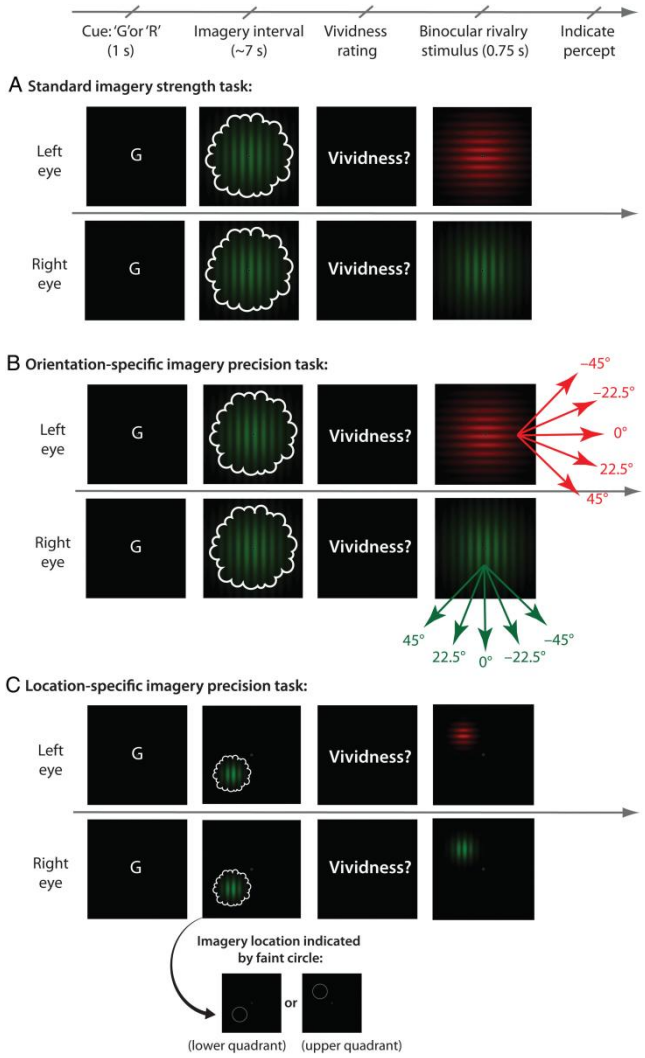
2016.09.21

今月の認知神経科学：論文紹介

2016 年 9 月

Bergmann, J. et al. Smaller primary visual cortex is associated with stronger, but less precise mental imagery. Cereb. Cortex, 26:3838-3850, 2016.

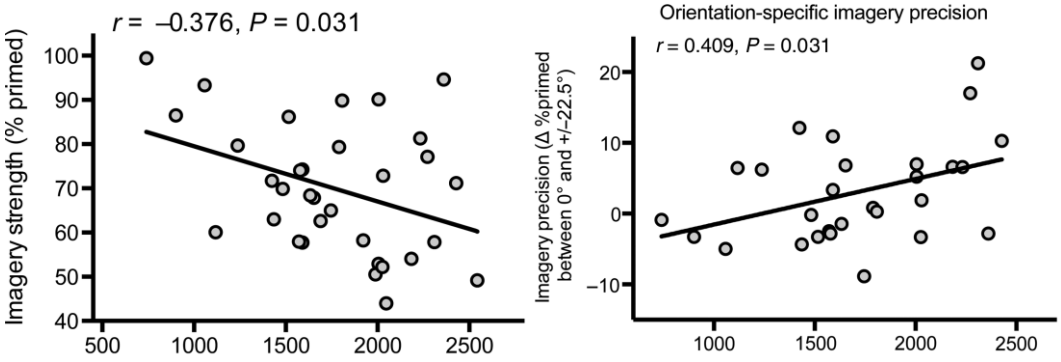
この論文は視覚的イメージ生成の個人差を一次視覚領野の解剖学的な差異と関係づけた。



課題を左に示す。緑の縦、赤の横の grating をイメージするが、いずれをイメージするかは冒頭に G, R で教示される。その後 vividness の評定を行い、視野闘争の状況（一方は緑縦、他方は赤横）でイメージの強さを検討した（図 A）。図 B, C はそれぞれ方位、位置についてのイメージ生成の正確さを検討したもの。詳細は本文参照下さい。

機能的、構造的 MRI で初期視覚バッファ V1, V2, V3 を確定し、それぞれの表面積と生成されたイメージの強さと正確さの関係を検討した。

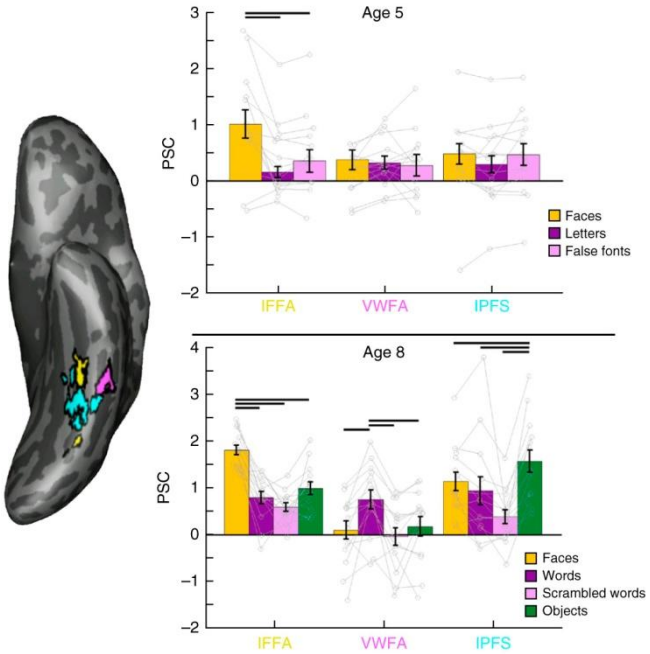
下図は横軸 V1 の表面積 mm^2 で、左が強さ、右が方位の正確さとの関係である。表面積が小さいと生成されたイメージは強いが、方位のイメージは表面積が大きいほど正確だった。位置の正確さについても方位と同じ結果だった。イメージ生成の個人差の解剖学的な対応である。



