

中心視と周辺視の機能的差異

ロービジョンの研究から

小田 浩一

東京女子大学 現代文化学部 コミュニケーション学科

〒167-8585 東京都杉並区善福寺 2-6-1

1. はじめに

本田¹⁾の提起した問題には、複数の側面がある。視覚にサブシステムがあるという側面と、物体認知以外にも姿勢制御のような機能を視覚が担っているという側面である。精緻な物体認知を要しない姿勢制御や移動の制御は、系統発生的に古いシステムによっても可能であり、人間の視覚系では、それがサブシステムとして機能しているという関係になる。また、optic flowは、具体的な認識の対象になる必要のない複数の視覚刺激の移動距離と方向の全体のパターンが観察者の移動方向の知覚を与えるという、後者に特異な刺激事象である。本田の提起の中では論じられていないが、物体認知と姿勢・移動制御という二分法で言えば、中心視と周辺視という関係にも、この分業をみることができる。ここでは、筆者が関心を持ってきた視覚障害の問題との関連において、その二つの視野の機能的違いについて考えてみたい。

2. 二つのロービジョンとタスクの相互作用

以下の2つの例を比べてみてほしい：

例1：白杖をついて歩いている人があり、地下鉄の駅に行こうとして苦勞をしているようなので、声を掛けた。行き先が一緒なので、手引きをして改札を通り、目的の地下鉄に乗り込んで空いている席を探して一緒に座った。視覚障害者は礼を言ったかと思う

と、鞆の中から文庫本をとりだして、読み始めた²⁾。

例2：体操服を着て出迎えてくれたAさんは、我々を応接室に連れて行ってくれた。歩幅は広く、かなり早足の方であった。応接室では、互いに自己紹介をしたが、視線が合うことはなかった。我々の質問に答えるための取り出した資料は、全部点字であった。

この二つの極端な例は、ロービジョン (Low Vision: 視覚障害であるが、視覚機能を利用できる状態) の中でそれほど珍しくない2つのタイプについて書いたものである。例1は、網膜色素変性症 (Retinitis Pigmentosa; RP) という疾患によって求心性の視野狭窄が生じて周辺視野が使えなくなってしまう場合の人間の視覚行動を表している。例2は、黄斑変性症 (Macular Degeneration) という疾患によって中心視野欠損が生じた場合の人間の視覚行動を表している。黄斑変性症は、高齢者の間で急速に増えており、加齢黄斑変性症 (Age-related Macular Degeneration; AMD) と呼ばれる。現在アメリカの視覚障害原因の筆頭になっており、日本でも人口の高齢化に伴い急増している。

図1～4は、視野の違いについて示したものである。図1は、知覚されている視野であるが、実際には網膜は均質の解像度を持っているわけではなく、図2のようになっていはずである。人間の視覚システムは、図2のよ

うな視野を図1のように見せる機能をもっている。図3は例1のタイプの視野を、図4は例2のタイプの視野を示している。

この二つの例から、物体認知と移動制御が、視野の中心と周辺で見事に分業していることが分かる。視覚障害によって起こる生活上の二大問題は、読書と移動だと言われているが、その二つは、それぞれ中心視野と周辺視野によって分担されているように思われる(表1)。

小林ら³⁾は、JR東京駅の階段の視認性を改善するために、視覚機能正常の成人を人工的にロービジョンの状態にして、階段の移動時間や内観報告を求めた。階段のステップが見やすくなるようなコントラストの高いテープを貼ると、白内障や角膜混濁のシミュレーションでは、移動行動が正常範囲程度に改善したが、求心性視野狭窄のシミュレーションでは、改善はあったが、それでもなお正常水準には達しなかった。行動観察からは、周辺視野に障害があると歩幅が小さくなり、移動速度が下がる。また、視覚探索に要する時間が長くなることが分かった。

網膜の中心窩は、網膜の他の部分に比べて後から発達してくる。この部分は、単に解像度が高いだけでなく、読書や顔の認知にかなり特殊化した部位らしいことが分かってきている。一方、周辺視野は、身体全体・あるいは部位の移動に重要な役割を果たしており、中心窩のみを残すような状態では、視覚以外の手がかりを使って行動を制御せざるを得なくなっていくと考えられる。

