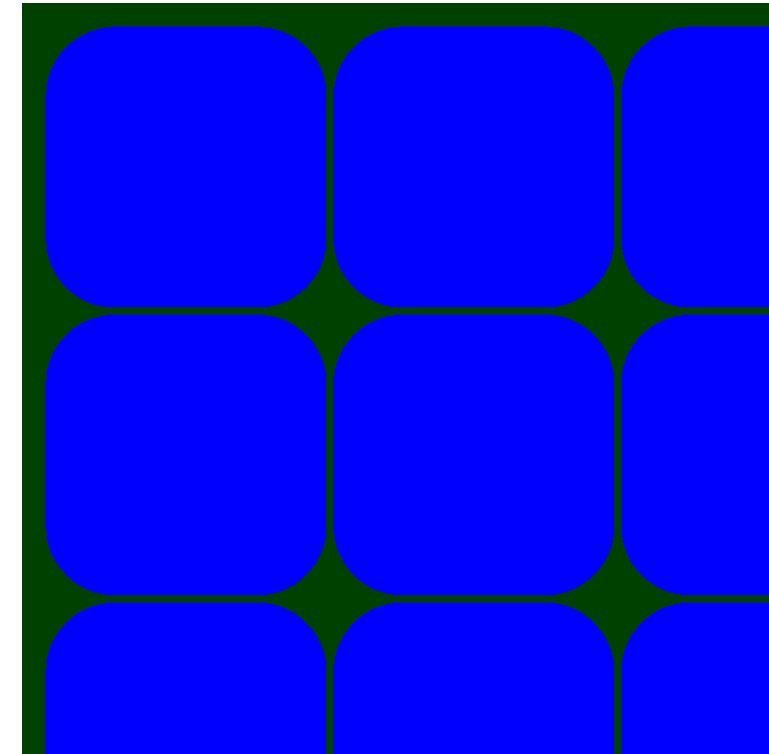
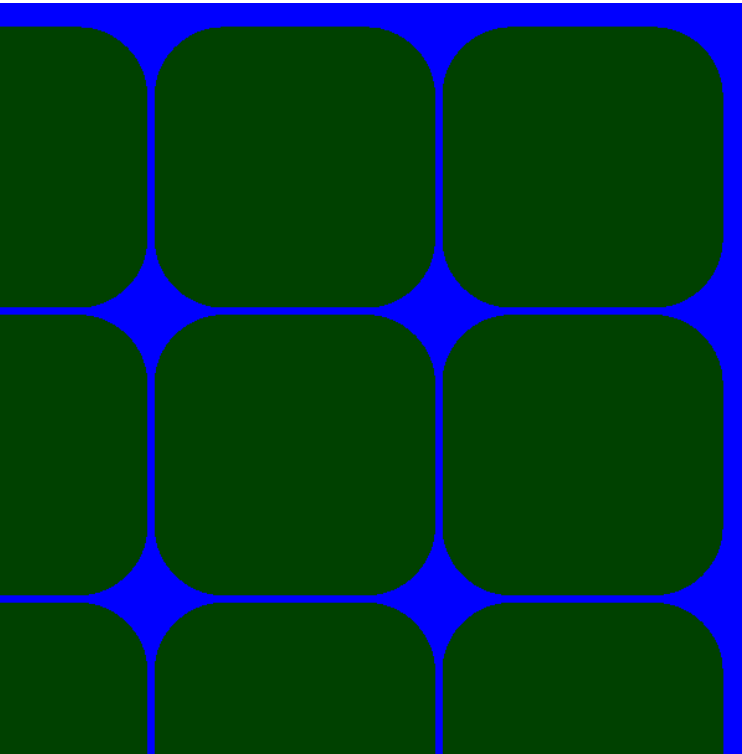


マクスウェルのスポット の錯視

北岡明佳

（立命館大学総合心理学部）



マクスウェルのスポット (Maxwell's spot) とは？

- 青いものを見る時、中心視では暗く見える現象である。
- Miles (1954) によると、1856年に Maxwell はこの現象をプリズムを通して青い光を見ている時に発見した。



Maxwell, J. C. (1856). On the unequal sensibility of the Foramen Centrale to Light of different colours. Report of the British Association.

Miles, W. R. (1954). Comparison of Functional and Structural Areas in the Human Fovea. I. Method of entoptic plotting. *Journal of Neurophysiology*, 17(1), 22–38. <https://doi.org/10.1152/jn.1954.17.1.22>

マスキウエルのスポットはなぜ起こるか？

- 黄斑色素による青色光の吸収が原因とされる（Chen, Lan, & Schaeffel, 2015; Isobe & Motokawa, 1955; Gardasevic, Lucas, & Allen, 2019）。

Chen, Y., Lan, V., & Schaeffel, F. (2015). Size of the foveal blue scotoma related to the shape of the foveal pit but not to macular pigment. *Vision Research*, 106, 81-89. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2014.10.011>

Gardasevic, M., Lucas, R. J., & Allen, A. E. (2019). Appearance of Maxwell's spot in images rendered using a cyan primary. *Vision Research*, 165, 72-79. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2019.10.004>

Isobe, K., & Motokawa, K. (1955). Functional structure of the retinal fovea and Maxwell's spot. *Nature*, 175(4450), 306–307. <https://doi.org/10.1038/175306a0>

