

今月の認知神経科学：論文紹介

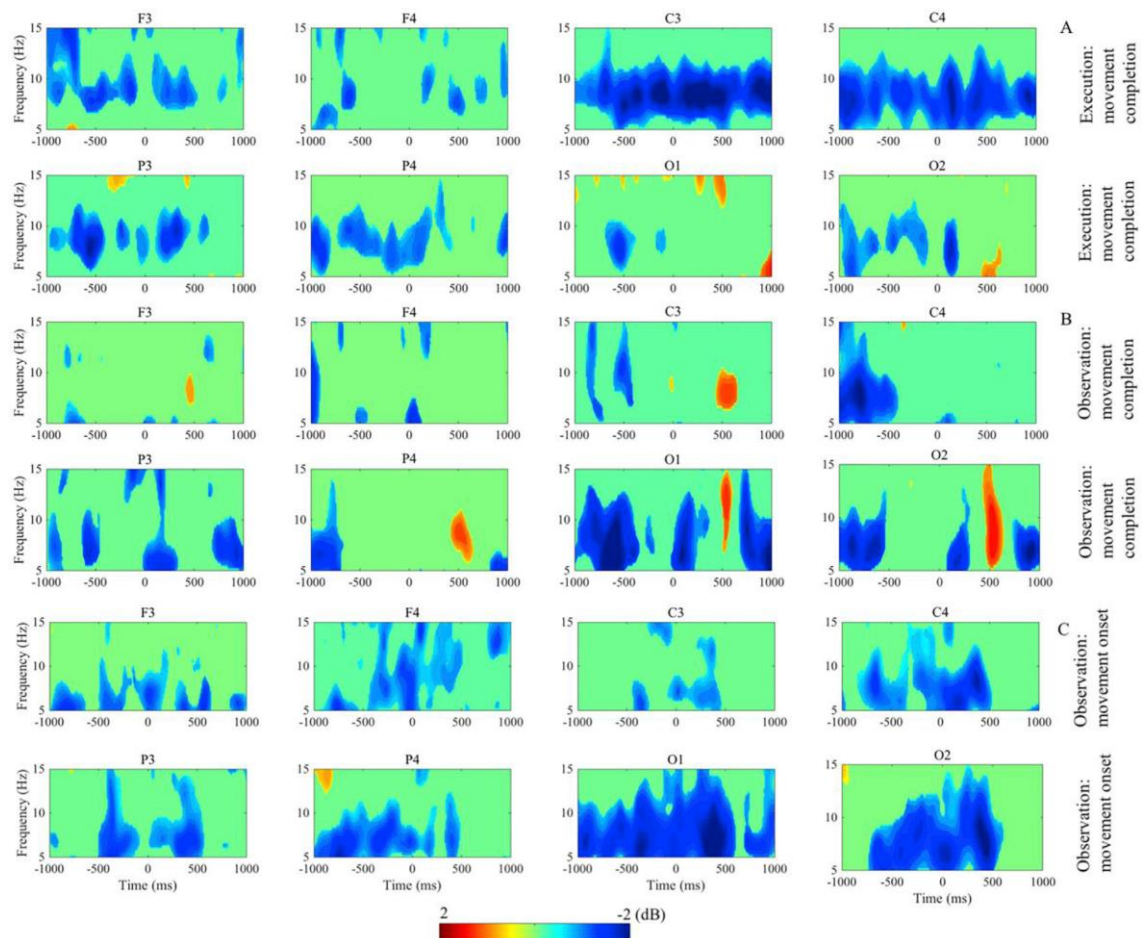
2019年1月

認知神経科学の進歩

Debnath, R. et al. Mu rhythm desynchronization is specific to action execution and observation: Evidence from time-frequency and connectivity analysis. *Neuroimage*, 184:196-507, 2019.

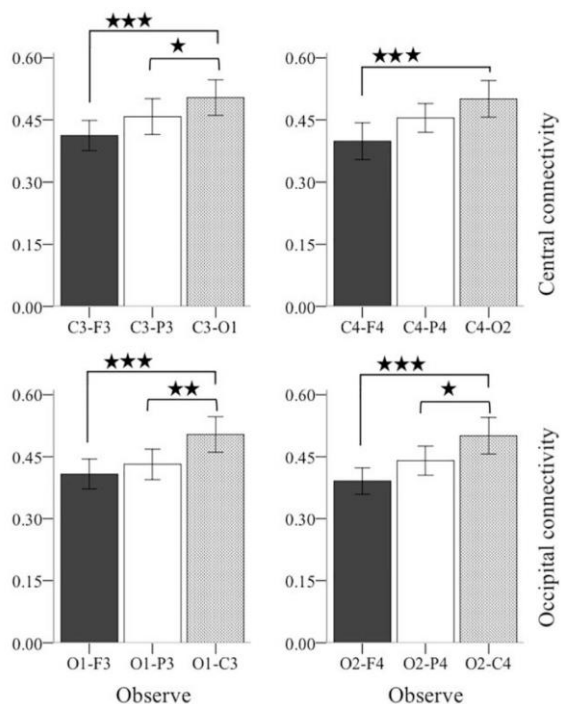
『入門』で mirror neuron system, MNS について紹介したが、それらは fMRI の BOLD 反応によるものだった。脳波の mu desynchronization が MNS の活動を反映するので紹介する。ただし、これは 9 mo の幼児の研究である。Mu desynchronization は α 帯域の脳波パワーの減少で、運動皮質の活動を反映すると考えられる中央部で記録される。

幼児は人形を掴む動作を行うか、実験者が人形を掴むのを見る。その間、脳波を記録。



図の上 2 段 A は実行時、中 2 段 B は観察時で、0 点は運動の completion 時である。下 2 段 C は観察時で、0 点は運動の開始時である。図 A から分かるように、中央部のチャンネル

ル C3,C4 で運動の実行時に強い mu desynchronization (6-9 Hz) がみられる。図 B は実行時と同じ時間関係の観察時の結果だが、チャンネル (領域) 間に差はない。なお、多くのチャンネルで運動の後に、rebound がみられた。時間、時間と領域間の交互作用が有意だったが、時間については rebound の影響だろう。交互作用については、運動中では中央と後頭のチャンネル間に差はないが、運動後には後頭部の desynchronization の方が強い。図 C の運動の開始でそろえた観察時の結果では、運動の前から C3, C4 を含め多くのチャンネルで desynchronization みられるが、O1, O2 で顕著である。これらの結果から、

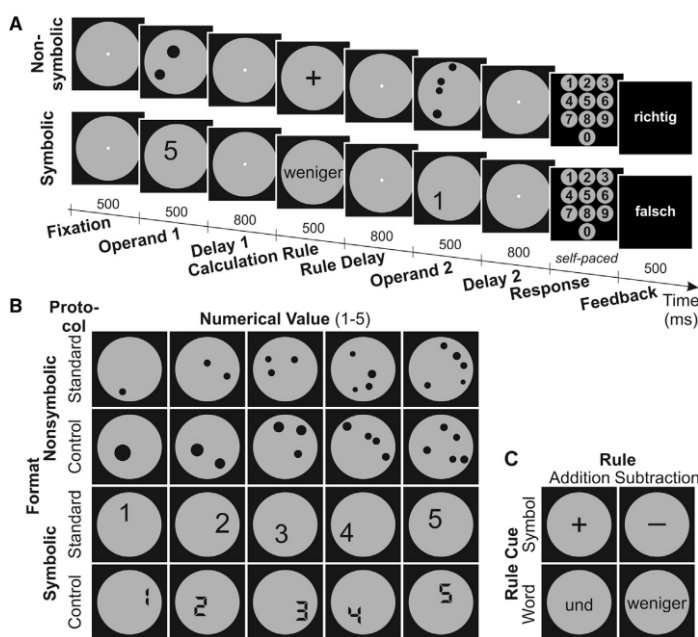


行為の実行、観察時に mu synchronization がみられると結論した。また、後頭部においても desynchronization が実行と観察時にみられた。左の図は、観察時の左右の中央-前頭、中央-頭頂、中央-後頭の機能結合で、中央-後頭の結合が増加するのが分かる。実行条件ではこのような結果は得られない。この結果は、行為の観察時の mirroring と attention process の結合と考えられた。

あまり明快な結果ではなかったかもしれない。MNS と mu desynchronization の関係について知りたい方は Hobson & Bishop (2016) Cortex, 82:290-310 が参考になるようだ。

Kutter, E.F. et al. Single neurons in the human brain encode numbers. *Neuron*, 100:753-761, 2018.

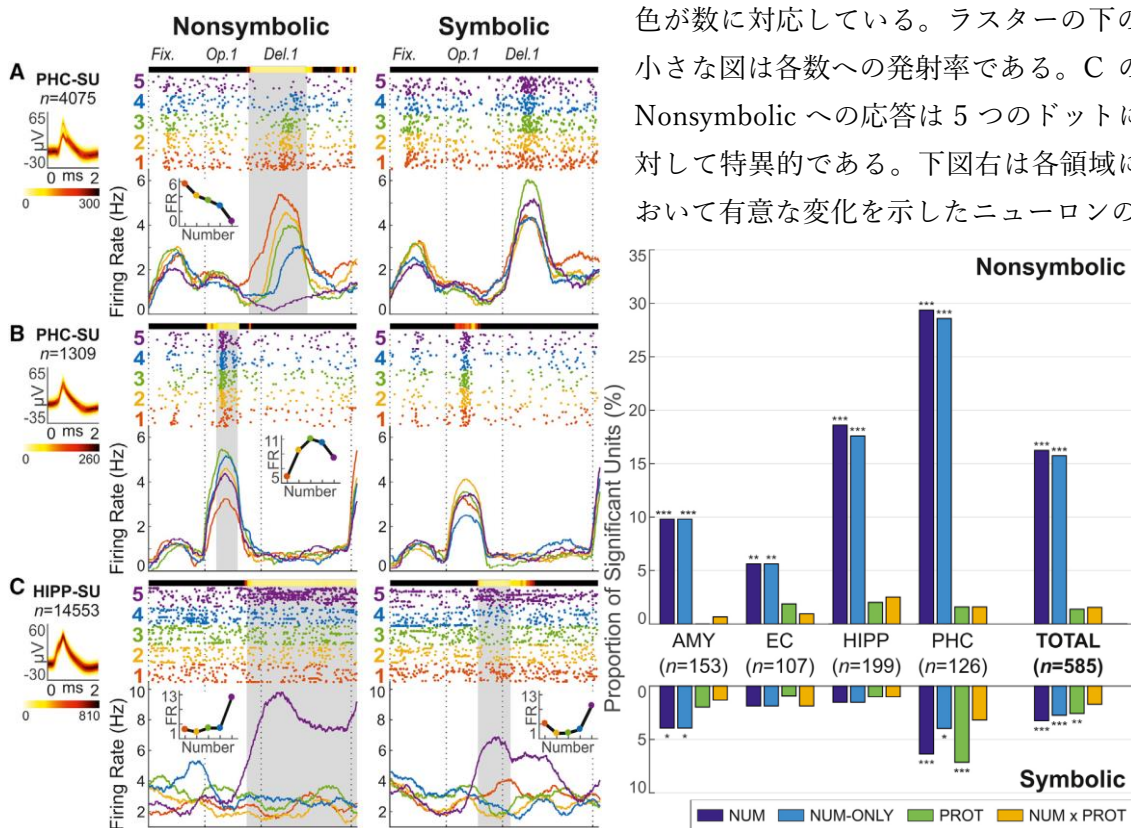
『入門』では数や計算について触れなかった。多くの研究が頭頂皮質の関与を報告している。この論文はヒトの内側側頭葉の数の encode をニューロン活動の記録から検討した。上図 A, B が方法で、2 つでるドット (Nonsymbolic, Numerosity) かアラビア数字



