

盲点補完則にみる中枢の創造性

～ 自覚的空間座標系の身体外への拡張的投射 ～

Creativity of central nervous system expressed in filling-in phenomenon of the retinal blind spot

— perceptual projection of spatial coordinates beyond the boundary of self.

竹森 重^{*1}

Shigeru Takemori

^{*1} 東京慈恵会医科大学・医学部・分子生理学

Dept. Molecular Physiology, The Jikei University School of Medicine

The rules of filling-in phenomenon of the retinal blind spot suggest several important bases of our intelligent creativity that emerges out of neural network in our central nervous system. Diffusive interpolation of color, texture, and graphical components, as well as reversible spatial neglect selectively appeared as strategies for unconscious filling-in processes. Evolutional development of the strategies of filling-in processes in various animals may be of interest to implement intelligence to any system.

1. 頭部に原点を置く身体周囲空間座標系

高等動物は自らの身体から外界環境に広がる座標の原点を頭部におき、頭部に配置された特殊感覚器による感覚に大きく依存して自らの周囲の座標空間に認識されるものを投射配置し、運動や反応を構成している。

2. ヒトにおける視覚の周囲空間座標系への投射

ヒトにおいては両眼の視野を合成して立体視を実現する見事な仕組みを駆使し、自己の視認する生活空間を「埋め尽くす」。このおかげで私たちは自信を持って身体周辺の空間とのやり取りができる。このため、急性に視野のゆがみや欠損が発生すると、埋め尽くせなくなった空間の存在に対して強い不安感が惹き起こされる。例えば窓のない屋内で急に照明が落ちた状況を考えてよい。この強い不安感が通常のヒトがいかに視覚に頼って自己の生活空間を「埋め尽くして」把握している積りになっているのかを物語る。

3. マリオットの盲点

私たちの眼球の網膜には視覚画像センサである視細胞が生理的に欠落している限局的な領域がある。視神経乳頭と呼ばれるこの領域に対応する視野領域はマリオットの盲点と呼ばれるが、両眼視においては左右の眼球視野のマリオットの盲点は一致しないから、左右の視野がこの部分を補い合い、視認される空間の欠損は生じない。

4. 盲点の補完

興味深いのは一方の眼を閉じて片眼視になった時の変化である。マリオットの盲点に対応する視認空間にはすっぽりと穴が開くはずなのに、この急性の視野の変化を私たちは全く自覚しない。より正確には、そこにあるべきものが片眼視では見えていないことでしかマリオットの盲点を自覚することができない。

5. 周辺視野による内挿

片眼視におけるマリオットの盲点に対応する空間は、周辺の視覚像からの内挿で無意識下に補われる(Ramachandran, 1992; Spillmann et al., 2006)。この内挿プロセスには、視覚皮質を含む視覚領野における神経ネットワークの横のつながりが積極的に関わっていることも明らかにされている(Komatsu et al., 2000)。

6. 中枢神経系の創造性への外挿

ここで筆者らが興味を向けるのは、この慢性的な視覚欠損が無意識のうちに補完する中枢の自発性だ。加齢とともに記憶が不確かになるのが認知症でなくても一般的であるが、私たちは自らの身体周囲の時空間の中での欠損部分を、その周辺からの内挿でいつの間にか補完してしまっていることはまれでない。極端になれば作話症として問題視されるが、実はわたくしたちは片目を閉じた瞬間に必ずそれとよく似たことをしていることになる。さらに言えば、マリオットの盲点以外の部分でも我々は現実に見えたもの以上に空間を埋め尽くして理解した積りになっているが、時間の領域での記憶においても内挿による補完が私たちの論理的思考の原型となっているように思われるから、マリオットの盲点の補完則を私たちの創造性にいわば外装してみることに興味が湧く。

連絡先: 竹森 重, 東京慈恵会医科大学医学部分子生理学講座, 105-8461 東京都港区西新橋 3 丁目 25 番 8 号, Tel. 03-5400-1200 (内線 2215), Fax. 03-3431-3827, sml@jikei.ac.jp

7. マリオットの盲点の拡散による内挿

この観点からマリオットの盲点の補完則を調べてみると、そこにはいくつかのモードがあることがわかる。色については盲点辺縁に認識される色や細かい模様は盲点内部に拡散するように貼り付けられるというのが最も基本的な原則である。

