

特集II 視覚とその周辺

錯視*

北岡明佳**

Key Words : illusions, visual illusions, shape, color, motion

はじめに

ここだけの話であるが、筆者は2カ月に一度、ある都市の総合病院の脳神経内科に通院している。その程度では、脳神経内科についてよく知っていることにはならないが、現時点においては、筆者の専門である錯視研究が、脳神経内科に何か貢献できる可能性は少ないと考える。ある病気になるると特定の錯視の効果が大きくなるとか、あるいは小さくなるといったことが知られていればおもしろいのだが、錯視は普通の視覚の一部であり、あまり特別なものではない。

それでは、錯視とは何か。下記は科学的定義とは言い難いが、普通の視覚のうち明確に知覚されるもの(閾上知覚)で、対象の真の性質とは異なる知覚すなわち誤知覚でありながら、不思議で妖しくておもしろいものが錯視である。すなわち、視覚なら何でもありで、エンターテインメント性があり、諸分野から話題提供の依頼を受けやすいという独特の性質を有する。実際、月刊『脳神経内科』から本稿の執筆依頼をいただいた。

残念なことに錯視研究の成果の諸分野への応用例はまだ多くないので、そのような話題提供の依頼の期待に十分こたえられない。19世紀中葉に始まった錯視研究の歴史はそれなりに長いが、

応用も含めた幅広い研究となると、実はこれからの分野である。そこで、本稿では、錯視の例をいくつかあげて、読者の皆様に錯視とはどういうものかを知っていただくことを目的とする。

古典的な幾何学的錯視

錯視の種類としては、幾何学的錯視、明るさの錯視、色の錯視、運動視の錯視などがある。19世紀に発表された古典的な幾何学的錯視(形の次元の錯視)で有名なものは、ミュラー=リヤー錯視(Müller-Lyer illusion)、エビングハウス錯視(Ebbinghaus illusion)、ポンゾ錯視(Ponzo illusion)、ポグゲンドルフ錯視(Poggendorff illusion)、ツェルナー錯視(Zöllner illusion)、ヘリング錯視(湾曲錯視)(Hering illusion)、ミュンスターベルク錯視(Münsterberg illusion)などであろうか(図1-A~G)。特に、エビングハウス錯視(ティチェナー錯視ともいう)は、現在もしばしば研究に使われている。そのほか、美しい錯視図形として人々を魅了してきたフレーザー錯視(Fraser illusion)およびその渦巻き錯視(spiral illusion)(図1-H, I)は、20世紀初頭に発表されたものであるが、「19世紀の古典的な錯視研究の時代」の最後尾と考えてよい。

