

## 今月の認知神経科学：論文紹介

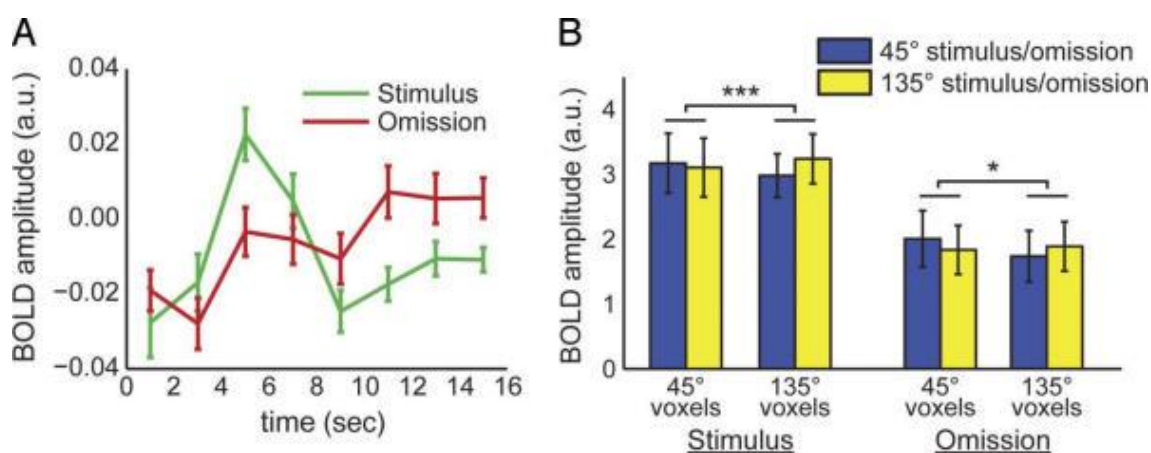
2014年6月

**Kok, P. et al. Prior expectations evoke stimulus templates in the primary visual cortex. J. Cogn. Neurosci., 26:1546-1554, 2014.**

Predictive coding (PC) が問題にしている期待が視覚処理に与える影響を検討したもの。PC では期待していた刺激がないと、反応が増大すると主張しているが、その実態は十分に分っていない。この実験では、期待していた刺激が提示される条件 **Stimulus** と、されない条件 **Omission** を設け、一次視覚野 (V1) の活性を fMRI で検討した。

期待は試行の開始に与えられる音で形成される。音は 2 種類あり、それぞれ 45 度と 135 度の格子 **grating** が 100ms 提示されることを予告する。試行ではその後第 2 の格子が提示される。この 2 番目の刺激は第 1 の刺激の格子の角度を僅かに変えたもので、参加者は変化が時計回りか、反時計回りかを判断する。以上は刺激が提示される条件で、一方、刺激が提示されない条件では、音提示後の試行時間中に凝視点のみが提示される。もし、刺激が提示されない条件で、される条件と類似の活性が V1 にみられたのなら、刺激がない時の活性は汎性の **surprise** 反応でなく、期待に関連した活性と考えられる。