8. マリオットの盲点の図形要素による内挿

私たちの視覚においては様々な図形要素の反応する神経細胞によって処理されていくこと (Hubel, 2005) から想像されるように、これらの細胞たちによって抽出された図形要素も盲点内に内挿されて補完に役立てられる (図形要素の内挿)。図形要素の補完において興味深いのは、三角形の頂角のような図形要素を完成させるために必要な要素が不足するときには、図形の境界と盲点との二つの交点をそれぞれ頂角として認識することである。三角形の例でいけば、見えている残る二つの頂角を、残る頂角に向かうに辺と盲点の境界線の交点をつないだ台形を認識することである。このことは、盲点を補完する前にまず見えたがままの頂角を確かに認識しているという時間的な処理の順序を明らかにする。さらに見えている視野からの情報を補完機能がどこまで塗り替えられるかも示す。三つ目の頂角が見えれば盲点との交点は頂角としては消去されるが、見えている領域に無理やり三つ目の頂角を補完することはしない。これと対照的なのは無地の上に三角形の頂角だけを見せると、聴覚を結ぶ三辺が無地のところに補完されることである。補完機能の優先順位はあるにしてもその境界は微妙なところにある。

9. 無視による補完

上の二つの内挿による補完は、認識できない空間の存在を拒んで埋め尽くそうとする方向に働く点で共通しており、多くの錯視は、この与えられた情報以上のものを想像する視覚の機能を基盤としている。それに対して、正しくは補完と言えないかもしれないが、認識できない空間の存在を「なかったこと」にして補完の方法もとられる。限定された数のジグザグ波型のような容易に数えられる繰り返し構造にマリオットの盲点がかぶさると、見えない部分の波がなかったことになって盲点の両端で接続される。波形の外側に直線のような図形要素があれば、盲点部分がこの単純な樹形要素で補うこともあるが、そのような見えない部分を補うための適当な要素を与えないと、単純にその部分がなかったことになる。そっと視線をずらして盲点を波形から外していくと、無視していた空間を回復しながら認識される空間がじわじわと広がって行くことを感じるができる。この空間の膨張を特段に奇異とも不安とも感じない。大脳半球の障害による半側空間無視に通じる体験であろう。背景の規則周期模様でもう半部が保管されると認識する多くの例は、実はこの認識できない空間の無視の表れの一つであることも多いようである。

10. マリオットの盲点の補完則から見えること

このように私たちが認識しえない部分をいかに補って理解するように作られているか？には神経ネットワークに裏付けられた要素的には比較的単純な優先順位と順次性があることが想像される。空間を無視したり再認識したりを自然に感じられるところに私たちの中枢神経系ネットワークの柔軟性が現れている。視覚は比較的に下等な動物から高度に発達してきている感覚要素でもある。障害物の向こう側にある餌に向かって、ニワトリはただ障害物にぶつかって前進しようとするばかりだが、ネコは迂回して餌にたどり着けるといおうように、それぞれの動物の知性を、

その動物における盲点の補完則と対応付けてみることに興味を持たれる。

謝辞

ここに提示した盲点の補完則に関する実験とその考察は、東京慈恵会医科大学・医学部・医学科の次の方々の方々の努力と英知によるものであることを、ここにその成果を利用することを快諾していただいたことを含めた感謝と共に表明する。野本康成、小野航暉、小野田歩、梶山くるみ、松田ひとみ、林佑花、高木邦康、額見理生、河原 巧絢。

参考文献

- [Ramachandran, 1992] Ramachandran, VS. Filling in the blind spot, *Nature*, 356:115 (1992).
- [Spillmann, 2006] Spillmann L, Otte T, Hamburger K, Magussen S: Perceptual filling-in from the edge of the blind spot, *Vision Research*, 46:4254 (2006).
- [Komatsu, 2006] Komatsu H, Kinoshita M, Murakami I: Neural responses in the retinoscopic representation of the blind spot in the macaque VI to stimuli for perceptual filling-in, *Neurosci*, 20:9310 (2000).
- [Hubel, 2005] Hubel DH, Wiesel TN: Brain and visual perception: the story of a 25-year collaboration. Oxford University Press, US. (2005).