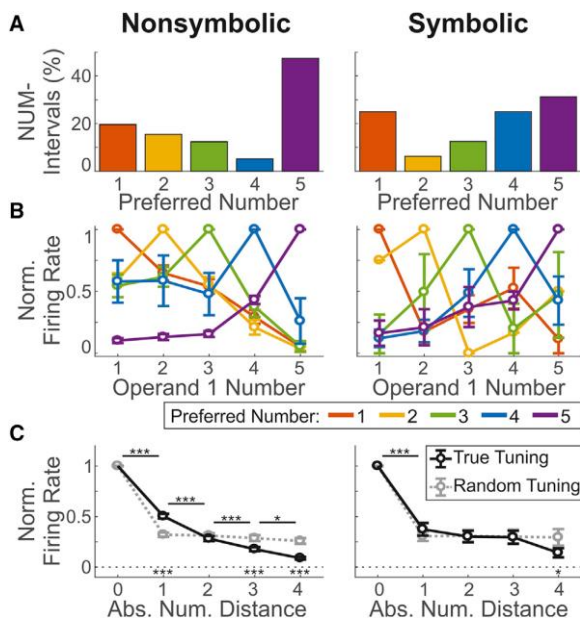
(Symbolic) の加算/減算を行う。刺激には Standard/Control の 2 種類ある。加算/減算も言葉とシンボルがある。外科手術を行う患者の内側側頭葉からニューロン活動を記録した。AMY:扁桃核, EC: 嗅内皮質、HIPP:海馬、PHC: 海馬傍皮質である。

下図左は PHC と HIPP の Non-symbolic (左) と Symbolic (右) の数に選択的なニューロンの各 3 例。最初の刺激 Op.1 とその後の遅延 Del. 1 の期間を問題にした。ラスタと折れ線グラフでは

色が数に対応している。ラスタの下小さな図は各数への発射率である。C の Non-symbolic への応答は 5 つのドットに対して特異的である。下図右は各領域において有意な変化を示したニューロンの



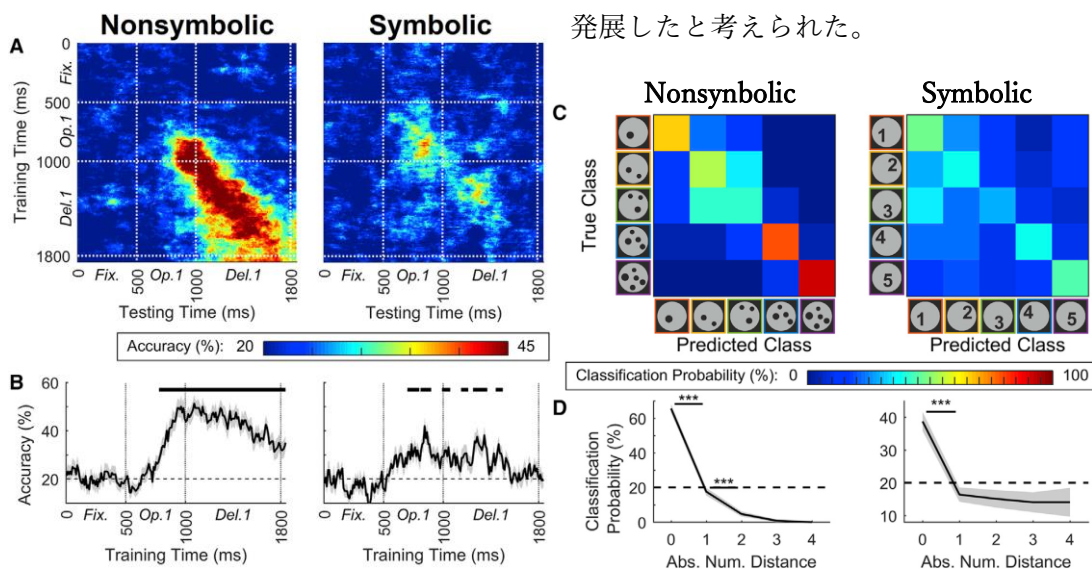
比率である。上向きが Nonsymbolic で下向きが Symbolic である。Nonsymbolic と Symbolic の数の両方を code するニューロンは殆どない。Nonsymbolic を code するニューロンが Symbolic を code するニューロンより多い。前ページ下図右で、NUM:Number, PROT:Standard vs Control, NUM-ONLY:effect for numerical value but no concurrent effects for PROT or interaction, NUM x PROT:interaction between NUM and PROT.



Nonsymbolic, Symbolic ともに PHC で比率が高い。左の上図 A は Nonsymbolic (左) と Symbolic (右) で好まれた数の比率。前者では 5 つのドットが好まれ、後者では 1 と 5 へ向かうにしたがって嗜好が増えた。図 C は numerical distance effect で、Nonsymbolic では好まれたドット数から離れるほど徐々に発射が減少し、効果がみられるが、Symbolic ではそれは顕著でなく、カテゴリカルである。下図 A-D はニューロン活動に基づく decoding の結果である。図 A はある時間で訓練した classifier を別の時間に適用したもので、decoding ができ

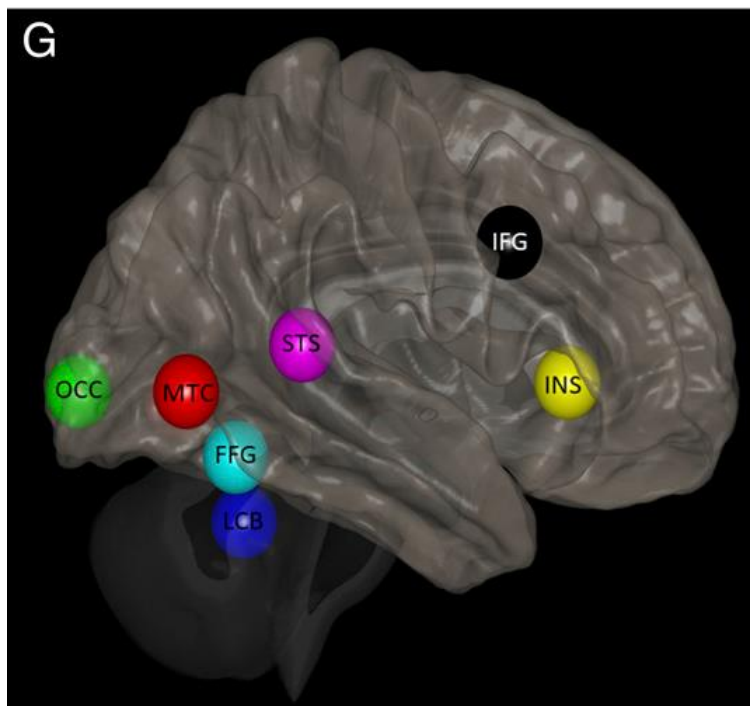
たが、Nonsymbolic (Numerosity)の方が Symbolic (Numeral)よりも成績がよい。図 B は図 A の対角線の時間での decoding の成績の変化。これからも Nonsymbolic の方の成績がよいことが分かる。図 C は decoding の成績の confusion matrix で対角線が正解である。図 D はそれを numerical distance で示したもので、Nonsymbolic の方の成績がよく、距離が 0 と 1, 1 と 2 の間の成績に有意差がある。Symbolic では 0 と 1 の間に有意差があるのみで、選択性が高い。これらの結果から、symbolic numeral の表象は numerosity の表象から

発展したと考えられた。



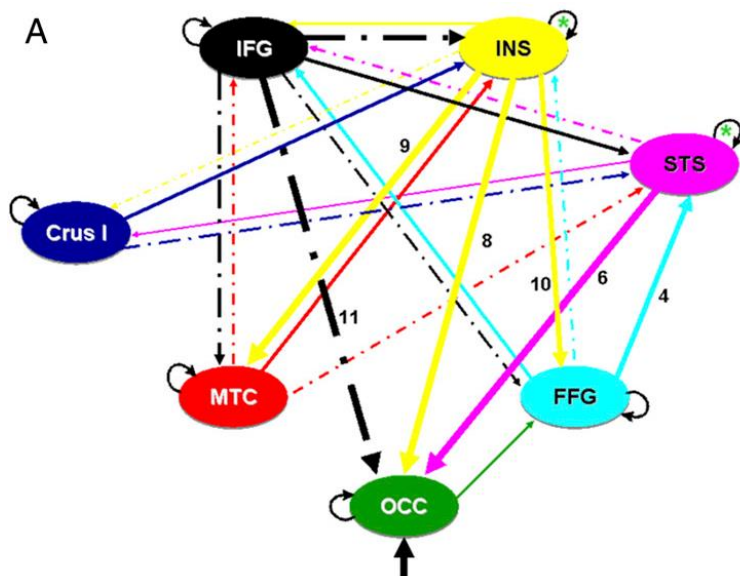
Sokolov, A.A. et al. Structural and effective brain connectivity underlying biological motion detection. PNAS, 115:E12034-E12042, 2018.