色の錯視

色の錯視は、近年種類が増えてきている。図2では、赤いイチゴが見えると思うが、赤い画素は

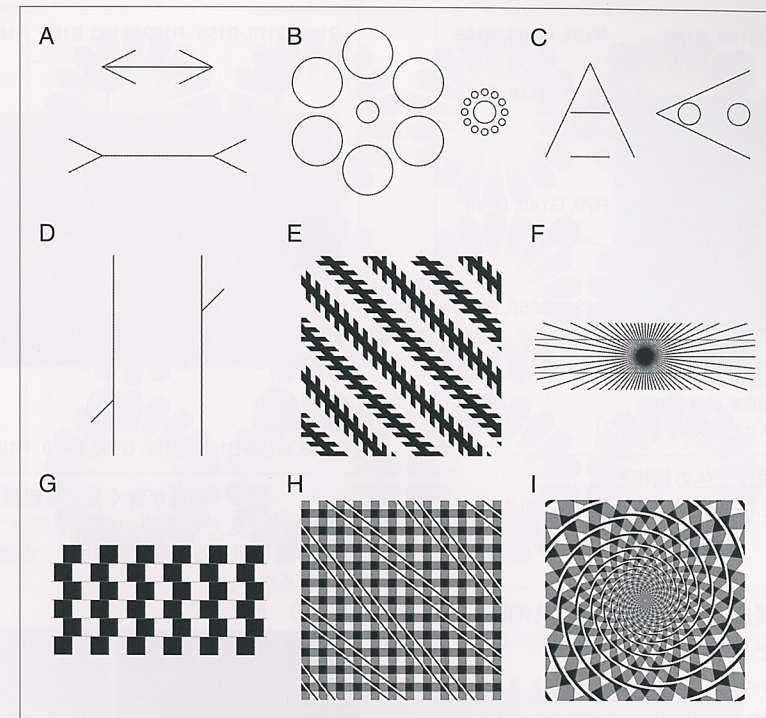


図1 古典的な幾何学的錯視の例

A : ミュラー=リヤー錯視。上下の水平線分は同じ長さであるが、下の方が長く見える。B : エビングハウス錯視。リングの中の円は左右同じ大きさであるが、大きい円のリングに囲まれた左の円よりも、小さい円のリングに囲まれた右の円の方が大きく見える。C : ポンゾ錯視。△や▽の頂点に近い方に置かれた対象が大きく見える。具体的には、左図では2本の水平線分は同じ長さだが、上の方が長く見える。右図では、二つの円は同じ大きさだが、左の方が大きく見える。D : ポグゲンドルフ錯視。二つの斜線は一直線上にあるが、右の斜線の方が上方に変位して見える。E : ツェルナー錯視。垂直より反時計回りに45度傾いた黒い線は互いに平行だが、交互に傾いて見える。交差する短い線との交差角度の過大視の現象である。F : ヘリング錯視(湾曲錯視)。水平線分が曲がって見える。上の線分は上に凸、下の線分は下に凸に見える。G : ミュンスターベルク錯視。白と黒の正方形の列を図のようにずらして配置し、列の境界に線分を描くと、図ではそれらは水平であるが、交互に傾いて見える。本図のように線が灰色のときは、カフェウォール錯視(Café Wall illusion)と呼ばれることが多い。H : フレーザー錯視。垂直より反時計回りに45度傾いた仮想線に沿って短い斜線の列が描かれているが、列の傾きは短い斜線の傾きの方向に変位して見える。ツェルナー錯視とは逆方向の傾き錯視である。I : フレーザー錯視の渦巻き錯視。フレーザー錯視では、傾いて見えるのは線分であるが、傾いて見える対象を円環状に配置したときに観察できる錯視である。具体的には、同心円が渦巻きのように見える。

使っておらず、赤の反対色であるシアン色(青緑色)を主体とした画像である。ニュートンによって、色の知覚は可視光の波長と対応づけられた。それはすばらしい発見だったのであるが、ニュートンが「色は心理現象である」ことを指摘しているにもかかわらず、混色の考え方を含めても、色は物理的的刺激と一対一に対応づけられていると

物理学的に(?)考えがちである。しかし、図2のような錯視デモによって、色は心理現象であることを再確認できる。もっとも、色は心理現象だといっても、錯視の知識と技術は魔法ではないので、種も仕掛けもなく任意の色を作り出せるわけではない。図2のような錯視は「加算の色変換による色の錯視」であるが、それを説明できる仮

* Visual illusions.

** Akiyoshi KITAOKA, Ph.D.: 立命館大学総合心理学部(☎567-8570 大阪府茨木市岩倉町2-150); College of Comprehensive Psychology, Ritsumeikan University, Ibaraki, Osaka 567-8570, Japan.

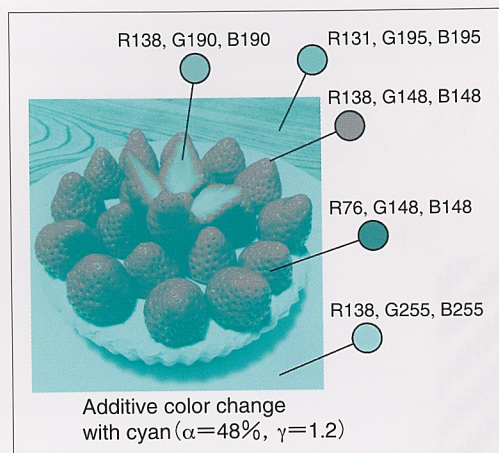


図2 色の錯視の例

イチゴは赤く見えるが、本画像には赤い画素は含まれていない。

説をわれわれは提唱している。詳細は、筆者の著書1)をご覧ください。

色の錯視の一つに、静脈が青く見える錯視がある。私が見た限りでは、医学書の多くにおいては、動脈は赤、静脈は青に描き分けられている。動脈血は鮮やかな赤であるからそれは自然なことであるが、静脈血が青いということはないので、あくまで地下鉄路線図において各路線を色で区別して識別性を高めることを目的としたデザインのようなものであろう。それにしても、なぜ青なのかというと、皮下静脈が青く見えるからであろう。しかし、実は皮下静脈は青くない。青く見えているだけである。色の錯視なのである。こう言うと「本当に青くないという(もっと物理学的な)証拠を示して欲しい」と頑張る人がたまにいて手を焼くのであるが、青く見える静脈もその画素はRGBの数値上、青の色相に相当しないことを示せば、錯視研究(実験心理学)の文脈からは十分と考える。図3でいかがであろうか。あるいは、青く見える静脈の写真を撮って、その画素を分析していただければ、青く見えるのは錯視で、画素は肌色(彩度の低いオレンジ色)あるいはほぼ灰色であることがわかる。

