

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

Change of perception for apparent motion
based on both saccade and peripheral visual fields

山野井 陸[†] 井ノ上 寛人[†] 鉄谷 信二[†]
Riku Yamanoi Hiroto Inoue Nobuji Tetsutani

1. はじめに

実際には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い、そのうち、適当な距離の空間を取りながら光点などを順次点滅させていくと動いて見える錯覚を β 運動という。関連研究 [1] によれば、前述した β 運動と、実写映像を含む実運動は別なものとされている。これらの知覚特性にも差異があり、例えば関連研究 [2] によれば、 β 運動によって移動して見える速度は、その移動距離を連続的に運動する実運動速度と比べて速く知覚される。 β 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に発展し得る。

著者らは、特定の条件下で β 運動を観視した場合に、その知覚速度が一時的に加速し、しばらくすると元の速度に戻る現象について研究を進めており、この β 運動の加速現象が知覚される条件を、(1) 跳躍性眼球運動の直後に周辺視で β 運動を観視する場合、(2) 瞬目の直後に周辺視で β 運動を観視する場合、(3) 周辺視で突如 β 運動が出現する場合、といったように整理している。しかし、周辺視において β 運動が加速して見える現象の持続時間や、この現象の知覚メカニズムについては十分明らかにされていないのが現状である。

本稿では、研究の初動として、前述した第 1 の条件に着目し、 β 運動が加速して見える現象の持続時間が、視野の周辺で観視するほど長くなるか明らかにすることを目的とした実験を行った。本実験では、参加者に β 運動を何度か観視してもらった後に、 β 運動が加速して見えた時間をストップウォッチで計測してもらった。

2. 加速現象の持続時間計測実験

β 運動を知覚させる対象を観視している状態から、視線を上または下に向けた直後に、その対象が周辺視で元の速度より加速して見えたか、またその加速現象がどの程度持続したか計測する実験を行った。

2.1 実験環境

実験風景を図 1 に、その模式図を図 2 に示す。本実験では、70 インチの液晶ディスプレイ (PN-H701, SHARP) を図 1 のように縦置きにして β 運動を表示した。液晶ディスプレイの長辺 H は 1.5389 m (3,840 px)、短辺 W は 0.8656 m (2,160 px) であった。実験参加者は、椅子に座り、顎台に顔を乗せた状態で β 運動を観視した。顎台の設置位置は、観視位置の高さが床から約 1 m となるようにした。視距離は画面高 H の半分である約 0.77 m とした。

[†] 東京電機大学, Tokyo Denki University



図 1 実験風景

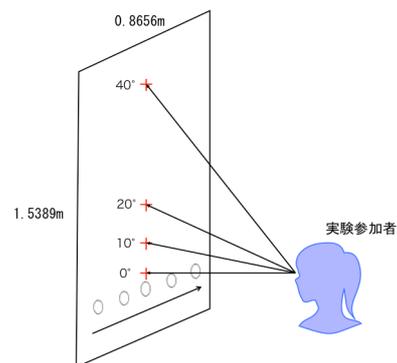


図 2 β 運動と視対象の表示位置

β 運動は、黒色の背景の中に、5 点の白点を点滅させることで表現した。背景輝度は約 0.77 cd/m^2 、白点の輝度は約 306 cd/m^2 、室内照度は約 3.04 lx であった。5 点の白点は、図 2 のように実験参加者の正面 0 deg に表示した十字型の印に目を向けて観視するものとした。白点を表示する高さは、その十字の下方 0.75 deg として、横方向に並べた。左端と右端の白点は視角 40 deg の距離を取り、5 点を等間隔に並べた。白点の直径は視角 0.5 deg とした。白点の移動速度は 100 deg/sec とした。すなわち、白点の表示時間は約 0.4 sec 、非表示時間は約 1.6 sec とし、白点が左から右に向かって 1 箇所ずつ画面に表示される映像を連続再生した。

画面には、白点と正面に表示する十字のほか、 β 運動を観視するうえでの二つ目の視対象として、十字型の印を画面の上方向に表示した。上方向に表示する十字の位置は、視角 $10, 20, 40 \text{ deg}$ の 3 箇所のいずれかとした。

2.2 実験手順

本実験には、男性 13 名、女性 5 名の計 18 名に参加してもらった。実験に参加してもらうにあたっては、まず、画面の正面 0 deg と上方向 20 deg の位置に十字を表示した。次に、18 名全員それぞれに、正面の十字を見た後に上方向にある十字を見るように指示し、正面の十字を見ているときに感じた白点の移動速度に対して、画面上部の十字を見た直後からしばらくの間に、その移動が加速して見えたか、「1. はい」、「2. いいえ」の 2 択で回答してもらった。

ここで「1. はい」と回答した場合には、実験参加者として、上下の十字を見る順番と、上方向に表示する十字の位置（視角 10, 20, 40 deg）を無作為に変えた計 6 条件下それぞれで、この β 運動の加速現象が持続する時間を計測してもらった。計測にあたっては、十字の見方を指示した後に、白点の移動がどのように見えたか、以下の 5 択で回答してもらった。

