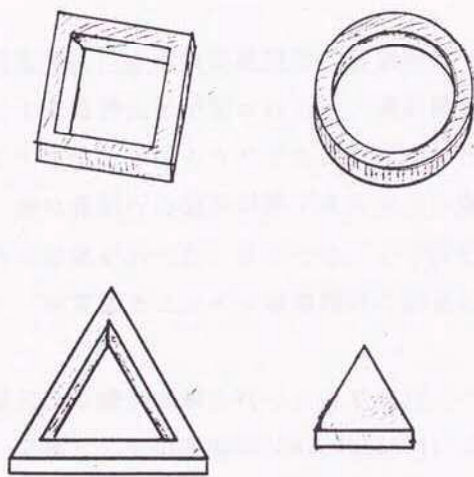


図 1 1 木枠の輪郭図形と木片の充実図形

(3) 実験期日としては、充実図形に比べて輪郭図形の識別は難しく、正答率は変動が激しく、輪郭線図形の実験を導入して約10か月前後を経過しても平均約60%の水準を脱却できないことが認められていた、1981年10月2日であった。右眼手術後324日、左眼手術後307日にあたる。

#### [IV] 被験者

開眼者：KM

#### [V] 結果

##### 1. 木枠輪郭図形導入による輪郭線図形の識別効果

机の上に木枠による輪郭図形が置かれると、輪郭部分が浮き上がって見えるためか、ただちに手を出して触ろうとする行動が現れた。そのため、まず眼で見よう教示し、更に各試行の識別が終了するまでの間、KMの後ろからごく軽く腕を抑えておく必要があった。それでも、12試行のうち2試行では先に手で触ってしまい、充実図形に比べて輪郭図形の識別には苦慮している様相が認められた。

とは言え、視覚による識別実験を行った10試行いづれにおいても正答を与えることができ、全体としての正答率は83.3%(10/12)に達した。この結果は、同日行った白紙上の充実図形の正答率：85.7%(6/7)に近似するものである。

更に、この木枠輪郭線図形にひき続き、白紙上の黒輪郭線図形の識別実験を行ったところ、6試行すべてに正答を与えており、約1か月前の実験('81.9.5)での、同種の輪郭線図形に対する正答率：66.7%(8/12)に比べると、識別確度が上昇したことを物語っている。

##### 2. 充実図形と輪郭線図形の差異に関する報告

この日('81.10.2)初めて導入した「木枠輪郭図形」では、白台紙上に黒の色紙から切り取って貼着した輪郭線図形に比べると、輪郭部分の厚さが増しただけでなく、台紙上に貼りつけていないために輪郭部分を手にとることができる。このような輪郭図形を用いたことにより、KMは充実図形と輪郭線図形の比較観察を自発的に始めた。

そのような観察および識別実験が進行するなかで、KMから寄せられた「充



実図形と輪郭線図形の等価性」および、「形態にとっての輪郭線の意味」を示唆していると思われる言語報告を記すと表10のようになる。ここでKMが操作したのは、木枠輪郭線図形および、木片充実図形の2種（図11参照）である。

表10 木枠輪郭図形と木片充実図形の比較に関する言語報告

図形・試行	観察された行動・言語報告
<u>3角形</u> 第1試行	<p>(1) 識別の後、木枠輪郭図形を手に採り眺めながら、KMは「小さい3角（木片による充実3角形）はどういうの？」と尋ねたので、木片充実図形を手渡すと、両者を比較して、木枠輪郭3角に対しては「<u>穴のあいている3角</u>」と名づけた。</p> <p>(2) 木片の充実3角形には、叩いたり動かしたりして、木枠輪郭3角に対するよりも関心を示したので、実験者が「こちらの方が（木枠輪郭よりも）3角形みたい？」と尋ねると、KMは「<u>3角みたい</u>」。「あっちは穴があいているから...」と両図形が知覚上等価ではないこと、その差異は図領域内部が形態を持つ面として充実しているか否かによることを明瞭に示した。</p> <p>(3) 実験者Mが、机の上に置いた木枠輪郭3角形の内部を指して「こちらに、これ（木片充実3角形）が入るかしら」と尋ねると、KMは即座に<u>木枠の輪郭3角形の内部に木片充実3角を埋め込む</u>ことを自ら行った。その後も「入れるってどういうこと？」と言いながら、<u>同様の作業を興味深げに何度も繰り返した</u>。</p>
<u>正方形</u> 第2試行	<p>(1) KMが木枠輪郭図形を視覚で識別し、下辺の輪郭部分を握って形態確認をした段階で、実験者が木片の充実4角形を手渡すとKMは<u>木枠の輪郭4角形の内部にそれを繰り返し入れた</u>。</p> <p>(2) しかし、充実木片が木枠輪郭図形の内部よりもかなり小さくて、木枠の内側領域を埋め尽くせないような小型の場合には、手渡されても、補填行動を試みない。</p>
第8試行	<p>(1) KMは木枠輪郭図形の識別後、木片充実図形を採り上げ「<u>これも同じなの？これと（木枠輪郭図形）</u>」と問を投げかけた。</p> <p>(2) 実験者が即答しないでいると、KMは木片充実図形を指し「これは、<u>ただの四角</u>」と言い、正方形に関しても「充実図形」と「輪郭図形」が知覚上まだ等価ではない旨の報告をした。</p>



以上、木片の充実図形と輪郭線図形に関してK Mの示した行動を通じて、両図形に対する認識には次のような差異のあることが見いだされた。

- (1) 介在実験開始当初は、充実図形と輪郭線図形が等価なものとしては、知覚されていない。
- (2) 両者の弁別は図領域の外側に境界線、つまり輪郭線があるか否かよりも、輪郭線で囲まれた図領域の内側に穴があいているか否かに比重が置かれている。
- (3) 図領域の内側が充足している、充実図形は

「3角らしい3角」

「穴のない3角」

「ただの4角」、「普通の4角」などと定義されている。

図領域の内側が空洞の、輪郭線図形の定義は

「穴のある3角」

「3角みたいでない」などである。

従って、両図形は同形であっても等価とは捉えられていないこと、また、形態の標準形は中央の領域が図領域となり、周囲の地領域と色も異なる「充実図形」であることが示唆された。

- (4) しかし、両図形の等価性の理解は、輪郭線図形の図領域内部を充実図形で実際に補填して輪郭図形の空洞領域に面形成を図る操作や、逆に補填した部分を取り除いて充実図形を輪郭線図形に戻す操作を繰り返し行なうことで、輪郭線図形と充実図形の連続性あるいは互換性を認め得る兆しが現れた。

このような介在実験に引き続いて、白台紙状の黒輪郭線図形による識別の確認実験を行ったところ、識別正答率は初めて80%という高い水準に達し、介在実験で得た輪郭線図形と充実図形の等価性の認知が、輪郭線図形の識別を以前よりは容易なものにした可能性が示唆された。

### 3. 輪郭線図形における面形成

この介在実験を行ってから約4週間後('81.10.28)、輪郭線図形の識別実験の際にK Mは、白紙上の黒輪郭線による3角形に「これ、3角..」と報告し、識別はできたものの「これ、白くて白くて...」と言いながら難しいとの表情



を示した。更に続けて、輪郭線の内側、つまり図領域を指して「ここに色を塗った方がいい...」との要望も実験者に提出している。

はからずも寄せられたこれらの報告は、KMにとって輪郭線図形において形態識別の対象となる図領域は「輪郭線」そのものではなく、「輪郭で囲まれた内側の領域」であり、そこを「面」として捉えようとしていることを明瞭に示している。更に、その白い部分は地と同色であるために、そこを図領域に変換してその形態を把握するという作業が、充実図形に比べて困難であるという状況が提示されている。

#### [VI] 考 察

Koffka(1935)は「通常、線は線として見え、領域としては見えない」、しかし、「線が閉合した図形を形づくるときには、等質空間内の単なる線を見るのではなく、線によって境界づけられた、面を見る」と言い、図形の内側と外側では心理的に異質であることを示している。このような性質は図形自体のもつ一般的な性質としてゲシュタルト心理学のひとつに受け取られてきたが、KMにおける一連の実験結果は、そのような線に囲まれた領域を形をもつ「面として見る」機能が自然発生的に獲得されるとは限らないことを示している。つまり、輪郭線図形における知覚的面の形成には、輪郭に囲まれた領域を実際に埋めるという何らかの補填作業を介して、輪郭線に囲まれた内部を知覚上で補完する過程が視覚発生のある段階においては必要であることが窺われる。

ところで、この段階でのKMにとって、形態知覚の対象となったのは輪郭線自体ではなく、輪郭線に囲まれた領域であったことは繰り返し述べた通りであり、そこでの線は図地の境界を分離する作用を果たしている。しかし、線にはそのような「境界を示す機能」（以下「境界表示機能」）の他に、「対象そのものを示す機能」（以下「対象表示機能」）もあり、この場合には、線自体が図でその外側が地となる。白紙上に描かれた黒い文字はその代表的な例であり、白紙上に線で描かれた顔の絵で、目の上にカーブした横線があればそれは眉自体を表すといった表象的表現機能にも発展する(Steiner, 1986)。

しかし、輪郭よりも面への注目度が高い現段階のKMにおいては、このような線による「対象表示機能」の知覚は完全に達成されたとは言い切れない。



## 第5節 要約と考察

先天性白内障の手術を左右眼に9歳で受けたKMについて、術前には保有視覚の確認実験を始め、術後は平面図形による形態視の識別機能の開発を図る実験を行った。その結果、明らかになったことは以下の通りである。

1. 実験5-1で術前の保有視覚を確認したところ、機能によって触覚への依存度が一様ではなく、「色彩視」は視覚のみの探索によって識別が可能であり、対象を目の前に近づけたり、手に持つなど触・運動的な補助を要さない段階に達していた。それに対して、「図領域の拡がり（長さや大きさ）の弁別」と、「図領域を数える行動（計数行動）」においては、まず視覚による探索が行なうが、途中あるいは反応後に触・運動的な確認を必要とした。更に、「形態の識別機能」においては、まず触・運動的な行動を動員しようとする傾向が根強く残っており、視覚を主体とする識別は困難な状況であった。

触覚への依存度が高い程、視覚機能としての習熟度が低いとみなすならば、これらの結果はKMにおける保有視覚の機能別到達段階を示すだけでなく、視覚の発生の順序性（『色彩視』→『図領域の大小弁別機能』→『図領域の係数行動』）をも示している可能性が示唆された。先の第4章でYSが形態弁別を獲得する前段階に、図領域の「色彩視」⇒「定位」⇒「拡がり」⇒「延長方向」という順序で下位機能が発生し、それらの機能が形態弁別に際しても援用された事実とも、連続性をもって捉え得る現象である。

2. 実験5-2では、手術後の視覚による形態識別の形成過程を白い台紙上の黒い「充実図形」に関して明らかにした。手術後も1か月間は識別が困難で、正答率も60%にとどまり、見る前に手が出たり、見て答えた後には必ず触覚によって確認をするという触覚優位の状態が持続した。しかし、その後1年間の継続実験によって、正答率の上昇が認められ、それに呼応して視覚の方が識別機能として優位な役割を果たすようになり、一貫して視覚のみによる探索でも識別が完了するまでに至った。

更に形の識別に際して観察された「頭部運動」に注目すると、KMは当初、「図領域内部」を走査の対象とし、そこを横切るような様式の運動が頻繁に観察された。が、識別正答率の上昇とともに、「図領域の縁」へと走査対象が移り、縁の一部を辿るような様式の運動が現れてきた。



3. 実験5-3では、白い台紙上に黒の線で描いた「輪郭線図形」の形態識別の形成過程を調べた。導入の時期は充実図形よりも遅く、術後9か月の時点であったが、当初の正答率は充実図形より約20%ほど低い点、100%の正答率を示すまでの11か月間に認められた走査様式が若干異なる点などから、両図形が知覚上等価であるのか、という疑問が提起された。

4. このような疑問に対しては、図形の走査様式によって回答の一部を得ることができた。即ち、輪郭線図形の初期段階では、輪郭の一部を辿ろうとするか、あるいはそれに加えて辺の一部や角を注視しようとする走査様式が導入され、「輪郭」に対して過大な注意が払われてたが、その段階での識別正答率は60%に満たなかった。正答率が100%に達したのは後期の段階であり、このときには「輪郭」を辿ろうとする頭部運動は一度も現れず、視線はむしろ図領域の「内部」に集中し、そこを横切るような水平の走査様式、または水平走査に輪郭の一部をも加えて走査するという様式が多く観察されている。

その理由については、輪郭線図形では通常「輪郭線」の部分が形態を表すと考えられており、KMも当初はそうに輪郭線を図領域として捉えることを試みたが（この場合には輪郭線に囲まれた白い領域は地となる）、線から形の特性を抽出することができなかった。よって、輪郭線に囲まれた中央の「白い面の領域」を図として捉え直す見方に変換したため、走査様式も変化したという可能性が考えられる。

輪郭線の識別に関するこのような結果は、充実図形と輪郭線図形が知覚上の意味においては必ずしも等価ではないこと、更に、充実図形の知覚（面を図領域として捉える）の方が輪郭線図形のそれ（輪郭線を図領域とする）よりも形態視の発生過程として先行するという、発生的な順序性をも表していると推断される。

5. 実験5-4は、知覚的な意味において、輪郭線図形と充実図形のもつ差異を明確にし、輪郭線図形の識別の改善を図るために行った介入実験である。白い台紙に黒い線で描かれた輪郭線図形ではなく、輪郭線に相当する部分に立体的な木製の枠を置くことで輪郭図形としたものを提示し、識別を求めた。

そのような木枠による輪郭図形に対しKMは「穴のある丸」、「穴のある三角」と言い、充実図形には「普通の丸、普通の三角」と言って区別している。

台紙上の黒輪郭線図形に対しては、その内側を指して「これは白くて、白くて...」、「ここに色を塗った方がいい」と言って、形態として捉え難いことを訴えた。実験者が輪郭線の内側に同形で小さい充実木片を充填してみせると、KMも自発的に同じことを熱心に繰返した。輪郭線図形と充実図形が連続的に捉えられる兆しが次第に現れたのはその後のことであった。

以上、輪郭線図形の識別を通じてKMの歩んだ過程は、(a)「線」には面領域の境界を表すという「境界表示機能」と、線自体が形態を表すという「形態表示機能」があり、充実図形は前者を、輪郭線図形は両方持っていることを、更に(b)後者の機能に従って形態を知覚する方が前者によるよりも困難であることを、また、それらの点からしても、(c)両図形の知覚上の意味は、必ずしも最初から等価であるとは限らない、ことを示しているように思われる。



## 第6章 複合図形の形態知覚

### 第1節 複合図形の分節化が示す問題と従来の研究結果

輪郭線による単一平面図形の形態識別が可能になった開眼者は、2つ以上の幾何学的輪郭図形を組み合わせた図形（以下、複合図形）に対して、どのような分節型を示すのだろうか。例えば図1-(1)のように構成要素となる図形は三角と丸であっても間隔をあけて並列的に配置した場合に比べて、図1-(2)のように図形を構成する直線または曲線の一部が交差している複合図形では、多様な分節が可能であり、構造化の決定は観察する者に委ねられている。

図1 2種の輪郭線図形が並列した図形

これまで複合図形に関する研究は次のような観点から行なわれてきた。ひとつは、晴眼者の視覚と触覚による分節型を比較することで、平面図形の形態把握における視覚と触覚の差異を明らかにすること、二つめは複合図形の分節型の規定因を視覚障害の程度との関連で明らかにすることである。各観点から得られた実験結果の概要は次のとおりである。

#### 第一の問題：視覚と触覚による分節型について

Becker (1935) および山根 (1935) は視覚健常者の視覚による分節型と先天盲の触運動的な分節型を比較することにより、形の知覚において触運動的な知覚と視覚とは異なる条件規定を受けることを見出している。つまり、図2に示す複合図形の中、例えば図2-1の図形を見たときには「相交わる二つの円」との把握が多いが、触覚では「三日月が二つ」または「中心に楕円があって、その外側を楕円または、中央がくびれた楕円が取り囲んでいる」という把握が多く現われる。

その理由を山根 (1935) は、視覚による把握では、「よい連続の要因」、直線同志、曲線同志がまとまる「類同性の要因」、「相称性の要因」あるいは、「繰り返しの要因」が優位になり易いのに対して、触覚では「よい連続の要因」が働きにくい。そのため、視覚に比べて触覚では、全体として大きな性質が把握されにくく、狭い範囲での集括が生じ易いからであるとしている。

図2 実験に用いた複合図形



(1)



(2)

図1 2種の輪郭線図形を並置した場合(1)と交差させた場合(2)





a



b



c



d



e



f

図 2 複合図形

このような視覚と触覚による分節型の相違は、視覚健常者による視覚と触覚の間でも認められる。Metzger(1953)は、Beckerの研究を踏まえて行った実験で、視覚健常者も触覚では盲人と同様の結果を示す事実を基礎にして、形に分節が視覚では「よい連続の法則」が働くのに対して、触覚では「取り囲みの要因」ないし「共通中心の要因」が分節を決定し、そこに両感覚の違いがあると解説している。

では、このような視覚と触覚にみられた分節型の違いは、両感覚様相にとって、決定的なものなのであろうか。この点について、感覚系の発達途上にある幼児では視覚および触覚において成人とは異なる分節をすることが明らかにされている。例えば、図2のような複合図形に対して、成人では $\alpha$ 型\*の出現率が視覚で100%、触覚でも85%(望月, 1876)ないし100%(木村, 1972)現われており、両感覚間で大きな差は認められない。しかし、3歳～4歳児においては、視覚では $\alpha$ 型の出現率が既に72.5%に達しているが、触覚では未だ18.5%にしか満たないのである。また、そのような視覚による $\alpha$ 型の出現率は5歳になるまでの間に平均80.9%へと順次上昇するのに対して、触覚ではそれほど増加を示さず、3～4歳児の水準と比べても大差がない(望月, 1976)。とは言え触覚でも小学校1年生になると $\alpha$ 型は40%に近づき、6年生では60%、中学1年では90%に達している(木村, 1972)。

このように視覚が健常な場合には、当初視覚とは異なっていた触覚の分節型が次第に視覚のそれに類似するものへと変り、最終的には両感覚で共通性の高い複合図形の知覚が行われるようになる、という傾向が認められる。この触覚に対する視覚の優位性については、保有視力が異なる先天盲と後天盲に対する実験(梅津・鳥居, 1965)で、視力がゼロあるいは光覚程度しかない先天性盲人の触覚ではほとんど非 $\alpha$ 型しか現われず、光覚盲あるいは視力が0.1～0.2の範囲に及ぶ先天盲群では $\alpha$ 型と非 $\alpha$ が混在し、後天盲ではたとえ視力が0あるいは光覚であっても $\alpha$ 型が現われること、さらに非 $\alpha$ 型の分節を示した群で

---

\*:複合図形の分節型を調べてた梅津・鳥居(1965)は、成人の健常な視覚で自然で、かつ容易に現われる分節型を $\alpha$ 型と呼び、それ以外の通常視覚では現われにくい分節を非 $\alpha$ 型と分類した。以下 $\alpha$ 型、非 $\alpha$ 型という表現はこの分類に準ずるものとする。



は1年後にも、やはり非 $\alpha$ 型に留まっていることを見出している。このような結果は、保有視覚の程度が触覚による分節型に一定の対応的な規定性をもつことを示唆している。

#### 第二の問題：分節型を規定する要因について

視力の程度と視覚による分節型の関係については、晴眼児（4、5、6歳）を優位眼の視力が0.7以上、0.6、0.5以下の3群に分けて $\alpha$ 型の出現率を比べたところ、視力の高さと視覚による分節型とは対応しており、特に0.5以下の場合（図形に眼を極端に近付けることはないのだが）には、他の群よりも非 $\alpha$ 型に相当する分節が際立って多い。一方、左右眼の視力差（0.4未満と0.4以上）は、0.4以上の視力差があってもそれが不利になっているとは認められず、むしろ、優位眼の視力が0.6以上あることの方が $\alpha$ 型の分節には有効であることが明らかにされている（望月他, 1985）。

視野については、紙の中央にあけた小穴を通して図形を探索するという制限視野のもとでは、たとえその紙を本人が自由に動かしても、閉合の要因が優位に働き、非 $\alpha$ 型の分節が多く現われることが確認されている（山根, 1935）。このような視野制限は、一度に把握できる領域を狭め、そのことが形の構成に必要な情報収集過程の同時性を低め、継時的な探索過程へと変化させるという可能性は否定できない。局所的・継時的な探索は視覚印象の断片化と探索時間の延長を招き（Ikeda ほか, 1979）、それが図形全体の視覚印象を大きくまとめることを困難にさせたとの説明が成り立つ。

以上の一連の研究結果から、複合図形において視覚では $\alpha$ 型の分節が現れ易いがそれは視覚に固有な型ではなく、触覚においても同様の分節型は発生し得ること、また視覚においても分節型は視機能の発達水準に応じて徐々に形成されるものであって、図形上の要因が一律に分節型を決定するものではないことが認められるのである。

そこで問題となるのは、後年手術によって視覚を得た開眼者における視覚形成の過程においても、上記の事実が再現されているのかどうか、ということである。よって、本章では、開眼者の複合図形知覚における触覚および視覚による分節型の変化の過程を再検討し、困難な状況を示す場合にはその原因を探り、構造化に変化をもたらす要因を探る。つまり、開眼者の図形知覚に関する特



性を複合図形の把握様式を通じても吟味する。

## 第2節 本実験開始時における各被験者の視覚状況

本課題を行なった開眼者はNH、SH、KT、HH、TM、To M、YS、MOの8名であるが、保有する形態視覚に関してはそれぞれ異なるの制限条件下にあることはすでに述べた通りである。ここでは、複合図形に関する実験結果を考察するための補助資料として、8名の開眼者における視覚機能の一般的な状況及び、本課題を開始したときの視覚状況を表1を参照に記すに留める。

表1 各開眼者の保有視覚・実験開始時等の視覚状況

### 2-1. 実験の開始時期

この開眼者たちの実験開始時の年齢は10歳から32歳にわたっており、実験の開始時期も様々ではない。最も早いのはNHとSHの二人で、両眼の手術前から実験が始められた。次いで、HHは第一眼の手術が終了し、第二眼の手術を待っているという段階である。あとの5人はみな手術終了後に実験を開始している。

術後から実験開始までの経過年数についても幅がある。手術前に実験を開始したNH、SHを除く6事例のうち最初の手術後の、最も早くから始めたのはHHで3か月後、最も遅いのはKTで10年後となっている。ただし、最後に受けた手術から実験開始までの期間を問題にすると、1か月後(MO)から、8年後(YS)ということになる。

手術前の保有視覚は、NH、SH、HH、To Mが眼前手動弁で、To MとYSおよびMOは光覚と診断されている。

### 2-2. 実験開始時の視覚機能

(1) 形態視機能： 実験開始当時の視覚機能はわれわれが試みた実験によると、SH、NH、HH、KTでは平面図形の形態視が一部可能という状態にあり、TM、To M、YS、MOは実験・学習を経た後に可能となった。

(2) 眼球運動： 一般的には生後1年以内に完成するとされる眼球運動の制御が先天盲や早期失明者では難しく、術後も不規則な眼球運動、Nystagmus (眼球振盪)を示し、固視困難となる場合が少なくない。上記8人のうち形態視が可能または一部可能の状態を実験を始めたNH、SH、HHの場合には、そ



表 / 各眼眼者の実験開始時における術前・術後の年数ならびに眼振・視力・視野など

実験開始時の年齢	受術年齢	受術時の保有視覚	実験開始時		Nystagmus	視力	視野
			術後の年数	確認された視覚機能			
NH (17歳)	R(17歳) L(18歳)	眼前手動, 色, 形態視	術前2週 術3ヵ月	色彩視, 形態視 〃	{ (-) }	眼前手動→0.01 眼前手動→0.01	両眼で左右約41° (73.11.29)
SH (20歳)	R(20歳) L(21歳)	眼前手動, 色, 形態視の一部	右眼の術前 2週 左眼術前 3ヵ月	色彩視, 形態視の一部 〃	{ (-) }	眼前手動→0.01 眼前手動→0.01	
HH (28歳)	R(28歳) L(29歳)	眼前手動, 色, 形態視の一部	右眼の術後 3ヵ月 左眼 2ヵ月前	色彩視・形態視 〃	{ (-) }	0.03 (n.c) 0.02 (n.c)	R: 正常 { 外(80°)内(40°) 上(40°)下(50°) 外(80°)内(60°) L: 正常 { 上(40°)下(57°)
KT (25歳)	R(2歳) L { (15歳) (22歳)	手術失敗 色彩視, 形のごく一部	1回目の手術後 約10年, 2回 目の手術後約3年	失明 色彩視, 形態視	(-)	ゼロ 0.00→0.01	L: { 外(65°)内(45°) 上(55°)下(45°)
TM (11歳)	R(-) L(11:3歳)	眼球摘出 光覚	術後 4ヵ月後	失明 光覚, 色彩視	(+)→(-)	ゼロ	外(30°→67°) 内(30°→60°) L: { 上(20°→50°) 下(20°→50°) (1963.→74.12.7)
ToM (10歳)	R(9歳) L(9歳)	光覚, 眼前手動并 〃	術後 2(5)ヵ月	色彩視, 形態視の一部 〃	+	0.004 →0.012 0.002 →0.014	約23°
YS (32歳)	R(24, 34, 40歳) L(22歳)	光覚, 色彩視 〃 (後に失明)	第1回術後 8年 第1回術後 10年	光覚, 色彩視のごく一部 〃	+	後にゼロとなる	R: 外(30°)内(35°) 上(27°)下(15°) (76.9.30)
MO (10歳)	R(11歳) L(4, 9, 10, 12歳)	光覚 光覚なし, 3回目	手術後1ヵ月	光覚 光覚, 色彩視	++	{ 0.003(-16 D) →0.012(-16 D) }	両眼で左右が 約20°



のような不規則な動きが特に目立つことはなかった。K Tにおいても、近くの対象を観察するときにはNystagmusは認められないが、遠くの対象を見るときには眼が勝手な動きをするという、自分で眼の付近の皮膚を抑えて眼の非意図的な動きを極力止めて、視対象を凝視しようとしている様子がしばしば観察されていた。E O Gによる凝視と追視機能の記録にも、晴眼者には見られない不規則で動揺の大きい非意図的な眼球運動と位相の遅れがある(望月, 1989)。

一方、T Mは、手術直後、病院の床に置かれた背の高い灰皿を見て「灰皿が動いている」ような気がしたけれど、「あれは自分の眼が動いていたんですね」との報告を後になり寄せていた(未発表資料)が、15年後に記録したE O Gによると、T Mの固視機能はほぼ確立されており(武市ほか, 1977)、視覚の錬成に伴いNystagmusも次第に消失していったことがうかがえる。

残るT o MとY SおよびM OについてはNystagmusはまだ存続している。ただし、T o Mの場合には、近くの対象を凝視している場合には、徐々に減少しており(佐々木・八木・鳥居・望月, 1991)、Y Sも図形の弁別精度の向上と呼応して大きなNystagmusの観察されることは少なくなっている(鳥居・望月, 1976)。

(3) 視力： 視力についてはもっともよく改善された場合でも、0.01にとどまっており、K TやT Mのように単眼視の場合もあるので視力の制約は大きい。視力の低下は図形の解像力を低下させるだけでなく、時には台紙を眼に3～5 cmぐらいまで近づけての走査を招くため、有効視野を極端に狭くする(小柳, 1987; 小柳・山梨・志村・山県, 1984)。このことが複合図形の把握を一層困難にさせる可能性は否定できない。

(4) 視野： 上記のいずれの開眼者においても、視野は健常者の $1/3 \sim 1/2$ 程度の広さであるため、当然のことながら探索走査は分断され、探索過程を長く引き伸ばす原因となっている。しかし、T Mにみられるように、実験開始当時は晴眼児の3歳程度に広さしかなかった視野が、12年後には晴眼児の10歳程度にまで広がっており(鳥居・望月, 1975)、実験の進行に従い視野の拡大がみられることも事実である。一般に開眼者では図形の形を探索する場合だけでなくそれを描画する場合にも、描き終えた先端部分を指で押えて次の部分をそこから書き加える、と言う手順を繰り返すことがしばしば観察される。このよ



うな現象も視野の狭窄と無関係ではないように思われる。

以上のように、ここに挙げた開眼者たちは眼球運動、視力、視野いずれにおいてもかなりの制約条件下にある。しかし、そのような条件が複合図形の分節を決定づける直接の要因であるのか。それぞれの制約の状況特性を考慮しつつ、その変化の過程を吟味していくことにする。

### 第3節 開眼手術前の触覚による複合図形の構造化

#### 実験6-1：開眼手術前の触覚による複合図形の分節

#### [I] 目 的

術前から形態視の一部が可能であるが、その程度に若干の差異がある2名の先天性盲人について、手術前の触覚による複合図形の把握様式を調べる。

#### [II] 方 法

単一の輪郭線図形の構造は視覚および触覚で捉えられることを確認した上で、本課題を導入した。手術を直前に控えた2日間（7月14日と26日）にわたって、白台紙上に黒の輪郭線（5mm）で描いた複合図形を手渡し、どのようにみえるかをその構造を言語で報告するか、絵に描くことで表現してもらう。

#### [III] 被験者と保有視覚

先天性盲人：SHと NH。

この二人は先に指摘したとうり、先天性の白内障と診断され、手術前の視力は共に「眼前手動」と記載されていた。

しかし、われわれが術前に行なった視覚実験で、両者は有彩色の弁別と識別のほかに無彩色系列の明度弁別および、線の傾きの弁別が可能である点では共通しているが、平面図形の弁別に関して両者間の視覚機能には若干の差異があることが認められた。

つまり、NHは三角形、正方形、円いづれの弁別も可能であるが、SHは未だ

三角と円の弁別のみが可能という状況にあり、形態視に関してはNHの方が1歩先んじていることが確認されていた。

#### [IV] 結 果

1. このような視覚状況を踏まえて2回に亘り触覚で行った複合図形に対するSHとNHの把握の仕方を図示し、言語報告を書いたものが表2である。SHが各図形に対して2日間に示した反応はいずれも、全盲あるいは光覚程度の盲人に典型に現われるような非 $\alpha$ 型の分節である。例えば、a図形に対しては「真中に楕円、左右に半円」という「取り囲みの要因」もしくは「真中に楕円、回りに大きい楕円」という「共通中心の要因」に基づく分節が大半を占めており、その他では、d、e図形に対するように、両方の要因に基づく反応である。

表2 手術前における複合図形の触・運動的把握

複合図形の分節に際して問題となるのは、線の「交叉」または「重なり」の部分はどう捉えるかという点である。このことについてSHにおいては、その小部分を面として切り取り、それ以外の部分とは並列的に配置されていると構造化する傾向（例えばa図形に対する7月14日の反応および、b、c図形に対する反応。以下並列配置）、あるいは全体もしくは広い部分の中に入れ込まれた小部分と見なす把握傾向（a図形への7月26日の反応とd、e図形への反応。以下はめ込み配置）が優勢となっている。
























一方、NHでは第1回目の実験で $\alpha$ 型の分節を示しているのはe図形のみで、SHと同様に「共通中心の要因」もしくは「取り囲みの要因」に従った把握が大半を占めていたが、2週間後に行なった2回目の実験では、全図形の分節は $\alpha$ 型へと変化し、a図形では「重なっている」との説明も加えられている。

この段階での分節型を両者で比較すると、従来指摘されてきたように、図形を小部分に分割するか否かという区切り方の違いだけではなく、部分相互の空間関係の捉え方にもその差が現われている。すなわち、

SHでは小部分が相互に並列配置を成すか、広い面の一部に埋め込まれた関係というはめ込み配置の構造として捉えられており、いずれにしても同一平面上での配置関係として構造化である。それに対して、NHでは小部分を上下に重なる奥行の関係として捉える傾向（奥行配置）が、触覚においても現われていた



表 2 手術前における複合図形の触運動的知覚 (SH, NH)

複合図形	開眼者	SH		NH	
		'72.7.14	'72.7.26	'72.7.14	'72.7.26
a		 「真ん中に楕円。左右に半円」(非 a)	 「中に楕円。そのまわりに大きい楕円」(非 a)	 「中に楕円。外がわにギターみたいなもの」(非 a)	 「円が2つ重なっている」(a)
b		 「3つの三角と四角と長方形」(非 a)	 (非 a)	 「3つの三角と四角と名のつけられぬ形」(非 a)	 「三角形と正方形」(a)
c		 「三角4つ、四角だけ少しまげたようなもの」(非 a)	—	 「三角4つと中に名を忘れたもの」(非 a)	 「5つある」(非 a)  「2つの正三角形」(a)
d		 「四角の中に三角がある…」(非 a)	 「三角、四角、五角」(非 a)	 「真ん中三角。右上は何だろう…左下は初めての形」(非 a)	 「2つの正方形」(a)
e		 「マル、三角形の片方がないもの、四角だけど、マルが出ている」(非 a)	—	 「マルと正方形、マルの中に邪魔して重なっている」(a)	—

(望月, 1992 より)

といえよう。

## [V] 考察

術前の触覚による分節型に関して両者にみられた違いを視覚機能の到達度、特に形態視機能の差のみに関連づけることが適切かどうか定かでないが、先天盲の触覚でも形態視覚に関する保有視覚が一定の水準に達していれば、 $\alpha$ 型の分節型が現われ得るという結果には注目される。



#### 第4節 開眼手術後の触覚による複合図形の構造化

##### 実験6-2： 開眼手術直後の触覚による複合図形の分節

#### [I] 目的

手術によって視覚を得た後の開眼者は、複合図形を触覚でどのように構造化し、その内容は術前に保有している形態視機能の水準と対応するのかどうかを調べる。

#### [II] 方法

実験1に同じ。実験が実施された時期はHH、SH、TM、ToM、MOの5名が手術後6か月以内という早期であったが、KTの場合は術後3(10)年\*、YSでは10年が経過した時点である。

#### [III] 被験者

実験1に同じ。ただし、NHは術前に $\alpha$ 型が成立していたため術後も同様の状況が続いていると判断し、実験を行っていない。

言うまでもなく、単一図形の触覚による形態識別は8名共に成立していたが、手術前から平面図形の形態視が確実に成立していたのは8名のうち、NHとHHのみであった。KTとSHは一部可能、TM、ToM、YS、MOは形態を視覚で弁別或は識別することは術前にはまだ出来ないという状態にあった。

#### [IV] 結果

1. 手術によって視覚を得た直後、開眼者が触覚でどのように構造化したかを図形2-aを例にとり、言語報告に基づいてまとめたものが表3である。保有形態視機能の差異に注目しつつ、術直後(術後6か月以内)に触覚で示した分節型を調べると、第1回目の実験で $\alpha$ 型を示したのは術前に形態視が成立し

表3 触運動による複合図形の把握

\* 最初の手術からは10年、2度目の手術からは3年が経過していた。

(望月、1992より)



たHHと術前に既に $\alpha$ 型を示したNHを含めて2名である。他方、SH、TM、ToM、MOの4名はいずれもは非 $\alpha$ 型の分節を示している。更に、この中でTMやMOのように受術および実験時の年齢が10歳前後という場合には、大多数の反応が図形の一部分のみを取り出す、いわば非 $\alpha$ 型以前とも言うべき反応に留っている。それに対して、最初の手術後10年以上を経ってから実験を開始し、従って触覚で複合図形を初めて把握したのも術後10年以降で、年齢が20歳以上というKTとYSの場合には、いずれも非 $\alpha$ 型の分節を示している。

このような、TMやMOにみられた非 $\alpha$ 型以前の分節は、晴眼児における触覚の分節型とも共通性の高いものであった。つまり、3歳までの触運動的な把握においては、図形を漠然と撫で「分からない」と断念したり、4歳以降ではTMの初回の反応のように中央の部分だけ取り上げて「三角」との反応を寄せたり（CYT: 4歳2か月）、MOの初回のように外側の輪郭だけを辿り「グルグル」とだけ報告する場合（CYK: 5歳2か月）がある。更に幼児では $\alpha$ 型の分節型を示す場合にも、MOのように具体物の名称（例えば「蝶々」、CHI: 3歳7か月）を挙げる人が多い（望月、1976）などの点である。

2. 図形a～fに対する上記8名による手術直後の触覚による分節を、 $\alpha$ 型か非 $\alpha$ 型の別でまとめて示すと表4のようになる。術前から形態視が可能だったNHとHHは、術後1回目の実験で5図形中4～5種に $\alpha$ 型の分節を示しているが、その他の6名では提示された図形すべてに非 $\alpha$ 型か1図形のみが $\alpha$ 型の構造把握である。従って、術前に視覚による形態把握が確立していない場合には、手術前はもとより（SHの場合）、手術直後も触覚による最初の把握では非 $\alpha$ 型の分節を示すことが圧倒的に多いことになる。

表4 複合図形に対する第1回目の触運動的把握

### 実験6-3: 触覚による構造化の変化と変化を促す要因

#### [I] 目 的

術直後に触覚で非 $\alpha$ 型の分節を示した開眼者における分節型は、 $\alpha$ 型に変わるのかどうか。変化する場合には、何回ぐらいの実験の継続の後にどのような

表 4 複合図形に対する第1回目の触運動的把握  
(手術前, 手術直後および手術の10余年後)

, 実験時期		手術前・直後		手術直後 (6 カ月以内)				10 余年後	
図 形		NH	SH	HH	TM	ToM	MO	KT	YS
	( $\alpha$ ) *	( $n-\alpha$ ) ** $n-\alpha$	$\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$
	( $\alpha$ )	( $n-\alpha$ ) $n-\alpha$	$\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$
	( $\alpha$ )	( $n-\alpha$ ) $n-\alpha$	$n-\alpha$	—	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$
	( $\alpha$ )	( $n-\alpha$ ) $n-\alpha$	—	$n-\alpha$	$n-\alpha$	—	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$
	( $\alpha$ )	( $n-\alpha$ ) $n-\alpha$	$\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	—	$\alpha$	$\alpha$	
	— $\alpha$	— —	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	—	$n-\alpha$	$n-\alpha$	
個人別成立率	6/6	0/5	4/5	1/5	1/6	0/3	1/6	1/6	
$\alpha$ 型の平均成立率	40% (=12/30)							16.7% (=2/12)	
触覚による第 1 回 目の実験での成立 率	33.3% (=14/42)								

\* ( )内の分節形は手術前の反応である。  
\*\*  $n-\alpha$ は非 $\alpha$ 型の分節であることを示す。

(望月, 1992 より)



過程を経て、 $\alpha$ 型になるのかを明らかにする。

## [II] 方 法

実験1に同じ。

## [III] 被 験 者

実験1に同じ。

## [IV] 結 果

1. 図2-aを例にとり、 $\alpha$ 型の分節が生じるまでに必要とした実験回数と期間は表3の右欄に示すとうり、未だ $\alpha$ 型の把握が成立していないM0を除くと、全員が3~5回の継続後に $\alpha$ 型となっている。その期間は諸事情により実験が長期にわたって中断したTMとToMでは10年前後に及んでいるが、それ以外の症例では4か月から11か月間には変化したと言えよう。

2. その間、 $\alpha$ 型に至るまでに辿った過程に注目すると、「楕円と円の一部の小図形」という「取り囲みの要因」にもとづく並列的構造化が継続する場合(SH, M0)と「大きな円または楕円の中に小円が入っている」という「共通中心」の要因にもとづく填込みの構造化が続く場合(TM, ToM)、それから3種以上の分節が併存する場合(KT, YS)があるが、いずれも面の並列的関係としてとらえている。

次に、形の捉え方に関してSHとYSの発言に注目すると、例えば、5回目の実験('73.6.14)で初めて $\alpha$ 型を示したSHは、「円を重ねると、こうなる」と説明しており、「重ねる」という行為とそれに伴う見え方の表象としての構造化を触覚においても示している。同種の現象はYSにおいて、より具体的に認められる。 $\alpha$ 型が初めて成立した3回目の実験('75.5.23)で、「円が二つ重なっている」という報告に次いで「それで真中に楕円と外側に○のような形ができた」と付け加え、更に、その次の実験('75.5.31)では「....それで真中の楕円は円の一部ということになる」と報告している。

このように報告するYSではあるが、線の「交差」についてはしきりに気にかけており、交差点を何度も触りながら「墨字でも重なりはどのように表わすの

ですか」との質問を寄せてきた。片仮名の「ナ」をはじめ線の交差を含む片仮名を書いて示すと、YSは興味深い様子でそれらを模写した。

形態視が術前から一部可能であったKTでも「円がふたつ。円が通っている」と、線の「交叉」として構造化するに至ったのは、7回目の実験('74.12.12)であり、その前段階には「面の重なり」との把握が3回に亘って続いていたことが認められる。

ところが、形態視が術前からできていたHHにおいては、最初から「円が二つ交わっている」との報告をしていることを考慮に入れると、線の交叉(一種の重なり)の前に面の重なりとしての知覚が成り立つ可能性が示唆される。従って、触覚においては面の並列 $\Rightarrow$ 面の重なり $\Rightarrow$ 線の交叉という構造化の順序性が存在することが認められる。

3. 触運動的把握による非 $\alpha$ 型の分節を $\alpha$ 型へ変化させた契機は何であったのだろうか。図形bにおいて非 $\alpha$ 型の把握が手術前から数えると計12回継続していたSHにおいて、四角形と三角の交叉が浅い図形を導入した時点('74.3.13)で、それまでの「長方形二つと三角三つ」という反応の固着から抜け出し、「正方形と三角を半分重ねたもの」と変化している。

KTの場合も同様に図形cに対する3回めの実験('74.10.5)で、三角の交叉を浅くした図形を用いると、非 $\alpha$ 型の反応の他に「あ、きっと二つの三角が向かい合っているの?でも違う...」と、半信半疑ながら、重なりについて言及する反応も現われ始めた。そして、次回の実験では重なりを浅くしなくても、 $\alpha$ 型の反応へと変化しているのである。

従って、要素図形の交叉を浅くすることで交叉によって新たにできる部分図形の数を減少させることは、「よい連続」の要因が働く余地を拡大し、大きな形態をまとめて捉えることを容易にする一要因と成り得る、との推断も成り立つように思われる。だが、われわれの実験では触運動的把握と共に視覚による実験も行なっているので、触覚への視覚の影響も考慮しなくてはならない。事実、表3の★印が示すように触覚で $\alpha$ 型が現れる前にもしくは同日に視覚でも $\alpha$ 型に変化している場合が少なくない。



## [V] 考 察

単一の輪郭線図形を触覚で捉えることには習熟している開眼者であるが、複合図形に触覚でα型の構造化、すなわち、「面の重なり」もしくは「輪郭線の交差」という、立体構造を含む空間関係をそこに抽出することは非常に難しいことが示された。触覚の対象となるものは通常「面」を持ち、その時「輪郭」は面の単なる縁として捉えられるのみで面と一体化される。その意味では、輪郭だけを分離して捉えるという体験が触覚世界では極めて稀なのではあるまいか。

従って、輪郭線で描かれていて交叉を含む複合図形に対して、形態を表わす輪郭線の交叉として構造化することは特に困難であり、面の並列ならびに面の重なりとして把握する方が先行して現われることになったという、考察もなり立つように思われる。

### 第5節 開眼手術後の視覚による複合図形の構造化

次に、手術で視覚を得た開眼者は複合図形の構造をどのように捉え、それは視覚の程度に応じて異なるのかどうか。またその分節型は視覚実験・学習の継続によって変化するのかどうか。その過程をたどり、変化を促す要因をさぐることが第5節での問題である。

#### 実験6-4：開眼手術直後の視覚による複合図形の分節

##### [I] 目 的

手術で視覚を得た開眼者が複合図形に対して初めて示す視覚による構造化の特質を明らかにする。その構造化の変化の推移を継続実験・学習によって明らかにする

##### [II] 方 法

触覚で用いた図形と同じ構造を白台紙の上に黒の輪郭線で描いたものを提示

し、その構造を言語で報告するか、絵に描くことで表現してもらう。

### [III] 被 験 者

実験 1 に同じ。

### [IV] 結 果

1. 図形 2-c に対する反応を示した表 5 をみると、第 1 回めの実験では、最初から  $\alpha$  型の分節が成立したのは 3 名 (NH, TM, ToM) である。この中で、NH と ToM では非  $\alpha$  型の分節も併存している。また、SH と KT は典型的な非  $\alpha$  型の分節を示し、菱形と 4 つの 3 角形という小部分の集括、あるいは菱形を折れた直線が囲んでいるという取り囲みの構造化を示している。一方、HH と MO に至っては非  $\alpha$  型と言っても、図形の極く一部分しか把握しない非  $\alpha$  型以前の部分反応に留まるなど、視覚においても、 $\alpha$  型の分節は極めて難しいことを示している。

表 5 複合図形に対する第 1 回目の視覚的把握

2. 複合図形に対する視覚による第 1 回目の分節結果を  $\alpha$  型か非  $\alpha$  型に関して手術後 6 か月以内を手術直後とし、それ以上経過してからこの実験を体験した場合も含めて示したのが、表 6 である。半数以上の図形に対して初回から  $\alpha$  型の分節を示したのは NH, TM, KT の 3 名のみで、SH のように全図形に対する分節が非  $\alpha$  型であった場合もある。

表 6 開眼手術後の視覚による複合図形に対する分節の変化

第 1 回目の実験で  $\alpha$  型の現れた割合は全体として 54.1% で、約半数に過ぎないことが明らかである。中でも初回の実験が術後 6 か月以内に行われた場合の  $\alpha$  型出現率は平均 37.5% に留まり、1 年以上を経ていた時の比率 76.9% に比べてかなり低いものとなっている。

### 実験 6-5 : 開眼手術後の視覚による分節の変化過程

#### [I] 目 的

初回の視覚実験で  $\alpha$  型の文節が極めて難しいことが明らかになったので、そ



表 5 複合図形に対する第1回目の視覚的把握

実験時期	手術後 6 カ月以内					術後 1 年ないし 10 年後		
図形	NH	SH	HH	ToM	MO	TM	KT	YS
a 	$\alpha$	$n-\alpha^*$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$
b 	$\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	—
c 	$\begin{bmatrix} n-\alpha \\ \alpha \end{bmatrix}$	$n-\alpha$	$n-\alpha$	$\begin{bmatrix} n-\alpha \\ \alpha \end{bmatrix}$	$n-\alpha$	$\alpha$	$n-\alpha$	—
d 	$\begin{bmatrix} n-\alpha \\ \alpha \end{bmatrix}$	$n-\alpha$	$\alpha$	—	—	$\alpha$	$\alpha$	—
e 	$\alpha$	$n-\alpha$	—	$n-\alpha$	—	$\begin{bmatrix} n-\alpha \\ \alpha \end{bmatrix}$	$\alpha$	—
f 	$\begin{bmatrix} n-\alpha \\ \alpha \end{bmatrix}$	—	$\alpha$	—	$n-\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	—
$\alpha$ 型の成立率	6/6	0/5	2/5	1/4	0/4	6/6	4/6	0/1
$\alpha$ 型の平均成立率	37.5% (=9/24)					76.9% (=10/13)		
視覚の第 1 回目の実験での成立率	51.4% (=19/37)							

\*  $n-\alpha$ は非 $\alpha$ 型の分節であることを示す。

(望月, 1992 より)

表 6



































形前の 提	被験者	型成立 した時期
+	NH	<p>★ ('72.9.27)</p> <p>「三角2つ?」(e)</p> <p>四角(菱形)もある</p> <p>回</p>
+	HH	<p>('75.5.14) ('75.6.18)</p> <p>「菱形と斜めの線」 △ △ 「</p> <p>回</p>
(+)	SH	<p>('72.9.27)</p> <p>「菱形の横に4つの三角形」</p> <p>回</p>
(+)	KT	<p>('74.9.28) ('74.10.1)</p> <p>「真ん中の菱形を 一辺の欠けた三 角が囲んでいる」</p> <p>「真ん中 まわり いっぱい いる」 回</p> <p>「菱形を4つの 三角が囲んで いる」</p>
-	TM	<p>('72.9.30)</p> <p>「三角形が2つ、 逆さまのと普通の」 (e)</p> <p>回</p>
-	ToM	<p>('91.7.24)</p> <p>「どう見ても三角が5 にはしか見えない」 回</p> <p>「三角2つにも見える (e)</p>
-	MO	<p>('89.12.7)</p> <p>「台形と変な台形が ある」</p> <p>立</p>

★ 視覚で。型が成立した時期

)

















表6 開眼手術後の視覚による複合図形の分節型とその変化

被験者		複合図形  の分節とその変化							
+	NH	★ ('72.9.27)  「三角2つ?」(e)  四角(菱形)もある	('72.11.15)  「三角が2つ」(e)  「三角4つで菱形1つ」	('73.8.27)  「三角2つ、とがった 方で重なっている」(e)	('73.11.16 '73.11.29 (R.L.)  「三角が2つ」(e)				
	HH	('75.5.14)  「菱形と斜 めの線」	('75.6.18)  「三角形はわかる。 菱形は言われる とわかる」	('75.8.11)  「三角と菱形 …わからない」	('75.9.10)  「三角が上と下で逆 になっている。 うまく組み合わせ たね、4個ある」		('76.6.8)  「上がまっすぐで 中に三角が 4つある」	('76.11.21)  「上下に横線、 斜めの線が2本」  「上下に三角が 全部で4個」  「真ん中がはっき り、三角が2 気がある」	
+	SH	('72.9.27)  「菱形の横に 4つの三角形」	('73.3.20 '73.5.31 '73.6.14)  「菱形のまわりに 4つの三角形」	('73.6.21)  「2つの三角形を重ね 合わせたもの」(e)		('73.7.19)  「菱形のまわりに 4つの三角」		('73.8.27) 	('74.5.30) 
	KT	('74.9.28)  「真ん中の菱形を 一辺の欠けた三 角が囲んでいる」	('74.10.19)  「真ん中は菱形で まわりに三角が いっぱいできて いる」	('74.11.2)  「三角形が向き 合ってその上 に菱形が乗っ ている」	('74.12.7)  「三角形が向き合っ てその上に菱形が乗っ ている」		('74.12.14)  「菱形…何かが 乗っているの かな?」		★ ('74.12.28)  「菱形のまわりを △が囲んでいる」
-	TM	('72.9.30)  「三角形が2つ、 近きものと普通の」 (e)							
	ToM	('91.7.24)  「どう見ても三角が5つ にしか見えない」		★ ('91.8.27)  「三角2つが交わっているの? よくわからないけれど…」 (e)					
-	MO	('89.12.7)  「台形と変な台形が ある」		('91.6.2)  「菱形がへこんでいて 三角が2個ある」		('91.7.25)  「りんごを切った 形が上、下にある」		('91.8.29)  「菱形があって、リボン の形がある」	

★ 視覚でe型が成立した時期

その変化

		第1回目の結果		a判定成立 回数			
		分節	前後の年数				
(73.11.16 73.11.29 (R.L))  「三角が2つ」(a)		(a)	2ヶ月	1回			
(76.6.8)  「上がまっすぐで 中に三角が 4つある」		(76.11.21)  「上下に横線、 斜めの線が2本」  「上下に三角が 全部で4個」  「真ん中がはっきりしない けど、三角が2個ある 気がする」	非a	3ヶ月	6回		
(73.7.19)  「菱形のまわりに 4つの三角」		(73.8.27) 	(74.5.30) 	(74.6.13) 	非a	2ヶ月	5回
(74.12.28)  「菱形のまわりをΣが囲んでいる」  「細かく見るとこうなる」  「菱形を透って四角が2つ」		★ (75.1.11)  「三角形と逆の 三角形がある」 ▲ 「この前電車の中で ひらめいた！」		非a	10年 (3年)	7回	
		a	中断を経て 10年 (5ヶ月)	1回			
		(a)	中断を経て 11年5ヶ月 (5ヶ月)	1回			
(91.8.29)  「菱形があつて、リボン の形がある」		非a	6年 2ヶ月	未成立			

(望月, 1992 より)



の後の変化の推移を継続実験・学習によって明らかにする。

## [II] 方 法

実験4に同じ。

## [III] 被 験 者

実験1に同じ。

## [IV] 結 果

1. 表5によって、図2-cに対する分節の変化を見ると、実験の継続により、NHとToMは $\alpha$ 型の分節だけが現われるようになり、HH、SH、KTはそれぞれ6回、5回および7回めの実験で $\alpha$ 型へと変化している。が、その間、HHでは部分反応の傾向から非 $\alpha$ 型の反応へと変化し、1年6か月目にようやく $\alpha$ 型の反応が非 $\alpha$ 型と共に併存する状態に達したのである。

また、SHでは「取り囲みの要因」に支配された非 $\alpha$ 型の分節が4回連続し、KTでは「共通中心」または「取り囲み」の要因による分節から、次に「重なり」の構造化による非 $\alpha$ 型の分節段階を経て、約4か月後に $\alpha$ 型へと変化している。図3は一例としてSHの図2-cに対する描画であり、視覚による構造化が非 $\alpha$ 型から $\alpha$ 型へ変化した様相を示している。

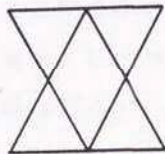
### 図3 複合図形の構造化の変化

一方、初回の実験以来、局所的な反応をしていたM0はまだ $\alpha$ 型の分節には至っていないが、4回目の実験で局所反応を脱し、部分全体を見た上での非 $\alpha$ 型の分節を示すに至った。また、「りんごのような…」とか「リボンの形」という、晴眼児の視覚による場合（望月、1976）と類似した具体物による反応を示す傾向は、触覚のときと同様に認められる。ただし、晴眼児では「鉄橋、星」（CSH: 4歳1か月）など手で触ることの出来ない事物の名称も挙げるが、開眼者ではそのような反応は皆無である。

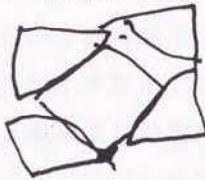
## [V] 考 察

このように、複合図形の視覚的な把握に際して現われた反応変化の順序性

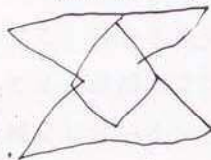
提示された複合図形



再生図 (1)  
(1973. 8. 27)



再生図 (2)  
(1974. 5. 30)



再生図 (3)  
(1974. 6. 13)

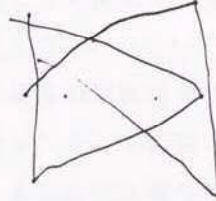


図 3 複合図形に対する構造化の変化 (Sub. SH)



は、触覚の場合にも認められおり、複合図形の構造把握の様式が現われる順序には、感覚の様相を越えた共通性があるように思われる。すなわち

(a) 局所反応  $\rightarrow$  非 $\alpha$ 型  $\rightarrow$   $\left[ \begin{array}{c} \text{非}\alpha\text{型} \\ \alpha\text{型} \end{array} \right]$  の併存  $\rightarrow$   $\alpha$ 型という構造化の順序性が

視覚と触覚に共通に認められる。

(b) 非 $\alpha$ 型には「取り囲みの要因」や「共通中心の要因」による小部分の並列的配置が多いが、ある形の中に別の図形が入っているという、面としての「埋め込み」の関係としての把握もある。いずれも小図形相互は同一平面上での空間関係にある。

(c)  $\alpha$ 型の反応には奥行き次元が含まれるが、その中では「面の重なり」として捉える反応が多く、線自体を形態として捉えて、それが交差しているという構造化は少なく、後から発生する。

(d) 各自が示す反応としては、術前および術後の形態視の状況、ほかの感覚で $\alpha$ 型の反応が既に成立しているか否か、そして術後の年数に応じて先の(a)に示した反応型連鎖のうち、ある段階が裾分けされて示されて現れることになる。

(e) 10歳以前の開眼者では、暗眼児と同様に具体物の名称で非 $\alpha$ 型に分節した個々の形を説明する。

#### 第6節 視覚による分節の変化を促す要因

分節型の決定は見る人に委ねられており、それを方向づけるようなことをわれわれは一切行わないことを原則としてきた。そのため、視覚による分節が非 $\alpha$ 型から $\alpha$ 型へ変化したとしても、その原因を常に確認できたとは限らない。しかし、5節で分節の変化に一定の方向性が見出されたので、6節では非 $\alpha$ 型の分節が継続していた図形に関して介在実験を試みることで $\alpha$ 型への変化が自発的に起こるのかどうかを確かめ、成功した場合にはその経過を分析し分節型の変化を促す要因と過程を考察する。

#### 実験6-6: 透明な面による重なりの介在実験

## [I] 目 的

輪郭線による複合図形と、同じ構図を面図形で表したパターンを媒介として導入することにより、「線の交叉」が「面の重なり」を表象する機能についての理解が展開されることを目的とした。