明るさの錯視

「白とは何か。黒とは何か」と聞かれたら、自明のこのように思える。「明るいところが白で、

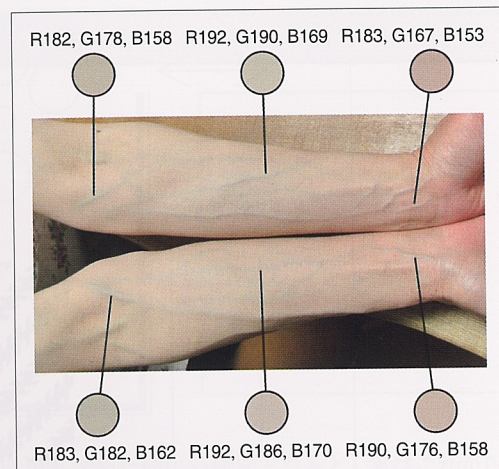


図3 静脈が青く見える錯視の例

最も青く見える部分の画素を調べても、R値とG値がB値を超えることはまずなく、静脈は画素レベルでは青くない。

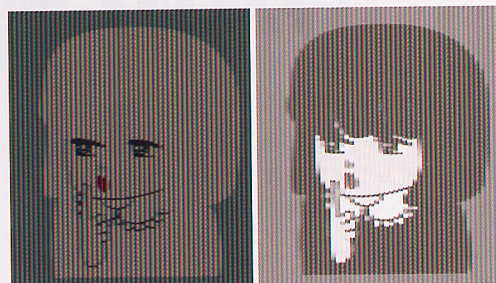


図4 同じ刺激が白にも黒にも見える錯視図形

左の人物の髪と服は白く見え、右の人物の髪と服は黒く見えるが、どちらも同じRGBの縞模様でできている。左図は加法混色系の並置混色図、右図は減法混色系の並置混色図である。詳細は、拙著1)を参照されたい。

暗いところが黒に見える」ということで問題ないように思えるが、ことは単純ではない。まず、白や黒は、目に入ってくる光が単に強い弱いということを反映しているのではなく、物体の表面の色の知覚である。知覚された物体の表面反射率をカテゴリー的に知覚したものである。すなわち、一定以上の高い反射率であると知覚された表面を白と知覚し、一定以下の低い反射率と知覚された表面を黒と知覚する。目に入ってくる光の強さは、照明の強さと物体表面の反射率の積であるから、照明の強さをどう知覚するかによっても、白や黒の知覚は左右される。図4は、そのことを強調した錯視図形の一つである。

