

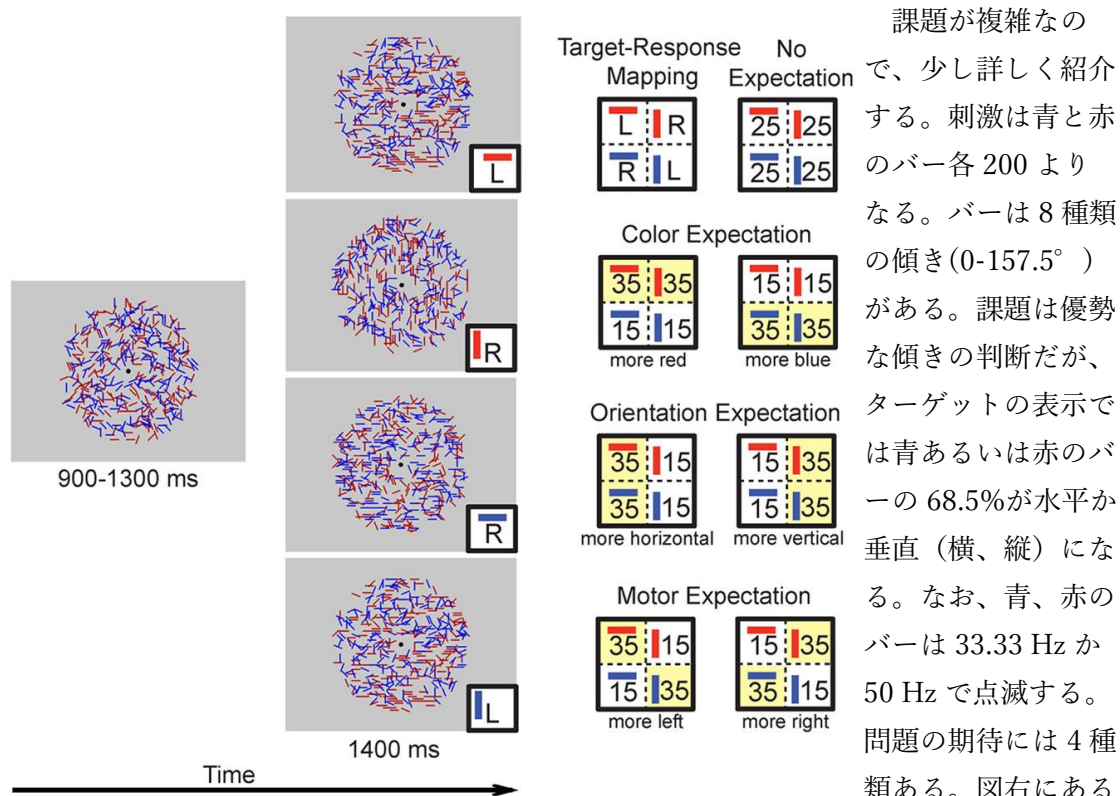
今月の認知神経科学：論文紹介

2018年7月

今月は興味をひく論文が少なく、また、学会や旅行などで忙しかったので、論文紹介は短いものになった。脳画像を中心としたヒトの認知神経科学は、あるいは動物研究を含め高次脳機能の基礎研究は、難しい時期を迎えているとの印象を持っている。

Rungratsameetaweemana, N. et al. Expectations do not alter early sensory processing during perceptual decision-making. *J. Neurosci*, 38:5632-5648, 2018.

『予測する脳』で述べたが、注意と期待は区別することが難しい。この論文は、その点を検討し、注意と異なり、期待が初期の感覚処理には関係せず、その後の情報処理に関係することを、脳波の初期の視覚負電位と後期の中央-頭頂部陽電位から明らかにした。