『入門』では、上側頭溝 STS が biological motion, BM に関係することを述べた。この論文は BM 関連の network についてさらに詳細に検討した。fMRI データの分析について理解を超えている部分があるので、その結果のみ紹介する。行動のデータは別の光点による妨害刺激の中の point-light walker (BM) の有無の検出率、BM がある時の hit rate, 信号検出理論における BM への視感度の測度としての d-prime を求めた。



左の上図は BM の有無で活性が異なった BM 関連領域である。MTC:両側の中側頭皮質、STS:右後部上側頭溝、FFG:右紡錘状皮質、LCB (Crus I):左外側小脳小葉第一脚、INS:右前部島皮質、IFG:右下前頭回で、OCC:初期視覚皮質が加えられている。

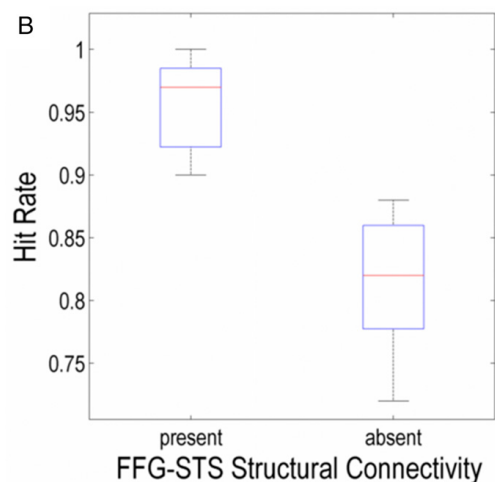
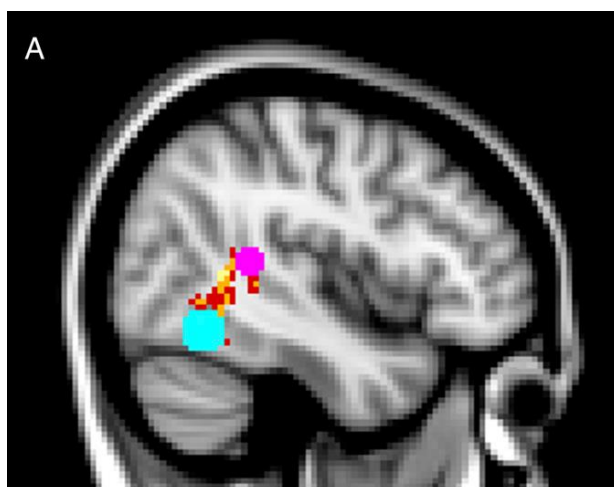
BM 処理による effective connectivity の modulation, それと BM への視感度の関係が下図である。色は上図に対応している。矢印は作用の方向を表わす。実線は興奮性、点線は抑制性の結合を示す。線の太さは結合の強さを表す。数字の振られた結合は BM への視感度にとって重要な結合である。IFG→OCC, INS → OCC, INS → MTC, STS→OCC が BM への視感度と関係し、また FFG→STS と INS→FFG も重要な役割を果たした。



ここで、STS は FFG, MTC から入力を受けるが、逆方向の結合はない。STS は側頭領域での BM の integrator だろ

う。ただ、STS が gatekeeper として BM の情報を上方の IFG, INS に送るという説には当てはまらない結果である。すなわち、FFG, MTC が並列的に IFG, INS へ情報を送っている。OCC への top-down の影響は IFG, INS, STS からくるが、INS, STS が興奮性、IFG は抑制性なので、異なる機能が考えられる。

下の図 A は STS (ピンク) と FFG (水色) の間の白質線維の結合である。この結合は 12 名中 5 名の参加者で有意だった。そして図 B に示すように、BM の hit rate は有意な構造的結合をもつ参加者の方が高かった。しかし、BM への視感度は関係なかった。ということで、この線維結合は BM の検出に関係する。

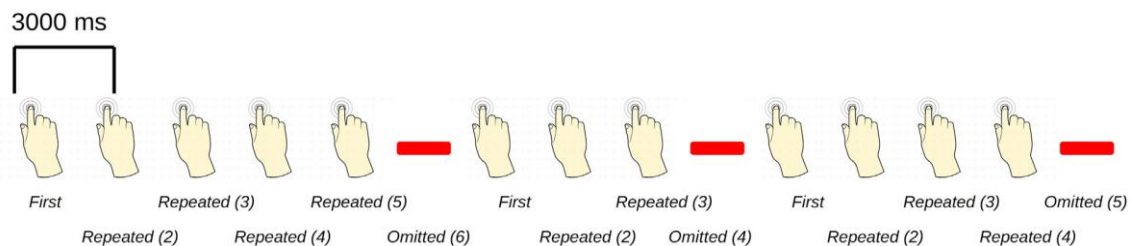


なお、BM や placebo 効果などは predictive coding の考えから興味深い研究対象である。

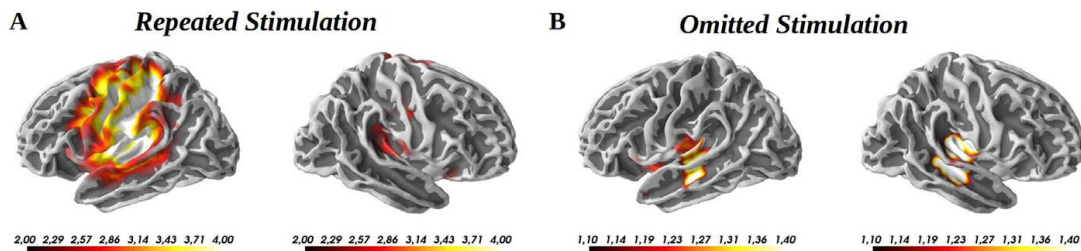
Predictive coding, PC と関連する論文

Andersen, L.M. & Lundqvist, D. Somatosensory responses to nothing: An MEG study of expectations during omission of tactile stimulations. *Neuroimage*, 184:78-89, 2019.

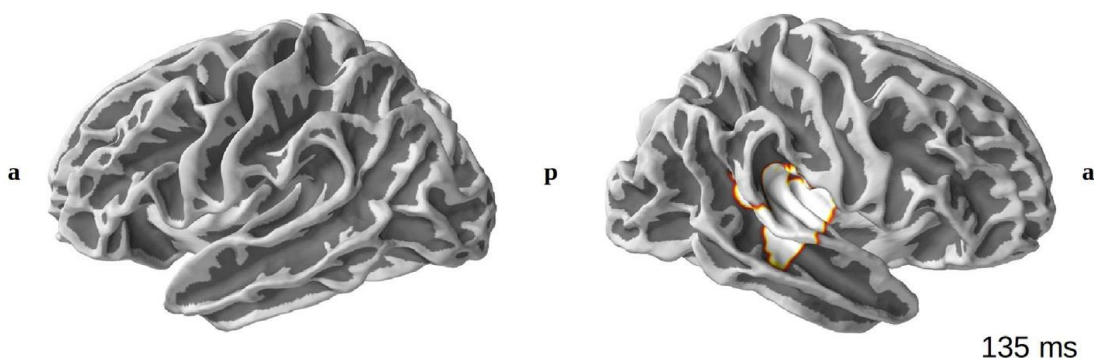
体性感覚刺激の期待の形成と期待していた刺激が来なかった omission の時の反応を脳磁図 MEG で検討した研究。上図は課題を示す。First, Repeated, Omitted の 3 種類の試行がある。ここでは omission の結果を中心に述べる。



下図は Repeated (A), Omitted (B) Stimulation の結果 t-map である。下図 C は刺激後 135 ms 時の Omitted と Non-Stimulation の比較である。右の上側頭回、島皮質、第二次体性感覚野で活性がみられた。すなわち、期待している刺激がないと、これらの領域が反応する。



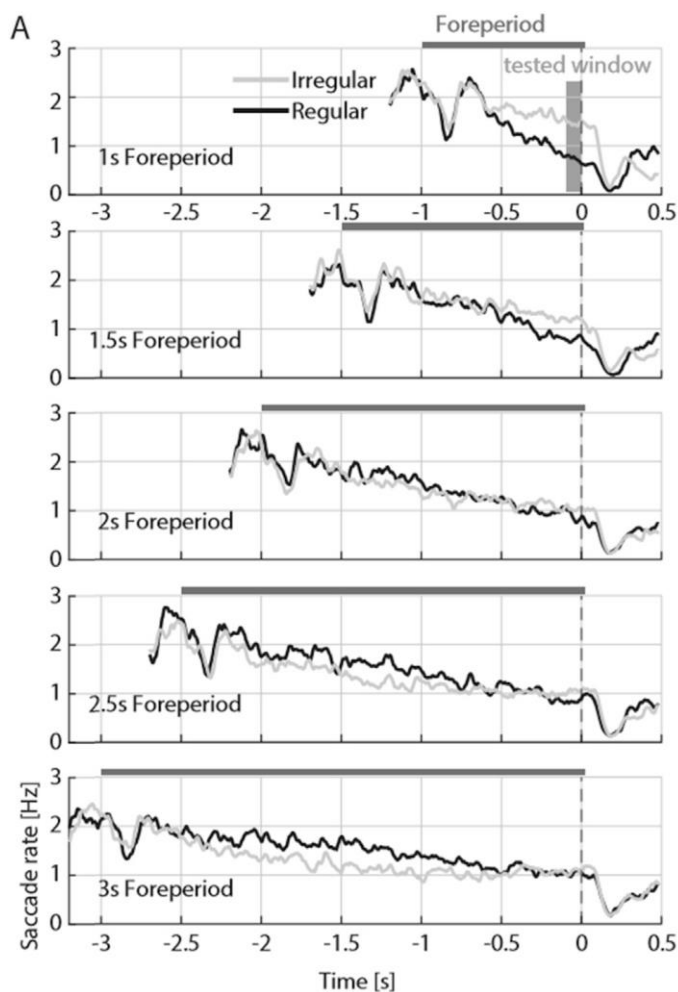
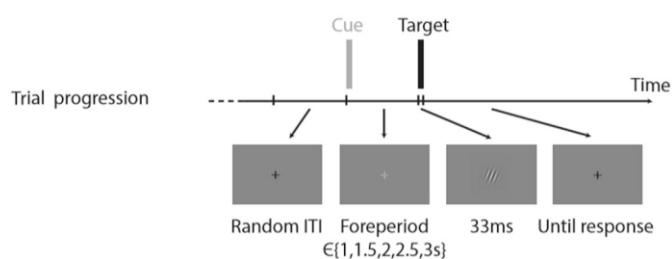
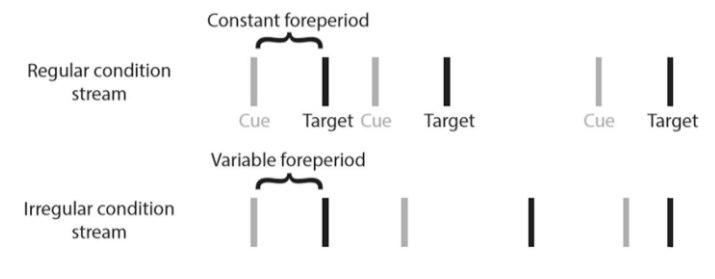
C Omitted relative to Non-Stimulation – statistical test