マスキウエルのスポットはどのような形か？

二重円あるいは一重円

Isobe & Motokawa, 1955

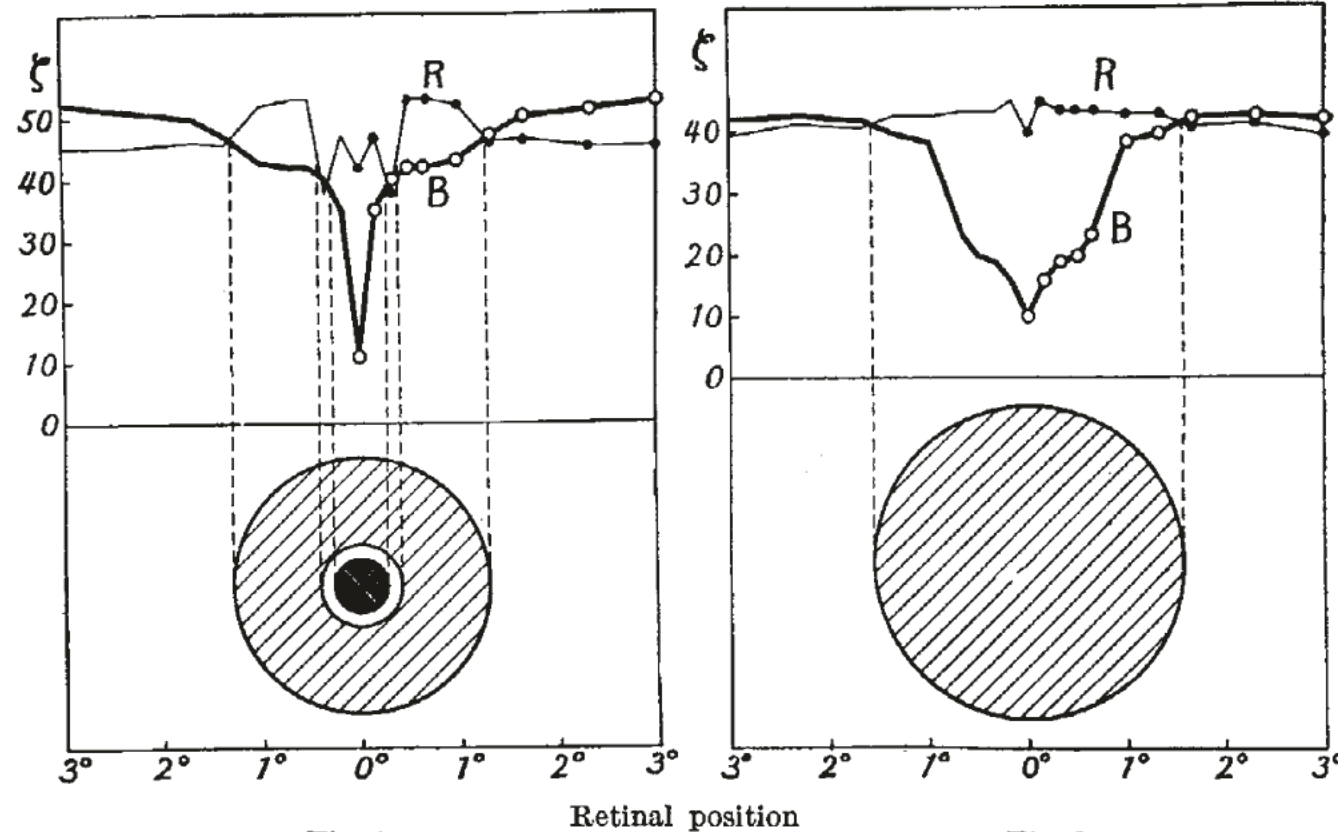


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 1. Spatial distribution of red (*R*) and blue (*B*) processes in fovea (above), and Maxwell's spot (below). Exploring spot of light was 2' in visual angle during measurement of retinal processes. The more reddish-looking areas of Maxwell's spot are shaded with oblique lines

Fig. 2. Another case of normal Maxwell's spot and corresponding distribution of retinal processes

マクスウェルのスポット観察用の図（OLEDで観察しやすい）

New!