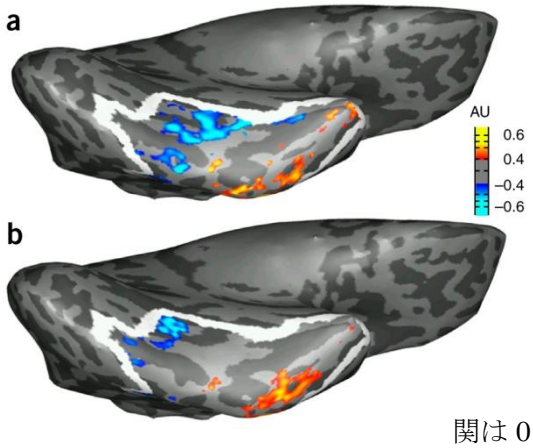
2016.09.21

Saygin, Z.M. et al. Connectivity precedes function in the development of the visual word form area. Nat. Neurosci., 19:1250-1255, 2016.

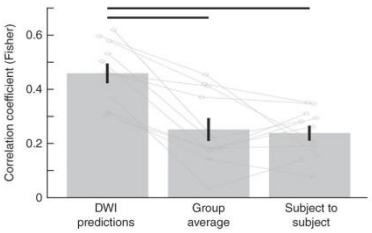
この論文は、対象特異的脳領域が発達の過程でその機能を発揮するようになるのは、その領域と脳の他の領域の間の既存の線維結合によることを、視覚的語形領域 VWFA の機能的、構造的 MRI で示した。ここでは、5 歳時には読むことができなかったが、8 歳時に読めるようになった子どもの結果に焦点を当てて紹介する。対照とした領域は左紡錘状回顔領域 lFFA、もの関連の左後部紡錘状溝 lPFS である。顔、文字、偽文字、単語、スクランブルした文字、ものを提示した。



左上図は各刺激を提示した時の各領域（左より lFFA, VWFA, lPFS）の脳活性である。8 歳時にはそれぞれ顔、文字、ものに最大の反応がみられた（下）。8 歳時のデータに基づく 5 歳児の各領域の反応をみると（上）、lFFA では顔で反応が大きいが、VWFA では特異的な反応はない。これらの子どもでは 5 歳時に MVPA を適用したが、刺激間を区別できず。



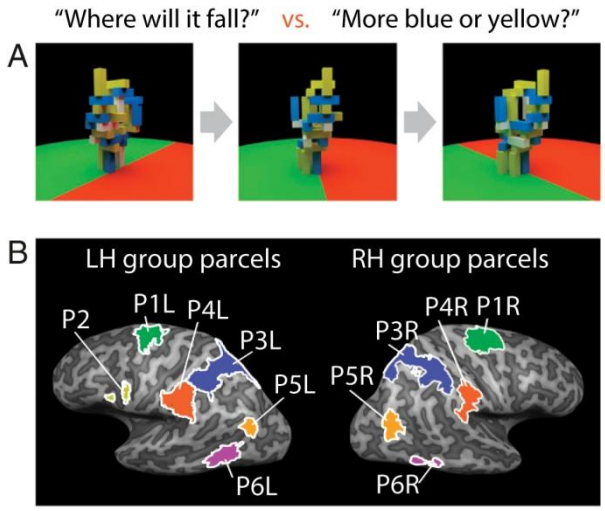
左下図は、すでにある線維結合が VWFA の位置を決めるのかを検討した結果。5 歳時に計測した拡散強調画像 DWI による左後頭側頭領域の線維結合と同じ参加者の 8 歳時の fMRI パターン(word>object)の関係をモデルに学習させた。そのモデルを新しい参加者に leave-one-out manner で適用した。図 a は 8 歳時の fMRI データで word>object の領域。図 b は 5 歳時の DWI で 8 歳時の fMRI 活性パターンを予測した結果で、両者の相関は 0.47 で有意だった（最下図左の棒グラフ）。他の方法と比較して相関が高いが、詳細は本文を参照下さい。また、紙幅の関係で論文のコアの部分しか紹介していない。他の結果、手続きの詳細については本文を参照されたい。