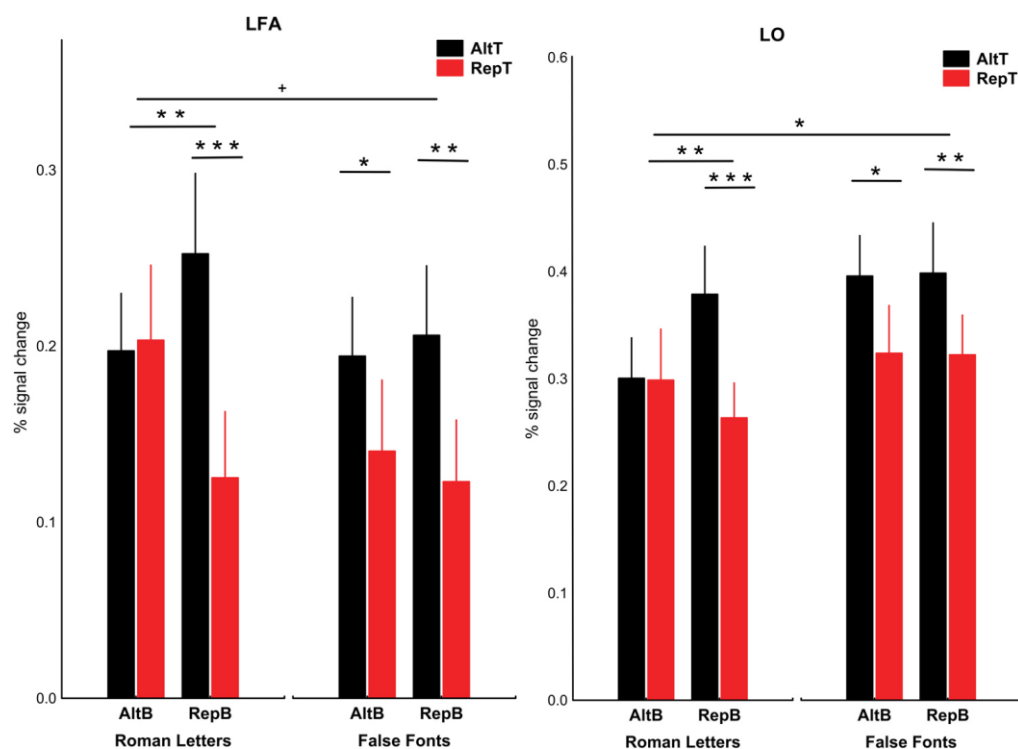
結果を下図に示す。V1 には **grating** の角度に鋭敏な **voxel** があるので、45 度と 135 度の **voxel** に分けて分析してある。A は二つの条件における活性の時間経過、B はそれぞれの **voxel** における両刺激への反応である。B にあるように、45 度と 135 度の **voxel** において、両刺激への反応は逆になっており、有意な交互作用がみられている。これは刺激ありの条件 **Stimulus** でも、なしの条件 **Omission** でも同じ傾向であった。すなわち、**Omission** への反応は期待に関連していると考えられる。



この結果は、期待により V1 に鋳型 **template** ができることを示している。イメージ生成や自由想起の結果からは首肯できる。ただ、PC 研究もまだ先が長いようである。

Grotheer, M. & Kovács, G. Repetition probability effects depend on prior experiences. J. Neurosci., 34:6640-6646, 2014.

反復確率効果、すなわち、反復抑制 Repetition suppression, RS は顔刺激を利用した実験でみられた。一方、顔以外のもので行った実験では RS はみられなかった（同じ雑誌、Kovacs et al., 33:9805-9812, 2013）。この結果は RS が一般的な現象なのか、ある刺激に特異的な現象なのかという問題を提起した。刺激特異性がみられる一つの条件はその刺激についての経験である。顔刺激についてヒトは膨大な経験を持っている。そこでこの実験では、同じく膨大な経験のある正立のアルファベット（Roman Letter）とそうではない疑似フォント（False Font）を利用して、RS を検討した。実験には反復試行（RepT）が多い反復ブロック（RepB）と交代試行（AltT）が多い交代ブロック（AltB）がある。課題は文字の大小の判断である（Target trial）。問題とした脳領域は文字形態領域（Letter Form Area, LFA）と外側後頭コンプレックス（Lateral Occipital Complex, LO）である。

