

# フラッシュラグ効果の時空間特性に関する研究

深田 明弘

(境界科学・応用物理情報)

## 1 はじめに

フラッシュラグ効果とは、運動刺激の近傍にフラッシュ刺激を瞬間提示すると、後ろにずれて知覚される現象のことである。この現象については様々なモデルが提案されているが、現象全体の解明には至っていない。その中で、Watanabe & Yokoi は運動刺激とフラッシュ刺激の位置関係に着目し、フラッシュ提示位置を様々に変化させることで広範囲の時空間特性について検討した<sup>(1)</sup>。その結果、運動刺激の前方と後方では位置ずれが時空間的に非対称であり、また運動速度を変化させた実験では前方の位置ずれのみが速度比例したことから、運動刺激前後で質的に異なる複数のプロセスが関与する可能性を示唆した。ただ、彼らの実験ではフラッシュ刺激提示位置が運動軌跡上に限られており、空間全体の特性は不明確であった。

そこで本研究では、刺激の空間配置と提示タイミング、そして運動速度を様々に組み合わせることで、フラッシュラグ効果の時空間特性についてより詳細に調べ、背後にあるメカニズムについて検討することを目的とした。

## 2 実験及び考察

実験 1 では、画面上を水平方向に動く運動刺激に対し、様々なタイミングや位置にフラッシュ刺激を提示した。被験者は、この運動刺激に対しフラッシュ刺激が相対的にどこに見えたかをマウスで回答した。刺激配置は先行研究を基本とし、フラッシュ刺激は運動刺激の $\pm 2.5$  deg の範囲内の格子状に配置した。また、運動速度は 6.25~18.75 deg/s の 3 条件

を用いた。実験の結果、運動刺激後方では運動変化の瞬間のみわずかに位置ずれが生じたが、運動刺激前方と上下では運動の変化前から位置ずれが生じ、かつ、この位置ずれ量が運動速度や刺激間距離に比例する傾向が見られた。そこで、この位置ずれ量を運動速度で割って刺激間距離の関数としてプロットし、直線近似によるモデルで分析を行ったところ (図 1 実線)、刺激間距離に比例して一定の時間 (1 deg あたり約 20 ms) の運動に相当する位置ずれが生じている可能性が示唆された。

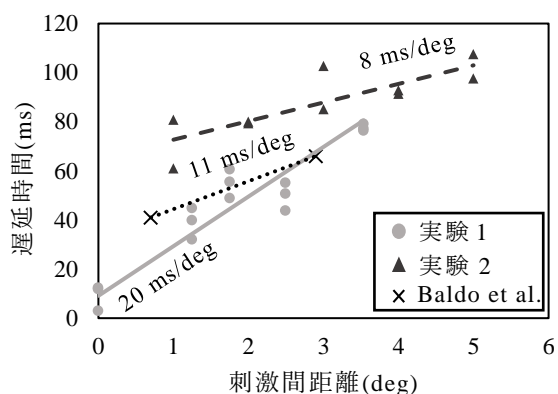


図 1 刺激間距離と位置ずれ量の関係

ただ、実験 1 は先行研究に準拠したため刺激配置が格子状であり、刺激間距離との関係性については必ずしも明確ではなかった。そこで実験 2 では、フラッシュ刺激を放射状に等間隔に配置すると同時に、刺激間距離を最大 5 deg まで拡張することで、刺激間距離との関係性について検討した。その結果、各方向で多少異なる位置ずれ特徴が見られた。具体的には、運動刺激斜め前方方向は 1 deg あたり約 8 ms (図 1 破線) であったのに対し、運動刺激の真上方向では約 4 ms/deg となり、