期待の形成については、Repeated と First Stimulation の比較で検討した。図は省略するが、 θ 、 β 帯域の活動が第一次体性感覚野、下頭頂皮質、小脳にみられ、小脳が予期について重要な役割を果たしていた。

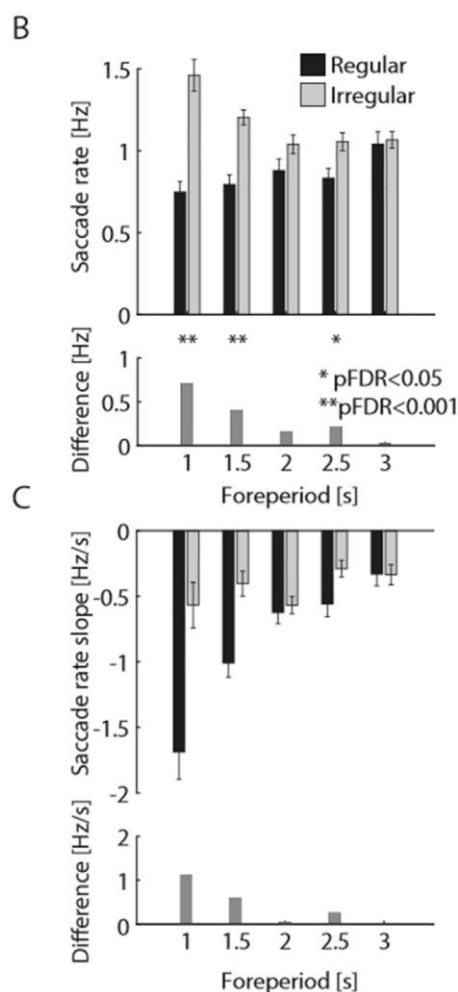
Amit, R. et al. Oculomotor inhibition reflects temporal expectations. *Neuroimage*, 184:279-292,2019.

時間的予期を眼球運動と脳波から検討した。ここでは眼球運動の結果を紹介する。上図

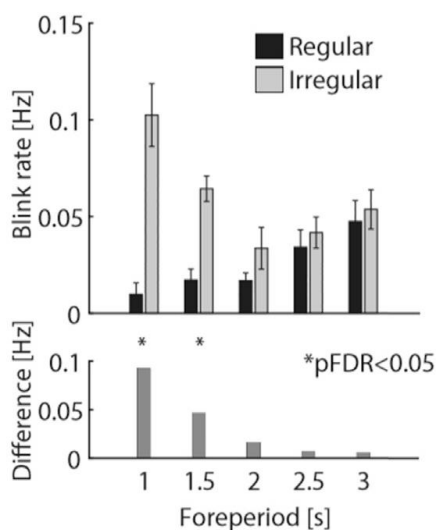


は手続きで、cue から target までの時間 foreperiod が固定されている Regular 条件と変化する条件 Irregular がある。Foreperiod は 1-3 s で 5 段階ある。眼球運動と脳波が記録された。

下図 A は各 foreperiod における saccade rate の時間的変化である。黒: Regular, 灰: irregular で target が近づくと減少する。下図 B は target onset 前 100 ms 間の saccade rate で、foreperiod



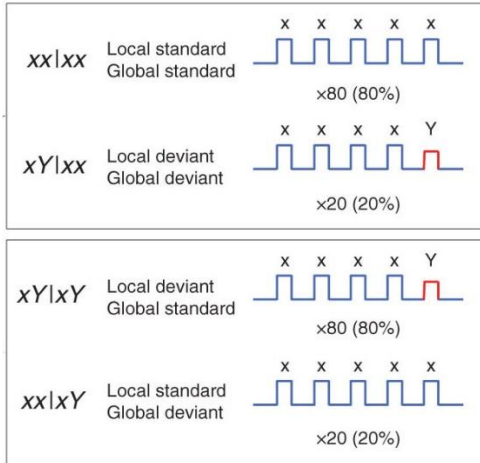
が長くなるにつれ、irregular 条件では減少し、regular 条件では増加傾向がある。Foreperiod が短いと irregular 条件の方が有意に saccade が多い。前ページ下図 C にあるように、saccade rate の slope は、foreperiod が長くなるに従い、regular 条件で低下が顕著である。前ページ下図から分かるように、target が近づくにつれ saccade は抑制され、target 直前を見ると、foreperiod が短いと regular 条件の方が抑制が高い。左の図は target 提示



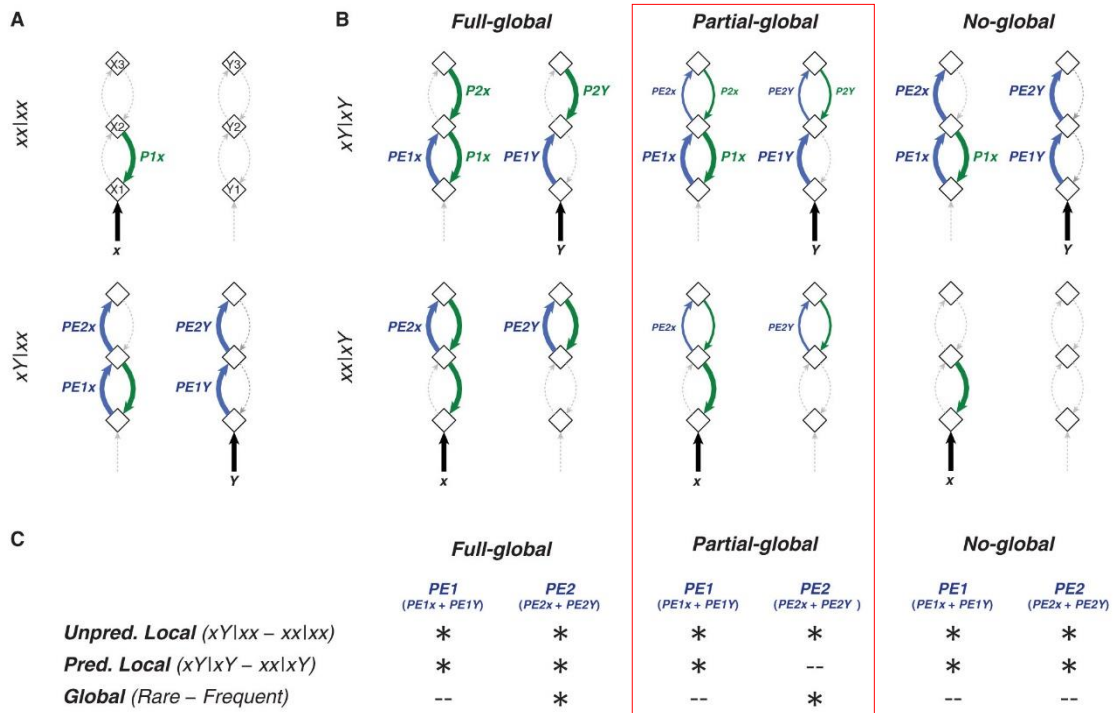
前 500 ms 間の瞬きの生起率である。Foreperiod が短い時に regular 条件で瞬きの抑制が起こっている。その他、眼球運動の分析が行われているが、省略する。

Chao, Z.C. et al. Large-scale cortical networks for hierarchical prediction and prediction error in the primate brain. *Neuron*, 100:1252-1266, 2018.

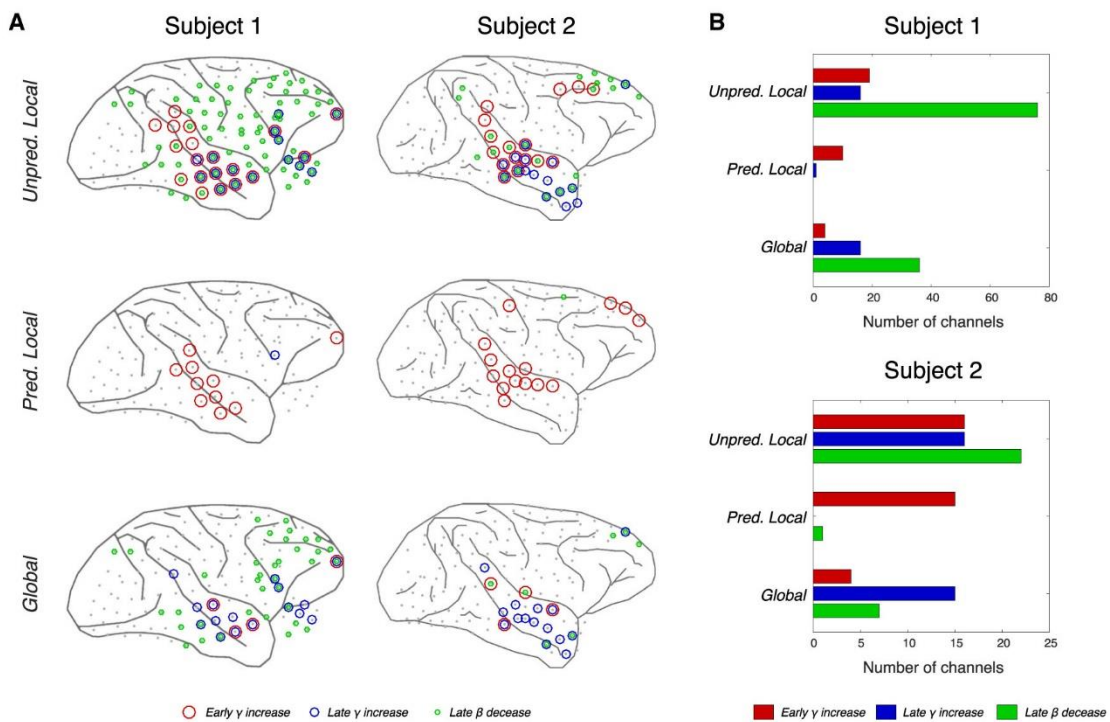
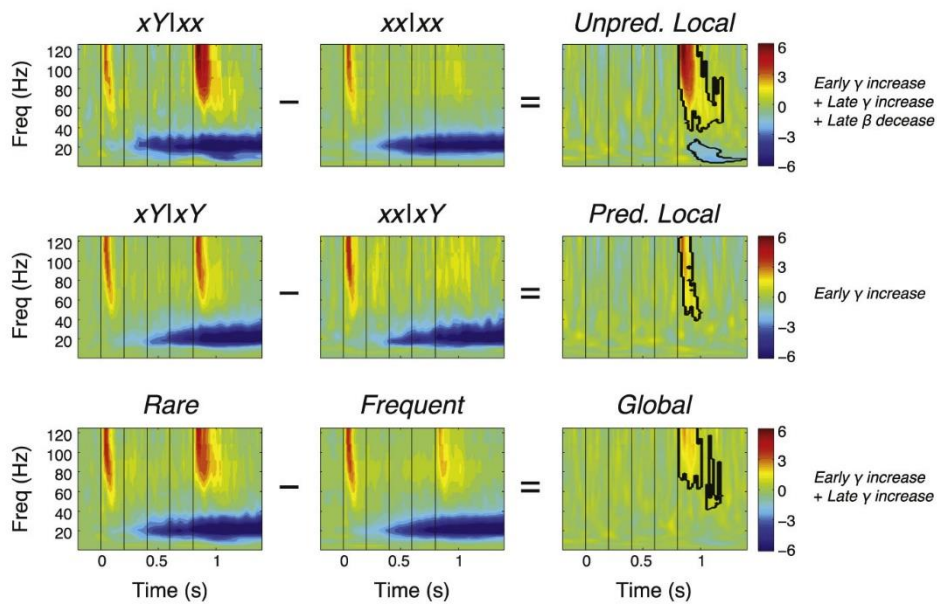
この論文は prediction と prediction error の脳内表現をサルの脳内電極により記録した脳波 ECoG で検討した。上図にあるように音刺激を local-global paradigm で与えた。xxxxxx



