

# 視知覚と短期記憶の容量類似性 — 個人差からのアプローチ —

坪見博之

東京大学先端科学技術研究センター

htsubomi@fennel.rcast.u-tokyo.ac.jp

近藤洋史

日本電信電話(株) NTT コミュニケーション科学基礎研究所

渡邊克巳

東京大学先端科学技術研究センター  
(独)産業技術総合研究所  
科学技術振興機構 ERATO 下條潜在脳機能プロジェクト

複数の視覚刺激を提示し、数秒の遅延期間の後に提示される視覚刺激との異同判断を求めると、刺激数が増加するにつれて正答率が低下する。この短期記憶課題を用いた先行研究によって、ヒトはおおよそ3つの刺激であれば記憶可能であることが示されてきた。本研究では、遅延期間を含まない視覚課題を用いたときでも、短期記憶と同様の容量制約が生じることを明らかにした。短期記憶課題と視覚課題の成績から推定された容量には大きな個人差が存在したが、両者には高い相関が認められた。これらの結果は、視知覚と短期記憶の間に共通の性質を持つ容量制約が存在することを示唆する。

Keywords: capacity, perception, short-term memory, vision

## 問題・目的

網膜を通じて入力される光情報は膨大であり、私たちは「それらをすべて見ている」気がする。しかし、最近の視覚性短期記憶の研究 (Luck & Vogel, 1997) によると、視覚刺激が消えた数秒後には、ごくわずかの情報しか頭在的には利用できないことが示されている。しかしこの方法では、(1) 今見ている間にはすべてが知覚され表象されていたが、遅延期間の間に忘れ去られていたのか、あるいは、(2) 今見ているときにも少数の物体しか報告可能な知覚表象が形成されていなかったのか、区別がつかない。そこで本研究では、視覚刺激提示画面からテスト画面までの遅延時間を操作することで、どちらが支持されるかを検討した。

## 方法

刺激提示図を図1に示す。観察画面が3秒か6秒提示され、0秒(知覚条件)か1秒(記憶条件)の遅延後、テスト画面が2秒提示された。観察画面では、注視点から3°離れた仮想円上に、長さ1.5°の線分と0.3°の円を組み合わせた刺激が6個提示された。刺激は上・下・左・右の4方向のいずれかで、ランダムに提示された。被験者の課題は刺激の方向(●が付いている方向)を憶えることだった。テスト画面では、刺激の一つがあった場所に手がかり(+)が提示され、被験者は、その位置にあった刺激の方向をキー押し反応した(例では右が正解)。刺激観察距離は73cmだった。課題が視覚性であることを保証するため、被験者は試行の初めに出てくる2つの数字を復唱し続けることが求められた。観察時間条件ごとに異なる12人の被験者(大学生)が、各遅延時間条件につき30試行おこなった。

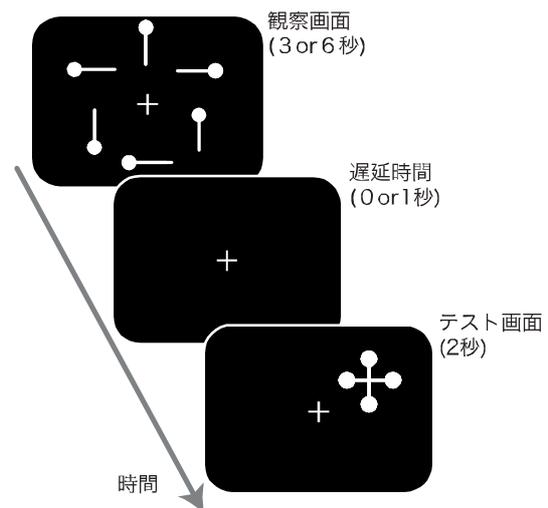


図1 実験刺激提示図

## 結果と考察

課題正答率から、利用可能な容量を下式で計算した (Cowan, 2001)。例えば、観察画面の刺激数が6個であるとき、正答率が100%であれば容量は6個、正答率が50%であれば容量は3個となる。実際の計算時にはチャンスレベル(25%)を考慮した。

$$\text{容量} = \text{観察刺激数} \times (\text{正答率} - 25) / 75$$

結果を図2に示す。容量は、観察時間や遅延時間に関わらずほぼ3個であった。2要因の分散分析の結果、

いずれの主効果も交互作用でも有意ではなかった（観察時間、 $F(1, 11) = 0.07, p = .79$ ；遅延時間、 $F(1, 11) = 1.41, p = .26$ ；交互作用、 $F(1, 11) = 0.27, p = .61$ ）。