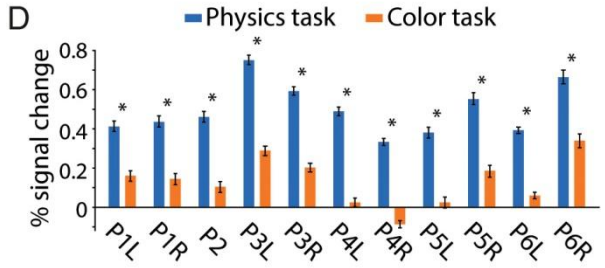


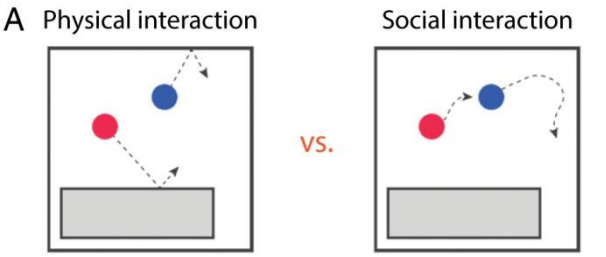
2016.09.21

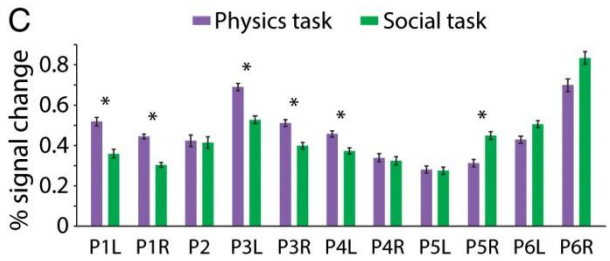
Fisher, J. et al. Functional neuroanatomy of intuitive physical inference. PNAS, E5072-E5081, August 8, 2016.

この論文は直感的な物理学的推論の脳内機構（物理学エンジン）を 4 つの fMRI 研究で明らかにする試み。実験 1 は上の図 A, B, D で、物理課題と色課題がある（図 A)。前者の活性が後者より高い 11 の fROI（B）を決め（その方法に関しては本文を参照下さい)、結果を D に示した。実験 2 の方法、結果は下の図 A, C で、物理課題と社会課題の比較（図 A）が行われた。図 C に示すように、5 つの領域で物理課題＞社会課題で、1 つの領域でその逆の結果になった。P1L, R は背側運動前野 dPMC、補足運動野 SMA であり、P3L, R は体性感覚連合野と上頭頂小葉、P4L は左縁上回 SMG である。なお、P5R は biological motion に反応する領域に近い。







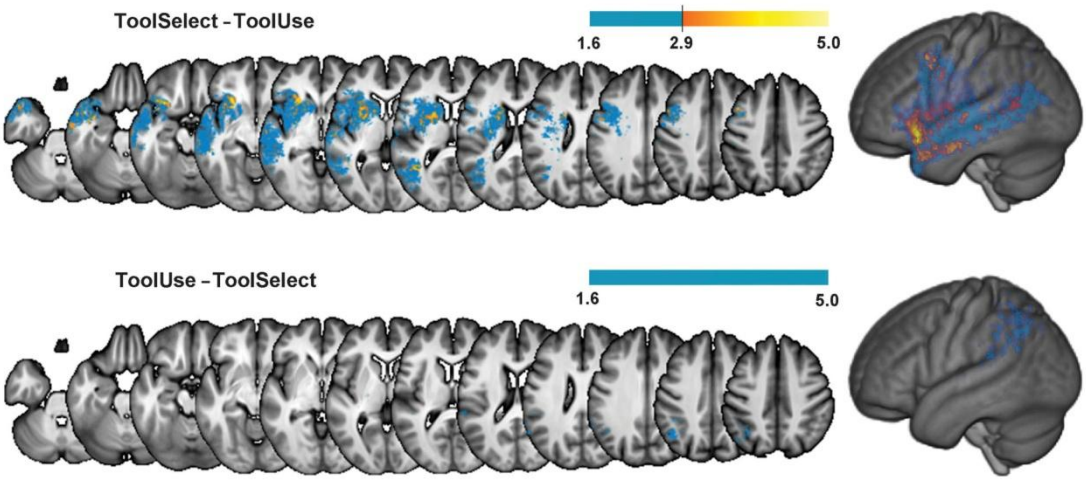


実験 1, 2 は刺激に関する予測を含む課題が課せられたが、実験 3 はもの、身体、scramble されたもの、風景、顔のビデオを観るだけの条件。実験 3 では、もの＞scramble されたものの領域 fROI が決められたが、それは視覚野とその前方の腹側の側頭葉と、実験 1, 2 で明らかになった領域を含む fROI だった。結果は図示しないが、上記 5 つの領域が重なる fROI ではものへの反応が最も強かった。これらの領域の活性はものの動きの心的な simulation を必要としない。実験 4 は 5 つの領域と multiple demand (MD) network の関係を検討。空間ワーキング・メモリ WM と言語 WM で hard>easy の領域を求めると、両課題は一致しており、上記 5 領域はそこに含まれた。Whole brain データの課題間の相関から（本文参照）上記 5 領域は MD 系の一部で、行為の planning や道具使用など、環境と適切な行為の選択に関係すると考えた。

2016.09.21

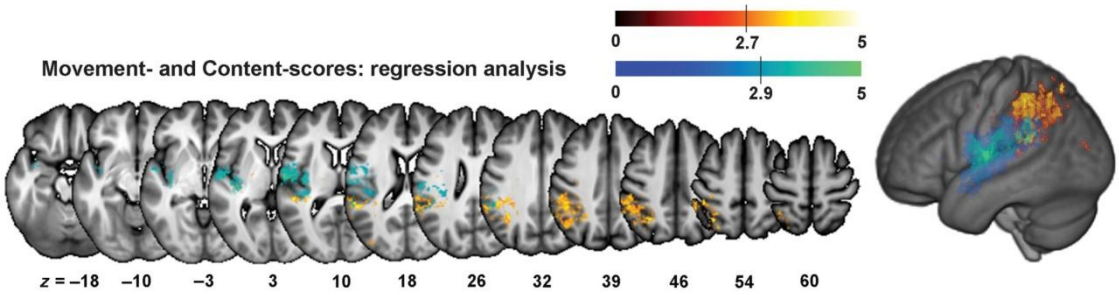
Martin, M. et al. Differential roles of ventral and dorsal streams for conceptual and production-related components of tool use in acute stroke patients. Cereb. Cortex, 26:3754-3771, 2016.