## [II] 方 法

開眼者の反応に応じて適宜最適と思われるような方法を講じるが、原則としては次のような方法によった。

(1) 異なる色の色紙から切り取った、二つ乃至三つの形の一部を重ねて、白色台紙上に貼り付けた「面による重なり図形」（例えば図 4-a）を見せた。

(2) 次に、面としての重なり構造で複合図形にあるような線が見えるのは、面が透明な場合に限られるので、セロハンまたはガラスのように重なり部分が透けて見える素材を用いて重なりを構成し、重なり部分で線が交差する状況を観察させる。


(3) その後、白の台紙上に黒の輪郭線で描かれた複合図形に戻り、その構造把握に変化が生じているかどうかを確認する。

## [III] 被 験 者

開眼者：K T。


実験が実施されたのは、図形 2-a に対して非  $\alpha$  型の分節が 6 回継続し、その状態が固定化することも予想された段階（'74.12.14）である。

## [IV] 結 果

1. (1) 図 4-a に示す、色紙による面の重なり図形に対して K T は「黄色の正方形の上に青の正方形が、少し先を乗せている」と捉えた。しかし、図 4-b に対しては「長方形が横に二つあって、その上に菱形が乗っている」と把握し、「 の図がこれと同じ感じだと思っている。向かい合う二つの楕円の上に、楕円が乗っている…」と報告し、それまでの K T の反応と変わりはない。(2) そこで、両端の図形を中央よりも細くて長い形に変形させた、図 4-c に変えると、K T は「棒が長く横に（一本）あり、その上に赤い長方形が



重なっている。見えないだけで（棒は）続いている。透き通っていれば、見える筈」と変化した。確認のために、同じ構図を緑の横線の上に赤いセロハン紙を乗せた図として示すと、「このようになっている」との報告が得られた。

(3) 次いで、すでに輪郭線の図でも $\alpha$ 型の分節を示していた図2-fに移ると、「正方形を通してもう一つ正方形がある。真中の四角は通っているから四角に見えるのでしょ？以前の私ならばこのように（) 言ったと思う」と輪郭線での交叉の構図とその見え方を詳しく説明することが出来た。

・ 図4 2種の面図形で構成された重なり図形

(4) 図4-aを見せる前段階として、交叉としての把握が困難な図2-aと同じ構図を輪郭線以外で表現したものを見せることを試みた。図4-eのように色紙を重ねて貼った面図形として示すと、「円が2枚、緑の円の下半分が黄色の円で隠れている。黄色が上に重なっている」と把握できた。

(5) そこで、図4-fのように、一方の円を色ガラスに変え、黄色の色紙の上に重ねて見せると「これは大変だ。円が二つですか？線が見える...。そこが重なっているんだ...。青と黄色のところは色が混ざっている。大きい円と小さい円。水色の方が下ですか？」と答え、重なった状態で両方の輪郭線が見える事態の存在することを発見し、大きな驚きの表情を示した。

引き続き、色紙と色ガラスの大きさや色をおよび重なり具合を変えたものを種々見せたところ、それぞれを的確に把握できることが確認された。しかし、輪郭線による図2-aに戻ると、「大きな円があって、その上に楕円がある。または円が二つあって、その真中に楕円がある」という非 $\alpha$ 型の反応から脱皮出来なかった。

(6) それで再度面図形の重なりへと戻り、黄色の円の上に赤の円が重なったものを見せると、「黄色が隠れているから赤が上。本当は円が二つあるんですよ...」と、見えない所も補って形を捉える姿勢が獲得されたことが示唆された。

(7) そのため、引き続き、先程見せた輪郭線図形へ再び戻ると「大変！これは円が重なっている。円が通っている。円を二つ、線で描けばこうなる。そのように見ると、そう見えるのに、今までは真中がやけに気になっていた。バラバラに考える癖がまだどうもあるから、こういう見方にならないのですね...」

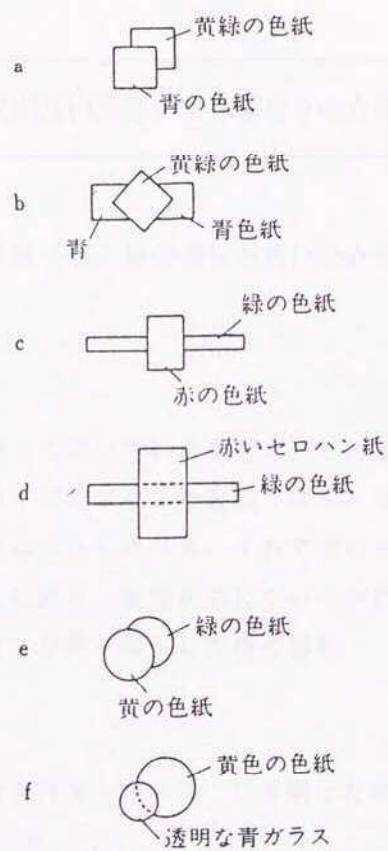


図 4 2種の面図形(色ガラスを含む)で構成された種々の重なり図形



と答え、この日初めて図2-aに対して $\alpha$ 型の分節が成立したことになる。

このあと、KTは色紙とセロハン紙による二つの円を自らの手で重ねたり、ずらせたりしながら観察し「真中の色の濃い所が重なっているのですね。たくさん重ねると、真中が一つの円になり、まわりに取り囲まれているように見える」と、要素となる図形は同じでも、接近行動に伴う円間の距離の変化によって、見え方が変わることを見出したようであった。

#### 実験6-7: 交叉が浅い図形による重なり of 介在実験

##### [I] 目的

構成する図形間の交叉を浅くした複合図形を用いた介在実験を行うことで、重なり of 知覚を促す。

##### [II] 方法

非 $\alpha$ 型の分節が4回に渡って続いている図形2-cの3角形の交叉を浅くした図形、ずらした図形、浅くしてずらした図形(図5)を作成して、中央の菱形の部分をもどのように捉えるかをしらべる。それで重なり of 把握が発生した場合には、元の図形2-cに戻り、転移が生じているかどうかを吟味する。

図5 交差を浅くした複合図形

##### [III] 被験者

開眼者: KT。介在実験を行なったのは、日を隔てた実験で非 $\alpha$ 型の分節が計6回に達した日('74.12.28)。

##### [IV] 結果

(1) すでに $\alpha$ 型の分節が成立していた輪郭線による複合図形図2-bをまずみせたところ「正方形の中を通過して、三角」と言う反応が持続していることが確認された。そこで、図2-cへと変えたが、「菱形のまわりに  $\Sigma$  のような形」、「別の細切れな見方をすると、三角形を二つずつ描くようになると思う

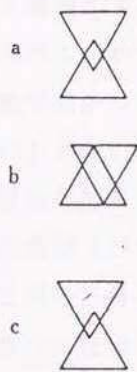



図 5 交差の程度を異にする複合図形



けれど、違うのでしょうか?」 のときと同じ考え方をしてみる。左右の線がまっすぐならば 大きい 正方形の中に菱形が入っている」という3通りの、いずれも非 $\alpha$ 型の報告であった。

(2) そこで図2-cを変形した一連を図を作成して、反応に変化を促した。まず、三角形の重なりを浅くした図5-aを提示したが、「今見たのに似ている。菱形があって、上と下に $\sum$ 」、三角を左右にずらした図5-bにも「これも最初のと同じ」と変わらない。

(3) しかし、再度図2-cに戻ってみると、「菱形の中を通して、平行四辺形が二つ。今までは真中にこだわっていたが、続きとして考えた。この方がバラバラではなく、まとまった気がする」と把握が変化し、不完全ながら、二つの平行四辺形の重なりとして構造化することを始めた。

(4) 続いて三角の交叉を浅く、かつ左右にずらした図5-cを導入すると、初めて大きな三角に添って眼を動かして丁寧に探索し、「切れているから、さっきと同じとは考えられない」と言い、初めて「三角が二つ、上と下にある」と三角形としての構造化が現われ始めた。

(5) 2週間後に行なった実験('75.1.11)の際には、もとの図2-cを最初に見せたのだが、「三角形と逆の三角形がある」と、この図を見始めてから4か月後、7回目の実験で $\alpha$ 型へと変化した。「この前の実験の帰りに乗った電車の中で、急に閃いたの...」とその経過をKTは報告している。

#### V 考 察

視覚による複合図形に対して非 $\alpha$ 型の分節が持続している場合、透明な面で重なりを構成し、下の面の輪郭線がどのように透けて見えるかを観察し認知させることは、複合図形の線が「面の重なり」と「線の交叉」の両方を視覚的に表象しているとの知覚的転換をもたらすことに有効であった。

交叉が浅い複合図形の導入も有効であったが、その場合には小部分がよい形態を成さないように図形を変化させることで、小部分の集括としてではなく大きなまとまりの構造としての把握を促すという意図による導入であった。

これらの介在実験によって、複合図形に対する分節の相違には、複数の図形が重なりという3次元構造を成すときに生れる「線の交叉」を、どのように知

覚するか、という観点も大いに係っていること、さらにその交叉線の理解には面の重なりを知覚が前提になる可能性が示唆される。

ところで、描かれた文字は直線と曲線自体の形態が意味を持つ輪郭線のパターンであり、交差部分を含むところに特徴がある。このような意味では、複合図形と類似した構造特性をもつとも言えよう。事実、開眼者が文字パターンを視覚的に構造化する初期の過程では、晴眼者とは質的な差異が認められている(望月, 1975a, b, 1992)。例えば、「ゆ」という平仮名に対してTMが示した視覚と触覚による構造化の過程は、図6のように筆順と異なる視覚的分節化が当初は持続している。それが筆順に従った構造化へと変化したのは、触・運動的に繋りを辿った後のことであつたことが認められる。

図6 平仮名「ゆ」の構造化の経過 (Sub.TM)



(1) (2) (3) (4) (5)



図6 平仮名の「ゆ」に対する構造把握の経過 (Sub.TM: '72.6.27)

(1)~(3) 視覚による構造化

(4)~(5) 台紙に貼った文字を触・運動的に辿ってから構造を表現

- 1) 1回目: 「左に縦の線が1本あり、下にまるが二つ?」、「わからない」と中断。
- 2) 2回目: 「斜めの線かな」「いや、やっぱり、縦?」と再び難航して見本を見直し、  
右の方に眼を移し「真中に1本線が入っている。右もまる」と言って書いた。
- 3) 3回目: 再度見直してからの再生図。

## 第7節 要約と考察

以上第7章では、単一の幾何学的図形であれば、視覚による識別がある程度可能であることが確認された段階で、複数の幾何学的図形が組み合わされて描かれている、複合図形を導入し、開眼手術前後に示される分節型を調べた。すなわち、線と線が「交叉」あるいは「重なり」を示す構造として把握するのかどうかである。

そのような構造化がなされるとすれば、視覚の発生当初から、「よい連続の要因」や「閉合の要因」など、ブレッグナンツの法則に従った知覚（それをここでは $\alpha$ 型の分節型とした）の体制化が成立していることになる。また、習熟している触覚での分節型はどうか、という点も合わせて検討した。その結果明らかになったのは、以下の通りである。

1. 触覚による分節型を開眼手術を受ける前と受けた直後について調べたところ、術前については（実験6-1）、視覚による単一の幾何学的図形の識別がその段階で成立している場合には、触覚においても2回目の実験で $\alpha$ 型が現われた。しかし、視覚での形態視がまだ不十分な場合には、そのような把握ではなく、細かい部分の集括と見なす分節型（非 $\alpha$ 型）に留まった。

開眼手術直後の触覚による把握においても（実験6-2）、術前から視覚による単一の形態把握が可能であった場合には、手術後に行なった第1回目の実験で、5図形の中4～5種に対して触覚でも $\alpha$ 型の分節型を示したが、それが出来なかった症例では、非 $\alpha$ 型の分節型になることが圧倒的に多い。つまり、触覚による分節型は視覚の水準に対応しており、触覚としては十分習熟していても、視覚による形態視が発達初期段階にある開眼者では、その構図を触覚で交叉や重なりとして構造化することは困難であることが示された。

2. 触覚による分節型に変化をもたらす試みを行なった（実験6-3）が、 $\alpha$ 型の分節型への変換は容易には起こらず、交叉を浅くした図形を導入するなどの介在実験が必要であった。その原因については、触覚では通常「線」ではなく「面」をその知覚対象（例えば事物）としており、その面は「重なり」ではなく、「並列」的な配置を成していることが多い。そのために、線の交叉を含む複合図形から、触覚によって輪郭線図形（形態）を捉え、更に「交叉」または「重なり」の構造化を抽出するような事態は、触覚では余り経験されてい



ないということが考えられる。

3. 開眼手術後の視覚による把握の場合でも、第1回目の実験で $\alpha$ 型の出現率は54.1%に留まった。しかし、その後も継続的な観察を行なうと、1年以上を経た段階での $\alpha$ 型は平均76.9%の出現率に達している(実験6-5)。その間に「局所な反応」 $\rightarrow$ 「非 $\alpha$ 型」 $\rightarrow$ 「非 $\alpha$ 型と $\alpha$ 型の併存」 $\rightarrow$ 「 $\alpha$ 型」という変化の順序性が認められ、このような変化の過程は触覚においても共通したものであった。

4. 視覚による把握型の変化を促すための介在実験として、セロハン紙やガラスなど透明な面上に輪郭線による円を描いたものを徐々に近付けて行き、その部分の形態が変化して、色も濃くなるなどのことを実演して見せる試み(実験6-6)を行なった。また、交叉が浅い図形を導入することで、交叉によってできる小さい部分がそれ自体でよい形態となりにくく、大きな形態の組合わせとして捉え易い構図の図形を観察する実験(実験6-7)をも導入した。その結果、「面の重なり」と捉えるような把握型の変換が促され、 $\alpha$ 型の構造化が現われ始めた。

以上の結果から、複合図形の構造化の困難性には、輪郭線で描かれたものから形態を抽出すること(線による面の構成)の難しさ、交叉あるいは重なりという3次元の構造を2次元の映像から抽出することの難しさ、などによる可能性が示唆され、このような体制化は、視覚においてもその発生初期段階では現われ難いことが認められた。このような体制化が難しいという傾向は、触覚での知覚では一層色濃く現われることを考慮すると、開眼者の視覚がまだ触覚的な特性に近似したものであることの可能性も窺われるのである。

視覚で把握されることを前提として描かれた映像では、2次元面の線で3次元空間を表現していることが極めて多い。そのような前提が、今回のようにたとえ、それが手で障れる凸線で描かれているものであっても、触覚による3次元現的な構造化を一層難しくしている可能性も窺われるのである。

## 第7章 重なり図形の構造把握

### 第1節 問題

二次元の図形でありながら、立体的な対象を表現したり奥行き効果をもつ図形がある (Arnheim, 1974)。その中で、従来とり上げられることの少なかったもののひとつが「重なり図形」である。重なり図形とは、図1に示すように二次元面上に描かれた輪郭線図形でありながら、視覚健常な成人には通常上下の関係あるいは前後の関係を含み二つの面があるように構造化される図形を表わす。これらの図形で、一番上または最前面の形は完結しているが、それ以外の部分図形は非完結形である。しかし、通常そのような非完結な形態は面の「相互遮蔽」による結果であるとして、遮蔽された方の面に「アモーダルな補完」を行なことで完結されたよい形態は「重なり」の構造表現であるというように、知覚されるものと考えられている。

そもそも、対象が実際に重なりあって提示されると、重なった部分は欠けて見え、欠けている対象の方がそうでない対象よりも後方にあるように見えてくる。遠近法の中にはこのような「重なり」の知覚特性を利用した表現技法があり、重なりの遠近法または重畳遠近法と呼ばれている。そこでは、一番近いものは全部を描き、2番目以降の事物は隠されずに見える部分的のみを少し描くことによって (黒田, 1965)、重畳による遠近効果または奥行効果をもった画面構成が意図されているのである。

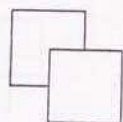
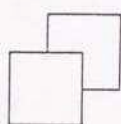
奥行き感をもたらす重畳図形の中で、それ自身が閉合されて、完全で、規則的で、連続性のある部分は近くに見えるが、不完全で不規則・非連続な図形部分は遠くに見えることが明らかにされている (Chapanis & McCleary, 1953)。Gibson (1950) も重なりの効果を重視しており、外郭は同じでも図2のごとく、接合部分の僅かな違いによって奥行きの印象が全く異なると述べている。

図1 実験に用いた重なり図形

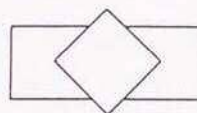
図2 奥行について異なる印象を与える図形

ところで、このような重なり図形とその立体視の発生に関しては、図3のように密度差をつけたランダム・ドット・パターンを領域によって運動方向を変





(a)



(b)

図 1 重なり図形

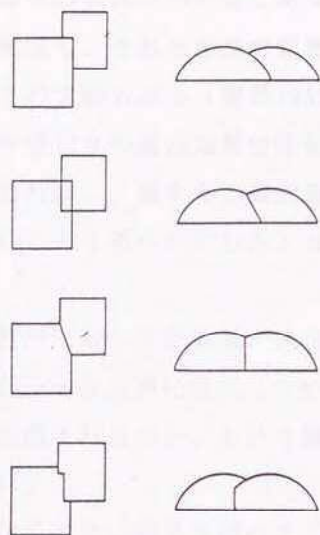


図 2 奥行きについて異なる印象を与える図形 (Gibson, 1950より)



えてディスプレイ上に提示すると、視覚健常な5か月児及び7か月は手前に見える方の領域に対して、それ以外の領域によりも多くの手伸ばし反応を行ったという(Granrud, Yonas, Smith, Arteberry, Glicksman & Sorknes, 1984)。また、図4に示すように外郭は同じでも内部の区分けが異なる3種の図形(重なり、並列、分離)を用いた実験で、7か月齢になると重なり図形のもとでは最前面に見える菱形に対する選択的注視が多く認められることも明らかにされている(Granrud & Yonas, 1984)。このように乳児の示すある種の選択反応を成人と同様の奥行感の存在を示す指標とみなし、1歳未満で既に平面のパターンに対する奥行き感があると主張する報告が近年提出されている。

一方、実物の遠近弁別はそれ以前から可能であっても、重なり図形を実際の距離の遠近と対応づけて知覚し、それを言語で報告することが確実になるのは6歳になってからであるとの主張もある(園原1939; 園原・竹本, 1956)。「ゲシュタルト心理学では平面の重なりの遠近効果は経験に無関係な視覚の自発的体制であると説くが、われわれは... 重なりの遠近効果が、一歳児、二歳児、三歳児では全然認められないことを明らかにした」とも述べられている(園原・竹本, 1956)。

以上のように、重なり図形に対して立体視が発生すると考えられる時期は実験方法によって異なり、統一的な見解には至っていない。更にそれがどのような視覚経験と過程を経て形成されるのか、という疑問への解答は未だ全く提出されていないと言ってよい。

#### 図3 重なりの奥行効果を調べるランダム・ドット図形

#### 図4 重なりの奥行視の図形

そこで本章では、開眼者がこの種の相互遮蔽による重なりを表す図形に限定して、その構造をどのように把握するのかという問題を取り上げ、第2節と第3節では3つの観点から彼らの知覚特性を検討する。まず第1に、重なり図形を初めて見たときに、重なりあるいは奥行の構造として捉えるのかどうか。第2は、当初重なりの構造としての把握が成されない場合には、実験を継続するうちにそれが可能になるのかという点である。そして第3節では第3の問題として、実験を継続しても「重なり」の知覚が成立しない場合には、重なりの構造化への転換を促す手だてはあるのかという問題である。そして次の第3節で

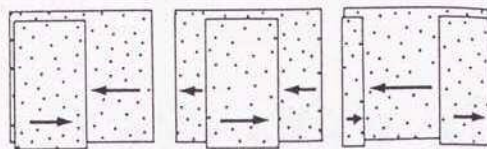
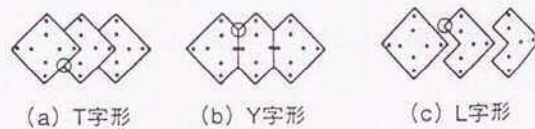


図 3 重なりの奥行効果を調べるために用いられたランダム・ドット図形 (Granrud, Yonas, Smith, Arterberry, Glicksman & Sorknes, 1984)。矢印はドットの運動印象の方向を示す。





(a) T字形

(b) Y字形

(c) L字形

図 4 重なる奥行視の実験に用いられた  
図形 (Granrud & Yonas, 1984)  
(○印は原図形には書かれていない)

は、重なり図形に対する視覚健常児の知覚特性を調べ、両者の比較を行う。

開眼者にこのような重なり図形の実験を導入した時期は、単一の幾何学的図形の視覚による識別が既に可能で、複合図形に対しても小部分の集括という当初の非 $\alpha$ 型の分節型が、次第に「よい連続の要因」に基づく $\alpha$ 型の分節へと変化しつつある段階においてである。なお、重なり図形ではないが、立体的な対象を透視図的に表現した平面図形や写真（例えば、Necker Cube、Schröderの階段、Machの本などの線画や病院の写真など）を開眼者に提示して立体視が生じるかどうかを調べた報告は若干ある（Chesselden, 1728; Franz, 1841; Latta, 1904; 黒田, 1930; Gregory & Wallace, 1963）が、開眼者は視覚健常者が認知するような仕方では「3次元的」には捉えないことをいずれの報告も示している。

例えば、42歳になってから先天性白内障の手術を受けた黒田(1930)の症例は、Necker Cube 及びMachの本の線画に「何を意味するのか分からない」と答えており、Machの本の線画についてはノートを立てて示し、このように見えないかに対応づけることをも求めているが「十分には納得できない」状況であったと記されている。

## 第2節 重なり図形の視覚による構造把握

### 実験7-1 視覚による重なり図形の構造把握とその変化の過程

#### [I] 目的

重なり図形に対する視覚的構造化の特性を、実験開始当初の状況ならびにその後の変化の過程を通じて明らかにする。

#### [II] 方法

視覚による構造化を調べる視覚実験では、図1に示した図形を白ケント紙上に黒の輪郭線（線幅3～5mm）で描いたもの（以下a図形、b図形）を用い、自由な距離から、時間の制限を与えずに観察することを求めた。

視覚と触覚による実験の導入順序は、触覚実験を先に行なった場合の方がやや多いが、同日または視覚実験を先行させた場合もある。



### [III] 被 験 者

開眼者5名 (Sub.TM, Sub.SH, Sub.NH, Sub.KT, Sub.HH)。かれらの失明時期、術前の保有視覚などの詳細は前の複合図形の章で述べた通りである。この課題を導入する段階での形態視機能に関しては、全員が完全に一致しているというわけではないが、輪郭線による平面図形の弁別あるいは識別が可能で、複合図形に対して $\alpha$ 型の分節を示し得る段階にさしかかっているという点では共通している。

### [IV] 結 果

#### 1. 初期の把握型について

a, b 図形を日を隔てて提示した際、彼らが示した構造化の内容を言語報告とそれに基づく図で示したものが表 1-1, 1-2 である。これらの線画による重なり図形を初めて見た際（奥行きを成して配置された実物による重なり of 構図などをあらかじめ見るなどの予備試行を経ないで）に、「二種の図形が一部重なっている」と確実に報告した開眼者は、ひとりもない。Sub.SH が a 図形に「四角と四角がずらせてある」と重なりを示唆するような報告を寄せてはいるが、2 回目の実験では「四角と一部が欠けた四角」という報告に変化しており、必ずしもこのときの報告が確実な重なり of 把握であったとは言い難い。開眼者にとっては、このような結果は、前章で明らかにしたように複合図形に対する視覚による最初の実験で  $\alpha$  型の分節出現率が 25% であったことに比べると、開眼者にとっては、遮蔽を含む平面図形による「面の重なり」を奥行きとして構造化する方が、遮蔽を含まない「線の交差」から「面の重なり」を知覚するよりも難しいということを窺い知ることができる。

彼等が最初の実験で示した把握型は、いずれも重なりを伴わない構造化であり、およそ 3~4 通りに分類することができる。

(i) 最も多いのは、b 図形に対する Sub.KT ('74.10.19) や Sub.HH ('75.5.14) の「中は四角、外は両脇からコ字が囲んでいる」というような、ひとつの「面」と直線の接合という把握である。(ii) 第二の型は、Sub.NH の b 図形に対する初日の第 2 反応 ('73.10.19) のように、外郭をひとつの図形として捉え、その内部に直線 (< >) が書き加えられているとみなす型である。(iii) 第三は b



図形に対するSub. SIIの「真中に菱形。左右に四角の一部を切り落としたもの」という報告('73.6.14)のように、重なりを伴わない「面」相互の並列的な配置としての把握である。この他に最も源初的な把握として(iV) a図形に対してSub. IIIがひとつの四角を検出するにとどまり、被遮蔽図形の形態については「分かりにくい」と報告しているような例('75.8.11)である。図5のa～cは初期に見られた把握形を図示したものである。

表 1-1 図 1-aに対する把握

表 1-2 図 1-bに対する把握

図 5 図形 1-a, bに対する初期の把握型

## 2. 把握型の変化について

(1)このような重なり図形に対する当初の把握型も、何回かの実験の継続あるいは何らかの介入過程を事前を経た後には、その視覚的構造化の様式にも変化が生じ、最終的には教示を与えなくても全員が、それらを「重なり」の構造として捉えるに至っている。その間に実施された線画による重なり図形の実験実施回数はa図形で2～4回、b図形では2～8回となっている。

その間の経過を見ると、重なりが成立する直前には面相互の並列的配置という把握(iii)が成立しており、実験開始当初に多く現れた「面と直線」の構成とみなす(i)および(ii)の把握型から一気に重なりの把握へと変化することは極めて少ない。従って輪郭線によって描かれたパターンから奥行きの把握が成立する前提には、輪郭線に囲まれた領域を「面と面の関係」として把握する機能(輪郭の面境界機能)の成立が必要である。a、b両図形に対して現れた重なりの把握も必ずしも一様ではなく、図5の(d)や(e)のような型もある。

(2)重なりとしての知覚が成立するまでには、線画によるパターンの提示と同時に実物の奥行き弁別実験や面図形などによる実験も介入させており、奥行き視が線画による重なり図形を単に繰り返し提示して得られた結果ではないことも事実である。そのような介入実験の効果については次節で考察する。



表1-1 開眼者における重なり図形の視覚による把握 ( )

●: 重なり以外の構造化 ○: 重なりの構造化  
無印: 「線の重なり図形」以外の実験に対する反応


















被験者	把	握	さ	れ	た	構	造
TM	'73.5.12.● 「正方形…ソレニアト コッ(点線部分)ガ ツナガルト同じ正方 形ニナル」 		'73.12.15.○ '74.5.25.○ '74.9.7.○ 「正方形ガ2ツ重ナツテイル 右ガ下」				
SH	'73.5.10.● 「四角ト四角ガ スラセテアル」 	'73.12.13.● 「四角ト一部 分欠ケタ四 角」 	'74.6.6. (重なりの少ない 図形を見て) 「正方形ガ2ツ ハジテ重ナツテイル」	'74.6.13.● '74.6.22.● '74.7.4. (実物で重なり を見せる) 	'74.7.18. '74.7.23. (色紙の面図形 に対して) 重なり成立	'74.9.19.○ '74.12.5. (面図形を思い「電話帳位ノ 出し」 厚サノ正方 形ノ板」	
NH	'73.5.10.● 	'73.11.29.● 	'74.5.30.(重なりの浅い図形 に対して重なり成立)		'74.7.4.○ '74.9.26.○ 「正方形2ツ重ナツテル」		
KT	'74.9.28 緑 青 (上記の面図形を見て)  「三角ガアリ 変ナ形ガ固シテイル」	'74.10.5. (色紙の面図形 に対して触運動 的に重なり成立)	'74.10.19. (左のような面図形に対して) 「3ツノ正方形ガ少シズ重ナツテイル」 (左のような面図形に対して) 「1正方形ノ上ニ三角ガ重ナツテイル」 		'74.10.19.○ '74.11.2.○ '75.3.29.○ 「正方形ガ2ツ重ナツテ イル」		
HH	'75.6.18. (色紙の面図形 を見て) 「両方共四角デ、 重ナツテイル」	'75.8.11.● '75.8.18. (黒い線で枠をつけた白 紙の面図形を見て 「アトハ 分リニクイ」 (何か書イテアル… オカシイ) (手にとり) 「重ネテアルンダ…」	'75.8.18.● 「四角ト 四角ガ少シ足りナイ」	'75.9.10. (四角ガ1ツアリ、線カ 縦、横ニハミ出シテ イル 四角ガ1ツアリ、 モウ1ツノ四角ガ半分 隠レテイル) 	'75.10.22.○ 「四角ノ上ニ四角 ガ重ナツテイル」		

表1-2 先天盲における重なりパターン

無印：「線の重なり図形」以外の実験に対する反応

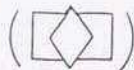
被験者	把握さ	
TM	'63. 8. ●  「菱形ト不完全ナ四角 ガ2個（辺ガ1ツ欠 ケテイル）」	
SH	1973. 5. 10 ●      '73. 6. 14 ●   「真中ニ菱形、 左右ニ四角 （一部切り落 トシタモノ）」      「菱形ノ左右ニ 四角」	'73. 23.  左カラ右ヘト描イタ ○ 四角ノ上ニ、菱形ヲ、 ニ載セタモノ」 （図示してもらったあと） 方形ノ上ニ載ッテイル ク、左ト右ノ2ツノ辺 「切レテイル……」 「菱形ヲハメ込ンダモノ」 ト、菱形ガ載ッテイル ニルガ、細カク見ルト、 「ガナイカラ」
NH	'73. 8. 27. ●  ●      '73. 11. ● ● ●  ●	
KT	'74. 10. 19. ●  ● 「真中ニ菱形、左右同ジ 四角 [ ] デ回ンデイ ル」	
HH	'75. 5. 14 ●      '75. 6. 18 ●      '75. 8. 11. ●  ●      ●      ● 「中ハ四角 外ハ同ワ キカラ回 ンデル」      「中ハ四角 ヲ斜メニ シタ。外 ハ四角カ ナ…」      「四角ガ斜 メニアル ガ…アト ハ分リニ クイ」	



●：重なり以外の構造化

「ア！長四角の上に斜め  
四角が乗っている

(開眼手術後)による把握



●: 重なり以外の構造化

○: 重なりの構造化

無印: 「線の重なり図形」以外の実験に対する反応

た 構 造

'73. 5. 12.

- (1) 「菱形ト…正方形カナ」(点線のようにつなぐと)「正方形」 ●
- (2) (水平につなぐと)「長方形ニナル」 ○

'73. 8. 7 ●



「菱形ノ左右ニ  
四角ノ近イ形  
ガアル」

'73. 8. 27 ●



「菱形ノ左右ニ  
四角ノヨウナ  
モノガツイテ  
イル」

'74. 5. 16 ●



「菱形ノ左右ニ  
角ガ3ツダケ  
ノモノ…」  
「左右ニ少々離  
ンテ辺ヲツケ  
タモノ」

'74. 7. 4 ●



「菱形ノ左右ニ  
辺ヲツケタモノ  
トシカ言ニナイ」

'74. 7. 23.



- (i) 「コレハ、左カラ右ヘト描イタ  
長方形ノ四角ノ上ニ、菱形ヲ、  
ソノ真中ニ載セタモノ」
- (ii) (見え方を図示してもらったあと)  
「菱形ハ長方形ノ上ニ載ッテイル  
ノデハナク、左ト右ノ2ツノ辺  
ガ真中デ切レテイル……  
ソコニ、菱形ヲハメ込ンダモノ」  
「一寸見ルト、菱形ガ載ッテイル  
ヨウニ見ニルガ、細カク見ルト、  
真中ニ線ガナイカラ」

'74. 6. 20.



「2ツノ正方形ガアリ、  
真中ニ菱形ガオイテアル。  
「正方形ヲ2ツ並  
べルト長方形ニナリ、  
菱形ガソノ上ニ乗ッテ  
イル」

'74. 11. 2.

'74. 12. 17.



「長方形ノ上ニ菱形ガ  
乗ッテイル」

'75. 8. 18. ●

線で枠をつ  
白紙の面図  
対して  
「パターンに対して」  
「中ニ四角ヲ斜  
メニシタノ」  
「横ノ線ガ少し  
切レテイル…  
四角ガズツ  
行ッテイルノ  
カナ…」

'75. 9. 10 ○

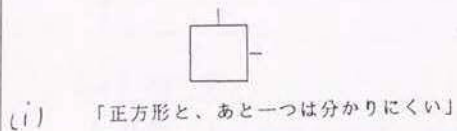
「斜めの四角と横に長い  
四角があり、斜めが上  
にかぶさっている」

'75. 10. 22 ○

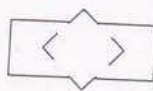
「真中に四角があつて外は  
長四角ではないかな？」  
「ア！長四角の上に斜めの  
四角が乗っかっている」



面と直線



(a)



「このような形（外郭をたどる）  
の中に、<>」



(b)



「菱形と、カタ仮名のコの字」  
「菱形と、一辺のない正方形」

面と面

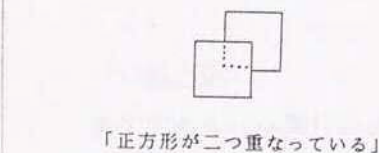


(c)

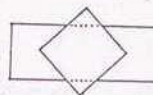


「菱形と、変な形」

面と面



(e)



「菱形が長方形の上に乗っている」

図5 重なり図形に対して現れた把握型

### 第3節 重なるの構造把握を促す要因

#### 実験7-2 視覚による重なり図形の構造把握を促す介入実験

##### [I] 目的

輪郭線による重なり図形に対して奥行の把握が困難な場合に、介入実験を行なうことで、構造化の変化と奥行視の発生を促す。その間に認められた変化の過程を辿ることで、輪郭線図形の奥行視を促す要因を明らかにする。

##### [II] 方法

介入実験では、対象が実際に奥行差をつけて配置された状況での「重なるの観察」あるいは「奥行弁別課題」を行なう場合と、色の異なる色紙あるいは黒の線で縁どられた白紙を台紙の上に重ねて貼った「重なり面図形」や、原図形よりも重なりを浅く描いた輪郭線の「重なり変形図形」などの図形観察を、原図形による実験試行の間に挿入する場合、更に輪郭線による重なり図形と同じ構図を完結形の小面図形を重ねて実際に構成する、「構成課題」を行なう場合とに大別できる。

##### [III] 被験者

開眼者5名 (Sub.TM, Sub.SH, Sub.NH, Sub.KT, Sub.III)。

##### [IV] 結果

重なりあるいは奥行き表現に関する教示を与えることなく、線画による重なり図形に対して三次元的構造の知覚を可能にする視覚体験あるいは操作を確定できるだろうか。このような問題意識のもとに、われわれは各開眼者の視覚状況に応じて種々の介入実験を試みながら、重なり図形を提示することを継続してきた。

重なるの把握が可能になるまでに行った介入実験とその成果を辿り直したとき、輪郭線図形に対する「重なり」の知覚が変化した過程とそれを促した要因を開眼者別に考察すると次のようになる。



## 1. Sub.TM の場合

(1) Sub.TM が初めて見た重なり図形はb図形であり、そのときには「菱形と長方形2個、長方形の辺が途中で切れている…」と報告しており、重なりの把握は成立していない('63.8)。それからさらに約10年間のブランクを経て実験を再開した際('73.5.10)に初めて提示したa図形にも、Sub.TMは「正方形..、それにあとはここ(点線部分)がつながると同じ正方形になるのだけど…」と報告しており、まだ明確な重なりの反応とは言いがたい。従って、Sub.TMにおいてはいずれの重なり図形に対しても、最初から重なりの把握は成立していたわけではないことが明らかになる。

このようなa図形に対する把握状態は同時期('73.5.12)に提示したb図形にも現れており、「菱形と正方形かな、点線のようにつなぐと正方形」という把握と共に「(菱形と) 水平につなぐと長方形になる」とも把握している。これらの報告には、被遮蔽部分へのこだわりが窺われており、新たな変化が期待されたのであった。果たして、7か月後の実験('73.12.15)ではa図形に対して「正方形が二つ、重なっている。右のが下」と変わり、重なりを捉えたことを示す反応が現れてきた。

(2) では、このような変化が何に基づくものであるのか。Sub.TMの場合に考えられることは、触覚による実験では同じ構造の図形に対して奥行の構造把握が1年も前に既に起こっていたことは事実である。更に、視覚による奥行の把握が初めて起こってから、次のような試みを行っており、そのことが同図形に対する重なりの構造把握を容易にさせた可能性は否定できない。

一つの試みとは、机の上に前後5cmの遠近をつけ、左右が5cm重なるように立てて配置した2枚の正方形(一辺:10cm)を観察し、遠近の弁別を求める課題である。もう一つは、Sub.TMと実験者が一緒に登山をして頂上から、山の頂きが幾重にも重なって見える様子を実際に観察する機会を設け、後日行った実験の際にその情景を描画したものを見せたことである。

## 2. Sub.SH の場合

(1) Sub.SH では、単にこの種の重なり図形を繰り返し見せるだけでは変化の兆しが認められなかった。3回目の実験でa図形の重なり浅くした変形図形を導入すると「正方形が端で重なっている」と把握したものの、もとの図形に戻



すと転移しないという状況であった。そこで重なりの知覚の成立を図るために、次のような3種類の補強課題を介在させた。

#### 第一の方策：対象の遠近弁別

最初に試みたのは、白いケント紙から切り取った二枚の正方形（一辺10cm）を机の上に一定の遠近差をつけて立て配置し、その遠近を比較する奥行き弁別実験とともに、2枚の正方形を見える通りに描画する描画実験を導入することであった（図6-1）。

遠近弁別実験では、正方形が相互遮蔽をしていないよう左右の間隔をおいて配置する場合と正方形の一部が重なって見えるように相互遮蔽する場合を用意した。遠近弁別実験は3回（'74.6.13, 6.20, 7.4）行われ、重なりのない場合には5cmの奥行き差があると弁別可能で、重なり(d)があるときには3cmまで奥行き差を少なくしても遠近を弁別することができた。

重なりのある場合の対象についても、最初（'74.6.13）は二つの正方形を離して描いていたが、翌週の実験（'74.6.20）では正方形の一部を交差させて描き、それらが重なって見えることを表現している（図6-2）。しかし、その場合にも二つの完全な正方形を表す輪郭線が重なりの部分で貫通しており、後方の正方形が非定形な形にはなっていない。

図6-1 遠近差をつけて配置された二つの正方形

図6-2 遠近差をつけて配置され、一部重なって見える二対象の描写

このような両実験の結果を踏まえて、再び重なりの線画を把握する実験に戻ったがa、bどちらの図形に対しても「重なり」の知覚は生じていない。すなわちa図形に対しては「四角形とその右から辺をつけたもの」（'74.6.20）、b図形に対しては「菱形の左右に辺をつけたもの」（'74.7.4）と報告しており、いずれも面と直線の組み合わせによる2次元的な把握にとどまっている。その意味では、Sub.SIIの場合には実物の遠近弁別やその実際に奥行き差のある対象の描画という課題が、線画による重なりの3次元の把握に繋がらなかったことになる。

#### 第2の方策：面図形の導入

そこで、次の対策として平面図形ではあるが輪郭線図形ではなく、色紙を切り取りa、b両図形と同様の構図になるよう白台紙上に貼り付けた『面図形』



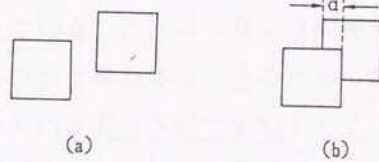
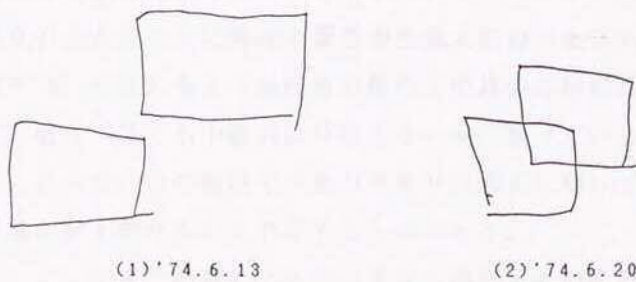


図 6-1 遠近弁別実験で配置した二つの提示対象の位置

- (a)被験者の位置から見て、対象が重ならない配置  
 (b)被験者の位置から見て、近対象が遠対象の一部を  
 遮蔽する配置。d は重なり の程度 (5cm)。



(1)'74.6.13

(2)'74.6.20

図 6-2 遠近差をつけて配置された二つの提示対象の描画 (b の配置)

を導入して、重なりの構図を把握する実験を試みた('74.7.18)。

(i) 最初は、b図形と同様の構図を赤い色紙の両端に緑の色紙を接して貼り合わせた面図形、図7(a)を見せてその構造を尋ねた。すると「赤の長方形が上から下に続き、左右に緑の長方形がある」と答えており、「重なり」の把握はしていないことが確認された。そこで、図7(b)のように帯状に切った緑のセロハンの中央に赤のセロハンを乗せて、「重なり」が「色の変化」と対応する『透かし面図形』に変えると、Sub.SHは「赤の長方形を作り、その真中の上に緑の線を引いたもの。緑は繋っている」と報告した。実験者が赤の上に緑が乗っているのかと念を押すと「(緑が)乗っているように見える」、「緑の真中の色がチョット違っている」と、重なりと色の変化に注目する報告をした。

何故色が変わっているのかと尋ねると、あらためて観察を重ね、「緑で描いてから、その上に赤色のものを乗せたのですね」と上下関係を訂正した。そこで実験者が「ただの紙ではこのようにはなりませんね」、と問いかけるとSub.SHは「チョット、映るものなら」と報告するに至った。ここで初めて、セロハンに触ることを求めてその素材を尋ねると、Sub.SHは「塩化ビニール」と答えたので、実験者は「このようなものは、それを通して下が見える」ことを初めて教示した。

#### 図7 色紙とセロファンによる面図形とその構造把握

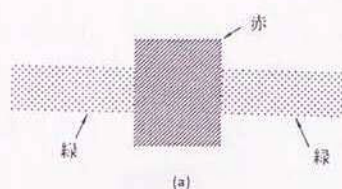
(ii) 同日ひき続き、標準色紙から切り抜いた青と緑の4角形の隅を一部分重ねて白の台紙上に貼った、「面の重なり図形」(図8-a)に変えてその構造を尋ねた。するとSub.SHは「青い四角と緑の四角が端の方で重なっている」と答え、重なりの構造を把握したことを示した。そこで、b図形についても、同様の構造を青の長方形の上に黄緑の菱形の色紙を重ねて貼った、「面の重なり図形」(図8-b)に変えると「長四角の板の上の真中に緑の菱形を乗せたもの」と報告し、更に「見ても中の方は分からないが、繋っていることになる」とつけ加えた。よって、この段階で「面の重なり図形」に関してはSub.SHが「重なり」の構造を捉え得たものとみなすことができる。

#### 図8 色紙による面の重なり図形とその構造把握

##### 第3の方策：面の重なりの構成

(i) 実際の面を貼り重ねた図形については、上述のように何とか「重なり」

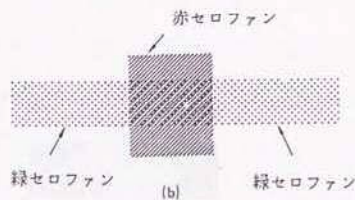




(a)

(a) 色紙による「重なり面図形」

「赤の長方形が上から下に続き、  
左右に緑に長方形がある」

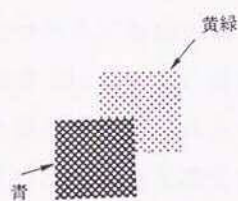


(b)

(b) 2種のセロファンによる「重なり面図形」

- (1)「初めに赤い色の長方形を作り、  
赤の真中の上に線を引いたもの。  
↓  
緑はつながっている」  
(2)「緑を描いてから、その上に赤い  
色をしたものを重ねた」

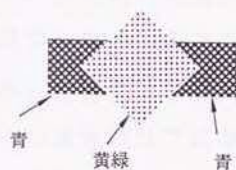
図 7 色紙とセロファンによる面図形とその構造把握 (Sub. SH)



(a)

色紙による「重なり面図形」

「青い四角と緑の四角が  
端の方で重なっている」



(b)

色紙による「重なり面図形」

「長四角の青い板の上の真中に  
緑の変形を乗せたもの」  
「見ても分からないが、  
(緑は) 覆っていることになる」

図 8 色紙による「面の重なり図形」とその構造把握 (Sub. SH)



の構造把握が可能になったと思われる結果を得たので、念のためにそのような面の重なり図形を見本として、同じ構図を単位図形から作り上げる構成課題を導入した('74.7.23)。この実験は、単位となる図形は完全な形態（例えば正方形）であるが、完成された重なり図形においては単位図形の一部が遮蔽されて見えなくなることを、視覚で確認し・理解することを目的とした。用いた面図形の見本は正方形2～5枚が互いに一部分重なる構図で、その中には図1-a,bと同じ図形も含まれている。

Sub. SHは、要素図形の数が増えると見本と若干異なる構図を構成する場合もあるが、少なくともa, b図形と同じ構図に関しては重なり順序も見本通りに配置することができた。

(ii)このような結果が確認できたので、この第三の方策の成果を確認するために、同日、線画による重なり図形a, bを引き続き提示した。するとa図形には「二つある正方形の端が少し重なっているもの。左の四角は右の四角の上に端を乗せている」と、重なり把握に成功した。このような構図で重なりを浅くした変形a図形にはすでに1か月半前('74年6月6日)に重なり知覚が成立していたことを考慮すると、構成課題の成果だけではなくそのときの体験もが加味されて、a図形への奥行き知覚の成立に繋がった可能性も否定することはできない。

ところが、そのような変形図形による介在実験を導入してこなかったb図形においても、これまでに一度も現れなかった把握型がこのとき出現したのである。つまりSub. SHは「これは左から右へ描いた長方形の上に、菱形を、その真中に乗せたもの」（図9(a)）と、奥行きの成立を示唆するような報告を初めて寄せてきたのである。

そこで、このような重なり知覚が確実なものであることを確認するためにわれわれは線画によるb図形を模写する課題をSub. SHに求めた。するとSub. SHは、図9(b)のように描いた後で「菱形は長方形の上に乗っているのではなく、左右の辺が真中で切れている（形）。そこに菱形をはめ込んだもの」と言い改めて、更に「ちょっと見ると菱形が乗っているように見えるけれど、細かく見ると真中には線がないから....」とつけ加え（図9(c)）、先の重なり構図をいわば否定するような報告をした。この間の経過は図9に示す通りである。



#### 図9 b図形の構造の把握と模写

(iii) このような報告が再現するという現実には、被遮蔽部分を補足して「面の重なり」の構図として捉える見方と、実輪郭に囲まれた所だけを面として接合している構図とする見方がほぼ同じ比重で存続しているのか、あるいは後者の方がSub.SHにとってはいまだに自然であることを物語るものと思われた。

このような事態から新たな展開を図るために必要なことは、被遮蔽図形を補完して完結した図形をそこに復元する機能であると判断された。更に、SHを初めとする開眼者では重なりの浅い変形a図形では「重なり」が捉えやすかったという事実を重視し、重なりを浅くして被遮蔽図形の原形を復元し易い形態にした変形図形による実験を新たに介在させることにした。まずはこれら「輪郭線による重なり図形」を提示し、重なりの把握が出現しなければ同じ構図を「面の重なり図形」として提示することにした。更に、パターンを視覚で把握する課題と共に、「模写課題」及び同じ構図を構成する「構成課題」をも平行して行うという方策を立てた('74.8.2, 8.13)。

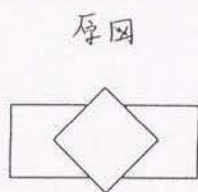
その結果、表2が示すように面の重なり図形を「面」と「面」の重なりの構図として捉えることは既に成立していたので、このときにも可能であった。しかし、輪郭線による重なり図形では重なりを浅くしたにも拘らず、把握内容に変化は生じなかった。Sub.SHは、完結している方の図形(三角形)を「面」として捉えることはごく自然に行うが、被遮蔽図形の非定形部分を重なりによるものとして補完することは行わない。つまり、定形的形態面と一部欠損した非定形的な形態面あるいは直線が並列・接合する配置であるとの把握であり、このような構造化をしている限り、遮蔽・被遮蔽の関係は抽出されなかったことになる。表2は新たに介在した図形に対する把握の内容を示したものである。

表2 重なりの浅い図形(面図形・輪郭線図形)に対する構造把握

(iv) 上記のように、たとえ重なりを浅くしても、輪郭線の重なり図形に対する「重なり」の知覚は起こらなかったわけであるが、1か月後('74.9.19)に行った実験では、黒の輪郭線で描いた重なり図形(a図形)を再度提示し、その成果をあらためて確認することにした。

最初は、図11のように「ただ見ていると、正方形の左下から下の辺の真中あたりまで辺をつけたもの」と言い、依然として重なりの把握は成立していなか



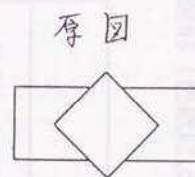


(a) 構造把握

「これは左から右へ描いた  
長方形の四角の上に菱形を、  
その真中に乗せたもの」



⇒ (b) 描画 ⇒



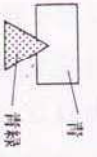



(c) 構造把握

「菱形は長方形の上に乗っ  
ているのではなく、左右の  
辺が真中で切れている...  
そこに菱形をはめ込んだ」  
「一寸見ると菱形が乗って  
いるように見えるが、細か  
く見ると、真中に線がない  
から...」

図9 b図形の構造把握と描画 (Sub. SH)

表2 重なりの浅い重なり図形（色紙による面図形・輪郭線図形）に対する構造的把握

《色紙による重なり面図形》		《輪郭線による重なり図形》		
図形\実施日	( '74.8.13 )	図形\実施日	( '74.8.2 )	( '74.8.13 )
	「円の上に、正三角形の右下端を乗せて、紙の上に置いてある」		「三角と、左端があいている丸」	「正三角形の右から下に、円の半分より少し大きい辺をつけたもの」
	「四角の上に正三角形の頂点を乗せたもの」		「三角と四角の辺が左右に大きく切れているもの」	「正三角形の上のところに辺「」をつけたもの」



った。しかし、この後、突然に何か新しい変換に行き当たったかのように、Sub. SHは「以前、四角く切った紙を重ねて、机の上に置いたことがありましたね。右のが後ろ、左のが前とか。これは、それを紙の上に図で描き表したものではないのかな...」と、新たな展開を予期させるような報告を寄せてきたのである。

そこで実験者は「これを重なっていると見るならば、左下の辺で作られたもの（被遮蔽図形）は、どういう形になるのでしょうか？」と尋ねてみた。するとSub. SHは「やはり四角...でしょうか？ ...半分に切ったもの」と答え、更に「頭ではそう思っても、眼ではさっきの方（並列的配置）にバット見える」と、つけ加えるのであった。以上のように、この段階のSub. SHにとって線画による「重なり」図形は、重なりの構図として見ることはあっても、むしろ面の並列関係を示す図形と同義的な図形であることが窺える。

しかし、さらに1週間後('74.9.26)に行った実験の際には、表3が示すように、継続的に提示してきた線画による重なり図形a、bと、新たに導入した図形を含む4種の図形すべてを「重なり」の構図として捉えるに至り、それ以外の把握は全く現れていないことが確認された。このような推移は視覚で重なり図形を観察する試みを開始してから1年4か月以上を費してのことであった。

表3 輪郭線の重なり図形に対する「重なり」知覚の成立


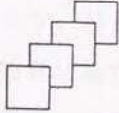

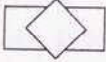
### 3. Sub. KTの場合

色紙から切り取った面図形を貼り重ねた「重なり面図形」の提示をSub. KTにも介在実験として導入した。触ってそれが重なりの構造であると捉えることは最初から可能であったが、見るだけでは例え面図形であっても、重なりの構造として把握することは出来なかった。最初は上に貼ってある完結図形の形態は正しく捉えられるものの、遮蔽されている方の非定形図形には「変な形」と報告しており、相互遮蔽の関係として補完をするには至っていない('74.9.28)。

しかし、3回目の実験('74.10.19)では面の重なり図形であれば、視覚でも「面の重なり」として捉えることができた。更に同日引き続いて提示した、輪郭線による重なり図形a、bも「重なり」の構造であるとの知覚が成立し、以後a図形には「正方形二つが、重なっている」と報告している。

### 4. Sub. HHHの場合

表3 輪郭線の重なり図形に対する「重なり」知覚の成立  
( '74.9.26)

図形	構 造 化
 a 図形	「二つの四角形を前後に置いて描いてある」
	「4つの四角形を左から階段のように順々に重ねたもの」
	「菱形を二つ重ねて置いたもの。 ひとは、板をずらせて置いてある」
 b 図形	「長方形の板の中央に、菱形の板を置いたもの」



Sub. HHには、異なる色の色紙から切り取った面図形を貼り重ねた「重なり面図形」を導入したところ、見るだけで「重なり」の構造として捉えることが最初から可能であった。しかし、約2か月後に輪郭線による重なり図形に変えて提示した2回目の実験('75.8.11)では、「四角がひとつ。あとは分りにくい」と報告し(a図形の場合)、二つの四角が重なっているとの把握には至らなかった。

そこで、3回めの実験('75.8.18)では、輪郭線による重なり図形に近づけるために、同じく面図形ではあるが色の異なる色紙からの切り抜きではなく、白の正方形の切り抜きに黒い縁取りをしたものを重ねて台紙に貼って提示した。するとSub. HHは「何か描いてある…。おかしい」と言いながらそれを手でさわりながら眺めて「重ねてあるのだ」と納得した様子を示した。そこで、引き続き線画による重なり図形を提示したが、反応は「四角と少し足りない四角」というものであり、両図形を面としては捉えているものの、面図形でなされた重なりの確認が線画への重なりの把握へと直接転移することはなかった。

それでも、約1か月後('75.9.10.)の実験で、再び線画による重なり図形を提示すると、最初は「四角が一つあり、線が縦と横にはみ出している」と報告しており、被遮蔽図形についてはその部分的な直線部分しか知覚されず、重なりの知覚は成立しなかった。ところが、同日の2度目に行なった観察の際には「四角が一つあり、もう一つの四角が半分隠れている」と言いながら被遮蔽部分を指でしきりの示しており、重なりの表現であることを明瞭に把握したことが確認された。

#### 5. Sub. NHの場合

日を隔てた2度の実験('73.5.10, 11.29)で輪郭線による重なり図形を提示したが、初回は「四角とそれを囲む線」、二回目は「四角と変な形」という報告を寄せており、いずれも重なりの把握には至らなかった。

そこで6か月後に行なった実験('74.5.30)では、正方形の重なりを浅くした変形a図形に変えると「重なり」としての把握が直ちに成立し、b図形にも「重なり」の把握が成立した。2週間後の実験およびそれ以後に行なわれた実験('74.10.19, 11.2, '75.3.29)においても、もとの図形に対する「重なり」の把握は安定的に持続している。

#### 第4節 視覚健常児における重なり図形の構造把握との比較

##### 実験7-3： 視覚健常児における重なり図形の知覚特性

###### 〔I〕 目 的

重なり図形に対する視覚健常児の構造把握を調べ、開眼者の結果と比較することにより、双方の知覚特性を明確にする。

###### 〔II〕 方 法

視覚健常な3歳0か月から6歳0か月までの児童37名に対して、先に用いた図5と同じものを1枚ずつ提示して、どのような形に見えますか、あるいは何がありますかと尋ねた。言語で報告してもらうことを原則としたが、自発的に現れた描画、指のなぞり及び身振りなどによる表現も参考にして、把握の内容を確認した。実験は幼稚園内の慣れている個室で、個別に行った。観察距離と同様で、観察時間に制限を加えなかったが、15分以内に終了した。

###### 〔III〕 結 果

###### 1. 「重なり」の把握

「重なり」の構造として把握し得たと思われる言語的表現は、図1のa図形に対する表4-1とb図形に対する表4-2が示す通りで、重なりの把握の出現比率を年齢別に示すと表5の通りである。「重なり」の知覚を示唆すると思われる比率が50%を越えるのは3歳後半であり、80%を越すのは5歳以降である。しかし3歳では重なり、上下、前後という空間関係には言及していないことを重視し、更に「四角が二つ」あるいは「四角が二つ、くっついている」との報告が「重なり」の表現としては不完全であると判定するならば（3、4歳児でそのような報告が多く現れているので）、線画による重なり図形への立体視とその明確な表現が5歳以前に成立する可能性は更に低いものとなる。

とは言え、重なり図形を初めて見たとき（実物の遠近弁別などの課題を介在させない場合には特に）には、それを「重なり」として把握することが、開眼



者にとって極めて難しかったことに比べると、3歳後半での平均62.5%という出現率には両者の差異を認めざるを得ない。

このような差異は表現の内容にも若干現れている。つまり、視覚健常児では「重なり」として把握する場合でも、「重なっている」の他に「上一下」、「前-後」、「一つは後ろ側に隠れている」、「乗っている」など多彩な空間関係の用語での報告がなされている。