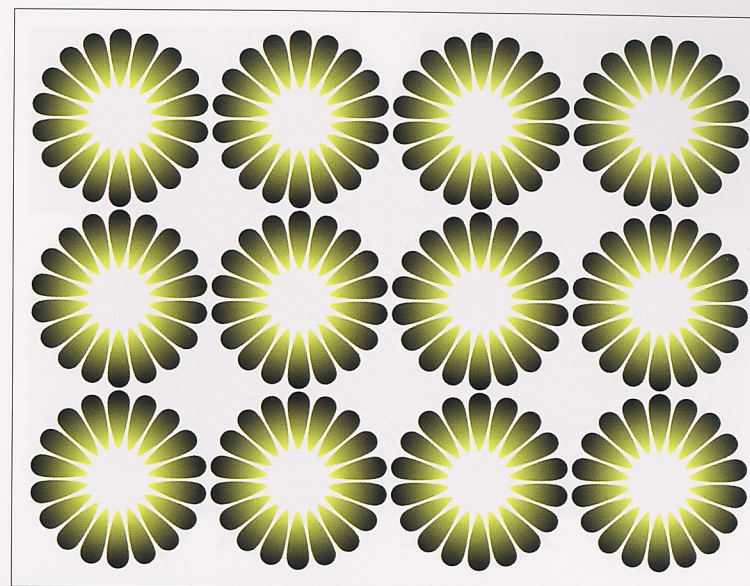


図5 白い部分がまぶしく見える錯視 「菊の花」の中央部分がより明るく見える。

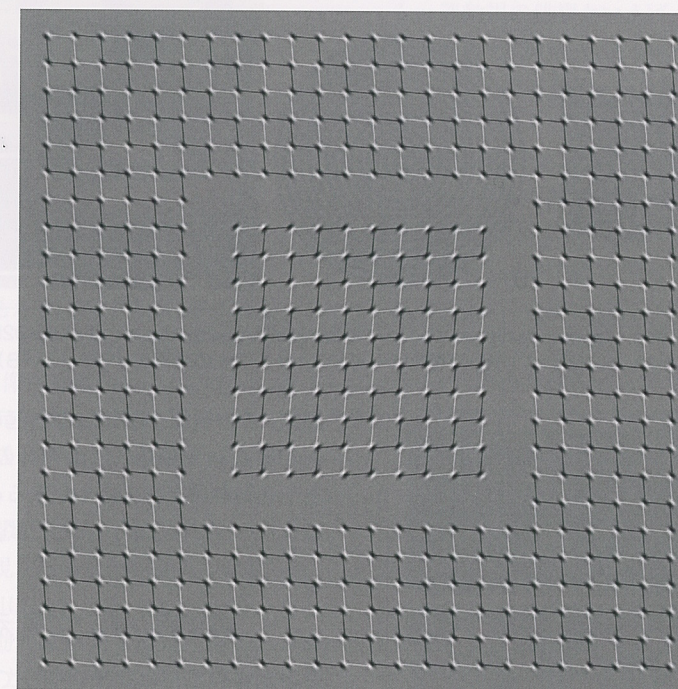


図6 静止画が動いて見える錯視の例 内側の正方形領域が動いて見える。

白いものがまぶしく見える錯視もある。図5では、菊の花のような模様の中央がまぶしく見える。一般的には、グレア効果と呼ばれる。筆者

達の研究では、視覚的ファントムという視覚的補完現象の一種である。このまぶしく見える効果は錯視であるが、あたかも本当にまぶしいかのよ

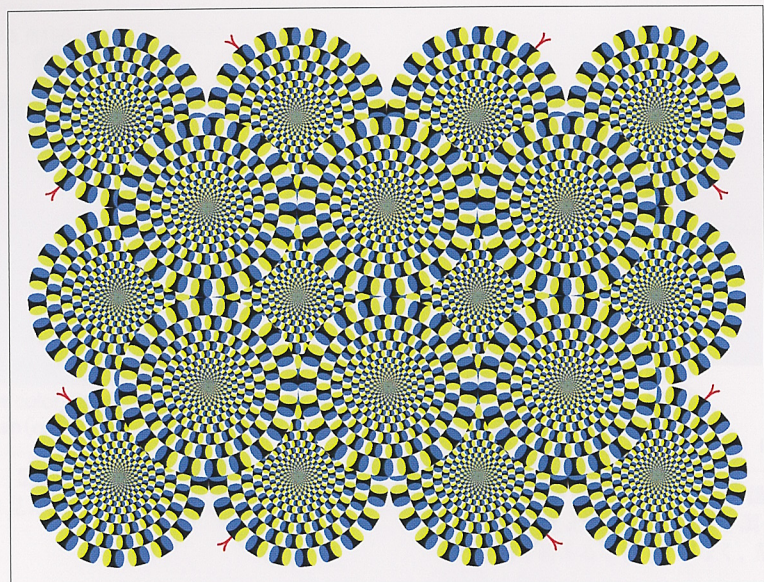


図7 静止画が動いて見える錯視の例・その2
作品「蛇の回転」(2003年制作). 円盤がひとりで回転して見える.

