

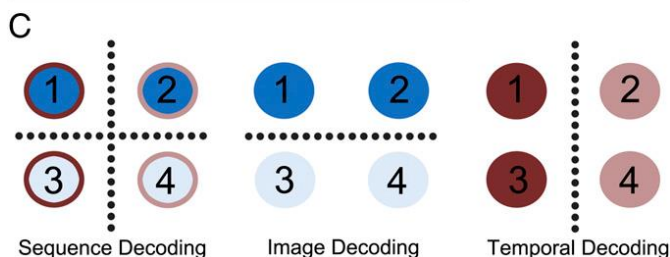
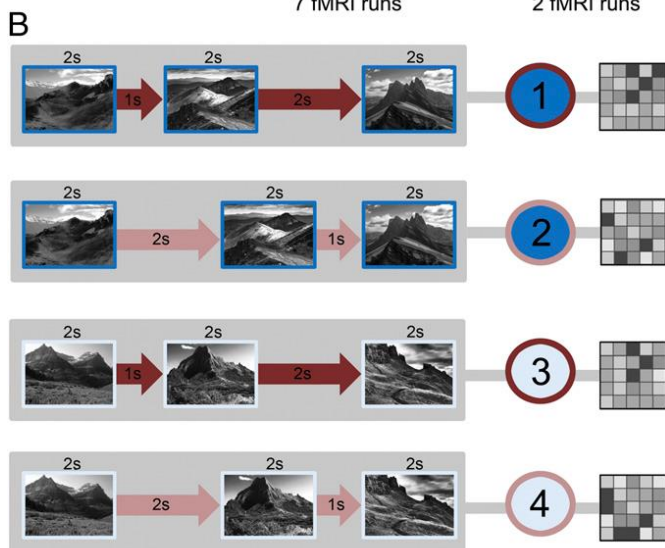
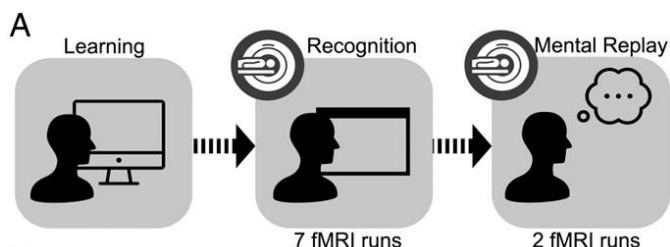
今月の認知神経科学：論文紹介

2019年5月

認知神経科学の進歩

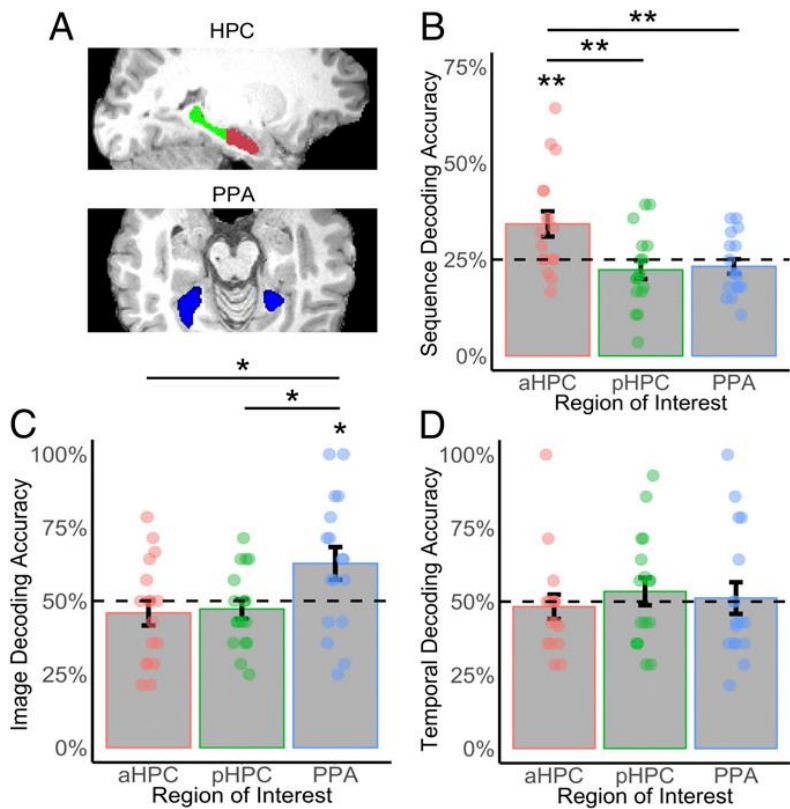
Thavabalasingam, S. et al. Evidence for the incorporation of temporal duration information in human long-term memory sequence representations. PNAS, 116:6407-6414, 2019.

この論文はタイトルの通りで、長期記憶の系列の表象に時間的な長さが組み込まれることを示した。下の図が方法である。実験は学習、fMRI装置内での再認とMental Replay（再生）がある（図A）。図Bに課題がある。課題には1-4の番号がついており、課題1,2と課題3,4は風景刺激が異なる。課題1と3、課題2と4は刺激の提示の時間経過（それぞれ、1s→2s, 2s→1s）が同じである。図CはfMRIデータのMVPA (decoding) の手続きで、1,2,3,4を分けるSequence Decoding, 1,2と3,4を分けるImage Decoding, 1,3と2,4を分けるTemporal Decodingがある。



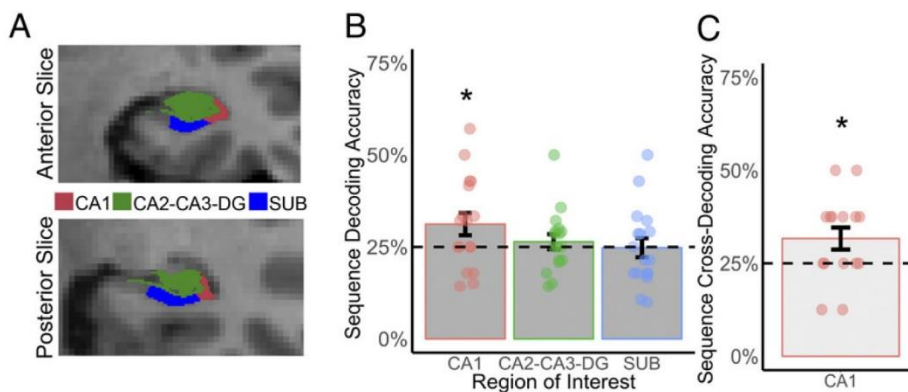
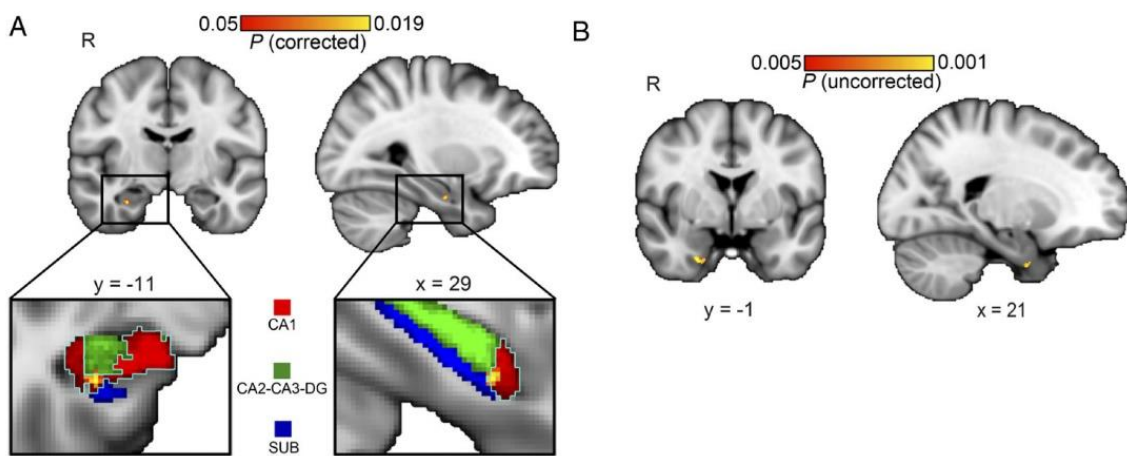
次ページ上図が海馬と周辺のROI（前部海馬 aHPC, 後部海馬 pHPC, 海馬傍回場所領域 PPA）の decoding の結果である。図Bが Sequence Decoding の結果で aHPC が4つの課題を区別していた。図Cは Image Decoding の結果で PPA が課題1,2と課題3,4を区別した。図Dは Temporal Decoding で3つのROIでは有意な decoding はみられなかった。

次ページ中図は Sequence Decoding の内側側頭葉の search light 分析の結果で、右 aHPC の CA1(上)で有意な領域があった（黄色の領域）。右外側級内皮質（下）にも uncorrected だが有意な領域がある。次ページ下図は ROI を CA1 前部、CA2-CA3-歯状回 DG, 海馬台 SUB に設定し、Sequence Decoding を行



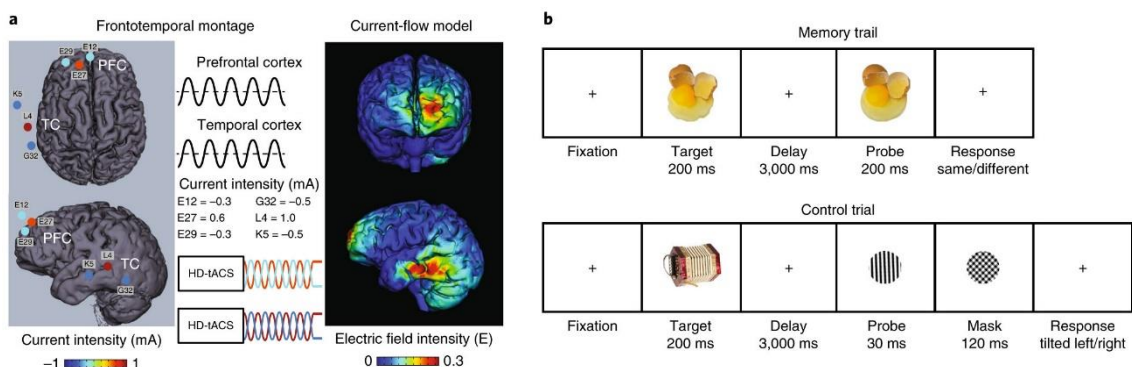
なった結果で、下図 B にあるように、CA1 のみで有意な decoding ができた。下図 C は CA1 における再認と Mental Replay の cross decoding の結果で、有意だった。

これらの結果は、長期記憶の系列の表象に時間的な長さが組み込まれることを示した

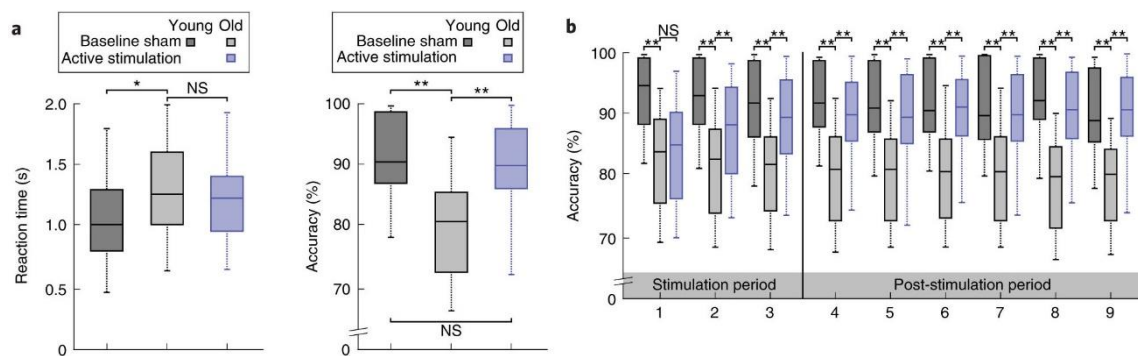


Reinhart, R.M.G. & Nguen, J.A. Working memory revived in older adults by synchronizing rhythmic brain circuits. *Nat. Neurosci.*, Apr 8, 2019.