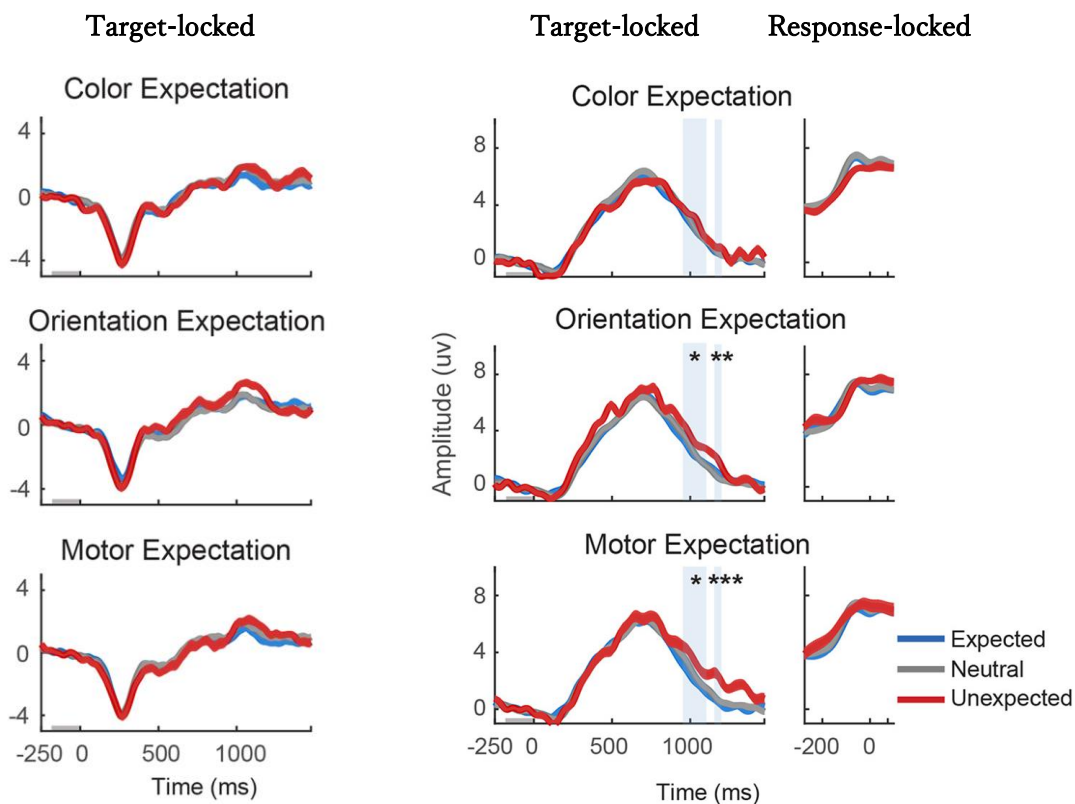


ように、期待なし、色の期待、傾きの期待、運動の期待で、提示される青、赤のバーとその傾きの数によって設定された。赤の横と縦のバー、青の横と縦のバーがあり、図ではその比率が示されている。期待なしではこれらの刺激が 25% の確率である。色の期待では赤が多いブロック (赤 70%, expected: 青 30%, unexpected. 比率は以下同じ)、青が多いブロックがある。傾きの期待では横が多いブロックと、縦が多いブロックがある。反応の期待では左が多いブロック、右が多いブロックがある。反応は左右 2 つのキーへ行うが、参加