道具使用の障害には金槌に対して釘を選ぶ ToolSelect と、釘を金槌で打つ ToolUse の二種類があり、後者には ToolUseContent と ToolUseMovement の二種類の障害がある。この論文はこれらの障害が異なる解剖学的基盤を持つことを、脳卒中の患者で明らかにした。道具使用行動を評価し、MRI 計測による Voxel-based lesion-symptom (VLSM) 分析を行い、Brunner-Munzel 分析を適用した。



上図の上は ToolSelect-ToolUse で、下はその逆の分析結果。前者では中、上側頭回の前方、中側頭回の後方、下前頭回の前方、島皮質などが ToolSelect に関係していた。後者は有意な領域はなかったが、ToolUse のみに障害がある症例では頭頂皮質の後部（縁上回、頭頂間溝、上頭頂小葉）に損傷がみられた。

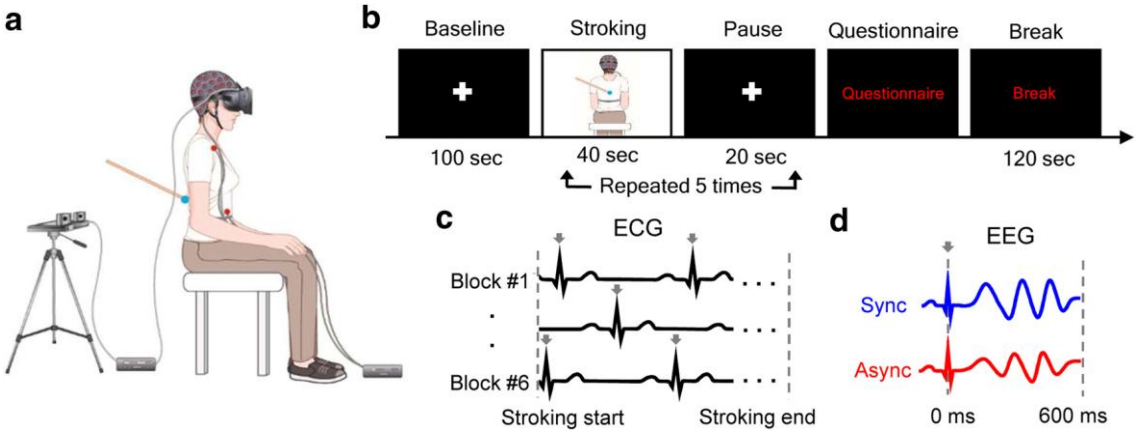
下図は ToolUse の Content と Movement の障害の分析である。Content error はある道具で非典型的な動作を行うなど、Movement error はある道具の持ち方が間違っているなど。Content error は縁上回、上側頭回が関係しており（青－緑の領域）、Movement error は頭頂間溝の前外側 bank が関係していた（赤－黄の領域）。



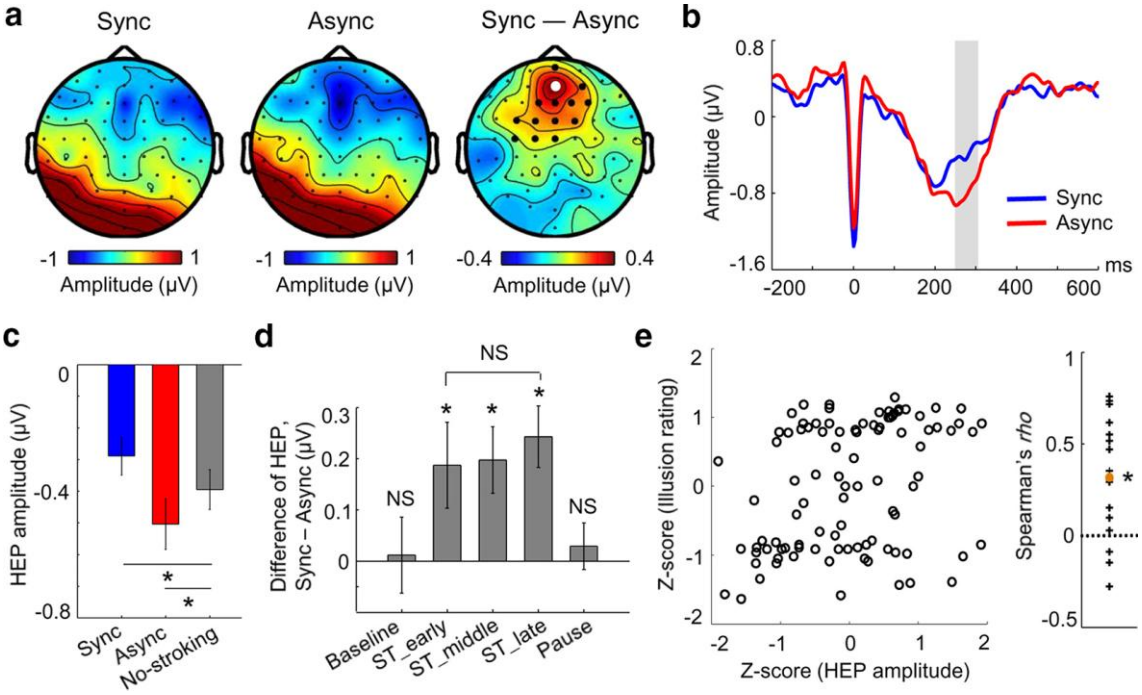
ToolSelect と ToolUseContent error は概念系の損傷、他方、ToolUseMovement の空間時間的 error は行為の生成面の障害と考えられる。