表1 視野障害のタイプと障害される行動のタイプ

視野障害	困難な視覚タスク
中心視野欠損	読書・顔の認知
周辺視野障害	移動・障害物回避

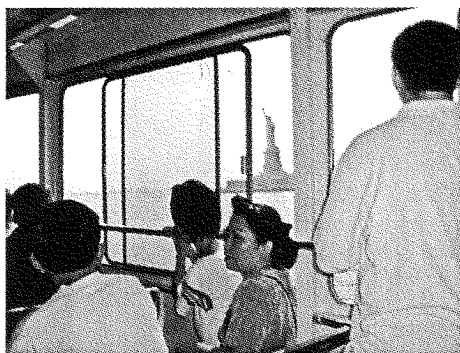


図1 我々が見ている視野。



図2 実際には解像度の変化や端があるはず。

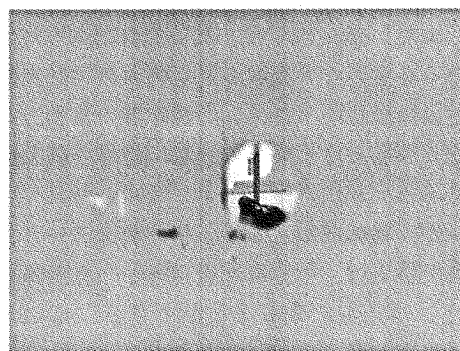


図3 求心性視野狭窄のある視野。



図4 中心暗点のある視野。

3. Optic flow 刺激と中心・周辺視野の関係

今年の ARVO で発表された研究に、Dobbelsteen と Cornelissen⁴⁾ の中心・周辺視野で optic flow 刺激に対する応答の仕方が異なるというものがある。二人は、被験者の視線方向をリアルタイムで測定しつつ、眼球運動に追従するような中心暗点や周辺視野欠損（ウィンドウ）をつくり、視覚刺激としては、拡大する optic flow を提示した実験を行った。被験者の課題は、optic flow を観察して知覚される自分の移動方向（つまり、optic flow 刺激の拡大の原点）に視線をできるだけ早く正確に移動させるというものであった。Optic flow の原点は、正弦波状に左右 30 度の範囲で移動していた。被験者の視線の移動の潜時と精度が記録された。視野障害が中心か周辺か、またその大きさによって潜時や精度に違いがあるかを調べると、大まかに言って視野障害が大きいほど精度は下がり、潜時は長くなった。

第 2 実験では、optic flow の拡大の原点の移動の仕方に 2 種類作り、結果を比較した。optic flow 刺激の拡大の原点は、身体の移動方向により決定するため、人間が歩行しているような事態では、外界に対して比較的一定に保たれる。一方眼球は、外界の対象を求めてサッカードしている。このため、視野内では、optic flow の原点は矩形波状に移動するはずである。そこで、矩形波状に原点を移動させて、正弦波状に移動させた場合の結果と比較した。この結果、精度には、原点の移動の仕方は影響しなかった。しかし、潜時は視野障害のタイプと大きく相互作用した。周辺視野のみで見ている条件では一したがって中心暗点の場合には一矩形波状の移動の場合に潜時が短い、中心視野のみで見ている場合には、逆に正弦波状の移動の場合に潜時が短くなった（図 5）。