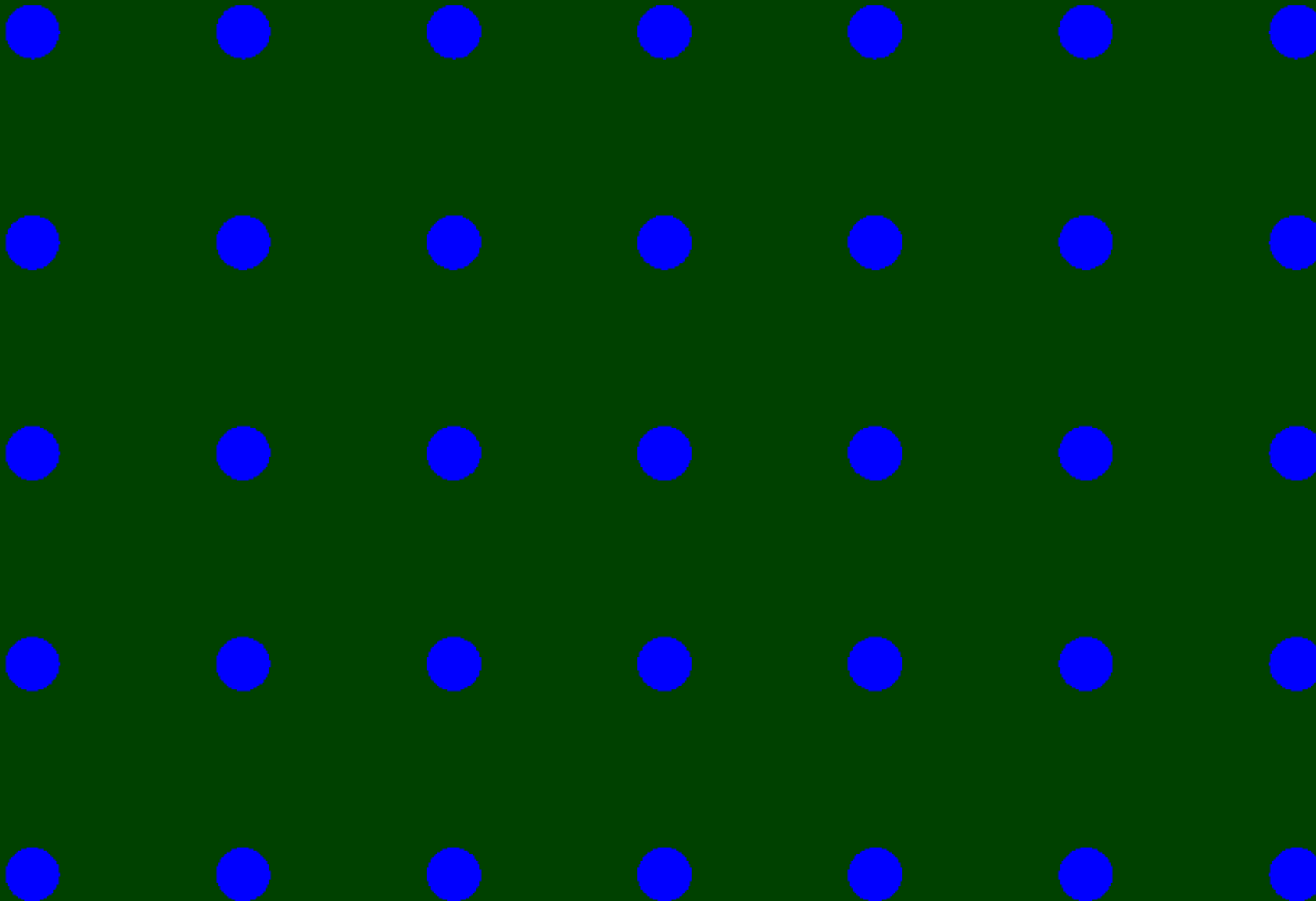
マクスウェルの スポットの錯視

暗い緑の背景に青のドットを並べると、中心視では青が暗く見える。

<うれしい点>

マクスウェルのスポットを観察しやすい。

OLEDで観察しやすい。



New!

