

ハトにおける，運動刺激を操作した stream/bounce 運動知覚の検討

比較認知研究室 19L1012A 遠藤 翔

1. はじめに

視覚システムが物体の運動をどのように解釈するかを調べるために，stream/bounce 運動が用いられる。これは 2 つの円が互いに近づき，重なってから離れる運動である。2 つの円は通り過ぎたり (stream) 跳ね返ったり (bounce) するように知覚される。

この運動について，ヒトは stream 報告傾向，チンパンジーは bounce 報告傾向があることが分かっている (Matsuno & Tomonaga, 2011)。また磯田 (2021; 卒業論文) は，ハトが stream 報告傾向を持つことを示し，ヒトとハトの stream/bounce 運動知覚の共通性を示唆した。

ただし，磯田 (2021) の場合，それが物体への注意の持続によるものか，標的をつついて追跡する反応の継続によるものか，わからない。そこで本研究ではまず刺激の速度を操作することにより，ハトの stream 報告傾向が何によってもたらされたか検討した。

ハトの stream 報告傾向が物体への注意の継続の結果であれば，Matsuno & Tomonaga (2011) のヒトの結果と同様，刺激速度が速いときに stream 報告が増加するはずである。

逆に，つきつき反応の持続によるものであれば，刺激速度が速いときにつきつき反応が継続できず，結果的に bounce 報告が増加するはずである。

2. 実験 1

2.1. 目的

刺激速度を操作した stream/bounce 運動を用いて，ハトの stream 報告傾向が標的に対する注意の持続によるものか，物体をつついて追跡する反応の継続によるものか検討した。

2.2. 方法

被験体：自由摂食時の安定体重 85% に体重統制したハト (*Columba livia*) 4 個体 (POP, OGW, DON, SHN) を用いた。

装置：オペラント箱，タッチパネルつき LCD モニター，制御用 PC

刺激：画面上で直径 36pixel の円刺激で，白い円と周囲が赤い円の 2 種類を用いた。

テスト刺激の速度は，Matsuno & Tomonaga (2011) で使用された 4 条件を，磯田 (2021) のハト実験での観察距離に換算したものをを用いた。

【訓練刺激】 磯田 (2021) と同様，水平/斜め移動の stream と bounce の 4 種類の運動 (図 2) を用いて訓練を行った。

図 1. stream/bounce 運動

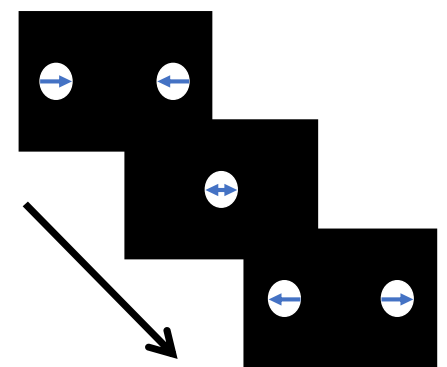
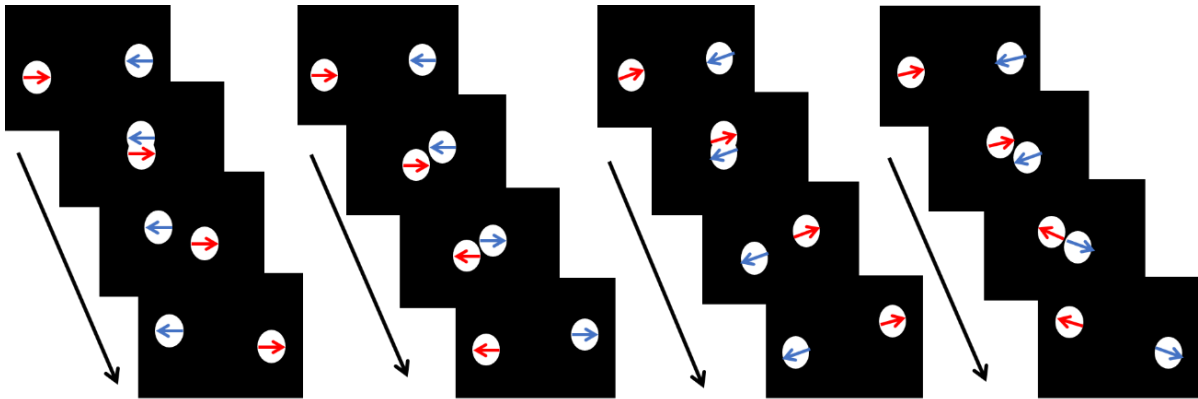


