

## 周辺視における $\beta$ 運動の見え方に関する研究 Study on Appearance of Beta Motion in Peripheral Vision

柴田 光<sup>†</sup>  
Hikaru Shibata

山野井 陸<sup>†</sup>  
Riku Yamanoi

井ノ上 寛人<sup>†</sup>  
Hiroto Inoue

鉄谷 信二<sup>†</sup>  
Nobuji Tetsutani

### 1. はじめに

物理的に運動していないものが動いて見える錯覚を仮現運動という。その中で、光点などを順次点滅させていくと動いて見える錯覚を  $\beta$  運動という。関連研究[1]では、 $\beta$  運動によって移動して見える速度は、連続的に運動する実運動速度と比べて速く知覚できるとされている。 $\beta$  運動は、アニメーションの表現などに応用されていることから、その知覚特性の分析や知覚メカニズムの解明は、キャラクターの動きをより滑らかに見せる技法の開発などの発展に期待できる。

著者らは、 $\beta$  運動を周辺視で観視した場合に、その速度が一時的に高速化して見える現象をこれまでに確認しており、 $\beta$  運動の速度と網膜偏心度の関係について研究を進めている[2],[3]。また、この高速化現象が継続している間、 $\beta$  運動の構成要素（光点など）のいくつかが消滅して見えていることを確認した。本稿では、周辺視における  $\beta$  運動の知覚メカニズムを検討する上で、高速化現象と消失現象の関係について明らかにすることを目的とした実験結果を報告する。

### 2. 評価実験

本実験では、周辺視に提示する  $\beta$  運動の点列を垂直方向と水平方向の 2 種類を用意し、観視条件を水平方向及び垂直方向の 2 方向として実験を行った。実験参加者には、中心視と周辺視で  $\beta$  運動の見え方に違いがあるか、3 つの評価項目について実験を行った。

#### 2.1 実験環境

ディスプレイに表示される映像を図 1 に、実験概要図を図 2 に示す。本実験では、液晶ディスプレイ (FG2421, EIZO) を用意し、図 1 中の 2 種類の白点列が順次点滅することで  $\beta$  運動として知覚される。実験参加者は、ディスプレイに表示されている十字印を注視した後、垂直方向または水平方向の印へ視線を移動し、周辺視でディスプレイの白点を観視した。液晶ディスプレイの長辺 W は 52 cm (1920 px)、短辺 H は 29 cm (1080 px) である。実験参加者は椅子に座り、観視位置の高さは床から約 1 m、視距離は約 1 m で  $\beta$  運動を観視した。また、 $\beta$  運動は、黒色の背景に一つの白点を上から下に向かって垂直方向に点滅させるものと、左から右にむかって水平方向に点滅させるもので表現した。ディスプレイで表示する白点の位置は、図 1 のように、垂直方向に並べたものは十字印の右方向 1 deg とし、水平方向に並べたものは十字印の下方向 1 deg とし並べた。実験参加者には、その位置から水平方向と垂直方向にそれぞれ 3 つずつ配置してある印まで視線を移動させた。これは、関連研究 [2] より、 $\beta$  運動が高速化する

条件の一つである跳躍性眼球運動の直後に周辺視で  $\beta$  運動を観視するという条件下で実験を行った。各印の位置は、網膜偏心度 20 deg, 40 deg, 60 deg とした。白点と白点の間隔や白点の直径は水平方向と垂直方向で同一に設定した。両方向とも白点の移動範囲を視覚 10 deg とし、5 点を等間隔に表示させた。白点の直径は 2.2deg とした。ディスプレイで点滅する白点の 2 点間での時間間隔は、167, 100 msec とした。したがって、運動速度はそれぞれ 12, 20 deg/sec となる。これらの運動速度は、 $\beta$  運動を知覚できる運動速度の範囲内で選んだ。

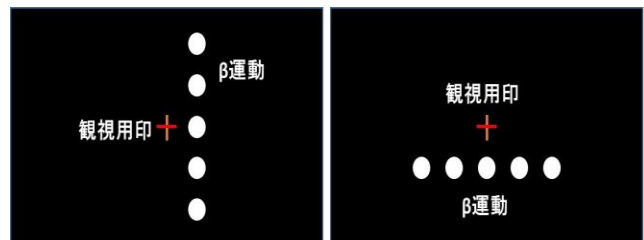


図 1. 実験映像 (画像左が垂直方向, 画像右が水平方向)