マクスウェルの スポットの錯視

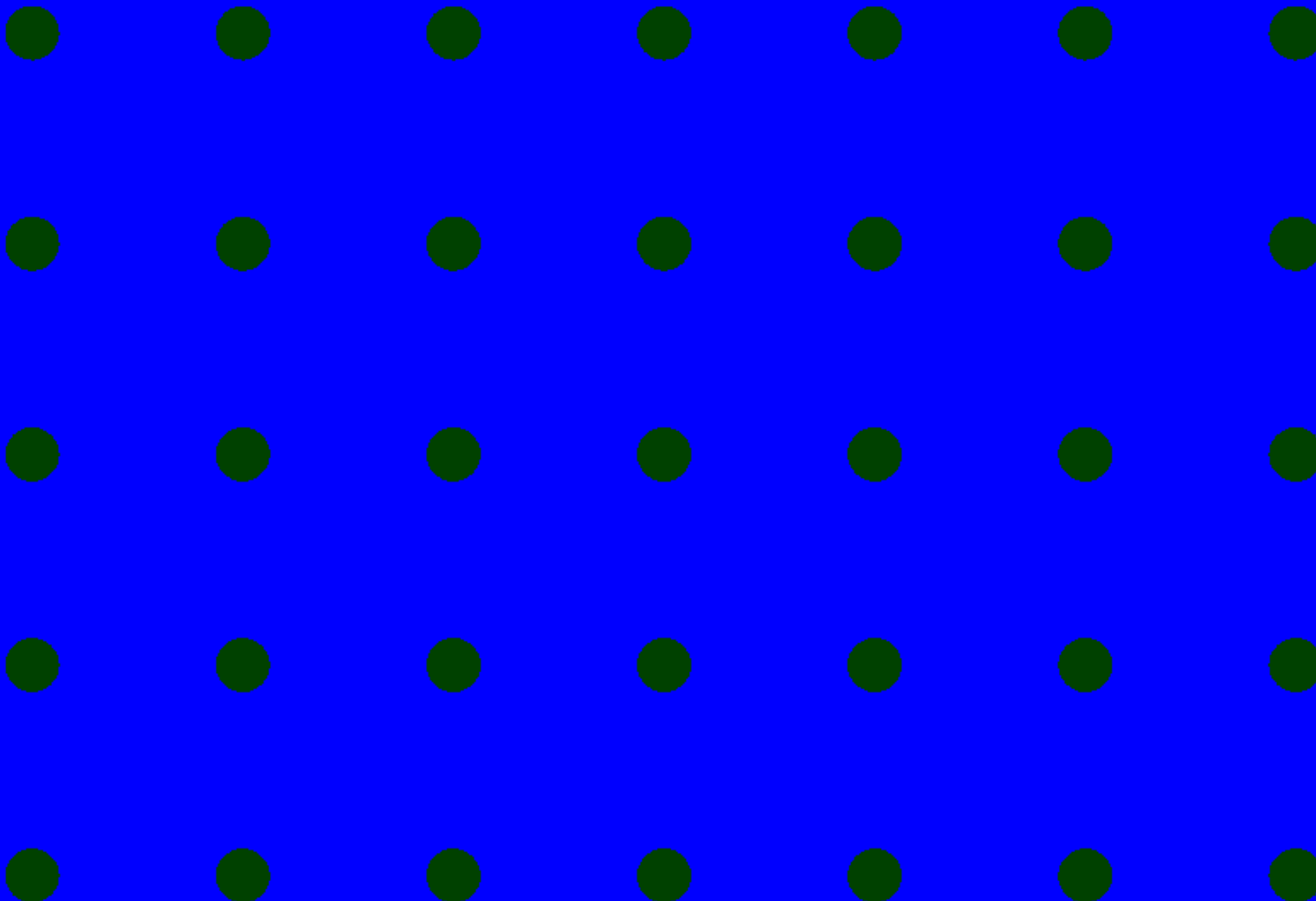
<明るく見える錯視>

青い背景に暗い緑のドットを並べると、中心視では緑が明るく見える。

<注目すべき点>

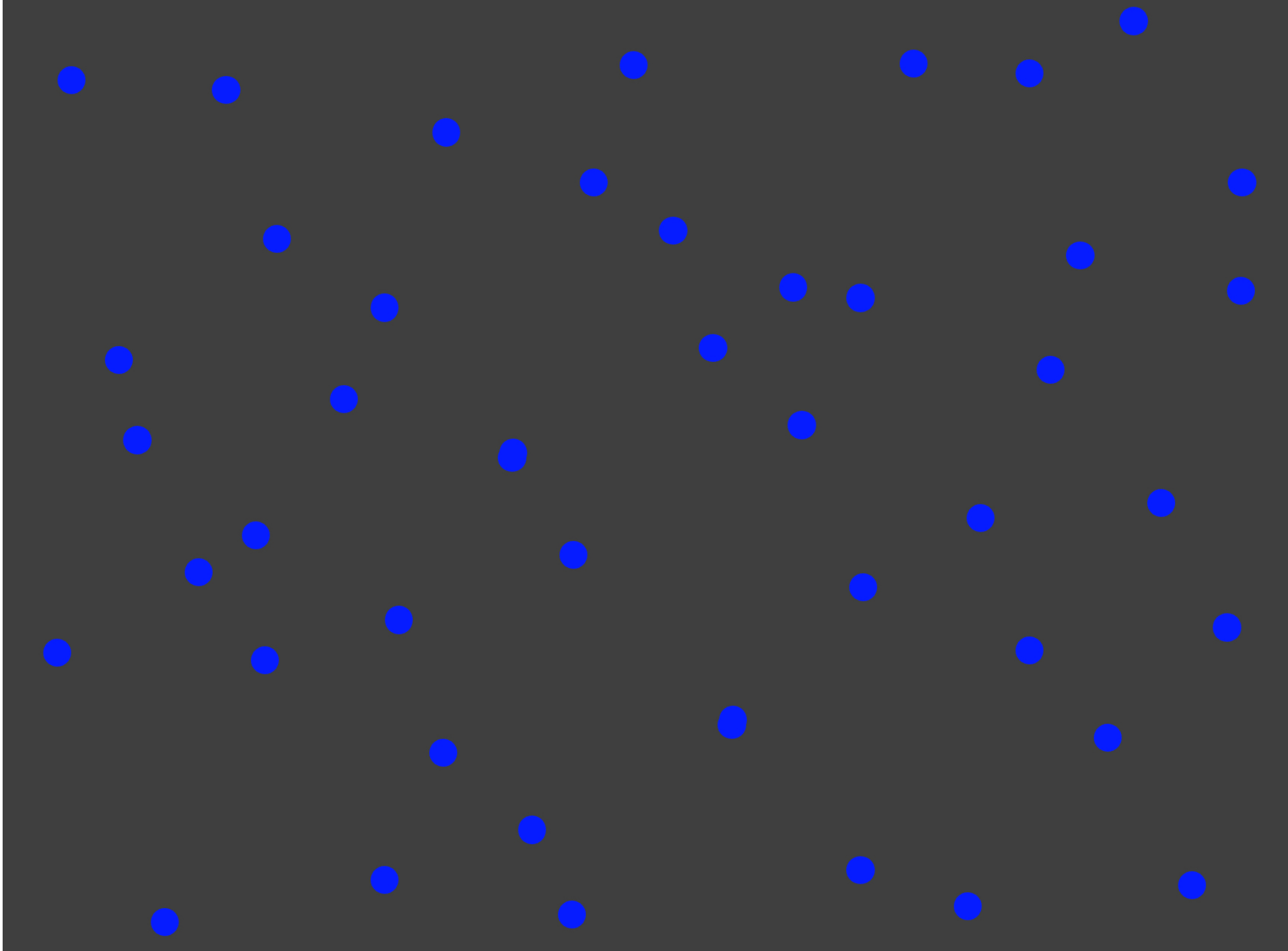
「中心視で青が暗く見えるのは、黄斑色素が短波長光を吸収するからである」というマクスウェルのスポットの標準的な説明だけでは、緑が明るく見えるこの現象を説明できない。

