

## 今月の認知神経科学

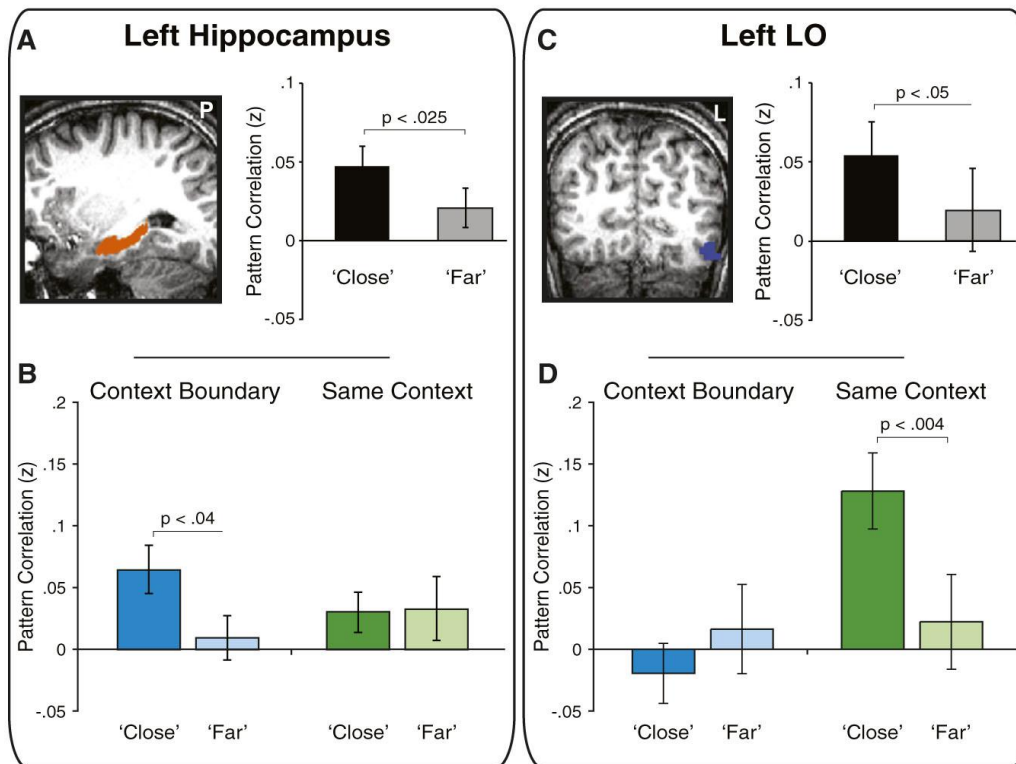
### 論文紹介

2014年4月

**Ezzyat, Y. & Davachi, L. Similarity breeds proximity: Pattern similarity within and across contexts is related to later mnemonic judgments of temporal proximity. *Neuron*, 81: 1179-1189, 2014.**

この論文は時間的に隔たった事象を一つにまとめるというエピソード記憶の重要な側面に関係する神経過程をfMRIのBOLD反応のパターンの類似性から検討したもの。加えて、事象が生起するcontextが変わるcontext boundary条件と変わらないsame context条件を設け、その影響を検討した。時間を隔てて起こった2つの事象が近いと感じるのは脳の活性のパターンが類似していることによると考える。また、contextが変わる条件ではたとえ時間的な距離が同じでも、変わらない条件と比べて、離れて感じると予想する。この点に関して、行動の結果はこの予想を裏づけた。

脳の活性の類似性が時間的な距離判断と関係していたのは、左海馬と左外側後頭皮質（下右図のLeft LO）の後部だった。ただし、この両領域は2つのcontextに異なる反応を示した。すなわち、後者ではcontextが変わらない条件でのみ類似性が近さに関係していたが、海馬ではcontext boundary条件で、類似性と近さは関係していた。contextに影響を受け難い海馬の活性の安定性は時間的な記憶の構造に重要な役割を果たしているだろう。