表4-1 「重なり」の把握を表す報告の例 (a図形の場合)

「四角が二つ」	CMY(3:8)*, CSK(3:8), CGF(3:10), CKY(3:11) ほか
「四角が二つ、くっついている」	CKS(4:4), CMY(4:7), CGS(4:9) ほか
「四角が二つ、ずれて置いてある」	CYN(5:4)
「四角が二つ、重なっている」	CEM(4:7), CYT(5:2), CAY(5:6)
「四角が上と下にある」	CSH(6:0)
「四角が二つ、一つは後ろ側にある」	CYT(6:0)
「四角が前... 後ろがかくれている」	CYK(5:5)

\*: 視覚健常児のイニシャルと年齢を表す。 望月(1977)より

表4-2 視覚健常児における重なり図形 (b図形) に対する構造把握

表5 視覚健常児における重なり把握の出現率

## 2. 重なり以外の把握







重なり以外の把握の出現率は、3歳前半では60%以上に及んでいる。その内容は、a図形に対する表6及びb図形に対する表4-2にみられるように、完結した形と非定形的 (非完結的) な形の並列的な接合あるいは、簡潔した面図形と直線の結合という把握型が主たるものであり、この点では開眼者の場合と差異はない。ただし、視覚健常児では「飛行機」、「時計」、「ベルト」など具体物の表現としても把握している点に特徴がある。

表6 「重なり図形」に対する面の並列的な接合という構造化 (a図形)

描画	言語報告	視覚健常児 (年齢)
	「四角と小さい四角」 「四角とこういう形」	CKY(3:0), CEM(3:7), CHI(3:7) CHI(3:7), CYK(4:6), CSK(4:8)
	「四角と三角」	CAH(3:11), CAY(4:6)

望月(1977)より

表4-2 重なり図形 (  ) に対する幼児の視覚的把握

把握方式	言 語 報 告
重 な り の 把 握	 「四角が長四角ノ上ニ乗ッテイル」 CFY (4:6) CST (4:4) CYT (5:2) 他 「四角が長四角ノ上ニ重ナッテイル」 CAY (5:6) 「菱形ノ後ニ長四角ガカクレテイル」 CYK (5:5)
	 「四角ガ3ツ」 CHI (4:8)
重 な り 以 外 の 把 握	 「四角ト [.]」 CEM (3:7) CY 4:3) 他 「菱形ト [.]」 CMY (4:7)
	 「3ツアル」 CKW (3:0) 「四角ト [Σ, Σ]」 CKY (3:0) CYK (4:6) 他
	 「飛行機」 CGS (3:10)
	 「時計ノ形」 CKN (4:4) CSH (5:1) 「ベルト」 CYK (5:2)

( 望月, 1977) より



表5 視覚健常児及び成人における重なり把握の出現率（％）

年 齢	3:0— 3:5	3:6— 3:11	4:0— 4:5	4:6— 4:11	5:0— 5:5	5:6— 6:0	成 人
視 覚	33.0%	62.5	62.5	62.5	89.4	85.7	100.0
触 覚	4.5%		6.3		12.5		75.0

(望月, 1977)

## 第5節 要約と考察

1. 実験7-1と実験7-2では、輪郭線で描かれた「重なり図形」に対して、その構造を開眼者は視覚でどのように把握し、その把握型は変化するかどうかという問題を検討し、更にその形成を図る若干の試みを行った。その目的は、重なり図形の奥行き知覚を促すことのみにあるのではなく、対象の重なりあるいは奥行きという三次元的な空間構造を表象するパターンに関して、開眼者の視覚的認識が自発的に深まることを意図したものであった。従って、「重なり図形」はそのために提供されたひとつの場である、との見方もできよう。実験の結果、明らかになったことは、次の点である。

(1) 面図形などによる予備試行を経ることなく、輪郭線で描かれた重なり図形を初めて見た際に、二つの図形が重なっていると確実に構造化ができた開眼者は一人もいなかった。

(2) 重なり図形に対しては、およそ3種類の構造把握が成された。それは、完結形の面と非完結形の面による並列的な配置とみなすもの、完結した面と輪郭線の結合という構造化、そして外郭を辿ってできる形と内部の直線の組み合わせ、と見る把握型である。

(3) 重なり図形に対して『重なり』の構造として把握することは確かに当初困難であったが、2～7回の実験の後には（開眼者および図形によって差異はあるものの）、重なりの構造把握へと変化した。ただし、その場合に捉えられた両図形の空間構造は「上と下」の重なりであって、「前と後」の重なり関係ではない。

(4) 更に、そのような「重なり」の把握が成立するまでには、実物による遠近あるいは重なり、という3次元的な空間関係に関する知覚実験を介在させることが必要であった。

そのために導入したのは、遠近差をつけて配置された2対象の観察、奥行の弁別、描画といった実物に関する課題であった。他方、面の重なりに関しては、重なり部分が透けて見える「透明な素材による重なり面図形」、色の異なる色紙を台紙の上に実際に貼り重ねた「色紙による重なり面図形」、そして、輪郭を黒で縁どりをした「白い紙による重なり面図形」なども導入した。それらは輪郭線図形とは異なり、図領域が白台紙と色が違うため、あるいは立体感の



ある「面」で構成されているために、重なり部分を確認し易いことが予想された図形である。また、輪郭線による重なり図形でも、重なりを浅くして、非遮蔽図形の全貌を補完によって復元し易いものも導入した。

(5) 線画による重なり図形から「重なり」の構造把握が成立するまでに辿った経過は、開眼者によって様ではないが、

- 実物の遠近と重なりの観察からすぐに「重なり」の知覚が成立した場合 (Sub. TM)、

- 色の異なる重なり面図形を観察する課題の後に成立した場合 (Sub. KT)、

- 色の異なる重なり面図形の課題の次に、黒の輪郭線で縁どられた白の面図形2枚による重なりを観察した後に成立した場合 (Sub. HH)、

- 重りの浅い線画による変形重なり図形を介在させただけで成立した場合 (Sub. NH)

- 上記の課題すべてを行った他に、重なり図形と同じ構造を実際に紙を重ねて、同じ構図を再現する構成課題も行ったが、それによって即座に重なりの知覚が成立することはなかった。だが、日を隔てて行った線画の再実験では、その構成課題を行った記憶が甦り、線画を「重なり」の構造として把握することに成功した場合 (Sub. SH) のあることが確認された。

以上のように、紙面上に描かれた輪郭線による重なり図形を三次元的な空間関係の表象として認知するまでには、まず各要素図形を面図形として捉え、次に完結図形と非完結図形を遮蔽-被遮蔽という関係に変換し、更にそれを空間的な前後あるいは上下の関係として把握するという過程が含まれていることになる。更に、このような変化の背後には、次に示す視覚的な学習とそこからの転移が関与していた。

- (a) 対象の実際の奥行き、もしくは重なりの知覚からの転移、
- (b) 面を実際に重ねて貼るという構成機能からの転移、
- (c) 面の重なりを透視できる図形か、浮き上がりを知覚できる面図形からの転移。

(6) 開眼者たち、特に重なり図形の立体視に困難を極めたSub. SHが辿った経過には、視覚と触覚の非対応性が色濃く現れているように窺える。それは次のように要約することが可能であろう。つまり、視覚的な図形では

- (a) 輪郭線で囲まれた領域を「面」として知覚することが求められる。
- (b) 見える部分だけが描かれている。従って、遮蔽されて見えない部分は補完して、もとの形を復元しなくてはならないこと。更に、
- (c) 平面図形には、平面的な対象が表現されているだけでなく、奥行きのある事物、あるいは重なりや遠近関係など3次元の空間構造も表現されうることである。

このような平面のもつ視覚的表象機能—ことに三次元性の表象—の認知には触覚による対象認知機能からの単純な移行では補い切れないものがあり、その獲得に際しては、視覚世界に固有な学習が開眼者には新たに求められることになる。

2. 実験7-3 においては、視覚健常児が重なり図形に示した把握型を開眼者の結果と比較考察した。明らかになったのは次の点である。

把握の型そのものには、開眼者と視覚健常児の間で大きな差異はないが、健常児では3歳の後半になると重なり以外の把握よりも重なり把握の方が多くなり、5歳には言語的な説明を伴う明確な重なりの把握の出現率は8割を越すに至っている。

彼らは生後約3年半の間に何を媒介にして、そのような学習を行ったのであろうか。重なりの描き方について特別な教育を受けてはいないと仮定するならば、ものが上下に少し重ねて置かれている情景、あるいは遠近差をつけて配置された事物を見る、というような三次元的な対象をめぐる日常の視覚体験を豊富に得ていること。更に、その体験と重なり図形による「奥行きの表象」との間に必要な一種の記号的な変換操作を、いわば自己学習していると想定せざるを得ない。

このような「視覚的な自己学習」と「記号変換操作の習得」の困難性に関して、視覚健常児と開眼者の間に見られる大きな差異に、改めて注目されるのである。



## 第8章 主観的輪郭線図形の形態知覚

### 第1節 主観的輪郭の知覚と規定要因

Kanizsa(1955, 1979)は、一連の実輪郭不在図形を考案して主観的輪郭(Subjective Contour)という現象を見い出した。例えば、Kanizsaの三角形と呼ばれる図1には、三つの黒く塗られた扇形と鍵型(以後誘導図形と呼ぶ)が描かれているに過ぎないが、それらに囲まれた領域(以後、テスト領域)に、われわれは各扇形の内側を頂点とする三角形を知覚する。そのとき、知覚された三角形と背景との境界には、輝度勾配は存在しないのに輪郭が知覚されており、このような輪郭あるいは現象を、彼は主観的輪郭と名づけたのである。

通常Kanizsa型と呼ばれる図形では、通常三つの現象的特徴が観察される。つまり、(1)主観的輪郭が知覚される他に、(2)テスト領域と周辺領域との間に明るさに関する見かけのコントラスト(図1では主観的輪郭によって囲まれた部分は背景よりも明るく見える)が知覚され、更に(3)テスト領域は背景を覆い隠し浮き上がっているという奥行き感を伴うという現象である。図1においては、白い地が一番下にあり、次いで黒い三つの円と黒い輪郭線による三角形が、さらにその上には主観的輪郭による白い三角形がそれぞれ面として、立体的な3層構造を成して配列されているように見える。

図1 カニッツアの主観的輪郭線図形

ところで、Kanizsaは主観的輪郭の形成には常にひとつの条件が係ると結論し、それは「視野内にある何らかの不完結性をもつ要素の存在」であると指摘する。図1を構成するのは共に扇形と鍵型という欠損図形であり、観察者は通常それらを、三つの円とひとつの完結した輪郭線の三角形と見る。このような見方をすると必然的に、欠損部分を補って完結した存在として見ることになり、よって、それらの上に白い三角形がそれらの一部を隠すように重ねて置かれていると見る。そして、三角形の面は境界を持たなければならないので、輪郭線が視覚系の作用によって補完される、との説明である。従って、主観的輪郭線は面を知覚することによる結果であって、その逆ではないとKanizsaは結論するのである。もとより、この論拠には、完結した図形による知覚体制は不

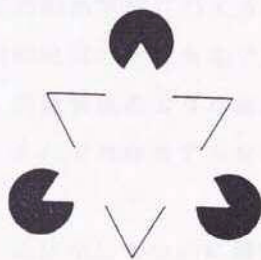


図1 カニッツアの主観的輪郭線図形 (Kanizsa, 1955)



完結性のある場合に比べて簡潔で、規則的であり、より安定している、というゲシュタルト心理学の主張が受け継がれていることは事実である（野澤、1977）。

Kanizsa 型の主観的輪郭の知覚を規定する図形上の要因としては、誘導図形の不完全性 (Kanizsa, 1976, 1979) 以外に、明るさのコントラスト (Banton & Levi, 1992)、誘導図形の間隔 (Banton & Levi, 1992)、誘導図形のエッジに対する長さの比 (Shipley & Kellman, 1992) などが指摘されている。

主観的輪郭の知覚を起こすメカニズムについては、ここ20年来の実験的研究によって明るさの増大、エッジ検出器、奥行きの手がかり、完結化など種々の要因が挙げられて、主観的輪郭の生成が明るさの増大と奥行き感を規定するのであるという因果関係は確認されてきたといえよう (Watanabe & Oyama, 1988; 渡辺・永瀬, 1989)。しかし、主観的輪郭の知覚成立のメカニズムについては、大別すると、情報処理の観点から比較的低次の処理水準で起こっている現象と関連づけて説明しようとする立場と、問題解決のような高次の処理水準と関係づけて説明しようとする立場があり、それぞれがモデルを提出してはいるものの統一的な見解に至ったとは言い難い。

ところで、同じく「明るさの勾配」は存在しないのに輪郭の知覚が生じる全く別の現象を、Julesz (1971) によるランダムドット・ステレオグラムの実体鏡視に認めることができる。左右眼に与えられているステレオグラムを実体鏡を通じて見ると、右眼と左眼に与えられる位置に若干のずれ (disparity) をつけてある四角形の部分だけが前方に浮き出して見え、そのとき四角形の周囲にははっきりとした輪郭の存在を知覚することができる。これこそ主観的輪郭であるが、その因果関係について Julesz は、「奥行きをおこすのが輪郭なのではなく、奥行きが輪郭をおこすのだ」と述べている。これら二つの現象における立体効果は「輪郭」の成立をもたらすという点で共通しているが、Julesz のいう奥行きが「面の形成」を前提としているならば、更に「輪郭」の成立には、「面形成」という前段階が存在する可能性を窺い知ることができる。

以上のような事実を踏まえ、ここでは (1) 開眼者は主観的輪郭図形に対してどのような知覚特性を示すのか。 (2) もし、主観的輪郭の知覚が困難であっても、面としての知覚は成立していることを示す反応が現れるかどうかを確認す

る。そのことによって、形態視における面形成と輪郭の知覚がどのような順序で発生するのか、その順序性を統一的に考える資料とする。

## 第2節 開眼者による主観的輪郭図形の構造把握の検討

### 実験8-1 主観的輪郭図形の視覚による形態把握

#### [I] 問 題

開眼者の形態知覚上の特性として前章までで明らかにしてきたのは、重なり図形においては、実輪郭で描かれていない部分をも面として抽出・補完して、面相互の奥行きを含む構造として捉えることの困難性であった。

ここで問題とするのは、主観的輪郭に囲まれた領域に輪郭を検出し、輪郭を含む面相互に奥行き次元を抽出することが開眼者においても可能かどうか、さらに当初それが困難であっても、把握型に変化が起こるのかどうかという点である。

#### [II] 目 的

簡略化した主観的輪郭図形を提示して開眼者の視覚による構造化の仕方を明らかにする。具体的には、(1) テスト領域をも、「形」をもつ領域として捉えることができるかどうか。(2) テスト領域に対して、「主観的輪郭」の他に「奥行き」の次元を抽出し、「明るさの差異」を見いだすことが可能かどうか。(3) それらが不可能な場合には、どのような構造として把握するのか、またそのような把握型が変化するのかどうかを吟味する。

なお、ここに課題を行なった開眼者は、実輪郭線に囲まれた領域を形態をもつ面として視覚的に知覚し、さらにその形態を識別することはすでに成立していたので、主観的輪郭図形の誘導図形を見ることは可能であった。

#### [III] 方 法

1. 図形は触覚でも構造化ができるように、白台紙の上に黒の標準色紙から切り取った誘導図形を粘ることによって作成した。用いた主観的輪郭図形とし



ては、図2のように線を太くしたり簡略化するなどの修正を加えたKanizsa型の図形で、誘導図形間の距離を種々変えたものも用意した。

## 図2 実験に用いた主観的輪郭線図形

2. 図形の提示は原則として主観的輪郭図形から、中でも誘導図形の間隔が広いものから始めた。これは、誘導図形の間隔が狭い図形では主観的輪郭が生じ易いという事実をふまえての配慮によるものである。実験を行って誘導図形間の距離が開眼者にとっては広過ぎることが認められた場合には、間隔の狭いものを次回から導入するなど適宜図形の変更も行っているので、3名の開眼者に必ずしも同一の図形が同じ回数提示されたわけではない。

3. 観察の際の距離と時間については制限を加えず、各開眼者にとって最適な条件で実験は行われた。その結果、3名共に図形を手にとってそれを動かしながら観察することが多く、図形までの観察距離は最も短いのがM Oで約5 cm、次がK Tでおおよそ8 cm、一番遠くから観察するT o Mの場合でも15 cmほどである。よって、図形の大きさ（主観的輪郭の部分）は最も小さい場合（図A-1）が、各人にとって視角で $38^{\circ} 40'$ 、 $26^{\circ} 34'$ 、 $15^{\circ} 7'$ に相当し、最も大きい場合（図B-5）は $71^{\circ} 0'$ 、 $37^{\circ} 50'$ 、 $22^{\circ} 30'$ である。観察時間は平均約20秒であった。

実験は明室で行い、天井の右上方から蛍光灯の照射を受けており照度は平均610 Lux (2.78 log unit)程度、図形までの距離は140 ~ 150 cmである。主観的輪郭の知覚が照明条件による影響を受けるという結果 (Dumais and Bradley, 1976; Bradley and Dumais, 1980; Warm, Dember, Padich, Beckner and Scott, 1987) を踏まえて、開眼者が図形を見やすい照明条件の設定を心がけた。

指示は「どのような形が見えますか」とのみ尋ね、「主観的輪郭」が見えるか否かを問うことは行っていない。また、実験は同一の図形に対して日を隔てて継続的に行われるので、報告された内容について実験者が解説を加えるなどのことも一切行わない。従って、テスト領域の明るさや奥行き感についての補足質問は、主観的輪郭を検出したと認め得る内容の報告が自発的に現れた場合に限り、追加したものである。

4. 主観的輪郭線図形における誘導図形は、いずれも黒の標準色紙 (N 1.5) から切り取ったものである。図形A-1、A-2における誘導図形の円は直径3 cm

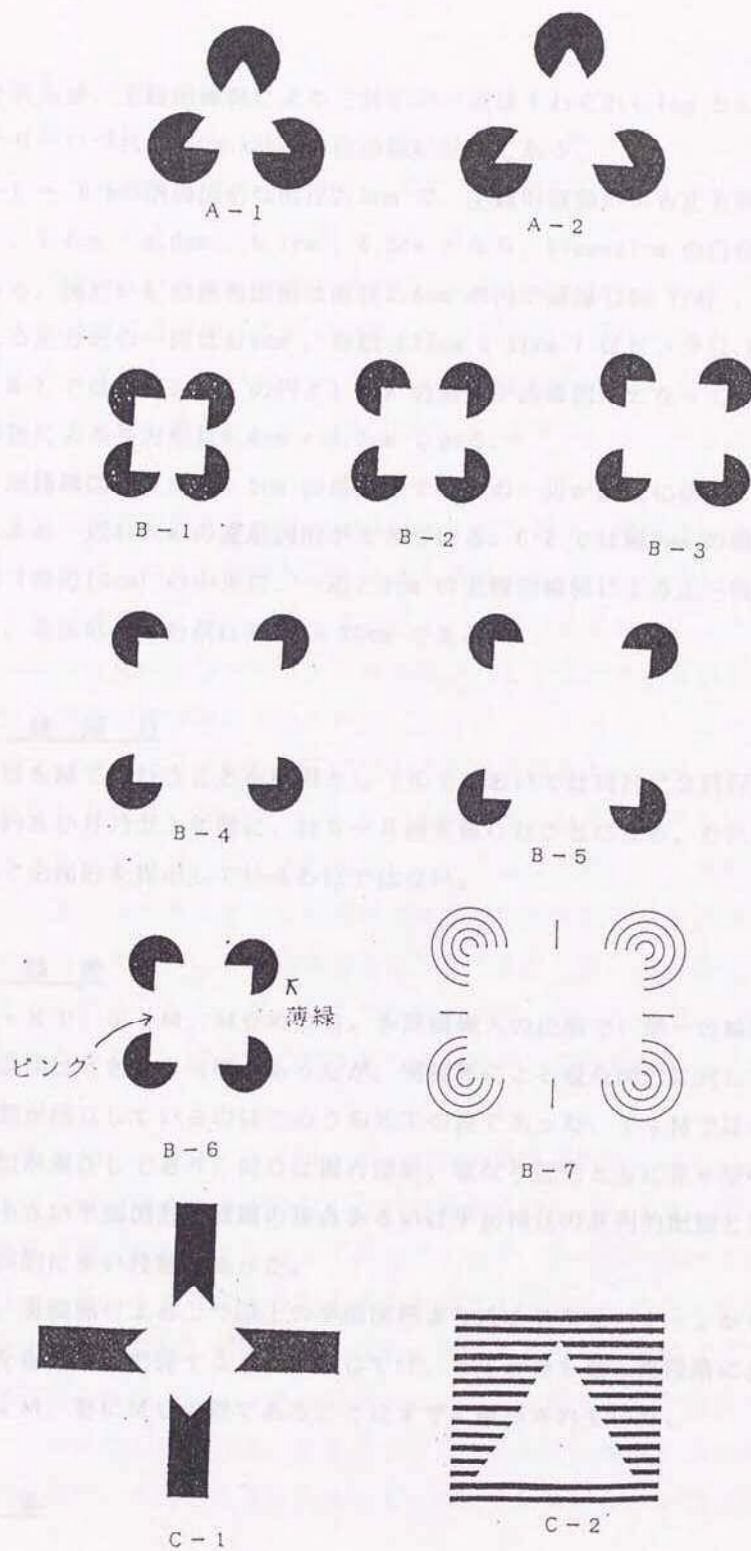


図2 実験に用いた主観的輪郭線図形



で一定であるが、主観的輪郭による三角形の一辺はそれぞれ4.1cm と5.5cm になっており、いずれも36cm x 36cmの白台紙に貼ってある。

図形B-1 ~ B-5の誘導図形は直径2.8cm で、主観的輪郭による正方形の一辺は2.8cm、3.4cm、4.0cm、5.7cm、6.3cm となり、27cm x 27cm の白台紙上に貼ってある。図形B-6 の誘導図形は直径2.8cm の円で薄緑(10G 7/4)、主観的輪郭による正方形の一辺は4.0cm、台紙(27cm x 27cm) はピンク(2.5R 8/6)である。B-7 では直径3.8cm の円と1.3cm の直線が誘導図形となっており、主観的輪郭線による長方形は8.4cm x 6.3cm である。

C-1 の黒誘導図形は5cm x 2cm の長方形で、その一辺が鍵型に切れて主観的輪郭線による一辺4.2cm の菱形図形ができています。C-2 では幅3mm の横線による長方形(長辺10cm)の中央に、一辺7.8cm の主観的輪郭による正三角形ができています。両図形とも台紙は36cm x 25cm である。

#### [IV] 実験 期 日

実験は日を隔てて行うことを原則とし(KTにおいては同日に2回行なっている)、約8か月乃至1年間に、計5~8回実施したことになる。ただし、毎回の実験で全図形を提示しているわけではない。

#### [V] 被 験 者

開眼者: KT、T・M、MOの3名。本課題導入の段階で、単一の輪郭線図形の形態識別は3名とも可能であったが、実輪郭による複合図形に対して $\alpha$ 型の構造把握が成立しているのはこのうちKTのみであった。T・Mではまだ $\alpha$ 型と非 $\alpha$ 型が混在しており、MOは複合図形、重なり図形ともに非 $\alpha$ 型の構造つまり、小さい平面図形と直線の接合あるいは平面相互の並列的配置としての把握が圧倒的に多い段階にあった。

従って、実輪郭による二つ以上の平面図形より成る2次元パターンから面の立体構図を視覚的に把握することに関しては、KTが最も進んだ段階にあり、次いでT・M、更にMOの順であることはすでに確認されていた。

#### [VI] 結 果





### 1. 把握型の多様性

開眼者は主観的輪郭図形をどのような構造として捉えるのか。この点を吟味するために、3名の開眼者による各図形に対する言語報告を表で示したものがそれぞれ表1-1、表1-2そして表1-3である。

構造化された内容を見ると、主観的輪郭図形に対してはKanizsa が指摘したような、テスト領域に対する「輪郭の知覚」、「明るさに変位」及び、その領域が誘導図形の上に重なっているという「奥行きの変位」が感じられるという典型的な特性が知覚されたのは、ごく僅かの場合に過ぎないことがまず注目される。

しかし、主観的輪郭が検出されないとは言え、彼らが全く規則性のない構造化をしているわけではなく、誘導図形とテスト領域のどちらに注目して形態の構造化を試みているのか、捉えた構造は奥行きのある三次元かそれとも同一平面上の並列的な二次元の構造か、という点に着目して反応の内容を検討すると、およそ4種類の把握型に集約される。つまり、

(1) 第1は、表1-1に示すSub. K Tが初回の実験で図形B-1 に対して誘導図形に囲まれた部分を四角と認めた上で、そこは「周囲の白よりも明るい」とことと「黒の所よりも手前に見える」と報告をしているような場合で、主観的輪郭の知覚が成立したものとみなされる把握型である。この報告でK Tは輪郭線について明確には述べていないが、誘導図形ではなくテスト図形の構造化に主体が置かれ、そこに奥行きを伴う面としての形態を知覚しているので、これは輪郭を認めたものとみなし、この種の把握型を以下では「主観的輪郭」：A型とした。

(2) 一方、表1-2に示すSub. T o M. が初回の実験で図形B-5 に対して行った「四隅が黒のC形で囲まれた四角形」という構造化や、Sub. M O. による同じく初回の実験で図形B-1 になされた「外は黒の形で、中の白の四角の横に並んでいる。……」という報告に見られるような構造化がある。これらの報告では、実輪郭を伴う誘導図形()と主観的輪郭によるテスト領域()が、それぞれ完結した形を成し、それらが並列している構造として捉えられている。従って、両図形間に奥行きの差異はなく、二次元的な構図とみなす把握型である。この場合、主観的輪郭の知覚が明確に成立しているのか判定は難し



いが、奥行きについての言及がない為に、誘導図形とテスト領域の境界線はそれぞれの領域の境界として共有されているものとして、「Jigsaw Puzzle 型」の把握型：B型と名づけた。

(3) 更に、表 1-1 の Sub. K T が初回の実験で図形 A-2 に対して「丸のような形を線で繋げば三角形みたいになる」と捉えた構造化や図形 B-5 に「円のかけたものが四隅にあり、それを繋ぐと四角になる。途中の線は見えない」という報告に認められる構造化である。この場合には、個々の誘導図形の形態とそれらが配置されている空間的な布置を要素となる誘導図形の連結によって構成するにとどまり、テスト領域の形態については言及していない。このような把握型を「連結・構成型」：C型としている。

なお、先の B 型からこの C 型へに移行的段階とでもいうべき中間の型がごく僅かではあるが現れている。それは、テスト領域に注目し、そこを面として捉えるが、その形態の報告が完全とはいえない。つまり、領域の面形成はできているが、主観的輪郭が全周囲に亘って明瞭に検出されるには至ってはいない段階を示している。このような段階の存在は、全周囲にまで及ぶ主観的輪郭の知覚に先立って、面の形成は成り立つことの可能を示唆している。

(4) 最後は、個々の誘導図形の形態あるいはその一部を単発的に列挙するのみで、それらが配置されている全体構造を捉えることも難しい段階にあることを示す場合である。例えば、表 1-3 に示す Sub. M O が初回の実験で図形 B-4 に対して「C の字がいろいろの方向を向いている」、図形 B-6 に「半丸が四つ..」と報告したような場合で、これを要素・列挙型：D型と分類した。表 1-1～表 1-3 において、各図形に対する報告に後に示した A～D の記号はこれらの分類に基づく構造把握の型を割り当てたものである。なお、Sub. M O の図形 C-2 に対する # 印は、「灰色」との報告から判断して黒の線を分離して知覚することができず混色が生じ、一様な灰色の地領域と白の図領域を分化するだけに留まっているとみなし、類型化の対象外としたことを示している。

表 1-1 K T による主観的輪郭図形の構造把握

表 1-2 T o M による主観的輪郭図形の構造把握

表 1-3 M O による主観的輪郭図形の構造把握

## 2. 初期(I期)の段階で示された把握型とその比率

(1) 主観的輪郭図形を導入した初期の段階では、先の 4 型のうちどのような把

表1-1 開閉眼者 K T による主観的車輪享る系図開形の構造造り把握

時期	初見時の目撃段階		第 I 目撃段階			
	視覚・触覚	93.8.11(1回目) 視覚	93.8.11(2回目) 視覚	93.11.1(1回目) 視覚	93.11.1(2回目) 視覚	93.11.1(3回目) 触覚
A-2 小	「丸みだいたいなものを線で 結ぶ」 「四角になる」 「周囲の白よりも、四角 の白の方が明るい」 「黒の所より、四角は手 前に見える。」 A	乗せた感じがする」 A	白い所に黒が4隅にあ るために4角になる」 「白の明るさは周囲と 同じ」 B	えるが、切れている感 じがある」 「立体感はある周囲と同じ 」 B	「周囲のは、何とも言い 難い形で、それが角にあ る」 「回りが上に乗って いる」 B	「角と角を繋ぐと三角にな る」 B
B-6 カラー	「グリーを繋ぐと4角に なる。ピンクに明るさの 差はない」 C					
B-7 角曲線	「棒が4本。4隅に丸が あり、全体で四角形みた いだけ」 C		「真中が四角く見える 。輪郭は四角で角には 線がある。丸い曲線で コナを作っている」 B			
C-1 十字	「縦と横に黒い線が向か いあってついている。 十字みたい」 C	「黒い線が十字のよう にあり、真中は菱形み たい」 主観的輪郭線について は、「線があるように 見える」 A	「線が縦横に十字みた いにあるが、繋って いない。真中は菱形み たい。菱形として感じる 。黒と黒の間は繋って いるように感じる」 A			
C-2 線の三角	「横線が上と下は長く、 真中は同じ位。全体で 四角になっている」 「真中は三角ですね」 B		「中が三角、まわりが 横線」 B			



			同じ」	B	ように見える。立体感はない」 A	「感覚では中が三角という感じがなくなり、周囲の形の方が強く感じられる」 「視覚では三角が強く感じられた」 B	
B-5 四角、大	「円の欠けているものが4隅にある。途中に線を描くと、四角になる。その線は見えない」 C						
B-4	「角に4つあって、全体で四角っぽくなる」 C						
B-3	「黒のを繋ぐと、全体で少し小さい四角」 C						順に動かして見て「黒いものが四角角にあって、中央が白い四角になっている。途中に線はないけれど」 D=5cm, 30° B
B-2	「黒のを繋ぐと、全体で小さい四角」 C						「黒が四角で四角になっている。四角の境界は微妙に」 7.73° B D=9cmで「全体が見える」 D=30cmで「中と全体が見える」

B-1 小	「黒のを繋ぐと、もっと小さい四角になる」。 「周囲の白よりも、四角の白の方が明るい」 「黒の所より、四角は手前に見える。」 A	「黒の上に白の四角を乗せた感じがする」 A	黒が4隅にある4角。白い所に黒が4隅にあるために4角になる」 「白の明るさは周囲と同じ」 B	「中を見ると4角く見えるが、切れている感じがする」 「立体感とは周囲と同じ」 B	「さっき見た四角のだ」 「周囲のは、何とも言い難い形で、それが角にある」 「回りが上に乗っている」 B		
B-6 カラー	「グリーを繋ぐと4角になる。ピンクに明るさの差はない」 C						
B-7 角曲線	「棒が4本、4隅に丸があり、全体で四角形みたいだけど……」 C		「真中が四角く見える。輪郭は四角で角には線がある。丸い曲線でコーナーを作っている」 B				
C-1 十字	「縦と横に黒い線が向かいあってついている。十字架みたい」 C	「黒い線が十字のようになり、真中は菱形みたい」。 主観的輪郭線については、線があるように見える」 A	「線が縦横に十字みたいにあるが、繋っていない。真中は菱形みたい。菱形として感じる。黒と黒の間は繋っているように感じる」 A				
C-2 線の三角	「横線が上と下は長く、真中は同じ位。全体で四角になっている」 「真中は三角ですね」 B		「中が三角、まわりが横線」 B				

表1-1 開閉目録音 K Tによる主観的動向事象系図開形の構文意味分析

時期	初期の目録		第 I I 目録			
	初期の目録	初期の目録	初期の目録	初期の目録	初期の目録	初期の目録
視覚・触覚	'93.8.11(1回目) 視覚	'93.8.11(2回目) 視覚	'93.11.1(1回目) 視覚	'93.11.1(2回目) 視覚	'93.11.1(3回目) 触覚	'94.4. 触覚
A-2 三角 大	「丸みだいなものを線で結べば、三角みだいなになる」 C					「角と角を繋ぐと三角になる。間は見えない」 C
A-1 小	「丸みだいなものを線で結べば、三角みだいなになる」 C		「3角が見える。上に一つと下に二つで」 「白の明るさは周囲と同じ」 B	「中も白い3角に見える。切れているところでも、辺が繋っているように見える。立体感はない」 A	「触覚でも視覚と同じ構造」 「三角で、(黒い)のがその角にある」。 「触覚では中が三角という感じが無く、周囲の形の方が強く感じられる」 「視覚では三角が強く感じられた」 B	
B-5 四角、大	「円の欠けているものが4隅にある。途中に線を描くと、四角になる。その線は見えない」 C					
B-4	「角に4つあって、全体で四角っぽくなる」 C					
B-3	「黒のを繋ぐと、全体で少し小さい四角」 C					順に動かして見て「黒いものが四角角にあって、中央が白い四角になっている。途中に線はないけれど」 D=5cm, 30° B
B-2	「黒のを繋ぐと、全体で小さい四角」 C					「黒が四角で四角は70%。四角の境界は10%」 7.73° B D=8cm「全体が見える」 D=30cmで「もと全体が見える」
B-1 小	「黒のを繋ぐと、もっと小さい四角になる」。 「周囲の白よりも、四角の白の方が明るい」 「黒の所より、四角は手前に見える。」 A	「黒の上に白の四角を乗せた感じがする」 A	黒が4隅にある4角。白い所に黒が4隅にあるために4角になる」 「白の明るさは周囲と同じ」 B	「中を見ると4角に見えるが、切れている感じがする」 「立体感、周囲と同じ」 B	「さっき見た四角の」 「周囲のは、何とも言い難い形で、それが角にある」 「回りが上に乗っている」 B	



時期 図形	初月頃の手段報告		第 I 手段報告	
	( '93.5.10) 視覚	( '93.6.27) 視覚	( '93.10.16) 視覚	( '93.11.23) 視覚
A-2 三角 大				
A-1 小	「一つは角の欠けた Cの形。緑ふと、黒い三 角形」 16 C		「丸のようなのを繋ぐと 三角になる」 C	1.「黒を結ぶ三角形」 C 2.「真中の白を見ると、 十字形」
B-5 四角、広	「四隅を黒のC型で囲っ ている四角形」 17 B			
B-4				
B-3				
B-2				
B-1 小			「丸のようなのを繋ぐと 四角になる」 C	1.「黒を繋ぐと四角形」 C 2.「白を見ても四角にな るが、角は鈍い四角」 (B)
B-6 カラー		「同じ形のもので列が 四つ」 (真中の形は 白は報告なし) D		
B-7 角が5重丸	「線が細くおそれで、 全体で四角形。線が入っ ては四角形」 D=12cm. C			1.「黒の形が4つある」 C 2.「真中が浮き上がって見 える」 (A)
C-1 十字		「黒い十字架の一部が 無いもの(真中の形は 白は報告なし)」 C	「黒い十字架の上に、白 い花模様に乗っている」 A	「全体は正方形。正方形 の角が黒、線」 「直線は繋ばつた」 B
C-2 線の三角	1.「四角の上に三角」 2.「横線の一部が三角に 欠けている」 A (A)		「全体は四角で、その中に 白い三角がある」 A 「三角が上にある」 A	

表 1-3 開眼者MOによる主観的動向線図開シの構図番号と屋

時期	初期刊の目録				第 I 目録				
図形	( '93.5.23 ) 理想	( '93.7.6, 8.31 ) 理想	( '93.10.26 ) 理想	( '93.10.26 ) 触覚	( '94.1.11 ) 理想	( '94.1.11 ) 触覚	( '94.3.24 ) 理想	( '94.5.1 ) 理想	( '94.6.27 ) 理想
A-2 三角 大		「りんごが3個、結ぶと三角」17° 16 C							
B-6 カラー	「半丸が4つ。見ると耳のよう。触るとリリミたい」17° 79 D								
B-7 角線									
C-1 十字	「長方形が4つ、真中をつけたら十字架になるような感じで並んでいる。このままでは十字にならない」18° 57 C	「長方形が回りに4つ。真中に、菱形ができていて、菱角は切れているけれど、(辺を) 結べば四角」20° 62 B	「黒を繋げると(外周が) 菱形、真中も菱形」37° 33 (B)	「黒を繋げると菱形真中も菱形」5° 01 B	「黒い長方形が手のひらのように並んでいる」19° 41 C	「黒の十字架。長方形が縦のように切れている」10° 11 C	「中は白の四角、外を結ぶ四角」黒を縦横的に塗り、黒は切れてる四角だけ」(42°) B (D = 7 ~ 9cm) 描画		
C-2 横線の三角	「4角の枠があり、3角がある」7° 78 (触覚でも同様) #	灰色の3角2つと白の3角1つ。遠くで見ると灰色、近くでは白と黒」# 15° 75	「中が三角、まわりは4角」10° 08 B	「中が三角、まわりは4角」5° 30 B	「真中は白い三角。おの地区色の菱形が斜めに並ぶ」# 21° 99	「長方形、おの地区色の菱形、真中は三角」7° 27 B			



								一度に全部見せる (描画) B	外は一度に全部 見せる B	外は3個、真中も3 角は2個 3° B
B-5 四角、広		「Cの字がいろいろの 方向を向いている」 9° 63 D								
B-4		「少し小さいノコギリが50 方向を向いている」8° 47 D								
B-3		「黒を結んだら四角形。 角は黒」38° C 「外は4つ、結んだ角」 19° C								
B-2		「黒を結ぶと4角形。白 の...」18° C								外は4個、繋 ると四角になる。真中 も四角になる 15° 58 B
B-1 四角、狭		「外が黒の形。中の白の 4角は横に並んでおり、 白は、はまり込んでいる ...」1° 13° B	「黒を繋げると4角。白 い所はわくになっ てい る」21° 90 (B)	「真中も四角。外も 繋げると四角」 4° 32 (B)	「外は黒い四角」 真中が「菱形」 16° 79 (B)	「出っ張っている所を 繋げると、正方形」。 「真中も正方形」 32° 76 B	「外は結ぶと四角 で中は菱形」 (29.25°) (B)			

B-6 カラー	「半丸が4つ。見ると 耳のよう。触るとリッ みたい」17° 79 D									
B-7 角線										
C-1 十字	「長方形が4つ、真中 をつけたら十字架にな るような感じで並んで いる。このままでは十 字にならない」16° 57 C	「長方形が回りに4つ。 真中に、菱形ができてい る。実際は切れているけ れど、(辺を) 結べば四 角」20° 62 B	「黒を繋げると(外側が ) 菱形、真中も菱形」 37° 33 (B)	「黒を繋げると菱形 真中も菱形」 5° 01 B	「黒い長方形が手の ひらのように並んで いる」19° 41 C	「黒の十字架。長 方形が鍵のように 切れている」 10° 11 C	「中は白の四角、 外を結ぶと四角」黒 を縫うように切り、 「黒は切った四角 だめ」(42°) B (D=7~9cm) 描画			
C-2 横線の三角	「4角の枠があり、 3角がある」7° 78 (触覚でも同様) #	灰色の3角2つと白の3 角1つ。遠くで見ると灰 色、近くでは白と黒」# 15° 75	「中が三角、まわりは4 角」10° 08 B	「中が三角、まわり は4角」 5° 30 B	「真中は白い三角、 おのれは灰色の菱形を 斜めに切形」# 21° 99	「長方形を6個並べ て、真中は 三角形」7° 27 B				

196 (C)

[illegible]



(1)主観的輪郭図形を導入した初期の段階では、先の4型のうちどのような把握型が多く現れるのか。この点については、主観的輪郭線図形を見始めて3か月以内に行なわれた2～3回の実験で提示した全図形に対する各把握型の出現回数と率をまとめた表2-1によると、3者の計の欄が示すように主観的輪郭を検出し、奥行次元の知覚にまで至る「A型」は最も少ない(12.5%)。最も多いのは、誘導図形のみを検出してそれらを連結・結合してできる布置を報告する「C型」の把握型であり、全体の半数以上に及んでいる(56.3%)。次いで多いのは誘導図形とテスト領域が並置されていると知覚する「B型」および誘導図形の個々の形態を捉えるに留まる「D型」であり、同じ出現率である。このようにC型の把握型が最も多いと言う傾向は、いずれの開眼者においても共通に認められている。

表2-1 主観的輪郭線図形に対する把握型と出現比率(初期の段階)

(2)各人の差異に注目すると、Sub. MOが主観的輪郭を検出できたのはB-1とC-1に対してであるが、その場合にも主観的輪郭に囲まれた面と誘導図形による領域とが併置されていると構造化するB型の把握であり(16.7%)、奥行の次元をも抽出するA型の把握型は現れていない。更に、C型の連結・構成型の反応に次いで、断片的に拾い上げた誘導図形の形態を列挙するにとどまるD型が33.3%も生じている所にSub. MOの特徴がある。

次に、図形までの観察距離が3者の中では最も長かった(12～15cm)のSub. T o Mでは、重なりを伴う主観的輪郭の知覚が図形C-2に対して1回(14.3%)成立していること、更にB型の反応がMOよりやや多く、D型の反応は1回(14.3%)に留まっているなど、Sub. MOとは若干異なる傾向を示している。Sub. T o Mで、後述のSub. K TよりもB型の反応が多くC型が少なくなっている理由のひとつは提示した図形の中に、図形の間隔が広いB-4、-3、-2が含まれているためと考えられる。

最後に、重なり図形や透視図形的図形において奥行次元の抽出が可能であることを示しているSub. K Tにおいても、C型の把握が最も多い(69.2%)点では他の2名と同様である。しかし、重なりを伴う主観的輪郭の把握が図形、B-1とC-1に計3回(23.1%)成立しており、テスト領域が誘導図形より手前にあることや、周囲の白い領域よりも明るいことを認めるなど、その差異の報告は明瞭

表2-1 初期段階の構造化（全図形に対する把握型を通じて）

把握型	K T	T O M	M O	計
A 型	3 (23.1%)	1 (14.3)	0 (0)	4 (12.5)
B 型	1 (7.7)	2 (28.6)	2 (16.7)	5 (15.6)
C 型	9 (69.2)	3 (42.9)	6 (50.0)	18 (56.3)
D 型	0 (0)	1 (14.3)	4 (33.3)	5 (15.6)
(#)	0 (0)	0	3 (-)	
計	13 回	7	15 (12)	32

(#) 図一地の分化に留まる反応



である。更に、D型の報告が一度も現れていないことも考慮すると、この種の図形に対して図形全体を捉えた上で空間的に高次の構造化を行なうことに関して、Sub. K Tが一步先んじていることが認められる。

(3)上記の表2-1に基づき4種の把握型の出現率を示した図3を見ると、教示のない状況でこの種の図形を見た場合に、最も容易に行われる構造化は実際に見える誘導図形を連結的に繋げてできる空間布置についてのそれであり、主観的輪郭によって構成されるテスト領域の形を知覚することは、開眼者にとって極めて難しいことが認められる。実輪郭と明確な主観的輪郭による奥行き構造を捉えたことを示す報告は、延べ32回の試行中4回のみ(12.5%)であった。

図3 主観的輪郭線図形に対する初期の把握型と出現比率

### 3. 把握型の変化—その方向性

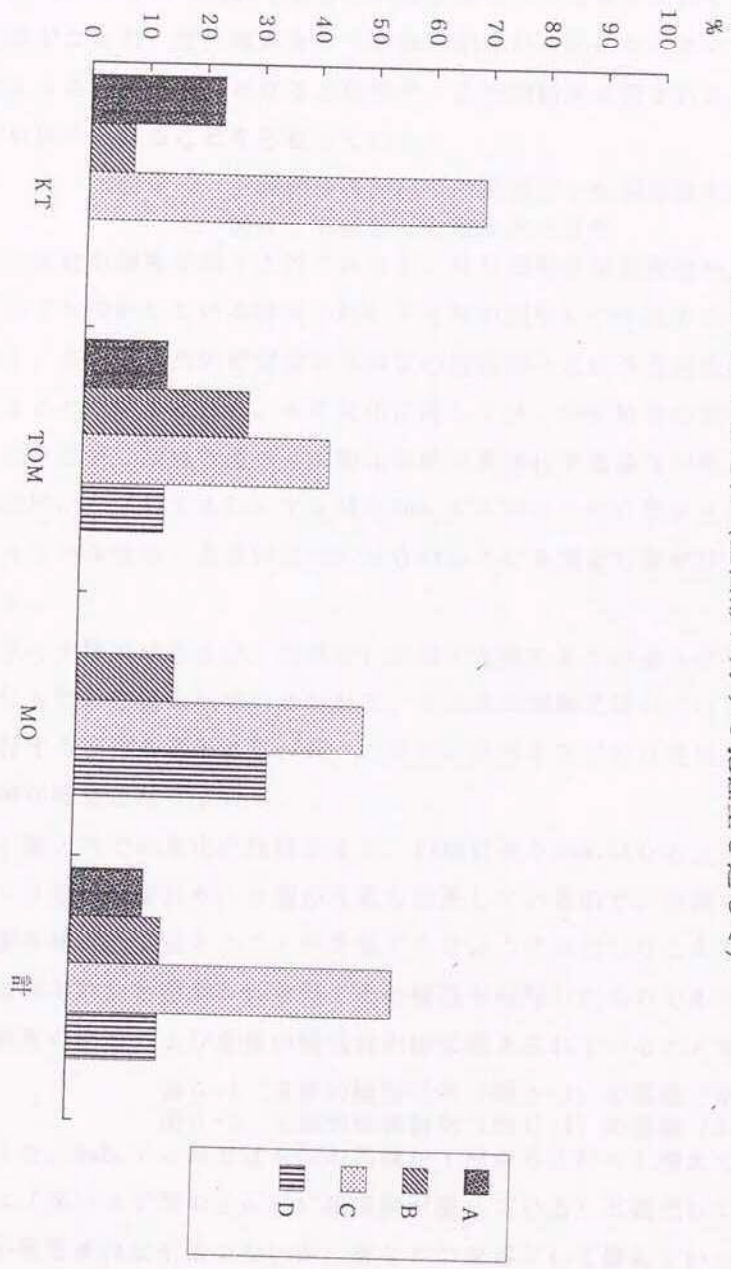
主観的輪郭線図形に対する把握型は変化するのだろうか。この点については把握型の出現率の変化を、初期の段階とその後2～8か月間（仮に第II期と名づけた）に継続された3乃至5回の実験で引き続き提示された一部の図形（8種）のみに対する結果（表2-2）に基づいて、比較吟味することとした。

(1)構造化の変化を3者の合計で比較すると、主観的輪郭の検出を明確に示すA型が出現する割合にはほとんど変化はみられないが、II期に至ると、要素の断片的な列挙による部分的な構造化にとどまるD型の反応はまず消失する。そして最も多く現れた把握型は、誘導図形の要素図形を連結的に結合するC型(57.1%)から、誘導図形と共にテスト領域の形態をも捉えるJigsaw Puzzle型(B型:51.6%)に移行していることが認められる。

A型とB型の合計出現率は初期の約38%からII期に至って約67%へと増加していることを重視するならば、奥行感を伴う面の知覚にまでは変化が及んでいないものの、主観的輪郭の知覚と言う点では確実に変化しており、構造化し得る領域が実輪郭による誘導図形のための範囲からテスト領域にまで拡がりつつあることが認められる。

更に初期にC型であった図形に対して、テスト領域にも知覚は及ぶが捉えられた形態が不完全であるというB型からC型への移行的把握型が少数ではあるが新たに現れている。これを(B)型としたが、このような反応がC型から

図 3 初期段階の構造化 (全図形に対する把握型を通じて)





B型への移行期に現れることは、先ず領域への注意が先行し、次にそこに面の形成がなされ、更に輪郭を伴う形態の把握が可能になるという順序性が、実輪郭による誘導図形におけると同様に、主観的輪郭に囲まれたテスト領域についても認められることを示唆している。

表2-2 主観的輪郭図形への把握型と出現回数の変化

図4 把握型と出現比率の変化

(2)変化の様相を個々人内でみると、同じ把握が初期段階から第II期の後半に至っても持続している場合 (Sub. T o Mの図形A-1 に対するC型) はむしろ少なく、多くは低次の把握型から高次の把握型へという方向性のある変化をしていることが認められる。その変化に関しては、Sub. M Oの図形A-1 に対するようにD型→C型→B型へと構造化が順次高次化する場合が殆どであるが、中には図形C-1 に対するSub. T o MやSub. K TのようにC型からA型へと一気に変わっている場合、あるいはSub. M OのようにB型とC型が交互に現れる場合もある。

更に少数ではあるが、図形B-1 に対するSub. K Tのように1、2回目の実験ではA型の把握をしていたのが3、4回めの実験ではいずれもB型の反応へと逆行する場合も若干あり、同一の図形に対する反応の可変性がまだ高いことが著明な特徴となっている。

(3)個人内での変化に注目すると、II期に至りSub. M Oの主たる把握型はC型からB型へと変わり、D型の反応も消失しているので、全誘導図形から一つの形態を構造的に捉えることが可能になるように変化したことを示している。図5は図形A-1 と図形C-1 を見てその構造を描写したものであるが、個々の誘導同図形の形態および全体の構図は的確に捉えられていることを示している。

図5-1 主観的輪郭図形 (図A-1) の描画 (Sub. M O)

図5-2 主観的輪郭図形 (図C-1) の描画 (Sub. M O)

また、Sub. T o MではA型の把握が1回から3回へと増えている。図形C-2では「黒い十字架の上に白い花模様が乗っている」と把握しており、テスト図形の形態表現は正確でないが、重なり構造として捉えていることは表現されている。A、B、C型の把握型から、A、B、(B)、C型が混在している状況へと変化している。Sub. K Tも、主たる把握型が誘導図形を連結・結合するC型からB型へと大きく変わり(70.0%)、反応の殆どがA型とB型のみになり

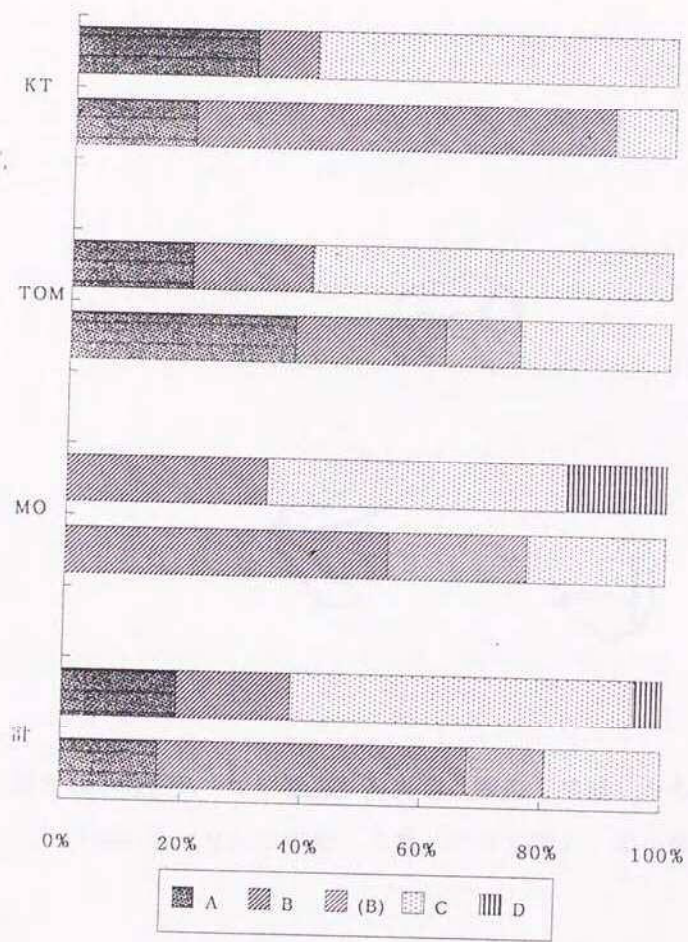
表2-2 構造化の変化 (継続して提示した図形に対する把握型を通じて) ・

	KT		TOM		MO		計	
	初期	第2段階	初期	第2段階			初期	第2段階
A 型	3 (30.0)	2 (20.0)	1 (20.0)	3 (37.5)	0 (0)	0 (0)	4 (19.0)	5 (16.1)
B 型	1 (10.0)	7 (70.0)	1 (20.0)	2 (25.0)	2 (33.3)	7 (53.8)	4 (19.0)	16 (51.6)
(B) 型	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (12.5)	0 (0)	3 (23.1)	0 (0)	4 (12.9)
C 型	6 (60.0)	1 (10.0)	3 (60.0)	2 (25.0)	3 (50.0)	3 (23.1)	12 (57.1)	6 (19.4)
D 型	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (16.7)	0 (0)	1 (4.8)	0 (0)
計	10 (100)	10 (100)	5 (100)	8 (100)	6 (100)	13 (100)	21 (100)	31 (100)

[A-2, A-1, B-3, B-2, B-1, B-7, C-1, C-2]



図4 構造化の変化（継続して提示した図形に対する把握型を通じて）



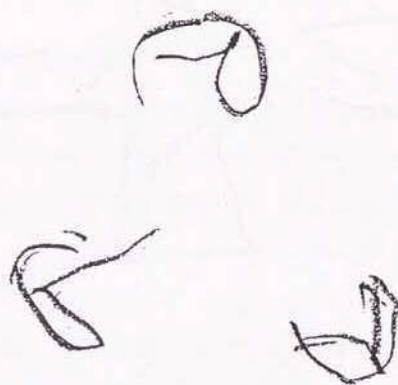


図5 (1) 図形A-1を観察\*した後、構造を描画したもの (Sub.MO : '94.3.24)

\* 「黒い所はりんごの形、3個。中が三角」、縮小率30%



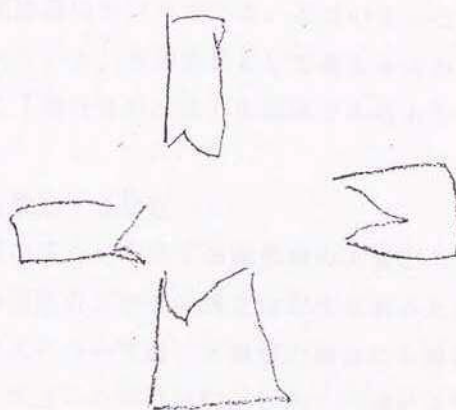


図5 (2) 図形C-1を観察\*した後、構造を描画したもの (Sub.MO: '94.3.24)

\* 「中が白の四角形。黒の所も四角で、外側を結ぶと菱形になる」、縮小率30%

テスト領域の形態をも知覚する把握様式が確立したことが示唆されている。

以上、3名の開眼者が示した変化の傾向を概括すると、主観的輪郭線図形に対する反応は、まず実輪郭を伴う誘導図形の一部を断片的に捉える部分反応の段階が現れ、次いでそれら誘導図形を順に連ねることで全体の構造を捉えようとする連結的な把握型へと変化する。しかし、ここまでの把握ではテスト領域は検出されていないので「主観的輪郭」が知覚されたとはいえない。それが可能になるのは、誘導図形と同時にテスト領域の形態も知覚の対象として捉えられる第3の同時的な知覚段階においてである。とはいえ、ここではまだ、両領域は「並列的に配置されている」空間関係として捉えるのみであり、主観的輪郭に囲まれた面に対して「奥行きの次元」を抽出できるようになるのは最後の段階に至ってである。

#### 4. 主観的輪郭の知覚を規定する要因

(1) 一般に主観的輪郭の成立を規定する図形側の主要因の一つは誘導図形の間隔であり、それが狭い図形の方がその成立は容易であるとされている (Banton & Levi, 1992)。この点については、開眼者の場合にも奥行き感を伴う主観的輪郭の知覚 (A型) が成立した回数はKTが5回、ToMが4回であるが、その内訳は表2-3が示すようにその殆どが図A~Cのなかで間隔の狭いA-1, B-1, C-1, C-2の4種で成立していることが認められる。この中で、典型的な主観的輪郭図形であるA-1では誘導図形間隔は11mm (一辺: 40mm)、B-1が6mm (37mm)、C-1は15mm (43mm) であるところから判断して、誘導図形の間隔が20mm未満、主観的輪郭図形の一辺が40mm前後の図形では主観的輪郭の知覚が成立しやすい、という結果になっている。