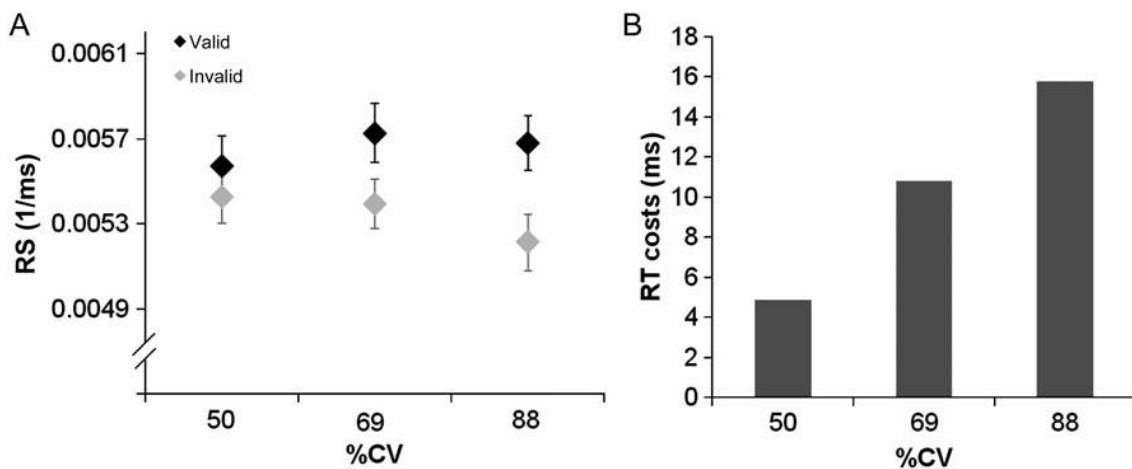


結果を上に示すが、左図の文字領域（LFA）ではアルファベットでは、反復ブロックにおいて交代試行より反復試行で活性が低下している。交代試行では交代、反復試行で差がない。疑似フォントでは、交代、反復ブロックともに交代試行の方が反復試行よりも活性が強い。この結果は顔以外の経験が多いアルファベットでも RS がみられること、そして、疑似フォントで反復確率効果がみられなかったことは、RS 経験の重要性を示唆している。なお、右図に示すように、LO でも類似の結果になった。

**Vossel, S. et al. Spatial attention, precision, Bayesian inference: A study of saccadic response speed. Cerebral Cortex, 24:1436-1450, 2014.**

この論文は predictive coding の立場から注意を扱ったものである（このホームページの『予測する脳』をご覧ください）。ただ、この論文を細部にわたっては理解していません。そのことをお断りしておきます。論文は Posner 流の location-cuing paradigm における注意を問題にしている。注意、もっと広く知覚一般はベイズ的な推論 (Bayesian inference) によると考えられる。すなわち、感覚入力に関する生成的な説明のモデルを維持したり、更新したりするプロセスである。これは一種の「逆問題」といえる。また、このプロセスは surprise を減らすプロセスであり、free energy の最適化の問題でもある（このあたりは運動制御理論との親近性を感じる）。この論文では、注意を感覚的な推論における精度 (precision, 確信度) の関数として理解しようとする。すなわち、注意は感覚チャンネルの精度をあげ、注意された刺激への反応を速めると考えられる。

実験は Posner 課題で、cue が valid である確率を 50、69、88% の 3 段階で参加者には知らされずに変化させる点で、もとの課題と異なる。この cue validity の割合(%CV)は精度(確信度)を操作するためのものである。従属変数は急速眼球運動の反応スピード (RS; 1/RT ms) である。



