

視覚行動のサブシステム

眼科臨床の見地から

仲泊 聡

神奈川リハビリテーション病院 眼科

〒243-0121 神奈川県厚木市七沢 516

1. はじめに

本稿は、本田仁視氏の基調講演「視覚行動のサブシステム：Optic flow をめぐって」¹⁾に関連した、筆者の臨床経験を列記したものである。まず、本田氏のトピックスのうち次の3点について述べたい。

(1) 視覚性定位は対象物の厳密な識別を要しない。

(2) OKN の非対称性。

(3) 交叉系の方が非交叉系よりも発達の早い時期に確立する。

そして、パネルディスカッションで活発な御意見をいただいた視覚行動のサブシステムの障害と思われる追加の2症例について、本紙面をお借りしてより詳しくプレゼンテーションをさせていただこうと思う。追加症例については、当初、筆者は客観性がなく、学会でお話できる内容ではないと判断していたが、座長の斎田真也氏からは是非にといわれ、発表することになった。しかし、大勢の皆様の御意見をいただき、学会員の皆様のただならぬ関心を実感したので、改めて詳細を報告することにした。さらなる御意見をいただければ幸いである。

2. 視覚性定位は対象物の厳密な識別を要しない

本田氏の講演の中では、「視覚性定位が対象物の厳密な識別を要しない」例として盲視

現象と視覚失認患者の形態知覚と定位行動の解離現象があげられた。最近、筆者は視覚失認と思われる症例を経験し、機能的MRIによる検査にて、中心暗点との鑑別を試み、報告した²⁾。この患者は、本田氏が紹介された例とは異なっているが、形態知覚と定位行動の解離と考えられる一面を有していたので、ここに紹介する。症例は、72歳の男性で、主訴は読字困難であった。他は、入院生活上においてさほど不自由はなく、周囲の人からはもっと見えていると思われていた。特に訓練動作時の視覚の活用は、視力低下を感じさせるものではなかった。このことから本症例についても形態知覚と定位行動の解離が疑われた。原因は、解離性大動脈瘤による心停止（8分）から生じた低酸素脳症と考えられている。神経学的所見では、意識障害、見当識障害はなく、日常会話は正常で、不全片麻痺はあるが歩行は可能であった。眼科学的所見では、視力は両眼とも0.03（矯正不能）で、Goldmann 視野検査において両眼とも中心付近での境界不明瞭な再現性に乏しい暗点を認めた。太く濃いインクで書かれた大きな文字を一文字であれば認識できたが、それより大きな文字でも複雑な形をしていたり、二文字以上になっていると読むことはできなかった。また、円や三角などの簡単な図形の模写もはじめのうちではできなかった。画像診断では、頭部MRIでびまん性の脳萎縮をわずかに認め

たが、局所的な病巣は認めなかった。このように本症例において、その視機能異常の本質が中心暗点であるのかそれとも視覚失認であるのかを決定することは、容易とはいえない。本誌で小田浩一氏が報告しているように、視野の中心部が欠損した場合、患者は読字困難となり、また顔の知覚が悪くなり、日常生活や人間関係に支障をきたすことになるが、移動等に関わる視覚性定位の認知は比較的保存される。その一方、周辺視野が欠損した場合には、移動に支障をきたし、この面でたとえ視力が良好であっても日常生活への影響が大きい。このように視野欠損のタイプによって視覚性定位と形態の厳密な識別という二つの視覚特性に解離を示すことが知られている。視覚失認は、見えるけれど、わからないという症状で、通常は、視力・視野に異常を認めない。患者は、見ている対象が何であるか分からないが、触れば分かる。古典的には模写ができる連合型と模写ができない統覚型に分類されている³⁾。本田氏の紹介した典型的な形態知覚と定位行動の解離現象は、特殊なケースであるが⁴⁾、今回筆者が経験したような中心視力の低下を伴った症例では中心暗点が生じている場合が多く、形態知覚と定位行動の解離は稀ではない。本症例は、低酸素脳症が原因と考えられるが、低酸素脳症では、中大脳動脈と後大脳動脈のそれぞれの灌流領域の境界にあたる部分に視野が存在しているため、視野は低酸素状態の影響を受けやすく、その結果として視覚に関わる症状が後遺症として残ることが少なくない。後頭葉の後極部が両側性に広範に障害されるといわゆる皮質盲となる。そして、その範囲がより後極に限局していれば、両眼の中心暗点になる。一方、視覚失認が生じる責任病巣は様々であり、また視覚失認の病態も様々である⁵⁾。したがって視覚失認のタイプによっては視力に影響しないとはいえないし、また中心暗点と視覚失認が合併する可能性もあるので、このような場合の中心暗点と視覚失認の鑑別