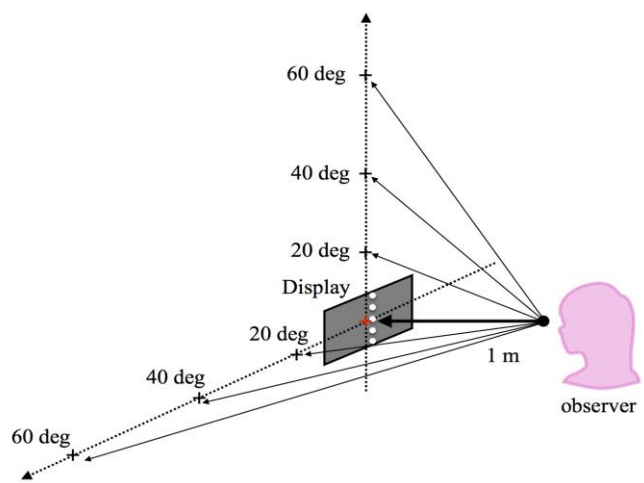


図 2. 実験概要図

#### 2.2 実験手順

11 名の実験参加者は、全ての映像において、図 1 の十字印を観視した状態で  $\beta$  運動の運動速度を知覚した。その後、参加者は、指示された各印を観視し、周辺視で  $\beta$  運動を知覚し、基準とした運動速度と比較して評価、回答した。その際の評価項目は以下の通りである。

- ① 白点の移動速度が高速化したか
- ② 白点の点滅箇所の数に変化はあったか
- ③ 白点の端から端までの移動距離に変化はあったか

<sup>†</sup> 東京電機大学, Tokyo Denki University

①における選択肢は「同じ」, 「少し速い」, 「速い」, 「とても速い」の 4 つである。②における選択肢は「変わらない」, 「少なくなった」, 「多くなった」の 3 つである。また, 点滅箇所が何個に見えるかも同時に回答してもらった。③における選択肢は「長く見える」, 「少し長く見える」, 「変わらない」, 「少し短く見える」, 「短く見える」の 5 つである。評価してもらう際に, 視線を周辺視にある印まで移動した瞬間に評価してもらった。垂直方向と水平方向の $\beta$ 運動の方向, 2 種類の運動速度及び, 観視する 3 つの網膜偏心度で 12 回実施した。

### 3. 実験結果及び考察

本稿では, 白点の 2 点間での点滅する時間間隔が 100 msec と 167 msec との実験結果の傾向が同様だったため, 100 msec だけの結果を示す。図 3, 4, 5 内において, 「a」は「垂直・水平」, 「b」は「垂直・垂直」, 「c」は「水平・水平」, 「d」は「水平・垂直」を表している。「垂直・水平」等は, 最初の 2 文字が $\beta$ 運動の点列の方向を表しており, 残りの 2 文字が視線の移動方向を表している。

#### 3.1 移動速度の高速化

「①白点の移動速度が高速化したか」という質問に対する回答の集計を図 3 に示す。図 3 の縦軸は, 「同じ」と評価した場合は 0 点, 「少し速い」と評価した場合は 1 点, 「速い」と評価した場合は 2 点, 「とても速い」と評価した場合は 3 点とし, それらの点数の実験参加者全員による平均となっている。図 3 より, どの条件でも網膜偏心度が大きくなることで高速化の程度が強くなっていることがわかる。また,  $\beta$ 運動の点列の方向に関係なく, 視線の移動方向が垂直方向の場合よりも水平方向の場合の方が高速化の程度が強い傾向があることが分かった。運動速度が 12 deg/sec の映像よりも, 20 deg/sec の映像の方が高速化を感じやすい傾向にあった。