者の半分は左キーは赤横バー、青縦バーの組み合わせ、右キーは青横バー、赤縦バーの組み合わせに対応する。残りの参加者はその逆である。

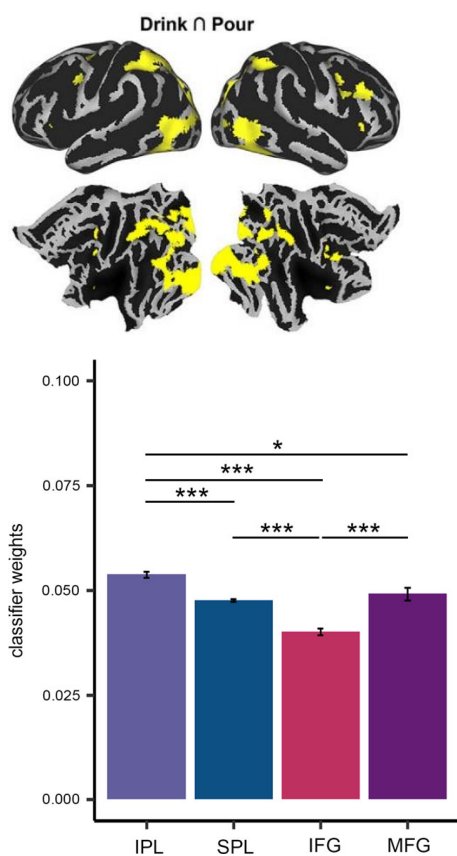
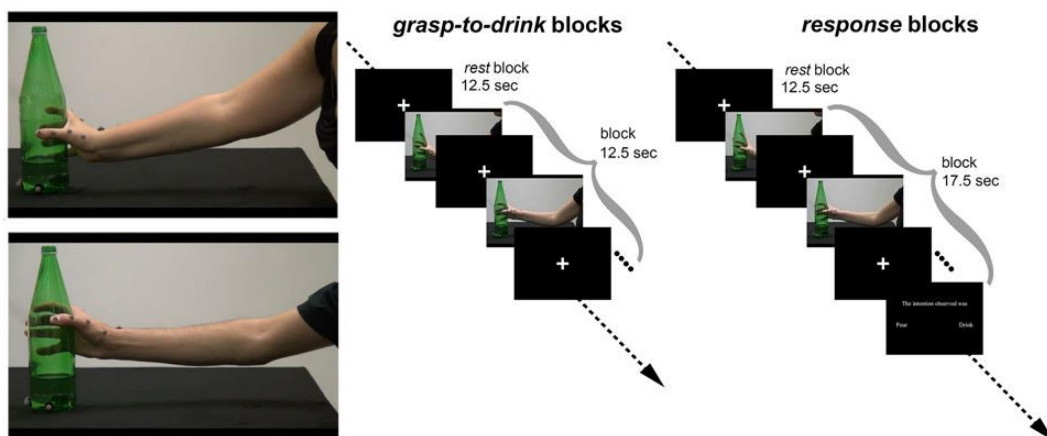
行動の結果は、点滅の周波数が高い方がすべての期待で成績がよく、反応時間も短い。また、すべての期待で、expected, neutral, unexpected の条件では、この順序で成績が低下し、反応時間が長くなった。

脳波の結果について。点滅の周波数が高い方が初期の視覚負電位 VN の振幅は大きい。それはすべての期待で同じ結果だった。点滅周波数を無視して、期待別に結果を示したのが下の左図である。X 軸は target 刺激提示の -250ms から 1500ms である。VN はすべての期待で Expected, Neutral, Unexpected で差がない。期待は視覚処理の初期の段階には影響を与えていない。中央-頭頂陽電位 CPP については、点滅の周波数が高い方が刺激後 500ms 前後、1000ms 後で、振幅が大きい。一方、下の右図左は期待別に加算したものである。刺激提示後 950ms-1100ms, 1150ms-1200ms で expected の方が CPP の急速な低下を示し、unexpected の方の振幅が大きい。左図の右は反応にロックさせて、反応生起の -300ms から 100ms までを加算した。どの期待でも Expected, Neutral, Unexpected の条件間に差はない。これらの結果は target 刺激提示後 1000ms 辺りの post-perceptual stage で期待が影響を持つことを示した。最近、期待が視覚処理の初期の段階に働くという結果が増えているが、それとは異なる結果である。



Koul, A. et al. Action observation areas represent intentions from subtle kinematic features. Cereb. Cortex, 28:2647-2654, 2018.