Park, H.-D. et al. Transient modulations of neural responses to heartbeats covary with bodily self-consciousnesss. J. Neurosci., 36:8453-8460, 2016.

この論文は「ゴム手袋の錯覚」の全身版（背中への stroke 刺激）を利用して、ゴーグルに映る像に対する自己意識 self-consciousness と心拍 ECG に対する誘発脳波 HEP の関係を検討。結果は背中への stroke 刺激が映像と同期 Sync, 非同期 Async の比較で（上図）。



質問の結果、映像を自己と感じる、錯覚的なタッチを感じることが同期＞非同期だった。HEP の結果が下図の a, b にある。図 a は HEP の 250-305ms（図 b の灰色の時間）の Sync, Async, 両者の差で Async の方が負のふれが大きい。図 b は図 a の右端図の白い丸の HEP. 同様の結果が図 c に。図 d は stroke を与えた時間（前、中、後）で結果に差がないことを示す。図 e は質問の結果と HEP の結果の関係を示したもので、Spearman の順位相関係数は有意に 0 よりも大きかった。このように全身の錯覚の経験と心拍への脳の反応変化は関係した。なお、HEP の差の電源は後部帯状皮質にあると推定された。



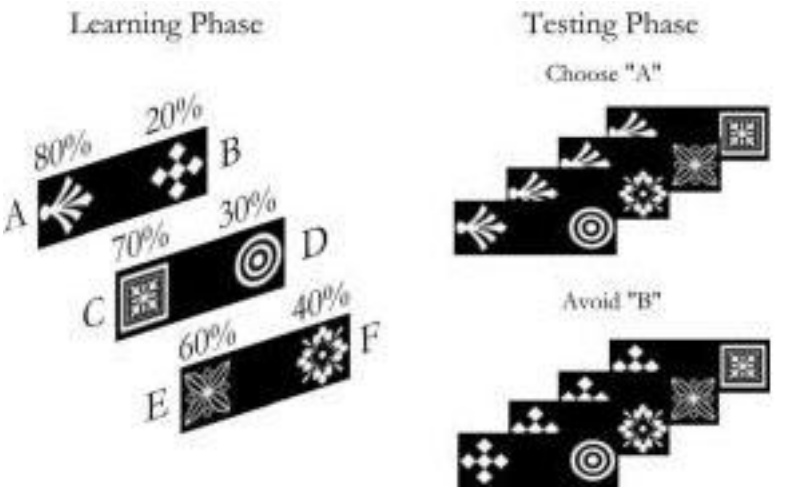
2016.09.21

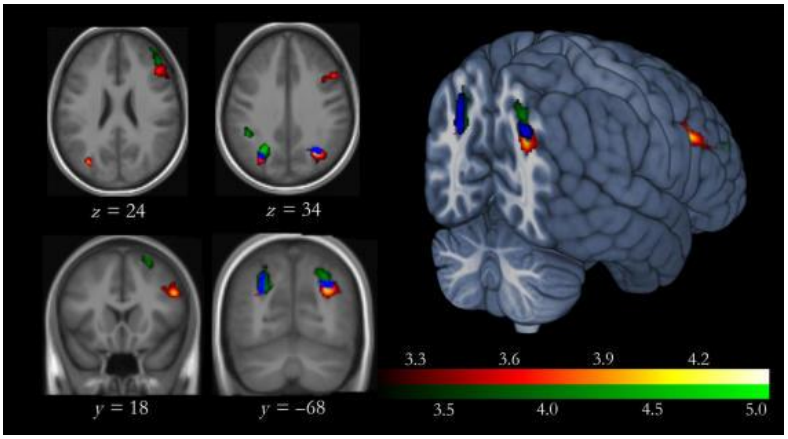
Schiffler, B.C. et al. Memory-reliant post-error slowing is associated with successful learning and fronto-occipital activity. J. Cogn. Neurosci., 28:1539-1552, 2016.