『入門』では応用研究を殆ど取り上げなかった。この論文は、高齢者の脳に経頭蓋交流刺激 tACS を与え、ワーキング・メモリ WM の成績を改善させた。このようなアプローチのもとには、高齢者の認知機能の低下を脳領域間の交互作用から捉える、という考えがある。これは認知神経科学がもたらした、行動、心と脳の関係の見方への好ましい影響だ。ここで問題にしたのは、 θ - γ 位相-振幅 coupling, PAC と位相同期である。前者は γ リズムの振幅が θ リズムの位相に couple すること。参加者は約 24 歳と約 70 歳である。



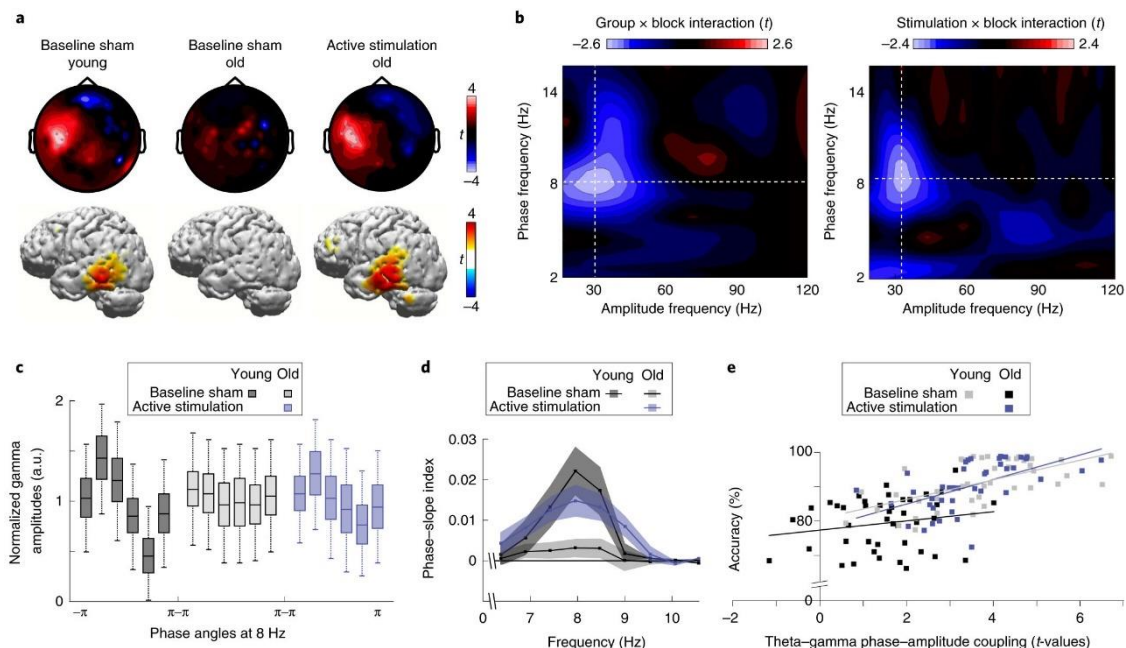
上図 a, b はそれぞれ実験 1 の tACS と WM の手続きを示す。左前頭皮質と側頭皮質への位相同期した θ 帯域の tACS 刺激で、刺激が限局するようになっている。上の WM 課題では継時的に提示される刺激の変化の検出が求められた。下はコントロール課題。



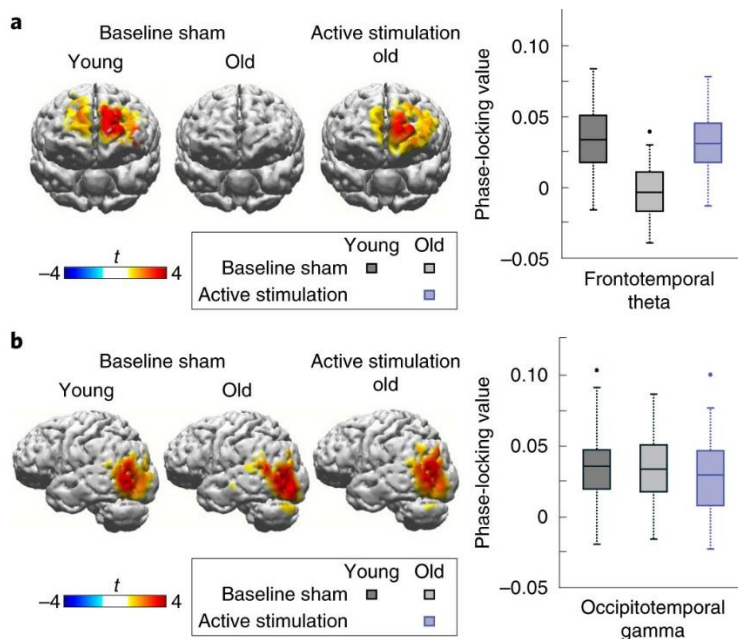
下図は tACS の WM への効果。若者は sham のみ、高齢者は sham と active の tACS を受けた。図 a は反応時間 RT (左) と成績 (右) への効果。Sham では年齢差がみられるが、active では高齢者の成績の改善が著しい。RT は成績程効果が明瞭でない。図 b は刺激期間と刺激後の WM の成績の変化だが、刺激の最初の期間を除くと、active tACS はすべての期間で成績の改善がみられた。RT も同じ傾向だが (図省略)、成績程明瞭でない。

次は WM の維持期の θ - γ 位相-振幅 coupling, PAC について。次ページ上図 a は θ - γ PAC の結果で、高齢者は sham 刺激では PAC はみられない。若者と active tACS を受けた高齢者の左側頭皮質で WM 関連の PAC がみられた。このような PAC は θ - γ 帯域に限局していた (図 b)。図 c の x 軸は 8 Hz での位相角、y 軸は γ amplitude の関係で、高齢者の

sham 刺激では位相角による振幅の違いがみられない。高齢者は active tACS を受けると若者に類似した振幅の変化がみられた。図 d は左側頭皮質での PAC の方向性を検討したもので、位相-振幅 index の値は、 θ phase が γ 振幅を予測することを示す。若者と active tACS を受けた高齢者にみられる予測が、高齢者の sham 刺激ではみられない。図 e は左側頭皮質での PAC と WM の成績の関係を示す。若者と active tACS の高齢者では PAC と成績は正の相関を示すが、sham の高齢者ではその関係はみられない。



下図 a は左側頭皮質 seed で前頭皮質に θ 帯域波の phase-locked value, PLV が若者と active tACS の高齢者で増加するが、sham 刺激の高齢者ではそれがみられないことを示し

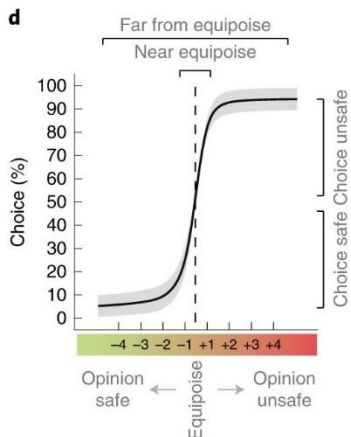
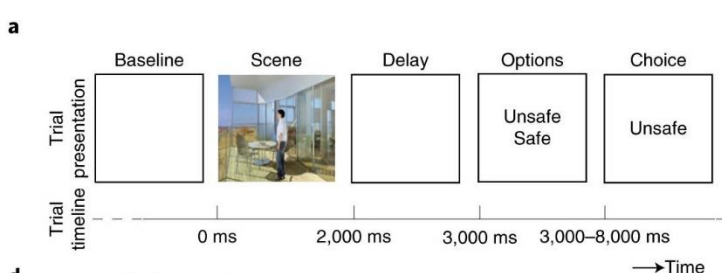
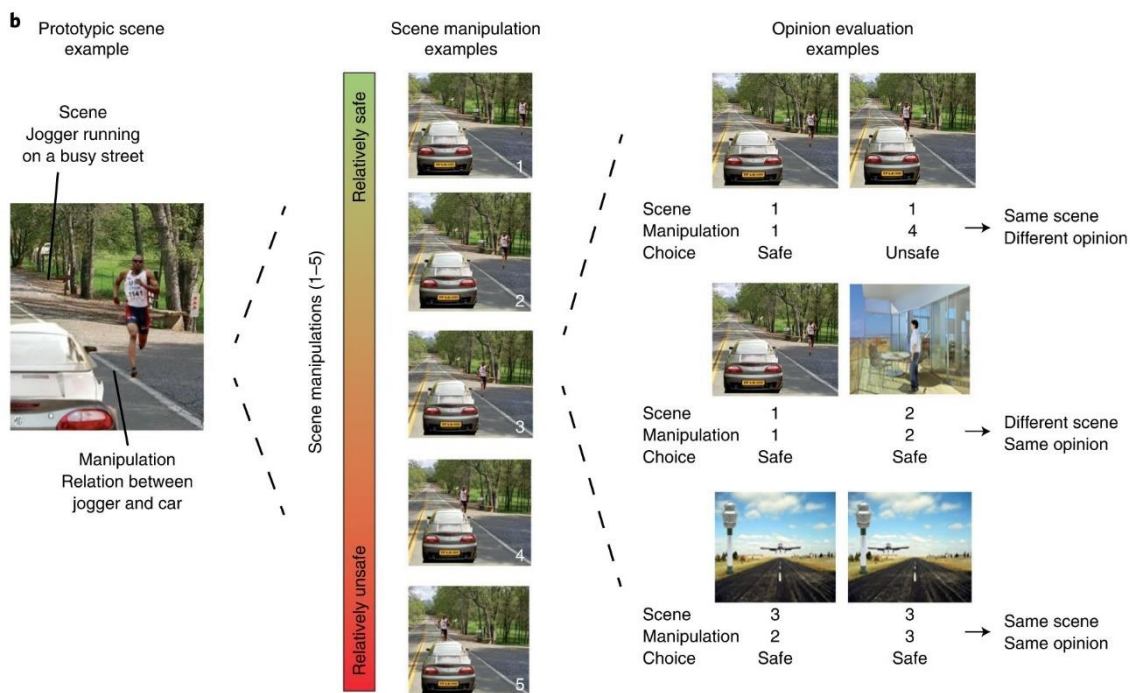


ている。図 b では外側後頭皮質の γ 帯域の PLV の増加が年齢、刺激に関係なくみられた。これらの結果は、高齢者では short range の側頭-後頭 γ 同期は intact だが、long range の側頭-前頭 θ 同期は損なわれていることを示す。

以上、この論文の主要な結果を紹介した。

Lamali, M. et al. (2019) Dorsolateral prefrontal neurons mediate subjective decisions and their variation in humans. Nat. Neurosci., Apr 22, 2019.