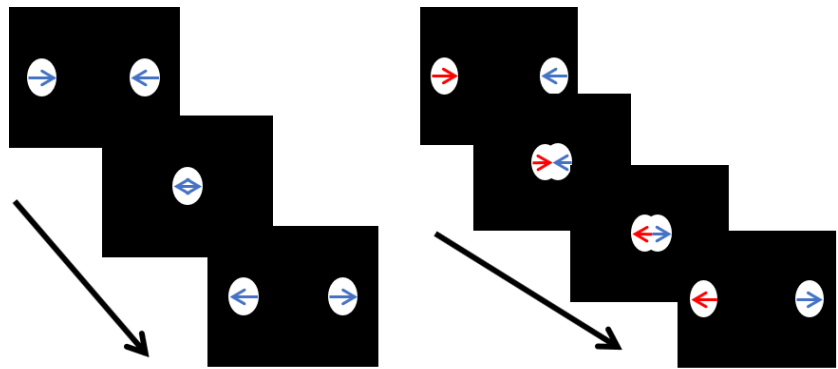
図 2. 訓練で使用した刺激。(左：水平移動の stream と bounce, 右：斜め移動の stream と bounce)



【テスト刺激】

2円が完全に重なる 100%-overlap 条件と、部分的に重なる 50%-overlap 条件の 2つ (図 3) を用いた。刺激の速度は、観察距離 50 mm のディスプレイ上で、遅いものから順に 16.0, 31.9, 47.9, 63.8 mm/s の 4 条件だった。

図 3. 2つの overlap 条件 (左:100%-, 右:50%-)



手続き：

再訓練を実施したあと、速度を操作したテストを実施した。

POP, OGW, SHN：磯田 (2021) のプレテスト段階で回復訓練

DON：磯田 (2021)の追加訓練を用いて訓練を再開

図 4. 1 試行の流れ

【基本的な 1 試行の流れ】

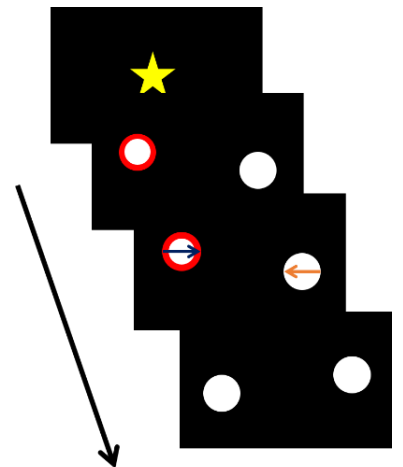
試行間間隔 (ITI) の後呈示される開始刺激に反応すると、2つの円刺激 (一方は周囲が赤い target 刺激, 他方は白い distractor 刺激) が出現し、中央に向かって移動 (target 刺激は白い色へ変化しながら=赤色がフェードアウトしながら 2 秒間かけて移動) した。ハトが target をつつくと餌が与えられ, distractor をつつくとタイムアウトに移行した。

【訓練の phase について】

訓練 phase が進むにつれて, target の赤色は試行中のより早い段階でフェードアウトした。Phase は全 9 段階 (Phase 1, Phase 2, ... Phase 9) だった。

【テスト】

Matsuno & Tomonaga (2011) と同様, 2つの overlap 条件 (100%-, 50%-) を用いた。刺激の速度は遅いものから順に, 16.0, 31.9, 47.9, 63.8 mm/s の 4 条件であった。



2.3. 結果と考察

【再開訓練】

DON は訓練を再開したが、Phase 8 の途中で正答率の上昇が見られなくなったため、中断した。これは磯田 (2021) との手続きの違いや、訓練中のブランクなどが原因の可能性はある。