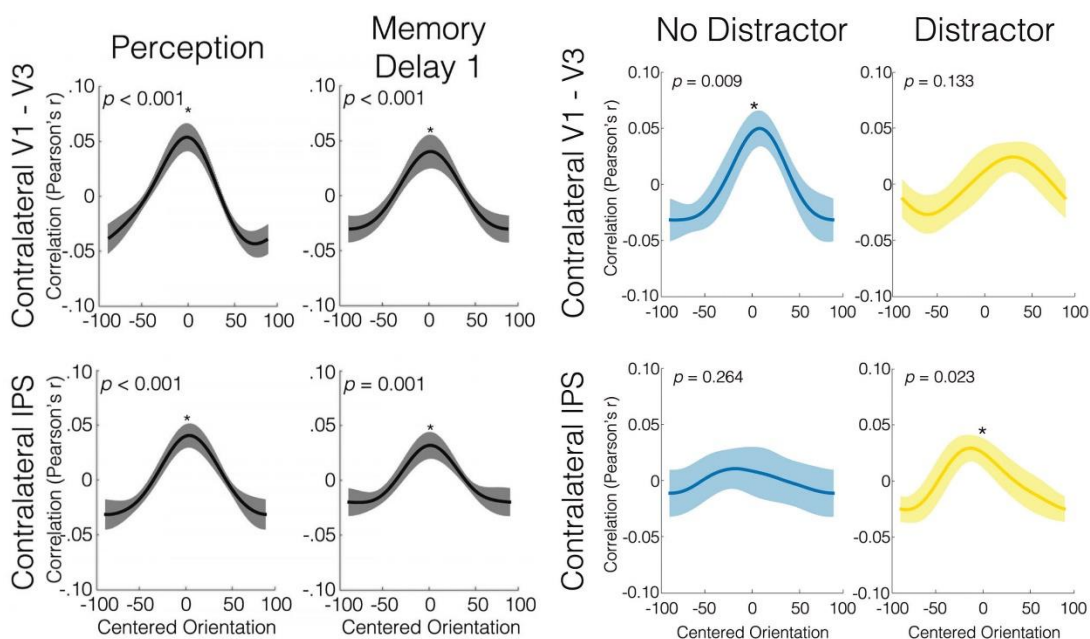
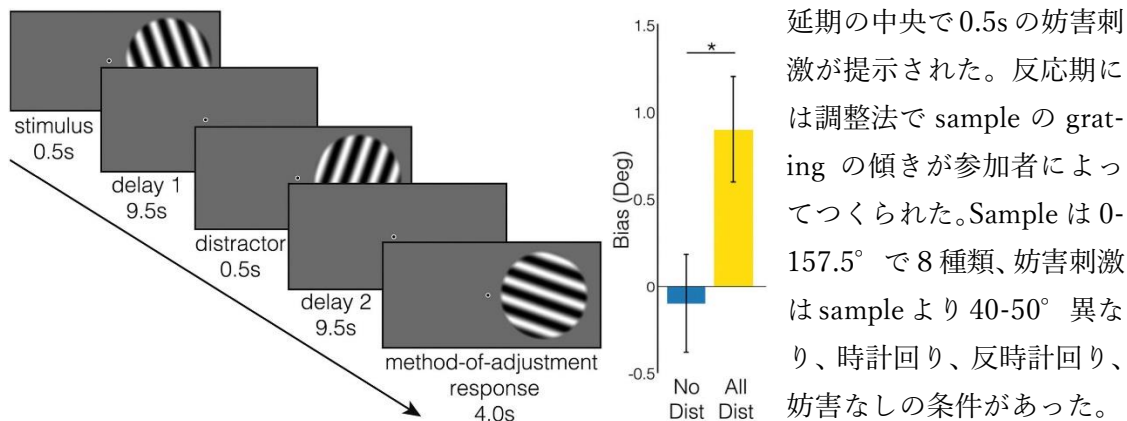
この論文は、video-clip のボトルを握る動作の微妙な違い（前もって、注意深く動作を選択している。上図左がその例で上が注ぐ、下が飲む）で、その意図（飲む/注ぐ）を判断する際の、ミラー・ニューロン・システム MNS を含む行為観察領域の活性を fMRI で計測し、MVPA (decoding) を適用して意図の表象を検討した。課題は上図右にある。「飲む」ブロックと「注ぐ」ブロックがあり、video-clip を観る（図では「飲む」ブロックのみ表示）。時折反応ブロックがあり、観た動作の意図が「飲む/注ぐ」の判断を行った。



行動の結果は 73%, 74%の正反応だった。左の中図は fMRI の結果で、「飲む」と「注ぐ」で活性化した領域の conjunction である。前頭、頭頂、視覚領野に活性がみられる。そして、MVPA を fMRI データに適用したが、MNS を構成する下頭頂小葉 IPL, 上頭頂小葉 SPL, 下前頭回 IFG, 中前頭回 MFG の ROI で有意な意図の decoding ができた。classifier weight を用いて、これらの領域の意図の分類への相対的な貢献を検討した。その結果が下図である。IPL の貢献が他の領域よりも大きく、SPL, MFG がそれに続き、IFG の貢献が最も小さかった。

Lorenc, E.S. et al. Flexible coding of visual working memory representations during distraction. J. Neurosci., 38:5267-5276, 2018.