表2-3 A型の把握が成立した図形と成立率

図形	Sub. K T (5)	Sub. T o M 4 (4)	Sub. M O (0)	成立率
A-1	1 / 3	0 / 3	0 / 2	12.5%
B-1	2 / 4	* 1 / 5	0 / 3	25.0%
C-1	2 / 3	2 / 3	0 / 4	40.0%
C-2	0 / 2	2 / 4	0 / 2	25.0%

\* やや不明瞭な奥行き感の知覚ではあった。



(2) 次に誘導図形の不完全性（不完結性）の補完を手がかりにして主観的輪郭の知覚がなされたかどうかであるが、図C-1 に対するKTとT o Mの報告では誘導図形を「十字架の形」と表現されており、彼らはそれを見えない部分をも含む一つの大きな形態として構造化したことが窺える。そして、そのような構造化が中央のテスト領域を一つのまとまった形（菱形）として捉えることを容易にし、個々の誘導図形の不完全性は上に乗った菱形による遮蔽事態によって、もたらされたとの知覚へと発展させた可能性も否定できない。Sub. KTが2回目の実験で、テスト領域の輪郭を指さし「線があるように見える」と述べる前に「黒い十字」と言い、次いで「真中は菱形みたい」と報告している事実はこのような状況を物語っている。

しかし、このような把握型の発生は究めて少数の図形に限られる。主観的輪郭線が把握されなかった場合の一つの典型的な例は、図B-1 に対する3回目の実験('93.11.1)でSub. KTが、誘導図形を「黒いもの」とだけ述べて明確な形態表現をしていない場合、また、図A-1 に対する初回の実験でSub. T o Mが誘導図形を「Cの字」の形と表現したりSub. MOが「切ったりんごの形」と表現したように、それ自体で完結したの形態として捉えた場合である。

このように、開眼者では主観的輪郭を検出したとしても、重なりを伴わない並置的な関係として知覚することの方が容易であるため、遮蔽によって見えない部分を補完する見方は、必ずしも主観的輪郭の知覚にとって必要条件ではないと言える。

(3) 開眼者の観察条件を吟味すると、重なりを伴う主観的輪郭の知覚が一部の図形で成立したSub. T o Mにおいても図形までの観察距離は12~15cm、Sub. KTでは約8cm であり、極めて近距離から図形を探索・走査することになる。このような状況では、最も小さい図形でも図領域が視角で $38^{\circ} 40'$  (Sub. MO) から $15^{\circ} 7'$  に及んでしまうため、その全貌の形態を一度に捉えることは不可能となる。その結果、図形を移動させながらの継時的な探索を導入することになり、探索時間を長期化させるという可能性は疑いようのない事実である。図形を移動させつつ形態把握を行う行動は3者に共通に認められており、



観察時間については全図形での観察時間を記録したSub. M Oの場合が初期の段階では1図形に平均20秒、第II段階でも平均18秒を要している。部分的な記録に留まっているSub. K T及びSub. T o Mでも、それぞれ平均20秒と17秒を費やしており、視覚健常者が慎重に観察した場合での平均4秒（第3節参照）という観察時間に比べて、はるかに長い時間である。

観察時間の長期化は図形の認知を困難にすることは視覚健常者でも認められていることを考慮すると、開眼者の場合に観察距離が短いこと、図形を継続的に観察すること、観察時間が長期化しているという観察条件は、開眼者の形態把握の特性に深く関与している可能性が示唆される。

そこで問題になるのは、形態を観察しているときの動的有効視野であるが、かれらにその測定を行うことは困難であるため、視覚健常者が制限された動的有効視野のもとで主観的輪郭図形を観察する実験（後述）を行なうことによって、その影響を確認することとする。

#### [VII] 要 約

(1) 開眼者の場合、主観的輪郭図形に対して実輪郭に囲まれた領域を検出してその形態及び輪郭（境界）を知覚することは可能な段階に達していても、主観的輪郭に囲まれた領域に対し「輪郭」と「形態」を明確に知覚することは、必ずしも容易ではない。更に、「重なり」の構造化、及び「明るさ」の差異に関する知覚となると、輪郭の知覚以上に難しい。このような状況は、本課題を導入した初期の段階で、一層顕著に認められた。

(2) 主観的輪郭図形に対する把握型はおよそ4種類（A～D型）に分類できるが、当初最も多く現れたのは実輪郭に囲まれた各誘導図形のみを捉え、それらを連結・構成することによってできる、「全体的な空間布置」を捉えるという把握様式（C型：連結・結句型）であった。しかし後の段階では、誘導図形だけでなく主観的輪郭に囲まれたテスト領域も検出し、両方の図形が並列的に並んでいる構造として捉える把握様式（B型：Jigsaw Puzzle 型）が最も多く現れるように変化した。

上記の4種の把握型の発生的順序性には、出現頻度をも考慮すると、次のような推移の道筋が考えられる。原初的な段階では、誘導図形の検出とその形態



報告に留まり、全体的な構造把握型には至らないD型がある。次は、誘導図形を連結・構成するC型へ進み、更に誘導図形とテスト領域の両方が並列的に並んでいるとみなすB型へと移行する。ここまでの段階では平面的な構造化であるが、最終的には面相互が「重なり」という3次元性を成す構造であると補完によって把握するA型（重なり型）に至るという順序性である。

(3) 主観的輪郭と面形成の関係については、テスト領域の輪郭及び形態がA型では明瞭に知覚されているが、B型の中にはそれらがやや不鮮明な場合も4回あった。これを明瞭なB型と区別して(B)型としてが、その場合には、テスト領域を面として捉え、その形態について一応の説明はするのだが形態の報告が正確とはいえない。つまり、領域の面形成はできているが、主観的輪郭が全周囲に亘って明瞭に検出されるまでには至らない、いわばB型とC型の中間的な型が存在することが見出された。このことによって、全周囲にまで及ぶ主観的輪郭が知覚されなくても、面の形成は可能であることが窺える。

(4) 主観的輪郭の知覚が困難な開眼者ではあるが、奥行きをも知覚できたのは誘導図形間の距離が短いなど（主観的輪郭図形の1辺が40mm、誘導図形の間隔は20mm前後のもの）、誘導図形とテスト領域をまとめて捉えることが容易な図形であった。このような結果と継続的な観察を長時間に亘って行うという行動上の特徴は、形態知覚時における開眼者の動的有効視野が極めて狭いという可能性を示唆するものである。

なお、一部の図形にせよ奥行きを伴う構造化が成立した開眼者は、重なりや透視図的な図形に対してもそこに立体的な構造を視覚的に抽出することが成立しているSub.KTと、それが一部の図形において可能になっているSub.ToMである（この点についての結果は本論文では省略しているが、望月、1978に詳説してある）。それがまだ困難な状況にあるSub.M0では、立体構造としての知覚はまだ難しい状況にある。



### 第3節 制限視野における主観的輪郭線図形の構造把握—晴眼者の場合

#### 実験8-2：制限視野条件下における主観的輪郭線図形の知覚

##### [1] 問題とその背景

これまで、主観的輪郭図形に対してはもとより、複合図形、重なり図形の形態知覚に際して開眼者が示してきた共通特性（例えば小部分の集括として知覚し、部分を関係づけて大きな構造として全体を捉えることが苦手である。更に実輪郭で描かれていない部分を遮蔽による奥行きを表象として捉えることの困難性）は、何に依拠する現象であるのか。この問題が残されている。単なる空間分解能の低下あるいは視野の狭窄だけでは説明できないという事実を踏まえたとき、形態把握時における「動的有効視野」という観点からの検討は、その意味が深い。よって、ここでは彼らの知覚特性を、形態知覚という課題に従事しているときに有効に活用し得る情報の収集範囲＝動的有効視野＝という側面から再考し、第2節で示した現象のメカニズムを探る一資料とする。

ところで、視覚健常者においても一度に見える領域が動的有効視野より狭い状況及び、絵全体を見終わるまでの情報入力時間が長くなるような状況ではパターン再認の困難度が増すことが示されている。パターンの再認実験で、一定の制限視野から複数の対象の描かれたパターンを見る場合、視角にして直径11°以上の有効視野（図形に対する面積比は約50%）が必要で、観察持続時間は約3秒以内のときの正答率は50%に達する。また、25分割された画素が少しづつ時間差をつけて短時間提示（一度に複数の画素が提示）されるような状況では全体が提示され終わるまでの全時間が500msec以内であると視覚像の形成は50%以上の正答率を示すが、それよりも長時間に及ぶ条件では単に知覚しただけでは即答できず、見た画素から映像全体を頭で組み立てる作業過程（論理像の構成）が更に必要になることが示されている（池田、1982）。

このような事実と開眼者では有効視野の測定が困難であることを考慮して、狭められた視野のもとで主観的輪郭図形を観察すると、視覚健常者においても開眼者と同様の把握型を示すのかどうかを調べることにした。そこに共通性が見出されるのであれば、開眼者が示す知覚特性への説明原理を有効視野の狭



さに求める可能性が示唆されることになる。

## 〔II〕視野の広さと視覚に関する概念

以下の実験に関連する「中心視と周辺視」、「有効視野と動的有効視野」の概念を簡単に述べると次の通りである。

〔中心視と周辺視〕：ひとは広い視野をもっており、視覚解像度の分布の上でも網膜中心部と周辺では情報処理能力に差異がある。中心窩（fovea、視軸から視角にしておよそ半径：水平2.5度）と、その近傍の傍中心窩（parafovea、半径視角：4.2度乃至5度まで）、及び遠中心窩（perifovia、半径視角：9度乃至9.2度まで）に対応する三つの視野を「中心視野」（centralあるいはfoveal visual field）と言い、それより外側の周辺視野（peripheral visual field）とは区分されるが、その振り所は主として組織学的な構造上の差異に基づいている。（苧阪、1983、北原、1994）。

中心窩視力に対してその約50%の視力を保持しうる範囲を考慮して視角2.5度（直径5度）の中心窩網膜、つまり狭義の中心視野で注視することを中心視（central, foveal vision）、それより周辺の網膜部位での視覚を周辺視（peripheral vision）ということにする。図6は右眼の視野の名称とその広さを視覚で示したものである。

ひとの視覚に導かれた行動の多くは中心視からの情報に依っており、例えば周辺視による視力は中心視視力に比べ著しく低下する。周辺視の機能の研究は、方法論的困難性もあり、まだ端緒についたばかりであるが、周辺視が中心視の補足的な役割しか担っていないわけではなく、中心視と周辺視の働きは拮抗的であり、かつ相互依存的でもあるため、最適な視覚行動には両者のダイナミックな相互関係が必要となる。

### 図6 右眼の視野の名称とその広さ

〔有効視野と動的有効視野〕：有効視野（functional visual field）は effective visual field あるいは useful fields of view などとも言われるが、広義には「特定の視覚的課題を行っているとき、固視点では情報の蓄積あるいは活用という意味で情報の収集が行われているが、そのような固視点を取り囲む領域が有効視野である」と定義されている（Mackworth, 1976）。

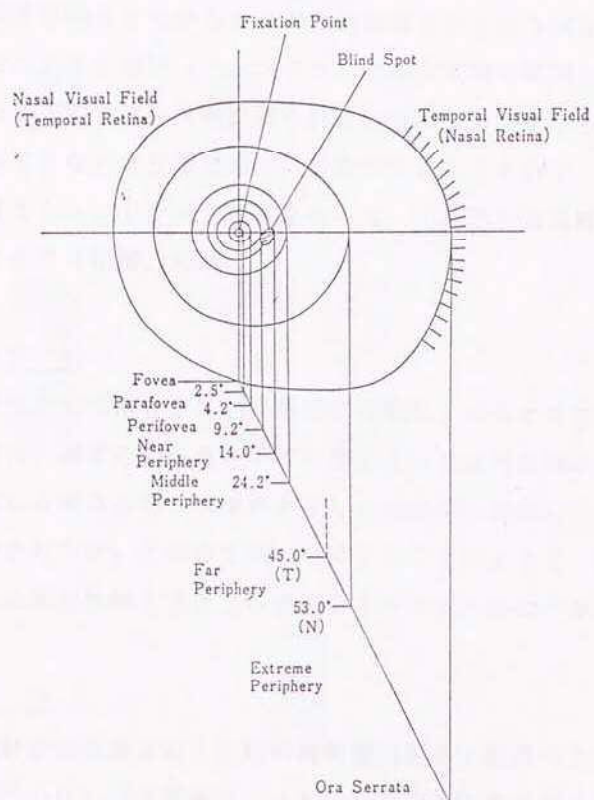


図 6 右眼から見た視野の名称とその広さ (Polyak, 1941 より)



しかし、実際には課題によって有効視野の広さは異なるので、ある視覚的課題で中心窩に提示されたターゲットを処理しつつ近中心窩にある別の刺激の処理をも求められたときに、一定の成績（識別率が50%あるいは75%以上）の達成を可能ならしめる視野の範囲を「静的有効視野」という。それに対して、固視点を順次移動させながらある視覚的課題をおこなう状況下では、固視点を中心に一定の広さの領域（ウィンドウ）が探索可能な範囲として許容されており、ウィンドウ内でのみ情報が得られる。ウィンドウを小さくするとその外の情報が利用できなくなり課題遂行に影響が生じてくるので、一定の成績保持に影響の現れるウィンドウの大きさをもって、「動的有効視野」とするのが一般的な方法である（松田, 1990）。

### 〔III〕目 的

視覚健常者が通常より狭い「動的有効視野」のもとで主観的輪郭線図形を観察した場合、通常の観察条件下での構造化との間に差異が生じるのかどうか。差異が生じる場合には、開眼者が示した把握型との間に共通性を認めることができるのかどうか。この点を明らかにすることによって、開眼者の形態把握に現れている知覚特性を規定する要因を考察するための手がかりとする。

### 〔IV〕方 法

1. 視野制限条件では、主観的輪郭線図形を1枚机の上に固定し、中央に開口部（円形の穴）が1個あけられている白の厚紙をその上に重ねて置く。被験者はその台紙を図形上から離さずに移動させながら、開口部越しに主観的輪郭線図形の形態を把握する。構造把握が終了した段階で動きは停止し、形態を言語で報告する。提示したのは図7が示すようなKanizsa型の主観的輪郭線図形7種で、実験8-1で用いたものと同一の図形の一部である。

図7 視野制限条件の実験で提示した図形

制限条件での実験が全図形に対して終了した後、視野非制限条件でも同一の図形を観察して、形態の報告を求めた。

2. 制限視野条件での開口部（円形）の大きさは視角にして、 $1^{\circ}20'$ 、 $2^{\circ}$ 、 $3^{\circ}20'$ 、 $4^{\circ}$ 、 $5^{\circ}$ 、 $7^{\circ}$ 、 $10^{\circ}$ の7段階であるが、各被験者に

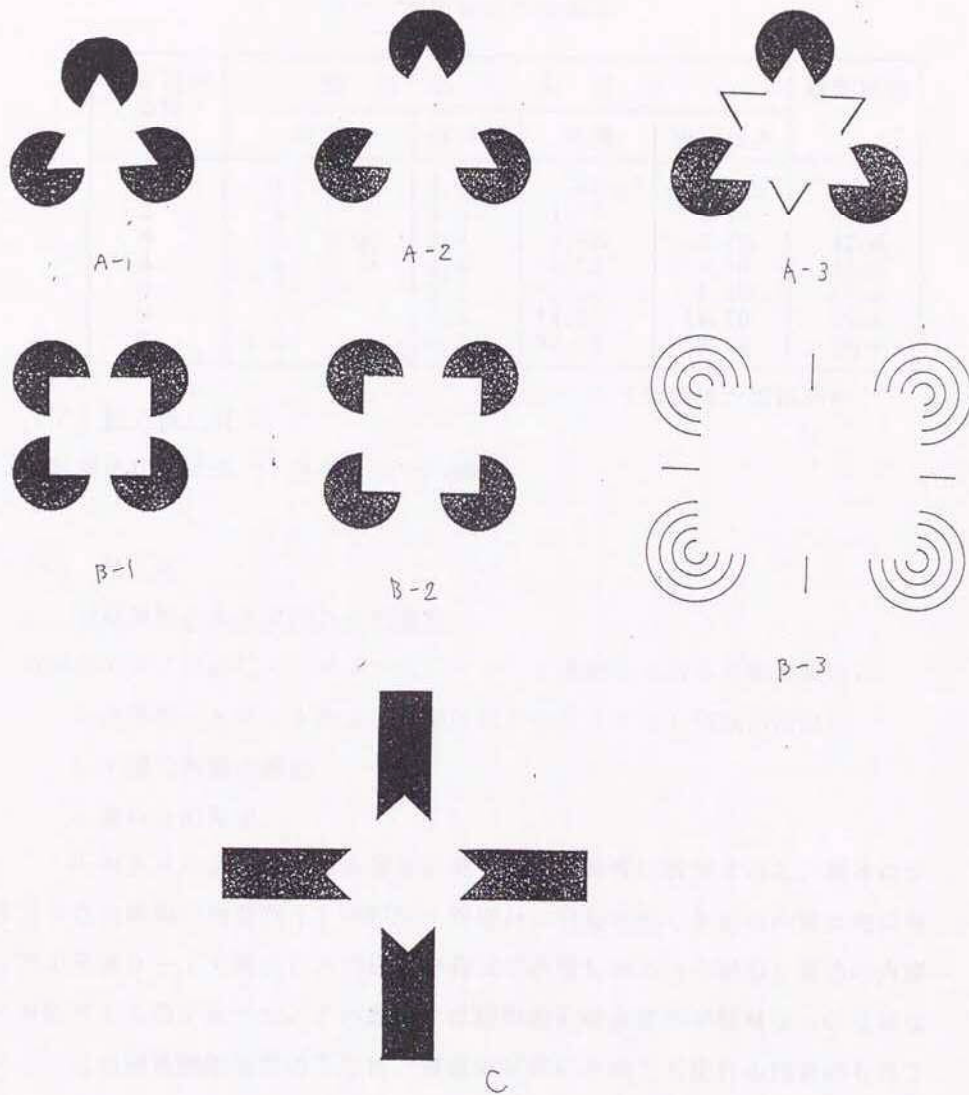


図7 制限視野のもとで提示した図形（縮小率20%）



割り当てた条件はこれらのうちの1種類である。観察距離は一定(35cmあるいは42cm)とし、観察時間には制限を加えていない。観察条件をまとめると次の表3のようになる。

表3 視野制限の諸条件

制限視野 条件	開口部の大きさ				観察距離
	視角	直径	面積	面積比*	
1	1° 20'	1.0cm	.79cm <sup>2</sup>	0.90%	42cm
2	2°	1.5	1.77	1.96	42cm
3	3° 20'	2.4	4.52	4.70	42cm
4	4°	2.4	4.52	4.70	35cm
5	5°	3.1	7.54	8.40	35cm
6	7°	4.3	14.51	16.10	35cm
7	10°	6.2	30.18	33.30	35cm

\* (開口部/図形A-3)

#### [V] 被験者

視覚健常な大学生 10名(20~21歳)。

#### [VI] 結果

##### 1. 制限視野のもとで現れる把握型

視野の大きさに応じて、同一の図形に対して構造化される形態は異なるが、

- 誘導図形とテスト領域の領域区分の仕方(テスト領域の検出)、
- 主観的輪郭の検出
- 奥行き検出、

d. 明るさの変化などの4側面に関する知覚特性に着眼すると、表4に示すような6種類の把握型(I~VI型)が現れ、II型を除く反応の内容は先に第2節の実験8-1で報告した開眼者が視覚で把握したときの類型と反応の内容に対応するものであった。その意味では開眼者の構造把握が特殊なものではなく、一定の視覚制限条件の下では、視覚健常者においても現れる内容のものであることが明らかになった。

表4 制限視野の下で現れた主観的輪郭図形に対する把握型と報告例

それら6種の反応の中、主観的輪郭を検出して、そのような輪郭によって形成されるテスト領域の形態を、誘導図形の形態と共に捉えることが可能である

表4 主観的輪郭図形に対する把握の型と報告例

把握の型	主観的輪郭	テラ領域の奥行き	テラ領域と誘導図形の形態性	報告の例
I型 重なり型	+	凸	両領域が形を持つ	黒丸が三つと線の三角の上に白の三角がある。輪郭が見えて明るい。図A-3
II型 切り取り型	+	凹	両領域が形を持つ	円が三角形に並んでいてそこを三角形にくり抜いて、三角形が奥にある。三角の輪郭は見えるし、明るく見える。図A-1
III型 Jigsaw Puzzle型	+	奥行き差ナシ	両領域が形を持つ	1/4が4個内側を向いて並び、そこが四角のタイル模様のように埋まっている。輪郭は見えるけれど同一平面状に並んでいる。図B-1
IV型 取り囲み型	-	奥行き差ナシ	誘導図形は形を持つが、テラ領域は不明確	同心円が正方形に並んでいて、真中が正方形に抜けているという意識はあるが、緑ははっきりしない。図B-3
V型 連結・構成型	-	奥行き差ナシ	誘導図形のみ形を持つ	円を80度切り取った形が4個、繋げば四角になる位置にある。図B-2
VI型 断片の列挙型	-	奥行き差ナシ	誘導図形の一部のみ	黒い長方形の端を隼形に切ったものが左右にある。図C



のが、I、II、III 型である。更にこの中で、誘導図形とテスト領域の間に「奥行き」感を知覚しているのが I 型と II 型であり、III 型では両領域を同一平面に並置されていると知覚している。I 型ではテスト領域が誘導図形よりも手前に「浮き上がって見える」のに対して、II 型はテスト領域が奥に「引っ込んで見える」という報告にもある通り、凹型の奥行き構造として捉えた場合である。II 型の出現回数は I 型に比べて少ないが、テスト領域が周囲の白よりも「明るい」との知覚は、I 型とはほぼ同様に成立している。II 型は開眼者には現れなかったが、I 型と III 型は開眼者の A 型と B 型に相当する。

IV 型では誘導図形の輪郭は III 型と同様に知覚されているものの、テスト領域の形態が III 型より不鮮明であり、図形 B-1 に対する「真中は正方形に抜けている」という意識はあるが、縁がはっきりしない」という把握型である。開眼者の反応で B 型から C 型への移行的な型として (B) 型と分類したものに近似している。

V 型では誘導図形をすべて検出して、個々の形態とそれらの空間布置を「繋げば四角形になる」というように把握しており、VI 型は一部の誘導図形しか検出できなかった場合で、それぞれ開眼者の D 型に相当する。ここでの I 型を「重なり型」、II 型は「切り取り型」、III 型は「はめ込み型、Jigsaw-puzzle 型」、IV 型は「取り囲み型」、V 型は「連結・構成型」、VI 型は「断片的列举型」と名づけたが、要素図形の局所的な構造化に留まっているという意味で前構造化の段階に在るのが VI 型である。

## 2. 視野の大きさと把握型の出現率

(1) 全体としては 6 種類の型が現れるが、視野の制限される程度によって各把握型の出現比率は大きく異なっている。図 8 は各種制限視野の下で現れた反応型の出現率を全体を 100 としたときの割合として示したものであり、表 5 は視覚健常者の制限視野条件下での結果と開眼者の把握型別出現率を % で示したものである。

「主観的輪郭」が知覚されたことを示す I、II、III 型の把握型は、制限された視野が  $4^{\circ} \sim 5^{\circ}$  にまで広がってから現れており、それより狭い有効視野のもとでは主観的輪郭の検出が不成立に終り、実輪郭に囲まれた誘導図形の構造を捉える内容に終始している。このように有効視野が  $4^{\circ} \sim 5^{\circ}$  の中心窩視の



状況では、重なり構造として把握することは可能だが、その出現率は30%未満に留っており、主観的輪郭が知覚されたとしても二次元的な構造と捉える割合の方がはるかに多いことを示している。

図8 各制限視野の下で現れた反応型の出現率

表5 主観的輪郭図形の把握型と出現比率—制限視野条件と開眼者の比較

(2) 一方、制限視野のもとでも「主観的輪郭」が知覚されるだけでなく、凸型の「奥行」と「明るさの変化」にまで知覚が及んだことを示すI型の反応が圧倒的に多く現れるようになるのは、視野が $7^{\circ}$ 及び $10^{\circ}$ に広がったときであることが認められる。この場合の視野は、近中心視(parafovia)から遠中心視(perifovia)に対応した広さをもっており、中心窩からの情報だけでなく周辺からの情報も同時に援用し得る状況で初めて可能となる。

(3) 開眼者におけるI型の出現率は、有効視野が $4^{\circ} \sim 5^{\circ}$ のときの出現率にほぼ対応しており、特に初期の段階では、III型の把握型の割合も有効視野 $5^{\circ}$ のときの割合と近似していることが認められる。

また、開眼者の初期段階では主観的輪郭の知覚が成立していないV型に対応する把握型が最も多く全体の5割以上(57.1%)に及んでいたが、そのような出現率は制限視野が $3^{\circ} 20'$ のときの結果と極めてよく対応したものであった。だが、第II段階に至ると開眼者のV型は19.4%までに減少しており、 $5^{\circ}$ における25%にやや近似したものとなっている。

従って、開眼者が主観的輪郭を観察している際の動的有効視野は、反応の質的な類似性と出現の割合をもとに判断する限り、視覚健常者における有効視野が $4^{\circ} \sim 5^{\circ}$ の状況、つまり周辺視情報が遮断された中心視の状況にほぼ対応している可能性が高い。更に、実験開始当初はそれよりも更に狭い状況にあったとの可能性も推測される。

### 3. 視野の大きさと観察時間

(1) 制限された有効視野のもとでは継時的な探索様式に陥り、そのことが図形全体の構造把握を難しくし、主観的輪郭図形の知覚を困難にさせた可能性も否定できない。この点を検討するために各有効視野条件下で構造把握が完了するまでの観察所要時間を測定し、非制限条件下でのそれと比較した。



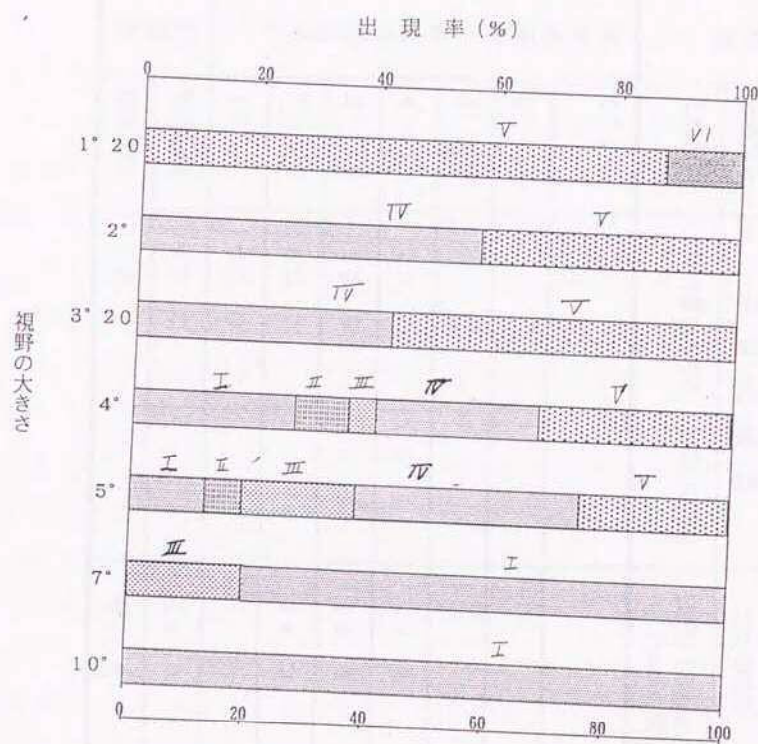


図8 視野の大きさと各把握型の出現率

表5 主観的輪郭図形の把握型と出現比率—制限視野条件と開眼者の比較

知覚特性	成立			不成立			
	空間次元	三次元構造	二次元構造	二次元構造		前構造化	
視覚健全者へ制限視野条件V	把握型	I型(重なり型)	II型(凹型)	III型(Jigsaw Puzzle型)	IV型(取り囲み型)	V型(連結・結合型)	VI型(断片・列挙型)
	1° 20'					87.5	12.5%
	2°				57.1	42.9	
	3° 20'				42.9	57.1	
	4°	27.3	9.1	4.5	27.3	31.8	
	5°	12.5	6.3	18.8	37.5	25.0	
	7°	85.7		14.2			
	10°	100.0					
開眼者	初期段階	19.0		19.0		57.1	4.8
	第II段階	16.1		51.6	12.9	19.4	



すると図9が示すように、 $10^\circ$ 未満の制限視野のもとでの観察所要時間は、非制限視野条件の時に比べて、10～15倍に長期化していることに注目される。有効視野が $10^\circ$ のときには、観察時間が平均7.7 secで非制限視野での観察時間（平均4.4sec）とほぼ近似した値であり、非制限視野のときと同様I型の反応をすることが、速度の点でも容易であることを示している。

それに対して有効視野が $7^\circ$ の場合には、構造化の内容は $10^\circ$ のときと同様にI型が主たる把握型であったが、観察には約8倍の53.3secを要しており、視野が $2^\circ \sim 5^\circ$ のときの観察時間（61.3sec、46.7sec、42.7sec、58.1sec）とほぼ同じレベルである。このような時間差は、制限視野が $10^\circ$ と $7^\circ$ のときとでは捉えられた構造は同じであっても、そこに達するまでのプロセスが必ずしも同じではないことを意味する可能性がある。つまり、有効視野が $10^\circ$ 未満での走査は継時的な様相を深め、図形全体が探索されるまでの時間を長期化させており、そのような探索の空間的・時間的条件が、図形全体の構造化を必要とする主観的輪郭の知覚を一層困難にしているとの可能性である。

(2) では、同時に見える領域は図形に対してどの程度確保されていることが必要なのであろうか。開口部の図形全体に対する面積比（図形A-3の場合）は $10^\circ$ では全体の33.3%に相当し、 $7^\circ$ では16.7%に相当する。画面に要素図形が点在する絵を見せた実験では画面全体の50%以上の領域が同時に見えることが必要であったという結果（池田、1982）に比べて33.3%はやや狭いが、本実験では画面の中央部分に見るべき要素が集中していることによる結果の違いであるとも考えられる。

制限視野が $10^\circ$ 、 $7^\circ$ 、 $5^\circ$ における開口部を図形A-3の中央に置いたとき同時に見える範囲を示した図10によると、 $10^\circ$ では誘導図形が6か所と、テスト領域のほぼ全要素が同時に捉えられるのに対して、 $7^\circ$ では誘導図形に関する情報がはるかに局所的となる。そのような観察条件の変化は探索・走査の継時化と収集される部分的な入力情報から全体像を組み立てる作業（池田、1982）を必要とした可能性は否めない。

図9 視野の大きさと観察時間

図10 開口部の大きさとそこから見える図形の範囲  
（ $10^\circ$ 、 $7^\circ$ 、 $5^\circ$ の場合）

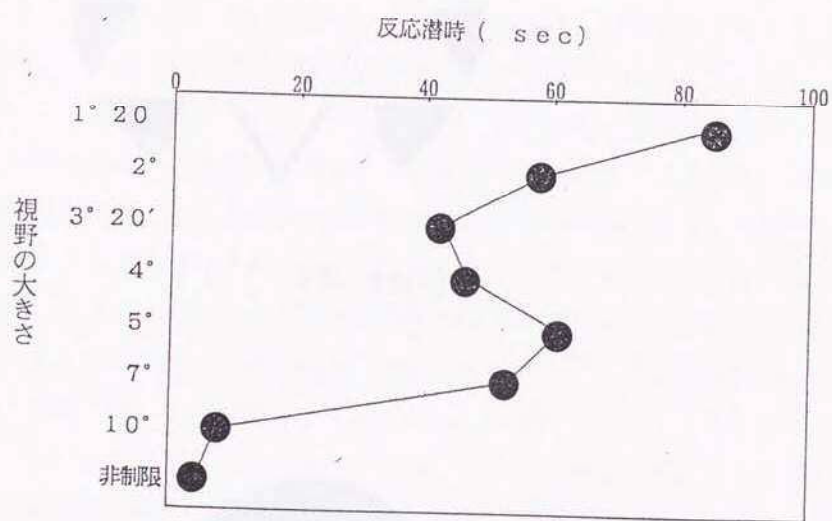
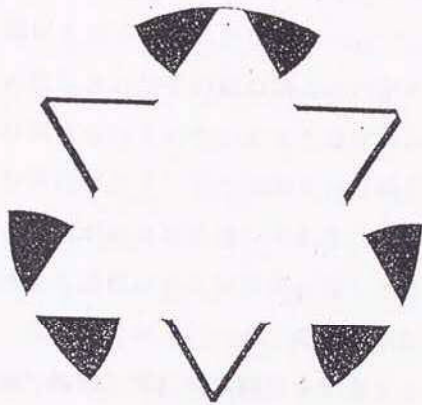
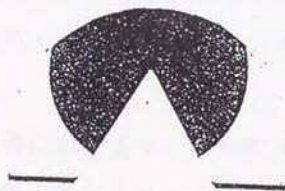


図9 視野の大きさと観察所要時間 (sec)





$10^{\circ}$  ( 33.3% )



$7^{\circ}$  ( 16.1% )



$5^{\circ}$  ( 8.4% )

## [VII] 要約と考察

(1) 今回の制限視野実験で、主観的輪郭図形の知覚には動的有効視野の広さが係っており、視角にして $10^\circ$ 、もとの図形に対する約 $1/3$ の広さの動的有効視野が確保されているときには、内容（主観的輪郭とそれに囲まれた面に対して凸型の奥行およびその面の明るさの変化を知覚する）並びに観察時間の点で、視野が制限されていないときとほぼ同様の知覚が成立していることが確認された。有効視野が $7^\circ$ でも把握された構造は $10^\circ$ のときと変わらないが、観察に要する時間が約8倍に達しており、 $7^\circ$ では周辺視情報を援用して全体の構造を構成する過程に多くの時間を要したことが推断される。

一方、有効視野が $4^\circ \sim 5^\circ$ にまで制限されると、視覚健常者でも奥行きを伴う主観的輪郭と奥行きの構造を知覚することの困難度は急増する。つまり、実輪郭に囲まれた誘導図形の知覚が主体となり、主観的輪郭が見出されたとしてもそれらを並列的に並ぶ2次元構造として把握する把握型の方がはるかに多くなり、その様相は開眼者が示した把握傾向との類似性は極めて高い。

以上の結果から、主観的輪郭図形の知覚にとっては周辺視情報が必要であり、それを可能にする動的有効視野のcriticalな広さは $10^\circ$ であること、開眼者が示した形態知覚上の特性はこのような有効視野が極めて狭（ $7^\circ$ 未満）く、周辺視情報の援用が困難であることにその一部が起因している可能性が示唆された。

(2) 視覚健常者においても、動的有効視野の狭窄は継時的な探索様式をもたらし、観察時間を長期化させ、主観的輪郭図形の把握型を変容させることが示された。視覚健常者が視野を制限しない場合及び開口部 $10^\circ$ のときの観察時間（4秒前後）に比べて8～20倍にまで長期化する。

開眼者が主観的輪郭図形の観察に要した平均17～約20秒という観察時間は周辺視情報の収集が困難な動的有効視野のもとにある可能性を示唆するものである。開眼者では同一の図形を日を隔てた数回の実験に亘って繰り返し見ていることを考慮すると、この平均17～約20秒という観察時間は有効視野の狭さばかりでなく、継時的な観察を行なうために情報の収集と組み立て行動に時間を要している可能性も示唆されるところである。

(3) 把握型の内容と現れた比率から、視野が制限されことで検出が最初に困



難になった知覚特性は、「奥行」情報であり、次に不鮮明になったのは「輪郭」の知覚であり、同程度の制限視野のもとでは輪郭は不鮮明でも、「面」としての知覚が成立する場合がある。「明るさ」については輪郭の知覚が成立したときに実験者の方から尋ねているので、同一には論じられないが、「奥行」感の喪失とはほぼ同じレベルで知覚されなくなっている。

#### 第4節 8章の要約と考察

開眼者の形態知覚に見られる共通特性—局所的な形態把握に留まり、全体的な構造把握と奥行き次元抽出の困難性—が、かれらの視覚・観察条件とどのように係っているのかという点を主観的輪郭図形の知覚を通じて検討した。その結果、開眼者では主観的輪郭の知覚自体が初期段階では困難であり、後期に至り主観的輪郭を知覚することは大分容易になったが、奥行き次元の抽出に関する変化は認められなかった。一方、動的有効視野を制限したときの視覚健常者による実験では開眼者と共通した把握様式が現れ、更に、奥行き感と明るさの変化の知覚も伴う主観的輪郭の知覚には、 $10^{\circ}$ 以上の動的有効視野が必要であることが明らかになった。

これらの事実及び、開眼者では形態知覚に際して眼から図形までの距離が極端に短く、図形を眼前で移動させながら長時間に亘って観察するという事実を踏まえる時、どのような視覚条件でこれらの現象を統一的に説明することが可能であろうか。個々の誘導図形の形態把握は可能であるので単に分解能の低下だけにその原因を求めることはできない。また、視野については、広い方向はSub. K Tが60度、Sub. T o Mでは23度、Sub. M Oでも両眼で左右20度の視野が確保されていることが視野計測の結果明らかになっているので、単なる視野の狭さではなく、形態を探索しているときの機能的な視野、つまり「動的有効視野」が問題となる。

「動的有効視野」が狭いという条件は、開眼者の示す形態視上の諸特徴と連動的な関係のあることを肯定し、統一的な説明を可能にする一つの要因となり得るものと考えられる。中心視野と周辺視野の機能は拮抗する側面もあるので、中心視力が高くない (Sub. K Tが0.01、Sub. T o Mが0.014、Sub. M Oが0.01

2)という状況で形態視が行われている場合には中心窩からの情報に知覚的注意が集中し、周辺からの情報は、仮に視野に入っているとしてもその活用は一層困難になる。開眼者においては、おそらくこのような中心視力の低下が周辺視野からの情報の同時的な収集機能の及ぶ範囲を一層狭くしているという可能性もあると考えられる。

今試みに、『分解能の低下』と『動的有効視野の狭窄』という二つの劣化条件に限定し、それらが形態知覚に及ぼす影響を図式的に表してみたものが図11である。『分解能の低下』は対象までの観察距離を短くすることになり、同時に捉えられるのは図形のごく一部に限られるため、全体を見終るには観察時間の長期化を招く。よって継時的な情報の接合から全体像を構成する過程を必要とすることになるが、全体としての空間関係を把握するような知覚は成立し難い、という経路である。

一方、『動的有効視野が狭い』という条件は周辺視野の情報を同時に収集することの制約となり、全体を捉えるにはやはり、観察の継時化と時間の長期化を招く。そのような事態が全体としての空間関係の把握を難しくするのは視力低下の場合と同様である。更に、先の『分解能』が低下すると、中心視に対する注意が強度に集中するため、周辺視情報の収集は一層困難となる。このような事態が開眼者の形態視覚において、連発的に発生している可能性は否定できない。

図 1 1 開眼者における平面図形の知覚機構とその制約条件





図 // 開眼者における平面図形の知覚機構とその制約条件

## 第9章 立体の構造把握

### 第1節 問題

先に述べたように、W. MolyneuxがJ. Lockeに当てた手紙の中で投げかけた問題の主旨は、先天性の盲人が同じ金属で大きさもほぼ同じ立方体と球体に対して、触覚ではどちらが立方体でどちらが球体であることを告げることができるようになり、その後見えるようになったとしたら、そのとき机の上に置かれた立方体と球体に対して、触れる前に視覚で両者を区別し、どちらか立方体でどちらが球体であるといえるだろうか、という内容であった(Locke, 1690)。

ここで提起されたのは、改めて述べるまでもなく初めて得た視覚で立体の形態を弁別することが可能であろうか、という問題であるが、立方体と球としたのは恐らく基本立体としては形態上の差異が最も大きい二種類の立体ということであろう。更に、触覚ではそれらを知っているものが、今同時に置かれており相互に比較できるという場面は、知覚機能としては最も容易な二者の弁別の事態で上記の疑問への回答を吟味しようとの試みであると想定される。

Senden(1932)は、開眼者の手術直後の視覚体験に則してこのMolyneux問題に検討を加えようとの意図から、比較的系統だった観察が行われている18世紀後半から1920年代までの報告を、「開眼手術を受けた先天盲は三次元の対象に対して、それを奥行方向に延長している立体構造を備えたものとして知覚することが可能か」という設問に従って整理したのであった。

その際、彼は単眼視の開眼者と両眼視の開眼者に分けて考察をしているのだが、たとえ後者の場合でも手術後すぐに三次元の対象を立体的なものとして捉えることができた症例は極めて僅かであった、との結論を下している。そのまれな例としてグラッフェ(Grafe)の症例(15歳の少年)とレールマン(Raehlmann)の症例(14歳の少女)があるものの、前者では実験が手術後2か月余りを経てから行われていること、更に後者では手術前にすでに明暗と色彩の他に形態の弁別も一部可能な程度の残存視覚を持っていた可能性をうかがわせる記載があることなどを考慮する必要があるとSendenは指摘している。

一方、手術前の残存視覚の上では明らかに第III群に属しており、術前から



明らかに形態の知覚が可能であった場合はどうであろうか。術前から、形のほかに奥行きについてもある程度捉え得るだけの視覚を持ち合わせていたフランケの症例（26歳の青年）は、術後に提示された二次元の幾何学的図形を識別することは可能であったが、立体形になると二つを並べて出されても相互の弁別にすら困難を極め、可能になるまでには何度も教えらなければならなかった。このような状況は幾何学的な立体のみならず日常手にしている事物、例えば、ハサミ、テーブルナイフ、リングなどの事物の識別に際しても等しく現れた。

更に、同じく両眼視は可能であっても、術前に形態の弁別ができたとは記されていない症例になると、レールマンが報告している別の症例（19歳の青年）のように、1/10の視力をもっていたにもかかわらず、視覚だけで球と円盤あるいは正方形と立方体の弁別ができないばかりか、同色で木製の球体と立方体を出されると、どちらが丸くどちらが角を持っているかを見分けることもできなかったという。同じく、シュナーベル (Schnable) が提出している5歳の症例報告にも、最初の手術後に、同色で同じ直径の円盤と球を何度も取り違えたと記されており、立体視が一層困難になることが窺われる。立体形とその横断面の盤の弁別であっても、難しいという例は他にも報告されている。

Sendenが引用している開眼者のうち、両眼視が可能であったと推定されるのは24例にのぼるが、事実上ほとんど単眼視であったと考えられる2例を除く22例の中で、手術後初めて立体を見せた際に、それを三次元の構造として把握することができたと報告されているのは、報告内容を吟味すると結局グラッフェの一例だけということになる。

ところで、単眼視の開眼者については、両眼視差を期待できないという理由からか立体視の実験はほとんど行われていないので、その意味ではフランツ (Franz) の症例は重要であるとゼンデンは書いている。この18歳の青年は頭部を左右に動かしながら観察することを許されたのだが、それでも立体の弁別は困難であった。彼は立方体と球を並べて提示されても、四角の板と円形の板があるとしか言わず、球はそのままにして、立方体を同じ大きさの四角の板に取り替えても、そのことに気づかなかった。また、ピラミッド型を置いたときには、「全く奇妙な形だ... 三角形でもなく、四角でもなく、かと言って円でもない」と述べた。そこで、それらの立体を手渡すと、触覚では形を熟知している



球、立方体そしてピラミッド形がなぜ視覚では分らなかったのか、いたく驚いたと言われている。このような状況は幾何学的な立体形に対してだけでなく、顔面の口や鼻のような凹凸も視覚では分からず、平面的なものとしてしか見えなかったと記されている。別の単眼視の別の症例（10歳の少女と11歳の少年）でも、オレンジとそれと同色の円盤とを混同する傾向が認められている。

このように見てくると、手術前の残存視覚が極度に制限されていて開眼手術を受けた場合、手術直後の立体視は次のような困難な状況に直面しており、そこには両眼視が可能であるか否かによる差異は殆ど認められないように推定される。つまり、

(1) Molyneuxが推論したように、「球体と立方体」によって代表されるような二種類の立体を同時に提示されたとき、視覚で弁別することは困難である。

(2) 従って、単独で提示された立体あるいは事物を識別することもできない。

(3) そもそも、立体や三次元の事物を見せられたとき、それらが立体的な構造をそなえたものとして、知覚することも容易ではない、という状況である。

では、手術直後の立体視に関するこのような状況から脱却することは、果たして可能であろうか。Sendenは触覚に基づく認識の習慣を放棄して、あらためて視覚の世界に入り込むことは容易ではなく長時間を費やすが、やがてはどのような対象でも視覚だけで把握できるようになるであろうと予測している。とりわけ、立体的な対象の場合にはそれを種々の角度あるいは視点から系統だてて見るようにすれば、それらの継時的な印象は記憶の中に組み込まれて、最終的には触覚の介助なしに、特定の対象を立体構造をそなえたものとして知覚できる段階に到達するであろうとも推定するのである。

だが、そのような推論を明確な事実とするためには、開眼直後の立体視困難な状況が何に起因するのか、あるいはその状況から立体視は形成されるのかどうかという問題に対して、長期に亘る追跡的な作業から答を提出する以外に道はないと思われるのであるが、そのような試みは今までに成されていない。そこで、本章では、立体視に関する下記のような問題を、われわれの出会った開眼者のうち数名の場合を通じて明らかにする。

(1) 幾何学的な立体を視覚だけで、弁別あるいは識別することができるか。

(2) 立体の把握が困難な場合、その弁別や識別機能がどのような段階的な経過



を経て形成されるのか。

## 第2節 実験の基本方針

本章で行う実験は、次のような基本方針に従って行われた。

(1) いくつかの基本的な幾何学的立体形（以下、立体）すなわち円柱、円錐、立方体、四角柱、三角錐、球などを用意する。このうち、三角錐は木製のみで、球はピンポン球をもって変えた。それ以外は木製と白ケント紙性の両方がある。それぞれの各次元のサイズは表1に示してある。

(2) まず、基本立体をランダム順に手渡し、自由に触らせたのち、それらの形の名称を報告するよう求める（以下、触覚実験）。実験の結果、名称を知らないことが判明した場合には、教示する。

(3) 触覚を介して、各立体に正しい立体名を付与できることが確認された後に、視覚でもそれが可能であるかを吟味するための弁別あるいは識別実験を導入する。その際の、提示あるいは教示方法に関して、次のような方式のあることを明確にした。

まず、弁別事態に関しては、二つの対象を並べて提示してそれぞれの名称を訪ねる「同時提示事態」と、1回の試行では一方のみを提示してその立体名を求める「単独提示事態」がある。通常は同時提示事態を先行させる。

次に識別事態は、3種あるいはそれ以上の立体のうち一つずつを提示し、その名称を求める実験事態である。識別事態においては、対象の提示に際してあらかじめ「立体であること」を指示しておくものを「指示事態」、そのようなことをしないで提示する場合を「非指示事態」とした。指示事態の中でも立体名を「立方体、円錐、円柱がです」と限定しておく場合を「限定指示事態」とし、そのような限定を加えない「非限定指示事態」とした。このような事態を整理すると図1のようになる。

(4) 通常の触覚及び視覚実験では、観察距離や時間を制限したり、頭部の動きに制限を加えることは行わず、開眼者にとって最も観察し易い状況で実験は実施された。

表1 (1) 実験に用いられた基本立体とその大きさ

表1 (2) 弁別・識別実験に関する各種の事態

表/(/)実験に用いられた基本立体の種類と各次元のサイズ

種 類	各 次 元 の サ イ ズ
円柱（木製または白紙製）	底面の直径 3.5cm, 高さ 5.0cm
円錐（木製または白紙製）	底面の直径 5.0cm, 高さ 5.0cm
立方体（木製または白紙製）	一辺 3.5cm
四角柱（白紙製）	底面の一辺 3.0cm, 高さ 5.0cm
三角錐（木 製）	底面の一辺4.7cm, 側面の一辺 5.6cm
球（ピンポン球）	直径3.6乃至3.8cm



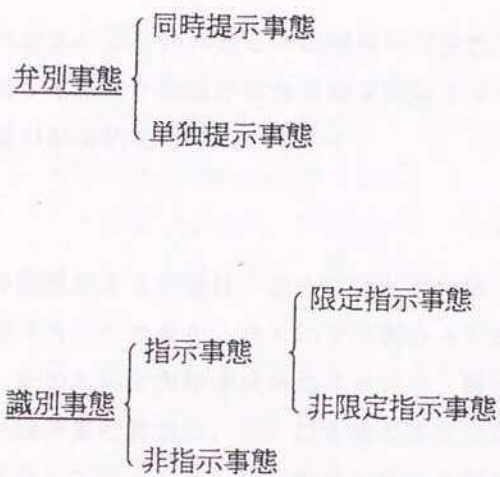


表 1(2)弁別と識別実験に関する各種の事態

### 第3節 触覚による立体の構造把握

#### 実験9-1： 触覚による立体の知覚-初期の状況

##### [I] 目 的

二次元図形の視覚による弁別あるいは識別の可能性がある程度確認できた段階で、立体に関する開眼手術後の視覚実験を開始するのに先立ち、立体の触覚による構造把握の初期状況を確認しておく。

##### [II] 方 法

開眼手術後の触覚による実験は、基本立体（立方体、直方体、円柱、円錐、三角錐、球）のうちいくつかを、ひとつずつ机の上に置き、それを自由に手で探索した後に、その名称を実験者が尋ねるという、限定指示事態による識別事態で行った。実験実施の時期は、Sub.KTを除く4名では術後4か月以内（Sub.SHは術前にも実施している）という、術後比較的早期であった。Sub.KTが術後10年になっているのは、先述の通り、実験を開始した時点が既に手術後10年であったことによる。

##### [III] 被 験 者

単眼視の開眼者としては、Sub.TM. とSub.KT. の2名。両眼視が可能な開眼者としては、Sub.SH. Sub.NH. とSub.HH. の3名である。

術前に保有していた視覚機能に関しては、すでに述べているので詳細は避けるが、Sub.TM. のみが「明暗」の知覚と「色彩視」機能はあるが「形態視」は認められない、という状況にあり、それはおそらくSensenの分類による第II群に属する水準であったものと思われる。それに対して他の4名は、術前から平面図形に関し何らかの形態視機能を保有しており、先の分類によれば、おそらく第III群に近似した状態にあったものと思われる。

このように、術前の状況には若干の差異があったとは言え、本実験開始時には、全員が3～4種の平面図形の形態を最も容易な条件（台紙を手にとって、その中央に描かれた単一の図形を見やすい距離から時間の制限をせずに観察す



る)という条件のもとでは、弁別・識別することが可能になりつつあることが確認されていた。

#### [IV] 結 果

初めて行った触覚による識別実験で、立体の形態はどのように把握されたのであろうか。第1、2回目の実験結果を示す表2が示すように、術後4か月の段階にあったSub.TM.は、いずれの立体の名称も習得していなかった。立方体に対して「みな同じ」、直方対には「長四角」と言うなど、立体のある平面の形態をとりあげ、それを平面図形の名称で答えるという把握・表現方法が採用されていた。しかし、実験がこのあと中断され約10年後に再開された際には、机の上に並べられた円柱と円錐を触り、Sub.TMは「右は円柱、左は円錐」と正しく答えるに至っている。

表2 立体に対する触覚による初期の構造把握

一方、Sub.SH.も手術の2週間前に行った実験では立方体に「正方形。四つとも長さが同じ正四角形」などと平面の形態で答えたり、円錐に「円球」、三角錐に「三角球」などと誤答するといった状況にあり、立体の名称が正しく報告できたのは、「円柱」のみであった。このようなSub.SH.であったが、術後2か月半を経た段階で再度触覚による実験を行ったときには、立方体に最初「正方形、真四角」と言ってから、「サイコロ」と訂正したのが唯一の例外で、他の立体に対しては、正しくその名称を答えるにいたっている。各立方体の名称はこのとき教示して習得させた。

立体の名称として「面の二次元形態」を報告するという傾向は、他の開眼者においても一部認められるが、「立体としての名称」による答えはSub.NH.とSub.KTでは4種の立体に対して3種、Sub.HH.では4種とも報告されている。

従って、開眼者が立体の構造を触覚で識別する場合、必ずしも最初から立体構造のものとしてすべてが正しく報告されとは限らない。特に、術前に形態を見るだけの視覚機能を保有していなかったSub.TM.の場合(第II群)には、各平面の形態を報告する傾向が当初は強かった。しかし、その場合にも2回目には立体的な形態として報告するように変化している。

一方、術前に平面図形の知覚が多少とも可能であった開眼者(第III群)で

表 2 立体に対する触覚による初期の構造把握 (第1、2回目の実験結果)

群	第 II 群		第 III 群				
	立 体	Sub. T.M. 《術後10Y》	Sub. S.H. 《術前2W》	《術後2M2W》	Sub. N.H. 《術後2M2W》	Sub. K.T. 《術後10Y》	Sub. H.H. 《術後3M》
立方体	「みな同じ」		「正方形。四つとも長さが同じ正四角形」	「正方形」 「真四角。YがOを大きくしたものの (+)」	「名前を忘れた」	「立方形..立方」 (+)	「真四角...、サイコロかな?」 (+)
直方体	「長四角」					「直方体」 +	
円柱	「円で...」	+	+	+	「柱」 (+)	「筒」 (+)	「円筒」 (+)
円錐	「三角。上の方がとがっている底が丸い。名前は知らない」	+		+	+	「円であくで、とがっている」	+
三角錐	「三角。前の (円錐) とは違う			+	+		
球							+

術前後の期間に関して Y: 年、M: 月、W: 週を意味する



は、立方体に対する「サイコロ」、円柱に「筒」などと、不完全な表現も一部に残されてはいるものの、術後3か月までに行われた術後最初の実験で、すでに立体的な形態の名称を通じてその形態が表現されることの方が圧倒的に多くなる。

#### 第4節 開眼術後の視覚による立体の構造把握

実験9-2： 開眼手術後の視覚による立体の知覚  
—初期状況とその後の変化—

##### [I] 目 的

開眼者は新しく得た視覚で立体形の構造をどのように捉えるのかという問題を、開眼手術後の初期の状況とその後の変化の過程を通じて検討する。

##### [II] 方 法

触覚による立体の構造把握実験で、その形態を立体構造として把握し立体形の名称で報告することがほぼ可能であることが確認され、各立体の名称が教示された後に、視覚による第1回目の弁別もしくは識別実験を導入する。用いる立体、それらの提示方法は第2節に記した通りである。

最初の実験で視覚による立体の構造把握が困難な場合には、その後も視覚実験を継続する。

##### [III] 被 験 者

実験1に同じ。

##### [IV] 結 果

平面図形の形態視は可能であっても立体になるとその知覚に困難を示した、Sub.TM. とSub.HHの場合を通じて、立体の知覚に関する初期の状況と変化の過程を検討する。

## 1. Sub.TM. の場合

### 1-1 立体の知覚に関する初期の状況

開眼者の視覚状況によって、最初に弁別実験を行なった場合と識別実験を導入した場合がある。Sub.TM. に対して視覚による立体の弁別実験を初めて行ったのは、術後10年後に実験を再開した際であり、触覚では円錐と円柱の識別ができることを確認した直後のことであった('72.10.7)。

表3が示すように、Sub.TM. はテーブルの上に横に並べて置かれた木製の円錐と円柱をしきりに見比べる(第1試行の観察時間は15秒、第2試行は20秒)のだが、第1試行は誤答で第2試行が正答という結果であった。第2試行が終了するとSub.TM.は、「円錐の一番上は見えない。山のように見えたが、てっぺんのトンガリは見えなかった」と報告している。その後、先端を指で触りながら更に「触ると(見るのとは)感じが違ってしまう」と言い、触覚で容易に識別した直後であるだけに、「非常に難しい。こんなに(立体の視覚による弁別が)難しいとは思わなかった」との内観報告を寄せている。

表3には記載されていないが、1週間後に行った第2回目の実験でも円錐と円柱の弁別を試みた。このときは二つの立体をまず手渡し、十分観察する予備試行を経た後にテスト試行に入った。Sub.TM. はテーブルの上に置かれた円錐と円柱を、12~13cm上方からかぶさるような姿勢で1試行平均14.3秒を費やししながら入念に眺め、「影ができるので見にくい」と訴えながらも、9試行中7回まで正しく弁別することができた(弁別率:77.8%)。

表3 立体に対する初期の構造把握

### 1-2 その後の経過

#### (1) 立体弁別における精度の推移

木製の円錐と円柱を用いての弁別実験はこの後も約半年継続されたが、正答率は75%を上下する状態が続き、なかなか100%への展開が起ころなかった。そこで、立体の弁別実験を初めて4か月がすぎたころ('73.2.14)に、白いケント紙で作った円柱と円錐を提示対象とした実験も新たに加えて平行して行なうことを試みた。すると、サイズは木製のものと同じであるが、「この方が見やすい」と言い、以後の弁別実験では一貫して100%の正答率を示した。