1. しばらくの間とても速くなった
2. しばらくの間速くなった
3. しばらくの間少し速くなった
4. 速くならなかった
5. その他

選択肢 1~3 を回答として選んだ場合、元の速度より速く見えた時間をストップウォッチ (TD-392, TANITA) で計測してもらった。計測にあたっては、何度か練習の時間を取り、「うまく計測できた」と思った記録を 3 回報告してもらった。この記録は、単位を秒として、小数点第 2 位までを回答欄に記入するものとした。選択肢 5 を回答として選んだ場合は、「5-1. 丸の動きが遅くなった」、「5-2. 丸が同時に点滅しており、動いているように見えなかった」、「5-3. 丸がよく見えなくて、速さの違いを評価出来なかった」、「5-4. その他 (どのように見えたか記述して下さい)」といったように、その状況の詳細を尋ねた。

3. 結果および考察

本実験では、はじめに実施した十字を上方向に 20 deg 見上げる条件で、18 名全員が「1. はい」と回答した。したがって、この加速現象は、一般に知覚されやすい錯覚といえる。本稿では、十字を上方向に 20 deg および 40 deg 見上げる条件で加速現象を計測した結果について速報する。

図 3 は、速度感について 5 択で得た回答のうち、選択肢 1~4 と回答した実験参加者が計測した時間を、向日葵図の形式で示している。図 3 において、縦軸は β 運動が加速して見えた持続時間を、横軸は β 運動を視視する網膜偏心度の違いを、プロット点から伸びた短い線分はそのプロット点の座標値に該当する実験参加者の数を、プロット点間を結ぶ長い線分は二つの条件で生じた各実験参加者内での差分を表す。図 3 より、加速現象の持続時間の中央値は、十字を上方向に 20 deg 見上げる条件で 3.00 sec、40 deg 見上げる条件で 5.73 sec であった。ウィルコクソンの符号付順位和検定を適用した結果、加速現象の持続時間は、20 deg の条件に比べて、40 deg の条件の方が有意に長い、ということが統計的に示された ($P < 0.05$)。したがって、跳躍性眼球運動直後に周辺視で視視した β 運動は、視野の周辺

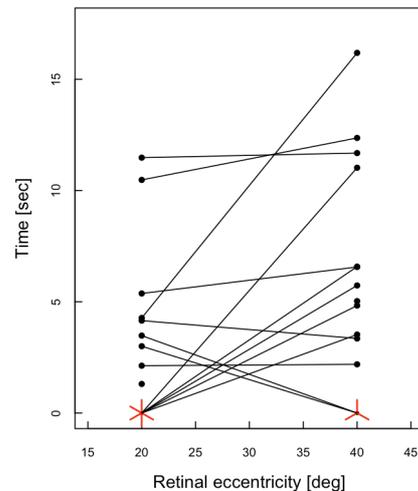


図 3 実験結果

になるほど加速して見える時間が長くなると考えられる。なお、図 3 には、20 deg の条件下で「4. 速くならなかった (持続時間 0 sec)」と回答した実験参加者が 6 名いたが、この結果は、実験のはじめに実施したときには加速現象を知覚していた点と矛盾する。この理由としては、疲労などの影響を受けたものと考えられる。

4. まとめ

本研究は、跳躍性眼球運動の直後に周辺視において β 運動を視視すると、その瞬間に知覚速度が上がり、しばらくすると元の速度に戻る現象に着目した。実験の結果、跳躍性眼球運動後に β 運動を視視する網膜偏心度を 40 deg とした場合、20 deg で視視する場合に比べて、 β 運動が加速して見える現象の持続時間が有意に長いことが明らかとなった。持続時間の中央値は、網膜偏心度 40 deg のときに 5.73 sec、20 deg のときに 3.00 sec であった。以上の結果から、跳躍性眼球運動直後に周辺視で視視した β 運動は、視野の周辺になるほど加速して見える時間が長くなり、 β 運動の知覚速度が最も上昇していたと考えられる眼球運動直後の最大知覚速度も上昇していたと考察できる。

また、本研究で言及した β 運動の一時的な加速現象は、瞬目の直後に周辺視で β 運動を視視する場合や、 β 運動が周辺視において突如出現した場合においても知覚される。 β 運動の一時的な加速現象が周辺視で生じる理由としては、周辺視における点滅への反応速度と、それを運動として知覚する処理系の速度が中心視と異なるから、といった可能性が考えられる。今後の課題として、この加速現象が生じる条件をさらに整理し、その生起メカニズムのモデルを構築することが挙げられる。

謝辞

本研究を進めるにあたって、東京電機大学未来科学部情報メディア学科卒業生 樋口昌宏氏に記して謝意を表す。

参考文献

- [1] 吹抜 敬彦, “テレビ信号の見え方の説明に仮現運動は要るか”, 映像情報メディア学会誌, Vol.60, No.12 (2006)
- [2] 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.35, No.5 (1965).