OLEDで観察しやすい。



注

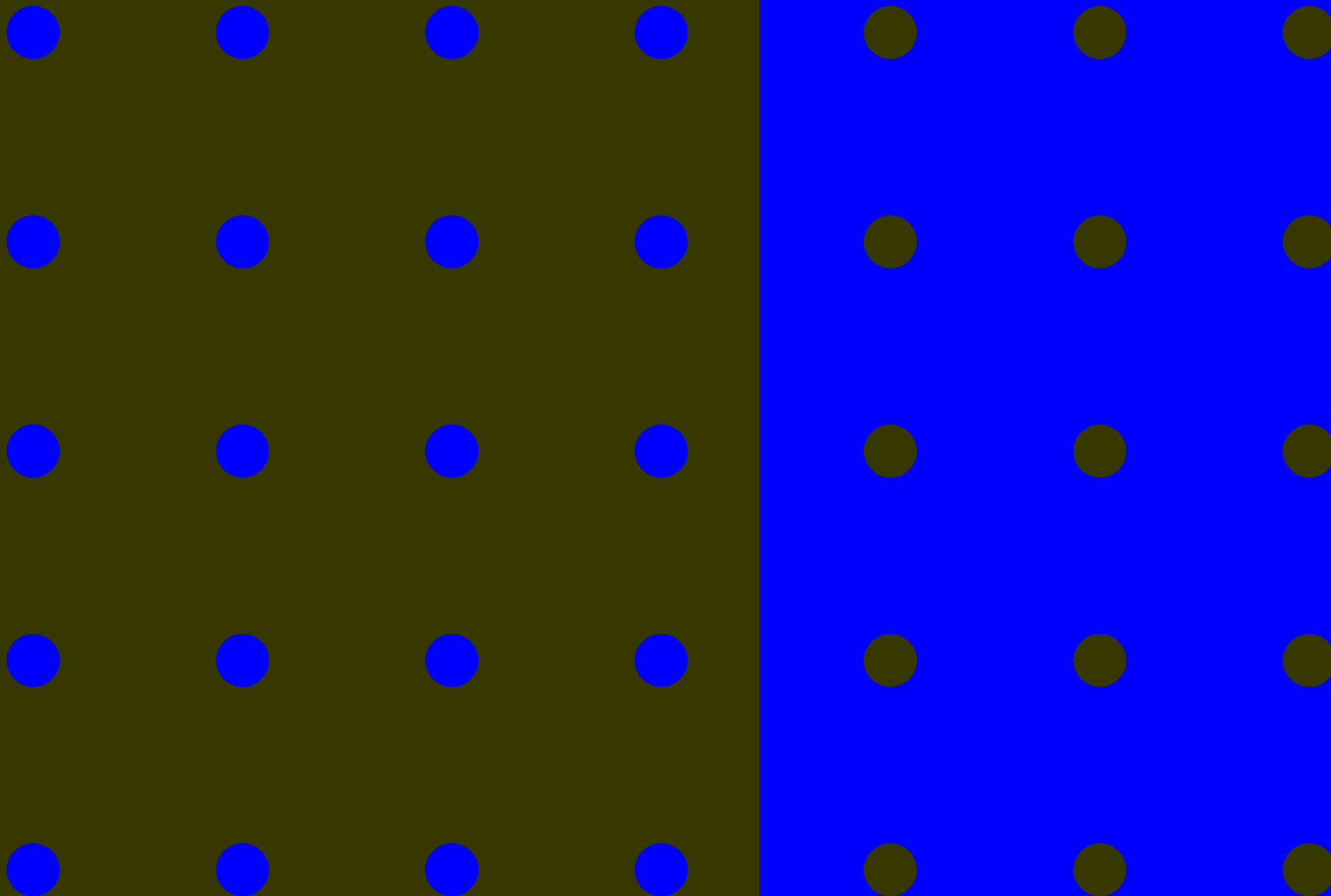
マクスウェルのスポットの錯視のうち、青が暗く見えるバージョンは、北岡が最初の考案者ではなく、少なくとも James Intrigator (右図・私信)の講義用デモが先である。