表 3 立体に対する視覚による初期の構造把握 (第 1、2 回目の実験結果) — 限定指示事態 —

開 眼 者	弁 別 事 態	識 別 事 態
第 II 群 Sub. T.M. 実験中断後 《術後約10Y》	円錐と円柱の弁別課題：正答率50% 円錐：「円錐の一番上は見えない。 山のようには見えたが、てっぺんのとんがりは見えなかった」 「触ったときは感じが違ってしまう」	
第 III 群 Sub. H.H. 《術後3M》	(1) 円錐、円柱の弁別—困難 円錐：「あるのは分かるが目では何であるのかわからない」、 「目では分からない」 円柱：「丸」 (2) 立方体と四角の弁別—困難 立方体：「四角」 円柱：「丸」 (3) 立方体と四角柱—困難 「四角か丸かは分かるけれど、高さは分からない」	(4) 円錐、円柱、立方体、球の識別—困難 円錐：「上が見えない。とがっているのは見えない」 (側面が) 斜めになっていることは目でも分かる」 円柱：「やつと表面が見える。横は見えない」 球：「普通の丸に比べて見難い」 立方体：「これは分かるような気がする」
Sub. S.H. 《術後2M2W》	(2) 円錐と円柱の弁別 (同時提示)：4試行とも「円柱」の方を選択し正答。「円錐は先がとがっているから」 (3) 円錐と円柱の弁別 (単独提示)：10試行とも正答。 (4) 円錐と三角錐の弁別 (単独提示)：4試行とも正答。 「三角錐には角がある。円錐の方が大きい」	(1) 円錐、円柱、立方体、三角錐の識別：正答率50% 立方体：+ 三角錐：+ 円錐：「立方体」、 円柱：「円錐」
Sub. N.H. 《術後2M2W》		円錐、円柱、三角錐の識別：正答率100% 一つずつ順番に「いろいろの角度からみることで分かった」
Sub. K.T. 《術後10Y》		立方体、円錐、円柱、直方体の識別：各1回の提示に正答。 2～3 cmまで顔を近付けろ。

このような見やすい素材による実験を介在させると、木製の円錐と円柱についても、「白いので実験をしたので見やすくなったようだ」と言い、導入後3回目の実験('73.5.26)以降は、白紙の立体と変わらない正答率を示すに至った。弁別の正答率がこのような水準に達したのは、弁別実験を開始した時点から7か月半を経過した後のことであり、10回目の実験においてであった。

白紙製の立体であれば円錐と円柱の弁別が容易になることが確認されたので引き続き、円錐、円柱と同じく白紙による四角柱の組み合わせによる弁別課題を導入することにした。すると、四角柱と円柱の弁別、及び四角柱と円錐の弁別課題のいずれにおいても、Sub.TM. は最初から100%の正答率を示すことができた。円錐と円柱の弁別に比べて、これらの弁別では形の違いが大きいので、ひとつずつ観察しなくても両者の差異は捉え易いとの報告を寄せている。

以上のような木製および白紙の円錐と円柱、四角柱と円柱、四角柱と円錐による弁別正答率の推移をグラフで示したものが図1である。

図1 立体の弁別正答率の推移 (Sub.TM)

## (2) 立体弁別の手がかり

立体の弁別を行うときのSub.TM. は、一貫して上からのぞき込むようにして観察をするので、立体の上部が弁別の手掛かりとして用いられてきた。円錐に対して当初「円錐の先端が見えない」と言っていたが、その見えないことがむしろ円錐にとっては弁別の手掛かりとなっていた。だが、このような状況も4か月後('73.2.14: 8回目の実験時)には「アタマのところで区別する」と変わり、11回目の実験('73.5.12)では「先の尖ったところが見る手がかりになる」と変化している。

また最初のころ、触覚では両方の立体の形態が全く異なっているのに対し、視覚では「その差が分からない」とも言っていたが、そのような隔たりは次第に減少して、最終的にはどちらでも捉えられるようになったと報告するに至っている('73.2.28)。それでも、対象の大きさが触覚と視覚では異なるという印象はその後も続き、「見るときは、触るときよりも大きく見える」('73.2.14)とか、一辺が3.5cmの立方体を見て「8cm ぐらい」との報告を寄せている('73.5.12)。



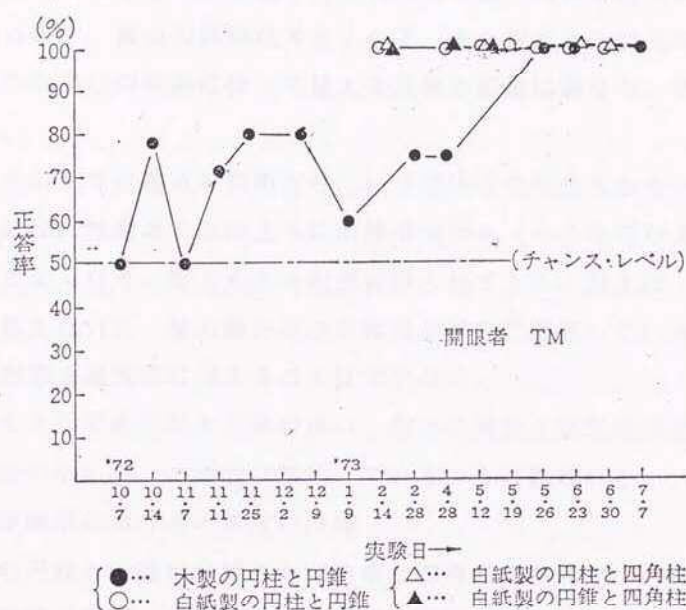


図 7. 開眼者 T.M. における立体弁別実験の正答率の推移

さらに円柱と円錐の弁別実験を開始して間もなく、Sub.TM. は「平面図形はどこから見ても同じ形だが、立体は見る位置によって形が違う」('72.12.9)ことに気づいた。これまでに行なってきた平面図形の弁別課題では、本人が台紙を手にとり、図形は絶えず前額に平行になるような位置にあった。従って、見やすいように台紙あるいは頭部を移動して周囲を辿ることはあっても、図形に対する視線の角度が大きく変わることが少なく、見る位置によって形が大きく変わるという性質も少なかったといつてよい。

それに対して立体の弁別事態では、机の上に置かれた状態で観察することが求められるので、視点の移動は大きくなる。また対象が三次元になった分だけ、そのような視点の移動に伴って見える立体の部位は異なり、従って形も異なってくる。

更に、そのように視点を移動させないで立体的な対象をある一定の視点から見た場合には、触覚のときのように形態の全貌を（くるみこむように）捉えることはできなくなり、捉えられる形態は限られてくる。例えば、机に接している底面は見えないし、後ろ側の形は立体自身が自己遮蔽しているために手前側からその形態を視覚的に捉えることはできない。

以上のような平面図形と立体の違い、並びに視覚と触覚の差異から生じる戸惑いを、先のSub.TM. の感想は物語っているように思われる。

### (3) 立体識別におけるの精度の推移

白紙製の円柱と円錐の弁別および円柱と四角柱の弁別で、正答率が共に100%に達した段階('73.2.14)で、これら3種の立体を単独で提示する識別実験を試みた。その結果、1試行に平均34.2秒を費しての熱心な観察を基に識別は行われたが、正答は6試行中4試行（正答率:66.7%）に留まった。

識別と弁別の事態を比べて、Sub.TM. は「ひとつだけ出されると分かりにくい」と述べている。3か月後に行なった識別実験でも「他のものと並べて区別することは易い」円錐であるが、それを単独で提示した場合には「円錐だけ出されると見にくい」と言い、弁別に有効な手掛かりが識別においても等しく有効であるとは限らないことを示唆する、報告を寄せている。

円錐、円柱、四角柱に立方体と球を加えた5種の立体識別事態で、100%の正答率を示し得るようになったのは2種の立体弁別よりはるかに遅く、約1年後



のことであつた。

## 2. Sub.HHの場合

これまで詳しく取り上げてこなかったSub.HHの眼疾患について、ここで若干の説明を加えておきたい。

○ Sub.HH は5歳のとき麻疹に罹患し、角膜炎を併発して両眼ともに失明 (Torii & Mochizuki 1976; 市川・安間・鳥居・望月, 1976; Mochizuki & Torii, 1987, 1988)。右眼は自分で気付いたときには殆ど視力がなかった。左眼は比較的良好で、本人の記憶では小学5年くらいまでマンガを見ることもあったという。

○ 28歳で角膜移植を受けた大学付属病院での初診時の所見：術前から青色光と赤色光の把握はできたが、緑色光の識別は困難で、light projectionによる中心固視は不安定であつた。ERG も subnormal と判定されている。右眼は28歳時、左眼は29歳時に角膜移植を受けた。両眼ともに透明癒着し経過は順調。

○ 手術後の眼機能は、右眼が0.03 (n.c)、左眼が0.02 (n.c) 程度の分離能を有し、中間透光体には異常なし。眼底も乳頭がややpaleである以外に目立つ特徴はない。両眼共に中心固視、視野はほぼ正常。ERG もほぼ正常。VER は健常者と比較してlatency がかなり長く、amplitude も低いと記載されている。

### 2-1 立体の知覚に関する初期の状況

基本的な立体を三次元的な構造をもつものとして捉え、それらを固有の名称で呼ぶことができるかどうかを吟味し始めたのは、Sub.HHの場合、第1眼の手術後92日目 ('75.5.14)であつた。最初に求めた触覚での識別では、先の表2が示しているように、円柱に「形の名前は知らない」と初めは答えていたが、すぐに「円筒」と名称を与えることができた。円錐に対しては即座に「円錐」、立方体にも「真四角...」と言っていたが「サイコロかな?」と言い直しており、触覚によるのであれば立体の識別も十分可能な状態にあることが確認された。そこで同日、視覚でも触覚による識別実験で用いた立体のうち任意の2種を取り出し単独に提示する弁別事態から始め、次にその1か月後からは3種の立体を用いた識別実験を導入し、更にその1年後には4種の立体識別実験へと拡げていった。

視覚による初めての弁別実験 ('75.5.14)で円錐と円柱を単独で提示した際、



Sub.HHは円錐に「丸や三角の区別より難しい」、「あるのはわかるが、眼では何であるか分からない」と言った。次に出された円柱に対しては「丸」と言って、すぐ手で触って確認するという状況であった。第3試行で再びテーブルの上に出された円錐に対して「(形は)眼では分からない」といって手で触わり、円錐と知ると「変な風に見える。とがったのは見えない」と弁別に苦慮している。円錐の先端が見えないことに関しては、Sub.TM. と全く同様であることが認められた。

引き続き行った立方体と円柱の弁別では、立方体に「四角」、円柱に「丸」とそれぞれ答え、更に「四角と丸は分かるけれど、高さは分からない。表面だけ…」と言っている。このように、立体の弁別を行ないそれに成功はしているものの、観察の対象は上面の形態のみであり、いわば平面図形の弁別事態に変換して両者を弁別しているのである。これは実験開始当初に見られた顕著な傾向であるが、このあとも5回目の実験('75.9.10)まで存続していた。

立体の高さが知覚出来ないという現象は、立方体(一辺3.5cm)と四角柱(底面の一辺3.0cm、高さ5.0cm)の弁別に際して明瞭に現われている。つまり、当初は単独に提示された両者を形態によって弁別することはもとより、並べて提示(左右の間隔は5cm)された両者の高さを弁別することも容易ではなかった(正答は8試行中、4回)。これら初期の形態弁別に関する様子は、表3に示すとうりである。

## 2-2 その後の経過

### (1) 立体弁別における精度の推移

2種の立体を単独に提示する事態での弁別はこの段階のSub.HHにとってまだ難しいと推断して、単独提示の弁別実験は2回('75.5.14, 6.18)だけで一旦中止し、2種を同時に提示して弁別を求める事態へと切り換えた。

円柱と円錐、円柱と四角柱、円柱と球、四角柱と立方体、円錐と三角錐の組み合わせによる同時提示事態での弁別実験は、日を隔てて7回行なわれた('75.6.18 ~ '77.11.21)。試行数の少ない日の結果は合わせて6回の実験結果としてその正答率の推移を示すと、図2の黒丸のようになる。当初は12.5%であった正答率は次第に上昇し、3回目の実験では50%を越え、弁別を開始してから1年を経た5乃至6回目の実験('76.6.7, 6.8)で100%に達している。



図2 視覚による立体の弁別・識別事態での正答率

(2) 立体識別における精度の推移

弁別の正答率が100%に達した段階で、4種の立体のうち一つずつを提示して識別を求める識別実験も導入し、各立体固有の特徴を視覚で把握する機会をふやすことにした。識別実験は5回にわたって継続された('76.6.7, 6.8~'78.4.1)が識別正答率は、当初の20% 台であったが、3回目には80% に達し、4回目から100%に至った。その間に辿った推移の過程は、図2に白丸でプロットしてあるが、先に行なった弁別の場合とほぼ類似したものである。

(3) 立体の弁別・識別における手がかりとその変化

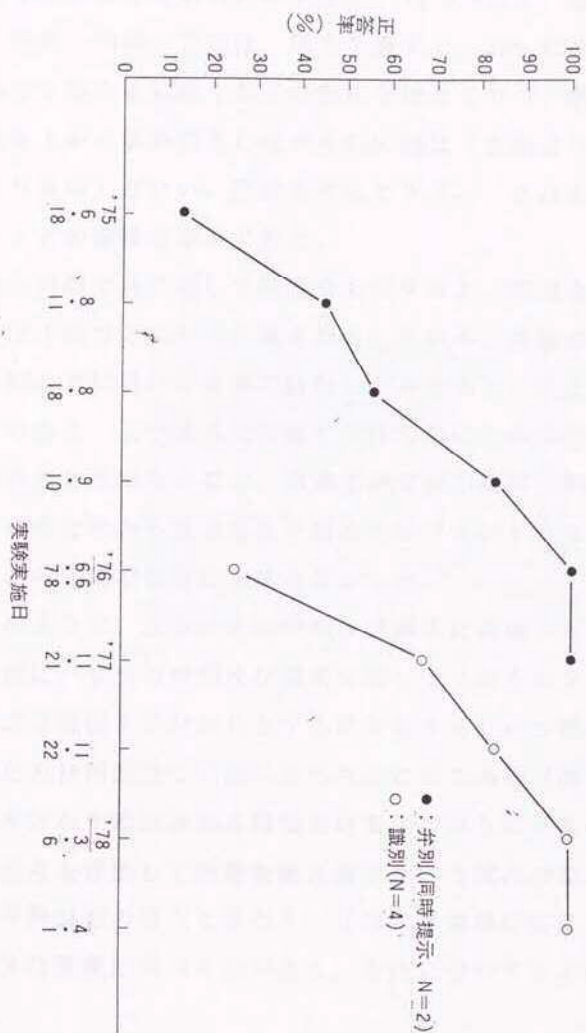
(3) - a 円錐と円柱について：

円錐と円柱を単独に提示して弁別を求めているときには、円錐に対しては上から見下ろして「眼では分からない」とか、「上がない」あるいは「とがった」ところは分からないが、下（底面）は見える」と報告しており、上が見えるか見えないかを手掛かりにして両者を弁別していた('75.5.14, 6.18)。そして円錐の弁別に成功しても「落ちつかない」と言い、すぐに手で確認するという状況であった。

しかし、同時提示事態にすると両者を見比べて、「上の広さが違う」、「違うことは分かる」と言い、大きさの相対比較を手掛かりとするようなわずかな変化が現われた。それでも最初は先端の比較が難しく、円柱の方を選んで弁別に成功することが多かったのであるが、3回目の弁別実験('75.8.18)では並べて提示された円錐と円柱に対して初めて円錐の方を指し、「右が円錐」、「先の方で分かる」と言うようになった。答えた後で手で触り、当たっていることを確認すると、「先が見易くなった」と報告している。引き続き行なわれた円錐と三角錐の弁別実験においても一貫して円錐の方を指し、「こちらが円錐」と正しく指摘している。

更に4回目の弁別実験を終了した翌日('75.9.11)、散歩をしているとSub.HHは「最初のうちは円錐の先端が見えなくて、上からみると途中の円が見えるので、円柱と比較しても違いが分からなかった」と当時を回顧して、見え方が変化したことを示す報告を寄せてくれた。

図2 立体形の弁別と識別 (Sub.III)





(3) - b 立体の置き方と形の手がかりについて：

立体を見ることを始めた第1日目('75.5.14)に、単独提示の弁別実験を試みた後、円柱、円錐、立方体、球を手渡すと、Sub.HHはそれを触りながら眺めたり、倒して机の上に置くなどの変化を加えてつつ、観察をすることを始めた。

円柱を上から眺め降りしながらSub.HHは「立体より紙に書いた丸や三角の方が分かり易い」といい、円柱を手にとり「... これを紙に書いたらどうなるのかなー」との疑問を寄せてきた。

円柱と円錐を共に倒して側面を上にとすると、先端を横から見る事が可能になるので「両方ともわかり易くなる」という。実験者が円錐を手に取り、先端をSub.HHの方に向けたままで回転してみせると、「上も見える」ことを発見する。このあと、二つ並べた円錐と円柱を単に上からだけでなく、種々の方向から眺めることを始めたので、実験者が立体の観察に際しては顔や眼を動かして、いろいろな所から見ることを勧めたが「メンドウなことは止めましょう」と言い、この段階では意欲を示さなかった。

以上のように、立体の形態弁別及び識別に苦慮したSub.HHにおいては、Sub.TMと同様に、立体の弁別及び識別に際して上からのぞき込むようにして、いわば立体の平面図を手がかりとする見方をするという傾向が顕著に窺えた。そのような見方は開眼者に共通に見られることである(図3参照)が、問題はそのような見方から抽出される特性だけを手がかりにするのでは弁別が難しい事態でも、視点を移動して特徴を捉え直すという試みがなされないことである。従って、平面図形の場合と異なり、立体では視点に応じて見える形態が異なるという大きな特徴に気づくのが遅く、また気づいてもそれを活用することが少なくなる。

図3 開眼者KTが机の上の立体を弁別している様子



143

開眼者 K.T. が机の上の二つの立体を弁別しようとしている場面



### 第5節 視点の移動と立体の形態識別

平面図形の識別は可能になった開眼者であっても、立体の形態識別となると（その各構成面は識別可能な平面図形であることが多いのだが）新たな学習を要することは前節で示した通りである。前額平行面に提示した台紙上の平面図形の場合と異なり、立体は複数の面をもつが、実際にそれが机の上に置かれた場合にはある視点から捉えられる面（およびその形態）は限られ、更に視点によって見えてくる面（およびその形態）は異なってくる。このような、平面図形のときには認められなかった空間的あるいは時間的な現象を、開眼者は視覚による立体識別の際に気付くのかどうか。またそのような現象とそれへの対応の確立が、立体の形態識別の形成に関与しているのかどうか。この点の確認が次節で行なわれる。

#### 実験9-3： 視点の移動と立体の形態変化

##### [I] 目 的

立体の識別あるいは描画に際して、視点の移動に伴って立体の見える側面が変わり、従って形態が変化する、という現象が開眼者に自覚されるのかどうかを、かれらが自発的におこなった行動から明らかにする。

##### [II] 方 法

立体を描画する事態を設定して、見えた通りに立体を二次元上に表現することを求める。

##### [III] 被 験 者

立体の識別が容易に成立したSub.NH。Sub.NHは先天性白内障のため白濁した水晶体摘出手術を、18歳と19歳のときにそれぞれ右眼と左眼に受けた。立体の視覚による弁別は術後2か月半で完成し、識別についてもその1か月後から開始した実験で、半年の後には5種の立体（円柱、円錐、四角柱、立方体、球）に視覚で正しく識別するに至った（望月, 1979）。

#### [IV] 結 果

##### 1. 視点に応じた形態の知覚

Sub. NHは他の開眼者と異なり、識別の際に種々の角度から立体を観察して、視点の移動によって見える形態が異なることを自ら見出し始めていた。そのような観察態度が立体を描画する際にも発揮されたかどうかをSub. NHが5回に渡って行った立体の描画実験の結果に基づいて確認した。

(1)初めて円柱の描画を行なった際すでに、円形の上面と下が曲線状になった側面をつないでいる(図4-1)。これは、斜め上方に視点を定めたときに捉えられる円柱に近いが、このとき描かれている上面は楕円形ではなくあくまで円形である。ここには、視点の固定がやや不完全で視点を移動しつつ捉えられた部分形態の接合として、一つの立体の描画を完成した痕跡が現れている。

また、実物の立体を目の前にして描画するときにはこのように視点を固定するSub. NHであるのだが、円柱の形態を思い浮べて描いてもらったとき('76.6.12)には、一2年後のことであっても一、上からみた時の形態と横からみたときの形態をそれぞれ並列的に描いており、ある視点からみえる形態のみをその立体の表象として描くという状況には達していないことが認められる。

図4(1) 立体—円柱の描画(Sub. NH)

(2)円錐についても図4(2)が示すように、視点に応じて描き分けることは最初の実験の際('73.9.13)に行なわれた。当初よりSub. NHは、横から、真上から、倒して斜め上からと配置の仕方による違いも含めて描き分けており、みずから「置き方でいろいろに見える」との解説も加えている。そのような傾向は約6か月後の実験('74.3.6)の際にも持続しているが、横から見たときの形態が初回では三角形に描かれていたが、今回は「上がとがり、下がずーと丸くなる」と、見えた形態の忠実な表現に変化していることと、倒したときに見える形態はその後描かれておらず、机の上に立てた状態で上からと横からみた形態のみを描くように変わってきている。2か月半後、および3か月後に行なった実験でも、上と横の視点から捉えられた形態を並列的に描き分けるという傾向は持続している。

以上のようにSub. NHにおいては立体を種々の視点から観察し、それに応じて同一の立体が「いろいろに見える」ことを認め、単一の面を描き分けているこ



とが描画の結果から認められた。更に視点としては机の上に立てた立体を真上から見る場合と、それを真横から見る場合、更に机の上に倒した立体を横から見ることも当初は同じ比重で行なわれていたが、次第に机の上に立てた立体を真上あるいは真横から見るという二つの視点に集約されてきた経過を認めることができる。このような描画に際して種々の視点から立体を観察することは、立体の形態特性を注意深く眺める機会となった。

#### 図4(2) 立体(円柱と円錐)の描画

##### 2. 斜め上からの視点の導入

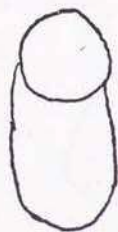
単一の立体を描画する課題ではひとつ視点から捉えられた単一の面を並列的に描き分ける傾向が持続することが懸念されたので、立方体の3面が見えるように斜めに置いたものを4個積み上げた複合立体の描画も順次導入した。

それに対しても当初のSub.NHは、真上から眺め降ろすという視点が優位に働き、単一の面(正方形)を3個描いていた(図5-(1))。

しかし、その後斜め上手前から見るという新たな視点を自ら導入することにより、上面だけでなく手前の側面も同時に視界に入ることを見出し、かつてのように視点別の側面を並列することなく、ひとつの絵の中に上と横の2側面の形態を含めて描くことが始まった(図5-(2))。

このような「斜め上から見る」という新たな視点の導入と視点の固定は立体を弁別あるいは識別のために観察するときにも発揮され、真上から観察するよりも対象の立体感をより強く感じさせることとなり、立体の弁別や識別精度の上昇につながった。さらに詳細は省くが、2次元面にある視点から描いた立体の透視図的線画やあるアングルから撮った立体の写真を見せた際にも、それを立体として構造化することを容易にする方向へと事態を展開させる契機となった(望月, 1979)。

#### 図5 複合立体の描画



( '74. 3. 6 )  
円柱を見て描画

( '76. 6. 12 )  
実物を見ずに、頭の中に  
円柱の形を思い浮かべて  
描いた。

「上カラ見タ所ト横カラ  
見タ所」「真中ノ線ハ長  
方形デハナク、上ニ伸ビ  
テイルトイウ意味デ入レ  
タ」

図 4 (1) 単一の立体（円柱）の描画（Sub.NH）



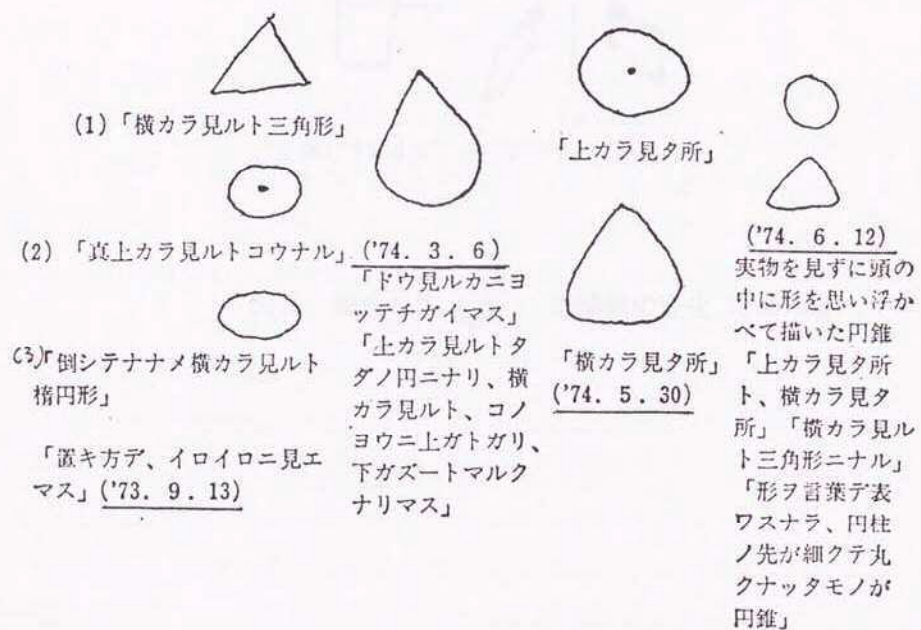
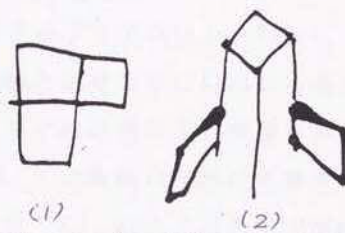


図 4 (2) 単一の立体（円錐）の描画（Sub.NH）



(1) (2)  
立体('74.8.2) 立体('74.9.26)

図5 複合立体  の描画の変化 (Sub. NH)



## 第6節 要約と考察

1. 開眼者が立体を識別する場合、触覚においても最初から立体的な構造をもつものとしてすべてが正しく捉えられるとは限らない。特に、術前に形態を見るだけの視覚機能を保有していなかったSub.TM. の場合（第II群）には、各面の形態を平面として報告する傾向が当初は強く、立体的な形態を報告したのは2回目の実験においてであった。

一方、術前から平面図形の形態視が多少とも可能であった開眼者Sub.III（第III群）では、立方体に対する「サイコロ」、円柱に「筒」などと、不完全な表現も一部にあったが、術後3か月までに行われた最初の触覚実験で、すでに立体的な形態の名称を通じてその形態が多く表現された。

2. 視覚の実験は、Sub.TM. では術後10年後に実験を再開した際（触覚では円錐と円柱の識別ができていた）に、机の上に並べて同時に提示した円柱と円錐（木製、茶色）の弁別を求める試みが最初であった。上から覗き込むようにして観察した結果、試行の半数にしか正答を与えることができなかった。触覚と視覚では形態の感じに食い違いがあること（特に円錐の先端）、触覚ではそれが可能であっても、視覚での弁別は極めて難しいとの報告が寄せられた。

円錐と円柱の弁別正答率が100%に達したのはその7か月半の後（10回目の実験において）であった。更に、5種の立体：円錐、円柱、四角柱、立方体、球のうち一種ずつを単一で提示する識別実験で、Sub.TM. が100%の正答率を示したのは、弁別の成立よりもはるかに遅く、約1年後のことであった。

Sub.IIIでは、視覚による立体の弁別では2種の中一つを単独で提示すると、平面図形より難しいこと、あるのはわかるが形は分からないことを訴え、立方体と四角柱の弁別では高さの違いすら判別しにくいことがあった。二つの立体を並べて提示する弁別事態で100%の正答率を示すに至ったのは、その種の実験開始後1年後のことであり、5～6回の継続実験を経てからであった。

3. 開眼者は全員が立体を真上から見下ろすような姿勢で観察を行ない、彼等が弁別および識別の手掛かりとしたのは、「上面の平面的な形態」もしくは円錐のように「先端のとがりの有無」など、いずれも上面の特徴であった。最初の段階ではそれらの標識が捉えにくかったために、標識が近似している立体相互の弁別では誤答が多くなった。



4. 立体の識別が容易に成立したSub.NHでは、立体が「視点の位置」によって「見える側面とその形態」が対応的に変わるという現象を自発的に発見しており、このようなことは他の開眼者にみられなかった。最初の段階では、Sub.NHも他の開眼者と同様に真上から観察していたが、次の段階では一つの立体を種々の視点（真上、真横など）から眺め、それぞれの見え方をその立体の標識として同じ比重で採用するようになり、対象の置き方についても種々（立てたり、倒したり）試みて形態の変化を観察した。そのような過程を経て最終的には「対象は立てて、斜め上から見る」という視点を導入し、固定するに至った。

このような変化は、描画課題を導入したことにより対象の綿密な観察が求められて、生じたものであった。が、それだけの意味に留まらず、立体の形態知覚をより容易にさせる結果へと繋がった。つまり、そのように「斜め上から」見るという新たな視点の導入は、二つ以上の面が同時に観察される事態を招き、立体としての形態的特質が一層（ある一面だけを正面から捉えるときよりも）明瞭に捉えられる結果となった。

5. 開眼者は、「真上から見る」という視点を共通に、しかも強固に示したが、それは絶えず対象の表面を上からなげるという触覚の様式が、視覚においても、初めて接した対象である立体の観察に際し現われたのであろうか。視点の「方位性」にも発生的な順序性というものが仮にあるとするならば、「上から下を見降ろす」という方位は視覚の初期段階においても存在し易いことを上記の事実が示すのかどうか、興味深いところである。

また、斜め上から見るという視点の方位性は後から発生したが、その導入によって、知覚の対象世界が「平面」から「立体空間」へと拡大する端緒となったことも、視覚空間がより複雑な構造を持つに至る筋道を考えるとき、無視できない要因と発生的順序性を示唆しているように思われる。



## 第10章 視空間の拡大と構造化—奥行き距離を通じて

### 第1節 問題

開眼手術後直後の視覚による距離知覚に関する研究は若干あるが、奥行視の機能だけでなく、開眼後の視空間がどのように構造化されるのか、という疑問は明らかにされておらず、その形成過程についてはほとんど手がつけられていない。

そこで、これまで4～8章では平面図形のそして9章では立体形の形態視を問題としてきたが、10章～13章ではそのような視対象を含む3次元の空間を対象とする。先天盲開眼者は開眼直後、奥行のある視空間についてどのような視覚体験を持ち、彼等の視空間が奥行距離についてどのような構造特性を持つのか。また、奥行のある空間内に配置された対象の諸属性をどのように抽出し、更にGibson(1950)の「きめの密度勾配」をもつパターンから「奥行き」の次元を抽出・変換視することができるのかという問題を中心に、開眼手術後における視空間の形成過程—拡大と構造化—を考えていく。

平面図形あるいは立体という単一の視対象も小空間ではあるが、それらの対象をも含む3次元の広い視空間が術後発生し、構造化されていく過程と機序を明確にすることで初めて、手の届く対象を守備範囲とする触覚世界からそのような限界を越えた視覚世界が展開してくる道筋の考察が可能となるのである。まず10章では、そもそも開眼者は術後すぐから「距離」（この場合は前方の奥行距離）という知覚体験を得ているのかどうか、さらにその距離知覚機能はその後変化するのかどうかという点を、開眼手術後の視空間知覚の根幹をなす問題として検討する。

### 第2節 奥行き距離の体験

開眼者は術後すぐに「距離」を視覚で捉えられるだろうかという疑問は、視空間の根幹に係る問題として17世紀末から検討されてきた。イギリスの外科医チェセルデン(Chesselden, 1728)は観察記録の中で、13歳になってから先天性白内障の手術を受けた少年が手術直後、あらゆる対象があたかも—その少年の



表現によると一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感じたこと、距離についてはいかなる判断も下し得ない状態にあったことを報告している。光覚があり色の識別も条件が良ければ可能だが形の識別はできないという状態にあったとされるその少年の報告は先の距離知覚に関する疑問への解答を示唆するものとして、当時の認識論者たちに注目されたことは前述の通りである。

これに対し、黒田(1930)はChesseldenを含む14篇の事例報告を比較検討し、距離の判断が困難であったり誤った例はあるが、上掲の少年のような例はむしろまれで、術後の距離感をやや誇張して伝えているのではないかと推断している。

Senden(1932)は先天盲開眼者に関する30余篇の報告を集録した著書の中で、開眼直後から所与の対象は眼からある距離だけ離れた所に在ると、捉えられているのかどうかを論考している。その結果、SendenもChesseldenの少年の印象報告を確証するような資料は極めて少なく、「術後は対象の一つ一つを分化したものとしては捉えられない」状態にあるが、前方にある色の断片がみえる段階では「対象が自分から多少とも離れた所に在る、という漠然たる印象はすでに持っている」のではないかと、黒田に近い結論を下している。

開眼後の奥行き距離知覚については、筆者らも継続的な実験によって検討を加えてきた(望月1979,1989,Motizuki・Torii1987,1988)。しかしその中で、対象が眼につくように感じたり、極端に近いところに在るような体験をしたとの報告には出会っていない。だが、術後間もない開眼者では、視対象が実際より近くに在るように感じることを窺わせる報告がいくつかあることも事実である(Franz,1841;Latta,1904;梅津,1952;Gregory & Wallace,1963)。

例えば、Latta(1904)によって報告されている先天性白内障の青年JCは手術前から明暗の弁別と光の定位はできたが色彩視は無理な状態であったが、1週間の間を置いて両眼の手術を行った後も10日間は、目が眩むようで見ている実感はなく、「初めて高い窓から街路を見降ろしたら、もし杖があれば杖の先で触ることもできそうに感じられた」と述べている。

梅津(1952)が出会った先天性白内障の開眼者(S)も、16歳で手術を受けた翌日、「... 包帯を取ってわずかながら天井と壁を眺めた。そのとき壁は自分の



方へ転んできそう」であったとの印象報告をしており、この印象は、ものが開眼者には近くに現れるということと関係すると梅津は述べている。このSにおいて、術前の左眼には光覚もなく、右眼では明暗の弁別が可能で、色については赤と白との区別くらいはできる気がしていたという状態であった。

われわれも広い自然環境で対象物までの距離推定の実験を試みている。先述のSub.TMにおいては、術後10年を経て平面図形の形は識別できるが立体形の識別はまだ難しいという段階で、ビルの9階の窓から下の舗道を見てもらった。車がわかるかの問いに単眼視のTMは「色はわかるが形はわからない」、「大きさはおもちゃの自動車ぐらい」と答えている。次いで「下を見ても、高さは余り感じられない。簡単に降りて行けそうだ」と述べている。

この5日後に大学構内にある12m先の常緑樹の大木を目標にして、そこまで何歩で歩けると思うかと尋ねると、「7、8歩」と答えた（実際には約25歩であった）。TMの1歩は30cmなので推定距離は2.1～2.4mとなり、実際の距離の約1/3に見積もったことになる。

一方、Sub.HHでは距離の推定実験を第1眼の手術後6か月した時点で行ったが、3.2mの近距離に立つ人に対しては「4m」、5mに対しては「5m」と目測しており、距離を短く見積もる現象は認められなかった。しかし、病院近くの公園にある建物や樹木など更に遠距離にある目標物に対しては、21mを12mと推定するなど、距離の縮小視傾向（約3/5）がやはり現れている。このようにわれわれの出会った開眼者でもChesseldenの少年のように極端な縮小視は認められないが、状況によっては実際よりも対象を近くに見るという傾向が現れることは事実である。

では、先天盲開眼者の視空間は奥行き距離に関してどのような構造をなしているであろうか。その疑問を解く一つの方法は、果たして距離の目測が可能であるのかどうか。可能な場合にはどの程度の精度を示し、それは視覚学習に伴って変化するのかどうかを、同一条件下での継続実験によって吟味することである。しかし、これまでのところ、実験時期と方法を明確にした上で行なわれた実験例は見いだせない。ただ一例、Franckeの症例報告には、日常品を手の届く範囲以内（1～1.5m）に置き、対象までの距離の目測を開眼者に求めて推定可能な範囲は2m以内であったと記されているが、実験の時期と推定の精度ま

では記載されていない。

### 第3節 距離の絶対判断

#### 実験10-1： 前方向の距離推定

##### [I] 目 的

距離の推定が可能かどうか。可能な場合には、その距離範囲と推定精度を求め、開眼者が構造化できる視空間の奥行き距離範囲を明らかにする。

##### [II] 方 法

茶褐色の机の上に色や材質が机とは異なる対象（例えばテニスボールや白色の湯飲み茶碗、または直径10cmの白色円盤など）を1個置き、開眼者には机に向かって腰かけて、机の上前方にある対象までの奥行き距離を目測・判断することを求めた。

巻き尺上で開眼者が示した距離  $d$  (cm) を、対象までの実際の距離  $D$  (cm) に対する推定値としたとき、

$$E = (d - D) / D \times 100 (\%)$$

は目測の精度を表す測度とした。Eがマイナスであれば距離を過小視し、プラスであれば過大視したことになり、Eの絶対値が少ないほど推定誤差は少なく推定の精度は高いことを示す。

##### [III] 被 験 者

開眼者TM, KT, SH, NH, HHの5名。

##### [IV] 結 果

(1) 図1は距離の推定実験を初めて行ったときのTM, KT, SH, NH, HHにおける目測結果  $d$  を  $D$  に対してプロットしたものである。Eの値の大多数は  $d = D$  を示す45度の直線より上部に位置しており、過大視の方が過小視より多いことが認められる。



試みにそれぞれの発生頻度を合計すると、5名による第1回目の実験合計回数50の中、過小視は計31回(62%)生じており、過大視の計14回(28%)に比べてその比率は2倍以上に及んでいる。従って、少なくとも初回の実験での距離目測では、実際の距離よりも近めに推定する傾向(縮小視あるいは過小視)の方が多いことを示している。

#### 図1 開眼者5名による奥行き距離目測(第1回目)の結果

ただし、過小視の生じる頻度は開眼者間で必ずしも一様ではない。第1回目の実験で過大視と過小視の生じた回数を開眼者別に示した表1を見ると、例えばTM, SH, NHの3名では過小視の方が圧倒的に多いが、KTとHHでは過小視の回数は過大視よりむしろやや少ないという結果になっている。

表1 第1回目の距離目測の結果

(2) 次に、初回の実験で示された過小視の程度は、誤差Eの平均値(M)を1mを越えない距離： $D \leq 100\text{cm}$ について示す表2を見ると、HHを除く4名では平均-4.0%から-17.9%まで、すなわち20%以内である。

表2 近距離( $D < 100\text{cm}$ )における距離推定精度の変化

(3) 更に、その推定精度が変化するかという点については、Mの値を初回と最終回の実験で比較すると、TMとKTでは過小視傾向が持続しているが、SHとNHは過小視から過大視傾向へと変化し、HHでは過大視傾向が一層強く現れている。また、KTでは過小視傾向が持続しているとはいえ、その割合は-4.0%から-2.4%へとやや軽減していることが認められる。

よって、全体として過小視の程度は、初回の実験での過小視は約20%程度であったが、最終回では10%にまで減少し、逆に過大視の程度は25%から40%へと増大していると言えよう。

(4) これら5名の中で、術前から立体視を得ていたものはいない。そこで、今回の個人差を観察条件と対応させてみると、過小視から過大視へと変化したSHとNHにおいては、初回の実験当時は左右眼の機能には大きな差異があり、両眼視と言えども事実上は右眼による単眼視条件下にあり、最終段階では両眼視に近い状態に至ったとみられる。

その点、観察が常に両眼視条件で行なわれたという意味では、HHが視覚条件と観察条件共に5名の中で最も良好な状態にあったといえよう。また、KTは、

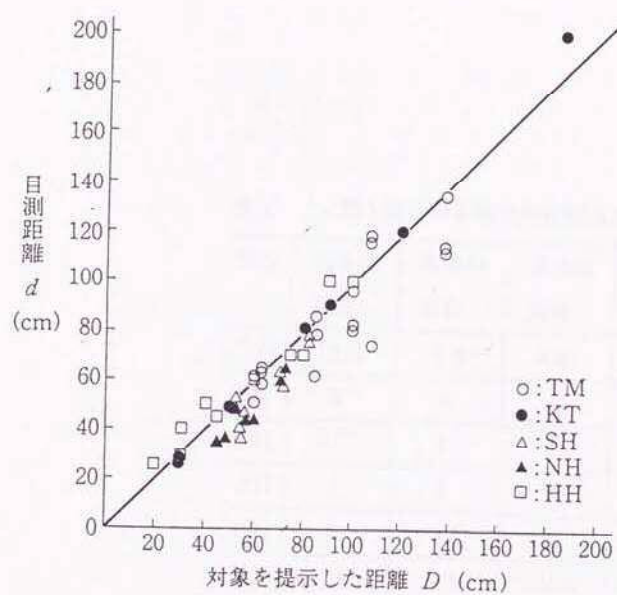


図 1 開眼者 5 名による奥行距離目測実験の第 1 回目の結果



表 / 第 1 回目の実験での距離目測結果

Sub.	過小視 回数	等価視 回数	過大視 回数	合計 回数
TM	12 回	0 回	6 回	18 回
KT	3	0	4	7
SH	7	1	0	8
NH	7	0	0	7
HH	2	4	4	10
平均	31/50	5/50	14/50	50 回
(%)	(62.0%)	(10.0%)	(28.0%)	

表 2 近距離( $D \leq 100$  cm)における距離  
推定精度の変化

Sub.		初回の実験	最終回の実験
TM	観察距離	60~100cm	39~95cm
	平均誤差	-7.7%	-10.0%
	SD	0.10	0.19
KT	観察距離	30~100cm	30~100cm
	平均誤差	-4.0%	-2.4%
	SD	0.06	0.24
SH	観察距離	52~82cm	44~77cm
	平均誤差	-15.0%	4.5%
	SD	0.12	0.05
NH	観察距離	44~72cm	30~80cm
	平均誤差	-17.9%	11.6%
	SD	0.08	0.12
HH	観察距離	20~100cm	20~100cm
	平均誤差	6.5%	11.2%
	SD	0.13	0.21



単眼視ではあるが、実験開始までに左眼の手術後10年が既に経過しており、そのときすでに立方体、直方体、円柱、円錐などの立体形の識別も、典型的な配置にして正面から見れば可能であるという点で、同じ単眼視のTMよりは良い条件下にあったといえる。

#### 第4節 距離の絶対判断—その距離の拡大に伴う変化

##### 実験10-2：奥行距離の拡大と距離推定の精度

##### [I] 目 的

距離推定の精度と対象までの距離との間には一定の対応関係が見出せるのかどうか、という問題を種々の奥行距離に対してその推定を行なってきたSub.KTを通じて検討する。

##### [II] 方 法

テーブルの上の前方に置かれた一つの対象までの距離を推定する。対象までの距離はランダムに変える。具体的な方法は実験1と同様。

##### [III] 被 験 者

開眼者 KT。

##### [IV] 結 果

(1) この実験を開始したとき既に術後10年以上が経過していたKTにおいては2回めまでの実験による推定誤差(平均値)に過小視傾向が持続していた。そこで、7回の全実験における距離目測精度Eを求め、EとDの関係を図2に黒丸で示した。するとEの値は1m前後より近い距離では-0.3未満の過小視を示す値であり、1mを越す遠距離においては+0.3までの過大視を示す値になっている。従って、全体としては距離の拡大に伴い、実線に乗るような-0.3~+0.3に至る、緩やかな変化を示していることが認められる。

図2 対象の提示距離と距離目測精度

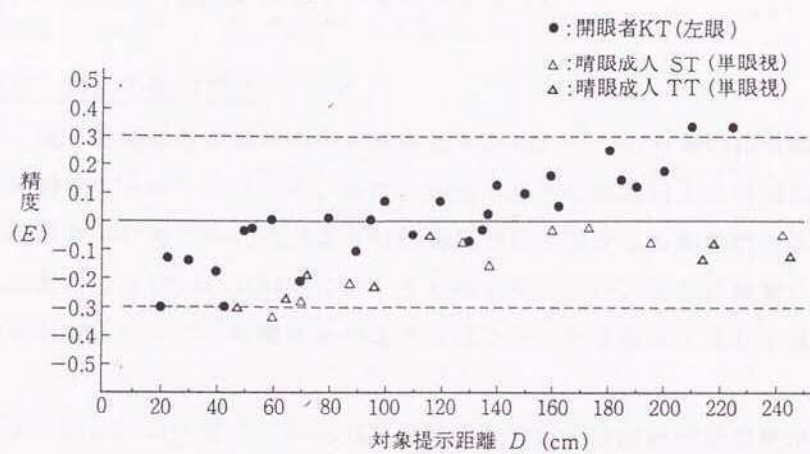


図 2 対象の提示距離と目測精度



(2) Sub.KTにおいて推定精度が最も高いのは直線が0に近い所であるが、それは $D = 1$  m前後の距離 ( $100 \pm 20$  cm) で、そのときEの絶対値は0.1 以内すなわち距離の推定誤差は10%以内になっている。

同じく図2に△印と△印で示した晴眼成人2名では、1 m以内でのEは同じく-0.3 にまで及んでいるが、1 mを越えても過小視傾向は持続し、その値は-0.15以内に納まる傾向を示している。よって、1 m以内の近距離での目測精度には開眼者との差異はないが、1 m以遠とりわけ2 m近傍になるとKTと晴眼者との間には顕著な開きが現れていると言えよう。

### 第5節 遠近の相対弁別

次に、先天盲開眼者が眼前の一定距離に置かれた二つの対象の相対的な遠近関係を弁別できるのであろうか。また、可能な場合には奥行きの弁別閾はどのくらいの値なのだろうか。このような問題について多少とも実験的な試みを行なった症例報告はSenden(1932)においても極めて少ない。術前に視覚による奥行き弁別ができなくて、術後にそのような試みをした症例は2例しか見当たらない。

その中、Miner の報告している22歳の開眼女性は手術前の残存視覚が明暗と色彩を知覚し得たという状態 (SendenのII群) にあった。術後2年半を経過した時点で2個のボールの遠近弁別実験を行ったところ、単眼では15cm、両眼では6cm 以上離すと奥行きの弁別が可能であったという。だが対象までの距離は不明である。また、Dunan の症例 (13歳の少女) では、彼女から2m離れたところにDunan の助手が立ち、その先2mの地点にDunan 自身が立って見せたが、両者の奥行き差を捉えることが出来ず、完全に並んでいるとみなしたという。そこでDunan がさらに2m遠ざかると、ようやく「少しだけ、助手よりも遠い」と答えた。

他方、術前から視覚による奥行きの認知がある程度できていたと思われる症例の中で唯一実験的な試みを行なっているRaehlmann IIの症例 (14歳の少女) で、彼女は手術直後から距離の観念をもっていることがわかったと記されている。手術の3週間後に白紙を背景にして水平に置かれた鉛筆の前方あるいは後方にボールを転がし、前方と後方のいずれに転がったか、判定をその都度求め

たところ、前後の判定が正しく行うことが出来たのは32試行の中8試行のみであったという。ただし、この実験では鉛筆までの距離やボールの大きさが明示されていない。また、観察は筒を通して行なわれているため、いわば視野制限下のような困難な状況で遠近の判定が行なわれたものと思われる。

このような先行研究をふまえて行われた遠近の相対弁別機能は、主として次に示す二つの実験で確認された。

### 実験10-3： 遠近差をつけて配置された2対象の奥行弁別

#### [I] 目 的

前方に配置された二つの対象について、その奥行弁別を可能にするために必要な対象間の隔たり（いわば弁別閾）を明らかにする。

#### [II] 方 法

実験は次の二通りの方法によって行なわれた。

(1) 茶褐色の机の上に机とは色が異なる2つの立体的な対象を置き、その一方を一定の奥行距離（基準距離： $D$ ）に保ったまま他方を一定距離だけ遠ざけた時、その差（ $\Delta D$  cm）をどれだけ近づけても遠近を弁別できるか、

(2) 他方、遠近差は一定にしておいて、基準距離 $D$ をどれだけ遠ざけても遠近を弁別出来るか、という方法である。

なお、対象を配置する際には、近対象が遠対象の一部を遮蔽する位置関係にならないよう、両対象の左右の間隔は5cm 隔てた。

#### [III] 被 験 者

開眼者 TM, KT, SH, NH。

#### [IV] 結 果

表3はTM, KT, SH, NH における第1回目と1年乃至1.5年後に行なわれた2回目の実験結果で、各基準距離 $D$ において100%の弁別正答率を示した最小の $\Delta D$



(cm)である。初回の実験ではどの開眼者も単眼視条件下にあったが、基準距離

表3 奥行きの相対弁別に必要な対象間の遠近差

Dが50cm位までの範囲の奥行弁別において、KTとSHでは対象間に10cmの遠近差が必要であった。それに対して、TMとNHでは5cm ( $D=40$ であるが)と4cmと  
いうように約1/2の遠近差をつけるだけで十分であった。ただし、基準距離D  
が50cmを越すとTMとNHの差異が顕著になる。つまり、TMではDが70cmになると  
 $\Delta D$ は20cmに拡大するが、NHではDが50cmから80cmまで遠ざかっても、5cmで  
十分である。とは言え、基準距離が100cmになると弁別に必要な遠近差は10cm  
へと一挙に拡大する。

2回目の実験で、KTは1回目と同じ10cmの遠近差が与えられれば、奥行弁別  
が可能となる基準距離が前回の50cmから65cmにまで拡大している。同じく弁別  
精度が上昇するという傾向はSHとNHにも認められており、遠近差を初回のと  
きの1/2にまで縮小しても、弁別可能な基準距離は共に50cmから70cmへと、20cm  
も拡大したことを示している。

以上のように、(1) 開眼者の場合には個人差はあるものの、50cmまでの距離  
にある2対象間の奥行弁別にはおよそ5~10cmの遠近差が必要であり、(2) 対  
象までの距離が1mにまで広がると、弁別精度の最も良好なNHの場合でも10cm  
の遠近差が必要になる、というのが実験を開始して2年までの状況である。更  
に、(3) 遠近弁別を可能とする両対象間の隔たりは、実験の継続に伴い、わず  
かながら縮小する傾向にあることが認められる。

表 3 奥行の相対弁別に必要な対象間の遠近差(1回目と2回目の実験結果)

Sub./実験実施日	20	30	40	50	60	65	70	80	100cm
TM (左眼)			5cm				20		
KT (左眼)				10					
(右眼)						10			
SH (右眼)	10*	10*		10*					
(右両眼)				(5)			(5)		
NH (右眼)			5, 3	4				5	10
(両眼)			2		2		2		

\* : 遠近差10cm以下でも奥行弁別が可能か否かの確認はしていない。

( ) : この場合のみ正答率は75%



## 第6節 視方向による奥行弁別の差異

### 実験10-4： 視方向と奥行弁別

#### [I] 目 的

2つの提示対象を一定の遠近差をつけて配置したとき、この差を弁別しうる最大基準距離Dは視覚の学習・訓練に伴って伸びるのかどうか。また、これまでは前方向の奥行を問題にしてきたが、対象の提示方向による奥行弁別精度に差異があるのかどうか。これらの問題を約5年にわたって継続実験をおこなってきた開眼者KTについて吟味する。

#### [II] 方 法

10cmの遠近差をつけて机の上に配置した2つの提示対象（直径10cmの白色円盤）を斜め上から観察する場合を「前方向」条件、上方から釣り下げられた2対象の奥行差を斜め下から見上げる「上方向」条件、そして床から異なる高さに配置された2対象を上から見る「下方向」条件とし、各視方向別に奥行弁別実験を行ない、10cmの奥行差を100%弁別可能な最大基準距離を求める。

#### [III] 被 験 者

開眼者 KT。

#### [IV] 結 果

視方向の条件別に得られた最大基準距離を黒丸、3角、白丸でプロットした図3が示すように、いずれの視方向においても最大基準距離は次第に伸びていく傾向を示している。

また、当初は前方向の基準距離が50cm以内でないと10cmの奥行差を100%正しく弁別することは出来なかった。しかし、日を隔てた数回の実験で、その距離は70~80cmにまで拡大したことが認められる。他方、下方向条件の実験は前方向条件の実験よりも4年余り遅れて始めたにも拘らず、白丸が示すように当初から最大距離は65cmであり、2回目からは前方向の85cmを越えて110cmに達し

ている。

### 図3 視方向と遠近弁別精度の差異

このように開眼者の奥行弁別精度は方位によって一様ではなく、「前方向」より「下方向」の奥行弁別の方が容易であるという事実は、野外実験でのKTの行動を観察しているわれわれにとっては、むしろ意外な結果であった。と言うのは、階段の降り口にさしかかるとKTは一瞬立ち止り、刷り足をして階段の1段目を確認した後に手摺につかまって一段一段降りていくという行動がしばしば観察されていたからである。この点について尋ねるとKTは「階段の下りには特に気を使い、降り始めなどでは立ち止って下をよく確認する」とのことであった。このような注意深い観察の繰り返しが、困難であった下方向の奥行弁別の向上をもたらしたのであろうか。

視方向別に最大基準距離を比べると、「下方向」に比べて「斜め上方向」のそれは初めから最も短く40cmから出発している。4回目の実験（5か月後の1983年4月23日）になってようやく60cmに達し、開始後1年目（6回目の実験、1983年11月26日）には、前方向と同じ位の最大距離75cmにまで拡大している。日常生活においても上方向を見ることはめったになく、自分の頭より高いところに干してある洗濯ものを取り込むときなどは、眼では取り残しがあるので現在でも眼を使わず触覚に頼り、手探りで行なっているとKTは報告している。

#### 実験10-5：視方向と奥行弁別－視覚健常者の場合

##### [I] 目 的

視方向によって奥行弁別の精度がどのように異なるか視覚健常者で調べ、開眼者の示した傾向と異なるのかどうかを明らかにする。

##### [II] 方 法

開眼者の場合と同じ。

被験者が視覚健常な成人者1名（視力：両眼1.2）。



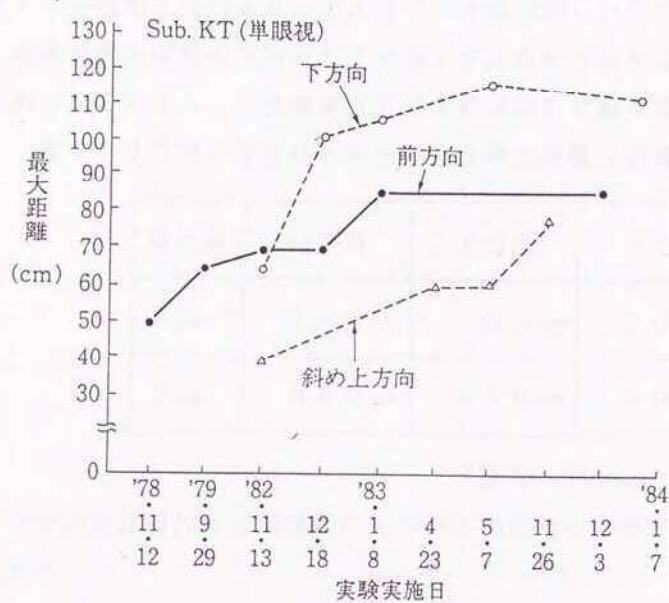


図3 10 cmの遠近差を弁別しうる最大距離とその視方向別による変化

#### [IV] 結 果

(1) 遠近差異が1 cmの場合にその遠近を弁別できる最大基準距離は表4が示すように、前方向では750 cm、下方向が700 cmそして上方向が330 cmという結果であった。従って「前方向」の弁別精度が最もよいことになる。次いで良いのは「下方向」で、「上方向」が最も難しい。

遠近差を2 cmにまで拡大すると、前方向と下方向の弁別精度に差はなくなるが、上方向が最も難しいという傾向は同じである。

開眼者KTの結果と比べると、上方向での弁別が難しい点では共通しているものの、弁別が最も容易な方向がKTでは『下方向』つまり上から下を見降ろす方向であったのに対し、視覚健常者では『前方向』である点に差異がある。

表4 2対象の遠近差と弁別可能な最大距離(視覚健常者:RT)

遠近差	前方向	上方向	下方向
1 cm	750 cm	330 cm	700 cm
2 cm	800 cm	450 cm	800 cm

(望月, 1988)より改変

このような事実は奥行き弁別精度に見られる視空間の非等質性を示しているものと言える。

#### 第7節 要約と考察

(1) 開眼直後の視覚による奥行距離体験は、視空間発生 of 根幹に係る疑問を解く鍵として注目され、距離についてはまったく判断できないとの印象を与え、チェセルデンの報告例がそれへの解答を示すものとして注目されていた。われわれの開眼者においては、黒田の論考(1930)にもあるように、極端に近くにあるように感じるという体験報告はなかったが、手術直後に実際よりも近くに(1/3の距離、3/5の距離)に知覚されたとの報告はあった。