上の図が RS の結果である。左は RS、右の RT cost は valid と invalid の差を反応時間 (RT) で表現したものである。

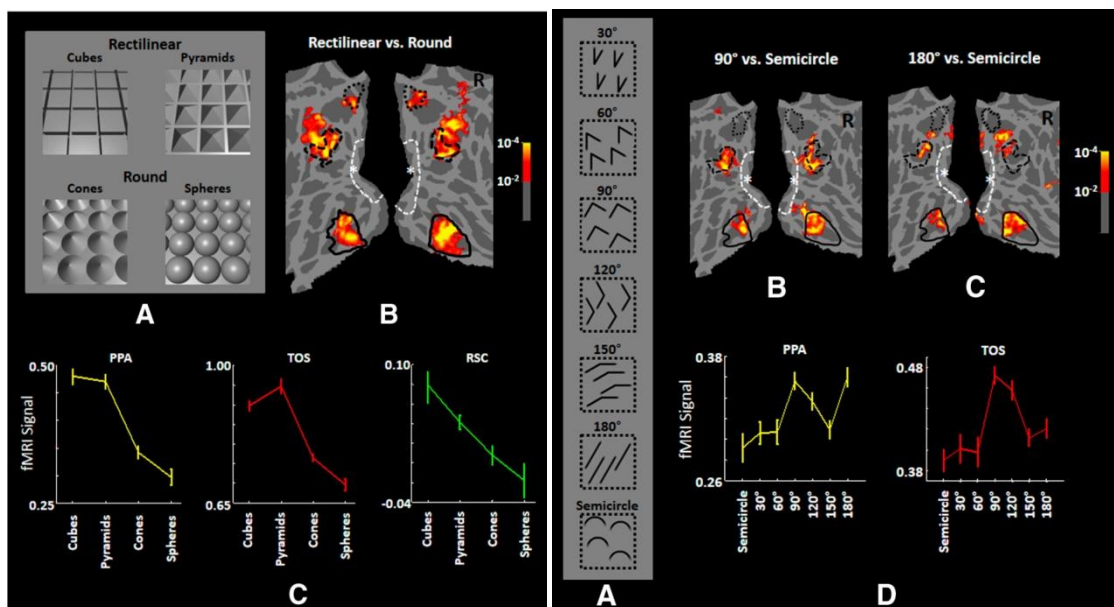
この RS を、個々の参加者の信念 belief の更新をモデルするための、ベイズ流の学習シエマに関する各参加者特有のパラメータの推定に利用した。いろいろなモデルを比較した結果、RS は感覚入力の原因についての信念の精度の関数としてもっともよく説明できた。この結果は、ベイズ流の脳機能の理解と整合的である。また、空間的注意が精度に依存した感覚入力のゲイン調節によって支えられているとする説に合うと考えられた。

以上、predictive coding 絡みの論文を 3 つ分けて紹介した。

Nasur, S. et al. Thinking outside the box: Rectilinear shapes selectively activate scene-selective cortex. *J. Neurosci.*, 34:6721-6735, 2014.

海馬傍回場所領域 PPA は当初場所 place に関係する領域と考えられた。しかし、その後の研究はものや道具を含むより広いカテゴリに反応することを示した。このことは、PPA がより基本的な刺激の特徴である直線性 *rectilinear feature* に反応している可能性を示唆する。この研究は日常的な刺激や人工的、図形的な刺激を用いて、丸みのあるものと比較しつつ、PPA や横後頭溝 TOS、脳梁後膨大部 RSC の活性を検討した。

先ず、これまで使った刺激の直線性を検討し、PPA などを活性化させる刺激は直線性が強かったことを確認している。その後、数多くの実験が行われたが、ここでは、図形、あるいは、比較的図形的な刺激の結果を紹介する。



左の図で A が刺激で、上が直線的（立方体、ピラミッド）、下が円錐、球である。B は直線的なものとの丸い物の比較で、活性位置は下から PPA, TOS, RSC である。C はそれぞれの部位における各刺激への活性を示している。部位による違いはあるが、直線的な刺激への反応が大きい。右の図の A が刺激で、30 度から 180 度の角度をもつ二つの線分と円弧よりなる。B は 90 度と円弧、C は 180 度と円弧の比較で PPA, TOS に活性がみられる。D は円弧と各角度に対する活性の強さである。これらの結果は、場所領域が直線性のある刺激に反応することを示唆する。