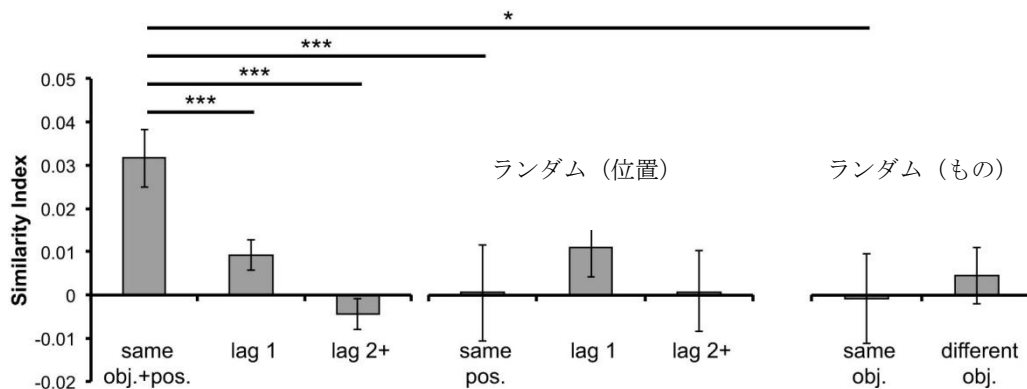


**Hsieh, L.-T. et al. Hippocampal activity patterns carry information about objects in temporal context. Neuron, 81:1165-1178, 2014.**

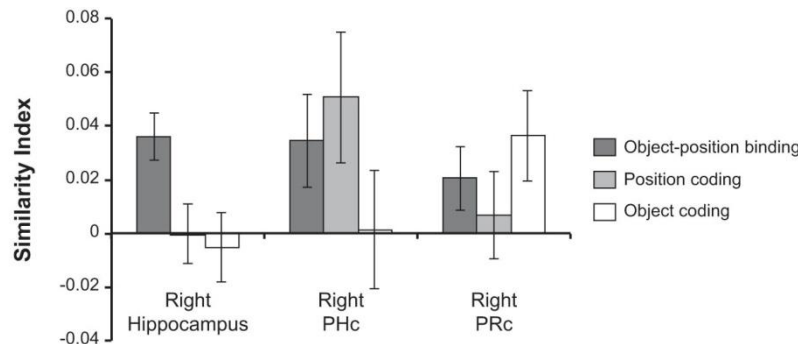
海馬はエピソード記憶に重要だが、もの object を表象するのか、context に依存したものの表象を行うのかという疑問がある。この実験は下に示すものの sequence を学習させ、3回の想起時の海馬を含む脳の活性パタンの類似性分析 multivoxel pattern similarity analysis でその点を検討した。下のアルファベットはものを表し、上段の 5 つの sequence ではものの位置が固定しているが、下の 1 つの sequence はランダムに変更される。

A→B→C→D→E; F→G→H→I→J; K→G→H→L→M; N→P→O→Q→R; N→P→O→S→T  
(U)→(V)→(W)→(X)→(Y) 太字は同じもの、()は位置が決まっていないことを示す。

その結果、上段の位置ともものが固定した条件では、下の上図に示すように、位置+ものへの反応が大きく、これは Random 条件から推定される位置、ものへの反応からは説明できない。また、上段 2-5 sequence の 2, 3 番目はそれぞれ同じ刺激だが、2, 3 は参加者には異なる sequence であることが分かっている一方、4, 5 ではまだ分らない状況である。したがって、後者の pattern similarity が高いことが予想されるが、その通りの結果になった。最後のランダム条件に関して、右の周嗅皮質 (PRc) はものの coding に鋭敏で、一方、右の海馬傍皮質 (PHc) は位置の coding に鋭敏だった (下図)。一方、右の海馬 (HIPP) はものと位置の両者を binding する、すなわち、context に依存すると考えられた。



上図 左は上段 5 sequence の結果。Lag1, 2 は系列位置の差 (隣り、それ以上)。中、右はランダム条件でそれぞれ位置 (ものは異なる)、もの (位置は異なる) で揃えて分析。



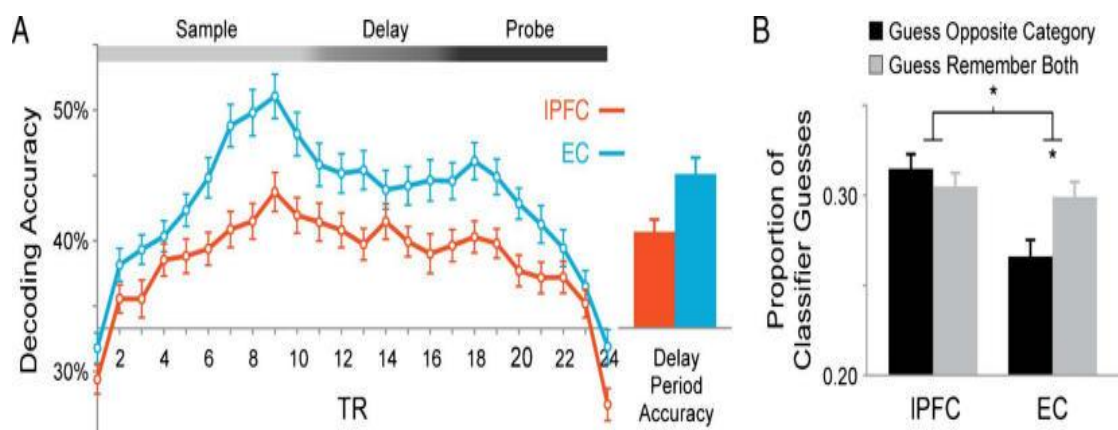
下図 PHc は位置、PRc はもの、HIPP は両者の binding。Diana et al., 2007 等の考えに合致