は、容易とはいえない。そこでわれわれは機能的MRIを用いてその鑑別を試みた。視覚刺激は白黒チェッカーボード(2 Hz)のonとoffとした。その結果、視野に活動が認められたが、平均信号上昇率は約0.5% (正常者の1/6)に過ぎなかった。しかし、高齢者の機能的MRIのデータが不足しており、この平均信号上昇率の低下を現時点で議論はできない。少なくとも後極部の応答があったことは、本症例が中心暗点よりも視覚失認である可能性が大きいことが示唆された。

3. OKNの非対称性

次に、本田氏のお話の中の「OKNの非対称性」に関連した症例として、脳損傷患者でOKNは対称であるかについて述べよう。この話題から生じた臨床家としての筆者の興味は、OKNの非対称性から同名半盲を予測できるかということである。精神発達遅滞や自閉症の患者の視力や視野の情報は訓練上必要であるが、その測定は大変に困難である。特に視野は、その測定に固視と応答が正常にできなければならないので、現行の検査法では評価不能である。そこで、反射として生じる眼振の客観的測定により視野が測定できればと筆者は考えたのである。筆者の予想はこうであった。「視野が障害されると障害側の非交叉経路が断たれるため、障害側の眼から障害側の視索核に入る信号が減弱する。一方、健側の眼からの経路に与える影響は少ない。したがって、仮に右脳損傷では、左同名半盲となるがこの場合、右眼に与えた左向き刺激はOKNの解発に有効で、右向きには反応しにくいことになる。さらに左眼では、このような左右差が認められない。」

正常の成人では片眼のOKN刺激が方向非対称性を示さないということが報告されている⁶⁾。成人では交叉経路と非交叉経路におけるOKNの反射経路が乳児ほど単純ではないのであろう。残念ながら、筆者の予想は当たらなかった。この予想を実際のお同名半盲患者の診

察時に繰り返し確認したが、多くの同名半盲患者においては、そのような非対称性は認められなかった。時にきわめて明瞭に非対称性を認める患者にも出会ったが、この場合、左右眼での差はなく、単眼でも両眼でも同様に損傷側と反対方向へ向かう OKN 刺激に対しての眼振の解発が悪いというものであった。たとえば右脳損傷患者で、左向き刺激に対しての OKN が障害されていたのである。文献的にもすでに 20 年前にこのことが頭頂葉病変の患者で、また 10 年前に後頭葉病変の患者で報告されていた^{7,8)}。この現象は、追従性眼球運動が損傷側と反対方向へ向かうときに後頭頭頂葉の損傷で障害されるのと同様のことで、これは、視野に依存した現象ではなく、眼球運動中枢の障害つまり病巣部位に依存した現象と考えられた。したがって、OKN を視野検査として応用することは、当初考えていたような簡単なものではないと思われた。

4. 交叉系の方が非交叉系よりも発達の早い時期に確立する

本田氏は、交叉系の重要性についても言及した。次に、筆者の臨床経験の中で、「交叉系の方が非交叉系よりも発達の早い時期に確立する」ことから生じたものと考えられる事例について述べたい。これは、曾根らが「同名半盲における近見時の外斜視化」として報告したもののなかにみられる⁹⁾。筆者らは、同名半盲の患者を診察する機会が多く、以前より外斜視の割り合いが多いという印象をもっていた。しかし、これまでにこの現象に関する報告はなく、あるのは先天同名半盲に伴った外斜視の症例報告のみであった¹⁰⁻¹³⁾。曾根らは、76 名の同名半盲患者に対し、眼位測定を行い、その眼位異常の程度と phase (斜視か斜位か)、固視眼 (斜視において正面視している方の眼) の選択について調査した。その結果、これまでに正常者で調べた報告¹⁴⁾に比べ、あきらかに外斜視の割り合いが大きいということが分かった。そして、固視眼の選択