ブロック (上) では xxxxxx が 80%, xxxxy が 20%で、下の xxxxy ブロックでは xxxxy が 80%, xxxxx が 20%の割合で提示された。それらをそれぞれ xx/xx, xy/xx, xy/xy, xx/xy と表現する。local に着目すると、x が 4つ続くので、y は deviant になる。global からみると、上のブロックでは xxxxxx が standard で xxxxy は deviant である。下のブロックでは xxxxy が standard, xxxxx が deviant である。この 4 タイプの試行での prediction と prediction error の発生の予測が下図である。その一つ一つを説明すること

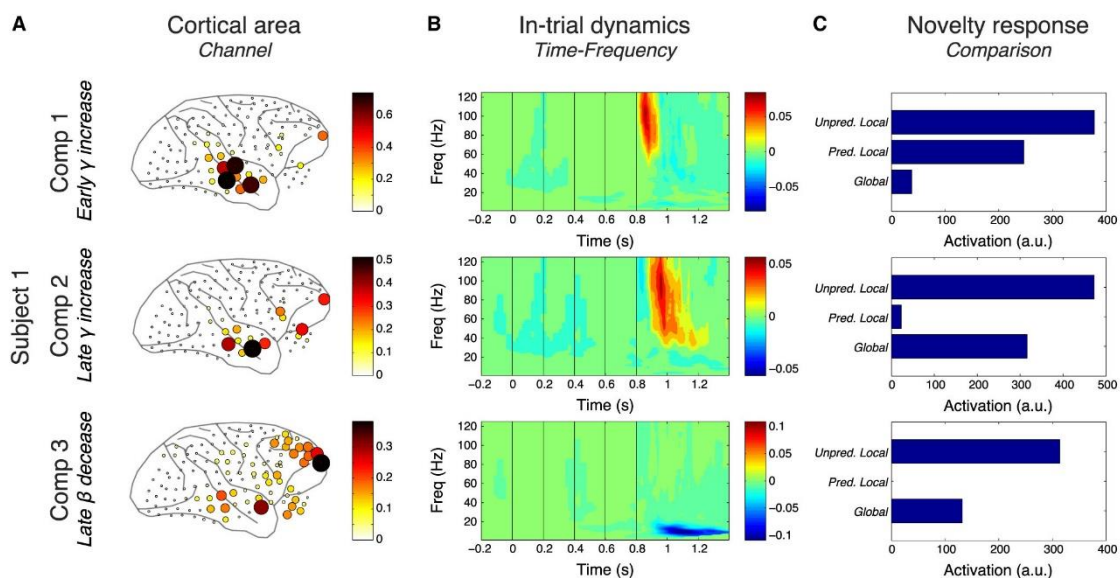


は避ける。刺激 x, y を担当するニューロン群がある。三層あり、下行するのが prediction, P で、上行するのが prediction error, PE である。下層から中層は local (P1x, y; PE1x, y), 中層から上層は global (P2x, y; PE2x, y) を表現する。以下の脳波との対応づけは下図 C の novelty と PE1, PE2 の出現で検討した。Unpred. Local (xy/xx-xx/xx) は global rule から予測できない novelty, Pred. Local (xy/xy-xx/xy) は global rule から予測できる novelty, Global (rare-frequent) は global novelty を示す。なお、xxxxxy ブロックでは global レベルについての学習のレベルを 3 つに分けて PE1, PE2 について予測した。

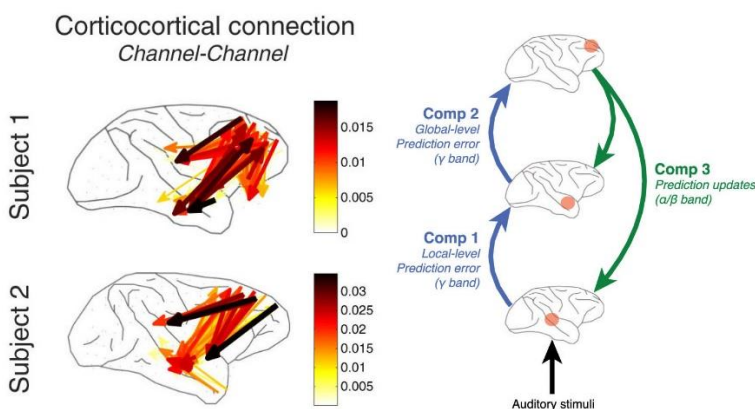


上図は聴覚皮質、下図は全脳の脳波の結果である。上図で上から *Unpred. Local*, *Pred. Local*, *Global* の結果で、時間-周波数の関係、図内の細い縦線は刺激の提示を示す。この結果から次の帯域の変化がみられた：early γ 増加、late γ 増加、late β 減少。聴覚皮質では *Unpred. Local* ではこの3つの変化すべて、*Pred. Local* では early γ 増加のみ、*Global* では early と late の γ 増加がみられた。下図で赤は early γ 増加、青は late γ 増加、緑は late β 減少のチャンネル（下図 A）と、2頭のサルの各 novelty 別のチャンネル数（下図 B）である。この図で early γ 増加は2つの *Local* > *Global* で PE1 に対応、late γ 増加と late β 減少

は *Unpred. Local* と *Global* でみられ、これは前々頁の Partial-global の PE2 に対応する。Late γ 増加と late β 減少はそれぞれ bottom-up の PE2 と PE2 に関連した top-down の機能に
 関係する。



上図は 3 つの要素 Comp 1-3 (それぞれ early γ 増加、late γ 増加、late β 減少に対応) と A. 皮質 (チャンネル)、B. 脳波の変化 (時間-周波数表示)、C. Novelty (*Unpred. Local*, *Pred. Local*, *Global* の比較) の関係を示す。1 頭のサルの結果だが、もう 1 頭も類似の結果である。early γ 増加は聴覚皮質で、5 番目の刺激の直後に、*Unpred.*, *Pred.* の両 *Local* novelty でみられる。これらの結果は early γ 増加が bottom-up の PE1 に対応することと整合的である。late γ 増加は early γ 増加の後に、主に上側頭回の前方で (そして前頭極、眼窩前頭部でも)、*Unpred. Local* と *Global* novelty でみられた。これらの結果は late γ 増加が bottom-up の PE2 に対応することと整合的である。Late (α / β) 減少は late γ 増加の後に、主に前頭極で (そして上側頭回、眼窩前頭部でも)、*Unpred. Local* と *Global* novelty でみられた。これらの結果も late α / β 減少が PE2 に関連した top-down の過程とする考えに整合的である。下図左は late α / β 減少が top-down の過程であることを検討したもので



関係する前頭、側頭皮質のチャンネル間の interaction の方向性を調べた。前頭前野から上側頭皮質前部、聴覚皮質への top-down の影響があり、それは PE2 に基づく予測の update と考えた (下図右)。最後は端折って紹介した。詳しくは本文を参照下さい。

Neurofeedback, NFB と関連する論文

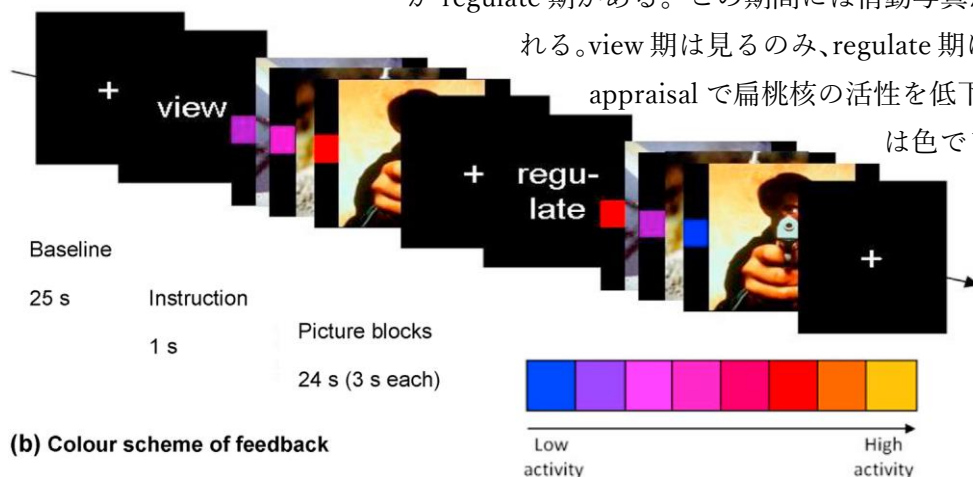
Herwig, U. et al. Training emotion regulation through real-time fMRI neurofeedback of amygdala activity. *Neuroimage*, 184:687-696, 2019.