この論文は認知的制御と強化学習の統合を試みた。実験は学習期とテスト期があり、学習期には 3 組の図形（AB, CD, EF）で一方の図形を選択する。報酬の確率は図にある通りである。テスト期には A か B が他の図形と対にされ選択を求められるが、feedback はない。問題にしたのは、学習期にある対でエラーが生起した時、次にその対が提示された時の反応時間の延長 $\Delta RTpair_{neg}$ である。また、強化学習モデルにより学習期の予測誤差 PE が計算され、結果の simulation を行った（強化学習理論については十分に理解していないので、本文を参照して下さい）。$\Delta RTpair_{neg}$ と PE の関係を脳の fMRI 計測を含めて検討した。

その結果、報酬確率に対応する成績がみられ、強化学習モデルによる simulation の結果は実測データとよく合致した。また、学習期の $\Delta RTpair_{neg}$ はテスト期の成績と正の相関を示し、$\Delta RTpair_{neg}$ が学習にプラスに働くことを示した。強化学習モデルの負の feedback の PE と $\Delta RTpair_{neg}$ は有意な関係を示した。しかし、$\Delta RTpair_{neg}$ は負の feedback による負の学習 rate とは相関しなかった。エラー後の RT の延長は負の feedback による試行毎の value updating に直接的には関係しないようだ。

$\Delta RTpair_{neg}$ と関係した脳領域は右下前頭回、両側の中後頭回、右の下後頭回である。下図の赤の領域。正負の PE による absolute PE と関連した領域は右中前頭回、右上前頭回、両側の中後頭回などで、下図の緑の領域。$\Delta RTpair_{neg}$ と absolute PE の活性部位は近く、両者の重なりは青色で示されている。なお、負の PE は左尾状核が関係していた。





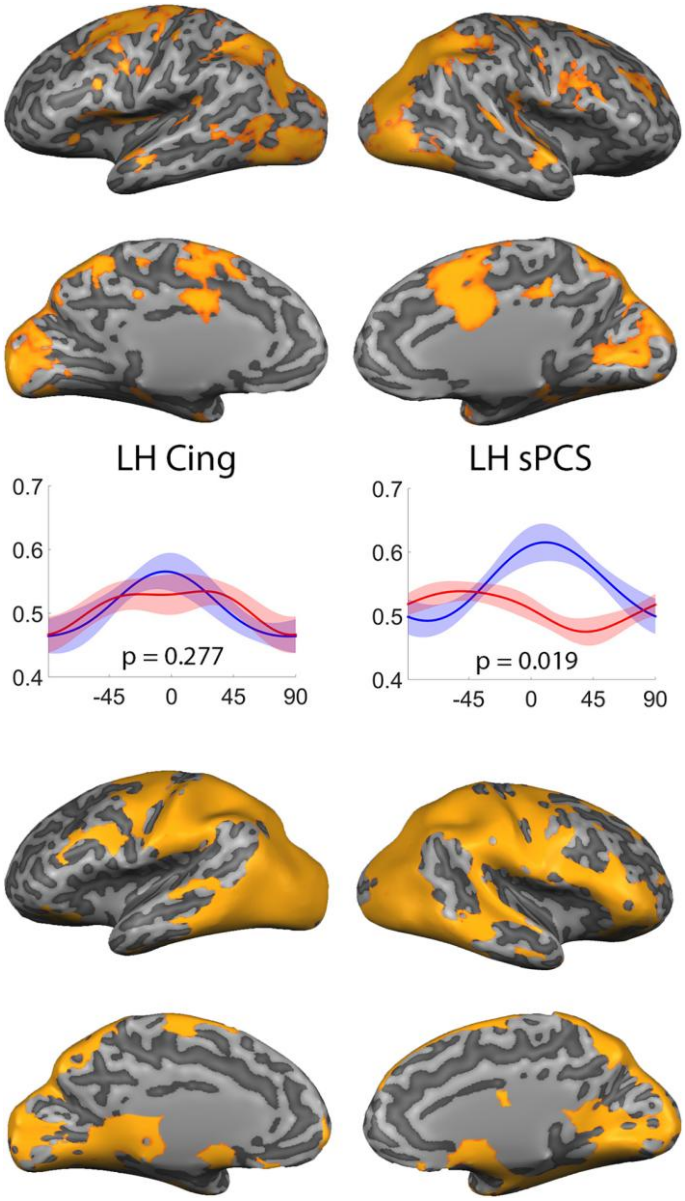
これらの結果は、右下前頭回が feedback と反応の slowing など行動との統合を行い、背側の後頭皮質が報酬予測からの逸脱の情報を送り行動に寄与すると考えられる。

2016.09.21

Ester, E.F. et al. Feature-selective attentional modulations in human frontopareietal cortex. J. Neurosci., 36:8188-8199, 2016.

注意に関して、前頭頭頂皮質 F-PC の top-down 機能が感覚皮質の情報処理に影響を与えるという構図が一般的になりつつある（本 HP の『脳と心』でもそう述べた）。この論文はその考えに疑問を呈するもので、F-PC にも感覚刺激の表象があり、注意の影響を受けることを示した。これは HP の『認知神経科学への期待 14』で問題にした点である。

手続きを簡略化して述べる。課題は grating の傾きの弁別、grating 刺激の明るさの弁別である。grating の傾きの表象を示す ROI を見出すために fMRI データに searchlight 法と inverted encoding model を併用した（MVPA の一種。詳細は本文参照）。その結果が上図の脳と線グラフである。後頭、頭頂、前頭の広い領域で傾きが表象されている。それらの ROI の中で、傾きへの注意の影響のある ROI とない ROI があった。二つの ROI の結果を下に例示する。線グラフでは青が傾きに注意、赤が明るさに注意した時の表象で、左帯状回 LH Cing, 左上中心前溝 sPCS の結果を示す。sPCS では傾きへの注意の影響がみられた。なお、注意の影響がみられない ROI もあった。



次に、二つのタスクを区別している領域（task-selective ROI）を MVPA で求め、そこでの傾きの表象を検討した。下図の脳は両課題を区別している領域で、後頭、頭頂、前頭に広がっていた。その中の ROI で傾きの表象を調べたところ、左下頭頂小葉 LH IPL や両側の下中心前溝 iPCS などでみられた。この結果は top-down の領域には task-selective で傾きの表象のある ROI があることを示す。