この論文は、視覚的ワーキング・メモリ (VWM、grating の傾き) の遅延期に与えられた妨害刺激 (sample とは異なる傾きの grating) が、初期視覚領野 (V1-V3) と頭頂間溝 IPS に維持されている表象にどのような影響を持つか検討した。課題が上図左にある。遅延期の中央で 0.5s の妨害刺激が提示された。反応期には調整法で sample の grating の傾きが参加者によってつくられた。Sample は 0-157.5° で 8 種類、妨害刺激は sample より 40-50° 異なり、時計回り、反時計回り、妨害なしの条件があった。



刺激は常に右視野に提示された。

上図右は行動の結果で約 1 度、妨害の効果があった。fMRI の結果については対側の V1-V3 と IPS を紹介する。下図の縦軸は fMRI データに基づく sample の傾きの再構成の結果である。下図左は sample と delay 1 における sample の傾きの再構成の結果で、V1-V3、IPS で有意に再構成できた。下図右は妨害刺激後の delay2 の結果で、左水色が妨害刺激なし、右が妨害刺激ありの結果である。V1-V3 は妨害刺激なしでは、sample の傾きを再構成できるが、妨害刺激後にはそれは有意ではない。一方、IPS では妨害刺激なしでは有意な再構成がでないが、妨害刺激後はできた。両領域には条件に応じた協調がある。

今月の認知神経科学の応用

ここでは応用研究の論文をわずか 2 行で紹介している。このサマリーを読まれて興味を持たれたら、是非論文に当たってもらいたい。多くの事項が抜け落ちているから。なお、しばしば出る長い単語は英語の短縮系にしたい。以下にその例をアルファベット順に挙げる。

- 前部 a, 尾側 c, 背側 d, 外側 l, 内側 m, 後部 p, 吻側 r, 腹側 v
- 前部帯状皮質 ACC, 大脳基底核 BG, 背側注意系 DAN, デフォルト・モード・ネットワーク DMN, 有線領外身体領域 EBA, 嗅内皮質 ERC, 前頭皮質 FCx, 前頭眼野 FEF, 紡錘状回顔領域 FFA, 前頭頭頂皮質 FPC, 前頭頭頂ネットワーク FPN, 下前頭回 (皮質) IFG(C), 島皮質 Ins, 下後頭回 IOG, 下頭頂皮質 (小葉) IPC (L), 頭頂間溝 IPS, 下側頭回 ITG, 外側後頭皮質 (complex) LOC, 一次運動野 M1, 中前頭回 MFG, ミラー・ニューロン・システム MNS, 中側頭回 MTG, 内側側頭葉 MTL, 側坐核 NAcc, 眼窩前頭部皮質 OFC, 後頭側頭皮質 OTC, 中脳水道周囲灰白質 PAG, 後部帯状皮質 PCC, 頭頂皮質 PCx, 前頭前野 PFC, 海馬傍皮質 (回) PHC (G), 運動前野 PMC, 海馬傍回場所領域 PPA, 後部頭頂皮質 PPC, 周嗅皮質 PRC, 脳梁膨大後部皮質 RSC, 一次体性感覚野 S1, 上前頭回 SFC, 補足運動野 SMA, 感覚運動皮質 SMC, 黒質 SN, 上頭頂皮質 (小葉) SPC (L), 上側頭回 (皮質) STG(C), 線条体 STR, 上側頭溝 STS, 側頭皮質 TCx, 側頭頭頂接合部 TPJ, 一次視覚野 V1, 腹側被蓋野 VTA
- アルツハイマー病 Alz, Behavioral Activation System BAS, Behavioral Inhibition System BIS, ブレイン・コンピュータ・インターフェイス BCI, ボディマス指数 BMI, 境界性人格障害 BPD, ドーパミン DA, dynamic causal modeling DCM, false alarm FA, Generalized anxiety disorder GAD, 独立成分分析 ICA, 知能指数 IQ, 長期記憶 LTM, 大うつ病 MDD, 多次元尺度構成法 MDS, ミスマッチ・ネガティビティ MMN, 月齢 mo, 強迫性障害 OCD, 主成分分析 PCA, 予測誤差 PE, 心的外傷後ストレス障害 PTSD, 急速連続視覚提示 RSVP, 反応時間 RT, 社会的不安障がい SDA, 短期記憶 STM, 定型発達 TD, 心の理論 ToM, ワーキング・メモリ WM, 年齢 y
- 聴覚誘発電位 AEP, Blood-oxygen level dependent BOLD, dynamic causal modeling DCM, 拡散テンソル画像法 DTI, 拡散強調画像法 DWI, 脳波 EEG, エラー関連負電位 ERN, 事象関連電位 ERP, 異方性比率 FA, 機能結合 FC, 機能的磁気共鳴画像法 fMRI, just noticeable difference JND, 後期陽性電位 LPP, long-range temporal correlation, LRTC, 脳磁図 MEG, 運動誘発電位 MEP, mismatch negativity MMN, 磁気共鳴分光法 MRS, (機能的)近赤外線分光法(f)NIRS, 強迫性障害 OCD, 表象類似性分析 RSA, rapid serial visual presentation RSVP, 安静時機能結合 rsFC, 皮膚伝導反応 SCR, 構造的磁気共鳴画像法 sMRI, ボクセル単位形態計測 voxel-based morphometry VBM, 視覚誘発電位 VEP, voxel based lesion symptom mapping VLSM, 視覚的語形領域 VWFA

