

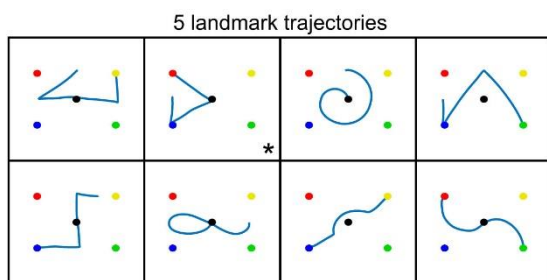
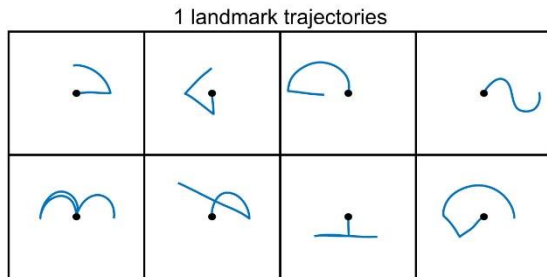
今月の認知神経科学：論文紹介

2019年6月

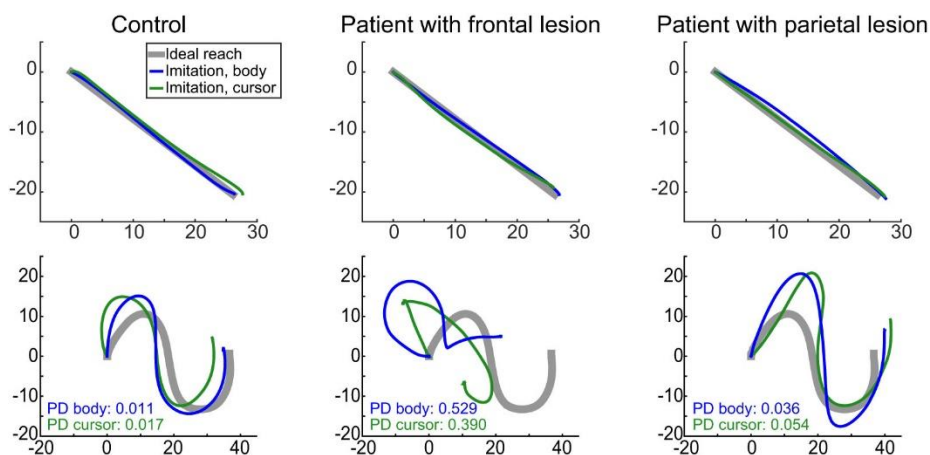
認知神経科学の進歩

Wong, A.L. et al. Movement imitation by an abstract trajectory representation in dorsal premotor cortex. *J. Neurosci.*, 39:3320-3331, 2019.

模倣の障害は観念運動失行の一症状として問題になってきた。『入門』で模倣はミラー・ニューロン・システム絡みで論じられたが、模倣そのものの分析は紹介されなかった。この論文は脳の損傷患者の障害から模倣の本質に迫ろうとした。この論文は左半球

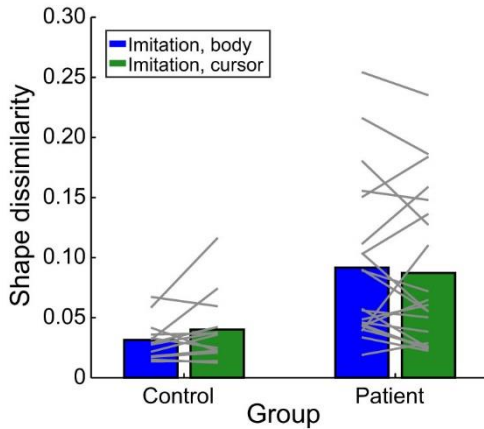


の前頭皮質、頭頂皮質の脳卒中の患者で無意味な動作の模倣を行わせたが、動作はヒトかカーソルが行った。左の上図は動作の軌跡だが、landmark が 1 か 5 ある。1 landmark では中央の landmark から動作はスタートするが、5 landmark では試行毎に変化する。参加者は軌跡を再現する（模倣する）ことが求められた。手は損傷と同側である。また知覚課題として、移動する軌跡の提示後に静的な全軌跡を提示し、それが移動した軌跡と一致するか判断を求められた。

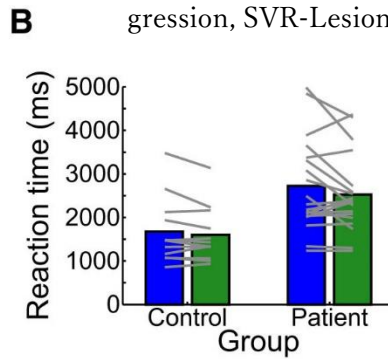
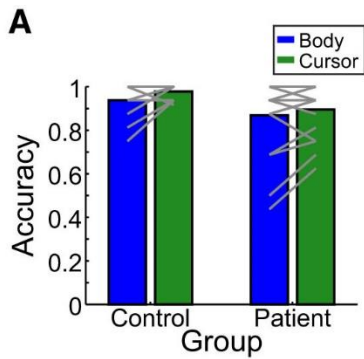