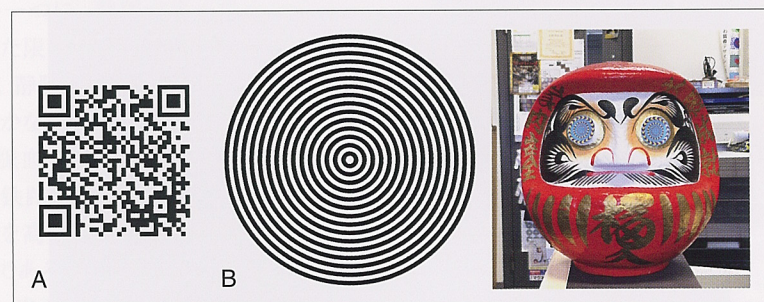


図8 “http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/MAE-adaptation_stimulus_02D-30ms.gif” という URL の QR コード (A), リンク先の動画の1フレーム (B)

うに、この刺激が縮瞳をひき起こすという研究報告がある²⁾。錯視が自律神経の活動に直接影響を与えるわけで、ここまで来ると、たかが錯視というレベルではない。たとえば、うつ病の光療法に応用できないだろうか。

静止画が動いて見える錯視

運動視の錯視は種類が多くて、おもしろいものも多いのであるが、本稿のように媒体が印刷物となると、動画は使えないので、勢い静止画が動いて見える錯視を選択することになる。静止画が動いて見える錯視の多くは、眼球運動の状態を反映すると考えられるので、たとえば眼振の自己測定に使えるかもしれない。図6は、内側の正方

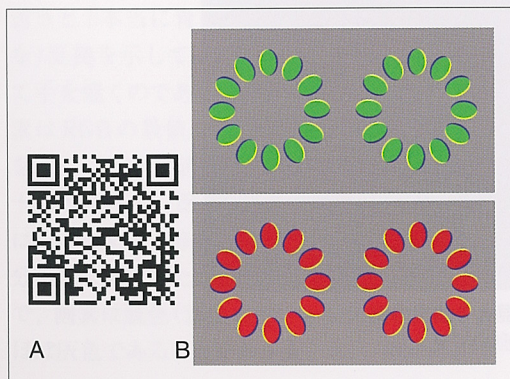


図9 “http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/4stroke-motion-ring03bD-100ms.gif” という URL の QR コード (A), リンク先の動画の1フレーム (B)

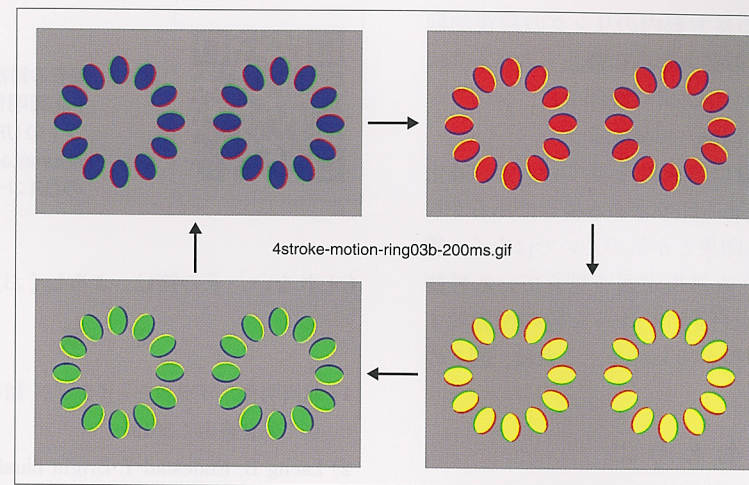


図10 図9のリンク先の動画の構成要素
4つの静止画の繰り返しでできている.

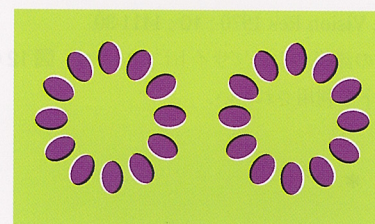


図11 静止画が動いて見える錯視の例
左のリングは時計回りに、右のリングは反時計回りに回転して見える.

形領域が動いて見える錯視である(外側が動いて見える人もいる)。動く方向は網膜像の動きと連動していて、網膜像が垂直方向に揺れれば、正方形領域は水平方向に揺れて見える。また、網膜像が水平方向に揺れれば、正方形領域は垂直方向に揺れて見える。一方、図7は「蛇の回転」という作品で、円盤がひとりで回転して見える(ただし、この錯視があまり起きない人もいる)。錯視の動きの方向は決まっていて、黒→青→白→黄→黒の方向に動いて見える錯視である。つまり、網膜像の動きと連動する図6とは異なる錯視である。