以下感想だが、傾きの表象は視覚領野だけでなく、認知制御機能を担う前頭頭頂皮質にもみられた。『期待 14』からは、前頭葉の機能構造との関連、視覚野と前頭頭頂部の表象の違いが興味深い。

2016.09.21

今月の認知神経科学の応用

Glasser, M.F. et al. (2016) Nat. Neurosci., 19:1175-1187.
Human Connectome Project の neuroimaging approach の 7 段階の提案。

Hatfield, M. et al. (2016) Neuroimage, 139:136-148.
もの関連の領域 LOC でその傾きの表象を MVPA と Repetition Suppression, RS で検討した。MVPA の方が行動（傾きの混同）と一致する結果を示した。

Schultz, D.H. & Cole, M.W. (2016) J. Neurosci., 36:8551-8561.
安静時と課題時の機能結合の差が小さいことは network の効率的な更新の最適化を反映するので、それは成績の良い人に見られ、一般的知能に関係する。

Schmüser, L. et al. (2016) Hum. Brain Mapp., 37:3114-3136.
Go/Nogo 課題の実行中に脳波と fMRI の同時記録を行い、脳波の独立成分分析 IC で参加者を Nogo-IC-positive と-negative に分けた。これは衝動抑制の電気生理学的 phenotype。

Kotlewska, I. & Nowicka, A. (2016) Europ. J. Neurosci., 44:2064-2071.
過去の自己は現在の自己、身近な他者のいずれに近いか脳波の late positive component, LPC 検討した。過去の自己は身近な他者に近い LPC を示したが、それは女性で顕著だった。

Pornpattananangkul, N. et al. (2016) Neuroimage, 139:114-126.
白人系と日系の米国人、native の日本人で Go/No-Go 課題と fMRI 計測により抑制制御に対する文化の影響を検討した。左下前頭回の活性は native 日本人で強く文化差が出た。

Barnes, J.J. et al. (2016) J. Neurosci., 36:9001-9011.
子供のワーキング・メモリ WM の訓練は placebo control に比べて有効だったが、脳磁図 MEG 計測による前頭頭頂の α 波と側頭の γ 波のカップリングがそれに対応していた。

Holmes, J. et al. (2016) J. Cogn. Neurosci., 28:1471-1483.
18-35 歳に WM の訓練を行った。WM 機能は上がったが、関連の薄い WM への般化は見られなかった。Transcranial random noise stimulation, tRNS は効果がみられなかった。

Takashima, A. et al. (2016) Neuropsychol., 89:14-30.
未知のハングルのシラブルの発音の訓練を行うと、流暢に発音するようになったが、fMRI 計測では後部の側頭頭頂領域の活性がみられた。これは holistic な表象の形成による。

2016.09.21

Brod, G. et al. (2016) J. Neurosci., 36:8103-8111.
医学生の試験を利用して、記銘の schema-relatedness hypothesis を検討。仮説を支持したが、fMRI 計測では海馬前部の事後記憶効果の減少、そこと中側頭回の機能結合増加が。

Carpentier, S.M. et al. (2016) J. Cogn. Neurosci., 28:1603-1612.
音楽の訓練が言語能力を高めるという説の脳の対応を脳波で検討した。英語話者の 4-6 歳の子供に音楽/フランス語の訓練をした。音楽の訓練で広範囲の脳波の複雑さがみられた。

Dittinger, E. et al. (2016) J. Cogn. Neurosci., 28:1584-1602.
音楽訓練が音声知覚や認知にプラスに働くという説をプロの音楽家でタイ語の絵－単語連合課題で検討。彼らは学習と記憶に優れ、脳波 N400 も前頭から頭頂へ速やかに移動した。

Boraxbekk, CJ et al. (2016) Neuropsychol., 89:371-377.
高齢者に指の tapping sequence の運動、運動イメージ、両者の混合の訓練を行った。運動訓練が成績アップ。fMRI 計測は運動訓練が運動前野、イメージは二次視覚皮質に表象が。

Gotink, R.A. et al. (2016) Brain Cogn., 108:32-41.
8 週の mindfulness stress reduction が長期の mediation practice と同様の脳の変化を起こすという研究の総説。

Sepulveda, P. et al. (2016) Hum. Brain Mapp., 37:3153-3171.
補足運動野の fMRI の neurofeedback 訓練で、feedback に加え、報酬、運動イメージの利用が持つ効果を検討した。報酬は活性を高めたが、運動イメージは効果がなかった。

Jokel, R. et al. (2016) Neuropsychol., 89:191-216.
認知関連の原発性進行性失語 svPPA に音韻、意味に基づく naming therapy を行なった結果、忘れられた語彙の再学習があり、fMRI 計測で両半球の広範囲の活性等が関連した。

Carlson, H.L. et al. (2016) Brain Lang., 159:23-34.
脳卒中で左下前頭回を含む損傷をもつ 15 歳の発語障害の男性に発語療法と右下前頭回への抑制的反復 TMS を与えた結果、発語が改善し、構造的、機能的 MRI で可塑的な変化が。

Chen, N.-F. et al. (2016) Neuroimage, 139:462-469.
経頭蓋直流刺激 tDCS を左頭頂皮質に与え、エピソード記憶の想起への影響を調べた。その結果、cathodal stimulation は source memory accuracy を低下させた。