Sreenivasan, K.K. et al. Distributed and dynamic storage of working memory stimulus information in extrastriate cortex. *J. Cogn. Neurosci.*, 26:1141-1153.

Sreenivasan, K.K. et al. Evidence for working memory storage operations in perceptual cortex. *Cogn. Affect. Behav. Neurosci.*, 14:117-128, 2014.

最初の論文はワーキング・メモリ (WM) の刺激情報は遅延期を含め脳のどこに維持されているのかを検討したもの。ROI を有線領外視覚皮質 (EC) と外側前頭前野 (IPFC) に定め、fMRI データに MVPA を適用して、decoding を行った。課題は 2 つの顔、2 つの風景が継時的に提示され (見本刺激)、9s の遅延期の後に顔あるいは風景が 1 つ提示される (テスト、プローブ刺激)。テスト刺激が見本刺激に含まれるかの判断が求められる。3 種類の課題があり、顔、風景、その両方を維持する。

その結果、この両方の ROI で、見本刺激から遅延期、テスト期を通して、課題の区別 (decoding) が可能だった。すなわち、どの刺激を維持しているかを区別できた。次に、この 2 つの ROI の違いを検討した。もし、遅延期に維持されているものが顔/風景刺激に係るのなら、decoding の誤りは、顔 (風景) の課題の場合、刺激の類似性から考えて、風景 (顔) よりも両方の刺激を維持する課題との間で多く起こるだろう。下図 B にあるよ



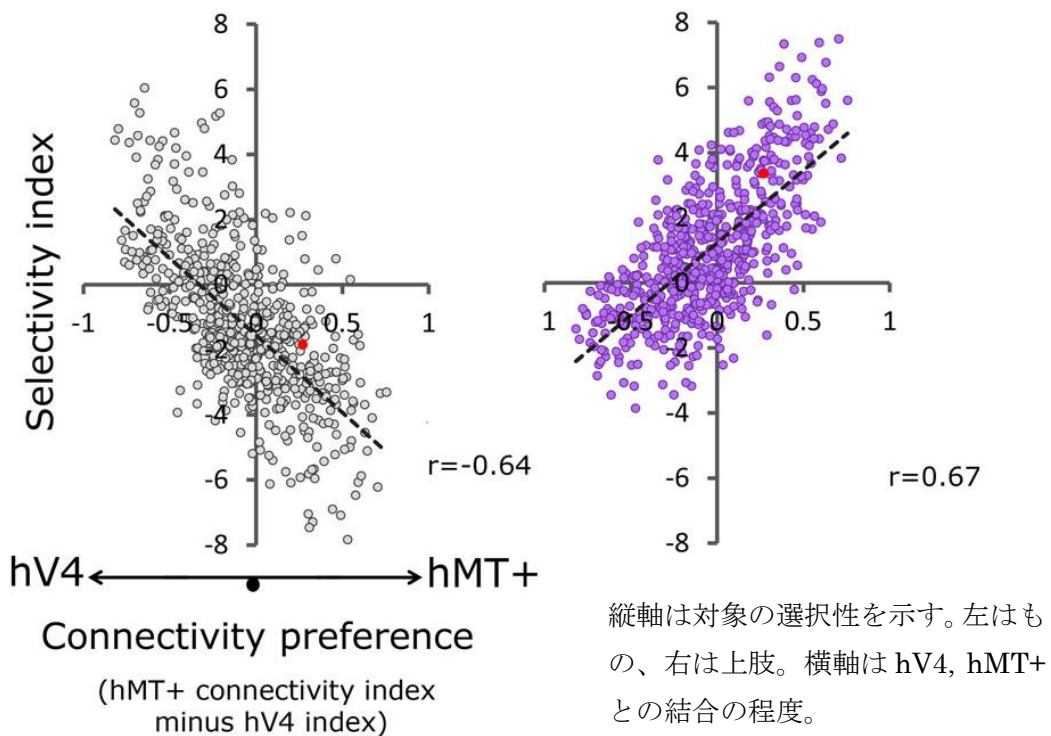
うに、EC ではそうだったが、IPFC ではそうならなかった。ということで、EC は刺激を維持しているが、IPFC は刺激以外のものを維持しているようだ。