マクスウェルの スポットの錯視

背景にする色は、暗い緑
以外に、暗い灰色、暗い
黄色、暗い赤でもよい。
ただし、暗い緑が最大の
効果があるようである。

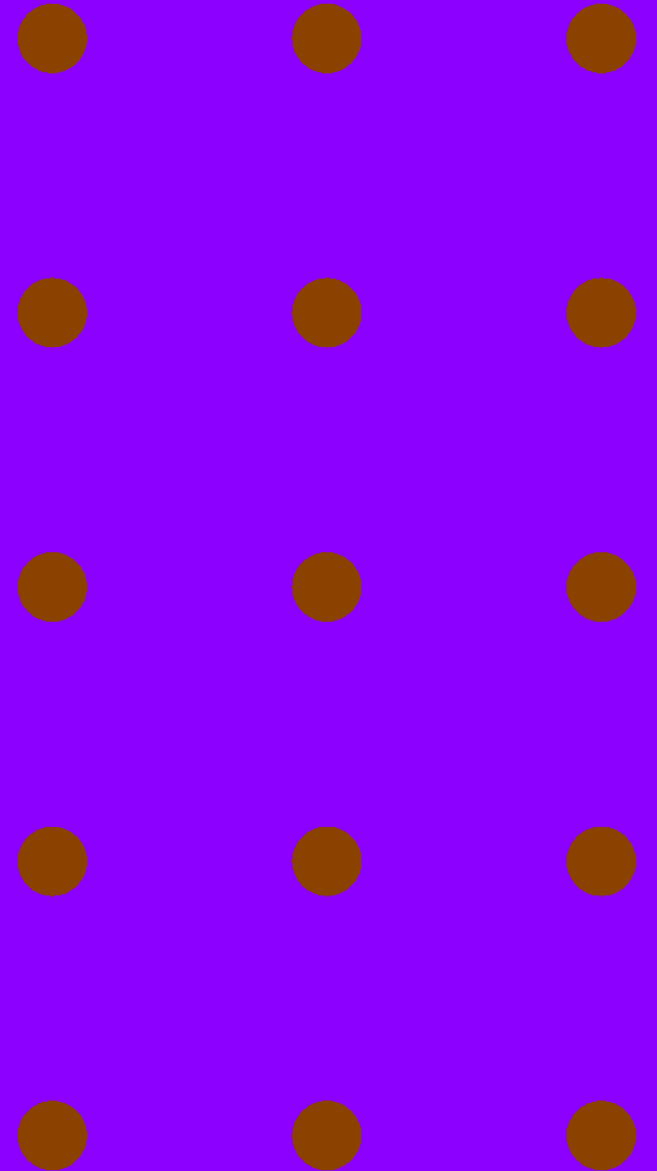
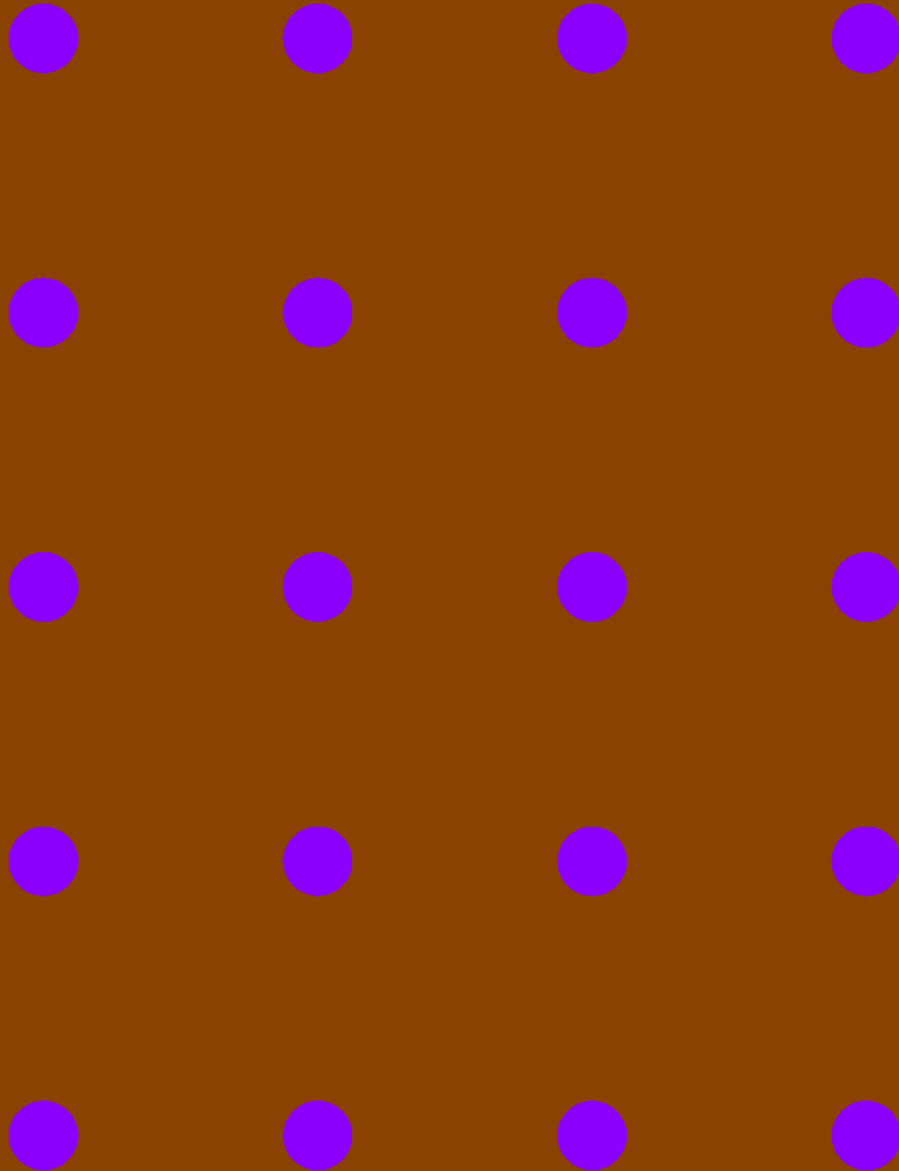
左側20個の青いドットは中心視
では暗く見え、右側15個の茶色
のドットは中心視で明るく見え
る。



