

周辺視に於ける色光の Brightness Function

— Critical Duration 及び Broca-Sulzer 効果との関連について —

CRITICAL DURATION AND BROCA-SULZER DURATION AS POWER FUNCTIONS OF ILLUMINANCE IN THE FOVEA AND PERIPHERY: EFFECTS OF WHITE AND UNIQUE-HUE FLASH.

宇 阪 直 行

Osaka Naoyuki

追手門学院大学文学部心理学科

1) 臨界時間のべき関数

ある分光分布を有するフラッシュの誘発する心理的明るさ (brightness) はフラッシュの輝度以外にも呈示時間や視野の効果を強く受けることが知られている。明るさの非線型評価関数としてべき関数を用いると (1) 式となる。

$$B = k \cdot L^\alpha \quad [\alpha = F(T, E, \lambda)] \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 B 、 k 、 L 、 α 、 T 、 E 、及び入はそれぞれ、明るさ、定数、輝度、べき指数、呈示時間、視野、及び波長を示す。明るさのべき指数 α は「明るさ感覚の変化の仕方を記述しており、 T 、 E 及び入の影響を強く受ける。即ち、 α と L との関係については、中心視白色光条件の場合、 T が transient-state (Bloch) region ($T \lesssim 100 \text{ ms}$) では square-root-law ($\alpha \approx 1/2$) が、steady-state-region ($T \gtrsim 1 \text{ s}$) では cubic-root-law ($\alpha \approx 1/3$) が成立するといわれる¹⁾²⁾ Bloch の法則が成立する最長時間は臨界時間 (T_c) と呼ばれ、また閾上刺激では T_c の近傍では Broca-Sulzer 現象がしばしば生じる。そして、この現象は L が増加すると短時間側へズレてゆくことが知られている。Broca-Sulzer 現象の生じる T を T_B とすると T_B はべき関数式 (2) で近似できよう。

$$T_B = c \cdot L^{(S/F-1)/\gamma} \dots \dots \dots (2)$$

ここで、 c 及び γ は T_B 関数の定数とべき指数を示す。ところで、 γ は式 (3) でも導かれる。

$$F = S/(\gamma + 1) \dots \dots \dots (3)$$

ここで、 S 及び F は T_c 以上、 B 及び T_c 以下のフラッシュの明るさのべき指数を示す。

2) Unique-Hue

固有色 (Unique-hue) は、 r/g 、 y/b - opponent hue response に於ける equilibria に相当する固有色相³⁾⁴⁾であり、中程度の輝度変化に対してはほぼ invariant であるといわれる。今回の目的の一つは白色光に於いて見出された T_c や T_B のべき指数が色光を用いた場合、如何なる変容を示すかを opponent hue coding system の観測から検討することにある。白色光の他に、unique hue として 575 (黄)、471 (青)、499 (緑) nm の三種及び 650 nm (赤) の hue を用いた⁵⁾ (Jobin-Yvon H-20E) プロメタ。

3) 方法

暗順応後、 2.4° の刺激が右眼中に視野と 10° 鼻側周辺視野に呈示された。刺激呈示はマイクロプロセッサ (PET-2001) により制御し、光源は R1131C を用いた (色温度補正 +100 μrd , Wratten No.85)。刺激フラッシュは約 430 td とし、0.5 log unit で変化させた。極限法と brightness maximization 法を用いた。観測者は、マイクロプロセッサと連動したポテンシオメータで T_c 、 T_B を調節した。

4) 結果

主要な結果を Table 1 と以下に示す。(1) 白色、色光いずれのフラッシュでも T_c のべき指数は黄の値を示した。即ち、 T_c は網膜照度の上昇に反比例して減少した。また、 T_c のべき指数は、中心視白色光で最大 (-0.34) であった。この値は式 (3) から予測される値に合致している。(2) y/b 系のべき指数値は r/g 系のそれよりもやや大きく、また y/b の min T_c は r/g のそれより約 20 ms 短い側へズレた値を示した。これは、Table 2 が示すように、