最近、認知神経科学の基礎研究が減少し、応用研究が増えた。これまで比較的無差別的に
応用研究をとり上げてきたが、手に余るようになってきた。ここでは発達障がいや障がいの
訓練による改善などに焦点を当てる。非侵襲的脳刺激も治療、介入に関係するものは積極的
に紹介したい。ただ、統合失調症、テンカン、躁うつ病、アルツハイマー病、パーキンソン
病などの疾患は敢えてとり上げない。また、個人的に興味を持った研究も紹介する。なお、
太字の論文は特に興味深いものである。

認知機能一般

Roelfsema, P.R. et al. (2018) *Trend. Cognit. Sci.*, 22:598-610.

Neurotechnology, すなわち、脳活動からの mind reading, 脳への mind writing の今後に
ついての総説。

訓練と自己統制

Ross, D.A. et al. (2018) *J. Cognit. Neurosci.*, 30:973-984.

configurally に intact と disrupted の自動車の fMRI データに MVPA を適用して区別させ
た。Disrupted の部品への活性の合成は、専門家ほど intact への活性とは異なっていた。

Zhou, R. et al. (2018) *J. Neurophysiol.*, 119:2194-2211.

部分的な脊髄損傷後の歩行の機能的電気刺激 FES-assisted のリハビリでは、下肢だけで
なく上腕も含めると訓練効果が高まった。

Schmidt, L. et al. (2018) *J. Neurosci.*, 38:5799-5806.

食物の自己制御には、valuation に関係する vmPFC, 制御に関係する dlPFC の灰白質の
容量が関与することを VBM で明らかにした。それは様々な制御ストラテジーに般化。

意思決定、報酬

van Hoorn, J. et al. (2018) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 13:546-556.

若者の低すぎる/高すぎる社会的な sensitivity を適正化することは、適応的な意思決定を
増加させる。それには TPJ, Ins, dlPFC などが関係する。

Ambrosia, M. et al. (2018) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 13:483-491.

若者の友人の positive な情動への反応が高い/低いことが risky な行動の実行と関係して
いた。それは社会的報酬を含む課題への vlPFC の活性がそれぞれ高い/低いことに関係。

社会認知神経科学

Farah, M.J. (2018) *Nat. Rev. Neurosci.* 19:428-438.

社会経済状態 SES と脳の関係についての神経科学からの政策提言。perspective 論文。

Alcalá-López, D. et al. (2018) *Cereb. Cortex*, 28:2207-2232.

社会脳のシステム神経科学的研究。結論は、社会的認知は単一の/特化した領域、network, 階層的処理レベルで実現することはない、MNS と共感は ToM-DMN とは異なり、別。

Tsoi, L. et al. (2018) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 13:460-470.

心理的傷害と身体的傷害についてのモラル判断では心の理論に関係する TPJ や楔前部で心理的傷害の BOLD 活性が高く、decoding ではこれらの領域で両傷害の区別ができた。

発達・加齢、母子関係

Dall'Orso, S. et al. (2018) *Cereb. Cortex*, 28:2507-2515.

早産児で一次感覚野、運動野の somatotopy の発達を fMRI で検討した。手首、足首、口は成人と同じ somatotopy を示したが、手首刺激は SMA や同側の S1 にも活性が広がった。

de Mooij, S.M.M. et al. (2018) *J. Neurosci.*, 38:5826-5836.