マクスウェルの スポットの錯視

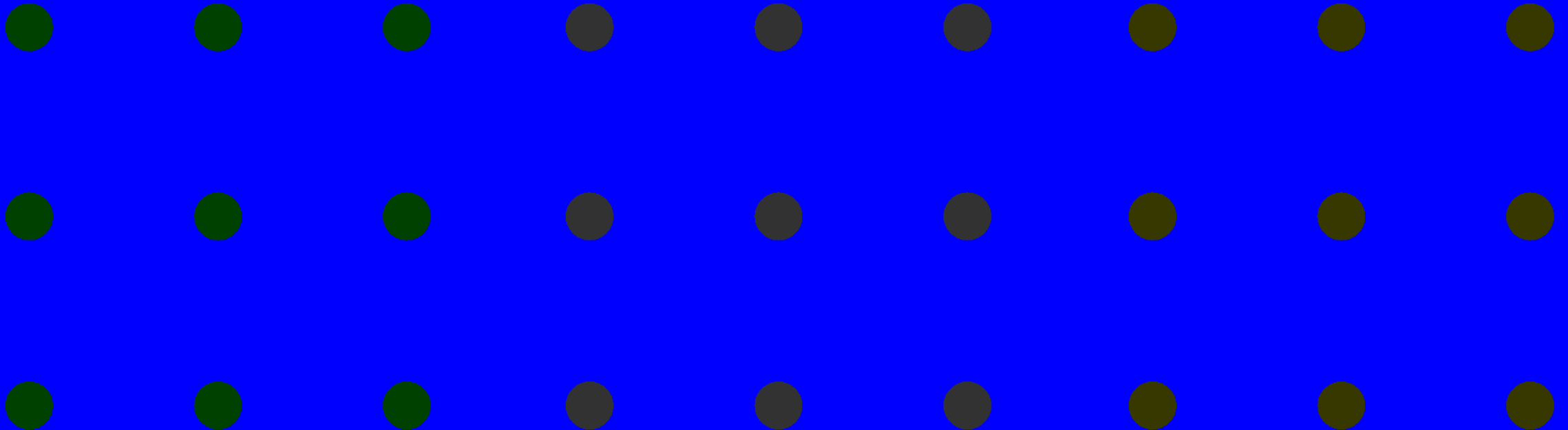
以上の青と暗い色の組み合わせに、他の色を加法混色して合成した新しい色の組み合わせを用いても、この錯視は観察できる。

左側20個の赤紫色のドットは中心視では暗く見え、右側15個のオレンジ色のドットは中心視で明るく見える。



明るく見える方のマクスウェルのスポットの錯視の考察

- 黄斑色素によって短波長光が吸収されることによって青が暗く見える（マクスウェルのスポット）が、マクスウェルのスポット現象にはさらに何らかの反対色メカニズムが介在していると考えられる。すなわち、青が暗く見える時、背景となる色は明るく見えるようになっていると推定される。そうだとすると、その機能は不明である。



New!

マクスウェルの スポット：色の 交替による増強

青と暗い緑の一樣な画像を交替させると、青の画像の時は中心視で青が暗く見え、暗い緑の画像の時は中心視で緑が明るく見える。

個々の一樣な画像を単独で見るよりは、交替させて見た方が効果が大きい。暗い緑の画像で錯視を観察するには、交替が必須である。

OLEDで観察しやすい。

交替させている色（青と暗い緑）

R: 0, G: 0, B: 255, x: 0.150, y: 0.060, Y: 0.072
L: 0.047, M: 0.087, S: 0.873
dLum: -1.501, dLM: -0.057, dSlum: 1.612

R: 0, G: 65, B: 0, x: 0.300, y: 0.600, Y: 0.038
L: 0.034, M: 0.040, S: 0.006
dLum: -1.604, dLM: -0.009, dSlum: -0.062