Optic flow は、optic flow を形成する個々の要素が何かを認識する必要のない刺激であり、そのパターン全体で観察者の移動方向を

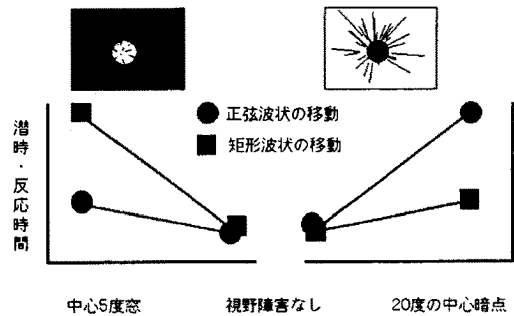


図 5 中心視と周辺視で optic flow の原点の移動の仕方によって潜時が異なる⁴⁾。

知覚させる情報を与えている。その原点が眼球運動にともなって移動するような場合、周辺視野の感度は、中心視野よりも良いことが分かる。移動や姿勢の制御などが周辺視野の得意な課題であることの証であると言えるかもしれない。しかし、観察者の移動方向の変化による optic flow の原点の移動には連続性があり、正弦波状に移動するであろう。そのような場合には、中心視の方が感度が良いということが出来る結果である。歩行時には問題にならない違いかもしれないが、自動車の運転時など観察者が高速移動する場合の移動制御には、中心視の存在は欠くべからざるものになるであろう。

4. おわりに

Dobbelsteen と Cornelissen の研究は、人間が移動する場合にどのように視覚が関与するのか、それが中心視と周辺視でどう異なるのかを optic flow を用いて調べようとした興味深い研究である。この研究は、視覚障害者の移動の困難の解明という動機を持っている。

2 章で述べた求心性視野狭窄のある人間に見られる移動の困難については、人工的な周辺視野障害を作ったり、視野障害のある患者を視野障害の場所やサイズから分類した上で障害物を置いた廊下を歩かせるような研究が繰り返されてきた。結果は、中心 10 度を切るまでさして困難が見られなかったという研究⁹⁾ や、中心から 37 度の範囲までの視野と、37-

58度の下方視野がもっとも重要であった⁶⁾というような非常にラフで一貫性の低い知見しか得られてこなかった。この文脈では、移動環境に存在する多種多様な刺激の中から、optic flowだけを取り出し、中心視野と周辺視野という二つのカテゴリを同じ条件でシミュレーションして行われた Dobbsteen & Cornelissen の研究は画期的なものであると言える。

ロービジョンのケースに見られる中心と周辺の視野障害の機能的違いは、これまで臨床家を悩ませてきた。「ロービジョンは十人十色で理解できない」という定説は、視野が図1に示したように均質だという思いこみに基づいていたからとみることもできる。視覚障害を視力の絶対値のみで、あるいは、視野欠損の総量だけで評価しようとすれば、移動の困難と読書障害の乖離は理解を超えるであろう。視覚的なタスクと、障害のタイプが相互作用することが理解されて、はじめてロービジョンが理解できるようになってきたのである。ロービジョンの理解は、すなわち、人間のビジョンの理解でもある。物体認識のシステムと物体認識を必要としない身体制御のシステムは、全盲ではどちらも障害されて視覚的に行うことができないが、ロービジョンでは、別個に障害されることがある。脳損傷のケースが脳の高次機能・認知的過程について重要な知見を与えてくれるように、ロービ

ジョンの事例は、視覚についての重要な知見を与えてくれる。

謝辞：本報告は、1999年7月27日の夏季大会のパネルディスカッションでの話題提供に加筆したものである。厚生科学研究費補助金、文部省科学研究費補助金(#11871023, #11351001, #09044007)、ならびに日産科学振興財団から援助を受けた。

文 献

- 1) 本田仁視：視覚行動のサブシステム：Optic flow をめぐって。 *Vision*, 11, 123-128, 1999.
- 2) 小田浩一・中野泰志：視野の欠損に起因する障害の補償。鳥居修晃（編著）：視覚障害と認知。放送大学教育振興会，75-84, 1993.
- 3) 小林 章・村上美樹・望月保男・小田浩一：ロービジョン者のための階段視認性向上に関する研究。国立身体障害者リハビリテーションセンター研究紀要，No. 20, 42-50, 1999.
- 4) J. J. Dobbsteen and F. W. Cornelissen: Detecting heading with simulated field defects. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 40 (4), S799, 1999.
- 5) D. G. Pelli: The visual requirements of mobility. G. C. Woo (Ed.): *Low Vision: Principles and Applications*. Springer-Verlag, New York, 134-146, 1986.
- 6) J. Lovie-Kitchin, J. Mainstone, J. Robinson and B. Brown: What areas of the visual field are important for mobility in low vision patients? *Clinical Vision Sciences*, 5, 249-263, 1990.