情動写真を見せて、扁桃核の fMRI による活動を随意的に低下させる neurofeedback, NFB

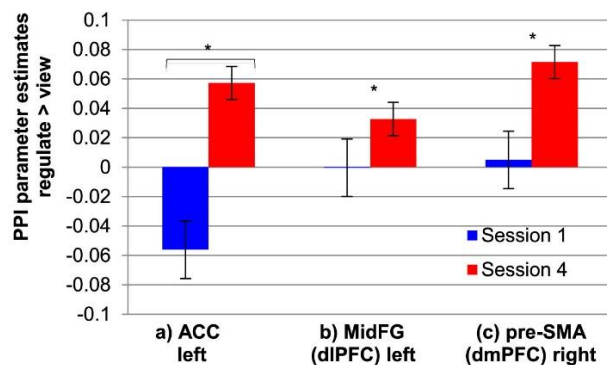
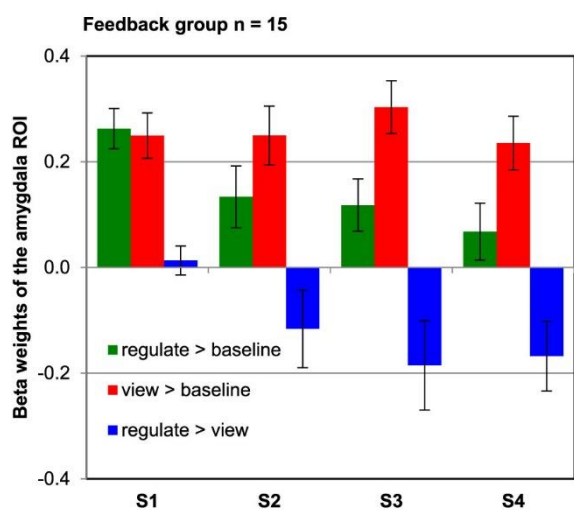
(a) Real-time fMRI feedback task

訓練の論文。上図が課題。25 s の Baseline 期に続いて、view か regulate 期がある。この期間には情動写真が 8 枚提示さ

れる。view 期は見るのみ、regulate 期には cognitive appraisal で扁桃核の活性を低下させる。活性は色でレベルが表示された。



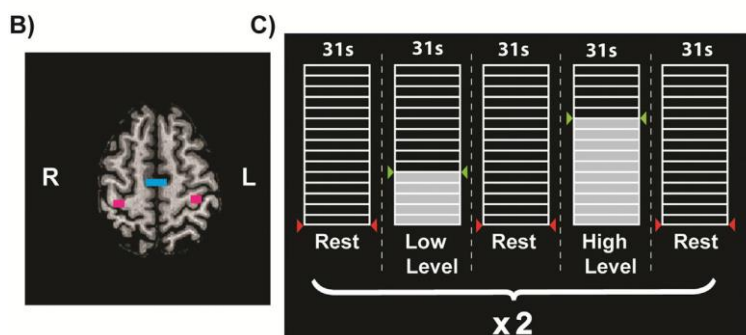
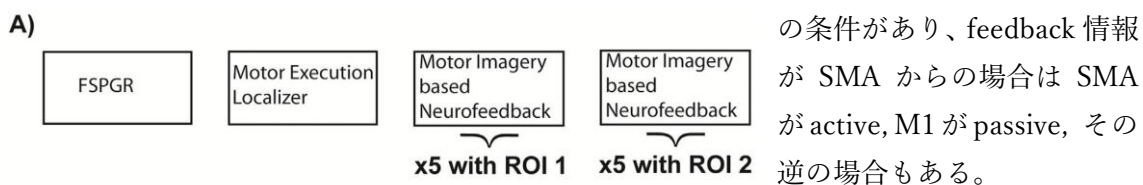
(b) Colour scheme of feedback



中図が NFB を行なった群の結果である。Session 1-4 の結果で、赤の view > baseline は session を通して扁桃核の活性に変化がない。緑は regulate > baseline で、session が進むにつれ活性が低下する。青は regulate > view の結果で、同様に活性の低下がみられる。これらの結果は、扁桃核の downregulation が進んでいることを示す。一方、regulate をしない control 群ではこのような結果はみられない。下図は扁桃核と左前部帯状皮質 ACC、左中前頭回 MidFG (dlPFC)、右補足運動前野 pre-SMA (dmPFC) の間の機能結合の変化を示す。青と赤はそれぞれ Session 1, 4 で、y 軸は regulate > view の結合の程度である。NFB 訓練が進行すると、これらの領域と扁桃核の機能結合が増加した。

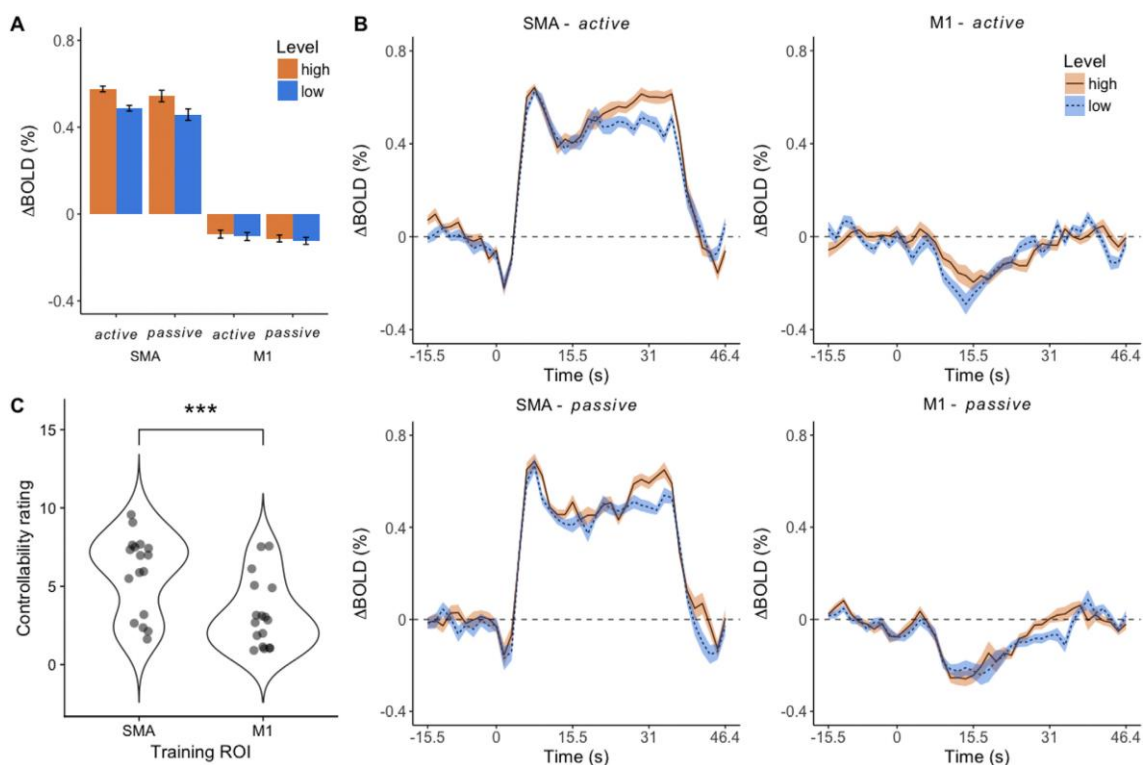
Mehler, D.M.A. et al. The BOLD response in primary motor cortex and supplementary motor area during kinesthetic motor imagery based graded fMRI neurofeedback. *Neuro-image*, 184:36-44, 2019.

上肢の kinesthetic motor imagery による fMRI NFB の研究。対象の領域は一次運動野 M1 と補足運動野 SMA。上図にあるように、High, Low のレベルで活性を上げる。2つ



の条件があり、feedback 情報が SMA からの場合は SMA が active, M1 が passive, その逆の場合もある。

下図 A, B は BOLD 反応の変化であるが、SMA ではレベルによる違いがあるが、active, passive 条件で、活性が上昇し NFB の効果がみられた。一方、M1 では逆に活性の低下がみられた。図 C は



制御のしやすさの評定だが、SMA の方が高い。

『入門』で述べたが、運動のイメージ生成では M1 の関与は相反する結果がある。この論文は M1 の関与について興味深い結果。

今月の特集、総説、メタ分析など（応用的なものは下で）

Science, vol.362, issue 6420, Dec 14, 2018.

Revealing the brain's molecular architecture と題する psychENCODE consortium による特集。統合失調症、自閉症スペクトラムなどに関連。

Salti, M. et al. J. Cognit. Neurosci., 31:1-7, 2019.

Conscious perception についての総説。

Turner, M.H. et al. Nat. Neurosci. Dec 10, 2018.

Stimulus- and goal-oriented frameworks for understanding natural vision と題する総説。

Adesnik, H. & Naka, A. Neuron, 100:1028-1043, 2018.

感覚皮質の各層の機能についての総説。

Gervain, J. & Geffen, M.N. Tend. Neurosci., 42:56-65, 2019.

聴覚と音声知覚の神経の coding についての総説。

Crochet, S. et al. Trend. Neurosci., 42:66-77, 2019.

目標指向の感覚運動変換の神経回路についての総説。

Logan, R.W. & McClung, C.A. Nat. Rev., Neurosci., 20:49-65, 2019.

サーカディアン・リズムの乱れと脳の異常に関する総説。

Yon, D. et al. Trend. Cognit. Sci., 23:6-8, 2019.

The predictive brain as a stubborn scientist と題する短い総説。

Schilbach, L. Trend. Cognit. Sci., 23:5-6, 2019.

From one to many: Representing not only action, but interactions in the brain と題する短い総説。

Antony, J.W. et al. Tend. Neurosci., 42:1-3, 2019.

Sleep spindle と記憶の再処理に関する短い総説。

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, 脳梁 CC, 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, 後頭皮質 OCx, 後頭顔領域 OFA, 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, 視床 TH, 側頭頭頂接合部 TPJ, 一次視覚野 V1, 腹側被蓋野 VTA, 視覚的語形領域 VWFA
- 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 SAD, 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
- 聴性脳幹反応 ABR, 聴覚誘発電位 AEP, Blood-oxygen level dependent BOLD, ドーパミン DA, 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, (fractional) amplitude of low-frequency fluctuation (f)ALFF, 機能結合 FC, 機能的磁気共鳴画像法 fMRI, フィードバック関連負電位 FRN, 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, theta burst stimulation TBS, 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

最近、認知神経科学の基礎研究が減少し、応用研究が増え、その重要性が増している。できるだけ広く取り上げるが、発達障がいやそれらの訓練による改善などや、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、改善、リハビリ訓練を除くと、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と思ったものである。

認知機能一般

Koelsch, S. et al. (2019) *Trend. Cognit. Sci.*, 23:63-77, 2019.