について、右同名半盲では右眼になり、左同名半盲では左眼になる傾向があることをあきらかにした。この理由として、各々この側の眼で固視した場合に、複視が少ないことがあげられた。しかし、この固視眼の選択についての結果は、既報の先天同名半盲とは正反対のものであった。これを説明する理由が不明であったが、「交叉系の方が非交叉系よりも発達の早い時期に確立する」ことから生じたものと考えれば簡単に説明可能である。つまり、たとえば右脳損傷では、交叉系が保存されているのは右眼であり、この時、視野は左同名半盲である。したがって、発達の早い時期において右脳損傷が生じた場合、交叉系が保存されている右眼で固視するようになり、他の網膜対応などの中枢機構がその後に適応するものと考えられる。この考え方は、これまでに先天同名半盲を報告した研究者の主張する「視野の拡大を導く適応」とするものに比べ、より合理的であると思われた。

5. 視覚行動のサブシステムの障害と思われる症例 (1)

次に追加症例 1 としてベクションが障害されたと考えられる症例について報告する。症例は、47 歳の右利きの男性で、主訴は「運転していると自分が前に進む感じがなくなって、前景が迫ってくる感じがして恐くて運転できなくなる」というものである。この症状は単調な道を一定速で運転している時に起りやすいという。起きた時は、恐くてすぐに車を止めてしまうので、持続時間は不明であるが、一度高速道路で生じ、恐かったが止めることができず、数分続いた後おさまったことがあったという。また、疲れている時にも生じやすいという。数年前よりこのような症状が出現し、次第に増悪すると訴え、平成 10 年 6 月 5 日当院耳鼻科を受診し、ここで当科を紹介され同日受診した。初診時の視力は、右 1.0 (1.5)、左 1.2 矯正不能であった。眼科一般検査にて異常は認められず、視野検査も正常

であった。頭部 MRI に異常は認めず、脳波も一般検査で異常は認めなかった。耳鼻科にて ENG を用いて頭位変換眼振、カロリックテスト、OKN を記録したが、いずれにも異常は認められなかった。そこで、筆者らは自主開発した視覚認知機能評価装置を用いて、ベクションの有無を調べた¹⁵⁾。患者は、1 m 前方に設置した 105×85 cm のスクリーン上に提示した縦および横方向に流れるランダムドット刺激を観察したがベクションは感じなかった。また、矩形の枠が拡散方向に動く刺激に対しても自分が進んでいく感じはしないと述べた。しかし、これらの場合の運動残効は認めた。これらの検査は、半暗室ではあったが周囲の機材が周辺視野に見える状況で行ったため、ベクションが生じにくかったものとも考えられたので、逆にフードを用いて視野を中心 20 度程度に狭め、周辺視野を一様にした条件で再検査を行った。この時、フードの先端にとりつけた眼前 20 cm にある十字の糸の交叉点を固視する条件とスクリーンのランダムドットをみる条件の両方で施行したところ、後者ではややベクションが感じられたとの報告を得た。通常の被験者においては、刺激がデフォーカスされた条件の方がベクションを感じやすいことが知られているが、本症例においてはこれとは異なっていた。一方、同様の刺激提示装置を用いてランダムドットで構成されたスクリーン上の矩形部分が数 pixel だけ動き、その時の矩形が横長か縦長かをいい当てる検査をしたが、視野の 4 象限ともにこの刺激を検出可能であった。最近の報告では、ヒトでは random motion と optic flow 刺激に対してともに V5 野（運動知覚中枢：下側頭溝の上行枝と外側後頭溝の合流点）に応答を認めるが、V5 野の内部でわずかに異なり、後者はやや前方に生じるという¹⁶⁾。ベクションの本態については不明な点が多いが、optic flow の知覚と体性感覚との統合という観点で説明できるものと考えられる。本症例は、この統合の障害なのであろうか。本症例のような病的