(2) 距離の推定や奥行弁別に関する実験を約2年間継続した結果では、前方50 cmまでの距離にある2対象間の前方奥行弁別が成立するには、対象間におよ



そ5～10cmの遠近差が必要であること、

(3) 前方に在る対象までの距離が1 mに拡がると、弁別精度の最も良好なNHの場合でも10cmの遠近差が必要になるが、遠近弁別が可能となる両対象間の隔たりは、実験の継続に伴い、わずかながら縮小する傾向にあることが認められる。

(4) 奥行弁別に関しては開眼者も視覚健常者も異方性が見出された。両者共「上方向」での弁別が難しい点では一致しているものの、弁別が最も容易な方向がKTでは「下方向」つまり上から下を見降ろす方向であったのに対し、視覚健常者では「前方向」である点に差異が認められた。

このような奥行弁別の異方性については、G.J.von Allesch(1931) が、キツネザル科のオスザルに水平前方向1 mの所とそれよりも手前に置かれた餌箱の奥行弁別を求めると、14cm以上の差異があれば弁別可能であるが、10cmでは弁別できない。ところが、垂直上方向(天井)に箱を吊した場合には、10cmの差異でもときにはそれより近付けても奥行の弁別が可能であることを50日を費やして明らかにしている。次に、形の大小弁別を水平前方向に提示する場合と垂直方向に提示する場合で比較すると、キツネザルでは水平方向よりも垂直方向での弁別が優れていた。このような結果に対して、樹上棲のキツネザルは樹上での上下運動が多く、地面上などを水平に移動することは少ないので、垂直方向の視覚弁別機能が優れてきたのではないかと、この解釈をAllesch は下している。

更にAllesch は、大学生が1.2mの距離で行なった奥行の平均弁別閾は水平方向が15.0mm、垂直方向が16.3mmであり、5.2mの距離では水平方向が37.5mm、垂直方向が45mmであり、ひとの場合は水平方向がすぐれていることが判明し、空間の非等価性を主張したのである(学阪, 1982)。

下方向に絶えず細心の注意を払うKTと視覚健常者との結果の違いは、奥行弁別における異方性も、視覚行動にともなって形成されるものであることを示唆しているように思われる。

## 第11章 視空間の拡大と構造化—対象の大きさと距離の関係を通じて

### 第1節 問題

遠対象の見え方に関してBerkeleyは、その著書「視覚新論」(1709)の中で、「ある事物がかすかにかすんで小さく見えるとき、かつてそれが近い距離にあるときには力強く、かつ大きく現れることを経験したことのある私は、即座にそれがずっと離れた所にあるという結論を下す。従って、それが経験の結果であることは明らかである。その経験なしには、かすかで小さいということから事物までの距離に関してどのような結論も下せなかった筈である」と書き、「大きく、かつ力強く見えることと、距離が短いということの間には、あるいは小さくかすかに見えることと距離が長いということの間には、明白で必然的な結び付きは何も存在しない」と説いている。

前章の実験で、手術によって新たに視覚を得た先天盲開眼者は、手術後それほど時間を経ない時点で、一定範囲の広がりのある視空間をもつことが明らかになった。よって、対象の大きさは距離に応じてどのように知覚され、対象の大きさと距離の関係がどのように獲得されるのか、という新たな疑問の解明が本章での課題となる。

### 第2節 遠対象の見えに関する体験報告

(1) Sub. KT と出会ったあったばかりの頃は、その内観報告によれば、遠くにあるものは自分には「見えない」と考えて、それを見ようとはしなかったという。実験に参加するとまもなく、日常使用する身のまわりの事物を眼で見て、手では触らずに眼で識別しようとする行動が少しずつ現れるようになった。それでもそのような対象は、ごく近距離にある、大きな事物に限られていた。

Sub. KTの「近頃ものを見るようにしている。近くにあって、大きなものが見易い」('74.10.5)という報告がそのことを物語っている。

(2) 出会ってから約1か月半を経たころになると、遠対象までの奥行距離の目測やその大きさを判定する実験を少しずつ重ねていくうちに、遠対象への関心も自然に芽生えてきた。「遠くにあるものは、ボォーとして、小さく見える



のですね。遠くからでも見えるのはそれが、とても大きいからだと思っていたけれど、小さく見えるのですね」('74.11.2)といった体験報告をしているのはこの頃のことである。しかし、その反面「遠いものは、小さいのではなく、“見えない”と私は言います」と言うこともある('74.11.23)という状態がまだ続いてもいた。

(3) 最初の実験から3か月以上経った頃から、「遠くのものが見えてきた感じがするが、ものを遠くから見る練習をしないといけない」('75.1.4)と自覚するようになり、周囲の風景にも関心が沸き始めた。それに伴って明らかになってきたのは、実験に参加する以前のSub.KTは、見えたものには大小の差があることはわかっている、その情報を遠近の関係に変換して知覚することはまだできなかったのではないかと、いうことである。それは、遠くから家を見たときに得た体験報告の中で、「家の大小と屋根の形で、“遠さ”を初めて感じた。遠いと色も少しぼけるのですね」('75.1.4)ということ、このとき初めて発見しているからである。

(4) 同様の体験を更に経ることで、Sub.KTが「大きさ-距離」関係をより明確に把握するに至ったことは、それ以後の報告にも読み取ることができる。例えば「車窓から見たマンションが四角で、小さな箱のように見えた。両手で届く位の近い距離にあるように見えた。……(駅に降りて近づいて行ってみたらそのマンションは)かなり遠くて、近くに寄ると、全体はとても見切れないくらい大きかった。それ以来、遠くに、小さいものが見えたら、あれは本当は大きいんだ、と分かるようになった。景色がわかると面白くなってきた」('75.1.4)という体験もそのひとつである。

実験開始後初期の段階でSub.KTが寄せてくれた、「遠対象の見え方」に関する一連の視覚体験報告をまとめたものが表1である。

表1 遠対象の見え方に関する報告 (Sub.KT)

遠対象の大きさに関する同様の体験は、次節で述べる「大きさ-距離」に関する実験を開始してから、他の開眼者からも報告されている。例えば、この種の実験を開始して1年半が経過した頃のSub.TMは「この実験を通じて、遠くにあるものが小さく見えることに初めて気付いた」と述べている('74.11.14)。またSub.NHも「遠くになると、小さく見えますね」('74.2.28.手術後1年半)

表 / 遠隔対象の見え方に関する報告 (Sub. KT)

年 月 日	報 告
'74 10. 5	「近頃ものを見るようにしている。近くて大きいものが見易い。」
11. 2	「 <u>遠く</u> のものは、 <u>ボー</u> として <u>小さく</u> 見えるんですね。 <u>遠く</u> からでも見えるのは、それが <u>大きい</u> からだと思っていたけど、 <u>小さく</u> 見えるのですね。」
11. 23	「 <u>遠く</u> の家がマッチ箱のように見えるという話は聞いていたけど…」 「 <u>遠い</u> ものが <u>小さく</u> 見えるという話は知っていたが、最近、 <u>遠い</u> <u>ということ</u> が、少しわかってきた。人が <u>近づいてくると</u> 、 <u>段々大きくなるから</u> 。」
12. 28	「 <u>遠い</u> ものは「 <u>小さい</u> のではなく」で、「 <u>見えない</u> 」と私は言います。」 「箱根で富士山を見た。白くて小さかったが雪をかぶっていた。 「 <u>遠く</u> 」という感じだったが、 <u>すごく小さかった</u> 。 昔の丸いポストぐらいの大きさだった。」
'75. 1. 4	「段々遠くが見えてきた感じがするが、 <u>物を遠くから見る練習</u> <u>をしない</u> といけない。」 「自分の家を <u>近く</u> から（真正面から）見たが <u>上の方は見えなかった</u> 。 <u>遠く</u> の家を見たら、 <u>屋根が細く</u> 見えた。」 「家の大小と、屋根の形で「 <u>遠さ</u> 」を感じた。遠いと色も少しぼける のですね。」 「以前は人が <u>近づくと突然大きくなり</u> 、それまでは足音しか聞こえなかつ た。今は、「 <u>小さい人</u> が来る」→「 <u>目の前で大きくなった</u> 」→「また、 <u>小さくなった</u> （遠ざかると）」ということがわかってきた。」 「車窓からマンションが四角で <u>小さな箱</u> のように見えた。 <u>両手で届く位の</u> <u>近い距離</u> にあるように見えた。 実際に降りて行ってみたら、かなり <u>遠く</u> 、近くに寄ると <u>全体はとても</u> <u>見きれない位、大きかった</u> 。」 「それ以来、 <u>遠くに小さなものが見えても</u> 、「あれは本当は <u>大きいんだ</u> 」 とわかるようになった。景色がわかるとおもしろくなってきた。」



という報告を、同じ実験を行なっている時に自発的に寄せている。

Sub.IIIの場合、テニスボールを30cmから90cmまで徐々に遠ざけていったときに、90cmの地点で「だんだん小さくなっていった。手前にあったときと全然大きさが違う」と驚いた。このとき実験者が初めて同一の事物でも距離によってその大きさが違って見えることを教示すると、「初めて気が付いた。普通の人（視覚健常者）でもそうなの？」と反問をしてきた('75.8.28)。更にこの実験のあと、Sub.IIIは「そう言えば、車の中からテレビ塔がとても細く見えた」と手術後の体験を思い出した。このような一連の報告はSub.IIIの場合、第1眼の手術後約6か月の時点で、寄せられたものであるが、その内容から推して、かなり大きいものであれば、遠方にあるものでも眼で捉えることが可能で、その大きさを距離と関係づけて捉えるようになったことを物語っている。

### 第3節 対象の大きさ-距離関係の知覚

#### 実験11-1：対象の大きさの知覚

##### [I] 目 的

開眼者にとって遠くにある対象は果たして小さく見えているのだろうか。眼前からの距離が拡大するにつれて対象の見えの大きさはどのような変化を示すのか、という問題の検討を通じて、開眼者の視空間（少なくとも前方向）の構造を知る手掛かりとする。

##### [II] 方 法

眼前から1乃至2mくらいの範囲内の種々の位置に一定の視対象（多くは直径10cmの白色円盤、あるいはテニスボール：直径6.2cm）を単独で茶褐色の机の上に提示し、開眼者にはその「大きさ」を判断し、その直径を手の指で示すかあるいは描画によって表現することを求める。対象の提示位置は原則としてランダムとする。判断された大きさを「見えの大きさ」（S）とみなし、それと提示距離（D）との関係について、Gilinsky(1951)が提出した「知覚された大きさと距離との間の関係式」を援用して解釈を試みる。

### [III] 被 験 者

開眼者TM, KT, NH, HH。

### [IV] 結 果

Gilinskyは知覚された大きさ  $S$  (perceived size) と距離  $D$  (distance) との関係を示す理論式として  $S/S_0 = (A + \sigma)/(A + D)$  が成り立つとした。ここで  $\sigma$  は normal view-ing distance、 $S_0$  は subjective true size と呼ばれる距離と大きさである。

いま、 $D = \sigma$  とおくと、 $S/S_0 = 1$  すなわち、 $S = S_0$  となる。従って、 $S_0$  とは距離  $\sigma$  の所で知覚される「大きさ」であると考えられる。Gilinskyは通常の条件下での  $\sigma$  は約 2 フィートであるとしているので、 $S_0$  は 2 フィート近辺にある対象の見えの大きさということになる。 $A$  はパラメータとみてよい。

よって、(i)  $A \rightarrow \infty$  のとき、 $S/S_0$  は  $D$  に対して常に 1 の値をとり、常に大きさの恒常性が成り立つことを意味する。

(ii)  $A = 0$  のとき、式は  $S/S_0 = \sigma/D$  となる。この関係を図示すると  $S/S_0$  は視角の法則に従う双曲線となることがわかる。

(iii)  $A$  が  $0 < A < \infty$  の間で変化するに応じて、種々の曲線が得られることになる。

図 1 は奥行の相対弁別実験で 10 cm を弁別しうる距離が各視方向において次第に伸びていった開眼者 KT の結果である。実験は 1974 年 11 月 23 日～1977 年 4 月 9 日までの約 2 年半の間に 6 回、テニスボールを視対象として行なわれた。

図 1 対象の知覚された大きさと提示距離 (Sub. KT)

第 1 回目の実験では 20、40、70、95、120 cm の距離にランダム順に対象を置き、そのときの大きさを判断してもらったところ、直径はそれぞれ 6.0、4.2、3.5、1.5 cm であった。それらの値を  $S$  として  $D = 20$  cm での見えの大きさを  $S_0$  とし、両者の比 ( $S/S_0$ ) を各  $D$  に対する縦軸の値としてプロットしてある。ここでは先の式にある  $\sigma$  の値は KT にとって対象の大きさが恒常に保たれる最大距離として  $\sigma = 20$  cm に設定し、パラメーター  $A$  としては 20 を代入した理論曲線が当てはめられている。対象の見えの大きさが  $D = 120$  cm まではこの曲線に添って変化しているとすると、 $D = 60$  cm あたりでの大きさは  $\sigma = 20$  cm での大きさの約



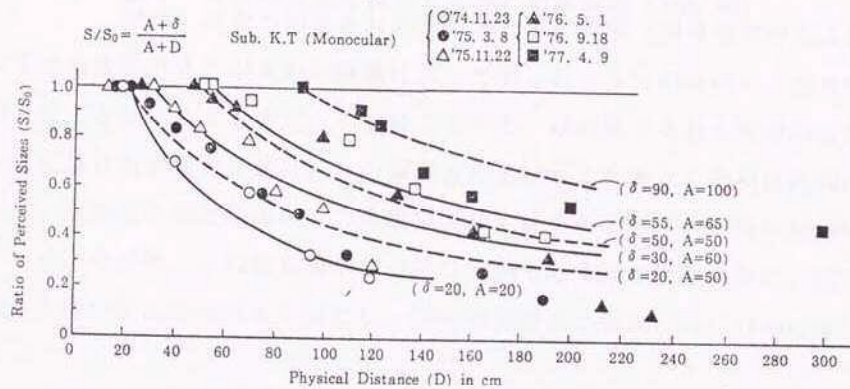


図 / 対象の知覚された大きさと提示距離 (Sub. KT)

(望月, 1989)

60% に縮小し、 $D=100\text{cm}$  では30%、1 mを越え 120cmになると25% 大にまで縮小していることが窺える。

同様の条件下で行なわれた実験結果に対しても $\sigma$ とAを当てはめて描いた理論曲線を見ると、初期の段階には $D=110 \sim 120\text{cm}$  を越えたあたりから、後の段階では140 ~160cm 以遠で測定値が曲線より下方に逸脱し、大きさが急激に小さくなることを示す傾向が一貫して認められる。そのような減少は図5に示した視覚健常な成人の結果には現れていない。KT以外の3名の開眼者においても同様の実験を行っており、その結果を示すのが、図2~4である。

- 図2 対象の知覚された大きさと提示距離 (Sub. TM)
- 図3 対象の知覚された大きさと提示距離 (Sub. HH)
- 図4 対象の知覚された大きさと提示距離 (Sub. NH)
- 図5 対象の知覚された大きさと提示距離 (視覚健常の成人)

KTを含む開眼者4名が実験の継続に伴って示した $\sigma$ とAの変化と、視覚健常な成人による結果をまとめたものが表2である。 $\sigma$ の値すなわち対象の大きさが恒常に保たれる最大距離は、どの開眼者においても大差なく当初は約20cmであるが、両眼視のHHと晴眼成人の単眼視条件ではそれより10cm 長い30cmになっている。その後、 $\sigma$ の値も僅かずつ伸びてTMでは3回の実験の後に、KTでは5回の実験の後に55cmにまで拡大し、HHも視覚健常な成人と同じ85cmに達している。

表2 対象の大きさ-距離関係の実験における $\sigma$ とAの変化

一方、パラメータAは距離に伴う対象の縮小の程度、すなわち $\sigma$ 以降の理論曲線の傾きを示すが、開眼者における当初の値は視覚健常な成人に比べて、極めて小さい値になっており、大きな隔たりがある。何回かの実験後もそのような傾向はTMを除く3名では持続しているため、開眼者では「距離の拡大に伴い対象が急激に小さく見える」という現象が共通に生じていると言える。

#### 第4節 肌理の密度勾配を持つパターンの知覚

開眼者においては手術後、立体形の視覚的識別が可能になったあとでも、重なりや透視図的な立体構造を表す2次元パターンから、奥行き次元を視覚的に抽出することは決して容易ではない(望月, 1977; 1979, Senden, 1932; 鳥居・望月, 1975<sup>1, 2)</sup>)。では、ギブソンによって提出された「肌理の密度勾配, gradient of



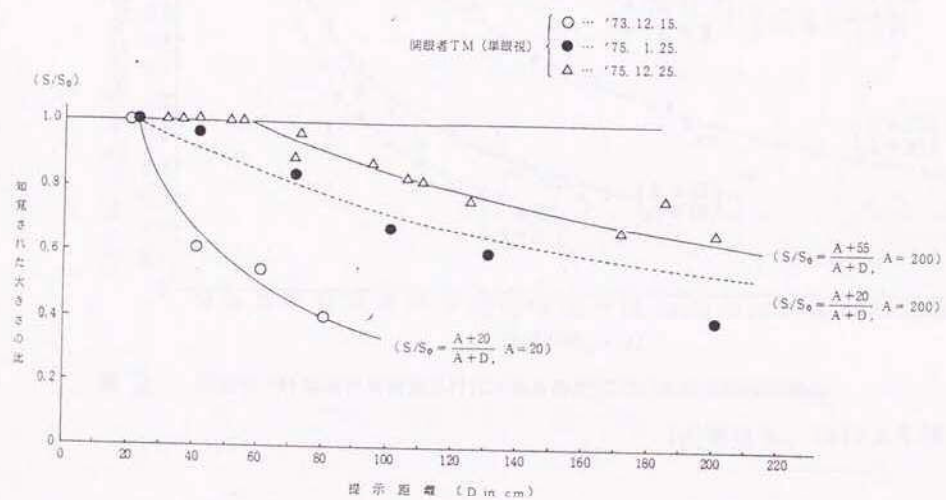


図2 対象の知覚された大きさと提示距離（Sub.TM）

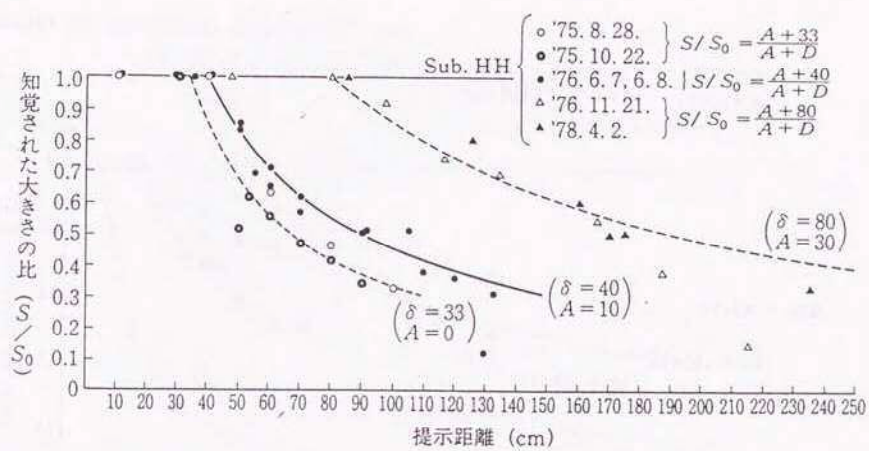


図 3 開眼者 HH における知覚された大きさの比( $S/S_0$ )と提示距離の関係

(安間ほか、1977より改変)



Ratio of perceived sizes ( $s/S_0$ ) and physical distance (D)

$$s/S_0 = \frac{A + \delta}{A + D}$$

Sub. NH {  $\circ$ : '74. 12. 5 {  $\blacktriangle$ : '75. 12. 12  
 $\bullet$ : '75. 4. 25 {  $\square$ : '75. 12. 12  
 $\triangle$ : '74. 3. 6, '74. 11. 21

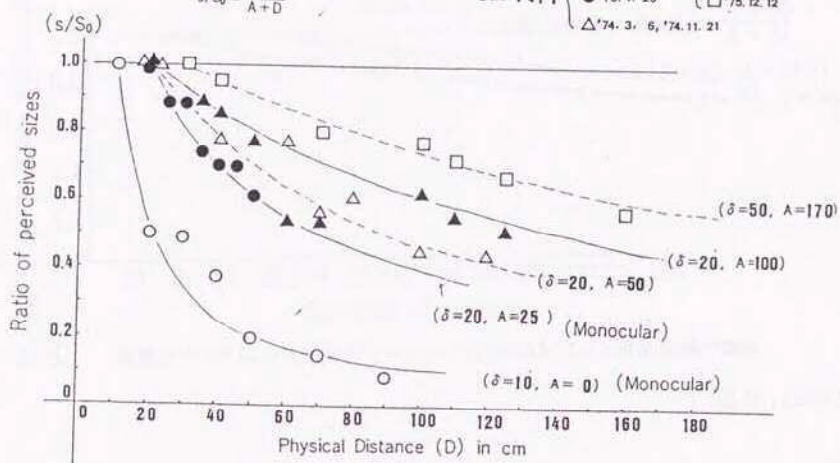


図4 対象の知覚された大きさと提示距離 (Sub. NH)

(望月, 1979 より改変)

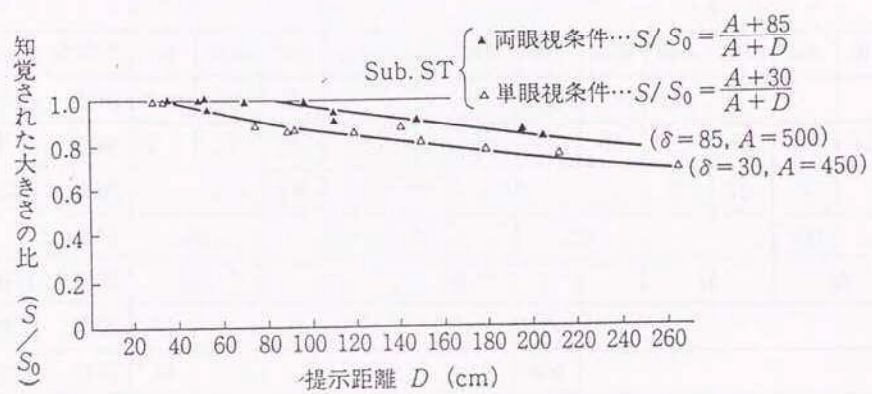


図 5 正常成人 ST における知覚された大きさの比( $S/S_0$ )と提示距離の関係

(望月, 1989)



表 2 「対象の知覚された大きさ—距離」実験における  $\delta$  と  $A$  の変化

		$\delta$						$A$					
Sub.	使用眼	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	1st	2nd	3rd	4tht	5th	6th
TM	左眼	20cm	20	55				20cm	200	200			
KT	左眼	20	20	30	50	55	90	20	50	60	50	65	100
NH	左眼			10	20					0	25		
	両眼	20				20		50				100	
HH	両眼	33		40		80		0		10		30	
晴眼	両眼	85						500					
成人	単眼	30						450					

texture], (Gibson, 1950)を含む2次元パターンは、どのような構造として知覚され、そこから「奥行き」次元は抽出されるのであろうか。このようなことを問題とすることで、前方奥行方向に延びる彼等の視空間構造を明らかにする。

### 実験11-2：肌理の密度勾配を持つ奥行きパターンの知覚

#### [I] 目 的

肌理の密度勾配の情報から「奥行き」の次元を抽出して、3次元の空間構造としてパターンを把握することができるかどうかを検討する。

#### [II] 方 法

前方に伸びている線路の写真(図6、7)を見てもらい何が描かれているかを報告してもらう。答を教示することは行わないが、一定の対象の大きさを種々の距離で観察し表現する実験なども平行して行う。

#### [III] 被 験 者

開眼者NH, HH。

#### [IV] 結 果

NHではこのようなパターンを見せた時期は手術後1年2か月頃で、遠近の相對弁別実験を開始して1年余りした時期であり、上記の「大きさ-距離関係」の実験を開始する14か月前(1973.10.25)のことである。提示した原図は18cmx23cmの透視図的な写真で、複数の「肌理の勾配」を含むパターンである。

(1)NH は最初これを眼に近づけ、隅々まで観察していたが「べつに何もありません。大部分が黒であとは白と赤がある」とだけ答え、何の写真であるか尋ねても、「何と答えれば良いのか..」と言う状態であった。

図6 前方への奥行きを表す線路の写真(No.1)

図7 前方への奥行きを表す線路の写真(No.2)

(2) その後、約1年2か月の間にさらに3度にわたって同じ写真を繰り返し



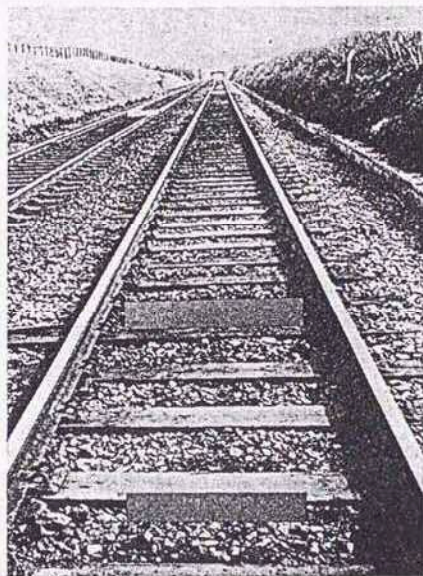


図 6 「線路」の写真 (gregory, 1968 より) No. 1

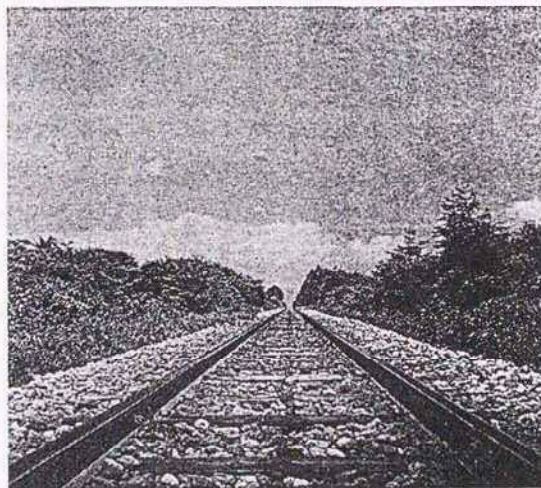


図 7 線路の写真 (カラー) No. 2

見てもらったが、そこから「奥行き次元」を抽出するには至らなかった。しかし3回目の実験(1974.8.13)では「白い線は上にいくと狭くなっている」と中央の部分をひとつの平面的なまとまりとして捉えるように変化した。

(3) さらにその約4か月後(1974.12.13)には「3角錐が立っている。上に行くとかくついて、下に行くとかく離れている」と、立体構造として捉えるまでになった。しかし、そこでの奥行きは「前方向」ではなく「斜め上方」へと延びる方向性であった。さらに何の写真であると思いますかとの問いに、今度は「実物を見たことがないからわからない」とNHは答えている(望月、1979)。

この課題を導入する以前、手術後1年6か月目(1974.2.28)に行った「大きさ-距離関係」に関する実験の際に、NHは前述の通り、テニスボールを自ら種々の距離に置いてみて「遠くなると同じボールがだんだん小さくなる」ことを見出していた。それにも拘わらず、線路の写真のような映像上の「肌理の密度勾配」から「奥行き次元」を抽出し、それに基づく空間構造を再現することは困難であることをこれらの報告は示している。

NHに線路をみた経験があるかと訊ねてみると、「4~5歳の頃、触ったことがある。耳をあてて音を聞いたり光っているのは見た。でも遠くの方まで見ることはしなかった」とのことであった。

(4) 模型の線路をつなげたものを床に置き、それを見て模写するという試みを2回介在させた('74.4.25, '75.8.15)。2回目ではNHは眼前115 cmまで伸びる線路に対して、横幅が狭くなることよりも、枕木間隔が次第に短くなることを自ら発見した。その2か月後('75.10.17)に図6を見せると(5回目の実験)「まっすぐのものが、ずーと遠くへ行っているみたい」と、初めて前方向への奥行き方向をそこに知覚することが成立した。しかし、「模型の線路はこんなに極端ではなかった」と比較している。

同様の知覚傾向は、日を隔てて提示した図6、7に対してSub. IIIが示した構造把握の内容をまとめた表3にも認めることができる。すなわち、最初はやはり「三角」、「三角錐」というように三角形のものとして捉えて、次は「山」として捉えている。Sub. IIIが先の細くなった形状から「前方に遠くなる」奥行きの次元を抽出するまでに至ったのは、5回目の実験('80.3.9)においてであり、自宅近くの線路を見るという6か月前に行った介在実験を思い出しての



ことであった。なお、No.2の写真については、まだ、「山」、「上の方に遠く  
なっている」とその構造を説明している。

表3 線路の写真に対する言語報告 (Sub.III)

Sub.KTにおいても実物の線路を見するという介在実験を経てその情景を思い出  
して、図6、7の奥行き視に成功している。なお、このような図形の他に、  
Necker cube やSchröderの階段図形のような透視図的図形の立体視が成立した  
後でさえ、この線路のような映像から「奥行き次元」に基づく空間構造を捉える  
ことは、少なくとも当初は困難であった(望月,1979)。

実験11-3: 肌理の密度勾配を持つパターンの描画

[I] 目 的

NHは線路の写真から奥行き次元を読み取ることが困難であったので、同じ  
ものが連続的に並んでいることを確認できるパターンをみせて、実物が前方に  
遠のくにつれて生じる見えの変化に対して知覚的関心を喚起する。

[II] 方 法

赤と白の正方形(一辺3cm)を台紙の上に交互に貼って作成した連続性のあ  
るパターン(市松模様:縦13個、横9個)を机の上に置き、それを手前から眺  
めて描画する。


[III] 被 験 者

開眼者NH

[IV] 結 果

第1眼の手術後1年2か月後に、初めてこのパターンを見た時('74.10.23)  
NHは、それを前額に平行に立て約30cm手前から眺めて「赤い正方形が並んで  
いる」とだけ報告した。それを45度後方に傾けると「上の方がぼける。上の方  
の四角が少し小さくなる」と言い、更に机の上に倒すと「赤と白が全体に混じ  
って、形がわからなくなる」と、その見え方の変化を観察した(望月1979)。

表2. 線路の写真に対する言語報告 (1977.3.27 ~ 1980.11.2)

実験実施日	線路(1)に対する言語報告	線路(2)に対する言語報告
1977.3.27.	「山デショ」 「上ハ見エナイノデ 左右ノ2本ノ線ハツナガッテ イナイ。斜メニナッテイルコトハ途中マデシカ ワカラナイ」 「下ノ線が長い」(赤ノ線)	(事物や風景の写真に就いてみせる) 「上ハ雲、ココ(線路の先端)ハ山ト山ノ 間ノ谷間」 (ブロックで線路を作り、見せて説明に描画するか 写真とは対応がつかない。)
1978.4.2.	「三角、三角錐... 2ツ、重ッテイルノ?」 「上ガトガッテイル」	「上ノハ雲デショ?」 「左右ニ山ガ拵ガッテイル高イ。線ガ斜メ ニナッテ  コノヨウニ上ッテイマスネ」 (ブロックで線路を作り、横と縦に並べて見え方を 比較させる)
1978.11.5	「三角ガ2ツ重ッテイル。真中ハ三角デショ」 「4ヨット見ルト 山ノカッコウヨウニ見エイル」 「赤ノ線ハ下ノオガ長い」	「山ノ写真デショ?」 「上ガ空デ、雲デスカ...」
1979.9.2.	「三角ノ線ガイッパイ入ッテイル。」 「下ガ赤デ、次ガ黒、上ニマタ赤」 「赤ノ線ハ同じ位、上ノオガ短イノカナ?」	「山デスカ、木モクヨット生エテイル」 「上ハ空デ、白イノハ雲デスカ?」
1980.3.9	「山デスカ? 線路!」 「赤イ線ガ2本ノ線路ノ間ニアル。上ノオハトンネル」 「最初ハ山ニ見エタデ、遠ク見タ所ガ赤。」 「最初ハ線路トハ全ク見エナカッタ。青島デ初カノ 線路ヲ見タコト オホエテイル」	「コレハ完全ニ山」 「空ガ青クテ雲ガアル」 「下ハ完全ニ山デスカ」
1980.11.2	「線路、向コウハ山デ間ガトンネル」 「線路ガ段々遠クナッテイルンデショ」	「山デショ 三角ノハ」 「上ノオハ山ガ遠クナッテイルンデショ?」



そこで3通りの角度で提示してどの角度であるのかを識別させたが、6試行すべてに正答であった。よって、以後は机の上に置いた状態で写生を求め、前方奥行き方向で連続的に変化する「肌理の密度勾配」がどのように、どこまで捉えられているのかを描かれた絵と言語報告を通じて確認することにした。

(1) ('74.10.31.) 「2段目ぐらいまでは見えるが、その先はぐしゃぐしゃで形がはっきりしない。」

(2) ('74.12.12.) 「下の方は大きい長方形で先に行くとだんだん小さくなる」

(1) ('75. 2. 9.) 「赤い正方形ですね。形がはっきりするのは4段位まで。

その先は形がはっきりしなく、間隔も狭くなる。最後の方は赤と白が一緒になる」と言い10段までを表現した。

(1) ('75. 5.30.) 45cm離れても先端が見えると言いながら「1段から6段までが正方形。7段から10段までが正方形が丸みを帯びてくる。11段よりさきは赤と白の点がある。注意しないと赤と白が混ざっているように見える」と表現している。

以上のような描画と言語報告から、机の上前方に横たえた市松模様のパターンに対して、正方形の連続が奥行き距離の増大に応じて、一種の肌理の密度勾配をもつものとして構造化されていることと、そのような構造化された距離範囲が、次第に手前から前方へと拡大する過程とを確認することができた。更にNHが描画した図8を見ると、要素図形（正方形）は奥行き距離のわずかな増大で、その大きさと形態が急速に変化している。かつ正方形の形態と大きさが維持されている範囲（恒常性の保たれている範囲）は、極めて狭いことが伺える。しかし、そのように構造化された視空間が少しずつではあるが確実に拡大していることも、また事実なのである。

図8 テーブルの上に置いた「市松模様パターン」の描画 (Sub. NH)

## 第5節 要約と考察

同一の対象の提示距離（前方）を変えて机の上に置き、その大きさを知覚・表現するという実験をしてGilinsky(1951)の式にあてはめるところ、視覚健常者に比べて開眼者では、距離の拡大に伴って対象の縮小の程度が大きく（その値が大きい程、高い恒常性の成立を意味するパラメータ（A）が開眼者では小

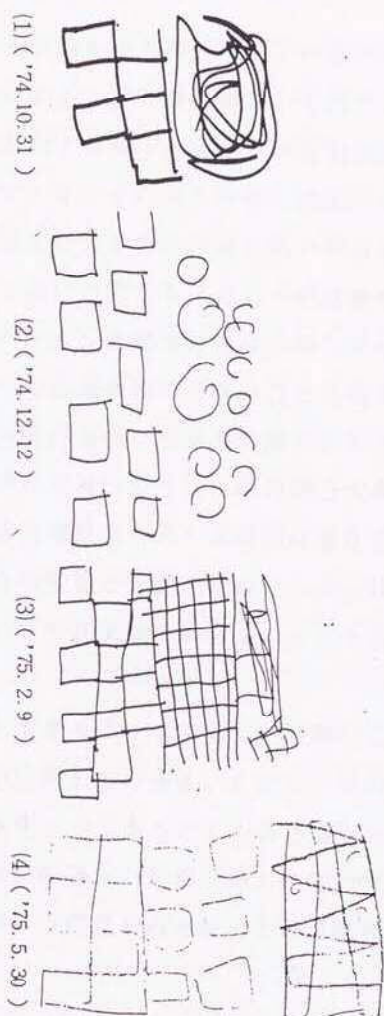


図 8 テーブルの上に置いた「市松模様のパターン」の描画 (Sub. NH)



さい)、実験を継続しても値に大きな変化は認められない。また、対象の大きさが一定に保たれる最大距離( $\sigma$ )は当初20cmで、視覚健常者の85cmより短かったが次第に拡大し、数回の実験後には55cm乃至90cmにまで拡大している。

前節で開眼者は奥行きのある視空間を持ち合わせてはいるが、それは視方向によって奥行弁別の精度に差異のある、非等質性の高い空間であることが示され、視覚健常者とは異なり、前方向よりも下方向の方が弁別精度はすぐれていることが示された。本章の実験で、更にそのような前方に広がる視空間では、奥行距離の拡大に伴って対象の見えの大きさが急速に縮小するということが確認され、大きさの恒常度の極めて低い空間でもあることが認められた。

更に、きめの密度勾配をもつパターンの知覚を通じて明らかなように、秩序のある空間として構造化されている範囲が極めて狭いことも窺える。従ってそのようなパターンを見ても、前方奥行方向に広がる空間の表象としては捉えることは当初は難しい。例えば線路の写真のように、前方向で大きさが収斂するパターンに対しても、そこから前方奥行き方向へ連続的に連なる情景を抽出することも極めて難しい。そのような知覚が自発的に成立したのは、実際の線路もしくはその模型を観察するという介在実験を経た後のことであり、5回目の実験においてであった。

これらの視空間は『狭い空間』であるばかりでなく、距離に応じて対象の見え方が変わり易い『恒常度の低い空間』でもある。しかし、そのような知覚特性も実験を経ることによって、変化しつつあることもまた事実である。

次の節では、このような空間内に配置された視対象の知覚特性—色と形—は対象までの距離変化に応じてどのように変わるのか、という問題を取り上げて検討する。

## 第12章 視空間の拡大と構造化—色属性を通じて

### 第1節 問題

開眼者の場合、色彩に対する反応は自然発生的に成立して色の知覚には学習を要さない、との印象を与える報告 (Wardrop, 1826, Senden, 1932) も少なくないため、Hebb (1949) は先天盲で術後色の名称を学習するのが困難であった例は見あたらないが、図形の識別が不可能でその学習に多くの期間を費やしている例は決して少なくないと書いている。しかし、Senden (1932) 以降、実際に実験を行った事例 (例えば、Ackroyd, et. al., 1974) では、色彩の弁別と識別にも開眼手術後長期に亘る学習過程を介在させなければならない場合があることを示している。

1974年10月にわれわれが出会った開眼者Sub. Y Sは、10年前に行った手術直後より視覚機能が低下しつつある状況にあったために、直後は「色が良く見えるようになった」との体験を得ていたが、10年たった今「最近は(近い所にある)色でも分かりにくくなった」との印象を深くしていた。そのように色覚が減弱してきたSub. Y Sにおいても、色の識別機能を回復・維持するためには、視覚状況の変化に応じた色彩の再学習が必要であった(鳥居・望月, 1976; 望月, 1981)。更に、手にすることが可能な近距離にある対象についての色彩識別はすでに可能であったSub. K T及びSub. H Hにおいても、対象までの距離が拡大するとその識別は必ずしも容易ではなく、遠距離提示事態での識別実験を改めて導入する必要があった(鳥居・望月, 1980, 望月, 1989)。

このような事実に基づき、「視覚によって構造化された遠空間」は開眼後どのように形成・拡大されるのかという問題を、本章では色の知覚を通じて検討する。第1節では、ごく近い空間における色情報の学習過程を明確にし、更にその識別精度が対象の大きさによってどのように変わるかをSub. Y Sの実験結果によって確認し、第2節以下では視対象を遠距離に提示した場合、距離の拡大に伴ってその対象の色彩特性はどのように知覚上変化するのか、という課題をSub. Y SとSub. K T、Sub. H Hの結果によって検討する(望月, 1978, 1981, 1989)。



## 第2節 色彩識別の学習過程

### 実験12-1: 近距離における色領域の色彩識別—その学習過程

#### [I] 目的

ここでは、われわれが出会った開眼者のうちで、視空間が狭いSub. Y S (第4章でも形態視に関して紹介した) に行った色彩の識別実験を通じて、視機能が低下している場合の色彩識別に関する学習過程を明らかにする。

#### [II] 被験者とその視覚状況

開眼者: Y S

Sub. Y Sは3歳半で角膜軟化症で両眼の視力が低下し、残存視覚は「光覚」と診断されていたというが、色彩視はある程度可能であったらしい。その後22歳のときに左眼の光彩切除、24歳のときに右眼の角膜移植を受けている。手術直後はいつれのときにも「色がよく見えるようになった」し、視力検査で「眼前手動弁」と診断されるようになったが、「依然として形はわからなかった」という。

Sub. Y Sとの実験が開始されたのは最初の手術から10年後であった。そのときは主に左眼を使用しており、左眼の視覚状況は本人の言語報告によると表1が示すように、視覚によって分かるのは、特定の色の情報に限られていることが確認できた。しかし、その後に左眼の視覚状況も角膜葡萄腫のために悪化

表1 実験開始当時の視覚状況

1. 手術を受けた当時よりも現在の方が、「色」などがあまり見えなくなってきた。
2. 特に右眼は色が分からない。赤と緑の区別ぐらいしかできない。
3. 左眼では1種類の色なら分かるが、色がいくつも混ざると見分けられない。
4. 外を歩いているときには、真赤や鮮やかなグリーンなどは分かる。
5. 車、バス、すれ違った人の洋服などの大きなものの色は見分け易い。交通信号も夜ならば分かる。

し、視力ゼロとなる。よって、右眼に対して角膜移植の手術を受けて、以後は

右眼を主に使用するように切り替えた。実験開始当初およびそれ以後に生じた視覚状況の変化は表2に示す通りである。

表2 実験開始時、以後の視覚状況の変化

		実験開始時 (1974.10.10)	その後の変化
視 覚 状 況	左眼	光覚 色覚減退	角膜葡萄腫・視力ゼロ (1976.5)
	右眼	光覚 色覚減退	角膜移植・水晶体摘出 (1976.11.29)
優位使用眼		主に左眼使用	右眼使用

### [III] 方 法

Sub. Y Sが来訪し、初めての実験を開始した日('74.10.10)に白台紙(25cmx25cm)上に貼りつけた円形色紙の小領域(直径5cm)について、赤と緑の弁別を求めたところ、まず、視覚だけでは色領域を地領域から分離することが困難であった。そこで、触覚の援助を認めると、触ることで色領域を確定することが可能になったが、色に関しては赤に対して「明るい感じ。...赤っぽい」、緑に対しては「青っぽい」としか報告することができなかった。

そこで、色彩領域を大きくして台紙上の色領域ではなく、色紙(B5版)を直接手に取って色の識別を求める方法に切り替えることにした。この方法では色領域の確定がはるかに容易になり、識別課題での実験を進めることが可能であることが予備試行によって推定されたので、以後は9種の色紙(赤、緑、黄、青、黄緑、橙、紫、黒、白、いずれもB5版:468cm<sup>2</sup>)の中から4~6種を取り出し1枚ずつ提示して色名を求める識別実験を反復することから始めた。正答率が80%以上の水準に達した段階で、色紙の大きさは順次縮小した。

用いた色紙はいずれも脚注に示す標準色紙\*であるが、各色相の典型色となるものとし、明度はそろえ、彩度についても色相の典型性を損なわない範囲で近似するものを選んだ(以下同様)。

\* 用いた色紙のマンセル記号は次の通りである。

赤(5R 4/14), 桃色(2.5RP 7/8), 橙(5YR 7/14), 黄(5Y 8/12), 黄緑(5GY 8/8), 緑(5G 5/8), 青(5B 5/8), 水色(5B 7/6), 紫(5P 4/10), 藤色(10PB 7/6), 茶(10R 4/5), 黒(N-1.5), 灰色(N-5.5)。



#### [IV] 結 果

(1) 1974 年10月10日から同年11月13日までの約1か月の間に日を隔てて6回行った左眼による識別実験の正答率をプロットすると、図1(1)の黒丸のようになる。識別精度は40%の水準から次第に上昇し、5回目で80%の水準に、6回目には100%に達している。図の中に白丸で示したのは、左眼の状況悪化のために後日角膜移植と水晶体の摘出手術を受けた右眼でも改めて再学習を行った識別実験の結果である。5~6回の実験で80%以上の正答率に達するまでに辿った経過は、左右眼共にほぼ同じである(望月, 1978)。

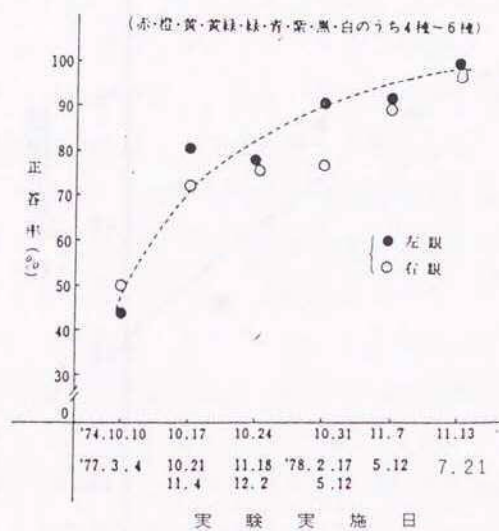
図1(1) 色彩の識別率の成立過程—左眼・右眼(Sub. Y S)

このような再学習の結果は、実験の進行に応じて現れた0%から100%にわたる正答率の割合であると仮定して、正答率に基づきS字型曲線を求め、そこから得られた回帰直線の当てはめを行った。すると左眼は $Y = 0.27X - 0.15$ 、右眼は $y = 0.31x + 0.01$ という回帰直線が得られ、それと実測値との相関はそれぞれ $r = 0.94$ 、 $r = 0.96$ という高い値を示した。すなわち、Sub. YSに行われた色の再学習は左右眼共に、S字型曲線状の過程を辿って成立したといえることができる。

なお、左右眼の正答率が近似しているという上記の結果から、図1(2)には両眼の平均正答率とそれに基づいて得られたS字型曲線( $Y = 0.31X - 0.19$ )をあてはめてある。実測値と回帰直線との相関は $r = 0.94$ であった。手術後、今回の再学習実験を始める以前にも色の学習はある水準まで進行していたと考えられるので、x軸の-1、-2に対応するy値は本実験を開始する以前の識別正答率の予想値となる。

図1(2) 色彩の識別率の推移とS字型曲線(Sub. YS)—両眼の平均値

(2) この大きさの色対象であれば識別可能となったことが確認された段階で色紙の大きさを1/2にしたもの(13cm×18cm:234cm<sup>2</sup>)と1/4にしたもの(13cm×9cm:117cm<sup>2</sup>)及び円形に切り抜いた色紙(直径7.2cm:41cm<sup>2</sup>)を提示対象とした識別実験を順次導入した。それぞれ時期をずらせて約2か月半に亘って8回、7回、4回ずつ実験は継続されたが、面積が1/4になると識別は急に難しくなり、識別正答率には100%に達しなかった。図2の白丸は、色紙の大きさを1/4にしたときの識別結果で、7回目の実験を経ても正答率は40%の水準から僅か



図X1) 色彩の識別 (Sub. YS)

(望月, 1978 より一部改変)



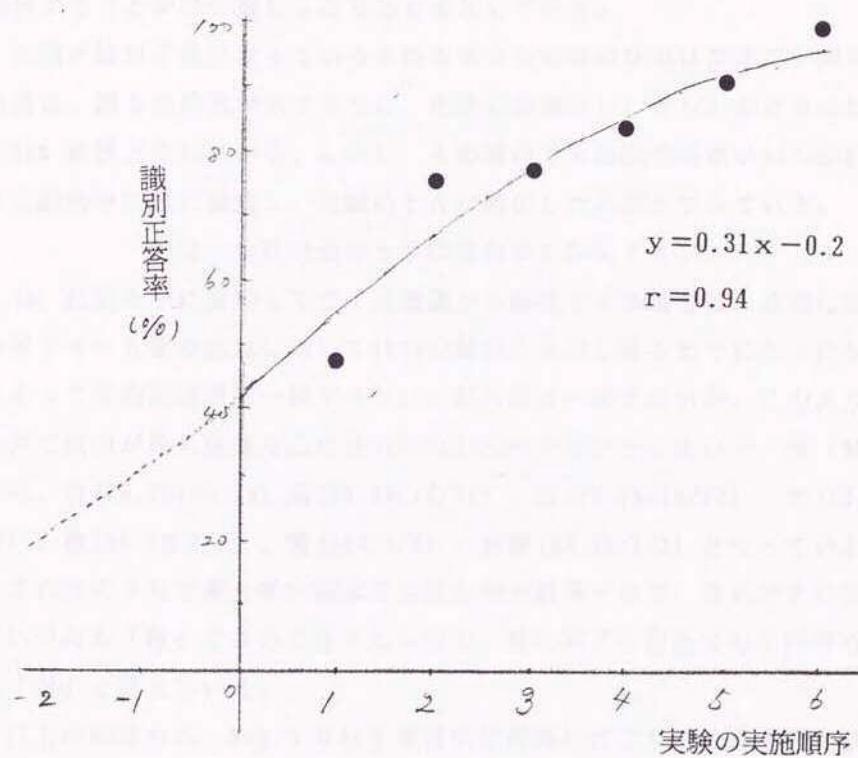


図 1 (2) 色彩の識別率の推移と S 字型曲線 (左右眼の平均)

に上昇はしたものの、66.6%にとどまった様子を示している。

## 図2 色紙の面積と識別率の時間的变化—1/1 と1/4 の比較 (Sub. Y S)

(3) 色紙の面積に対する全試行の平均識別率は、B<sub>s</sub>版の1/1、1/2、1/4の色紙及び円形色紙(面積比は1:0.5:0.25:0.08)では、それぞれ80.6%、82.9%、63.0%、64.7%であった。面積を横軸にとり左右眼の平均識別率をプロットすると、図3の黒丸と白丸のようになる。眼からの距離は20~30cmでほぼ一定であったが、識別の困難性は色紙の網膜サイズに完全に比例しているわけではなく1/4以下(117cm<sup>2</sup>以下)になると、対象を手にとっても眼前にある色を識別することが急に難しくなることを示している。

左眼が使用不能になってから手術を受けた右眼の状況は良好で、識別学習の結果は、図3の白丸が示すように、色紙の面積が1/1と1/2のときには左眼より20%前後上昇している。しかし、その場合でも色紙の面積が117cm<sup>2</sup>以下になると識別率は急に減衰し、左眼のときと酷似した水準となっている。

## 図3 色紙の面積と平均識別率 (Sub. Y S)

(4) 色紙を手保持してごく近距離から観察する事態では、6回に亘る学習を経て4~6種の色紙に対して100%の識別率を示し得るまでになったが、色相によって平均識別率は一様ではない。試行数は一定でないが、このような観察条件で識別が最も容易な色は赤(100%:23/23)であった。次いで、黄(86.4%:19/22)、白(85.7%:12/14)、黒(83.3%:10/12)、緑(72.7%:16/22)、青(72.2%:16/22)、橙(66.7%:2/3)、紫(50%:3/6)、黄緑(33.3%:1/3)となっている。

これらのうちで最も多い誤識別は青と緑の混同であり、青に対する誤答6回はいずれも「緑」であると答えたもので、緑に対する誤答でも6回のうち4回は「青」と答えている。

以上の結果から、Sub. Y Sは手術後の状況悪化により色の識別機能が低下しつつあったが、およそ6回ほどの識別実験を開始・継続することにより、色の再学習を達成した。しかし、空間内に1種提示された色情報を検出し識別できるのは、色紙が前方正面20~30cmの距離に提示され、234cm<sup>2</sup>(13 x 18cm: B<sub>s</sub>版色紙の1/2)以上の面積をもつときであることが確認された。



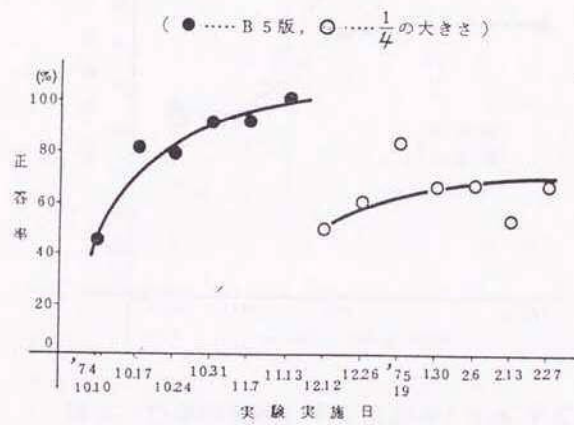


図 2 色紙の面積と識別率の時間的变化— $\frac{1}{1}$  と  $\frac{1}{4}$  の比較 (Sub. Y S)

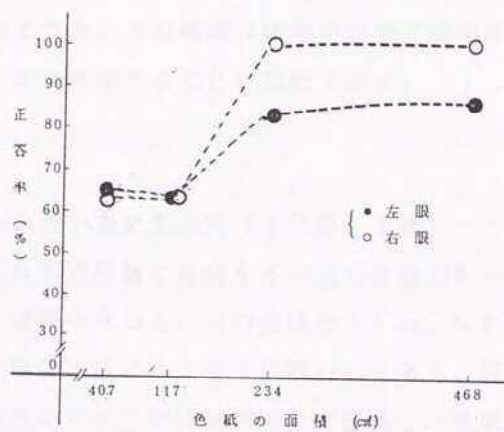


図3 色紙の面積と平均識別率 (Sub. Y S)



### 第3節 距離の拡大と色領域の識別精度

#### 実験12-2 近距離における小領域の色彩識別精度

##### [I] 目 的

色紙(B5 大)を直接提示する場合には3~4 m程の遠距離からでも色領域の色彩識別を行なうことが可能であることが確認されたSub. K Tについては、対象を台紙上に貼った小領域による識別課題を導入した。色領域を直接手に保持することはできず空間的に隔たった事態においても色領域を定位し、識別することが可能になるかどうか、その機能は領域の面積と提示距離によって難易度を異にするのかどうかを吟味することが目的である。

##### [II] 方 法

白台紙(25 × 25 cm)の中央に色彩円(4乃至11種)一つを貼付したものをSub. K Tにとって比較的近距离に相当する一定の距離(20 ~ 130 cm)からランダム順に提示して、識別を求める。円の直径は7.4 cm, 5.6 cm, 2.2 cmの3種であるが、1系列の実験で用いる大きさは統一してある。識別の際、台紙は机の面に対してほぼ垂直に立てて実験者が両手で保持し、色彩円がSub. K Tの前額平行面とおよそ平行になるような条件(直立提示条件)とした。

用いた色紙は実験1に同じ。なお、本実験は遠距離での色彩実験を初めて行なった1975年10月25日から約5年半を経た時期(1981年4月4日)に導入されて、同年6月22日まで継続された。

##### [III] 被 験 者

開眼者: Sub. K T。

##### [IV] 結 果

(1) 各提示距離における識別率を色領域の面積と色の種類の数に応じてプロットすると図4のようになる。図の中の記号のうち、 $\phi$ 印は色彩円の直径(cm)、 $k$ は提示した色の種類の数、 $S$ はその面積を表している。対象までの距離に

注目すると直径7.4 cmの色彩円(4~6種)に対する識別率( $\Delta$ 印)は、提示距離が125 cmまでの範囲では100 %を示しているが、130 cmになっても80%に低下している。

(2) 次に対象の大きさについては、色の種類を4種類に限定しておいても、面積が約半分( $24.62 \text{ cm}^2$ )にまで縮小すると●印のように100 %の識別率を示す提示距離は125cm から約半分の60cmにまで短縮している。つまり、色の種類が4~6種の場合、提示距離が60 cm以内の近距離では識別率が色面積によって大きく変化することは少ないが、それより遠距離になると面積の影響が大きくなっていることが認められる。従って、色識別の安定という点では前方60cmまでがひとつのcriticalな距離となっている。

図4. 白台紙上の小色領域の識別正答率と一提示距離 (Sub. K T)

(3) さらに提示される色の種類に関しては、色の種類を11~13種にまで増やした場合の識別率は図4の○印のように、面積は同じく $24.6 \text{ cm}^2$ で提示距離も60 cmという近距離であるが、60%にしか達していない。よって、色の種類の増加は、例え近距離に提示される場合でも、識別の難易に与える影響は大きいと見てよい。