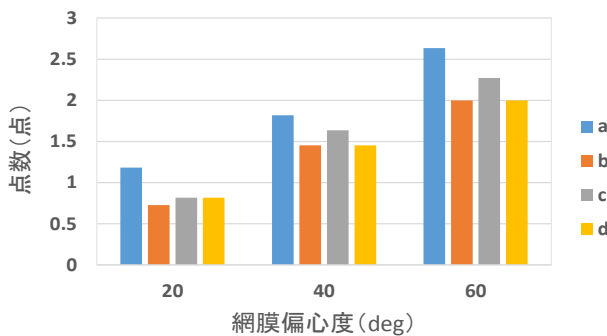


図 3. 高速化の評価

#### 3.2 点滅数の変化

「②白点の点滅箇所の数に変化はあったか」という質問に対する回答の集計を図 4 に示す。図 4 の縦軸は, 点滅箇所が何箇所で見えているかの点滅箇所数の実験参加者全員による平均となっている。どの条件においても, 網膜偏心度が大きくなる程, 点滅箇所は減少傾向にあることがわかる。これは, 高速化によって点滅が抜け落ちて見えている

可能性があると考えられる。また, 運動速度が速い方が, 点滅箇所が減少しやすい傾向にあった。

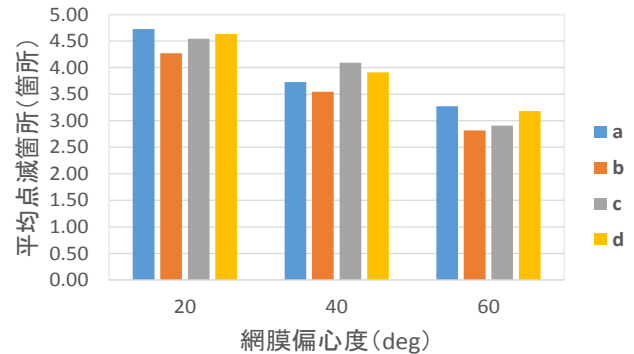


図 4. 点滅箇所の評価

#### 3.3 点滅の移動距離

「③白点の端から端までの移動距離に変化はあったか」という質問に対する回答の集計を図 5 に示す。どの条件でも, 網膜偏心度が大きくなることで移動距離に変化があることが図 5 からわかる。また, 「短い」, 「長い」の両方の評価が存在する理由は, 図 4 より点滅が抜け落ちて見えることで点滅箇所が減少し, 見える白点の位置でその移動距離が変化することと考えられる。

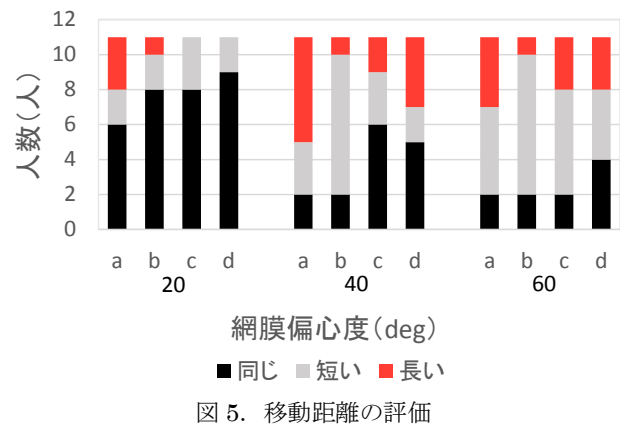


図 5. 移動距離の評価

### 4 おわりに

今回の実験では, 高速化現象と消失現象の関係を明らかにする実験を行った。点滅箇所が減少することにより, 単位時間当たりの跳躍距離が伸びることで高速化が生じている可能性があることがわかった。高速化現象の一因だと考えられるこの可能性について, そのメカニズムの解明のため更に研究を重ねることが今後の課題である。

#### 参考文献

- [1] 盛永 四郎,野口 薫,横井 清和, “仮現運動と実際運動の関係-現象的速さを中心に-”, 心理学研究, Vol.36, pp.244-248, (1965).
- [2] 山野井 陸,井ノ上 寛人,鉄谷 信二, “跳躍性眼球運動および周辺視が仮現運動の知覚に与える影響に関する研究”, FIT2016, I-020, pp.173-174, (2016).
- [3] 柴田 光,山野井 陸,井ノ上 寛人,鉄谷 信二, “中心視と周辺視における $\beta$ 運動の速度変化量に関する研究”, 信学会総合大会 2017, D-11-35, pp.35, (2017).