音楽の知覚における予測的な過程についての総説。

Tu, Y. et al. (2019) *Neuroimage*, 184:954-963.

顔と痛みを対にする条件づけとその観察で placebo/nocebo 効果の脳過程を MEG で検討。2つの方法で両効果がみられたが、 α 帯域の FC、とくに rACC-MTG、が両効果に関係。

Liu, J. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:284-292.

疑似の針治療の placebo 効果の個人差は mPFC-扁桃核の白質線維の微細構造（拡散性）により予測できた。

Irvine, K.R. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 122:38-50.

身体には知覚的な body image と運動的な body schema がある。自己の身体を低く評価している女性では body schema は body image の perceptual と attitudinal の両面の影響を。

Madore, K.P. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:150-166.

従来、episodic memory の想起は創造性、divergent thinking に関係ないと言われてきたが、詳細な想起は海馬の活性を上げ、認知制御の FPN との結合を強め、創造性に関係する。

Wen, X. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:1-12.

社会的（知能）と非社会的（大きさ）の比較では distant effect がみられるが、dmPFC, Ins が共通して活性化。知能では楔前部、角回、IPC が活性。FC も社会、非社会で異なった。

Mruczek, R.E.B. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 122:1-10.

WM に有利に働く mixed-category effect はすべての人にみられるのではないことを行動と fMRI の MVPA で明らかにした。

訓練と自己統制

Sala, G. & Gobet, F. *Trend. Cognit. Sci.*, 23:9-20, 2019.

認知訓練は一般的な認知を高めないとする総説。

Kadosh, K.C. & Staunton, G. (2019) *Neuroimage*, 185:545-555.

neurofeedback の結果に影響を与える心理的要因についての総説。

Herwig, U. et al. (2019) *Neuroimage*, 184:687-696.

情動的な写真をみせ、扁桃核の活性を下げる訓練を行わせた。訓練の結果、扁桃核の活性は低下し、ACC, 海馬、PFC との機能結合が増加した。詳細は別に紹介した。

Mehler, D.M.A. et al. (2019) *Neuroimage*, 184:36-44.

運動のイメージ生成により M1 と SMA の活性を上げる fMRI neurofeedback 訓練を行った。SMA の活性は上昇したが、M1 は低下した。詳細は別に紹介した。

Koush, Y. et al. (2019) *Neuroimage*, 184:214-226.

機能結合の neurofeedback について、これまでの DCM を利用した方法でなく、データ駆動のテンソル ICA による方法の提案。

Zhigalov, A. et al. (2019) *Neuroimage*, 185:565-574.

将来の neurofeedback 研究のために、mindfulness と wandering thought の decoding を MEG のスペクトルと FC 分析で実施。個人ごとに両者の区別が 60% の正反応率でできた。

Shane, M.S. & Groat, L.L. (2018) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 13:1163-1176.

これは neurofeedback の実験ではないが、精神病質の犯罪者に不快/中性の情動写真をみせ、情動を up 制御させた。Ins, OFC, ACC/mFCx の活性が上昇、それは情動の評定と対応。

Scult, M.A. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:70-76.

不安関連の扁桃核の高い活動、報酬関連の vSTR の低い活動の人はリスク時に不安を増加させるが、それは認知制御関連の FPN の活性の高い人には当てはまらない。

Hinault, T. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:80-97.

Stroop 課題における conflict adaptation 効果を fMRI と EEG の同時計測で検討。Incongruence の検出で aIns, IFG が活性、それを ACC が FPN へ伝え、次の試行へ備える。

Raffin, E. & Siebner, H.R. (2019) *Cereb. Cortex*, 356-371.

指の運動の訓練と不動化はそれぞれ対応した効果を持つが、不動化は同じ手の別の指の運動の訓練を促進する。指の運動の麻痺した患者への適用が考えられる。

意思決定、報酬

Cutler, J. & Campbell-Meiklejohn, D, (2019) *Neuroimage*, 184:227-241.

Give の利他的、戦略的意思決定の fMRI 研究の meta-analysis.

Cao, Z. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:262-283.

1510 名の青年で、報酬の予期、受容、予測誤差 PE に関する脳領域、FC を検討。予期は vSTR, Ins などが活性、受容は vmPFC, 視床が各々活性、抑制、PE は vSTR が活性等。

Mei, S. et al. (2018) *Soc, Cognit. Affect. Neurosci.*, 13:1249-1258.

報酬の予期と受容期の ERP (stimulus preceding negativity, reward positivity, P3) を自己選択/非選択、contextual valence (gain/loss) の条件下で検討した研究。

Chen, Z. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:306-328.

Delay discounting の上昇は全脳的な network dynamics (small world 特性、modularity 体制、rich-club 構造) の低下や、構造的—機能的結合性の decoupling が関係。DTI-fMRI.

Ikink, I. et al. (2019) *Neuroimage*, 185:236-244.

少量の報酬を早く、大量を遅くを選択する課題で、報酬の時間を曖昧にする条件を設定。それは不快で、曖昧の程度が大で、vmPFC の活性低下、IPS の活性増加、等の結果。

Aridan, N. et al. (2019) *Neuroimage*, 185:446-454.

握力を利用した effort-based valuation の研究で、握力の目標値、報酬の win, loss 量が提示され、参加するか否かを選択。これには ACC でなく vmPFC, vSTR, 体性感覚野が関係。

Gorka, A.X. et al. (2018) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 13:1111-1119.

Monetary incentive delay task 中に予期できない電撃を与えその影響を fMRI で検討。Gain,

loss の両試行で dSTR, 背側 BA19 は活性を上げ、腹側 BA19 は gain 試行で活性を上げた。

Mormann, F. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:265-272.

食物の価値関連の判断と、味覚 sweet/salty の判断をさせ、患者の扁桃核、OFC, 海馬などからニューロン活動を記録した。左扁桃核のみで両課題に応答するニューロンがあった。

社会認知神経科学

Amodio, D.M. *Trend. Cognit. Sci.*, 23:21-33, 2019.

Social cognition 2.0: An interactive memory systems account と題する総説。

Dai, R. et al. (2018) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 13:1141-1154.

個人間の感覚運動の同期課題を行っている二人の参加者の脳活動を fNIRS で同時計測した。そこから holistic cognitive and neural processes の考えを提唱している。

von Mohr, M. et al. (2018) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 13:1121-1130.

愛する人の affective なタッチは痛みの評定を下げ、ERP の N1, N2-P2 成分を減少させた。また、attachment anxiety が痛みの評定に影響した。

Breton, A. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 122:125-135.

社会的地位の異なる男女の顔を男女の参加者に提示し、N170 と LPP を記録。N170 は男女の顔で差が出たが、LPP は地位で差が出た。LPP の結果は女性参加者でみられた。

Yang, Z.-F. et al. (2018) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 13:1131-1139.

参加者は熟練した/有徳の主人公の話聞いた時の gaze aversion と話の解釈の抽象性、これらと脳活性の関係を検討。有徳の話で aversion と抽象性が高く、それは DMN と関係。

Dong, G. et al. (2018) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 13:1203-1214.

インターネットのゲームに嵌るのは男性が多い。その点をゲーム前後の脳活性を fMRI で計測し、性差を検討。男性は craving 刺激への反応を含め報酬関連領域等の活性が大きい。

Gelci, K. et al. (2019) *Neuroimage*, 184:729-740.

これまでの社会経済的不利 SED の認知神経科学研究は家庭レベルが多かったが、地域も含めて研究。6-17y で salience and emotion network の rsFC を検討。両レベルは interact.

Kim, D.-J. et al. (2019) *Neuroimage*, 184:409-416.

6-11y の児童で SED の全脳的な構造的な network 結合への影響を検討。貧困家庭の女兒で効率的な network の形成ができず、PFC, Ins, 海馬、扁桃核での形成も非効率だった。

発達・加齢、母子関係

Neuroimage, 185:575-967, 2019.

乳幼児の脳画像研究の特集。

Bookheimer, S.Y. et al. (2019) Neuroimage, 185:335-348.

36y 以上の Human Connectome Project in Aging, HCP-A の概観。

Blesa, M. et al. (2019) Neuroimage, 184:431-439.

早産児に早期から母乳を与えることは、DTI による計測では、脳内ネットワークの構造的な結合性を改善し、主要な白質線維束の FA を増加させた。

Fishburn, F.A. et al. (2019) Neuroimage, 184:68-77.

4-5y の児童の Go/No-Go 課題による抑制機能と FCx の活性の関係を fNIRS で検討した。Anger/Frustration (irritability) 次元のみが FCx の活性を予測した。

Botdorf, M. & Riggins, T. (2018) Neuropsychologia, 121:11-18.

4-8y の児童の数唱の成績と FPC の皮質の厚さの関係を検討した。皮質が薄いほど数唱の成績がよかった。全脳的な分析では ACC の厚さが年齢による成績の違いを部分的に説明。

Xiao, Y. et al. (2019) Neuroimage, 184:707-716.

4-8y の児童の右 TPJ の rsFC と ToM の発達の関係を検討。ToM には early, basic, advanced の要素があるが、後 2 者は PCC/楔前部、advanced は左 TPJ との rsFC と関係などの結果。

Finn, A.S. et al. (2019) J. Cognit. Neurosci., 31:126-137.

5-8.5y の児童で統計的学習と記憶関連領域の関係を検討。年少の児童では左 IFC の皮質の厚さ、右海馬の容量が学習に関係。年長の児童では右海馬の容量が学習をより強く予測。

Liu, P. et al. (2019) Neuropsychologia, 122:11-19.

7-8y の児童に母親と他の母親の声を聞かせ fMRI で脳計測。両側の後部聴覚皮質、STG, IFG で自分の母親の方が強い活性。

Engelhardt, L.E. et al. (2019) Neuroimage, 185:479-489.

平均 10y の脳内実行機能を、成人で問題になる FPN、帯状弁蓋 network の活性を課題中に計測し検討。難しい課題で後者の network が活性化し、この年齢で脳内実行機能は成立。

Davidow, J.Y. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:64-77.

8-25y の参加者で報酬と結びついた刺激を Go/No Go の No Go 刺激として抑制の発達を fMRI で検討。若い成人へと抑制が発達、右 IFG の活性、IFG-vmPFC の FC が関係した。

Khundrakpam, B.S. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:178-188.