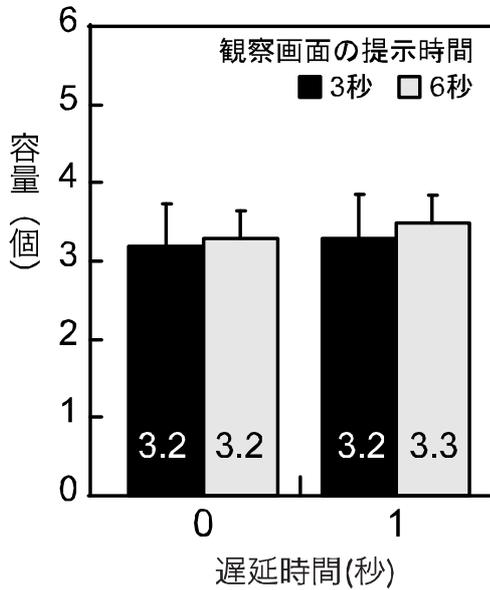


図2 刺激観察時間と遅延時間ごとの推定容量

さらに個人ごとの容量を見たところ、容量には大きな個人差があった（最小0.05 - 最大5.83）。そこで、遅延時間0秒での容量と、遅延時間1秒での容量の相関を算出したところ、観察時間にかかわらず非常に高い相関を得た（観察時間3秒でのピアソンの積率相関係数 = 0.96；観察時間6秒でのピアソンの積率相関係数 = 0.92）。

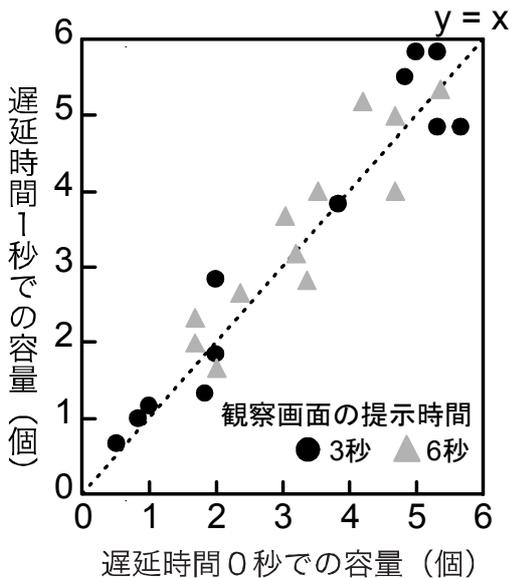


図3 異なる遅延時間条件で推定された容量の相関図

結果の一般性を確認するため、異なる被験者（大学生12人）に、セットサイズを8にした実験を行ったが、セットサイズ6と同様の結果を得た。また、遅延時間を5秒にした検討も行なったが、遅延時間が0や1秒の時と同様の結果を得た。したがって、利用可能な容量は、刺激の呈示時間や、刺激が除去されてからテスト画面までの遅延時間に依存せず一定で、ほぼ3個であることが示された。

これらの結果は冒頭仮説の(2)を支持しており、現在観察している外界でも意識的に利用可能な知覚表象は、3個程度の物体でしかないことを示している。さらに、個人差を積極的に利用して相関分析を行った結果からは、知覚容量と短期記憶容量がほぼ同一であることが示された。このような強い相関は、視知覚と短期記憶における容量制約が同一の心的・脳内機序によって生じていることを強く示唆している。実際、近年のfMRIによるニューロイメージング研究では、注意課題や視覚性短期記憶課題を遂行する際の容量制約が頭頂葉の神経活動と強い関わりを持つことが示されている（Culham, Brandt, Cavanagh, Kanwisher, Dale, & Tootell, 1998; Todd & Marois, 2004）。本研究の結果を踏まえると、頭頂葉が視知覚と短期記憶の両方の容量制約を生み出している可能性が考えられる。

## 謝辞

本研究は科学技術融合振興財団の補助を受けて行なわれた。

## 引用文献

- Cowan, N. 2001 The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 87-185.
- Culham, J. C., Brandt, S. A., Cavanagh, P., Kanwisher, N. G., Dale, A. M., & Tootell, R. B. 1998 Cortical fMRI activation produced by attentive tracking of moving targets. *Journal of Neurophysiology*, 80, 2657-2670.
- Luck, S. J., & Vogel, E. L. 1997 The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390, 279-281.
- Todd, J. J. & Marois, R. 2004. Capacity limit of visual short-term memory in human posterior parietal cortex. *Nature*, 428, 751-754.