この他に、EC の voxel の刺激の選択性と decoding の関係を検討したが、選択性の高い voxel を除いても decoding の成績が急に低下することもなく、50%の voxel が除いても高い成績が維持された。それ故、刺激の維持は EC に分散しているのだろう。また、両 ROI において、遅延期の活性と decoding の成績の関係を検討したが、両者の間には関係がなかった。遅延期の活性が強ければ、decoding の成績が良いということはない。

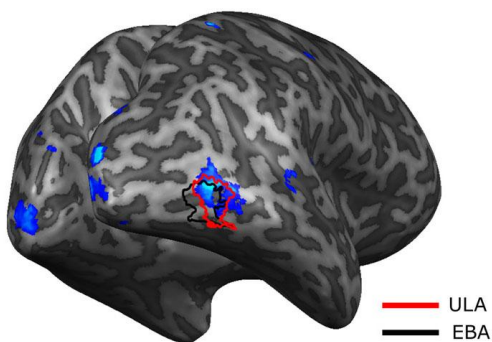
後者の論文は WM の情報が感覚領野に維持されていることを再確認するとともに、機能結合の方向性の検討から、WM の中に維持されているターゲット (見本刺激) と順次提示されるプローブ (テスト) 刺激が比較され、その結果が感覚皮質から前頭葉へ送られることを示した。

Orlov, T. et al. Hands in motion: An upper-limb-selective area in the occipitotemporal cortex shows sensitivity to viewed hand kinematics. *J. Neurosci.*, 34:4882-4895, 2014.

有線領外身体領域（EBA）を含む後頭側頭皮質には身体部品、特に上肢の形状や動きに  
 応答する領域がある（上肢領域、ULA）。では、この領域はこのいずれの特徴に鋭敏なのか。  
 その点を ULA と hMT+（動き）、hV4/LO-1（形）の機能結合の関係から検討した。その結  
 果、上肢に反応する voxel は hV4/LO-1 よりも hMT+ と強い機能結合があった（上図）。



また、形状は一定にして上肢の進展、屈曲の動きのスピードを変化させた複数の動画を  
 用意し、MVPA で動画の区別を検討したところ、ULA を含む後頭側頭皮質で区別が可能な  
 voxel があった（下図。なお、両図とも Orlov らの論文の図を改変した）。



以上の結果から、ULA は上肢の形状よりも  
 運動に関連した領域だろう。上肢の静止画に  
 反応するのは、上肢の形状とその運動につい  
 ての、経験に基づく連合によるものと考えら  
 れる。なお、**Romaiguère et al. (2014)**  
***Neuropsychologia*, 56:167-177** も参照され  
 たい。

## 今月の認知神経科学の応用

Brunoni & Vanderhasselt (2014) *Brain Cogn.*, 86:1-9

非侵襲的な脳刺激 (rTMS, tDCS) を背外側前頭前野へ適用して、working memory (WM) の改善をみた研究の総説。

Buschkuehl et al. (2014) *Cogn. Affect. Behav. Neurosci.*, 14:147-160

短期的な WM 課題 (n-back) の訓練が、その課題と cross-modal な転移を促進したとする研究報告。

Chobert et al. (2014) *Cerebral Cortex*, 24:956-967

8-10 歳児に 1 年間音楽の訓練をした結果、音節の長さや有声・無声子音を区別する voice onset time の処理が高まったとする報告。

Frank et al. (2014) *Human Brain Mapping*, 35:1201-1211

1 週間の視覚特徴の conjunction を処理する訓練が後頭皮質に持続的なプラスの影響を与えたとする報告。

Gaesser & Schacter (2014) *PNAS*, 111:4415-4420

共感 empathy は helping など prosocial な行動を促すが、関連するエピソード記憶の simulation や想起が prosocial な行動を強めるという報告。

Sigman et al. (2014) *Nature Neurosci.*, 17:497-502

神経科学は教育に貢献できるとする論説。