試みに大学の屋上(後述)で、晴眼成人2名(Sub. A, Sub. N, 視力は共に1.0)が白台紙上に貼った同じ13種の色彩円(直径2.2 cm)の識別実験をSub. K Tと同様の単眼視条件で行い、各距離での識別率(%)を図4に⊗印で併記してみた。この場合の観察距離(4~23m)は図4の上側の横軸(m単位)でとってある。5 mでの識別率は100%を示すが、7 mを越すと80%台にまで低下し(7 m: 88.5, 9 m: 80.8%) 10m以遠では50% 台の識別率に留まっている。Sub. K Tが直径5.6 cmの色彩円(面積: $24.62 \text{ cm}^2$ )に対して40~60 cmの距離で示した識別率(○印)と晴眼者の識別率(⊗)は近似した水準を示しているが、用いた色彩円の面積は約 $24.6 \text{ cm}^2: 3.8 \text{ cm}^2$ なので対象の大きさについては6.5:1の関係、観察距離は40 cm: 8 mであるから1:20という比率になる。ここから仮に両者における色識別の精度比を $(1/6.5) \times (1/20) : 1 \times 1$ で求めると、Sub. K Tと晴眼者の色彩識別精度は0.008:1(約0.01:1)という関係にあると表現することも可能となる。この約0.01対1という比例関係は、Sub. K Tと晴眼者の視力比(0.01:1.0)にほぼ対応している。



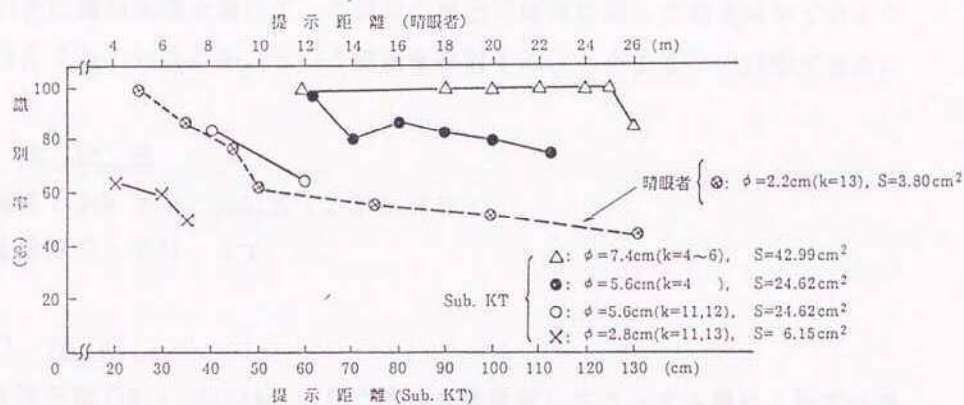


図 4. 白台紙上の小色領域の識別正答率と一提示距離 (Sub. K T)

(k: Number of hues used;  $\phi$ : diameter of chromatic paper; S: area of chromatic paper)

#### 第4節 遠距離での色の識別と色の安定性

##### 実験12-3: 遠距離での色彩識別と色の見えの変化

###### [I] 目 的

台紙上に貼られた色の小領域を近距離で識別するという状態での識別精度は実験12-2で確認されたので、実験3では色紙を更に遠くに開眼者から隔てた前額に平行な遠距離に提示する事態を導入する。そのような遠隔事態で識別可能な最大距離は色彩によって異なるのかどうか。またそのような最大距離は実験の継続に伴い拡大するのかどうかにも明らかにする。このような遠隔提示事態での色彩識別実験を通じて、色情報の検出可能性に関して視空間がどのように構造化されているのか、という問題を検討することがここでの目的である。

###### [II] 被 験 者

開眼者: Sub. Y S、Sub. K T、Sub. H H

視覚健常者: T M、S T、N。

###### [III] 方 法

(1) 標準色紙 (18 x 25.5cm) を5乃至9種類用意してランダム順に1枚ずつ提示し、その色を確実に識別しうる最大距離を測定する。まず、明らかに識別困難な遠方 (予備の実験により推定されている) に提示し、識別可能になる地点まで色紙を徐々に近づける。色紙は被験者の視線に対して垂直となるような位置で背景が一樣な色になる場所を選び、目の高さに実験者が保持する (室内、屋上実験の場合) か、もしくは衝立に貼付する (廊下での実験の場合)。

(2) 実験場所: Sub. K Tの場合は、3階建ての建物の屋上と大学の校舎内の1階の廊下の2箇所である。屋上は13m x 23mの広さで、周囲は床面 (灰緑色) から上方90 cmの高さまでは灰色のコンクリート製の腰壁で囲まれており、その腰壁の上には高さ65 cmのフェンス (灰緑色) が乗っている。この建物が斜面に建っているためフェンス越しに見える主な視対象は、後方の樹木のみである。校舎の廊下で行った場合には、右側の南側窓から十分な採光が得られる条



件にあり、用いた衝立てはベージュ色の木製で、大きさは幅が100cm、高さが175cmである。

Sub. Y SとSub. H Hの実験は被験者の自宅室内で行なわれたため、照明条件はSub. K Tのように良好ではない。色紙は襖（ベージュ色）などの均一な色調のものが背景になるように心がけた。Sub. H Hに行った1979年9月1日の実験の際は曇天であり、「部屋が暗いので分かりにくい。明るければ、もっとわかると思う」と本人が報告している。

#### [IV] 結 果

##### 1. 開眼者の場合

###### (1) Sub. Y S:

色の再学習を必要とし、色彩視に関して最も低い段階にいたSub. Y Sでは、右眼手術直前に行われた左眼による実験('76.11.5)での黄、赤、青、緑における最大距離は、30cm、20cm、18cm、18cm でいずれも30cm以内（手の届く範囲）であった。しかし、約1年後の右眼による実験('77.11.4)では、「黄」と「赤」しか測定していないものの、それぞれ1mを越えて114cmと108cmにまで伸びている。更に約7か月後('78.6.16)には緑は135cmに留まっているが、「黄」と「赤」が180cmで2mに近づいた。このような経過（いずれも単眼視）を示す図5によって、Sub. Y Sにおいては色情報が空間の構造化にとって有効な手がかりとなる範囲が、約1年7か月の間に当初の6倍（黄）から9倍（赤）にまで拡大しており、中でも「黄色」はその傾向が顕著で、それに次いで「赤」も「緑」に比べて遠方からでも活用し得る色情報となり得ることが窺える。

距離の拡大に伴う色印象の変化については、初回の実験の際、黄色に対して30cmの距離では「黄色がはっきりしている」のに対して40cmでは「黄色が薄くなる」と変り、45cmでは「黄色かな？」という印象に変化している。赤、緑についても、明確に分かる距離から更に25～27cm遠方に提示されると「色が薄くなる」との報告を共通に寄せており、緑については「あることがはっきりしなくなる」と、その変化を報告している（表3）。

図5 色彩を認めうる最大距離（Sub. Y S）

表3 遠距離での色彩印象の変化（Sub. Y S）

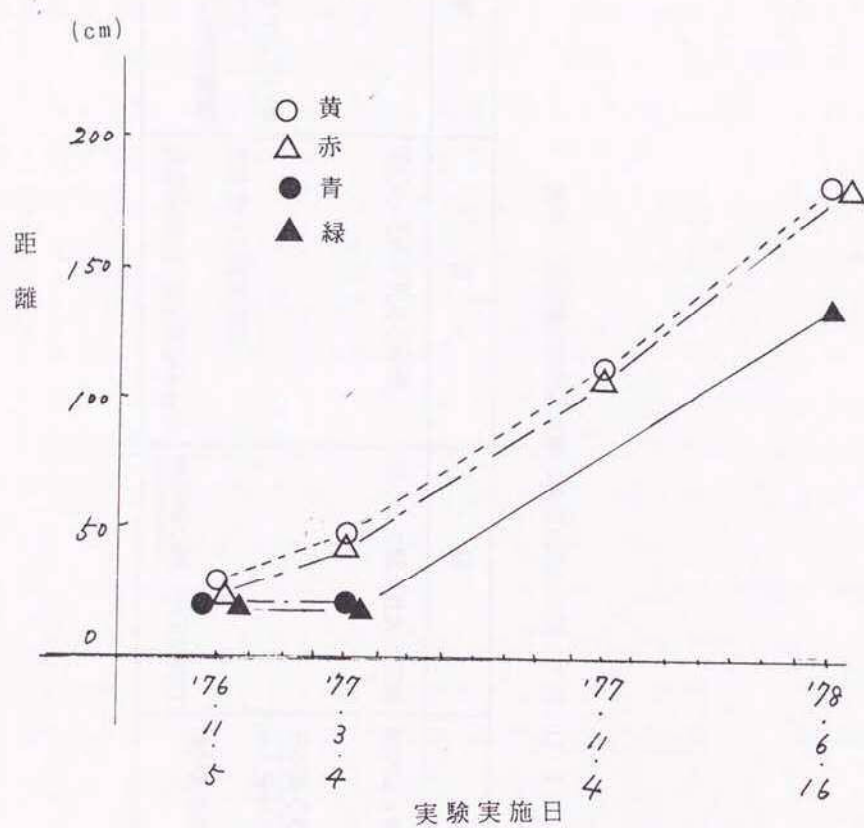


図5 色を認め得る最大距離 (Sub.YS)



表 3 遠距離での色彩印象の変化 (Sub. Y S ; ' 76. 11. 5 )

前方距離	黄	青	緑	赤
18 cm	黄ははっきりしている 黄が <u>薄くなる</u> 黄が <u>わかる</u> 判別の距離	安心して青が見える距離	安心して緑が見える距離	赤がはっきりして安心
20		青かなーと言う感じ		<u>赤が薄くなった</u>
30		比較がないと青と分らない	色が <u>薄く</u> 如、所在不鮮明	赤と分らないこともない
40				色があるのかなという感じ
50				

(2) Sub.KT:

最初の実験の際すでに近距離での色彩識別は可能な段階にあった Sub. K T (単眼視) の場合には、第1回目の遠隔実験は視覚実験を開始してから1年余りを経た時期('75.10.25)に、まず屋上で行われた。前方3mの所から識別できる地点まで徐々に色紙を近づけたところ、この段階ですでに「赤」と「黄」については2m以遠からでも色名を言うことができた。次いで「黄緑」、「水色」、「青」、「橙」、「緑」などは150cm前後からでも識別は可能であるが、「黒」と「灰」は1m以内まで近づけないと識別できなく、色によって識別が可能な最大距離に2倍ほどの隔たりのあることが認められる。1年半後('77.4.9)に、同じ場所で同様の条件下で行われた実験では、識別可能な最長距離は、「緑」を除くどの色においても、1m前後伸びている。なお、このときフェンス越し遠方には多数の樹木が見えていた。

約3年を経た段階('80.1.6)では、色紙を廊下に立てた衝立上に1枚ずつランダムな順序に提示するという屋内実験を行ったが、最大識別距離は「橙」を除く各色でさらに1m程拡大している。とりわけ「黄」、「青」、「緑」に関しては4m辺りまで遠ざけても識別が成立し、「赤」や「黒」などではそれよりもやや近いが、3mを越しても識別は可能である。識別可能な最大距離を3回の実験実施日に対して図示した図6(1)をみると、色彩情報を獲得し得る空間の奥行きは最も遠方から識別可能な「黄」でも当初は2.5mに満たなかったのが、4年3か月の間におよそ4m乃至4.5m近傍にまで(約2倍)拡大したことが認められ、色による差異が減少している。そのように拡大した空間の中で、一貫して遠方からでも識別できる色視標は「黄色」あるいは「黄」であり、拡大率は黄色が当初の2倍に、「青」は3倍に達している。それに対して「赤」あるいは「緑」、特に「赤」の伸び率は低く、1.7倍にとどまっている。

図6(1) 色彩を認めうる最大距離 (Sub. K T)

表4 遠距離での色の見え方の変化 (Sub. K T)

このような「赤」の距離変化に伴う見え方('77.4.9, '80.1.6)については、表4のように報告されており、最初は識別可能な地点(280cm)より僅か20cm遠方でも、「赤」から「紫」あるいは「ピンク」というように近似してはいるが異なった色名に変化している。2年9か月後に行った2回目の実験では色印象



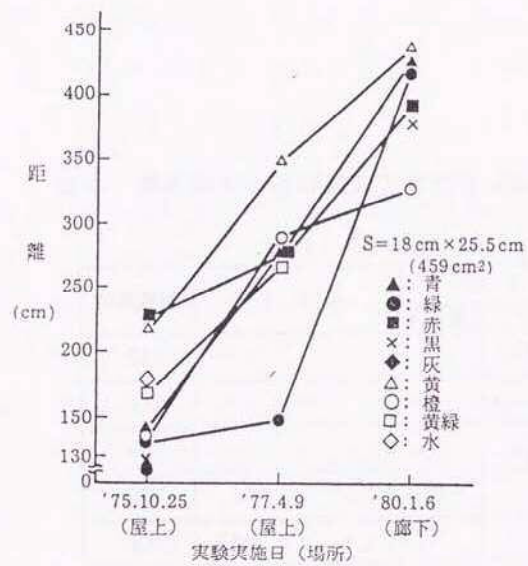


図 6(1) 色彩を認めうる最大距離 (Sub. K T)

表4 遠距離での色の見え方の変化 (Sub. K T)

(Red: 5R 4/14)

提示距離	'77. 4. 9	'80. 1. 6	
		1回目	2回目
530cm			「黄色」
440			↓ 「分らない」
↓ 400			↓ 「赤だ」
385		「赤」	
300	「紫」, 「ピンク」		
280	↓ 「赤だ」		



がほぼ恒常に保たれる距離が前方400cmにまで、初回の実験時よりも約100cmほど遠方にまで拡大したことが窺える。が、そこから130cm遠ざかった地点では、「黄色？」と報告されており、色彩の色相に関する印象が大きく変化して知覚されていることが窺える。

更に、遠距離の色識別において問題となるのは、背景からの分離と定位が困難になる場合があるという点である。背後の衝立てと類似した色である「橙」の識別に際しては「色紙を動かしてほしい」と訴えたこと、樹木が背後に見えると「緑」の識別が難しくなったという事実はそのことを物語っている。遠隔提示された色紙を観察する際、眼が探索的に小刻みに動くことも、定位を一層難しくしており、Sub. K Tは「位置を合わせるに苦心する。眼を合わせることができるようになったら、遠くのものを見るのが楽になった」との報告を寄せている。

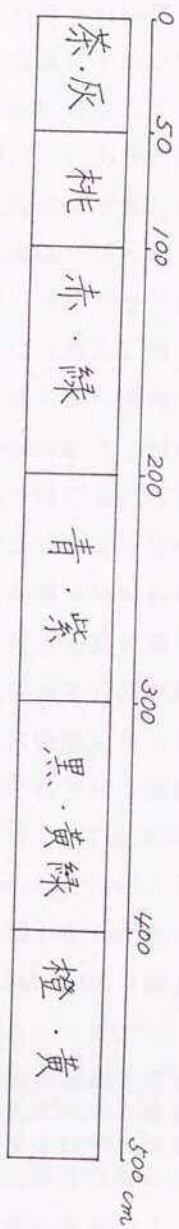
以上のように種々の距離で行った色彩識別実験に基づき、誤答率が50%に達する最も近い距離範囲を色別に求めると図6(2)のようになる。つまり、茶色と灰色は前方向50cmまでのところで識別率は50%を越えられなくなり、そこから50cm先すなわち100cmまで遠くなると桃色の識別が困難になり、赤と緑では同様の現象が200cmまでのところで生じる。そのように識別が困難になる地点が色によって異なり、橙と黄色では500cmの地点で識別率が50%を割るということを示している。

図6(2) 累積誤反応が50%に達する至近距離 (Sub. K T)

11種の基本色名が言語の中に現れる順序には規則性がある、とする言語学上の説 (Berlin & Kay, 1969) では「pink」、「grey」、「brown」は遅く出現する色名である。開眼者において「茶色」、「灰色」と「桃色」は近距離での誤反応が多いという現象は、時間と空間の差を越えてそれらの色では識別あるいはそれに伴う概念化が難しいという事実から発生しているとの可能性も否定できない。

(3) Sub. H H : Sub. H Hが色彩の遠隔提示実験を開始したのは、右眼に最初の手術を受けてから3か月した時点('75.5.14)であり、近距離での色彩識別が可能であることを確認した後のことであった。第2回の実験は左眼にも手術を受けてから3か月の後(第1眼の手術から8か月後:'75.10.22)に行い、以後1979年9月1日までの間に7回行なった実験はすべて両眼視条件におけるも

図 6(2) 累積誤及底が 50% に達する至近距離 (Sub. KT)





のである。

図7が示す通り、当初の識別最大距離は100cm 前後に限られており、色相による差異も少なかった。両眼の手術後に行われた第2日目の実験('75.10.22)での平均距離は168cm で、Sub. K Tの第1日目の平均値169cm と極めて近い。その後も最大距離は次第に拡大し、両眼に手術を受けてから約4年後に行った実験('79.9.1)での平均距離は412cm にまで至っており、この値もSub. K Tの実験開始後4年目(3回目の実験、'80.1.6)の平均距離406cm と近似している。

平均距離が拡大する一方では、色相による最大距離の隔たりも顕著になっており、最終段階で最も遠くまで識別可能となった「黄色」における最大距離は実験開始後5か月には当初の2.5 倍、1年10か月後には3.5 倍、2年11か月後には4.5 倍に達し、4年4か月の後には約5.5 倍の540cm にまでその範囲が拡大している。当初から黄色に次いで遠方から識別可能であった「青」においても、4年4か月の後には230cm から430cm へと知覚空間が拡大した経過を認めることができる。それに対して、赤と緑における識別距離は最初100cm であり、黄色や青に比べるとその知覚空間はいまだに極めて狭い。

#### 図7 色彩を認めうる最大距離 (Sub. H H)

以上Sub. YS、Sub. KT、Sub. HHにおける色彩の識別最大距離を、黄、青、緑、赤に限って共通の時間軸上に、実験実施年月に対応させてプロットすると図8の(1)、(2)、(3)となる。3名共に最大距離を示しているのは「黄色」であり、T M O Sub. KTとSub. HHはほぼ同じ時期に実験を開始しているが、各色の識別距離の拡大速度を示す直線の傾きも極めて(Sub. KTの緑を除き)似ていることが認められる。遅く実験を開始したSub. YSは他の2名に比べて識別距離が200cm ほど短い、それでも各色の識別距離の拡大化の速度(傾き)は、背景との関係も加わり識別距離が伸びなかったSub. KTの『緑』の拡大傾斜とよく一致している。横軸の1目盛りは1か月である。

図8(1) 色彩識別最大距離の拡大傾向と実験実施時期 (Sub. YS)

図8(2) 色彩識別最大距離の拡大傾向と実験実施時期 (Sub. KT)

図8(3) 色彩識別最大距離の拡大傾向と実験実施時期 (Sub. HH)

試みに上記の4色における識別最大距離の値に直線( $Y = aX + b$ )をあてはめ、その適合度を相関で調べると次に表5のようになり、そのほとんどが $r = 0.97$ 前後の値を示し、直線状に最大距離が伸びているという傾向を示して

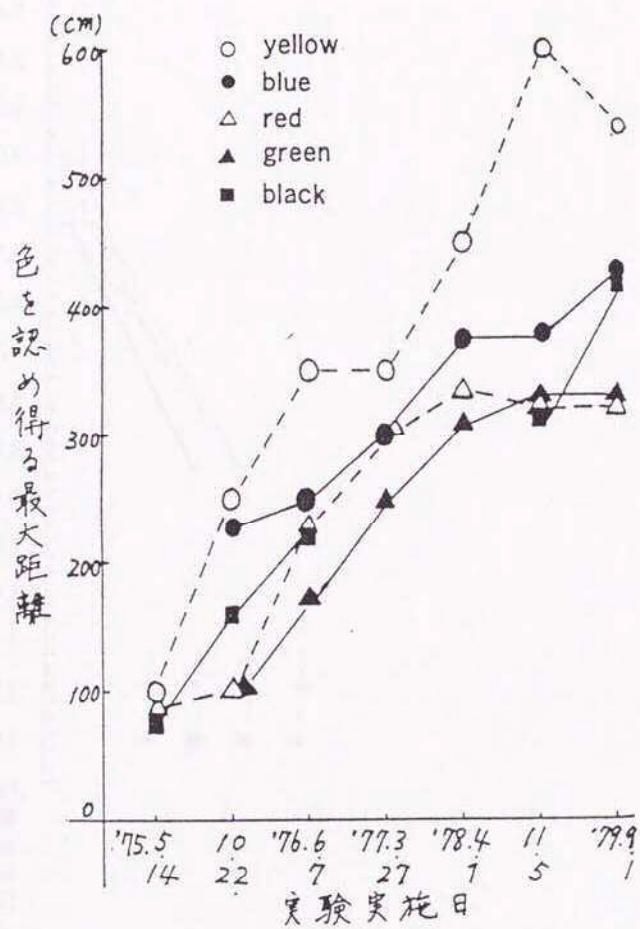


図7 色彩を認めうる最大距離 (Sub. H H)



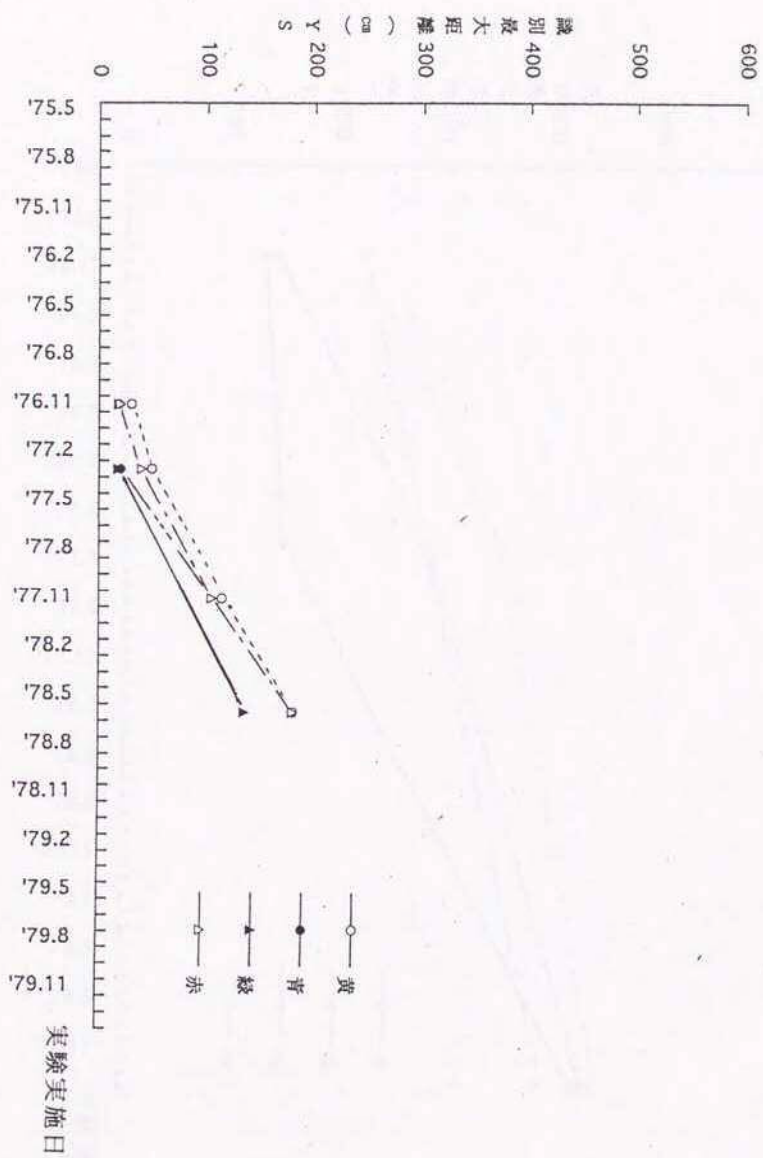


図 8 (1) 色彩識別最大距離の拡大傾向と実験実施時期 (Sub. YS)

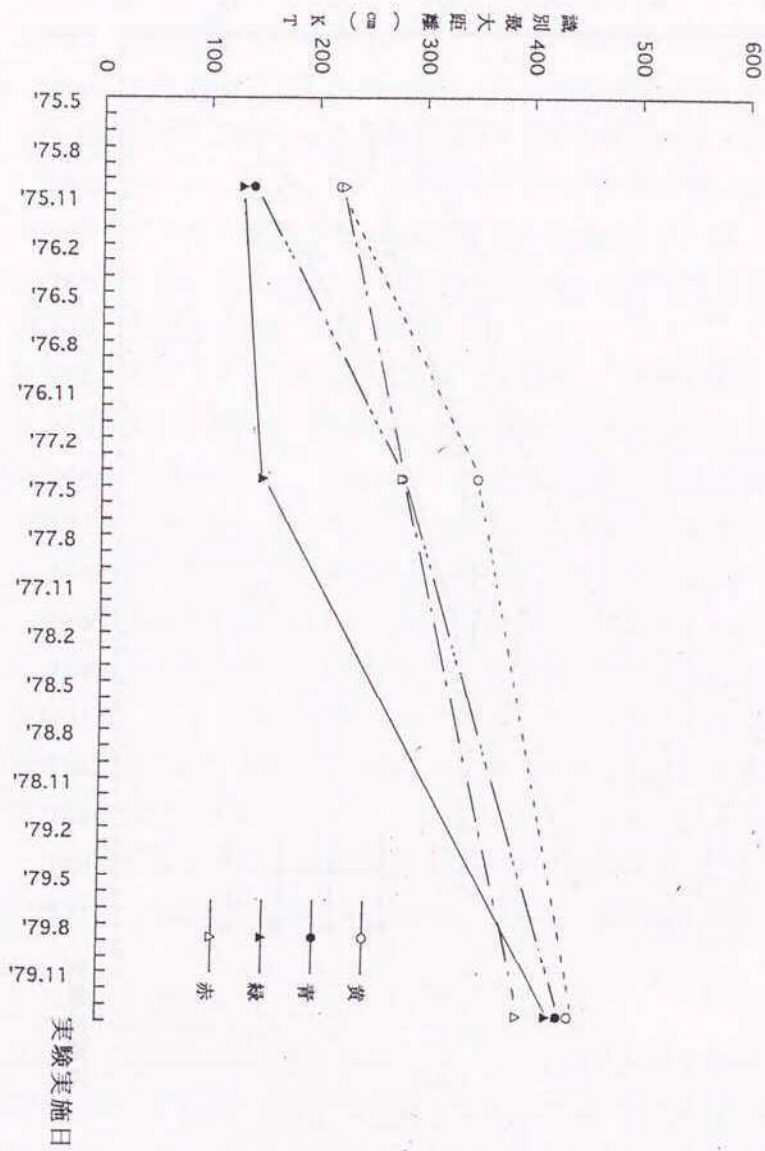


図 8 (2) 色彩識別最大距離の拡大傾向と実験実施時期 (Sub. KT)



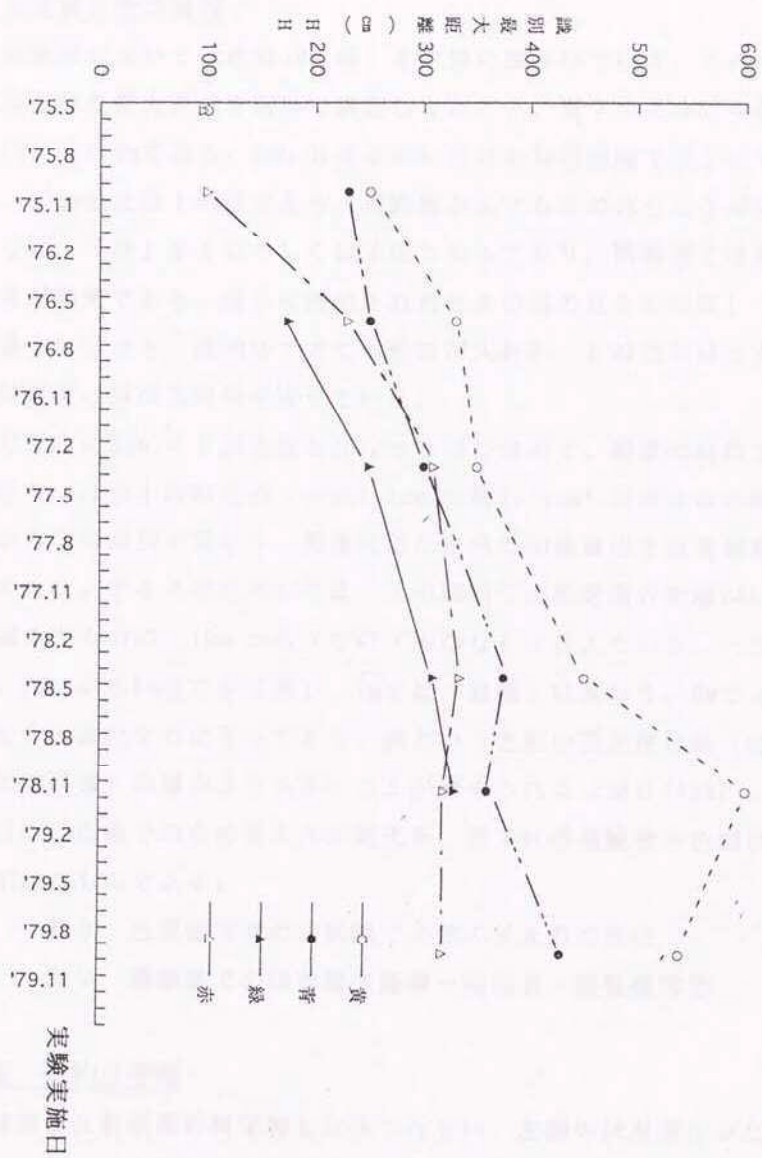


図 8 (3) 色彩識別最大距離の拡大傾向と実験実施時期 (Sub. III)

いる。また、直線の傾きを見ると、HHでは黄色がYSでは黄色が赤と共に最大で拡大比率が高いこと、Y軸状の切片(b)をみると3名共に黄色での値が最大になっており、黄色の識別が遠方まで最も容易であることを示している。

表5 色の識別最大距離の拡大傾向を表す直線(黄、青、緑、黄)

## 2. 視覚健常者の場合:

視覚健常者においては色紙(B5版)を次第に遠ざけていき、その色としての特徴が保たれる最大距離を海岸で測定したところ、表7のように全体としての平均は160~170mである。Sub. K TとSub. H Hが初期段階で示した平均距離: 169cm、178cmのほぼ100倍である。遠距離からでもその色らしさが失われない色としては、「赤」が1位もしくは2位となっており、開眼者とは異なり「赤」の優位性が顕著である。遠方に提示されたときの色の見え方に関して、Sub. T Tは「遠くなると、識別はできても色みが失われ、どの色も白さが増す」という、開眼者と同様の報告を寄せている。

そこで試みにSub. K Tが実験を行なった同じ場所で、距離の制約上、白台紙の上に貼りつけた小円形色紙(半径2.2cm、面積15.2cm<sup>2</sup>、面積比は色紙の1/31)を遠方から下降系列で提示し、距離に応じた色の印象報告を視覚健常者(Sub. N)に求めた。すると赤に対しては、その場所での測定限界距離23mでは「茶色」と答えたものの、15mからすでに「赤かな」と答えている。一方、緑においては、23mから8mまでが「青」、7mでは「青緑」に変わり、6mでようやく「緑だった」と確信するに至っており、赤という色相の安定性は緑(他の色においてもほぼ同様)の場合よりも高いことが認められる(望月1989)。表6は色覚健常者の遠距離での色の見え方の変化を、表7は各被験者の色別に識別最大距離を記したものである。

表6 色覚健常者の遠距離での色の見え方の変化

表7 遠距離での識別最大距離—開眼者・視覚健常者

## 第5節 要約と考察

1. 減弱した色彩視の再学習を左眼で行ない、左眼の状況悪化のため右眼に再度手術を受けて右眼による色の再学習を開始したSub. Y Sではにおいては、色の識別正答率が80%を越えるまでにどちらの眼にとっても5回の学習・訓練



表5 色の識別最大距離の拡大傾向を表す直線（黄、青、緑、黄）

Sub.	色	直線	直線と観測値の相関
H H	黄	$Y = 8.3X + 173.9$	$r = 0.94$
	青	$Y = 4.2X + 204.9$	$r = 0.98$
	緑	$Y = 4.8X + 111.2$	$r = 0.94$
	赤	$Y = 4.7X + 130.5$	$r = 0.88$
K T	黄	$Y = 4.1X + 242.0$	$r = 0.97$
	青	$Y = 5.6X + 155.8$	$r = 0.99$
	緑	$Y = 6.0X + 95.5$	$r = 0.96$
	赤	$Y = 3.3X + 223.2$	$r = 0.99$
Y S	黄	$Y = 8.0X + 23.2$	$r = 0.96$
	青	$Y = 0.5X + 18.0$	$r = 1.00$
	緑	$Y = 6.6X + 6.3$	$r = 0.98$
	赤	$Y = 8.4X + 12.0$	$r = 0.99$

表6 色覚健常者の遠距離での色の見え方の変化

観察距離 (m)	赤	緑
	Sub. N	Sub. N
23	「茶色」	「青」
↓		
15	「赤かな?」	
14	↓	
13	「赤かもしれない」	
12	「赤だ」	
↓		
8		
7		
6		「青じゃない?」
5		「緑かな?」
4		「緑だ」



表7 色彩の識別可能最大距離 (標準色紙: 18 x 25.5cm)

実験実施日	黄	青	緑	赤	黒	平均	黄青緑赤	備考
HH ('75.10.22)	('75. 5.14) B 100 <sup>cm</sup>	-	-	96	86	94cm	1--2	両眼使用 (右眼のみ手術後)
	R 163	-	-	80	82	108.3	1--3	右眼使用
	L 60	-	-	25	51	45.3	1--2-	左眼使用
	250	230	100	100	160	168.0	1233-	両眼手術後
	('76. 6. 7) 330	250	175	230	225	242.0	1243-	「黄は良く見込、赤は 々々」
	('77. 3.27) 350	300	250	310	-	302.5	1342-	「緑は 見にくい。黒くぬ。遠くは苦手」
	('78. 4. 1) 450	375	310	335	-	367.5	1243-	
	('78.11. 5) 600	360	330	320	315	385.0	1234-	
KT ('75.10.25)	540	430	320	320	420	406.0	1234-	
	220	140	130	225	130	169.0	2341-	「赤が見やすい。眼が 動く」
	('77. 4. 9) 350	280	150	280	-	265.0	1242-	
YS ('76.11. 5)	440	430	420	393	380	412.6	1234-	
	30	18	18	20	-	21.5	1332-	左眼使用
	49	20	18	40	-	31.8	1342	右眼使用
	114	-		105		109.5	1--2-	↓
TM (78.12.17)	180		135	180		165.0	1-31-	
	1721	1649	1753	1834	-	1739	3421-	
TM (78.12.17)	1765	1635	1285	1690	-	1594	1342-	

試行の継続が必要であり、100%の正答率を得るまでの過程は極めて類似したものであり、S字型の学習曲線状を成すものであった。

2. 識別可能な色彩空間は、Sub. Y S の場合、実験開始当初前方30cm以内に限られ、色紙の面積も $234\text{cm}^2$ 以上の広さが必要であったが、1年半後にはSub. K TやSub. H Hの最初の状況である150cm 近辺にまで拡大している。

3. 一方、術前から色彩識別がある程度可能であった開眼者の場合 (Sub. K T、Sub. H H) には、色の識別性が保たれる空間が手術後の早期には約100m~150cm 前後に限られるが、およそ4年半の後に400cm 前後にまで拡大する。そのような空間の中で最も遠方からでも識別できるのは「黄」および「青」であり、色覚健常者にみられるような「赤」の優位性はそれほど顕著ではない。

識別最大距離の拡大傾向に対して直線の当てはめを試みたところ、3名においていずれの色も  $r=0.97$  前後の高い値を示し、その距離は直線状に伸びていることが認められた。またその直線の傾きとY軸状の切片によって、開眼者の場合には、遠空間で最も有効な色情報は黄色であることが示唆された。

4. 以上のように、開眼者では遠方に提示された色識別が可能な空間は次第に拡大するものの5m以内の近距離に限られているのみならず、距離の僅かな拡大によって色の見え方が変化し易いこと、例えば前方500cm ほどの距離でもすでに色みが失われて見える (彩度が低下する) など、色としての安定性が低い空間でもある可能性が示唆された。

Sub. K Tの結果から「茶」、「灰色」、「桃色」は近距離で誤反応が多くなることが示され、それらの色名は言語に現れる発生的順序性においても遅いとの言語学の知見とも空間と時間を越えて相通じる事実を示している可能性が示唆された。

5. 視覚健常者では、黄色に劣らず「赤」の識別性が高く、神作 (1985) も色覚健常な成人にとって誘目性 (多種類の中で注意の引かれる程度) の最も高い色は、背景が白のときには「赤」であり、次いで「橙」、「黄」となり、紫、緑、青は低いこと、識別性に関しても物体色では「赤」が最も良好で「橙」、「黄」の順となり、 $15'$  以下の小さな点光を遠方から識別するときにも「赤」が最も高く、次いで「黄」、「橙」の順となり、紫や青では低くなることを示している。



このような赤の優位性が開眼者ではそれほど顕著ではなく、むしろ「黄色」の識別性が空間的に優位であったという現象はどのように説明することが可能であろうか。赤の色紙に対して遠方で寄せられた「黄色？」との報告が、近くで見た「黄色」のような色相として認められたのか、それとも遠方では彩度が低下して「色み」が失われ「白っぽくなる」ことを意味しているのか、両方の可能性が考えられる。仮に後者であるとするならば、先の実験12-3における、開眼者では「識別距離が最大の色が「黄色」である」という現象も、遠方ではどの色も彩度が低下して色みが失われるために、黄色以外の色では近距離での見え方との差が大きい、黄色では、同様の変化はあっても近距離での色印象との隔たりが少ない（黄色→白）ために識別率が高くなる、という説明が可能となる。

## 第13章 視空間の拡大と構造化—形態を通じて

先天盲開眼者にとって、術後暫くは台紙上の中央に一つ描かれた幾何学的図形を直ちに識別することは難しく、その成立までには学習・訓練が必要であることはすでに明らかにしてきた通りである（鳥居・望月、1975；1976<sup>b</sup> 本論文 4、5章）。しかし、形態識別の精度と知覚的特性が図形の提示される空間条件によってどのように異なるのかという問題の吟味が十分成されてきたとはいえない。

そこで、平面図形の形態識別は一定以上の面積を持つ図形による学習過程が必要であることを第1節で示し、ついで第2節では識別精度に関する空間条件を（1）対象までの観察距離、（2）台紙の保持条件、（3）形を含む面（台紙）の視線に対する角度、という観点から考察する。そして第3節では距離の拡大に伴って形の見えがそのように変化し、そのような変化に応じて採用される走査方式を考察する。これらの試みによって、彼等の形態視機能の特性と視空間構造の特性を明らかにすることを意図したものである（望月、1989）。

### 第1節 形態識別の学習過程

#### 実験13-1 形態識別の学習過程

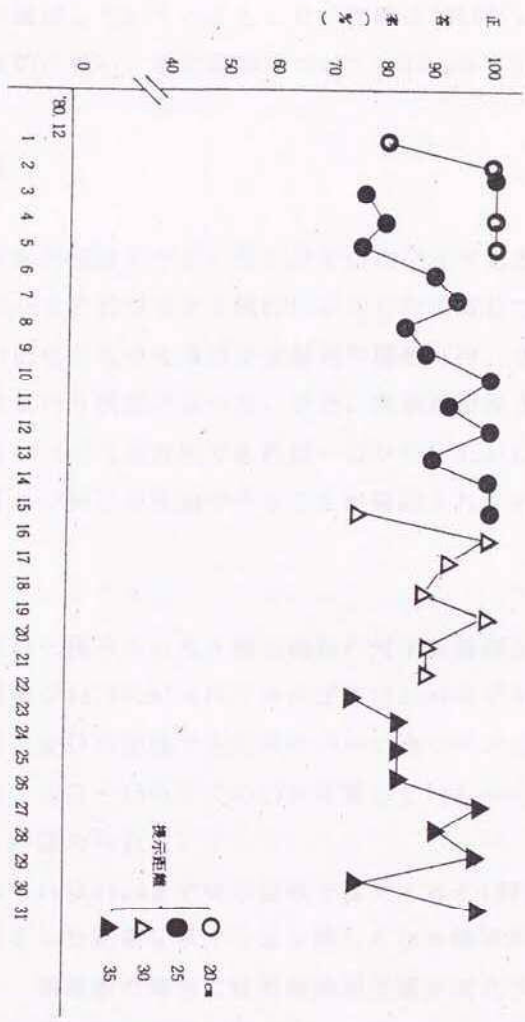
##### [I] 目 的

来訪当時すでに近距離から台紙を手にとって観察する条件下では形態の識別が可能であった開眼者に対して、約1/4に縮小した図形を新たに導入することにより、形態識別の学習過程を確認する。

##### [II] 方 法

黒色色紙（N 1.5）から切り抜いた充実図形（正方形、三角形、菱形、円）のうち1種（面積は平均 12.56 cm<sup>2</sup>）を白台紙の中央に貼ったものを用意し、ランダム順に1枚ずつ提示する。K Tが台紙を手保持する方法（以下、被験者





実験実施日  
図1 各提示距離における二次元図形の識別正答率 (Sub. KT)

保持事態)で見易い距離から識別することを求め、提示距離は正答率が100%に達したら5cm づつ延ばしていくこととした。実験は1980年12月1 日から同31日までの1 か月連続的に行い、観察距離については20cmから35cmまでを試みた。

### [III] 被 験 者

開眼者: K T。

開眼者Sub.KTは来訪当時すでに、図形が中央に貼ってある台紙を本人が手にとり、眼前10~15cmまで近づけて1 試行に平均5 秒程費して観察するならば、約 50 cm<sup>2</sup> 相当の面積をもつ4 種の平面幾何学図形(円、3 角形、正方形、菱形)を識別できるという状態にあった。また、実験開始後3 カ月の時点('74.1 2.14) では面積を30 cm<sup>2</sup> (正方形であれば一辺が約5.5cm)に縮小しても、眼前10 cm まで近づければ何とか識別できることが確認されていた。

### [IV] 結 果

図1 は一定の距離に提示された4 種の図形に対する識別正答率をプロットしたものである。面積が12.56cm<sup>2</sup> (円であれば直径2cm)まで小さくしても観察距離が20cmであれば2 度目の実験で正答率は100%に達しているが、25cmに提示した場合の正答率は、3 日~15日までの13日を費して75% から徐々に100%にまで上昇していることが認められる。

しかし、30cmあるいは35cmまで提示距離を拡大すると100%の正答率を示すことはあっても、安定した結果を示すことが難しくなる様子が示されている。このような結果から、開眼者の場合には形態識別学習が成立するか否か、あるいは成立するとしてもその学習期間を規定する要因として、“提示距離”を初めとする空間条件が極めて重要な役割を果たすことが窺える。よって、第2 節以下ではこの点の吟味実験を行うこととした。

図1 各種提示距離における二次元図形の識別正答率 (Sub.KT)



## 第2節 図形提示の空間条件と形態識別・形の安定性

### 実験13-2 形態識別精度を規定する空間条件

#### [I] 目 的

白の台紙上に添付された黒の平面幾何学図形の形態識別に際して、(1) 対象までの観察距離、(2) 台紙を被験者自身が保持するか手から離して提示するかという保持条件、(3) 形を含む面(台紙)の視線に対する角度、という提示に関する三つの空間条件が形態識別及び形の安定性にどのように係るのかという観点から、開眼者の視空間構造を検討する。

#### [II] 方 法

黒色色紙(N 1.5)から切り抜いた充実図形(正方形、3角形、菱形、長方形、台形、平行四辺形、5角形、6角形)のうち1種(面積は平均  $26 \text{ cm}^2$ )を白台紙の中央に貼ったものを用意し、ランダム順に1枚ずつ提示する。

最初はKTが台紙を手保持する方法(以下、被験者保持事態)で見易い距離から識別することを求め、次第にその距離を延ばしてゆく。次には台紙を実験者が持つ方式(以下、実験者保持事態)に変えて、やはり提示距離を徐々に遠ざけてゆくようにした。

提示角度についてはKTの前額平行面に対してほぼ平行になるような直立提示条件から始めて、机の上に台紙を置く机上提示条件へと順次切り換えた。識別を求める図形の種類は、最初は4種から始めて次第に9種まで増やした。

#### [III] 被 験 者

開眼者: KT。以下に述べる実験は1980年11月8日から試みた。

視覚健常者3名: N-MI、N-NA、N-TO。いずれも成人。

#### [IV] 結 果

##### 1. 図形の提示距離に関する変化

### (1) 距離と識別率

図2は約3年半余りの間に行われた形態識別実験での識別率を台紙を保持条件別に示して比較したものである。用いた図形の種類はいずれの条件でも4種 ( $k=4$ ) であるが、図の中で(E)と記してあるのは円、正方形、3角形、菱形の4種類の組み合わせであり、(D)は5角形もしくは6角形を含む4種の場合であることを意味している。この場合の観察距離は一番遠くても40cmという近距離であるが、それでも距離によって識別率は異なり、更に台紙の保持条件によっても異なった様相を示している。つまり、被験者保持事態では35cmまで観察距離が拡大しても100%の識別率が維持されているのに対し、実験者保持条件では18cmを越すとそれは困難になり、35cmでの識別率は60%にまで低下している。他方、どちらの条件下でも一定距離(実験者保持事態では15cm、被験者保持事態では18cm)よりも図形が近づき過ぎると、識別率は低下することが認められる。

図2 距離と保持条件別による平面図形の識別正答率 (Sub. KT)

### (2) 距離の拡大と図形の見易さ

対象までの距離が拡大するにつれて形態の見易さはどのように変わるのだろうか。表1の左欄は各距離での識別に際して形の見え方に関してSub. KTが自発的に寄せてくれた言語報告を集めて記したものであるが、観察距離に応じて図形の見え方と識別の容易さは変化しており、いずれの条件下でも識別率が80%を示す距離、すなわち20cmで観察しているとき、Sub. KTは「この位の距離から形を見るのが楽」であるとの報告を寄せている。

従って、形の識別が容易であるところまでが「近距離」であると感じられており、「30~35cmの辺りが近いと遠いの境界」という報告が示すように、遠距離-近距離の分岐点は5cmほどの幅である。Sub. KTにとって、そのような境界的距離においては僅か「5cmの差でも見え方は異なり」、30cmを越えて35cmになると、もはや「…(形が)ぼんやり」としてしまうという報告が示しているように、見えてはいても対象までの距離によって見えの上での形態変動が極めて大きい世界である。

表1 遠距離での形態の見え方と台紙保持条件の意味



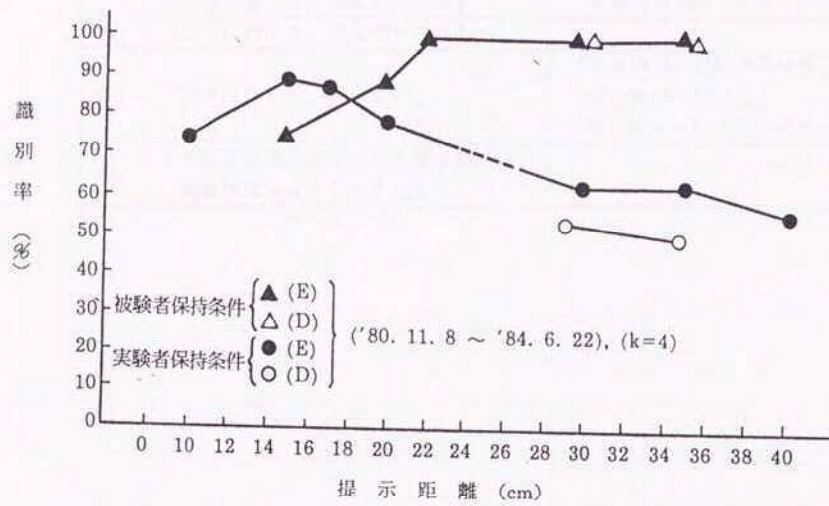


図2 距離と保持条件別による平面図形の識別正答率 (Sub. KT)

表1 遠距離からの形の見え方と対象を手を持つことの意味 (Sub. KT)

距離	遠距離での見え方	手に対象を持って見ることの意味
20 cm	「この位の距離では形を見るのが楽」	
25		「手にとると所在がはっきりするので安心、図形が体の一部になる」
30	「30～35 cmの辺りが近と遠の境界」 「5 cmの差でも、見え方が異なる」	「手に台紙を持たないで形を見るなんて想像できなかったが…」
35	「遠くに行くと、ぼんやりする」	
40	「遠くになった。見にくい」	「手に持つと図形が逃げず、所在がはっきりする。手と眼がつながる」 「手に持たないと図形の角がはっきりしなくなる」
80	「大きさは遠くになっても変わらないが、輪郭がはっきりしなくなる」	



最も見易い近距離（この場合は20～30 cm）では、三角形の「全域」を一度に捉えるような「全体・同時走査を行うことによって、左右両辺が上部で狭くなっているという全体的な特徴（辺の傾き）と局所的な特徴（頂点の位置）とを認め得ている。しかし、やや遠のいた35 cmの距離では「全体・同時走査」のほかに「部分域」走査をも重ねて行なうことによって、形態の全体性と部分的な特徴を捉えようとしている。その理由をK Tは「全体だけでなく、念のために特徴部分も」走査するのだと説明している。

さらに遠方、すなわち40 cmの距離に図形が提示されると、もはや図形全域を一度に捉えることが難しくなる。そのためSub. K Tは、三角形の図領域を2分割して各分割領域での特徴を見出し、それらを接合・統括して三角形を構成して識別に至るという方式（「全域分割走査」ということにする）へと切り換えていることが認められる。つまり、形態識別のために走査対象とする領域は、対象までの距離の拡大に伴って図の「全域」から「部分域」へと縮小されてくる。それに従って走査方式も「全体・同時走査」だけから、そこに「部分域走査」が加わり、さらに遠距離では「全体・分割走査」へと切り換わるのである。それらの走査範囲に対して、Sub. K Tは全体性（辺の傾き）と局所

表5 各観察距離における形態識別の走査方式

的な特徴（頂点など）を捉えようと試みるのではあるが、「全体・分割走査」によって識別に至るまでには、収集した情報を接合して組み立てる構成的作業の介入が必要となる。対象までの距離による形態識別の走査領域・方式・対象の違いをまとめると、表6のようになる。

表6 対象までの距離による形態識別の走査領域・方式・対象の違い

更に5か月後（'86.10.7）に行った垂直条件での実験では40cmまで提示距離を遠ざけても「三角形」としての形態が変わらないまま知覚されていることが確認された。しかし50cmに達すると、左眼のみが使用可能なSub. KTにおいては、たとえ垂直条件であっても形態の右半分が欠けてしまい、図形の全体的な形態はもはや同時には知覚されていないことを表7が示している。

表7 提示距離に応じた三角形の見えの変化（Sub. KT）

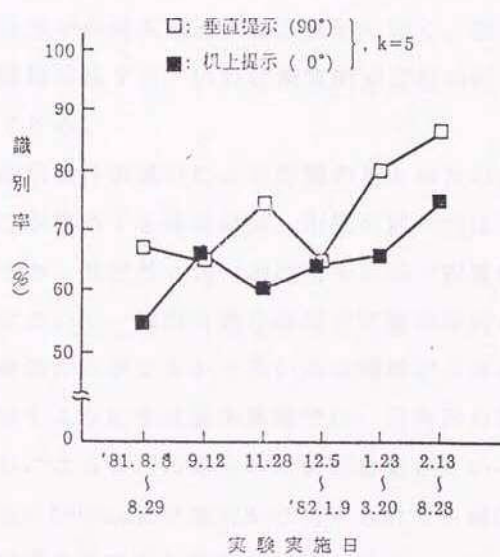


図3 図形面の視線に対する角度の差異と形態識別精度 (Sub. KT)



をもとに両条件での見えの形を比較すると、表2が示すように垂直提示条件下では三角、円ともに図形全体が見易く、提示位置が遠のいても形が余り変形しないのに対して、机上提示条件下では前方30cmの距離でもすでに三角の「角が丸くなり」、円では「上が見えなくなる」というように図形の上部が欠損するという現象が起こっている。約5年後には40cmまで遠くから提示した図形に対して同様の変化が観察されており、机上に提示された図形では、形態上の同一性が容易に失われる傾向が現れている。つまり、視線に対する図形の角度変化によって形態の恒常性が保持される距離が極めて短く、僅かな角度・距離変化が形態上の変化に直接反映する、いわば視覚的安定度の低い視空間であることを窺い知ることができる。

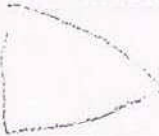
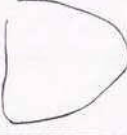
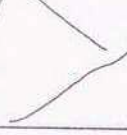



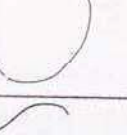
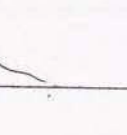
表2 提示条件の違いによる形態の見えかたの差異

(2) 視覚健常者が観察する場合には、形態の同一性はどの程度知覚的に保持されるのであろうか。開眼者と同一の図形を用いて視覚健常者3名に行ったコントロール実験において、識別可能な程度の形態が保持される距離が机上事態よりも垂直提示事態の方がはるかに長い点は開眼者の場合と同様である。表3-1、3-2が示すように垂直提示事態では、三角形の辺が内側にへこんだり、円の上下が平らになるなどの部分的な変形は生じているものの、建物の制約上の最大距離である2000cmまで遠方から提示されても両図形ともに三角形と円としての性質は知覚されており識別も可能である。一方、机上提示事態では、200cm前後で正三角形が「二等辺三角形」に変形し、100cmで円は「楕円」へと変形してしまっている。しかし、その場合でも「横長の黒い形」とか「何かが描いてある」ことしか知覚されず、平面図形としての同一性は失われてしまう距離（三角形の場合には800cm～1100cm、円は500～700～1000cm前後）までは、図形の上部が「欠けてしまったり」、「見えなくなる」という現象は現れていない。この点がSub.KTの机上提示事態と異なる点である。

表3-1 提示条件の違いによる形態の見え方の差異（視覚健常者、三角）

表3-2 提示条件の違いによる形態の見え方の差異（視覚健常者、円）

表 2 提示条件の違いによる形態の見え方の差異

図形	三 角 形				円			
	'81.6.13		'86.5.24		'81.6.13		'86.5.24	
実験実施日								
提示条件	垂直提示	机上提示	垂直提示	机上提示	垂直提示	机上提示	垂直提示	机上提示
描 画								
観察距離	30cm	30cm	40cm	40cm	30cm	30cm	40cm	40cm
言語報告	「上の角も見える」	「上が丸くなり、三角形の特徴がなくなる」	「上の角も見える」	「上の角が分りにくい」	「全体が見える」	「上が見えなくなる」	「全体が見える」	「上が欠けてしまう」

望月 (1989) を改変



表3-1 提示条件の違いによる形態の見え方の差異 (視覚健常者3名: 単眼視) - 三角形の場合 -

《 三 角 形 》

提示距離	〈垂直提示事態〉			〈机上提示事態〉			距離
	N-M I	N-N A	N-T O	N-M I	N-N A	N-T O	
50cm	「はさりした三角」 ↓	「三角で変化なし」 ↓	「三角の全体がはっきり見える」 ↓	「正三角形」 ↓ 「高さが低い二等辺三角」 ↓	「正三角形」 ↓	「正三角形が面として、はっきり見える」 ↓ 「二等辺三角形」 ↓ 「底辺が内側にカーブした三角形」 ↓	50cm
100				「左右の辺が内側にへこむ」 ↓ 「平角三角形」 ↓	「頂角が少し内側にへこむ」 ↓ 「三つ角があるから三角かな?」 ↓ 「横長の黒い形」 ↓	「三角らしい」 ↓	100
150							150
200							200
250							250
300							300
350							350
400							400
450							450
500							500
550							550
600							600
650							650
700							700
750							750
800	「かなりはさりした三角」 ↓						800
850							850
900							900
1000							1000
1100							1100
1150							1150
1200	「殆ど変化なし」 ↓						1200
1250							1250
1300							1300
1400				「白い台紙のみ」			1400
1500	「辺が内側にへこむ」 ↓	「辺が内側に曲る」 ↓	「左右の辺がやや内側にへこむ」 ↓ 「頂角が細くなる」 ↓		「何かか書いてある」 ↓	「黒くどがったもの」 ↓	1500
1550							1550
1600							1600
1650							1650
1700							1700
1750							1750
1800							1800
1850							1850
1900							1900
2000							2000

表3-2. 提示条件の違いによる形態の見え方の差異 (視覚健常者3名: 単眼視) —円の場合—

《 円 》

提示距離	〈垂直提示事態〉			〈机上提示事態〉			提示距離
	N-MI	N-NA	N-TO	N-MI	N-NA	N-TO	
50cm	「円形」↓	「円」↓	「円の形がくっきり迫る感じ」↓	「真円」↓ 「楕円」↓ 「横長の楕円」↓ 「高さのない楕円」↓ 「黒い横線が白の真中にある」	「完全な円」↓ 「楕円のようなだ」↓	「真円」↓ 「横長の楕円か?」	50cm
100							100
150							150
200							200
250							250
300							300
350							350
400							400
450							450
500							500
550							550
600							600
650							650
700							700
750							750
800							800
850							850
900							900
1000			「下が少し細い円に見える瞬間がある」↓				1000
1100							1100
1150							1150
1200							1200
1250							1250
1300							1300
1400							1400
1500	「ほぼ円形」↓ 「少し縦長の円」						1500
1550							1550
1600							1600
1650							1650
1700							1700
1750							1750
1800	「僅かに上下が平らな円」↓						1800
1850							1850
1900							1900
2000	「上下が少しへこんで見える」	「円と分かるが、上が少し平ら」	「円と、いびつな円に見える」↓ 「いびつな円」				2000