ベクション感覚の正確な評価には、より客観的にベクションを定量できる方法が必要になると思われる。

6. 視覚行動のサブシステムの障害と思われる症例（2）

最後にまた別の視覚行動のサブシステムの障害と思われる症例として、現時点では中枢性動揺視と考えられる症例を報告したい。自分の目が自分の意思とは無関係に勝手に動いてしまうと、見えてくるものは飛び跳ねるようにあるいは揺れるように見え、視力の低下をきたすばかりか、めまいを生じ、患者自身にとって大変苦痛なものとなる。このような動揺視は、脳幹部出血のような眼球運動中枢の障害や、両側性に内耳が障害された場合に生じる¹⁷⁾。ところが、昨年筆者の前にこの両者にあてはまらない動揺視の患者が現れたのである。

症例は、49 歳の右利きの男性で、平成 9 年 12 月 9 日、声帯ポリープの手術後に肺水腫をきたし、低酸素脳症となった。その結果、四肢体感の失調と構音障害さらに動揺視を生じ、リハビリテーション目的にて平成 10 年 9 月 14 日に当院リハビリテーション科に入院した。9 月 17 日に当科を「揺れて見える」ということを主訴に受診した。視力は、右 0.2 (0.9) 左 0.2 (0.8) であったが、揺れてしまってワープロ文字は 24 point にしないと読めなかった。眼科一般検査で異常は認められず、視野検査も正常であった。「だぶって見える」とも訴えたので、眼球運動検査として Hess 赤緑試験を施行したが眼筋麻痺は認められなかった。視診にて眼振は認めず、衝動性眼球運動、追従性眼球運動はともに正常であった。細隙灯顕微鏡を用いて微細な異常眼球運動をも観察したが、数秒に一回程度のきわめて低振幅の速い動きをわずかに認めるに過ぎなかった。耳鼻科にて ENG を用いて頭位変換眼振、カロリックテスト、OKN、衝動性眼球運動、追従性眼球運動を記録したが、いずれにもあきら

かな異常は認められず、OKNに両方向性の解発抑制がやや認められたのみであった。患者の報告によると、この揺れは、40cmの視距離で1~2cm程度の振幅をもって、横方向成分の多い1秒間に5回揺れるものであり、めまいは伴わないとのことであった。前述の視覚認知機能評価装置を用い、点状刺激を提示し、この揺れの振幅について、瞬間提示した線分の長さと比較してこれを測定したところ、視角にして横揺れは1~1.2度、縦揺れは0.7~1度であった。また、この点状刺激の揺れの周波数をメトロノームの音と同期するように調節して測定したところ2.5 Hzで、これには再現性があった。しかもこれは、患者の報告の1秒間に5回というのと一致していた。次に筆者らは、残像においても揺れを感じているのかを調べた。灰色背景に赤い円を提示し、10秒間凝視したのちこれを取り除いた灰色画面を提示した。患者は、この時生じた残像に対して、水色の円が揺れて見えると述べた。さらに揺れについて輝度チャンネルと色チャンネルでの差がないかを調べるために、灰色背景に類似輝度の赤と緑と高輝度の白でつくったランドルト環を提示し、また緑背景に類似輝度の赤のランドルト環を提示してその揺れと視力を評価した。揺れの自覚症状は、この4条件で大差はなかった。しかし、灰色背景に類似輝度の赤と緑のランドルト環の条件では、視力が低下した。ただし、この条件では正常被験者も同様の内観を持った。さらに視覚短期記憶を調べるために、灰色背景に白色の点を130msの間呈示し、上下法で数えられる最大個数を測定したところ、正常被験者では8から9個まで数えられる条件であったが、2個でも分からない時があり、提示時間を250msにしても3個までしか数えられなかった。なお、本症例においても追加症例2と同様にベクシヨンの感覚は得られず、運動残効は認めた。また、本症例の頭部MRIでは、有意な異常を認めなかった。

本症例において、いかなるメカニズムで動

揺視が生じているのかは、現時点では不明である。それどころか本当に揺れて見えているのかを客観的に実証することすらできていない。しかし、このような実症例の症状の中に、視覚行動のサブシステムのうちの眼球運動系と視覚表象との間を取り持っている部分を考える際の重要なヒントが隠されているのかもしれない。