【回復訓練】

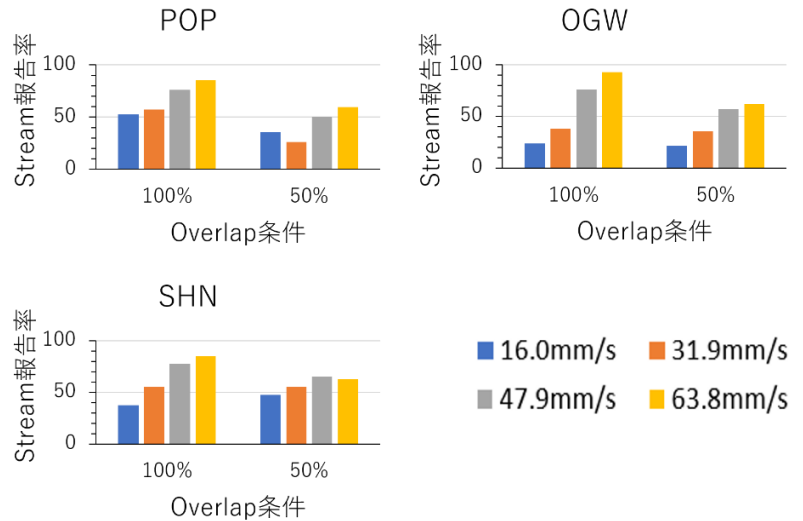
POP, OGW, SHN の 3 個体がプレテスト段階で安定して弁別できたため、テストに移行した。

【テスト】

結果はグラフ (図 5) の通りだった。どの個体も刺激の速度が速いほど stream 報告率が増加する傾向があった。これにより、ハトの stream 報告傾向は視覚注意的な物体追跡の結果である可能性を示唆した。

また、47.9, 63.8 mm/s の刺激について、どの個体も 100%-overlap 条件の方が 50%-overlap 条件よりも stream 報告率が高かったが、これは磯田 (2021) と一致していた。

図 5. テスト 1 の結果



3. 実験 2

3.1. 目的

実験 1 で見られたハトの stream 報告傾向が、新奇の刺激である垂直方向の stream/bounce 運動に対しても転移するか検討した。また、上下で異方性が見られるかについても検討した。

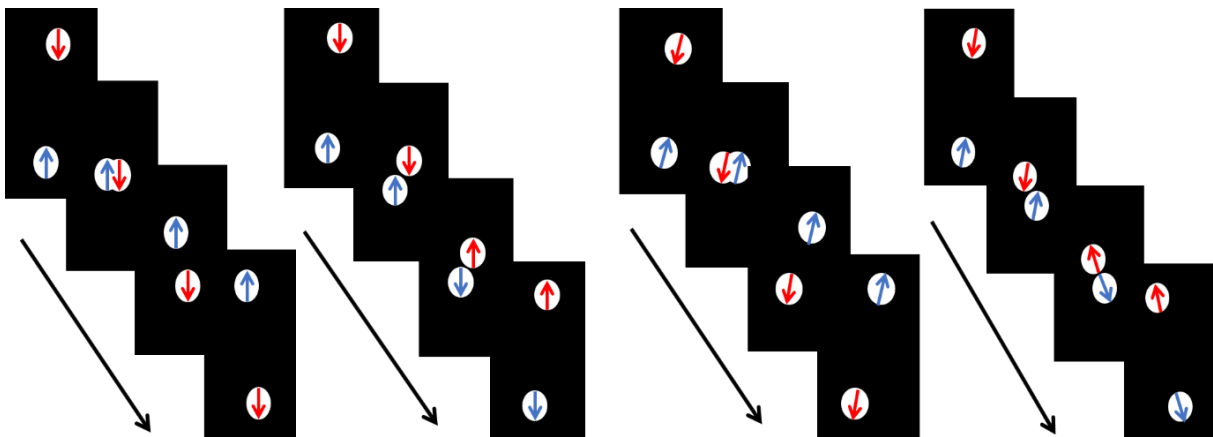
3.2. 方法

被験体: 実験 1 でテストした POP, OGW, SHN の 3 個体を用いた。

刺激: テスト刺激の速度や overlap 条件は実験 1 と同様だった。

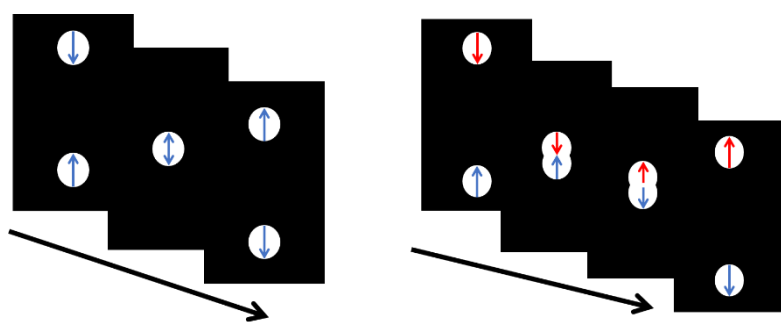
訓練, テストともに実験 1 で使用した運動パターンの x 座標, y 座標をそれぞれ入れ替えた。そのため, 2 つの円は初め画面の上下に呈示され, 中央に向かって運動した。