T_c 以下の transient-state-flash では y/b の明るさは、 r/g のそれよりしに対してシャープに立上ることを示唆している。(3) T_c のベキ指数値は、中心視の方が周辺視より一般に大きい。(4) Broca-Sulzer 効果は中心視でも周辺視でも生じたが、特に、白色光と unique-blue で最も著しく、次に unique-green で強く生じた。Unique-yellow ではやや弱く認められた。これらはいずれもやや高い網膜照度レベルでのみ観察された⁷⁾。他方、650 nm の

赤色光では Broca-Sulzer 効果はほとんど認められなかった。結局、この現象は短波長側でより強く生じる傾向を示した。赤色光に因してはさらに検討の余地がある⁶⁾。Table 2 は式(3)で、steady-state-flash の明るさのベキ指数を $1/3$ と仮定した場合の transient-flash の明るさのベキ指数の予測値である。白色光の場合は、従来の $1/2$ 法則とよく一致している。また、 y/b のベキは r/g のそれよりもやや大きく白色光のケースに近いことを示している。この点、blue cone の明るさ処理機構が白色光の場合と近似的であることを示唆していると思われる。(本研究の一部はトヨタ財団の補助(#79-1-072)を受けた)。

TABLE 1 CRITICAL DURATION (T_c) AND EXPONENT OF THE T_c POWER FUNCTION FOR WHITE AND UNIQUE-HUE FLASHES IN THE FOVEA AND PERIPHERY

		Unique-Yellow [575nm]	Unique-Blue [471nm]	Non-Unique Red [650nm]	Unique-Green [499nm]	White
Fovea	Log min T_c	1.78	1.87	1.95	1.93	1.43
	Log max T_c	2.20	2.23	2.16	2.15	2.14
	Exponent	-.19	-.18	-.09	-.11	-.34
	Log k	2.20	2.22	2.13	2.14	2.17
	r^2	.96	.99	.82	.98	.97
	Broca-Sulzer	weak	strong	non	strong	strong
Periphery	Log min T_c	1.82	1.87	1.95	1.96	1.64
	Log max T_c	2.17	2.10	2.18	2.12	2.13
	Exponent	-.16	-.11	-.11	-.10	-.25
	Log k	2.18	2.20	2.19	2.13	2.16
	r^2	.91	.99	.95	.88	.98
	Broca-Sulzer	non	strong	non	strong	strong

TABLE 2 ESTIMATED EXPONENT OF THE BRIGHTNESS POWER FUNCTION FOR THE LONG(S) AND SHORT(F) FLASHES. EXPONENT WAS ESTIMATED FROM THE T_c POWER FUNCTION: $T_c = k \cdot L^{(S/F-1)}$, ASSUMING $S=1/3$.

		Unique-Yellow	Unique-Blue	Red	Unique-Green	White
Fovea	Transient-Flash(F)	.41	.41	.37	.37	.50
	Steady-Flash(S)	.33	.33	.33	.33	.33
Periph.	Transient-Flash(F)	.40	.37	.37	.37	.44
	Steady-Flash(S)	.33	.33	.33	.33	.33

References: 1) Osaka, N. *Percept. Psychophys.* 1977, 22, 63. 2) Osaka, N. *J. Opt. Soc. Am.* 1978, 68, 140.
 3) Jameson, D. & Hurvich, L. M. *J. Exp. Psychol.* 1951, 41, 455. 4) Akita, M., Ejima, Y. & Osaka, N. *AIC Symposium*. 1979, Tokyo. 5) Osaka, N., Cohen, J. D., Akita, M. & Ejima, Y. *Jap. Psychol. Res.* 1978, 20, 183.
 6) 坂田, 日本色彩学会誌, 1979, 4, 13. 7) Wasserman, G. S. *Vision Res.* 1966, 6, 689.