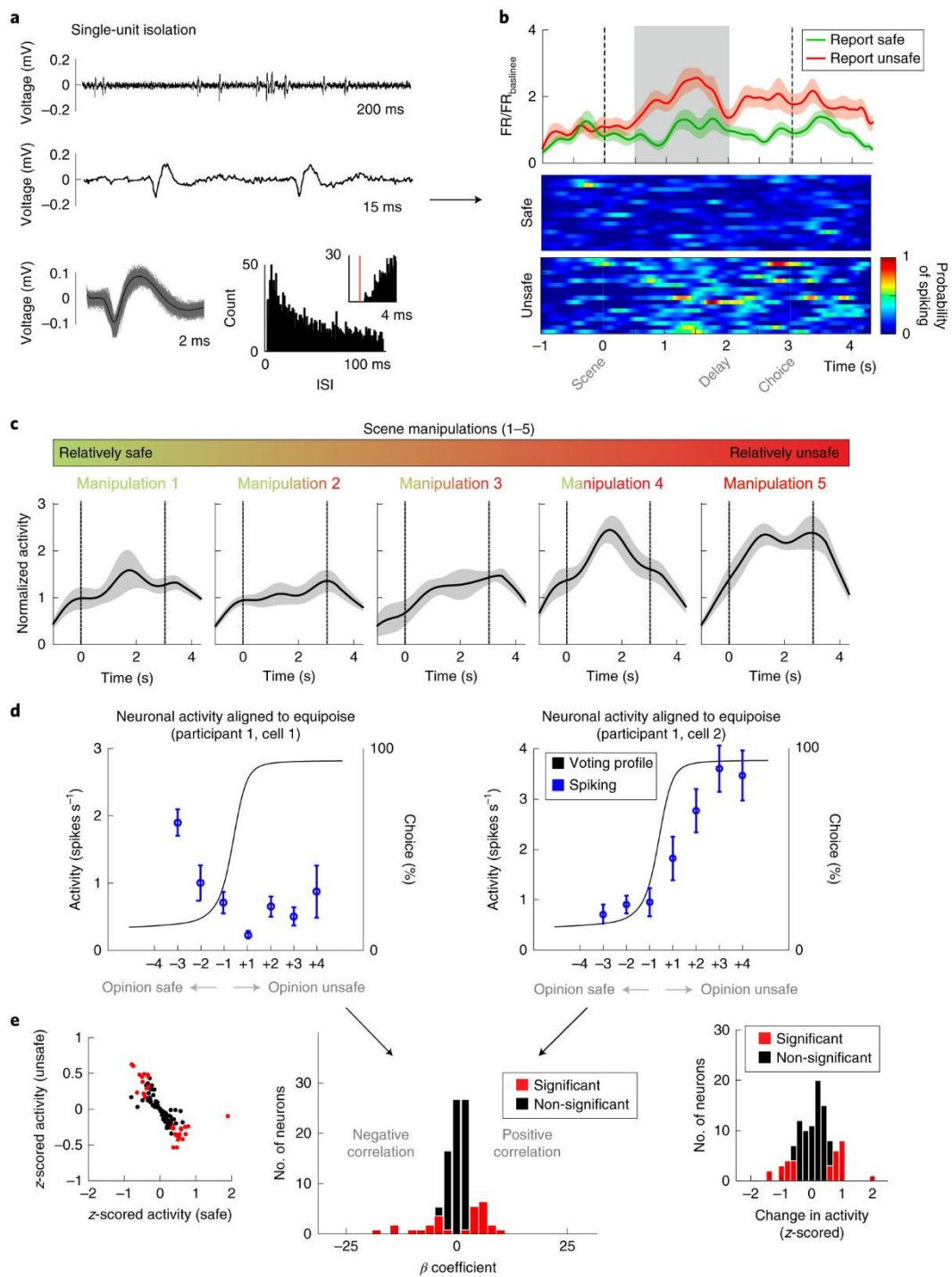
特に正解のない安全性に関する主観的判断に背外側前頭前野 dIPFC が関係することを患者の neuron 活動の記録で明らかにした。上図と下図が課題の刺激と手続きを示す。上図 b の左と中央は刺激の例で、jogger と車道の位置関係が安全 1 から安全でない 5 に操作された。上図右は scene の番号、操作のレベル、ある人の安全性の判断の例である。下図 a は



試行の流れで、2s の刺激提示、1s の delay の後に Unsafe/Safe の判断をする。無論、正解/エラーの feedback はない。下図 d は参加者の判断の Safe/Unsafe の反応率で、各参加者の平衡点

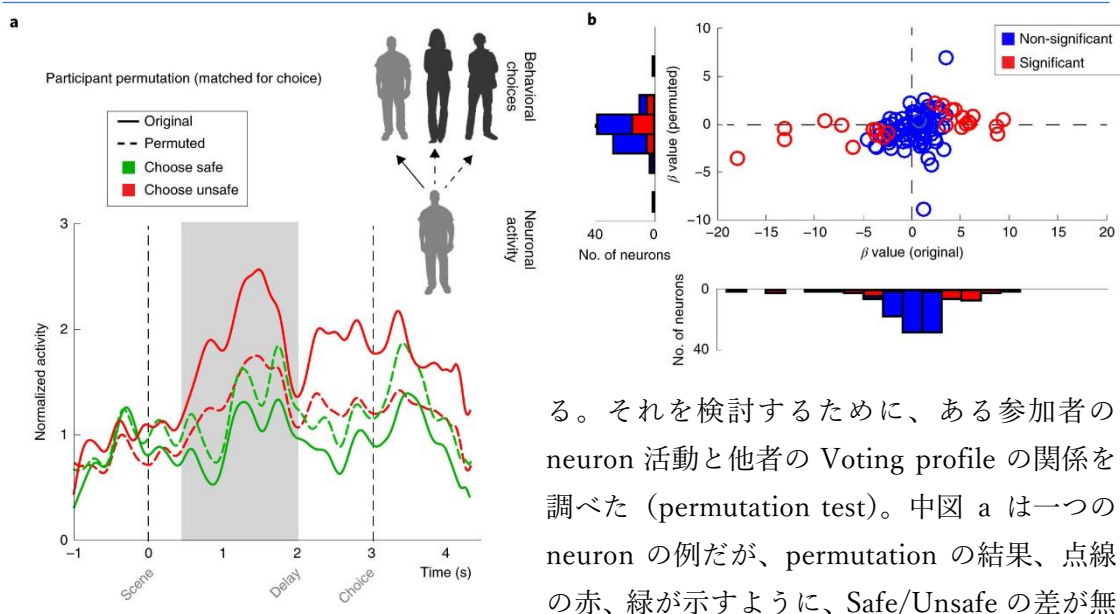
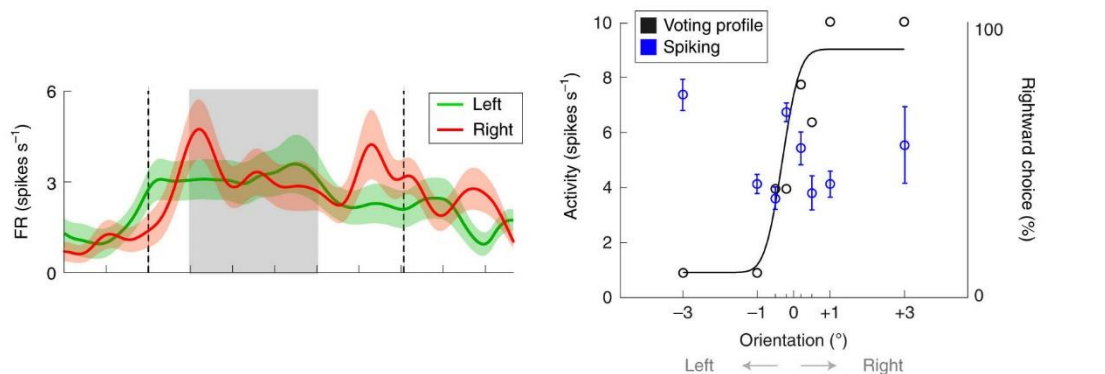
Equipoise に合わせて表示したもの。

次ページ図が dIPFC (BA9) neuron 活動の結果である。図 a は single-unit の isolation. 図 b は Safe (緑)、Unsafe (赤) と判断した時の neuron 活動の一例。縦の点線は 2s の刺激の onset と 1s の delay の終了の時点。26%の neuron が Safe/Unsafe で発射率が異なったが、この neuron は Unsafe の方が発射活動を大きい。図 c は安全性の 1-5 のレベルにおける発射活動で、図 b と同じ neuron. 図 d の左の neuron



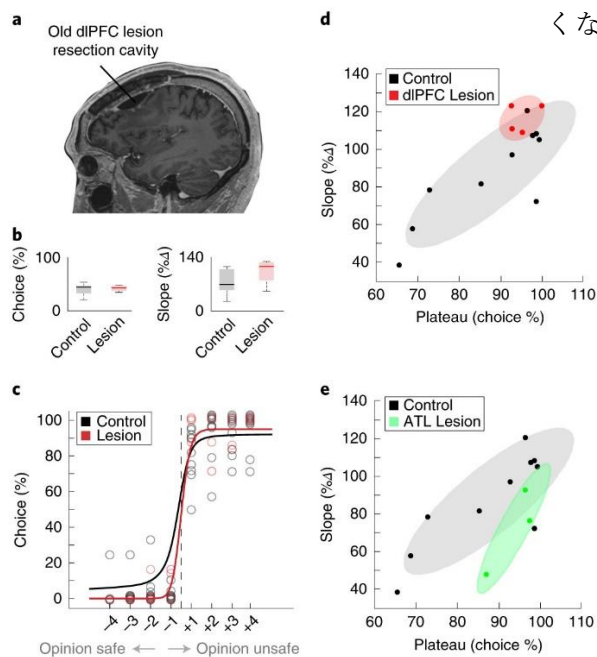
は Safe 判断で活動が強く Voting profile と負の相関、右の neuron は Unsafe の判断で活動が強く Voting profile と正の相関を示した。図 e は Safe/Unsafe の判断と neuron 活動の関係で、赤は両判断で有意な差がある neuron、黒は差がない neuron である。この後、参加者の neuron 活動は主観的な判断に対応したロジスティック関数にフィットすることが明らかにされた。そして、dlPFC の neuron は Gabor 刺激の傾きの感覚的な左右の判断では、主観的判断でみられた判断による neuron 活動の差は、僅かな neuron を除いてみられ