### 第3節 遠距離での形態識別の手がかりと探索走査

#### 実験13-3 形態識別の手がかりと走査様式

##### [I] 目 的

一定距離より遠方にある形態の識別率が低下する原因を検討するために、

(1) 距離の拡大に伴って捉え得る図形の部位や形態判断の手がかりはどのように変化するのか、(2) 形態識別のために採用される走査方式がどのようなものであり、(3) 図形は見えの上でその形態が実際にどのように変化して捉えられるのかという点を識別実験の過程で寄せられた報告と描画を通じて吟味する。

##### [II] 方 法

(1) 識別の手がかりについては、識別実験の際にSub.KTが自発的に報告した内容と実験者の問いに対する答を提示距離に応じて整理した。(2) 走査方式については識別が成立したときどこをどのように観察したのかを実験者が尋ねて被験者が言語で報告したり、図形に指で示しながら説明することを求めて、それを図示した。(3) 距離に応じた見えの形の変化については、平面図形の形態識別実験を行っているときに、その形態の描画を求めた。

視覚健常者に関してはSub.KTの実験を行なった3階建の建物の屋上で、同一の図形を上昇系列と下降系列で提示し、提示距離による形態の見えの変化を描写と言語報告によって表現してもらった。

##### [III] 被 験 者

開眼者：K T。 以下に述べる実験は1980年11月8日から試みた。

##### [IV] 結 果

###### 1. 距離の拡大に伴う捉える図形の部位と形のイメージ

対象までの距離の拡大が形態の見えにどのように変化をもたらすのか。この点を吟味するために、識別実験の事態でSub.KTが自発的に報告した内容を形の全体性、角、形のイメージの関して表したものが表3である。図形までの距



離が20 cm よりも近い場合には「一瞬に図形全体が見える」が、30 cm では「一度に（形の）全体は眼に入りにくい」と変わってくる。更に35 cm にまで遠のくと、「全体を見るのは難しいので部分を見る」というように、図形の見え方に伴って観察の方式自体も変化してくることが認められる。このように対象までの距離が30cmに達すると形全体が眼に入らなくなるという報告は、遠い形態の特徴を見出そうとする事態では活用しうる情報の収集範囲が狭くなること、つまり遠対象の形態識別時においては「有効視野」が狭くなるという状況を物語っているものと思われる。

表4 各距離において捉えられる形態の諸特性（全体性、角、イメージ）

形態識別の拠り所が距離によって異なるのかどうか。この点については各距離で見える「角の見え方が（各形について持っている）イメージと一致すると識別し易い」のだが、25 cm の距離ですでに「角は見つけづらい…」状況になってしまう。従って、35 cm で見つけ出そうとしているのは角以外の特徴ということになる。それでは輪郭を辿るのかと思えば、その距離では「台紙を持たないと輪郭は辿れない」ので「輪郭を…辿ることはしません」という報告に端的に表現されているように、角を見つけることも輪郭を連続的に辿ることも困難となる。結局、角あるいは輪郭という明確な特徴をもとに形態識別が出来なくなった距離段階（30 cm）でSub. K Tは「頭の中で思い浮かべた形と、眼が相談して結論を出す…」と言い、知覚像と形のイメージ（記憶像）との照合を行なっていることを窺わせる報告を寄せている。

とは言うものの、明確な答えが得られなくなると、提示されるべき形の種類を実験者に何度もたずねて、照合すべきサンプルを限定する作業が始まる。そして、距離が80 cm まで遠のくと「…形よりも大きさで見当をつける」という報告が示すように、形態上の特徴ではなく「図領域としての広がり」の程度が形態識別の手掛かりとなっている。

## 2. 対象までの距離と形の「探索走査方式」

対象までの距離によって形態の探索走査が異なることが観察時の頭部の動きからも予想された。そこで種々の距離での走査方式とそのとき捉えられる形態上の特徴を三角形、正方形、円で調べたところいくつかの共通点が見出されたので、ここでは三角形の場合を例にとり表5に示した。



表4 各距離において捉えられる形態の諸特性（全体性、角、イメージ）

Sub. KT

距離	形の全体性	角	形のイメージ
15 cm	「一瞬に全体が見える」		
20	「この辺りは楽だ」		
25		「角は見つけづらいので角以外で見つけ易い所を探そう」	
30	「一度に全体は眼に入りにくい」 「全体を見ようとしているが、見にくい」	「角の見え方が、各形のイメージと一致すると識別し易い」	「頭の中で思い浮かべた形と、眼が相談して結論を出す、よくもめる」
35	「全体を見るのは難しいので、部分を見ることにする」 「台紙を持たないでは形の輪郭は辿れない。だから輪郭を端から端まで辿ることはしません」	「角は探すけど、見づらい…」	「形は何と何ですか（形の種類をしきりに確認する）」
40		「台紙を手を持たないと角は見えない」	「出てくる形を頭の中で思い浮かべた」
60			「頭の中に一瞬思い浮かんだ形に見えてしまう」
80			「80 cm より遠くなると、形よりも大きさで見当をつける」

望月(1989)。

最も見易い近距離（この場合は20～30 cm）では、三角形の「全域」を一度に捉えるような「全体・同時走査を行うことによって、左右両辺が上部で狭くなっているという全体的な特徴（辺の傾き）と局所的な特徴（頂点の位置）とを認め得ている。しかし、やや遠のいた35 cmの距離では「全体・同時走査」のほかに「部分域」走査をも重ねて行なうことによって、形態の全体性と部分的な特徴を捉えようとしている。その理由をK Tは「全体だけでなく、念のために特徴部分も」走査するのだと説明している。

さらに遠方、すなわち40 cmの距離に図形が提示されると、もはや図形全域を一度に捉えることが難しくなる。そのためSub. K Tは、三角形の図領域を2分割して各分割領域での特徴を見出し、それらを接合・統括して三角形を構成して識別に至るという方式（「全域分割走査」ということにする）へと切り換えていることが認められる。つまり、形態識別のために走査対象とする領域は、対象までの距離の拡大に伴って図の「全域」から「部分域」へと縮小されてくる。それに従って走査方式も「全体・同時走査」だけから、そこに「部分域走査」が加わり、さらに遠距離では「全体・分割走査」へと切り換わるのである。それらの走査範囲に対して、Sub. K Tは全体性（辺の傾き）と局所

表5 各観察距離における形態識別の走査方式

的な特徴（頂点など）を捉えようと試みるのではあるが、「全体・分割走査」によって識別に至るまでには、収集した情報を接合して組み立てる構成的作業の介在が必要となる。対象までの距離による形態識別の走査領域・方式・対象の違いをまとめると、表6のようになる。

表6 対象までの距離による形態識別の走査領域・方式・対象の違い

更に5か月後（'86.10.7）に行った垂直条件での実験では40cmまで提示距離を遠ざけても「三角形」としての形態が変わらないまま知覚されていることが確認された。しかし50cmに達すると、左眼のみが使用可能なSub. KTにおいては、たとえ垂直条件であっても形態の右半分が欠けてしまい、図形の全体的な形態はもはや同時には知覚されていないことを表7が示している。

表7 提示距離に応じた三角形の見えの変化（Sub. KT）



表 5 各観察距離における形態識別の走査方式 (Sub. KT)


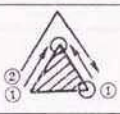

距 離	3 角 形
20 cm	 <p>全体走査 (下から上へ両辺が極端に斜めに上っていることを見る)</p>
30	 <p>全体走査 (両辺が上で狭くなっていることと、頂角を見る) (全体が眼に入る)</p>
35	 <p>① 全体走査 (両辺が上で狭くなる感じと頂点を見る) ② 右角走査 (右底角も念のため見る) 「頂角の細さが目印」</p>
40	 <p>① 左半分走査 (一度に目に入るのは①のみ) ② 右底角走査 (眼を右下に動かして右底角を見る)</p>
90	<p>「角 (頂角) が見える限界」 「一箇所でも角が見えれば三角と決めている」</p>

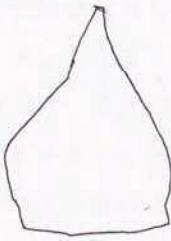
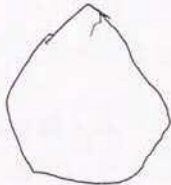

表6 距離の違いによる形態識別の走査領域・方式・対象のちがい (Sub. KT)

距離	走査領域	走査方式	走査対象
20~30cm	図の「全域」	全体・同時走査	全体的形状
35cm	図の「全域」+「部分域」	全体・同時走査+部分域走査	全体的形状+角など
40cm	「分割図領域」の接合・統括	全体・分割走査	いずれかの特徴(角)



表 7 提示距離に応じた三角形の見える変化－垂直提示事態

Sub.KT ('86.10.7)

観察距離	描 画	言 語 報 告
20 cm～ 30 cm		「全体が見える」
40 cm		「形は変わらないが、小さくなる」
50 cm		「最初は右側が見えない」 「顔を動かしていくと、全体が見えてくる」

望月(1989)を一部改変

#### 第4節 事物の識別と属性の抽出

##### 実験13-4：遠隔提示事態での事物の識別と属性の抽出

事物の知覚においては、それが近くに提示され、大きさ、色、形態など基礎となる視覚属性の知覚機能が成立していても、それが何であるかを識別することは、開眼者にとって消して容易ではなく、およそ5～7回の実験によってそれは可能になる（鳥居1980、望月、1985）。その詳細は省略し、ここでは遠隔提示された事物の識別に至るまでの過程を通じて、彼らの視空間の構造特性を総合的に捉える。そのような作業によって、本章並びに10～12章を総括することになる。

##### [I] 目 的

事物を眼前からある距離を隔てて提示したとき、事物の持つ諸属性がどのような距離で抽出され、識別に至るのかという問題の吟味を通じて、開眼者の視空間の構造特性を総合的に捉える。空間条件並びに視覚的属性としては所在、色調、大きさ、事物の名称の列举、形態、などとする。

##### [II] 方 法

近距離に提示された事物の視覚による識別実験が完成した後、事物を眼前からある距離を隔てて提示し、それを徐々に近づけていき、その対象について捉えられる空間条件並びに視覚的属性を、その都度報告してもらう。開眼者が最終的にその事物の名称を上げ、確信を持って識別に至るまでは報告の内容について何も教示することはない。

##### [III] 被 験 者

開眼者Sub. KT。

##### [IV] 結 果

表8は、提示対象の空間条件並びに視覚的属性を正しく捉え得た最大距離を



大きい事物と小さい事物の分けて、実験時期別に示している。ここでの事物の大小はおよそ掌に乗る程度のもの（約15cm前後）は小さいとし、それ以上であれば大きいものと大別した。

表8 属性抽出に成功する距離とその変化

事物の大小にかかわらず、遠方に提示された事物を観察する場合、その識別に至るまでにはまず最初に何かがある、という「所在」が定位されるが、各視覚的属性の抽出には至らない。もう少し近づいたときに「色彩」が捉えられ、それとほぼ同じ距離で「大きさ」という属性は把握されるが、まだそれが何であるかについての指摘はなく、従って名称を上げることは（たとえ過った名称であっても）ほとんどない。その後、事物の「名称」がそれまでに捉えた属性をもとに列挙されるが、更に近づいてその「形態」が捉えられるに至って、それが何であるかの正しい「識別」が成立する。

このような空間条件並びに属性抽出の順序性は事物の大きさにかかわらず、ほぼ一定である。しかし、実験の進行に伴い、それら空間条件並びに属性抽出と識別が可能となる最大距離は、確実に拡大していることが認められる。最も容易な条件として、後半の段階で提示された大きい事物に注目すると、約2mで色彩が、1.5m前後で大きさと形態が捉えられるが、事物の識別が成立するのは約1mまで近づいた状態である、という情報抽出の空間的過程が明らかになる。

### 第5節 要約と考察

先天盲開眼者の視空間がどのような構造特性をもち、それが視覚学習の進展にともなってどのような拡大と分化を示すのかという問題を、本章では一人の開眼者K Tの形態視に関する実験の結果に基づいて検討した。

形態の識別に関して、台紙上に貼付した平面図形の識別に際しては、観察距離はもとより、台紙を被験者本人が保持するか実験者が保持するかという保持条件、並びに台紙を前額平行に垂直に立てるか、机の上に置くかという視線に対する図形の角度条件などの空間条件が結果に影響を及ぼす。つまり、K Tの場合には、台紙を視線に対してほぼ垂直になるような角度にして20～30cm前方に本人が保持して観察するという空間条件が最も有利であった。このような最適条件下では35 cm まで対象を遠ざけてもおおよそ識別することができる。しか

表8 属性抽出に成功する距離の変化 (Sub. KT)

列挙した属性など	大 き い 事 物		小 さ い 事 物	
	'77. 2. 19 ~	'84. 4. 4 ~	'77. 2. 19 ~	'84. 4. 4 ~
	'79. 5. 5	4. 21	'79. 5. 5	5. 19
所 在	218 cm	—	160 cm	—
色 調	144 →	198 cm	81 →	88 cm
大 き さ	141 →	154	92 →	85
事 物 の 名 称	94 →	151	51 →	66
形 状	76 →	149	54 →	66
識 別 成 立	42 →	91	37 →	34
識 別 正 答 率	82% →	86%	79% →	100%



し、実験者保持条件に変えると識別率は急に60%にまで低下する。従って、図領域の定位と探索走査という機能が形態識別には下位機能として密接に関与していることが示唆された。

また、机上提示条件にして斜め上より俯瞰する位置に提示すると、同じ距離であっても、図形の上部が欠けたりして、見えづらくなる。また、形態の識別のための探索走査に際して、観察距離が30 cm を越えると図形の“全体性”が目に入りにくくなり、角も見つけづらく、輪郭を辿ることも容易でないと報告している。そこでSub.KTが編み出し、採用した方式は図領域を分割し、各領域毎に特徴を見出し、それらを集括・接合するという走査方式であった。

すなわち、Sub.KTの結果を通じて、開眼者の視空間は図形の提示される空間条件によって、形態の同一性知覚は容易に変動・崩壊するという構造特性をもっていること、更にそのような特性のために対象の提示される空間条件によっては適宜定位や探索の方式を変更したり、新たに編み出したりすることが求められていることが示唆された。

遠距離に提示された事物の識別課題においては、対象までの距離、大きさ、色彩、形態など視覚の空間条件並びに各属性の検出が総合的に求められる。このような事態でひとつの事物をめぐって正しく抽出される最大距離を測定した結果、何かの事物が在るという情報は約2m以遠から捉えられるが、それが何であるか正しく識別できるのは1m以内に近づいたときであった。そこに至るまでに2m近辺で検出・援用される最初の視覚情報は色調であり、更に、「大きさ」と「形態」の情報が1.5m手前で検出されると、それらの情報を持ち備えている「事物の名称」が列挙される段階が始まる。個々の属性は検出できていても、最終的には1mまで近づいた段階で初めて識別に至るという空間構造になっていることが確認された。



## 第14章 総括と今後の展望

### 第1節 問題と研究の発端

イギリスの哲学者であるMolyneux, W. (1656-1698)がLocke, J. (1632-1704)に提起し、後にMolyneux問題として知られるようになった疑問は、「先天性の盲人が初めて視覚を得て、触覚では区別できる立方体と球体を机の上に置かれたとき、視覚ではどちらが立方体でどちらが球であると言えることができるか」、というものであった。

この視覚・認識論の根幹にかかわる問題に、先天性の盲人で後に手術によって視覚を得た人（開眼者）に対して術後短期間に行われた観察報告を収集・分類することから回答を与ようと試みたのは、Senden (1932)であった。自分で実験を一切行っていないSendenが蒐集した資料から明らかにしたことは、手術前の残存視覚の程度が「明暗の知覚」のみに限られていた場合でも、手術後「色」に対する関心は早くから現れ、色の弁別も比較的早い時期に可能な状態に達する例が少なくないが、形の知覚となるとそれは遥かに厄介な課題である、ということである。その困難な形態知覚に関して、Sendenは第一に二次元の形の弁別が可能になる前に、「図と地の分化」はすでに成立していることを示す資料があること、次に二次元の形態知覚が可能になるまでにはいくつかの前段階があり、形の異同や差異のみがわかる段階が現れ、その後、個々の形を識別することができる段階に漸次移行すること、そして第三には形の弁別・識別に際して、初期のうちは図形の縁や輪郭を少しずつ見てゆき、その図形の角や辺などを継時的に探す方略をとるが、最終的には開眼者はそれらを即座に見分けることができる段階に到達するようだ、との推断を資料から導いた。

しかし、実際に筆者が開眼者の協力を得られる機会に恵まれてまず明らかになったことは、手術を受けても視覚が自然発生的に機能することはなく、仮に手術は成功してもそのまま放置したのでは、術前からの保有視覚が若干向上する程度に留まるか、あるいは手術前と同じ触覚の世界へと戻ってしまうことも少なくないという事実であった。つまり、視覚機能の獲得には一定のプログラムに従った実験と学習の継続的試行が必要であり、開眼者もまたそのような機



会を求めているが、現実にはそのような試みが殆ど成されていないということであった。二番目に明らかなことは、形態知覚の基礎過程においてはSendenが推断したように、あるいはHebbが強調したように、辺や角を標識とする段階よりも更に下位の標識が用いられる段階が在る、ということであつた。第三の点は、たとえ平面図形の知覚が可能になっても、立体の形態知覚という問題になると事態は一層複雑で、その成立までには越えるべき幾重もの知覚的な関門があるという点であつた。第4は、視覚の認知的発生過程を問うのであれば、開眼直後の状況だけでなく視覚の形成過程をも追求しなくては、初期状況は明らかにならないであろうということであつた。

われわれはこのような経験を基に、視覚の開発を意図した継続実験を通じて視覚機能の発生状況と形成過程の解明を試みた。そこでの基本方針は、各開眼者の視覚状況を考慮しつつ、視覚の発生と形成の順序性を想定して実験を計画する。得られた結果を考慮して次の機能開発のための方策を立てるが、まだ困難という結果が出た場合にはそれを促す手だてを講じる、というものである。もとより、実験・学習の試行に際しては、対象の捉え方を実験者が教示したり、一定の方法で訓練を反復するのではない。実験の課題あるいは場面を通じて開眼者自身が対象を捉える方略を見出したり、変革させていくことが意図されている。

そのようにして行われた諸実験の中、本論では先天盲開眼者における手術後の「形態と空間知覚」に関する結果の一部を採り上げることで、視空間の基礎的な形成過程を考察した。『形態視』の対象としては単一な幾何学的図形に留らず、複数の図形によって一定の空間関係を表象する図形、即ち複合図形、重なり図形、主観的輪郭図形（いずれも白台紙上に黒の色紙による形態を貼ったもの、あるいは黒い線で描いたもの）及び3次元の立体を取り上げ、それらに対して開眼者が示す構造化の特性が明確にされた。更に、そのような平面あるいは立体の対象を含む『視空間』の構造特性が、奥行距離の知覚、対象の大きさ－距離関係、遠距離での色彩・形態・事物の知覚をめぐって考察された。

実験への協力者は、先天性の盲人（誕生時から、又は4歳位までの間に失明）で、後年角膜移植あるいは白内障の手術を受けた10名の開眼者である。彼らの術前における保有視覚は、光覚だけだった場合（MM、M0）、光と色が見えてい



た場合 (TM, YS, SH)、光と色の他に平面図形の一部が見えていた可能性のある場合 (HH, KT, NH, ToM, NH, KM) の3段階にわたっている。

## 第2節 開眼手術後の形態視に関する総括

『形態視』に関しては、4～9章の実験から次の点が明らかになった。

1. 第4章では、色覚は若干残存しているが形の知覚は未だ成立していない開眼者YS (3歳半で両眼失明、22、24歳で受術) を通じて、充実図形の形態弁別の形成過程を吟味した。形態弁別には、まず形態を構成する「辺の長さや傾き」の知覚が前提であるとされているが、そのような知覚も当初は困難であった。その前段階として、台紙上の赤い図領域の「色の明瞭さ」を標識にして図領域の『定位』機能が成立し、次には、その定位された「図領域の拡がりの量」を標識として図領域の『大小』が知覚され、更に、そのような図領域が長く伸びている方向を手がかりとして、『図領域の延長方向』(水平、垂直、斜め) を弁別することで可能になった。つまり、「辺の傾きと長さの知覚」をもとに形態が知覚される前に、図領域の「定位」→「大小弁別」→「延長方向の弁別」という順序で、下位機能が形成された。

しかし、それらの下位機能が習得されても、形態知覚の初期段階で観察の対象になるのは図領域の外郭つまり『輪郭』ではなく、図領域の内部がもつ『面領域』であった。つまり、[三角-円] および [三角-正方形] の対では、図領域の横幅の大小、あるいは図領域上部の拡がりの大小と拡がりの方向性が形態弁別の標識として抽出された。一方、「辺の傾き」や「辺の長さ」あるいは「角」という、『輪郭』に関わる特性を標識としての弁別が現れたのは、[正方形-円] のように図の内部特性だけでは弁別が困難な図形対を導入した後のことであった。

『輪郭』に関わる標識を用いて形態弁別が行われるのは、眼球運動の統御が可能になり、輪郭の特定の部位に視線を定位することが可能になり始めた段階であった。よって、そのような視覚機能の変化と、辺の特性を標識とする高次の形態視機能の発現とは相互規定性をもつものであると考えられる。

2. 5章では、手術後も触覚への依存度が高い開眼少年KM (先天性白内障の症例。9歳で両眼の手術を受けた) との実験を通じて、「充実図形」と「輪



輪郭線図形」が形態としては同じであったも、知覚的には等価ではない段階があることを示した。白い台紙上に黒色紙による図領域を貼付した充実図形では、図領域の輝度が周囲の地領域とは明瞭に異なるため、そこを「面」として捉えることが容易で、弁別も比較的容易に成立した。それに対し、輪郭線図形では『輪郭線』はそれ自体が形態を表現する「対象表示機能」と、輪郭線の内側が図領域であることを表象する「境界表示機能」を持っているために、輪郭線をリング状の形態として捉えることも可能であるが、輪郭に囲まれた内側の領域を図として捉えることも可能である。

だが、「面」を形態の基本対象とする知覚傾向が強いKMにあっては、黒線で描かれた「輪郭線」の部分（リング状の部分）を図として捉え、その形態を識別することは（試みたものの）困難であった。そのため、彼はそれまで地とみなしていた輪郭線の内側領域（白い部分）を図とみなす知覚的変換を行い、その白い面領域を形態の対象とすることで、輪郭線の形態弁別がようやく成立した。

ただし、その場合にも、そのような変換は自然発生的に起ったのではなく、輪郭線に囲まれた領域に、それと相似形で小さい別の面図形を補填するという介入操作を通じて、充実図形と輪郭線図形を等価なものとして知覚することが可能となった。

3. 第6章の複合図形を扱った実験では、単一の輪郭線図形の知覚が可能な開眼者であっても、複合された図形を「線の交差」や「線の重なり」という『立体的な構図』として捉えることは極めて難しく、多く示されるのは、小さい部分の集括とする平面的な知覚体制化であることを報告した。これらの結果は、プレグナンツの傾向（例えば、よい連続の要因や閉合の要因など群化の要因に従ったまとまり）による知覚的体制が、視覚の発生時においては、必ずしも自然な見方ではないことを示している。

このような複合図形における線の交差や重なり知覚については、透明な面（セロファン紙やガラス）の一部を重ねて、重なり部分における形態と色の変化を観察する介入実験、あるいは重なり部分を少なくした図形による介入実験を導入することによって、知覚的体制の変化が促された。

複合図形のように、「線」で「面の重なりや遮蔽関係」を表すという表現方



法が触覚世界で体験されることは少なく、ひとえに視覚的表象の世界に属する方法であることが、このような知覚的困難さをもたらしたものと思われる。

4. 第7章の「重なり図形」に関しては、それを初めて提示したときに、「重なり」あるいは「遠近」という『奥行き次元』の構造を表現するパターンとして捉えた開眼者はひとりもいなかった。その成立には、輪郭線で囲まれた領域を面として知覚することと、欠けた部分を補完する知覚が前提になる。

重なり図形から「奥行構造」の抽出を可能にする手続きとしては、遠近差をつけて一部が重なるように配置された二つの事物の奥行知覚からの転移、あるいは上下に重ねて貼り合わせた面図形の知覚からの転移、さらには、色紙を実際に重ねるという構成課題からの転移が、透明な面が実際に重なっている状況を観察する課題ともに、有効であることが明らかにされた。

5. 第8章では、実際には描かれていない境界線（主観的輪郭線）を知覚し、それをもとに「面形成」を図ることができるかどうかを検討した。実験に参加した3名の開眼者は、実輪郭線の知覚はできても主観的輪郭の知覚はまだ困難な段階にある。実輪郭に囲まれた面の形態とその配列構造のみを捉えるか、実輪郭に囲まれた領域と主観的輪郭による領域（捉えられたとしても）が同一平面に併存していると捉える、平面的な把握型(jigsaw puzzle型)の知覚が主たるものである。

つまり、主観的輪郭によって囲まれた面の形態を知覚し、それが実輪郭をもつ面よりも手前にあるとする、奥行きの知覚はまだ難しい。ただし、このような知覚特性は、5度以下の制限視野の下では視覚健常者においても等しく現れているので、開眼者に固有の現象ではなく、視力の低下並びに有効視野の狭さに起因する継時的な探索過程、ならびに周辺視野情報の減少に依拠する現象である可能性が示唆された。

6. 第9章では立体の構造把握に関する実験とその結果を取り上げ、平面図形であれば、形の識別が可能な段階に達した開眼者でも、立体の形態を視覚で弁別するには学習が必要である(TM、HH)ことが示された。最初の段階では、対象を真上から見下ろしてその上面の平面的な形態のみを捉えるという現象が共通に現れる。しかし、立体の識別が比較的早く成立した開眼者(NH)のように、次の段階では自己の視点移動に伴って対象の形態が変化することを



見出し、種々の視点から対象の形態を観察する。そして、最終的にはその立体を最もよく代表する形態、ということに注目をする。従って、視点の選択と固定とが始まり、特定の視点から捉えられる形態を以て、その立体を最もよく表象する形態であるとみなすようになった。

そのような視点とは、NHの場合には「手前斜め上方から見下ろす」という視線の方位であった。この視点からは二つ以上の面が同時に見え、単一の面（例えば上面）のみを見ているときよりも、立体感が際立つものになったと考えられる。



図1は第4章～第9章で扱い、開眼者において成立した「形態視」に関する課題と機能の順序性を記したものである。これらの課題もしくはその機能を、『輪郭』、『面』と『遮蔽』という観点から眺めなおすことによって、『形態視の基本特質とその形成過程』を統一的に説明することが可能であるように思われる。その際、明確にしておくべきことの一つは、輪郭は面に見える部分と見えない部分の境界であり、現実の対象は面から構成されており、その境界に「線」が存在するわけではない。しかし、2次元面に対象を描く場合には、その境界を線で表現するか、あるいは対象自体を線で表現するという事実である。第二の点は、われわれが見ている視覚世界は、対象の表面からの情報を基礎とするが、すべての面からの全情報を視覚系が捉えているわけではなく、その一部は「遮蔽」されているという事実である。視覚対象が光を透過しない物体であれば、見えているのは手前の面のみであって、対象の裏側はその対象自体が遮蔽しており、視点を固定している限り見えない。このように物体それ自身によって表面の一部が見えなくなる「自己遮蔽」以外にも、多数の対象が恣意的な位置に存在する視空間では、ある対象が別の対象の一部を遮蔽する「相互遮蔽」あるいは「遮蔽」の事態も当然起こってくる。

このような点を踏まえて図1をみると、まず形態視においては『面』と『輪郭』の知覚が関与しているが、面によって構成されている充実図形の知覚の方が、輪郭線図形のそれよりも先行して成立することが示されている。形態視に対して次に関与するのは、『遮蔽』とその『補完』という観点であるが、その知覚は自然発生的には成立しないことが示された。たとえば、立体視に関する実験は『自己遮蔽』による被遮蔽面の存在に気づき、そこを補完した上で、一定



の視点から見える部分を通じて、立体構造を復元させる機能であった。

また、対象の空間関係を表す種々の平面図形においては、遮蔽関係の解釈を下すこと（補完の知覚）が求められているが、それを求めた課題が複合図形、重なり図形、そして主観的輪郭の図形であったといえる。その中、「複合図形」は、輪郭線が「交差」する構図であり、必ずしも遮蔽を伴う重なり図形のみが求められているわけではない。しかし、線の交差という空間関係を知覚的解釈が可能になるまでには、透明な面による「遮蔽関係のない（あるいは遮蔽関係を決定できない）、面の二重性」、つまり透明視という中間的な知覚過程が必要であった。

次に、「重なり図形」では、遮蔽関係を決定する境界線をどちらの領域（面）に固有な輪郭として所属させるのが問題になる。その決定次第では、奥行関係の抽出が可能になるという、輪郭線の帰属化の課題であると捉えることもできる。例えば、正方形の横に3/4の円図形が描かれているとき（）、“”を正方形に属させれば、正方形が円の上に重なっているとの知覚になり、円の欠けた部分は正方形の後ろに隠れているのであって、270度の扇形ではないと知覚されている。このように描かれていない90度分を、被遮蔽によって生じた「見えない部分」として、連続的に補完して知覚するアモーダルな補完（amodal completion）は、開眼者にとって困難であった。

それは結局、遮蔽によって部分的にしか見えない情報に接して背後の対象と奥行を知覚するという、視覚としては極めて日常的な知覚事象に接してもそれに気づく機会が、開眼者にとっては極めて少ないことを示している。

#### 図1 形態視機能とその課題に関する関係図

最後に、カニッツアの三角形に代表されるような主観的輪郭図形では、線が存在しないのに、白い三角形（の輪郭）が、通常は黒い円の上に見える。このような知覚は「モーダルな補完」（modal completion）と呼ばれる。物理的には存在していない部分が知覚される現象を問題にしている、という点では重なり図形と共通するが、モーダルな補完では描かれていない輪郭線が補完され、そのようにして知覚される白い三角形は、黒で描かれた領域を消してしまうと見えなくなる。また、その面は黒の領域や実輪郭線で描かれた領域に対する「遮蔽物」であるのに対し、先のアモーダルな補完は面の補完であり、その面は「



1. 

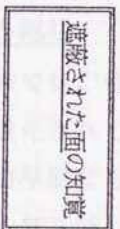
例：  
充美凶形  
(4章)



聯合學院  
の知覚



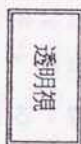
例：  
輪郭線図開形  
(5章)



遮蔽された面の知覚

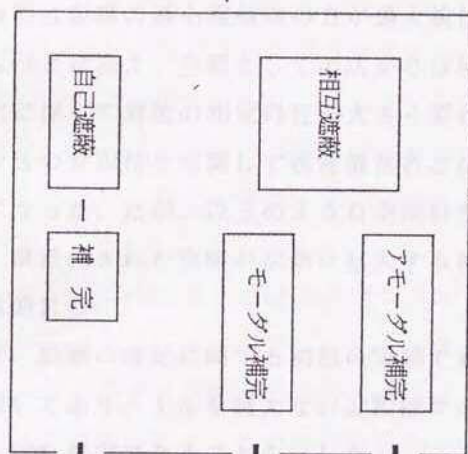


遮蔽のない面の二重性  
の知覚



透明視

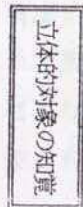
例：複合図形  
(6章)



例：重なり図形  
(7章)



例：主觀的的轉論學  
線圖形  
(8章)



例：立体形  
(9章)

被遮蔽物」である。

以上のように、主観的輪郭図形の知覚はもとより、種々の形態知覚に際して開眼者が示した困難性は、『描かれていないもの、見えないものを補完する』、『2次元の図形から3次元の構造を抽出する』という視覚様式の欠如であった。そのような現象は、『分解能の低下』と『視野の狭窄』のために、周辺情報をも同時に見るという知覚様式が確立されておらず、小領域の継時的な探索過程に陥りがちであるという、彼らの基本的な知覚特性にその一因があると考えられる。

### 第3節 視覚空間の拡大と構造化に関する総括

10～13章の視空間の拡大と構造化の章では、個々の対象を捉える機能を越えて、空間といういわば器そのものが構造化されているのかどうかという問題を検討した。彼らの視空間は手術後比較的早期にも、ある程度の奥行きを持っており、距離が極端に過小視されるという例（Chesseldenのような）はなかった。しかし、当初は距離の過小視傾向の方が過大視傾向よりも多いことは事実で、奥行きをもつとは言え、空間としての広がりとは極めて限定されている。また、距離の拡大に伴って対象の知覚特性が大きく変わる、“恒常度の低い”空間であり、奥行き弁別精度に関して視覚健常者とは異なる「異方性」を示すことが明らかになった。だが、以上のような空間特性は実験の継続によって減弱しつつあり、構造化された空間が次第に拡大する傾向を示していることも認められた。具体的には、

1. 10章では、距離の推定に関する初回の実験で過小視が生じたのは、試行総数に対して62%であり、1mを越えない近距離での過小視の程度は実際の距離に対して、-20%程度であることを示した。

更に、奥行の弁別精度については、前方向よりもむしろ下方向で感度がよいという可能性が示され、視覚健常者のように、前方向での精度が垂直方向よりも高いという傾向とは異なる、視空間の「非均質性」が示された。例えばKTの場合、10cmの奥行差を弁別できる最大距離は前方では85cmにとどまるが、下方向では110cmである。

2. 11章では前方に提示された対象の大きさが、提示距離の拡大に伴って



どのように変化して知覚されるのかという問題を調べ、Gilinsky(1951)の式に当てはめて考察した。そもそも、開眼者は同一の対象が距離の拡大に伴って小さく見える、という視覚経験を持ち合わせていないことが明らかにされた。大きさと距離を関係づけて見るという知覚特性は、遠距離の対象を観察するという日常生活での体験、あるいは同一事物の大きさを種々の距離から観察・表現するという実験を経て初めて習得されることが明らかになった。

実験の結果、距離の僅かな拡大でも対象の大きさが急激に縮小して見えるという傾向及び、大きさがほぼ一定に保たれる最大距離が視覚健常者の場合よりも短い、という傾向が顕著に認められた。第1の傾向については、実験を継続しても余り大きな変化は認められなかったが、大きさがほぼ一定に保たれる距離は少しずつ、拡大していることが明らかになった。

肌理の密度勾配を通じて奥行を表現する平面のパターンを見て、前方に広がる奥行次元を視覚的に抽出することは極めて難しいことが明らかになった。実物あるいは模型の線路や廊下など、前方向に連続的に連なる実物を観察することからの転移が、そのような知覚の成立にとって有効であることが示された。

3. 近距離(30cm以内)に提示された色紙による色の識別は、1か月余りの間に継続された5~6回の実験によって、ほぼS字曲線状の経過を辿って成立するという結果が得られた(Y S)。だが、そのような段階に達していても、遠距離(前方およそ5mまで)から示された色紙で色の識別が可能になったのは4年後のことである。

開眼者の場合、遠距離でも識別が比較的容易な色は「黄色」と「青」であるという傾向が認められ(Y S、K T、H H)、視覚健常者に比べて「赤」の優位性は顕著でなかった。色を遠距離から観察する場合、開眼者にとっては色の彩度が急激に低下して見えている、という可能性も示唆された。

4. 13章では、K Tに行った実験によって、平面図形の形態識別精度は提示距離、視線に対する台紙の成す角度、台紙を本人が保持するのか実験者が提示するのかという、提示にかかわる空間条件に大きく影響されることを明らかにした。遠距離(30cm 以遠)に提示されたり、机の上に倒して提示されたり、本人が台紙を持たないという空間条件下では、「形の恒常性」が保たれず、識別正答率は低下する。



遠距離での形態識別にあたっては、一度に図領域の全体を捉えることが困難になり、探索領域を分割して個々の領域で検出した特徴を接合して全体の識別に至る、いわば「分割視」のような事態が起こっていることを明らかにした。そのような観察事態は、形態視情報の記憶、統合などにとって極めて不利であることは明白である。ただし、「分割視」という現象は開眼者に固有のものではなく、視覚健常者においても視野制限下では現れ、そのような状況では形態の識別はもとより、歩行なども不自由になる。よって、開眼者が遠距離で形態を識別することが困難であるという現象は、有効視野の狭窄とそれに伴う分割視事態に一因があるという可能性が示唆された。

事物の遠距離識別にあたって、事物の属性が抽出される最大距離は一様でない。その「所在」に関する視覚情報は平均2m以遠から検出されるが、「色調」は2m近辺で、「大きさ」と「形態」は1.5mまで近づいてから見いだされる。その段階に至りそれらの情報を備える事物の「名称」が列挙され始めるが、正しい「事物の識別」に至るのは、対象が開眼者の前方、1mまで近づいたときである。

#### 第4節 今後の展望

視覚の発生と形成の基礎過程を「形態視」と「空間の構造化と拡大」に関する継続的な実験を通じて考察してきた。このような結果から、術前の触覚に強く依存した世界から、新たに視覚空間を形成するにあたり、最も困難な機能が何であるかが明示され、そこからの変化の過程が示された。そのような事実の提示によって、“視覚による認識にとって本質的な機能”と、“初期の視覚遮断によって制限される視覚機能”を明らかにしたと言い換えることもできるし“Molynex 問題”への解答を示すことにもなっている。

実験の結果明らかにされたことは大別して、I. 開眼者が視覚情報を入力する段階で受けている制限状況と、II. 彼らが示す視覚的認知機能の特性（その困難性）であった。前者に関して彼等は、1. 単に低視力であるばかりでなく、2. 視野が狭く、3. 眼球運動の統御が難しいという状況にあり、そのような事態では、非常に少なく、時には不鮮明で、狭い範囲から収集した情報を素材にして認識をしなくてはならないという制約化にあるという事実である。このこと



は、視覚情報の入力及び蓄積にとって不利であることはもとより、すでに記憶されている情報とそれらに関連づける上でも大きな制限要因となる。次に、後者IIの初期の視覚機能で認知が困難なことの一つは、1.『線の知覚』である。線が細くて見えないためではなく、見えていても線自体が形態を示す「形態表示機能」と、線に囲まれた領域を図とみなす「輪郭（境界）表示機能」の習得が困難なのである。

2.更にそのような輪郭線で描かれた線の交差、面の重なりなど、2次元面の映像でありながら立体構造を表象する図形から、3次元の構造を視覚的に抽出する『線による立体表現の知覚』にも困難を極めた。例えば、複合図形では交点で2本の線が交差していること、重なり図形では不完全な形態が被遮蔽を意味することの認知が困難である。このような表象には見える部分だけを描き、それによって対象の全体性を代表させる、という視覚の習性が深く関わっている。対象を持ち上げて手を動かしながら全領域を触って認識に至ることの多い触覚と視覚の差異が、このような困難性をもたらしている可能性は否定できない。

3.第三の視覚機能上の困難性は立体形の知覚において顕著な現象であるが、対象の形態を抽出しうる視点を選択・固定して観察することが難しいということである。上面を見下ろしたのでは立体の識別は不完全であることを見出した後に、種々の側面をもつ立体の対象では視点の移動に伴って平面図形のときよりも、遥かに多様な形態が立ち現れるという現象が発見された。それらを経た後に初めて、視点を固定して二つ以上の側面（しかもその形態の代表性の高い形態）を同時に捉えることの視覚学習が成されたのであった。

4.第四は、視覚では触覚と異なり、直接手で捉えられないような遠距離（自己の身体と隔離された状況）に提示された対象の特性を知覚することが求められるという困難性である。その場合、距離の拡大に伴って対象の見え方が急変すると、視覚空間の安定性は保たれないが、開眼者の視空間では、そのような変化を抑える視覚機能—例えば恒常性、眼球運動の統御など—が保持されたとしても、それは極めて狭い範囲に限定されているのが実情である。

以上のような結果を踏まえたとき、今後果たすべき課題としては、このよう

な知覚特性が発生するメカニズムの解明である。その際、有効な資料となるのは、視覚刺激遮断弱視に関する動物実験並びに臨床眼科による研究報告、及び視覚情報処理の脳内プロセスに関する神経生理学と神経心理学の知見である。

開眼者が提供してくれた結果は、「ものを見るということは認識にかかわることであり、学習によって成されることである」というまぎれもない事実である。そのような視覚による認識と学習の過程は、今日種々の学問領域から多くの関心が寄せられてはいるが、その本質はまだ明らかにされていない。例えば、こちらに歩いてくる人が、A氏であることがわかったとして、その顔や服の色、形、動きを知覚する個々の神経細胞の脳内箇所がわかったとは言え、各情報をどのように統合してそのような認識に至ったのか、その決めてになる認識の過程はまだ解明されていないのである。

脳生理学による各モジュールの伝達経路の新しい知識、ニューラルネットワークのアプローチの立場から感覚・知覚の統合と神経学的コネクショニズムの問題を捉えようとする認知科学の立場あるいは、神経生理学的知見をも参考にしつつ、神経細胞の場所捜しに傾きがちな研究傾向に足を掬われることなく、視覚的認識行動に関する基本事実を基礎として、その形成過程を今後も深めて行きたいと考えている。さらに視覚健常な乳幼児の視覚発達にも今後は足を踏み入れて、開眼者の視覚機能の発生過程と比較考察することによって、視覚発生論を広く展開していく契機としていくことを願っている。



# 引用文献

- 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
- Allesch, G. J. von 1931 *Zur nichteuklidischen Struktur des ph nomenalen Raumes*. Gustav Fischer.
- Arnheim, R. 1974 *Art and visual perception*, Betkely: University of California Press.
- Banton, T. & Levi, D. M. 1992 The perceived strength of illusory contours. *Perception & Psychophysics*, 52, 676-684.
- Berkeley, G. 1709 *An essay towards a new theory of vision*. Everyman's Library, No. 483, Dent. 下條信輔・植村恒一郎・一ノ瀬正樹 (訳) 1990 *視覚新論*. 勁草書房.
- Berlin, B. & Kay, P. 1969 *Basic color terms. Their universality and evolution*. University of California Press.
- Bradley, D. R. & Dumais, S. T. 1984 The effects of illumination level and retinal size on the depth stratification of subjective contour figures. *Perception*, 13, 155-164.
- Chapanis, A. & McCleary, R. A. 1953 Interposition as a cue for the perception of relative distance. *Journal of Genetic Psychology*, 48, 113-132.
- Chesseldon, 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.
- Coren, S. Subjective contours and apparent depth. *Psychological Review*, 79, 359-367.
- Condillac, E. B. de 1754 *Traite des sensations*. 加藤周一・三宅徳嘉 (訳) 1948 *感覚論*. 創元社.
- Diderot, D. 1749 *Lettre sur les aveugles*. 平岡昇 (訳) 1976 *盲人に関する手紙*. 法政大学出版局.
- Dumais, S. T & Braddley, D. R. 1976 The effects of iluminatione level and retinak size on the apparent strength on subjective contours. *Perception & Psychophysics*, 19, 339-345.
- Dutt, K. C. 1938 *Cataract operations in the orehistoric age*. *Archives of Ophthalmology*, 20, 1-15.



- Frantz, J. C. A. 1841 Memoire of the case of a gentleman born blind, and successfully operated upon in the 18th year of age, with Physiological observation and experiments. *Physiological Transactions*, 131, 59-68.
- Gibson, J. J. 1950 *The perception of the visual world*. Houghton Mifflin.
- Granrud, C. E., Yonas, A., Smith, I. M., Arterberry, M. E., Glicksman, M. L., & Sorknes, A. C., 1984 Infant sensitivity to accretion and deletion of texture as information for depth at an edge. *Child Development*, 55, 1630-1636.
- Granrud, C. E., Yonas, A. 1984 Infants' perception of pictorially specified interposition. *Journal of Experimental Child Psychology* 38, 19-32.
- Gregory, R. L. & Wallace, J. G. 1963 Recovery from early blindness: A case study. *Experimental Psychology Society Monograph*, 2, 1-46.
- 原田政美 1989 眼のはたらきと学習, 慶應通信.
- 原田政美・田中農夫男 1966 視覚欠陥児. 明治図書.
- Hebb, D. O. 1937 The innate organization of visual activity : I. Perception of figures by rats reared in total darkness. *Journal of genetic Psychology*, 51, 101-126.
- Hebb, D. O. 1949 *The organization of behavior : A neuropsychological theory*. Wiley.
- Hebb, D. O. 1980 *Essay on Mind*, Lawrence Erlbaum Associates. 鹿取廣人他共訳, 1987 『心について』 紀伊國屋書店.
- Helmholtz, H. von 1910 *Handbuck der psysiologischen Optik. III. Die Lehre von den Gesichtswahrnehmungen*. Voss. [英訳版] J. P. C. Southall (Ed.) 1962 *Helmholtz's treatise on psysiplpgical optics* (translated from the third German Edition). Vol. III. Dover.
- Hubel, D. H. & Wiesel, T. N. 1962 Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's cortex *J of Psysiology*, 160, 106-154.
- 市川宏・安間哲史・鳥居修晃・望月登志子 1976 先天盲開眼手術後の視覚獲得過程の観察. 第2回感覚代行シンポジウム論文集, 59-63.
- Ikeda, M., Uchikawa, K. & Saida, S. 1979 Static and dynamic functional visual fields. *Optica Acta*, 26, 1103-1113.
- 池田光男 1982 パターン認識と有効視野, 鳥居修晃(編) 現代基礎心理学3 知覚II. 東京大学出版会. 83-104.
- 今泉亀徹 1967 角膜移植と眼球銀行. 健康教室, 第203集, 17-24.



- James, W. 1892 *Psychology*. Henry Holt. 今田恵 (訳) 1937 心理学. 岩波書店.
- Julesz, B. 1971 *Foundations of Pyclopean Perception*. Chicago: University of Chicago Press.
- 金原出版社 1978, 1990 医学大辞典.
- Kanizsa, G. 1955 *Margini quasi-percettive in campi con stimolazione emogena*. *Rivista di psicologia*. 49, 31-49.
- Kanizsa, G. 1976 *Subjective contours*. *Scientific American*, 234 April, 48-52.
- Kanizsa, G. 1979 *Organization in Vision: Essays of Gestalt Perception* New York: Praeger. (視覚の文法—ゲシュタルト知覚論—、野口薫監訳サイエンス社).
- 神作博 1985, 色のはたらきと交通安全, あたらしい眼科, 2, 8, 1079-1088.
- 北原健二 1994 周辺視、大山正・今井省吾・和気典二 (編) 新編感覚・知覚ハンドブック, 誠信書房. 923-945.
- Koffka, K. 1935 *Principles of Gestalt psychology*, Kagan Paul., 鈴木正訳 1988 *ゲシュタルト心理学の原理*. 福村出版.
- Kojo, I., Liinasuo, M., & Rovamo, J., 1993 *Spatial and temporal properties of illusory figures*. *Vision Research*, 33, 897-901.
- 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 研究紀要, 第14巻, 1-14.
- 小柳恭治・山梨正雄・千田耕基・志村洋・山県浩 1984 視覚障害児のパターン認識の発達とその指導 (2). 国立特殊教育総合研究所 研究紀要 第11巻, 107-119.
- 黒田正己 1965 透視画. 美術出版社.
- 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於イテノ調査報告. *Acta psychologica Keiji*, 1 (1), 17-42.
- 桑原安治 1975 白内障 岩波書店.
- Latta, R. 1904 *Notes on a case of successful operation for congenital cataract in an adult*. *British Journal of Psychology*, 1, 135-150.
- Locke, J. 1690 *An essay concerning human understanding*. 大槻春彦 (訳) 1972 人間知性論. 岩波書店.
- Mackworth, N.H. 1976 *Stimulus density limits in the useful field of view* In R.A. Monty & J.W. Senders (Eds.) *Eye Movements and Psychological Processes*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Association 307-321.
- 松田真作 1990 有効視野からみた近中心窩情報処理、心理学評論 33, 2,



159-180.

Metzger, W. 1953 Gesetze des Sehens. Frankfurt am Main : Kramer.

盛永四郎 (訳) 1968 視覚の法則. 岩波書店.

望月登志子 1975a 開眼手術後の視知覚の状況と文字の習得過程Ⅰ. 日本女子大学紀要 家政学部, 22, 29-45.

望月登志子 1975b 開眼手術後の視知覚の状況と文字の習得過程Ⅱ. 日本女子大学紀要 家政学部, 22, 47-57.

望月登志子 1976 視覚と触覚による二次元図形の構造把握—開眼者と晴眼児の比較を中心として—. 日本女子大学紀要 家政学部, 23, 19-29.

望月登志子 1977 視覚と触覚による重なり図形の構造把握—開眼者と晴眼児の比較を中心として—. 日本女子大学紀要 家政学部, 24, 23-31.

望月登志子 1978 開眼手術後における色彩視の成立過程. 日本教育心理学会第20回総会論文集, 372.

望月登志子 1979 開眼手術後における奥行の把握. 人間研究 (日本女子大学教育学会), 15号, 8-31.

望月登志子 1979 視覚と触覚による透視図的図形の構造把握—開眼者と晴眼児の比較を中心として—. 日本女子大学紀要 家政学部, 26, 19-28.

望月登志子 1981 開眼手術後における色彩視の成立過程. 日本女子大学紀要 家政学部, 28, 31-41.

望月登志子 1985 開眼手術後における事物の識別. 日本女子大学教育学科誌 人間研究, 21, 50-98.

望月登志子 1988 乳児及び弱視児における奥行き・距離知覚と視空間の構造化の過程. 科学研究費研究成果報告書.

望月登志子 1989 開眼手術後における視機能とその分化—視空間の機能を中心として—. 基礎心理学研究, 7(2), 53-70.

望月登志子 1992 定位活動Ⅱ, 知覚と認知の心理学Ⅰ, 培風館, 64-79.

望月登志子 1993a 視野制限下における視覚的定位と空間内探索活動  
平成3年・4年科学研究費補助金 一般研究B成果報告書, 30-42.

望月登志子 1993b 開眼手術後における定位活動と色の弁別. 視覚障害と認知 放送大学教育振興会. pp. 111-132.

望月登志子 1994a 主観的輪郭線図形における形態把握の多様性—視覚と触覚による知覚型を通じて—. 日本女子大学人間社会学部紀要, 4, 55-67.

望月登志子 1994b 視野制限条件下における主観的輪郭線図形の知覚. 日本基礎心理学会第13回大会口答発表 (基礎心理学研究13, 1, 61).

望月登志子・石黒清子・山本潔 1985 幼児の視力と図形認知. 昭和59年度荒川区自主研究グループ 結果報告書, 45-62.



- 望月登志子・石黒清子・山本潔 1986 幼児の視力と図形認知(第2報)ー縦断研究を手がかりとして。昭和60年度荒川区自主研究グループ 結果報告書 36-55.
- 望月登志子・鳥居修晃 1987 視覚の発生と非言語的交信行動の形成. 心理学評論, 30, 49-84.
- 望月登志子・鳥居修晃 1990 角膜移植後における視覚的定位活動. 日本基礎心理学会第9回大会口頭発表, 基礎心理学研究, 9(1), p.59.
- Mochizuki, T. & Torii, S. 1987 Postoperative formation of visual depth perception in the early blind. Abstract of Biennial Meeting of IXth International Society of Behavioral Development 270.
- Mochizuki, T. & Torii, S. 1988 Visual depth perception in the early blind after surgery, Abstract of XXIV International Congress of Psychology .270.
- Morgan, M. J. 1977 Molyneux's question. Cambridge University Press.
- 野澤晨 1979 図形の場の強さの測定による"主観的輪郭線"の実験的研究 (II) 聖心女子大学論叢, 53集, 55-86.
- 野澤晨 1990 輪郭対図形についてー絵画における輪郭線ー. 聖心女子大学論叢 75 集, 69-81.
- 芋阪直行 1986 周辺視機能の精神物理学的研究 風間書房。
- 芋阪良二 1982 空間の認知 基礎心理学講座代3巻 183-231. 東京大学出版会
- Pastore, N. 1971 Selective history of theories of visual perception: 1650-1950. Oxford University Press.
- Rucker, C. W. 1965 Cataract: A historical prespective. Investigative Ophthalmology 4, (4), 377-383.
- Riesen, A. H. 1947 The development of visual perception in man and chimpanzee. Science, 106, 107-108.
- 佐々木正晴・鳥居修晃・望月登志子 1982 開眼受術児の視機能の習得過程. 第8回感覚代行シンポジウム論文集, 75-79.
- 佐々木正晴・鳥居修晃・望月登志子・高久 容一・山下栄三 1984 先天性白内障の手術後における形の知覚. あたらしい眼科, 1, 79-81.
- 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.
- 佐々木正晴・鳥居修晃・望月登志子 1994 先天性白内障の手術前後における視・運動系と触・運動系の活動(I) 日本基礎心理学研究12, 2, 85-97.
- Senden, M. von 1932 Raum-unt Gestaltauffassung bei operierten Blindge-



- borenen vor und nach der Operation. Barth. (Trs. by P. Heath 1960 Space and sight. Methuen.)
- Shipley, T. F. & Kellman, P. J. 1992 Perception of partly occluded objects and illusory figures: evidence for and identitory hypothesis. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance 18, 106-120.
- 園原太郎 1939 二歳児の遠近把捉に就いて、実験心理学研究、5, 149-172.
- 園原太郎、竹本照子 1956 幼児に於ける重なるの認知、心理学研究、27, 139-141.
- Steiner, G. 1986 Zeichnen des Menschen andere Sprache, Verlag P. Parey, Berlin.
- 今泉ゆき子訳 線画の世界—人間のもうひとつの言葉. 思索社.
- 武市啓司郎・和気典二・山下由己男・鳥居修晃・望月登志子 1977 先天盲並びに開眼者の眼球運動とそのフィードバックによる統御. 第3回感覚代行シンポジウム論文集. pp. 139-144.
- 鳥居修晃 1973 開眼手術後の視知覚の成立. 東京大学教養学部人文科学科紀要, 第58輯, 29-70.
- 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, 72, 27-75.
- 鳥居修晃 1982a 視覚の心理学, サイエンス社.
- 鳥居修晃 1982b 視知覚の発生と成立. 鳥居修晃(編) 知覚Ⅱ(現代基礎心理学3). 東京大学出版会, pp. 45-82.
- 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.
- Torii, S. & Mochiuki, T. 1976 Sight-restoring process following surgery in the early blind. Abstract guide of XXIst International Congress of Psychology, 327.
- 鳥居修晃・望月登志子 1975 先天盲における開眼後の視知覚の構造化、感覚代行シンポジウム論文集, 1, 71-81.
- 鳥居修晃・望月登志子 1976 開眼手術後における視覚的弁別の成立. 第2回感覚代行シンポジウム論文集, 45-57.
- 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・望月登志子 1992 視知覚の形成1=開眼手術後の定位と弁別= 培風館
- 鳥居修晃・望月登志子 1993 視覚障害と認知、放送大学教育振興会。



- 梅津八三 1952 先天性盲人の開眼手術後における視覚体験. 児童心理と精神衛生, 2(4), 1-9.
- Umezu, H., Torii, S., & Uemura, Y. 1975 Postoperative formation of visual perception in the early blind. *Psychologia*, 18, 171-186.
- 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. 基礎心理学研究, 6, 67-78.
- 上坂吉則・田嶋健治 1976 図形分節を説明するためのモデル. 電子通信学会誌 59-D, No.1, 1-8.
- valvo, A. 1971 Sight restoration after long-term blindness: The problems and behavior patterns of visual rehabilitation. American Foundation for the Blind.
- 和気典二・武市啓司郎・鳥居修晃・望月登志子 1979 眼球運動とそのフィードバックによる統御. 第15回日本 光学会論文等, 119-122.
- 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.
- Warm, J. S., Dember, W. N., Padich, R. A., Beckner, J., & Jones, S., 1987 The role of illumination level in the strength of subjective contours. In S. Petry & G. R. Meyer (Eds.) *The perception of illusory contours*. New York: Springer-Verlag., 176-182.
- 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.
- 安間哲史・外山喜一・鳥居修晃・望月登志子 1977 先天盲開眼手術後の視知覚獲得過程の観察, 臨床眼科, 31(3), 389-399.
- Watanabe, T. & Oyama, T. 1988 Are illusory contours a cause or consequence of apparent depth in the Kanizsa square? *Perception*, 17, 513-521.
- 渡辺武郎・永瀬英司 1989 主観的輪郭のメカニズム—研究史と問題点. 基礎心理学研究, 8, 17-32.



卒論製本  
ヤマザキ  
☎(03)3958-1681