

Table 1 眼球光学系と視覚に関し注意が必要な事柄

判定	間違った / 不正確な説明	正しい説明
×	眼球光学系の水平断面図を垂直とする間違いが多い	中心窩, 視神経, 盲点が見れるのは眼球の水平断面だけである
△	水晶体はカメラのレンズに対応	結像光学系(凸レンズ)の屈折力の70%は角膜第1面が分担し, 水晶体は残りを分担
×	眼球の光学系は色収差が補正されているので色滲みが見えない	眼球光学系は色収差が補正されおらず, 視覚系の情報処理により色収差が見えない
△	瞳の大きさが変わることによって光量調節が行われ	視覚が有効な照度のレンジは 10^6 を超えるのに対し, 瞳による調節は10倍以下
△	広い範囲が一度に高い視力で見える	視力が高いのはごく狭い範囲で, 注視点を動かすことで広い範囲を見ている
△	全視野がフルカラーで見える	周辺の視野では色は分らず赤・緑が見える範囲は大変狭い
△	網膜は撮像素子に対応する	対応関係は正しいが, 光検出部が外側に向かう「反転網膜」で神経と血管は光検出部に影を落としている

【口絵】
画像からくり

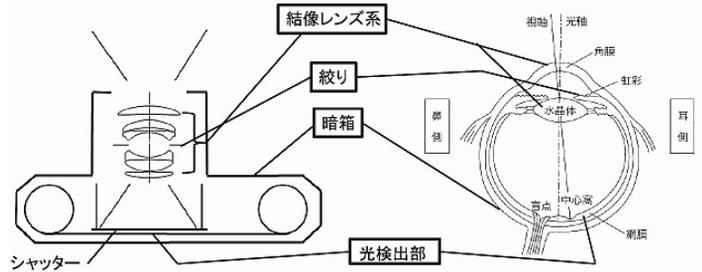


Fig. 1 カメラと眼球光学系の対比



Fig. 2 盲点における知覚的補完(フィルイン)体験用の図



Fig. 3 看板のLEDの配置



Fig. 4 遠目に「軽油」と読める看板

口絵解説

「画像からくり」

第48回 盲点と知覚的補完（フィルイン）

48 The Blind Spot and Perceptual Filling-in

桑山哲郎

このコラムのタイトルは「画像からくり」であるが、画像に関連する技術の解説を行う上で、最大の「からくり」と思えるのが我々の視覚系・視覚情報処理である。今回はその一端を紹介する。

眼球の光学系はカメラに例えられることが多い。けれども、適切な対応関係がある場合と、やや的外れで誤解を招く対応付の場合もある。私事で恐縮であるが、1977年に勤務先の教育を担当し「眼球光学系の水平断面図は、間違っって垂直断面とされていることがたびたびある」と指摘、20年程経ってそのときの受講者から感謝された経験がある。教育の場面では「いろいろな要素を一覧表で示して欲しい」との要望を受けるので、Table 1に技術解説として間違っている、あるいは不正確な事柄をまとめた。個々について解説を行うと小冊子程の分量になってしまうので、今回は一部だけ取り上げる。

Fig. 1は、カメラと眼球光学系の対比を模式的に示している¹⁾。レンジファインダーカメラを横位置に構えたときの水平断面図と、撮影者の右眼球の水平断面図を配置している。眼球光学系では「耳側」、「鼻側」と座標軸を記入される場合が多く、誤解に対する対策となっている。カメラと眼球では共に暗箱を形成することが必要であり、カメラの撮影レンズへの対応は、第1に角膜の第1面、補助的に水晶体、といった事柄を特にアピールする意図で描いている。視覚系の教科書の冒頭で、左右対称に配置された右眼球と左眼球、そして視神経を学ぶ。また、電子撮像系では信号線取り出し口にあたる、視神経乳頭には視細胞が無くて像が見えず盲点（マリオット暗点）と呼ばれていることも学ぶ。視細胞が集中している中心窩は光学系の光軸から離れて配置され、前方を注視すると注視点と盲点は同じ高さ、左右方向に異なった点に位置することが明瞭に分かる。

一方の目だけを用いた場合に盲点でどのような現象が生じるのか、多くの場合、白地を背景とした図が用いられている。Fig. 2は、実世界を見ている場合を想定し、少し改良を加え

ている。右の目を閉じあるいは覆って左の目で注視点「+」を見る。プリントあるいはディスプレイと頭の距離を前後に調節すると、ある距離でターゲット（ここでは★）が消失、周囲の木目と同じ色と模様が見える。また切断された水平線の場合は、「線が切断されていることに気付かない」という知覚が生じる。これはフィルイン現象、知覚的補完（Perceptual Filling-in）と呼ばれる。教室で学生に講義する際、大変効果的で好んで用いられるのだが、ほとんどの場合が白色の背景にマークが描かれている。私は木目印刷の教室の机の落書きに刺激され、この図を発想した。ぜひご体験いただきたい。

ヒトの視覚系においては、存在しない像を辻褄が合ったものとして生成していることに驚かされることがある。Fig. 3は、ガソリンスタンドの看板を近くで見た様子、Fig. 4は遠目（とおめ）に見た様子である。普段この看板の前を通り過ぎるとき、「軽油」という文字が縦と横の画を伴って見え、特別に変わったことは感じられない。けれども改めてLEDの発光部に着目し、接近すると驚かされる。縦と横の画はどこにも無く、上下と左右に微妙な間隔で配置されたドット（点の発光源）があるだけである。漢字に対する知識が、「車」という偏の縦と横の画を作り出していると思われる。画像処理分野で「超解像」にあたる情報処理が、我々の視覚系で行われていると考えることもできる。この表示器の作製者（設計者）は経験則あるいは高度な視覚特性の理解に基づいて、常識を遥かに超える経済性を実現していると思われる。

街の中を歩く間に見つけた現象であるが、さらに例を探してみたい。

参考文献

- 1) 桑山哲郎, 焦点「光学系の図を正確に描こう」, 光技術コンタクト, 第51巻第7号, p.1 (2013).