なかった（上図）。なお、主観的判断では個人差が大きい。それを検討したのが中図であ



る。それを検討するために、ある参加者の neuron 活動と他者の Voting profile の関係を調べた (permutation test)。中図 a は一つの neuron の例だが、permutation の結果、点線の赤、緑が示すように、Safe/Unsafe の差が無くなった。図 b は全 119 neuron の結果で permutation 前 (X 方向) にあった判断による neuron 活動の差が、permutation 後 (Y 方向) には消失した。

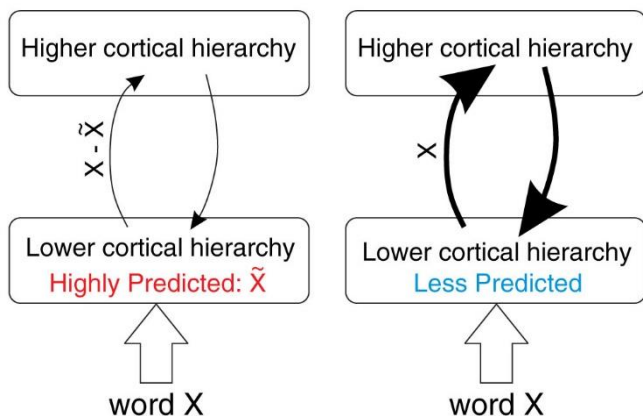
下図は dIPFC の切除を行った結果。図 b 左は Safe/Unsafe の比で、差はみられない。右は Voting profile の傾斜で、切除群の傾斜が急である。図 c は Voting profile で、切除群では急激な判断の変化がみられる。図 d は傾斜と plateau 期の選択の%の関係で、図 c の傾向がでていいる。側頭葉前部 ATL の切除ではその傾向はみられない(図 e)。以上、dIPFC が主観的判断に関係することを示した。



Predictive coding, PC と関連する論文

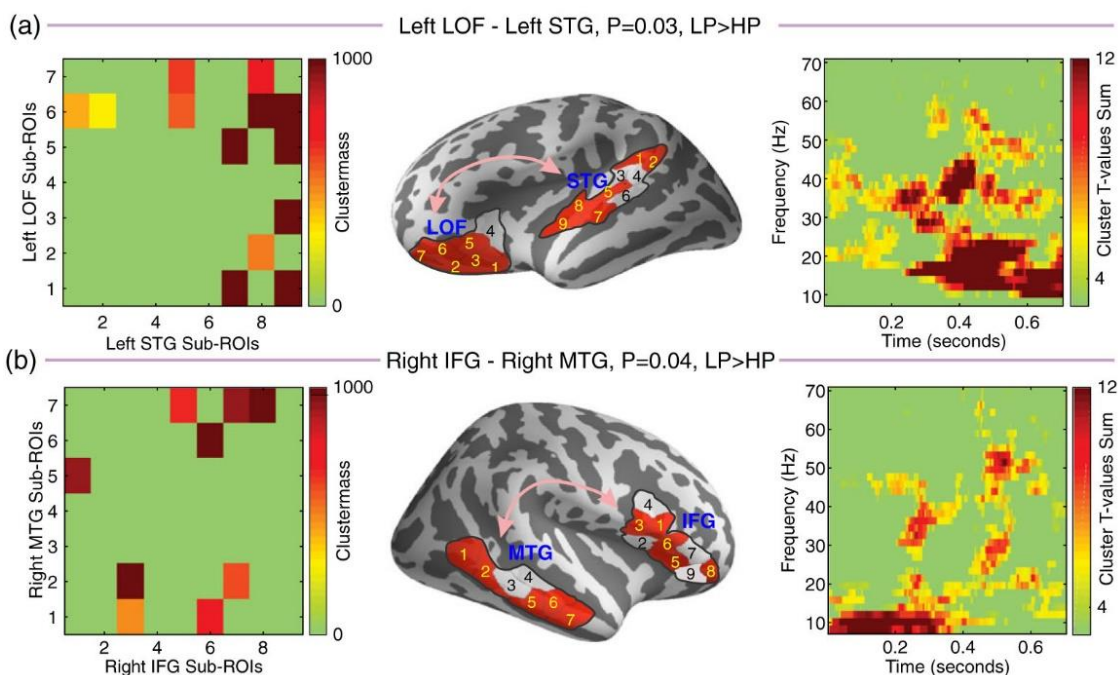
Mamashli, F. et al. Oscillatory dynamics of cortical functional connections in semantic prediction. *Hum. Brain Mapp.*, 40:1856-1866, 2019.

この論文は、上図にあるように、文章の最後の名詞の予測が容易な場合と困難な場合で



は、後者で bottom-up と top-down の活動が高まると考えられる。その結果は上下の皮質の階層間の機能結合に反映され则认为られる。すなわち、低予測 LP>高予測 HP の機能結合が LP<HP よりも多くみられるだろう。この点を脳磁図 MEG で検討した。

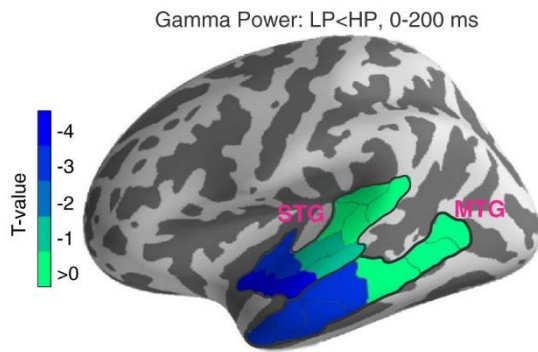
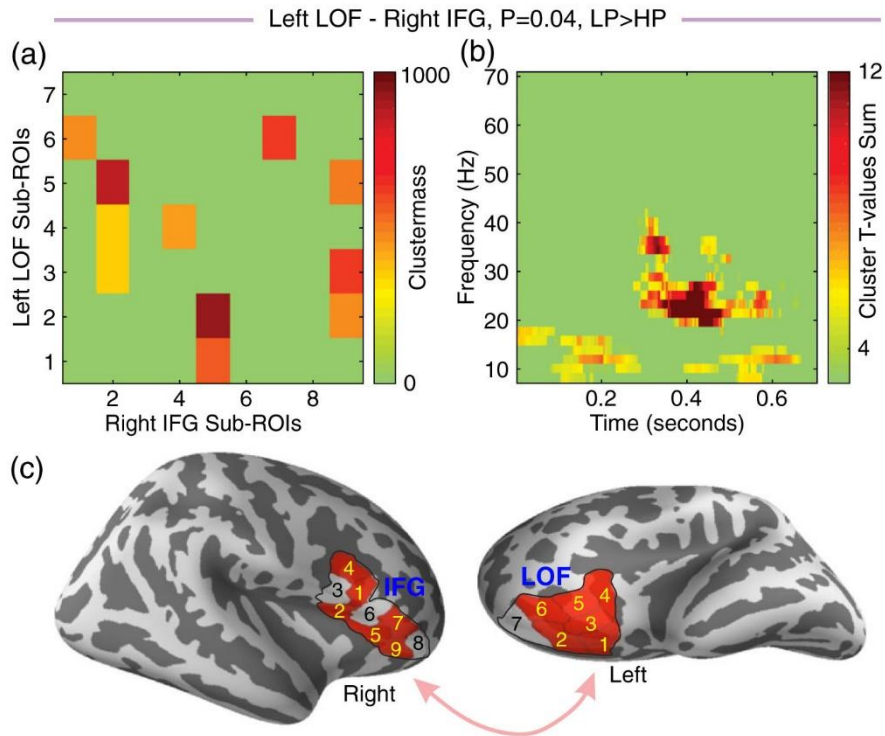
分析法については十分に理解できていないので本文を参照ください。下図にあるように ROI を設定し、各 ROI をさらに sub-ROI に分け (下図中)、sub-ROI 間の有意な機能結合を求める (下図左)。その sub-ROI での時間一周波数の関係を明らかにする (下図右)。



下図は機能結合が LP>HP の領域で、(a)が左外側眼窩前頭皮質 LOF と左上側頭回 STG, (b)が右下前頭回 IFG と右中側頭回 MTG の結果である。(a) の LOF-STG では名詞後 300-700 ms に β と低 γ 帯域の活動 (機能結合) がみられる。(b) の IFG-MTG では 0-350 ms で 15 Hz 以下の低周波が顕著である。次ページ上図も LP>HP の結果だが、左

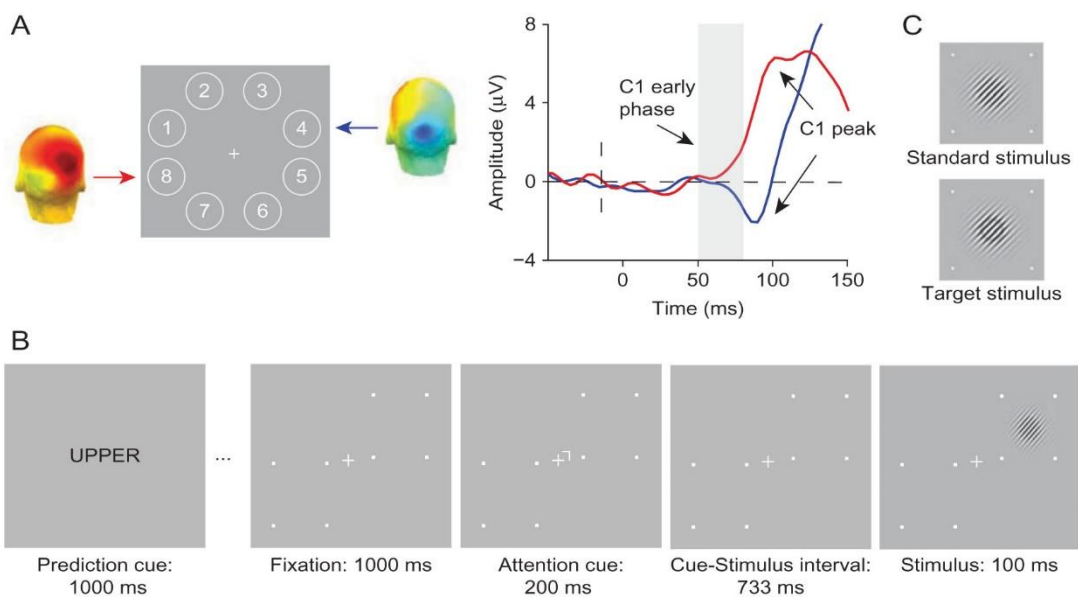
LOF と右下前頭回 IFG の結果で、300-500 ms に β 帯域の活動がみられた。下図は名詞提示後の 0-200 ms にみられた γ power が LP<HP の領域で、左 STG, MTG だった。