2016.09.21

Pergolizzi, D. & Chua, E.F. (2016) Brain Cogn., 108:56-65.
外側の後部頭頂皮質に両側性の tDCS を与え、item と source 記憶の想起への影響をみた。その結果、false 再認が減少、item/source 弁別課題で bias が減少した。

Xu, B. et al. (2016) Hum. Brain Mapp., 37:3236-3249.
安静時に右前補足運動野 preSMA へ磁気刺激 TMS を与えたが、preSMA－右下前頭皮質－線条体 network の機能的、構造的結合を強め、それは行動抑制の機能に関係していた。

Kelly, C.E. et al. (2016) Hum. Brain Mapp., 37:3080-3102.
極度の早産児VPTにNeurite Orientation Dispersion and Density Imagingを適用。VPTでは低い異方性比 FA、高い軸索の dispersion が多くの線維束でみられ、周産期の影響も。

Solomon, M. et al. (2016) Neuropsychol., 89:31-41.
若者の自閉症スペクトラム障がい ASD の記憶は、認知制御要求が高い時、記銘が特定の item 特徴にフォーカスがある時、familiarity が関連する情報の想起に使われる時に悪い。

Li, Y. & Yu, D. (2016) Brain Cogn., 108:47-55.
ASD の子供に機能的近赤外線分光法 fNIRS を適用して、脳の機能結合を検討した。とくに右前頭前野 PFC と左 PFC、両側の側頭皮質の機能結合が弱いなどの結果がみられた。

Chailangkarn, T. et al. (2016) Nature, 536:338-343.
Williams syndrome, WS の genetic, neurodevelopmental model. 遺伝面の知識がないので、論文の存在をお知らせするのみ。

Mohamed, S.M.H. et al. (2016) Brain Cogn., 108:11-19.
成人の注意欠陥多動障がい ADHD でエラー後の修正が弱いことを半球を絡ませて検討した。左右視野の語彙決定課題で、ADHD は右視野呈示でエラー修正が効かないようだった。

Svatkova, A. et al. (2016) Hum. Brain Mapp., 37:3323-3336.
ADHD には主に注意欠陥 ADHD-PI と多動もある ADHD-C の 2 タイプがある。その脳の構造の違いを拡散テンソル画像法で検討。多くの線維束で両者の違いがあった。

Power, A.J. et al. (2016) Brain Lang., 160:1-10.
発達性の読字障がい dyslexia の子供に noise-vocoded の文章を提示し speech envelop, SE に頼るようにした。Dyslexia の子供は envelop の低周波成分の encoding に問題あり。

2016.09.21

Johnston, R. et al. (2016) Brain Cogn., 108:20-31.
発達性の dyslexia では global な形の知覚は損なわれないが、運動の知覚は損なわれる。しかし、この研究では時間的な要因で形が見える条件設定で、形の知覚が損なわれた。

Ronchi, R. et al. (2016) Neuropsychol., 89:453-464.
右半球損傷による neglect dyslexia のエラーには omission, substitution, addition があるが、保続傾向の患者は substitution, その傾向のないものは omission error が多かった。

Bartha-Doering, L. et al. (2016) Brain Lang., 159:102-108.
Specific language impairment, SLI を含む 4 世代、32 名の家系の言語機能の調査を行った。1/4 が SLI で遺伝的要因の関与を示したが、言語障がいの内容は多様だった。

Emmorey, K. et al. (2016) Brain Lang., 160:11-20.
成人の聴覚障害者の読みの研究。意味課題と音韻課題がある。意味課題で読みのスキルの差がでて、それには左下前頭、中側頭回の活性が関係、その他の結果を得た。

Barton, J.J.S. & Corrow, S.L. (2016) Neuropsychol., 89:119-124.
発達性の相貌失認 prosopagnosia の診断についての総説。

Tanzer, M. et al. (2016) Neuropsychol., 89:299-308.
Nevon 図形と顔の正立/倒立刺激を用いて、先天性の相貌失認に注意と global 処理を高める alerting cue を提示すると、global/holistic な処理が高まった。

Weiner, K.S. et al. (2016) J. Neurosci., 36:8425-8440.
顔の処理の network が後頭顔領域 OFA から始まる階層的なものか、非階層的なものかを 1 名の OFA 除去の患者で検討した結果、複数のルートを持つ非階層的なものと考えられた。

Rennig, J. & Karnath, H.-O. (2016) Neuropsychol., 89:66-73.
同時失認の患者に単一の大きさが異なるものを提示し認知を検討した。大きい（コンピュータスクリーンを越える）ものの認知では成績が低下した。単一/複数の問題ではない。

Sihvonen, A.J. et al. (2016) J. Neurosci., 36:8872-8881.
脳障害による失音楽症を voxel-based lesion-symptom mapping, VLSM と morphometry VBM で検討。右半球で障害がみられ、ピッチとリズムの障害は関連脳領域が異なる。

2016.09.21

Heilig, M. et al. (2016) Nat. Rev. Neurosci., 17:592-599.

薬物依存の神経科学は社会的な側面を研究に含めるべきという提言。

Eichenbaum, H. (2016) Nature, 536:405-407.

これは他者の論文の紹介。マウスで 6 時間以内に形成された 2 つの恐怖条件づけは一方を消去すると他方も消去。『認知神経科学 11』に関係すると思われるので取り上げた。