

# 知覚的群化による複数オブジェクト追跡への影響

菅沼 睦  
横澤 一彦

独立行政法人産業技術総合研究所  
人間福祉医工学研究部門  
東京大学大学院人文社会系研究科

mutsumi-suganuma@aist.go.jp  
yokosawa@L.u-tokyo.ac.jp

In this study, we investigated the effect of perceptual grouping on multiple object tracking (MOT) task. Participants' task was to track the indicated target items while all items moved randomly. In control condition, all items moved independently throughout the tracking period. In grouping condition, items (one target, two distractors) were placed at position where they formed a triangle (four triangles), and moved while keeping the relative position to the grouped items constant. As for the results, we observed significant impairment of tracking ability in grouping condition compared to control condition. This result indicates that the group of the items as a whole was treated as single object, and the 'objecthood' of individual items were overridden by that of higher level organization.

Keywords: Multiple object tracking, perceptual grouping, objecthood.

## 目的

複数オブジェクト追跡 (Multiple Object Tracking; Pylyshyn & Storm, 1988など, 以下MOTと表記) 課題では, 標的アイテムどうしが知覚的に群化されやすい状況 (標的刺激の空間的な配置を操作する, もしくは, 教示によって多角形を想起させる, 等) において, 追跡成績が向上することが報告されている

(Yantis, 1992). これは同時に複数のオブジェクトに対する情報の保持が必要な状況では, 知覚的な群化による情報のまとめ込みが有効であることを示唆する. しかし, MOT課題では個々のアイテムの同定は必要とされていない. そのため, 知覚的な群化がそれぞれのアイテムの情報保持にどのように影響したのかという問題については検討の余地が残されている. また,

Yantis(1992)では, 知覚的な群化によってもたらされる効果と, 課題目的が整合していたため, 複数のアイテムによる知覚的群化と, その結果としての追跡成績の向上が, 視覚処理の機能的側面を反映しているのか, 被験者の課題に対する方略を反映しているのかを厳密に検討することが難しい. 本研究では, 標的アイテムと妨害アイテムの空間的位置関係を操作し, 標的・妨害アイテムのグループが知覚的に群化しやすい状況を設定し, 知覚的群化によるMOT課題への影響を検討した. この状況では, 知覚的な群化による影響と課題目的とが一致しない. そのため, アイテム相互の知覚的群化が課題に対する方略とは独立に起こるならば, 追跡成績の低下として観測されることが予想される. 本実験を通して, 複数の物体を同時に追跡するうえで, 認知処理機構がどのような情報に基づいてそれを行っているのかについて検討する.

## 全体的方法

実験のながれをFigure 1に示した. 被験者の課題は, 指定された標的アイテム (4個) すべてを, 運動アニメーションの間追跡することとした. アイテムとして直径 2.0 dva (degree of visual angle) の円を提示した. 標的アイテムは4個, 妨害アイテムは8個とした. 標的

アイテムは運動アニメーション開始前に4回の点滅によって指定した. 標的・妨害アイテム間に形態的な差違はなく, 均一とした. 運動アニメーションは全体で15秒間とした. 各アイテムはアニメーションの開始, および終了時にはいずれのアイテムも重ならないようランダムに配置した. 各実験の統制条件では, いずれのアイテムも互いに無相関に速度・方向をランダムに変化しながら移動し続けるように設定した. 実験条件では, 運動アニメーション開始後数秒間 (3-7秒), および終了前数秒間 (3-7秒) は統制条件と同様のランダムな運動を行うようにしたが, 途中5秒間にわたって, それぞれの実験条件で設定した制約に基づく運動を行うようにした. 被験者は, 運動アニメーション終了後, 追跡の可否にかかわらず4個のアイテムを選択した. 選択した4個のアイテム中, 標的アイテムがいくつ含まれていたかを測度とした.<sup>1</sup>

## 実験1

実験1では, 運動アニメーションの途中5秒間で, 一つの標的アイテムと二つの妨害アイテムが正三角形をなす配置を保ったまま平行移動する条件 (群化条件) を設定し, ランダムな運動のみの条件 (統制条件) と比較した. 群化条件には, 三角形の一辺の長さ (アイテム間の距離) が短い条件 (3dva) と, 長い条件 (5dva) の二種類をもうけた. 各30試行, 計90試行を行った. 成人男女10名が実験に参加した.

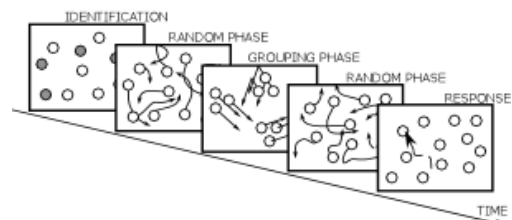


Figure 1. Schematic diagram of an experimental task. In the trials for the control condition, all the items kept moving randomly during the entire animation sequence.