18y-88y の成人で structural equation model, SEM と SEM tree により、皮質の構造、認知の経年変化を検討。灰白質、白質の age differentiation あり。海馬帯状束と認知の関係も。

Zheng, L. et al. (2018) *Cereb. Cortex*, 28:2283-2296.

20y 前後、70y 前後の参加者で fMRI と MVPA で視覚皮質の記憶表象の fidelity を検討。加齢により fidelity が低下し、それは item-specific な表象の低下だった。その他の結果。

Salami, A. et al. (2018) *Cereb. Cortex*, 28:2525-2539.

64y-68y の高齢者で WM が低下している subgroup では、WM 課題で BOLD 反応が弱く、FPN 内、FPN-STR の機能結合が弱く、FPN の構造的 integrity も低いなどの結果。

情動、不安、性格、個人差

Bramson, B. et al. (2018) *J. Neurosci.*, 38:5739-5749.

怒り顔に接近し幸福顔を回避する、通常の傾向と異なる情動制御が必要な場面では aPFC

の θ 帯域波が増加、FPC の β 帯域波の減少、SMC の γ 帯域波が増加した。

経頭蓋磁気刺激 TMS, 経頭蓋直流刺激 tDCS, 経頭蓋交流刺激 tACS, その他の刺激

Era, V. et al. (2018) Soc. Cognit. Affect. Neurosci., 13:492-500.

ペアの模倣的/補完的な行動で目標を達成する条件で aIPS へ TMS を与え抑制すると、補完的な行動の時に障害がみられた。これはペアの協調スキルが低いと顕著だった。

Fonteneau, C. et al. (2018) Cereb. Cortex, 28:2636-2646.

両 dlPFC への tDCS は報酬-動機づけ network を構成する STR で細胞外の DA を増加させることを PET で示した。

Binney, R.J. et al. (2018) Brain Lang., 180-182:14-23.

前頭側頭皮質への cathodal tDCS は picture naming において、naming に重要な要素の初期の fixation と累積的な fixation の長さを延ばす効果が。側頭葉前部の意味機能が関連。

Convento, S. et al. (2018) Europ. J. Neurosci., 47:1289-1302.

Rubber hand illusion, RHI への右 PMC, 右 TPJ の役割を tDCS で検討。右 TPJ は視覚-触覚の時間的 congruency に関係し、右 PMC は手の座標の一般的な recalibration に関係。

Lowe, C.J. et al. (2018) Neuroimage, 177:45-58.

高カロリー食 HCF への craving を dlPFC 抑制の連続 theta burst stimulation, cTBS と ERP で検討。cTBS は HCF 摂取を増加。ERP は抑制減少による HCF への注意増加を。

自閉症スペクトラム障がい ASD

Bertero, A. et al. (2018) Brain, 141:2055-2065.

染色体 16p11.2 の欠失は ASD などの神経発達障害に関係するが、fMRI による検討は、PFC の rsFC に障害があること、頭頂、側頭部との長距離の結合も低下することを示した。

言語、読字、その障がい (失語 aphasia, 読字障がい dyslexia)

Woodhead, Z.V.J. et al. (2018) Brain, 141:2127-2141.

脳卒中後の中枢性失読に新しい訓練法 iReadMore を適用した。訓練した語では訓練効果があったが、転移はなかった。訓練に加えた IFG への anodal tDCS は転移を促進した。

Romeo, R.R. et al. (2018) *Cereb. Cortex*, 28:2297-2312.

読みの障がい RD がある様々な社会経済状態 SES の学童に夏季の読みの訓練を実施した。低 SES の児童は読みの改善と広範囲の皮質の厚さの増加がみられた。

感覚運動障がい、その他

Singh, A.K. et al. (2018) *Trend. Cognit. Sci.*, 22:569-582.

感覚の loss の後で、皮質に再構成が起こることに関する opinion 論文。

Cheadle, O. et al. (2018) *Brain Lang.*, 180-182:50-61.

吃音者への vibrotactile feedback, VTF は吃音率に影響を持った。VTF の遅延 feedback は聴覚 feedback, AAF と異なり発話率に影響を与えなかった。VTF と AAF は異なる機序が。