動画における運動視の錯視

「本稿のように媒体が印刷物となると、動画は使えない」と前述したが、聞くとところによると、医学の教科書の一部には、「QRコードを読み取

ることで、動画が見られる」というやり方が採用されているという。早速、ここで真似をしてみよう。運動視の錯視といえば、まずは運動残効である。運動残効(motion aftereffect)とは、動いている刺激(順応刺激)を見続けたあと、静止したところを見ると、順応刺激とは反対方向に動いて見える現象である。滝の錯視ともいう。図8-AのQRコードを読み取ると、図8-Bのような画像で、左側の同心円が縮小し続ける動画を見ることができる。その同心円の中心をしばらく(10秒程度でよい)見続け、右のダルマを見ると、ダルマは拡大あるいは接近して見える。この現象によって、ものの動きに应答する専用の神経メカニズムが脳内にあることが推測できる。その推測どおりの神経細胞が存在することがわかっている。

もう一つ、運動視の錯視として、リバースファイ(reverse phi)という現象³⁾(の発展形)を紹介しよう。図9-AのQRコードを読み取ると、図9-Bのような画像で、上の長方形内のリング二つが回転し続ける動画を見ることができる。左のリングは反時計回りに、右のリングは時計回りに回転して見える。よく見ると、リングを構成する楕円とその縁の色が変化しているだけで、それらは位置を変えていない。実際には、図10に示した4枚の画像を繰り返して提示しているだけである。この錯視においては、色は本質的ではなく、相対的な輝度が重要である。この錯視にも運動

残効がある。上の長方形内のリングの錯視的回転を見たあと、下の長方形内の静止したリングに目を移すと、左のリングは時計回りに、右のリングは反時計回りに回転して見える。

ちなみに、図10の各画像を見ていると、静止画なのに動いて見える印象がある場合があるかもしれない。それは印象とか気のせいではなく、静止画が動いて見える錯視が弱く見えている可能性がある。たとえば図11のような色の配置にすると、より強い錯視が得られる。これは、図7の錯視と同じである。

おわりに

錯視の研究は近年急成長していて⁴⁾、いずれ何かがブレイクする状況にあると思われる。医学的な応用の可能性については、大いに有望と思われる。普通に考えれば、錯視の知識が応用されることがあるなら、まずは眼科であろうが、意外にも脳神経内科の診断などに役に立つこともあるか

* * *



図12 筆者の錯視のウェブサイト「北岡明佳の錯視のページ」のURL (<http://www.ritsumeai.ac.jp/~akitaoka/>) のQRコード

もしれない。その節は、よろしくお願ひしたい。

文 献

- 1) 北岡明佳. イラストレイテッド 錯視のしくみ. 東京: 朝倉書店; 2019.
- 2) Laeng B, Endestad T. Bright illusions reduce the eye's pupil. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2012; 109: 2162-7.
- 3) Anstis SM. Phi movement as a subtraction process. *Vision Res* 1970; 10: 1411-30.
- 4) 筆者の錯視のウェブサイトについては、図12のQRコードを利用されたい。

NEUROLOGY

脳神経内科

特集I 自律神経障害と自己抗体 VOL.95 NO.2

- 自律神経受容体抗体の種類と神経障害 / 池田淳司ほか
- 抗自律神経節アセチルコリン受容体抗体と自律神経節障害 / 中根俊成
- 自己免疫性自律神経ニューロパチーの臨床像と治療法 / 小池春樹
- 自律神経障害を伴う Guillain-Barré 症候群と自己抗体 / 桑原 基ほか
- 子宮頸がんワクチン接種後副反応と自律神経受容体抗体 / 日根野晃代

特集II 視覚とその周辺

- 錯視 / 北岡明佳
- 共感覚 / 横澤一彦
- 視覚の背側路と腹側路 / 平山和美
- 視覚と聴覚 / 加我君孝
- 視覚と体性感覚 / 武田克彦

特集III 高齢者脳神経内科疾患

- 胃切除後の晩期合併症：ビタミンB12欠乏性神経障害 / 立花直子
- Central and extrapontine myelinolysis の臨床的特徴と画像所見 / 武井洋一
- Non-systemic vasculitic neuropathy / 飯島正博
- 高齢発症の重症筋無力症：仮面うつ病, 多発脳梗塞との違い / 赤石哲也ほか
- 一過性意識障害と猪瀬型肝炎疾患 / 池田修一

Aug. 2021

科学評論社