### 結果と考察

Table 1に実験1の結果を示した。群化（小）条件において、他の2条件よりも低い成績となった( $p<.01$ )。このことからアイテム相互の空間位置が固定されたことにより、複数のアイテムが一つのオブジェクトとして扱われ、その結果として標的アイテムのみの追跡が困難になったことが示唆された。一方、群化（大）条件と統制条件の間に差はみられなかったことから、アイテム相互の空間的配置に併せて、アイテム間の距離が大きく影響していることが示唆された。

本実験では、アイテムどうしが形成した三角形を平行移動させた。これにより、三角形を形成するアイテム間には移動方向の共線性（common motion）も存在した。この要因について検討するため、アイテムが形成した三角形を回転しながら移動させた状況での検討を行ったが、結果に違いは見られなかった。

課題目的に整合しない状況でもアイテム相互の位置関係の影響が見られたことから、MOT課題遂行に関する認知処理機構は空間的位置関係、およびその近接性に基づいて個々のアイテムの情報保持を行っていることが示唆される。

Table 1. Mean tracking accuracy and standard error for each condition of Experiment 1.

	Condition		
	Small-Group	Large-Group	Control
Mean Tracking Accuracy (%)	68.4	83.2	79.7
Standard Error	3.2	2.4	2.5

## 実験2

MOT課題における複数アイテムの群化を示唆するものとして、アイテムの移動軌跡を共有することによる追跡成績の低下が報告されている（Suganuma & Yokosawa, 2004, VSS）。実験1では、アイテム相互の空間的な位置関係に基づく群化の影響について検討したが、実験2では軌跡の共有（追従条件）によるアイテム追跡への影響と空間的な位置関係（三角条件）によるそれとを比較し、MOT課題に関する認知処理機構が扱う情報について検討する。この際、アイテム間の距離の効果について検討するため、距離条件として2水準（長・短）を設定した。

三角条件は、実験1の群化条件に相当した。追従条件では、一つの標的アイテムと一つの妨害アイテムが組となり、同じ軌跡上を移動する期間を設けた。残りの妨害アイテム（4個）は妨害アイテム同士で2組を形成し、同様の追従移動を行った。本試行に先立って、すべてのアイテムがランダムに移動し続ける条件（実験1の統制条件）のみからなるブロックを行った。各条件30試行、統制ブロックをあわせて150試行を行った。成人男女12名が実験に参加した。

### 結果と考察

Table 2に実験2の結果を示した。群化（三角・追従）×距離（長・短）の2要因分散分析の結果、距離の主効果( $p<.01$ )、および両者の交互作用( $p<.01$ )が有意

であった。アイテム間の距離が短い条件では、三角・追従条件間に差はみられないが、距離が長い条件では追従条件のほうが三角条件よりも低い正答率となった。アイテム間の距離が長い三角条件と統制条件間に正答率の有意な差はみられなかった。

三角条件の結果は実験1とほぼ同様であった。追従条件では、アイテム間の距離が長い場合でも追跡成績が低下したことから、空間的な位置関係、近接性に加え、軌跡の共有という情報での情報のまとめ込みが起る可能性が示唆された。また、MOT課題に関する認知処理機構がアイテムの軌跡情報を利用して個々のアイテムの個別化を行っている可能性が示唆された。

Table 2. Mean tracking accuracy and standard error for each condition of Experiment 2.

	Triangle		Chase		Control
	Short	Long	Short	Long	
Mean Tracking Accuracy (%)	58.8	75.9	59.6	70.3	77.5
Standard Error	2.5	2.8	3.0	2.5	3.5

## まとめ

本研究では、課題要求と知覚的な群化とが逆行する状況でのMOT課題への影響を検討した。実験の結果、認知処理が知覚的な群化に依存した情報処理を行っていること、また、個々のアイテムが持っていた独立のオブジェクトとしての情報が知覚的な群化によって損なわれ、全体として一つのオブジェクトとして扱われていることが示唆された。

## 脚注

<sup>1</sup> 測定された正答率は、被験者が正しく追跡できた標的刺激と（追跡できなかった数だけ）ランダムに選択したアイテムに含まれた標的刺激の数（期待値）の合計が反映される。本実験でのチャンスレベル（標的アイテムをひとつも追跡できない）は33.3%となる。正しく追跡できた標的アイテムが1, 2, 3個の場合に予想される正答率は、順に45.4, 60, 77.7%となる。

## 引用文献

- Pylyshyn, Z. W., & Storm, R. W. (1988) Tracking multiple independent targets: evidence for a parallel tracking. *Spatial Vision*, *3*, 179-197
- Suganuma, M., & Yokosawa, K. (2004). Effect of entrained motion of items on MOT task [Abstract]. *Journal of Vision*, *4*, 369a,
- Yantis, S. (1992) Multielement visual tracking: attention and perceptual organization. *Cognitive Psychology*, *24*, 295-340