LOF-STG の β 帯域の活動（機能結合）は top-down の機能を反映し、遅めの低 γ 帯域の活動は bottom-up の機能を反映していると思われる。早期の IFG-MTG の α 帯域の機能結合は bottom-up の情報の転送に関係する。STG, MTG でみられた早期の LP<HP の γ power は、特定の名刺を予測する context の影響を反映していると思われる。

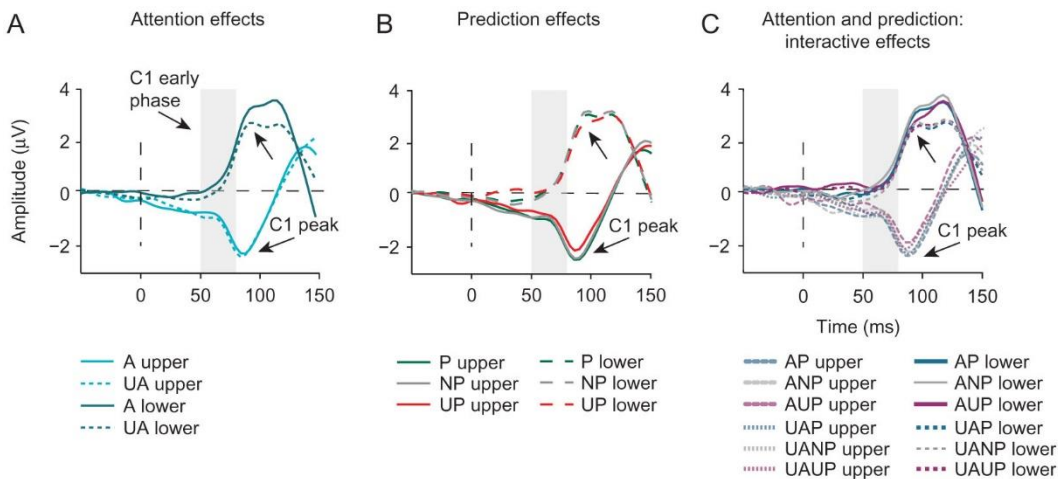


Alilovic, J. et al. (2019) No evidence that predictions and attention modulate the first feed-forward of cortical information processing. Cereb. Cortex, 29:2261-2278, 2019.

この論文は予測が視覚の最初期の処理に影響を持たないことを報告した脳波研究。2つの実験が行われたが、実験1について述べる。最初期の脳波は上図AのC1 early phaseとC1 peakである。赤は下の視野8、青は上視野4に刺激が提示された時の反応。図Bに手続きがある。まず、予測 cue (上、下視野) が提示される。予測はブロック毎に行われるが、3種類: predicted (P:75%予測), unpredicted (UP:25%), non-predicted (NP:50%)。その後、注意 cue (上、下視野) が等確率で提示される。刺激は注意 A した視野、注意 UA しない視野に提示された。課題は図Cにある Target 刺激に反応すること。図ではわかりにくい Target 刺激には輪があり、25%の試行で、注意 cue で示された位置に提示された。



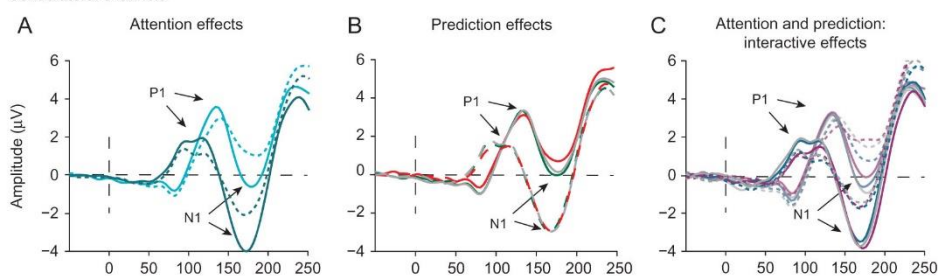
下図がこの論文の主要な結果である。図Aは注意、図Bは予測、図Cは両者の interaction である。C1 early phase には注意も予測も効果を持たない。C1 peak については、注意の効果は下視野でのみ見られ $A > UA$ 、予測は上視野で $UP > P = NP$ だった。interaction



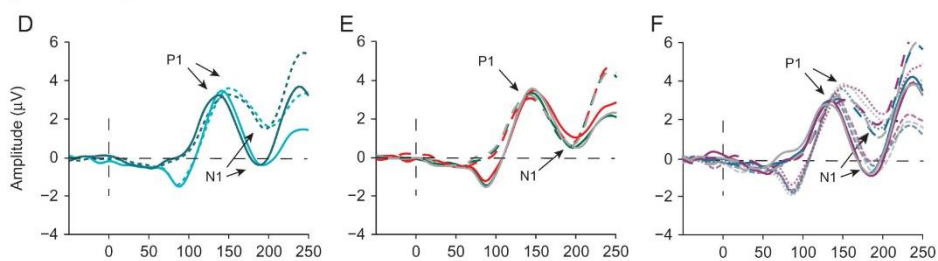
は有意な効果はなかった。これらの結果は、最も早い視覚処理 C1 early phase には注意も予測も効果を持たず、C1 peak に関しては、注意は部分的、予測は逆の結果になった。

注意や予測は他の時間帯では効果を持つ。刺激提示前に対側（左半球）に偏った α 波の低下が予測を反映すると考えられる（図は省略）。また、上図は P1, N1 への効果を示す（上が対側、下が同側の結果）。P1 への注意の効果は対側でみられ、注意と半球の交互作用も有意。予測の効果も対側でみられたが、半球との交互作用は $p=0.065$ 。注意と予測の交互作用は有意でないので、お互いに独立。N1 への注意の効果は両側でみられ、下視野

Contralateral channels



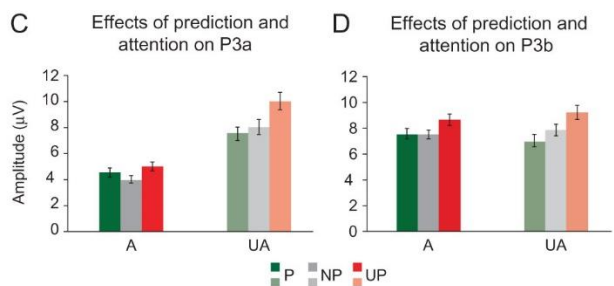
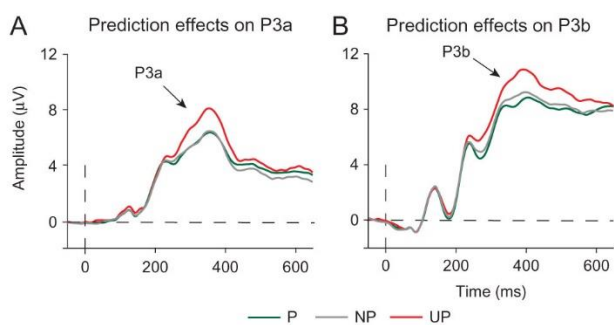
Ipsilateral channels



— A upper
- - - UA upper
— A lower
- - - UA lower

— P upper — P lower
— NP upper — NP lower
— UP upper — UP lower

— AP upper — AP lower
— ANP upper — ANP lower
— AUP upper — AUP lower
- - - UAP upper - - - UAP lower
- - - UANP upper - - - UANP lower
- - - UAUP upper - - - UAUP lower



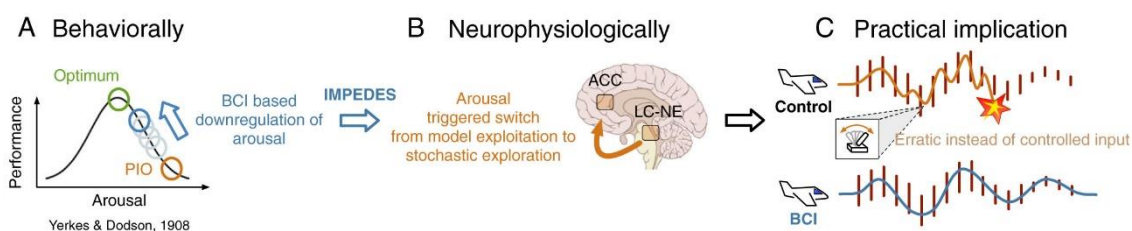
で効果が大きい。N1 に対して予測は効果なし。ただし、上視野では効果ありの傾向だった。注意と予測の交互作用は複雑な結果で、視野や半球の特定の組み合わせで起こる。下図は P3a, P3b への注意と予測の効果。図 A, C にあるように、注意と予測は P3a の振幅を減少させた。両者の交互作用は有意で、予測の効果は UA で大きい。図 B, D にあるように、予測は P3b に効果を持つが、注意はもたない。

ということで、注意や予測は後期の過程に影響を持つ。

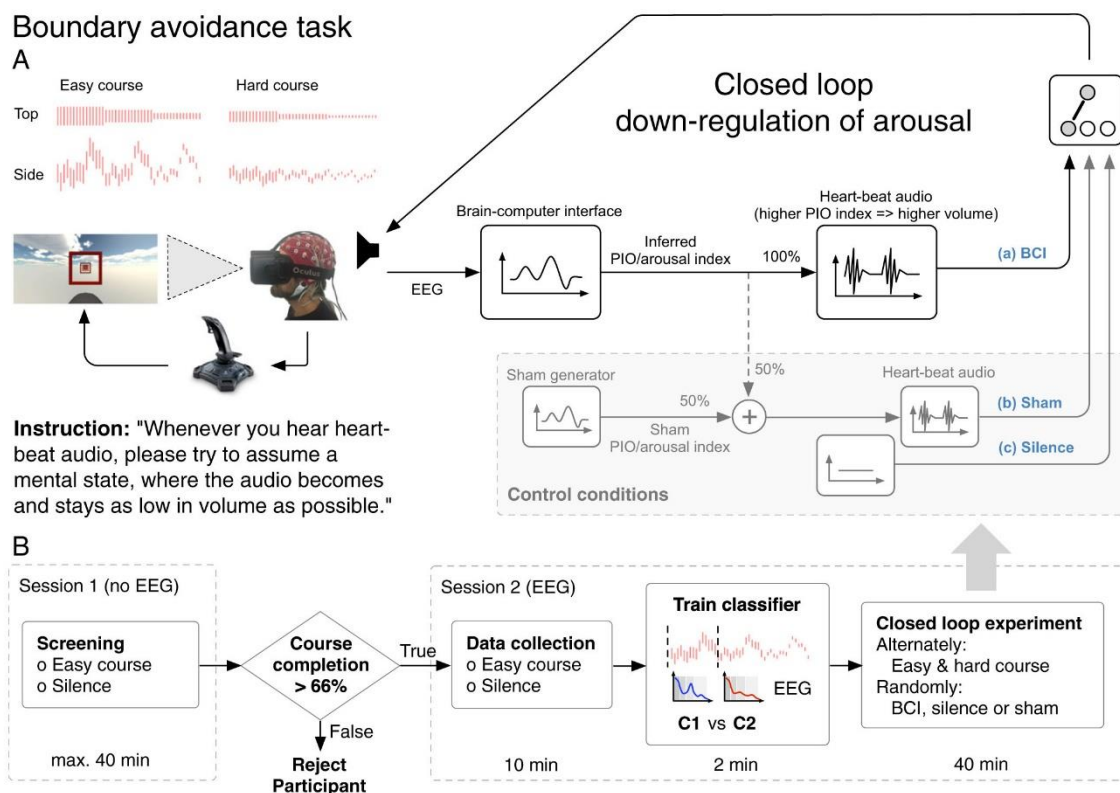
Neurofeedback, NFB と関連する論文

Faller, J. et al. Regulation of arousal via online neurofeedback improves human performance in a demanding sensory-motor task. PNAS, 116:6482-6490,2019.