色を組み合わせることで錯視が起こる。

暗い緑の縦コラムは、
中心視では明るく
見える。

青の縦コラムは、
中心視では暗く
見える。

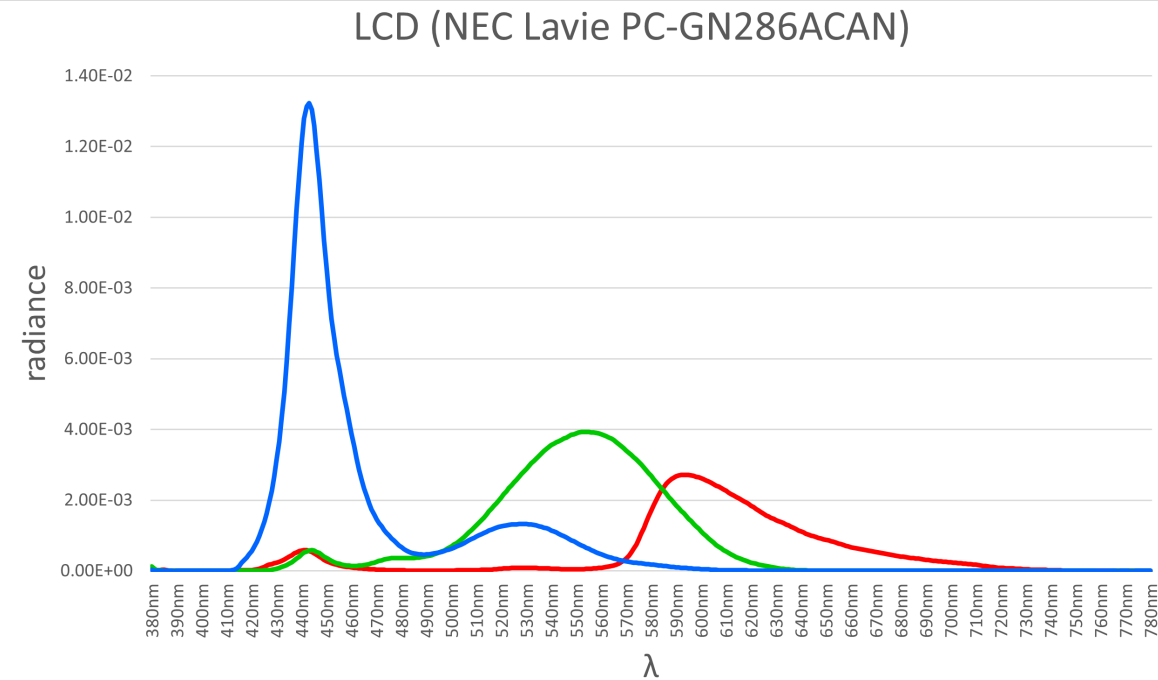
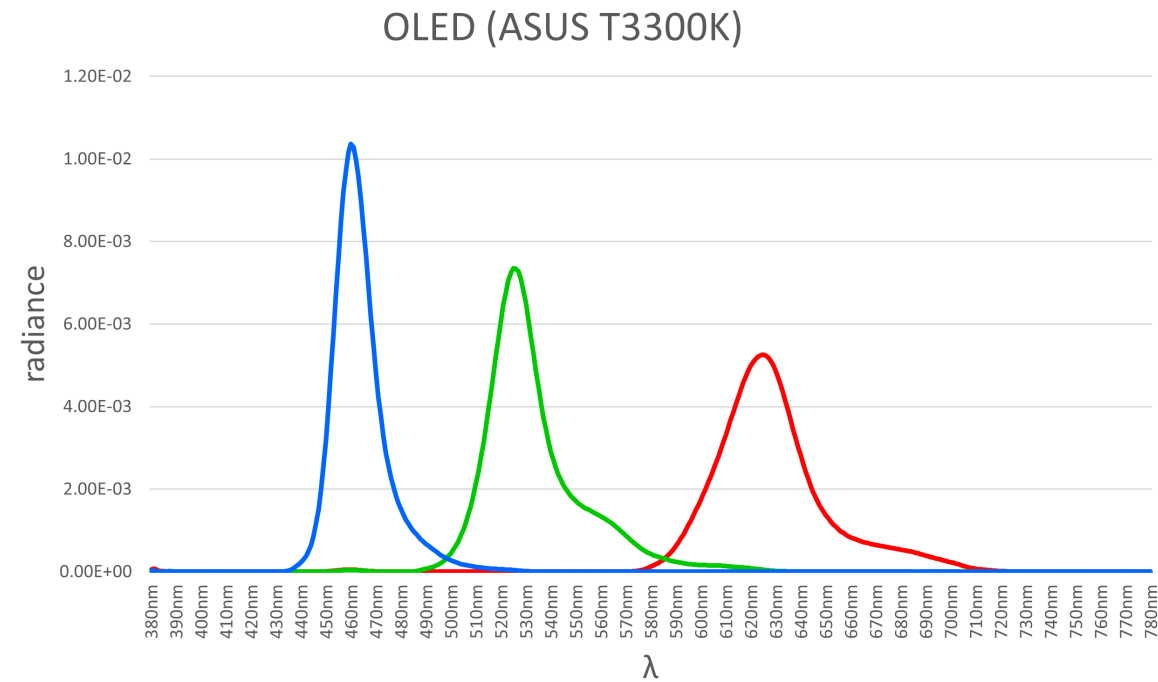
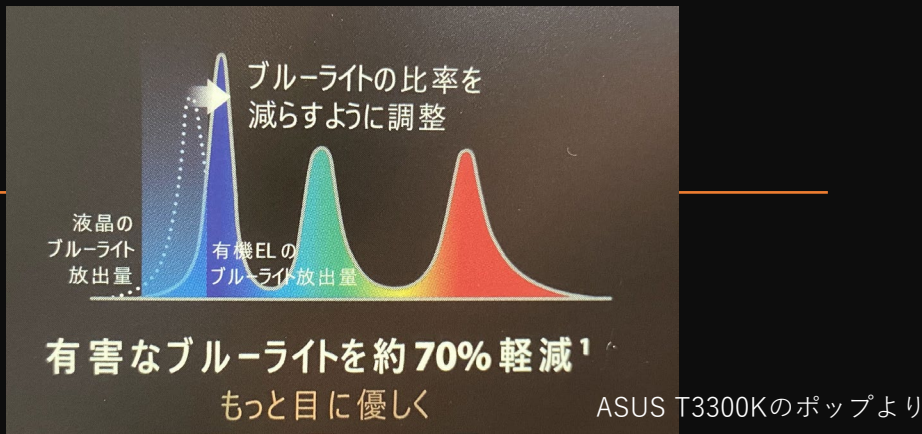
まとめ マクスウェルのスポットの錯視の成立要件

- 青の刺激だけでなく、それより輝度の低い第2の色の刺激との空間的あるいは時間的組み合わせが重要である。
- 第2の色としては、暗い緑、暗い灰色、暗い黄色、暗い赤が有効である。
(OLED上のRGBで生成された色で調べた限りであるが)

→黄斑色素によって短波長光が吸収されることによって青が暗く見えるとされてきたマクスウェルのスポット現象には、さらに何らかの反対色メカニズムが介在していると考えられる。すなわち、青が暗く見える時、ペアとなる色は明るく見えるようにできていると推定される。その機能は不明である。

考察 OLEDでマクスウェルのスポットの錯視を観察しやすいのはなぜか？

- OLEDの青のピーク波長は460nm付近であり、これは黄斑の光吸収のピーク波長に近いからである、と推定される。
- LCDでこの錯視が見えにくい傾向にあるのは、LCDの青のピーク波長は460nmよりも短波長側にあるからと考えられる。





ウェブページ版

https://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/VSJ2024winter-Maxwell_spot_illusion.html

- 本発表の錯視はデバイス依存のため、OLEDを用いて発表致します。ポスターではほとんど錯視は見えないと思われれます。
- OLED（11Pro以降のiPhoneなど）をお持ちの方は、上に示しましたQRコードでウェブページにアクセス頂きますと、デモをご覧になれます。