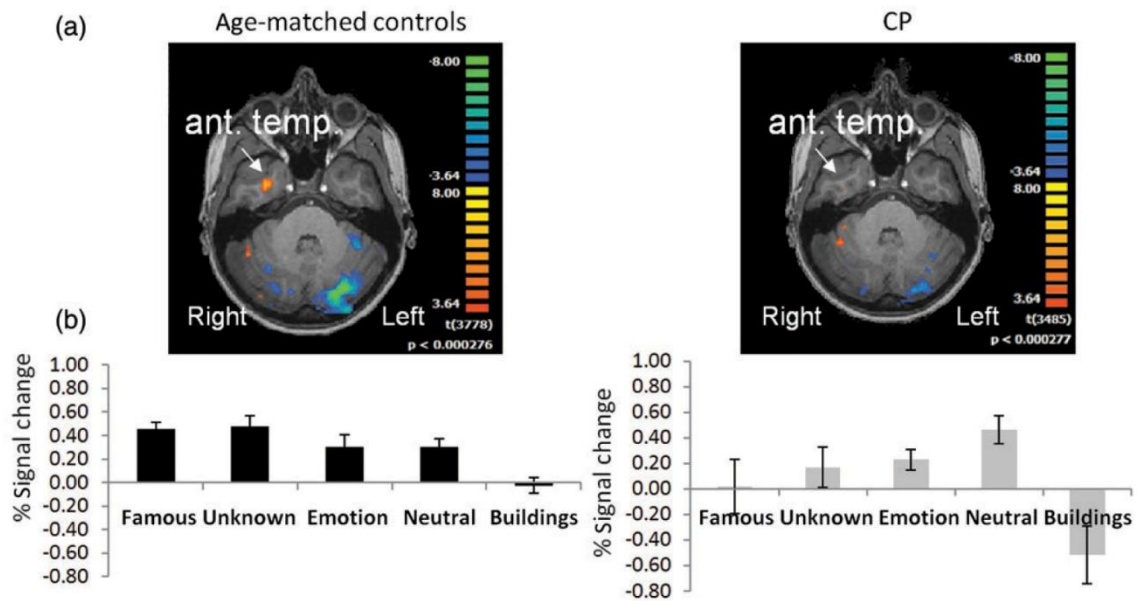
PPA には前後で違いがあり、前方はより複雑な刺激に反応する傾向があるという。また、PPA における直線性と風景 *scene* の関係について、どちらが本質的なのかに関してはさらに研究が必要と考察している。

Avidan, G. et al. Selective dissociation between core and extended regions of the face processing network in congenital prosopagnosia. *Cerebral Cortex*, 24:1565-1578, 2014.

Xu, X. & Biederman, I. Neural correlates of face detection. *Cerebral Cortex*, 24:1555-1564, 2014.

DeGutis, J. et al. Holistic face training enhances face processing in developmental prosopagnosia. *Brain*, 137: 1781-1798.

最初の論文は先天性の相貌失認者 CP と通常の人々の顔刺激に対する脳内顔処理ネットワークの活性を検討したもの。このネットワークは紡錘状回顔領域 FFA、後頭顔領域 OFA、外側後頭溝 LOS、後部上側頭溝 pSTS などの核心領域 core と、前部側頭葉 aTL、扁桃核 AMYG などの延長領域 extended に分けられる。情動的、中立的、有名、無名の様々な顔、コントロールとして家の写真を提示して、顔処理ネットワークの活性を検討した。その結果、核心領域と扁桃核の活性は両参加者の群に差はなく、前部側頭葉の活性に差がみられた。すなわち、相貌失認の群では活性がみられなかった（下の図）。また、CP では核心と延長領域の間の結合性が障害されていると考えられた。



二番目の論文は、FFA, OFA を含む脳損傷による相貌失認の顔刺激の検出の症例報告である。通常の条件では顔刺激の検出はコントロールと差がみられないが、ノイズを加えると顔検出の成績が低下したという報告。

最後の論文は、24名の発達性の相貌失認者に holistic な顔処理の訓練を3週間行い、その効果を検討した。その結果、正面からの顔の弁別に改善がみられた。

## 今月の認知神経科学の応用

Dubljevic, V. et al. (2014) *Neuron*, 82:731-736.

経頭蓋直流電気刺激 tDCS 研究がメディアや学問領域で取り上げられることが増えているが、規制や倫理の問題があるとの論説。

Sampanio-Baptista, C. et al. (2014) *Neuroimage*, 96:158-166.

6週間の運動訓練の成績と頭頂-後頭部の灰白質の容積と関係すること、成績の良いものは背側の頭頂葉、運動皮質の容積の増大が大であることなどの報告。

Klimecki, O.M. et al. (2014) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 9:873-879.