7. おわりに

以上のように、視覚機能には、いわゆる「視覚」に相当する「見る機能」以外にも、それを支えるシステムが存在していることはあきらかである。そして、その機能が損なわれた場合であっても、われわれの行動は様々な制限を受けるのである。しかし、そのメカニズムは複雑で、解明されていないことが多い。今回報告した追加2症例については、当初、筆者は客観性がなく、学会で発表できる話題ではないと判断していた。したがって、発表後学会員の皆様から、数々のアドバイスをいただいたことは、筆者にとって予想外であった。視覚システムの解明という科学的な視点のみならず、一患者の治療という局面についても御理解いただき、精力的に討論していただいたことは、臨床家としての筆者には、大変に心強く思われた。今回の夏季大会は、筆者にとって、今後も皆様の御指導に基づき、困っている患者の問題解決に関わっていきたくと決意を新たにされた学会であった。また、本稿をお読みいただいておりますように、患者の特殊な訴えについて既存の眼科検査では対応不可能な場合であっても、視覚科学的観点と手法を用いて、個々の症例に必要な検査が用意できる環境を筆者は与えられている。特に東京工業大学の齊藤真広氏には、筆者のアイデアを具現化していただくとともに、ともに頭をひねってもらっており、大変に感謝している。そしてこのような環境を与えてくれた東京慈恵会医科大学北原健二氏と東京工業大学内川恵二氏に、そして大会

毎に様々なアイデアを提供して下さる日本視覚学会の会員の皆様に感謝の意を表したい。

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) 仲泊 聡：fMRIによる視覚研究。眼科, 印刷中, 1999.
- 3) 山鳥 重：神経心理学入門。医学書院, 東京, 66-72, 1985.
- 4) M. A. Goodale, A. D. Milner, L. S. Jakobson and D. P. Carey: A neurological dissociation between perceiving objects and grasping them. *Nature*, 349, 154-156, 1991.
- 5) 河内十郎, 福沢一吉(訳)：視覚性失認：認知の障害から健全な視覚を考える。M. J. Farah: Visual agnosia. 新興医学出版社, 東京, 1996.
- 6) A. V. van den Berg and H. Collewijn: Directional asymmetries of human optokinetic nystagmus. *Experimental Brain Research*, 70, 597-604, 1988.
- 7) R. W. Baloh, R. D. Yee, V. Honrubia: Optokinetic nystagmus and parietal lesions. *Annals of Neurology*, 7, 269-276, 1980.
- 8) K. Kaga, N. Furuya, J. Suzuki, K. Yamada: Analysis of optokinetic nystagmus in patients with localized lesions of unilateral visual cortex. *Acta Otolaryngologica Supplementum*, 468, 197-203, 1989.
- 9) 曾根直子, 仲泊 聡, 北原健二, 久米川浩一, 柏田てい子, 久田育子：同名半盲における近見時の外斜視化。日本視能訓練士協会誌, 27, 129-133, 1999.
- 10) V. Herzau, I. Bleher and E. Joos-Kratsch: Infantile exotropia with homonymous hemianopia: a rare contraindication for strabismus surgery. *Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 226, 148-149, 1988.
- 11) H. Göte, E. Gregersen and E. Rindziunski: Exotropia and panoramic vision compensating for an occult congenital homonymous hemianopia: A case report. *Binocular Vision and Eye Muscle Surgery Quarterly*, 8, 129-132, 1993.
- 12) 岩重博康, 弘瀬 修, 白井千恵, 正田政一郎, 宮坂英世, 丸尾敏夫：先天後頭葉性半盲を伴う網膜対応異常外斜視。日本眼科学会雑誌, 99, 1036-1044, 1995.
- 13) 森信隆吉, 橋本克枝, 湊谷寛治：先天後頭葉障害による同名半盲にみられた外斜視の1例。日本眼科紀要, 48, 1151-1153, 1997.
- 14) 松村美佳, 有松純子, 内海隆造, 内海 隆, 中村桂子：生理的近見外斜視の研究。日本視能訓練士協会誌, 19, 111-115, 1991.
- 15) 斉藤真広, 仲泊 聡, 北原健二, 栗木一郎, 内川恵二：パーソナルコンピュータによる視覚認知機能評価法。神奈川リハビリテーション紀要, 25, 83-85, 1998.
- 16) J. Intriligator, E. T. Kiriakopoulos, J. T. Baker and J. J. Barton: FMRI responses to optic flow and random motion in the human V5 complex. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 40, S818, 1999.
- 17) 本田仁視：視覚の謎。福村出版, 東京, 54-71, 1998.