上図は実験の考え方である。Yerkes & Dodson の考えでは覚醒レベルが低すぎても、高すぎても成績はよくない（上図 A）。高すぎる覚醒を neurofeedback で制御させると、青斑核の norepinephrine, LC-NE 系の変化と前部帯状皮質 ACC の機能により（図 B）、低下した覚醒レベルが virtual flight の成績を改善させる（図 C）。

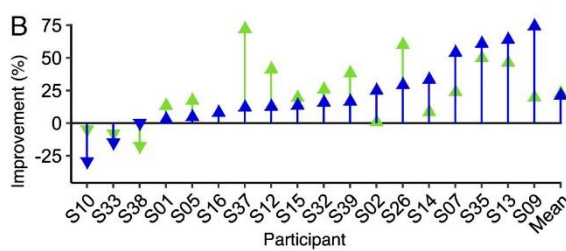
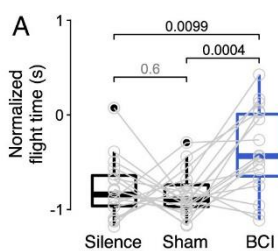
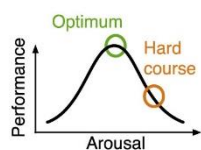


下図は課題と neurofeedback の手続きで、詳細は本文を参照願うが、virtual flight で図の赤い枠を外さないように飛行することが求められた（Boundary avoidance task）。課題には Easy と Hard のコースがある。制御する対象は脳波、合成された心拍音（60 bpm）が feedback の cue で、その音量を低下させることが求められた（BCI 条件）。なお、neurofeedback には silence と sham の2つの control 条件がある。また、瞳孔のサイズや心拍等の自律反応も計測した。

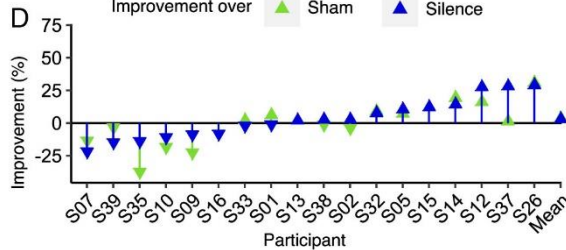
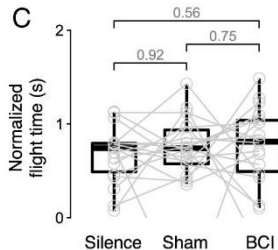
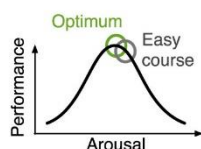


上図は上が Hard course, 下が Easy course の virtual flight の結果で、図 A が飛行時間、図 B が control 条件との比較である (緑: Sham, 青: Silence)。Hard course のみで、BCI により墜落が減少し、飛行時間が増加した。成績が改善した参加者も多い。下図は自律反応の結果で、図左の A, C が心拍の変動性 (増加は副交感神経系の亢進、交感神経系の低下で、覚醒レベルの低下を反映) で、Hard course の BCI 条件でのみで増加した。図右の B, D は瞳孔のサイズ (青斑核の活動を反映し、サイズの減少は覚醒レベルの低下、したがって成績の向上に関係) で、Hard course の BCI 条件で減少した。

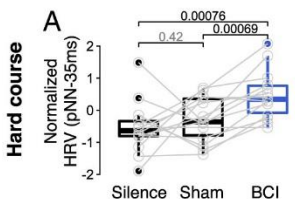
**Hard course:
Unseen and difficult**



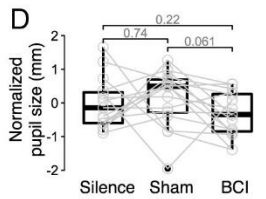
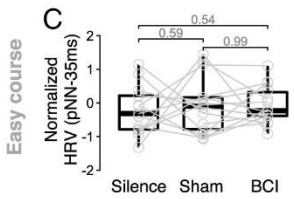
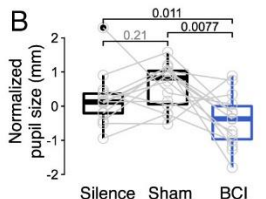
**Easy course:
Trained and easier**



**Higher heart rate variability
⇒ Lower arousal**

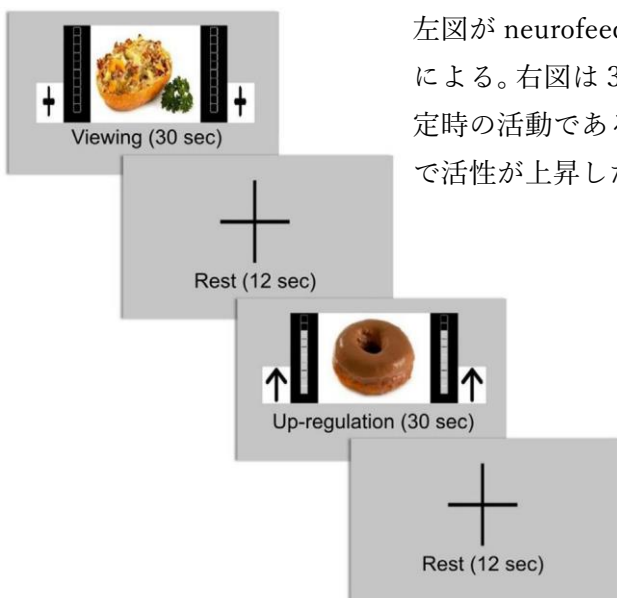
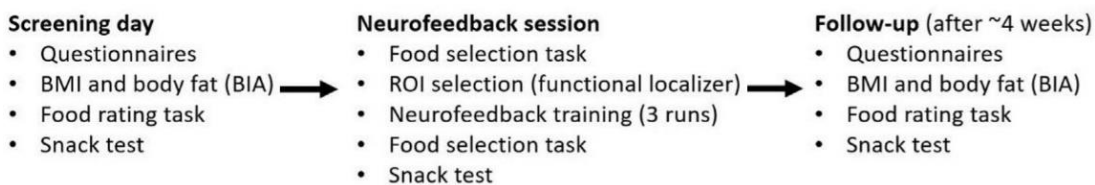


**Smaller pupil size
⇒ Higher cognitive control**

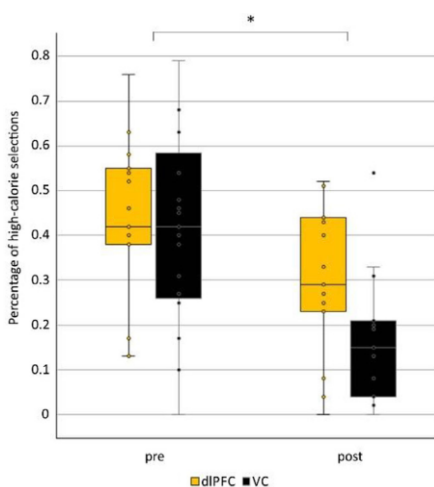
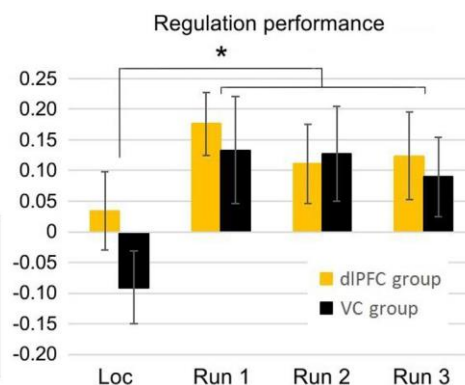


Kohl, S.H. et al. Real-time fMRI neurofeedback training to improve eating behavior by self-regulation of the dorsolateral prefrontal cortex: A randomized controlled trial in over-weight and obese subjects. Neuroimage, 191:596-609, 2019.

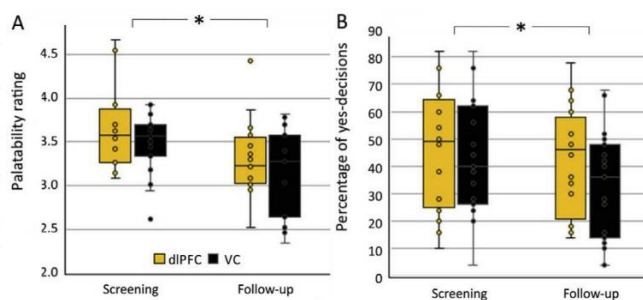
この論文は、背外側前頭前野 dlPFC と視覚皮質 VC の BOLD 信号を neurofeedback で上昇させ、肥満の人の食物選択への効果を検討した。VC は control のつもりだったが、dlPFC の活性も上昇させた。Off-line で dlPFC, VC 以外の領域の活性、機能結合の変化を分析しているが省略する。Neurofeedback による dlPFC, VC の活性の変化と食物選択への効果に焦点を当てる。上図に neurofeedback とその前後の食物関連のテストがある。中段



左図が neurofeedback の手続きで、feedback は「温度計」による。右図は 3 回行った訓練の結果で、LOC は ROI 決定時の活動である（黄色：dlPFC, 黒：VC）。両方の領域で活性が上昇した。



下図左は訓練前後の高カロリーの選択者の率で、訓練後に減少した。右 A, B は高カロリー食物の嗜好性の評価 (A) と高カロリー食物の選択率 (B) で、いずれも訓練後に低下した。



今月の特集、総説、メタ分析など（応用的なものは下で）

Cona, G. & Scarpazza, C. Hum. Brain Mapp., 40:1867-1886, 2019.

空間認知の脳画像研究の meta-analysis.

Cullen, K.E. Nat. Rev. Neurosci., Mar 27, 2019.

Self-motion 中の前庭系の処理についての総説。

Jasmin, K. et al. Nat. Rev. Neurosci., Mar 28, 2019.