図 6. 垂直訓練で用いた刺激 (左: 垂直移動の stream と bounce, 右: 斜め移動の stream と bounce)



手続き：垂直方向の訓練を実施したあと、基準を満たした個体から速度を操作した垂直テストに移行した。
 テストは実験1と同様、2つの overlap 条件 (100%-, 50%-) を用いた。
 刺激の速度は 16.0, 31.9, 47.9, 63.8 mm/s の4条件だった。

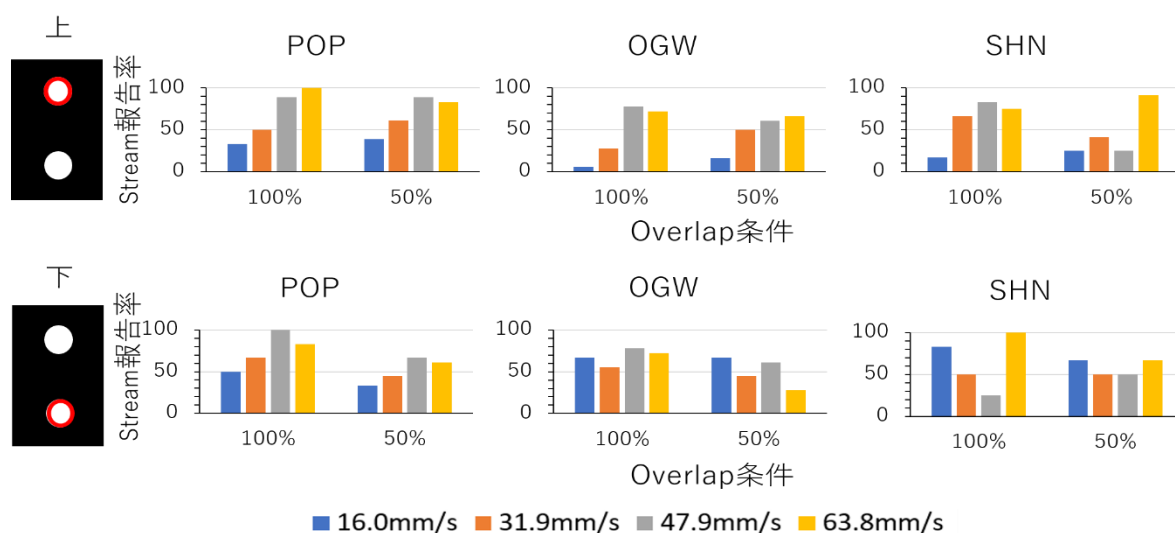
図7. 垂直テスト刺激 (左：100%-, 右：50%-overlap)



3.3. 結果と考察

結果はグラフ (図8)の通りだった。全ての個体について、target が下方方向に運動するとき、速度の効果がより顕著だった。このことから、垂直方向の stream/bounce 運動に対しても、ハトが stream 報告傾向を示す可能性が示唆された。また、target が上方方向に運動するとき、速度の明確な効果が消失した。そのため、target が上から下に運動を行うときに、より stream と報告しているのかもしれない。これは、ハトが物理法則に基づく運動解釈を行っている可能性が考えられる。

図8. 垂直テスト結果 (target 初期位置ごと)



4. 総合考察

本研究は、Matsuno & Tomonaga (2011)を参考に、刺激速度を操作した stream/bounce 運動を用いて、磯田 (2021) が示したハトの stream 報告傾向が何によってもたらされたか検討した。その結果、刺激の速度が速いほど stream 報告率が増加したことから、ハトの stream 報告傾向は単純なつき反応の継続ではなく、物体への視覚的注意が継続した結果である可能性を示唆した。

さらに、2つの円が垂直方向に運動する stream/bounce 運動を用いて、ハトの stream 報告傾向が新奇の刺激にも転移するか検討した。その結果、100%-overlap 条件の方が 50%-overlap 条件よりも stream 報告率が高かった。また target が下方方向に運動するとき、速度の効果が顕著だった。ハトが stream/bounce 運動に対し、3次元物体の振る舞いのように解釈している可能性が示唆された。