方向による違いが見られた。これらは実験 1 で得られたモデルの値と比べて小さいが、刺激間距離の影響が線形ではなく、非線形的に影響していたためではないかと考えられる。Baldo et al.の研究においても 2 つの刺激間距離を用いた実験を行っており<sup>(2)</sup>、その結果から換算すると 1 deg あたり約 11 ms の運動に相当する位置ずれが生じていた (図 1 点線)。彼らの用いた刺激間距離は本実験 1 と 2 の概ね中間であり、非線形性を考慮するとよく一致しているといえる。よって、運動刺激前方では、刺激間距離に応じて非線形的に一定時間の運動に相当する位置ずれを生じさせるような時間的プロセスが関与している可能性が明らかになった。一方、運動刺激後方については、運動変化の瞬間に運動速度に比例しない位置ずれが生じたことから、前方とは異なり、representational momentum のような空間的プロセスが関与している可能性が示唆された。

実験 1, 2 においては運動の開始前でも非対称な位置ずれが観察されたが、運動の開始前には前後の位置関係は決まらないはずであり、フラッシュ刺激提示後の運動情報が後測的 (postdictive) に影響する可能性が考えられる。そこで実験 3 では、運動途中で方向を左右反転させ、その反転する前後のタイミングでフラッシュ刺激を提示することで、フラッシュ刺激提示後の運動情報がどのように影響するのかを検討した。その結果 (図 2)、運動刺激の前方や上方 5 deg に提示されたフラッシュは、運動が反転する数十 ms 前から位置ずれ方向が反転しており、かつ、この反転タイミングは刺激間距離に応じて変化する傾向も見られた。さらに図 2 中の丸で囲った部分のように、運動変化時に位置ずれが大きくなる特徴は実験 1, 2 の運動後方と一致するが、上方 5 deg の結果では運動前方の特徴である速度比例も見られた。これらのことから、運動刺激前後のプロセスが切り替わるタイミングは、必ずしも同時ではないと考えられる。

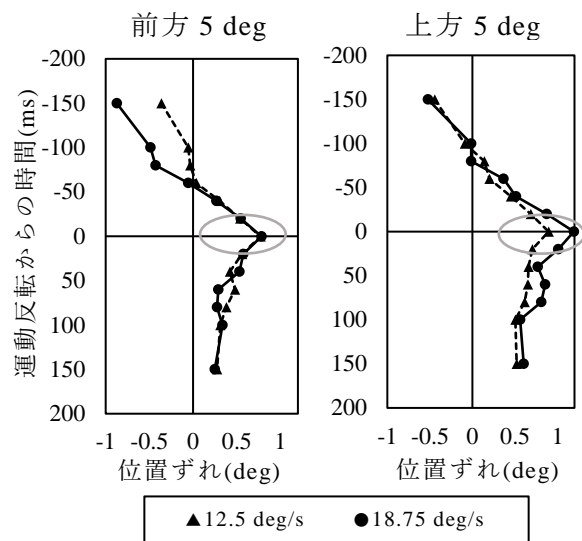


図 2 静止条件からの位置ずれ

### 3 結論

フラッシュラグ効果の時空間特性について、様々な条件を組み合わせで検討した。その結果、運動刺激前方は刺激間距離に応じた時間的ずれが生じる時間的プロセス、運動刺激後方は運動変化に応じて一定の位置ずれが生じる空間的プロセスが関与しており、それらのプロセスにはフラッシュ提示数十 ms 後の運動情報が後測的に影響する可能性を明らかにした。従来のフラッシュラグ研究は運動刺激近傍に焦点が当てられていたが、より広範な空間特性を考慮することが、フラッシュラグ効果の解明には必要であると考えられる。

### 参考文献

- (1) K. Watanabe and K. Yokoi, "Dynamic distortion of visual position representation around moving objects.", *Vision Research*, vol. 8, no. 3, pp. 1-11, 2008.
- (2) M. V. C. Baldo, A. H. Kihara, J. Namba and S. A. Klein, "Evidence for an attentional component of the perceptual misalignment between moving and flashing stimuli.", *Perception*, vol. 31, no. 1, pp. 17-30, 2002.