聴覚と聴覚皮質の吻側－尾側軸についての総説。

Sathyanesan, A. et al. Nat. Rev. Neurosci., Mar 28, 2019.

小脳の発達、行動、複雑な脳障害の結びつきについての総説。

Trutti, A.C. et al. Neuroimage, 191:258-268, 2019.

腹側被蓋野 VTA についての機能神経解剖学的総説。

Bzdok, D. & Ioannidis, J.P.A. Trend. Neurosci., 42:251-262, 2019.

神経科学と生物医学における探索、推測、予測に関する総説。

Mayne, P.E. & Burne, T.H.J. Trend. Neurosci., 42:293-306, 2019.

ビタミン D とシナプスの可塑性、認知機能、神経精神学的疾患に関する総説。

Wang, H. et al. Brain Cognit., 132:1-12.

n-back 課題のメタ分析。

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, 聴覚皮質 ACx, 大脳基底核 BG, 尾状核 CAUD, 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, 灰白質 GMat, 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, 白質 WMat

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

Jacques, C. et al. (2019) Hum. Brain Mapp., 40:1403-1418.

顔に関連する ERP の N170 の発生源を一人の患者の脳内電極と頭皮電極で検討した。この患者では、N170 の発生源は下後頭回で、外側紡錘状回の役割は限定的と考えられた。

Racey, C. et al. (2019) Neuroimage, 191:529-536.

Color preference には楔前部から PPC, 楔部に広がる後部正中線皮質が関係することを示した fMRI 研究。この領域は他の preference や価値判断にも関係する。

Faul, L. et al. (2019) Cognit. Affect. Behav. Neurosci., 19:392-408.

BMI と IQ は負の相関をするが、抑制的な実行機能が関係する。BMI は ACC, vmPFC の厚さの減少と関係し、IQ, 抑制は頭頂領域の厚さ、容量と関係した。

Ferrarelli, F. et al. (2019) Neuroimage, 191:1-9.

健常者の徐波睡眠の増加は WM の成績の向上に関係した。神経精神障害の介入への導入を期待。

Hahm, S. et al. (2019) Neuroimage, 191:470-480.

身体的（心理的ではなく）な健康に関係した QOL と般性健康知覚は、ACC, mPFC, Ins, 楔前部の GMat 容量と正の相関を示した。高齢者では身体的な健康と左 Ins の容量が関係。

McKetton, L. et al. (2019) J. Neurosci., 39:2930-2937.

絶対音感 AP の聴覚皮質の特徴的な構造と機能を検討。AP は広い一次聴覚野、吻側野、

吻側一側頭野を持ち、広い周波数 tuning に対応。前二領域は低周波、広い tuning を持つ。

Sheikh, U.A. et al. (2019) *Neuroimage*, 191:430-440.

スペイン語とバスク語で単語を短時間かつマスクして提示し、その単語のカテゴリを認識できない状態でも、意味関連の領域で BOLD 反応からカテゴリを decoding が可能。

Castiglione, A. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:2160-2172.

Think/No-Think 課題の No-Think 試行で、No-Think が成功した試行では失敗した試行に比べて、右 FCx の β 帯域波が増加した。これは Stop-signal 課題と同じ結果。

Kajiura, S. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:2061-2071.

DMN の重要な要素である角回は左右半球で FC と mind wandering, MW の処理が異なる。右角回は MW の低下、左角回は MW の生成に関係。Anodal tDCS でもそれを確認。

Canal, P. et al. (2019) *Brain Cognit.*, 132:41-55.

ユーモア処理の脳波研究。ユーモラスな語は後期前方負電位 LAN とそれに続く P600 を含む後期正電位 complex を、周波数では β 帯域の power 減少を。ASD 傾向と LAN は関係。

訓練と認知制御、自己統制

Faller, J. et al. (2019) *PNAS*, 116:6482-6490.

脳波の neurofeedback で覚醒レベルを制御すると、困難な感覚-運動課題の成績を改善した。別に紹介する。

Kohl, S.H. et al. (2019) *Neuroimage*, 191:596-609.

肥満の参加者で dlPFC の活性を fMRI neurofeedback で制御すると、摂食行動が改善された。別に紹介する。

Anumanchipalli, G.K. et al. (2019) *Nature*, 568:493-498.

speech 関連領域の脳内電極で記録した電気活動で構音器官の動作を推定するが、その decoder を記録された多数の speech で訓練し、理解可能な speech を合成できた。Mime も可。

Bayani, K.Y. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 127:75-83.

上肢の障害で装具の使用の訓練では、健常の腕よりは装具のついた腕を観察することが有効。それは観察時の眼球運動にも違いが出て、装具の使用の観察では肩に注意が集まった。

Shahane, A.D. et al. (2019) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:355-365.

有害刺激に晒された時に生じるストレスは inattention を引き起こすが、implicit な認知的 reappraisal (fMRI で計測) は inattention と perceived stress の関係を調節した。

Perchtold, C.M. et al. (2019) *Brain Cognit.*, 132:108-117.

怒りの事象に appraisal を行う参加者の PFC 脳波の非対称性と appraisal の能力、paranoia 傾向の関係を検討。左 vlPFC 活動の非対称が弱いと paranoia 傾向が強いが、能力が媒介。

Zhang, J. et al. (2019) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:283-295.

睡眠の剥奪が情動制御法 (distraction, reappraisal, suppression) に与える影響を検討した。睡眠の剥奪は distraction と reappraisal の有効性を阻害した。

Knytl, P. & Opitz, B. (2019) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:268-282.

Focused attention meditation, FAM は negative feedback-based learning で DA system に影響を与えることで効果を発揮し、FRN も低下させる。

Hartmann, L. et al. (2019) *Brain Cognit.*, 132:22-32.

約 66y の高齢者に抑制性制御の訓練をすると、ERP の N2 (SMA 活動の低下)、P3 (左 vlPFC 活動の増加) がみられ、これは課題関連の神経過程の広範な変化を反映するもの。

意思決定、報酬

Liu, Y. et al. (2019) *Nat. Neurosci.*, 22:633-641.

Prosocial の人では、扁桃核の活性は自他の利益の allocation の potential と preferred の差を encode するが、oxytocin は扁桃核のこの表象を強め、利己的な人を prosocial にする。

Gu, R. et al. (2019) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:327-337.

自己肯定感と曖昧な選択の結果の関係を検討。高い肯定感は認知資源の多さに関係し、ERP の FRN (初期), P3 (後期) に反映されると予想。曖昧な選択は FRN のみ増大させた。

Deshpande, H.U. et al. (2019) *Brain Cognit.*, 132:80-88.

前糖尿病患者の delay discounting と snack purchasing では PFC (認知制御)、Ins (内蔵感覚)、FPC (注意) の活性が共通していた。fMRI 研究。

Bault, N. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:639-656.

Counterfactual value signal には private と social なものがあるが、vmPFC 損傷の患者は

private な signal に insensitive で、意思決定に利用しない。

社会認知神経科学

Lu, X. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:1942-1954.

他者を信頼する傾向の個人差は尾状核、扁桃核、IPFC, TPJ, 側頭極を node とする rsFC の統合により予測され、それは水平的集団主義により modulate された。

Abe, M.O. et al. (2019) *Neuroimage*, 191:150-161.

協力してある力を出す課題中の二人の参加者の脳活性を fMRI で同時記録。mPFC, 両側 pTPJ 等が活性化。右 aTPJ は協力度と正の相関。前後の TPJ の機能結合増加、等の結果。

Babo-Rebello, M. et al. (2019) *Neuroimage*, 191:10-20.

自己、友人について image している時に脳活性 (MEG) と心拍を計測した。心拍による誘発脳反応は、両側の楔前部、PPC で自分と友人で異なっており、両者を区別する marker.

Dufford, A.J. et al. (2019) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:309-326.

8-10y の児童で、社会経済的な不利が海馬、扁桃核、vmPFC の GMat 容量と threat bias に与える影響を検討。不利で両側海馬、右扁桃核の容量低下、bias は左海馬容量増大と関係。

Hughes, C. et al. (2019) *Neuroimage*, 191:269-277.

高齢者は ToM の機能が低下するが、それには安静時に fMRI で計測された右 TPJ と右側頭極の間の intrinsic な FC の低下が関係していた。

Schindler, S. et al. (2018) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:239-252.

Communication の相手を他者、computer と思うかで、その反応への脳の活性が異なり、他者では上前頭、mPFC, OFC, ACC, Ins が活性。Feedback の正負は相手と無関係。

Meyer, M.L. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:1910-1920.

mPFC, TPJ の安静時の機能は社会的情報の記憶の固定にあることを、これらの領域間や他の DMN との機能結合の増加から明らかにした。

Yang, Q. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 127:195-203.

悪い意図に比べ、よい意図でなされた犯罪の処罰では、犯罪者の心的状態の処理に関係する右 TPJ, 処罰で生じる葛藤の処理に関係する右 dlPFC (-mPFC) に高い活動がみられた。

発達・加齢、母子関係

Pulli, E.P. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:1987-2000.

Prenatal exposure と幼児の脳についての総説。

Thomason, M.E. et al. (2019) *Neuroimage*, 191:186-192.

胎児期に鉛に expose されると、通常の胎児と比較して、半球間の FC の発達が悪く、SFG-PCC の FC が強かった。

Whitehead, K. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:2245-2260.

妊娠 34-42w の早産児で上、下肢の体性感覚領野の発達を脳波で検討。S1 に最も早い ERP がみられるが、S1 やその先の長潜時の反応は発達により成熟。吻側-尾側の発達軸がある。

Nassar, R. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:2102-2114.

早産と通常の出産だった 8-22y の参加者で、脳の構造と行動機能の関係を検討。早産では実行機能と OFC, TCx, PCx, 海馬などの covariance network の容量の低下がみられた。

Gozdas, E. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:1434-1444.

0-18y の参加者で、rsFC の network の発達を graph theory を利用して検討。Global Efficiency, Rich-Club coefficient は増加、Local Efficiency, Small-Worldness は減少。性差有。

Ghinst, M.V. et al. (2019) *J. Neurosci.*, 39:2938-2950.

6-9y の児童と成人で speech-in-noise の cortical tracking を MEG で検討。成人と比べ児童では、1, 1-4 Hz では noise が多いと、また 4-8 Hz では全条件で tracking が困難だった。

Attout, L. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:1541-1553.

7-12y の児童で、WM の item と serial order の要素の神経基盤の発達を検討。左 FPN は両者、右 IPS は後者で活性化。この分化は年齢に従って強まった。

Meissner, T.W. (2019) *Neuroimage*, 191:104-115.

7-8y, 11-12y と成人で PPA, 後頭場所領域 OPA の構造的、機能的発達を検討。PPA, OPA の容量は児童の方が小さく、選択性は scene への反応増加が年齢で増加し行動と対応した。

O'Rawe, J.F. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 127:158-170.