12, 14, 16y に 3 回 MRI 計測を行い、皮質の厚さに基づく領域間の成熟的な coupling の structural covariance を個人ごとに検討。Population と類似の結果。DMN をさらに分析。

Aboud, K.S. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:125-136.

7-90y の参加者で脳内 network 間の構造的 covariance の変化を modularity から検討。児童は若者よりも modularity が高く、青年、中年、老年になるに従い、modularity は減少。

Aghamohammadi-Sereshki, A. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:34-52.

18-85y の参加者で扁桃核の下位核の容量の変化を検討。扁桃核全体、外側核、基底核、副基底核は年齢と負の関係し、これは男性にのみで。Apolipoprotein E の多型との関連も。

Viviano, R.P. et al. (2019) *Neuroimage*, 185:556-564.

認知の低下を感じている 68.5y の参加者の FC や繊維束の微細構造を検討。後方記憶系、後膨大部-楔前部の FC が低下していた。また、vWM の成績が悪かった。

Porcaro, C. et al. (2019) *Neuroimage*, 184:535-546.

70y の参加者に 3 視覚刺激の oddball 課題を課し、脳波を記録。Functional Source Separation 法による脳波の分析では、P3b ERP が episodic memory の低下を予測した。

Lou, W. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:340-351.

65-80y の参加者で加齢による全脳的、領域の network の多様性の周波数特異的減少を fMRI で検討した。0.06-0.12 Hz で全脳、右 IFG, 右扁桃核などで多様性減少等の結果。

Carey, D. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 122:51-61.

中年と高齢者 (75-88y) の皮質の厚さに基づく cortical covariance network を検討。高齢者の左 IPC では hub としての役割が減弱し、同時に右半球の統合が弱まっていた。

情動、不安、性格、個人差

Shi, L. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 122:20-27.

逆境への心理的反発に関係する rsFC を検討。自己評価関連の左 Ins-右 PHC、情動と制御関連の左 OFC-左 IFG と FC は正相関、負の thought 関連の左 OFC-楔前部とは逆相関。

Wyczesany, M. et al. (2018) *Neuropsychologia*, 121:98-105.

情動の側性化には右半球仮説と valence により半球が異なる valence 仮説がある。脳波の有効結合性による検討では、両者が相反することなく、共存する結果を得た。

Ho, T.C. et al. (2018) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 13:1215-1224.

DA は自殺念慮に関係する。若者の尾状核、NAcc, 被殻の灰白質要量と自殺念慮の関係を検討。両側の被殻と左尾状核の容量と自殺念慮が関係していた。

Gao, W. et al. (2018) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 13:1235-1247.

Reappraisal と抑うつは DMN (mPFC) の時間的複雑さ Hurst exponent が関係する。

Kim, S.-Y. et al. (2018) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 13:1327-1336.

課題に無関係に提示された社会的な脅威（怒り顔）の妨害刺激に SAD は釘付けになり、扁桃核、Ins/IFG, TPJ の活性を上げた。脅威への持続的な attentional bias がある。

Labrenz, F. et al. (2019) *Neuroimage*, 184:916-924.

実験的につくられた systemic inflammation と不安状態の関係を安静時 fMRI で検討。不安と扁桃核の時間的な変動が増加し、salient network の機能結合が減少した。

Zhai, Z.W. et al. (2019) *Neuroimage*, 185:111-118.

子供時代のトラウマは、抑制機能とストレスに対する ACC（吻側部）の活性の関係を損なうことを、Stroop 課題と fMRI で明らかにした。ACC の制御機能が弱まる。

Tan, Y. et al. (2019) *Neuroimage*, 184:386-395.

Inspiratory occlusion 課題での ERN と内受容関連の負の情動との関連を検討。内受容 ERN は外受容 ERN より peak 潜時が早く、負の情動の感度が高い者は ERN の振幅が大きい。

Martinelli, A. et al. (2019) *Neuroimage*, 184:621-631.

10-18y の参加者で、自分への友好的/敵対的な意図の笑いの video を評定、fMRI 計測。敵対的な評定は右側頭声領域活性と関係。暴力傾向は声領域、舌状回で評定との関係を強化。

Liu, G. et al. (2018) Soc. Cognit. Affect. Neurosci., 13:1225-1234.

Trait gratitude と elevation は他者をほめる情動だが、VBM によると両者は共通 (pSTS, TPJ) と独立 (gratitude:紡錘状回、中後頭回等、elevation:dIPFC) した面があった。

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

Tan, J. et al. (2019) Neuroimage, 185:490-512.

加齢による反応抑制低下に対して非侵襲性脳刺激がもつ FC 変化に関する総説。

Boncinini, H.M. et al. (2018) J. Neurosci., 38:10438-10443.

角回への連続 TBS は、自伝的記憶の自由再生を選択的に低下させた。また、一人称の視点から自伝的記憶を報告することが減少した。

Li, M.L. et al. (2019) Neuroimage, 185:425-433.

Salient network の右 IFG/aIns への anodal tDCS は stop-signal task の成績を上げ、抑制機能を増加させた。それは network 内の構造的結合の FA の高い者で顕著だった。

Villa-Sánchez, B. et al. (2018) Europ. J. Neurosci., 48:3410-3425.

経皮的な神経刺激による運動 placebo 効果への dIPFC の tDCS の影響を検討。期待だけで効果がでた responder への active な tDCS は影響なく、inactive な tDCS は促進的影響。

Clancy, K.J. et al. (2018) Soc. Cognit. Affect. Neurosci., 13:1305-1316.

後頭頭頂皮質への α 帯域の tACS は持続的な α 帯域の後頭→前頭皮質の rsFC を増加させた。この FC 増加は不安や刺激への負の知覚を減少させた。

Herring, J.D. et al. (2019) Neuroimage, 184:440-449.

α 帯域の周波数の tACS を後頭皮質に与えると、視覚刺激による γ 振動を抑制し、視覚ターゲット検出課題の成績を低下させた。MEG 研究。

Alagapan, S. et al. (2019) Neuroimage, 184:697-706.

患者の WM 課題実行 (特に記銘期) で、SFG からの脳内脳波記録では θ 、 α 帯域の振動に変化がみられたが、同じ周波数で SFG を電気刺激すると WM の成績が向上した。

自閉症スペクトラム障がい ASD

Cole, E.J. et al. (2019) Neuropsychologia, 122:88-97.

行為の意図と結果を判断する課題中に fMRI で脳計測。Mentalizing 系と MNS が活性化したが、ASD では dmPFC-MNS の FC 上昇がなかった。この FC は症状のレベルと相関。

Jun, E. et al. (2018)

安静時の BOLD 反応の低周期振動の dynamics の modeling により、ASD と TD を区別する試み。

Bosco, P. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:7-19.

就学前の ASD の児童では脳幹部の容量が大きい。この論文は脳の計測法の比較に重点。

注意欠陥多動障がい ADHD

Holz, N.E. et al. (2018) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 13:1191-1201.

初期の母親のケアは、monetary incentive delay task の報酬予期期に尾状核頭部の活性を上げ、受容期に活性を下げ、それは家系的な精神疾患 (ADHD) のリスクを低下させた。

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

Mahé, G. et al. (2018) *Neuropsychologia*, 121:19-27.

発達性の dyslexia に語、疑似語の語彙決定、音読課題を課し、脳波を記録。語彙決定課題では健常と類似、音読では N2 以後に大きな違いが出たが、音韻障害に関係。

Ylinen, S. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 122:105-115.

9-11y の学童で第 1、第 2 言語の表象を ERP の MMN で検討。Dyslexia ではよく知る第 2 言語の語への MMN が弱かった。それには第 1 言語の skill が関係する。

Ripamonti, E. et al. (2018) *Neuropsychologia*, 121:175-185.

VLSM と機能結合の分析から失語における音韻と構音の分離を検討。構音の障がいは左の IFG 弁蓋部、aIns など、音韻の障がいは左の pSTG, 縁上回後部、左横回が関係した。

Nguyen, M. et al. (2019) *Neuroimage*, 184:161-170.

曖昧で多様な解釈が可能な物語 (図形/narration) の理解が同じ人の DMN, FPN の脳活性 (fMRI) は類似しており、modality invariant だった。

Pollack, C. & Price, G.R. (2019) *Neuroimage*, 185:245-254.

文字列の中の数を検出する課題で、左 ITG が活性化した。全脳的な分析では右 ITG の活

性が数の検出と数学の能力の間の相関を示した。

Prat, C.S. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:78-94.

第2言語（フランス語）の獲得の個人差を安静時脳波の周波数分析、側性化などから検討。学習の早い者は右半球の β powerが高く、 α , β 帯域の右への側性化が強い等の結果。

Ou, J. & Law, S.-P. (2018) *Neuropsychologia*, 121:28-36.

声調言語話者を知覚、生成面の能力で2群に分け、受動的な odd-ball 課題時に脳波を記録した。能力に低い者は γ 帯域の活動が上昇し、それは能力と相関した。

感覚運動障がい、その他

Robotham, R.J. & Starrfelt, R. (2018) *Neuropsychologia*, 121:106-121.

相貌失認の正立顔の処理に関する総説。

Yang, Y. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:214-225.

吃音の原因を運動より認知面に求め、音韻的な WM 時の脳活性を fMRI で計測。右半球の補償的な活動が遅延期にみられ、実行機能の異常を示す neural disconnection がみられた。

Weygandt, M. et al. (2019) *Neuroimage*, 184:520-534.

肥満の食事のコントロールを3年間に5回の fMRI 計測で検討。Food cue 関連の古典的条件づけと delay discounting による目標指向のシステムの間での interaction が重要。

Augustijn, M.J.C.M. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:137-150.

7-11y の肥満児の多面的な治療の効果を行動と脳の構造で検討。BMI は減少し、平衡機能が改善したが、実行機能の転移はなかった。脳全体、小脳の灰白質量が増加した。

Kim, D.-J. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:252-261.

大麻使用者の構造-機能の coupling を DTI と fMRI で検討。Coupling は短い結合で顕著なこと、Rich-club 分析では海馬と尾状核で coupling が損なわれていた。

Ponsi, G. et al. (2019) *J. Neurophysiol.*, 121:38-49.

乾癬の患者の社会的 exclusion/inclusion の他者への trust への影響を検討。患者は exclusi/inclus で交感神経活動に差はなく、交感神経活動が高いほど見知らぬ他者への信頼が増加。