不の情動に対する感情移入（共感、empathy）と同情（憐み、compassion）の訓練が反対の効果を持つことを示した fMRI 研究。

Lutz, J. et al. (2014) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 9:776-785

Mindfulness は an attentive non-judgmental focus on present experiences だが、それを利用した介入の情動制御への効果を fMRI で検討した。

Zeidan, F. et al. (2014) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 9:751-759

瞑想 mindful meditation を不安の解消に利用し、MRI により脳の活性を測定した。前部帯状回、腹内側前頭前野、前部島皮質の活性は不安解消に関係していた。

Xue, S.-W. et al. (2014) *Brain and Cognit.*, 87:1-6.

瞑想訓練（integrative body-mind training）が安静時の脳波  $\theta$  活動への影響を検討。

Solomon, B. et al. (2014) *Brain and Cognit.*, 87:173-180.

不快な情動性（negative affectivity）と脳波の左右非対称とが低学年児童の不快な情動刺激がもつ妨害効果とどう関係するか検討した論文。

Wilson, S.J. et al. (2014) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 9:887-894.

煙草を辞めることが難しいのは、自己調節、制御とそれを妨害する不快な情動との間の関係に依存することを検討した論文。vmPFC が重要という。

Giuliani, N.R. et al. (2014) *J. Cognit. Neurosci.*, 26:1390-1402.

健康によくはない食べ物への切望では自己調節、制御が問題になる。この論文は fMRI でこのような切望と自己調節、制御の関係を検討したもの。

Frankort, A. et al. (2014) *Cerebral Cortex*, 24:1589-1600.

チョコレートを切望 craving する人に、チョコレートの匂いや写真をみせる cue exposure with response prevention の状況で fMRI の計測を行った実験。

Yoon, J.M.D. & Vouloumanos, A. (2104) *Trends in Cognit. Sci.*, 18:272-273.

Jones & Klin (2013) *Nature*, 504:427-431 の紹介で、ASD 乳幼児では 2-6 ヶ月齢で眼への凝視が減少するのが、ASD の最も早いサインであるという。

von dem Hagen, E.A.H. et al. (2014) *Cerebral Cortex*, 24:1485-1492.

通常、人は視線を向けられると ToM の領域が活性化するが、ASC（高機能自閉症、Asperger 症候群）の人は視線をそらすとこれらの領域が活性化するという研究。

Puts, N.A.J. et al. (2014) *J. Neurophysiol.*, 111:1803-1811.

ASD 児童の触角（皮膚への振動刺激）に関する心理物理学的研究。ある条件で、反応時間、刺激閾、弁別閾に、定型発達児と違いがあったという報告。

Zielinski, B.A. et al. (2014) *Brain*, 137:1799-1812

3 歳から 30 代後半までの ASD と定型発達者の皮質の厚さの年齢による変化の研究。

Paul, L.K. et al. (2014) *Brain*, 137:1813-1829.

脳梁の非形成 agenesis と ASD の関係を検討したもの。前者に ASD の診断基準を適用したところ、1/3 が自閉症に。ただし、他の条件を加えるとこれは減少。同異あり。

Ramus, F. (2014) *Trends in Cogniti. Sci.*, 18:274-275.

失読症の音韻障害に関する脳画像研究の紹介。音韻表象それ自体の問題ではなく、それへのアクセスに問題があるとする。

Tye, C. et al. (2014) *Brain and Cognit.*, 87:168-172.

Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) の指標とされる安静時の脳波の theta power 亢進の遺伝的要因の関与を双生児で検討した研究。

Boldt, R. et al. (2014) *Neuroimage*, 95:208-216.

早い段階で視覚障害になった人 early-onset blindness と通常の人との機能結合の個人間の変動性を検討した研究。

Pujara, M. et al. (2014) Soc. Cognit. Affect. Neurosci., 9:794-801.

犯罪を犯す精神病質者 **criminal psychopath** の報酬と報酬喪失の鋭敏性を機能的、構造的な **MRI** で検討した。側坐核の活性と容積が **psychopath** の程度と高い相関を示した。