9-12y の児童で、PPC と FFA, PPA との rsFC を検討。PPC は両領域と異なる FC を示し、この差が FFA, PPA network の segregation と知覚を予測した。両領域の発達に重要。

Vandenbosch, M.M.L.J.Z. et al. (2019) Hum. Brain Mapp., 40:1919-1926.

5-18y (縦断データは 5-7y, 16-18y) の双生児で低周波脳波による年齢予測を実施。児童/青年期の予測率は高く、予測誤差は参加者により安定し成熟レベルを反映、またそれは遺伝。

Fynes-Clinton, S. et al. (2019) Neuroimage, 191:93-103.

10-12y, 14-16y, 20-35y の参加者で LTM の想起関連の脳 network を fMRI で検討。全参加者が意味、言語よりなる記憶 network を活性化。前二者は再生で頭頂、後頭領域を利用。

Thakral, P.P. et al. (2019) Neuroimage, 191:162-175.

24y と 68y の参加者で、ものや語の記憶における reinstatement の変動を core recollection network の BOLD 反応の decoding で検討。Reinstatement の変動に年齢差はなかった。

Knopman, D.S. et al. (2019) Brain, 142:1148-1160.

50y 以上の参加者で、ERC の tau, amyloid- β , 皮質の厚さと認知機能の関係を検討。記憶の低下は ERC の tau の増加、皮質の厚さの減少と関係していた。

Yeung, L.-K, et al. (2019) J. Cognit. Neurosci., 31:711-729.

約 72y の高齢者の object-in-place memory の成績は aERC と PHC の容量と相関した。

Hahn, A. et al. (2019) Cereb. Cortex, 29:2173-2182.

約 72y の高齢者で初期の amyloid- β , A β の uptake と static, dynamic な FC の関係を検討。A β は static FC とは関係せず、dynamic FC の compensation 的な増加と関係、等。

情動、不安、性格、個人差

Gentili, C. et al. (2019) Hum. Brain Mapp., 40:1814-1828.

ROI と phobia の meta-analysis.

Goetschius, L.G. et al. (2019) Neuroimage, 191:278-291.

16y の若者で、扁桃核と前頭皮質 (OFC, dmPFC など) には白質線維の結合があるが、その強度は扁桃核の反応性に、すなわち、FCx による扁桃核の制御に関係。

Berry, A.S. et al. (2019) J. Neurosci., 39:2735-2744.

不安傾向が低い者は扁桃核、吻側 ACC での DA release (PET 計測) が高く、fMRI による両領域間の rsFC が低かった。

Kark, S.M. & Kensinger, E.A. (2019) J. Neurosci., 39:3130-3143.

不快な刺激をみた直後に生じる扁桃核と視覚領野の rsFC (fMRI 計測) の増加の個人差が negative memory bias の個人差と関係した。『期待』で紹介。

Pegwal, N. et al. (2019) Cognit. Affect. Behav. Neurosci., 19:231-238.

言語的 WM の想起時に正負の情動的な写真を提示すると、RT が短縮した。それには DMN や意思決定の領域の活動低下が関係した。

Wu, X. et al. (2019) Hum. Brain Mapp., 40:1760-1773.

内受容注意課題時の fMRI 計測では、内受容感覚の強度は帯状-弁蓋課題制御 network, 情動は SMC-salience network が関係し、両者に共通の 4 つの network があることが分かった。

Mella, N. et al. (2019) Hum. Brain Mapp., 40:1470-1479.

Ins 損傷患者で 300-1500ms の純音、中性、情動的な聴覚刺激を用いて時間知覚を検討した。患者では情動的な刺激での時間の延長はみられず、右 Ins が時間知覚の低下を示した。

Makovac, E. et al. (2019) Neuroimage, 191:380-391.

般性不安障害 GAD の退屈な課題での長い RT 時に生じる mind wondering は ACC 活性と正の相関が、固執的認知は PCC 活性と負の相関がみられた。fMRI に瞳孔のデータも。

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

Kraeutner, S.N. et al. (2019) Neuropsychologia, 127:106-112.

左 IPL への抑制的な TMS が imagery のどの側面(イメージの操作、controllability、心的 chronometry)に影響を与えるかを検討。左 IPL は前二者に関係した。

Willacker, L. et al. (2019) Neuropsychologia, 127:113-122.

垂直の知覚で時計回り、反時計回りの bias を持つ参加者で、垂直課題中の右 dPCx への TMS は垂直の知覚の bias を減少、成績を改善させた。脳波記録も変動が減少した。

Harvey, D.Y. et al. (2019) Brain Lang., 192:25-34.

脳卒中後の失語症の患者の右下前頭回三角部に連続的 cTBS を与え picture naming への効果を検討。cTBS は語の想起における phonological access を促進することで成績向上。

Roesmann, K. et al. (2019) Neuroimage, 191:367-379.

FCx の語の valence の処理は右半球が不快、左が快と考えられるが、抑制的な cTBS を左 FCx に与えると不快、右に与えると快の反応が増え、それは MEG による脳反応にも。

Nyffeler, T. et al. (2019) *Brain*, 142:992-1008.

右半球の卒中後の neglect に対して、左半球の cTBS は有効だが、それには個人差があった。cTBS は左右の頭頂皮質を結ぶ脳梁が intact な患者で有効だった。

Madden, D.L. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 127:148-157.

言語機能に障害が出る進行性核上性麻痺の患者の左 dlPFC に tDCS を与えると、音素流暢性、行為命名、連続発音に成績の向上がみられた。

Weintraub-Brevda, R.R. & Chua, E.F. (2019) *Brain Cognit.*, 132:98-107.

左右の vlPFC への tDCS は WM と episodic memory に異なる効果を持つ。左 vlPFC は従来の考えと一致し WM に、右 vlPFC は WM と episodic memory 両者に関係した。

Reinhart, R.M.G. & Nguen, J.A. (2019) *Nat. Neurosci*, Apr 8.

60-76y の参加者で θ 帯域の tACS を前頭部、側頭部に与えると、これらの領域内、間で同期的活動が増加、情報の流れが明瞭になり、WM の成績が向上した。別に紹介した。

Rech, F. et al. (2019) *Brain*, 142:952-965.

患者で、中心前回の顔、上肢の領域を電気刺激し、運動の arrest を起こす場所が、左右の顔領域では各 2、左右の上肢ではそれぞれ 3、2 の cluster があった等の結果。

自閉症スペクトラム障がい ASD

Díaz-Caneja, C.M. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:1643-1653.

ASD と早発の精神病の両者に共通してみられる神経解剖学的障害(皮質の厚さ、表面積、容量)を検討。両側の島皮質で厚さと面積の低下が overlap してみられ、面積が容量に関係。

van den Boomen, C. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 127:1-8.

Gaber orientation の texture による顔、家の segmentation を ASD で検討。ASD では顔の RT が長く、症状と相関。脳波のピーク潜時も有意に長かった。FFA-VCx の FC が関係。

注意欠陥多動障がい ADHD

Albaugh, M.D. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:1866-1874.

1104 名の 15y の ADHD の vmPFC の容量が成人初期（5 年後）の ADHD の症状を予測した。

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

Qi, T. et al. (2019) *Neuroimage*, 191:36-48.

約 5y, 10y, 27y の参加者で言語の発達の際の脳の構造的基盤を検討。5y でも 27y と同じ IFG, STG の皮質の厚さの covariance pattern がみられたが、pattern の差は弓状束の成熟による。

Carlos, B.J. et al. (2019) *Neuroimage*, 191:493-502.

180 度回転した文字列の語彙決定課題で測定された inversion sensitivity と fMRI による VWFA の laterality が関係することが示された。

Liuzzi, A.G. et al. (2019) *Neuroimage*, 191:127-139.

左 PRC は視覚単語とそれが指し示す対象を code し、視覚単語入力と分散する皮質の意味表象を結びつける hub として機能する。

Elmer, S. et al. (2019) *Neuroimage*, 191:518-528.

同時通訳者の下縦束、鉤状束、弓状束の微細構造を検討。左半球で FA 減少、radial 拡散性 RD の増加がみられた。弓状束に関してはさらに細かく分析している。

DeLuca, V. et al. (2019) *PNAS*, 116:7565-7574.

バイリンガルの人々の第二言語の experience-based factor とその組み合わせの程度が脳の構造と機能における adaptation と関係していた。Bilingual/monolingual の 2 分ではない。

Kachlicka, M. et al. (2019) *Brain Lang.*, 192:15-24.

ポーランド語話者の英語学習の個人差を基本的な聴覚、聴覚-神経機能から分析。心理聴覚閾値、聴覚-運動時間的統合、音の神経的な encoding の差が個人差を説明した。

Moreau, D. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 127:204-210.

Dyslexia, dyscalculia, その併存と control で GMat の容量、表面積の比較を行った。これまでの研究に反して、これらの群には差がみられなかった。

Liégeois, F.J. et al. (2019) *Brain*, 142:966-977.

遺伝的な児童期の発語失行では、左側頭頭頂領域の GMat の減少、両側の弓状束（背側系）の減少がみられた。腹側系の下前頭後頭束には問題がなかった。

Mailend, M.-L. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 127:171-184.

発語失行の患者に prime-target を与えた : bill-bill (同) , bill-dill (類似) , bill-fill (非類似)。患者は同以外で RT が長くなる傾向が強く、複数の motor program があると障害が。

Chang, T.-T. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:1927-1941.

物語の理解に比べて、計算を含む文の理解には IPS, vmPFC, aIns を含む fronto-insular-parietal network の活性が高まる。aIns-IPS の FC, aIns の活性と成績の関係も分析。

感覚運動障がい、その他

Amadeo, M.B. et al. (2019) *Neuroimage*, 191:140-149.

視覚障がいの期間と聴覚による空間的 bisection の能力を検討した。障がいの期間が短いと、対側の VCx の活動が強く、能力が高く、期間が長いと活性の側性化はなく、低成績。

Li, X. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:1718-1728.

禁煙に催眠的 suggestion は有効だが、それは右 dlPFC から左 Ins への top-down 制御によっていた。両領域の FC も催眠時に増加していた。

Hamburg, S. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:2279-2290.

Down 症の成人で認知と θ - α 振動 (4-13 Hz) との関係を、脳波に DCM を適用して検討。高い認知は強い θ - α power と関連。これは network の intrinsic self-inhibition が関係。

Manzouri, A. & Savic, I. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:2084-2101.

Homosexuality には脳の構造的な性的二形が関係するが、性同一性障害は自己の身体の知覚関係の network が関与した。

Giles, G.E. et al. (2019) *Brain Cognit.*, 132:33-40.

Calorie deprivation 下の aerobic exercise は task-switching や反応抑制などの認知制御の低下、緊張、抑うつ、怒りなどの mood の変化, 主観的な難事感をもたらす。

Muller-Gass, A. & Campbell, K. (2019) *Brain Cognit.*, 132:89-97.

Sleep deprivation は注意に依存する音の長さの弁別の成績と ERP (P3b) を低下させた。一方、課題に関係のないピッチ変化には妨害を受けず、注意関連の P3a も低下した。