下図が結果の例で、左から健常者、前頭損傷、頭頂損傷の参加者である。太い灰色の線が軌跡、青はモデルがヒト、緑はカーソルの条件である。上の単純な軌跡ではどの群も模倣は正確だが、下の複雑な軌跡では、軌跡を外れる傾向が強まる。しかし、健常と頭頂損

傷の患者は軌跡に類似したパターンの模倣を示すのに対し、前頭損傷では模倣の結果は軌跡と大きく異なっている（軌跡と模倣の差、非類似度の算出法は本文を参照ください）。

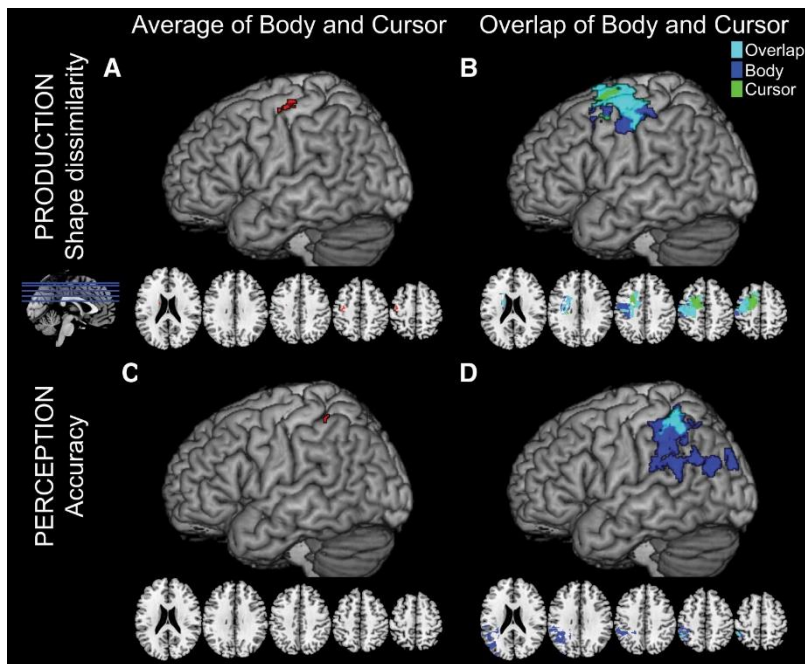


上図は健常と患者の非類似度で、青がヒト、緑がカーソルのモデルである。患者の方が非類似度が大きく、模倣の成績が悪い。モデルの違いで差はない。したがって、模倣に自己とモデルの身体の関係は不要である。中図は知覚課題の結果で、Aが成績、Bが反応時間である。患者の反応時間は健常より明確に遅いが、成績に関しては、僅かな差があるに過ぎない。患者の模倣の成績と軌跡の知覚の成績は関係なかった。下図は上が模倣、下が知覚の成績と脳との関係を Support Vector Regression, SVR-Lesion Symptom Mapping, LSM で



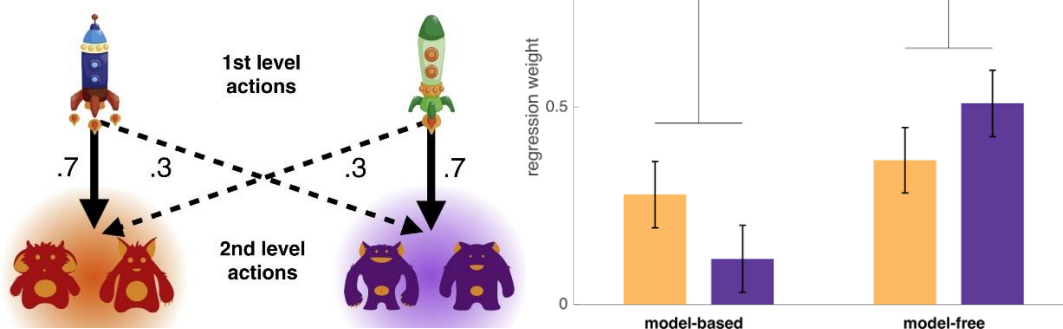
明らかにした結果である。左はヒトとカーソルの平均、右はヒトとカーソルを別々に調べた。図から分かるように、模倣は背側運動前野（一次運動野も）、軌跡の知覚は縁上回（下頭頂小葉）が関係していた。

これらの結果は、模倣は背側運動前野にある、モデルと自己の身体に対応や軌跡の知覚とは関係しない、抽象的な運動の軌跡をプランする機能に依存することを示している。

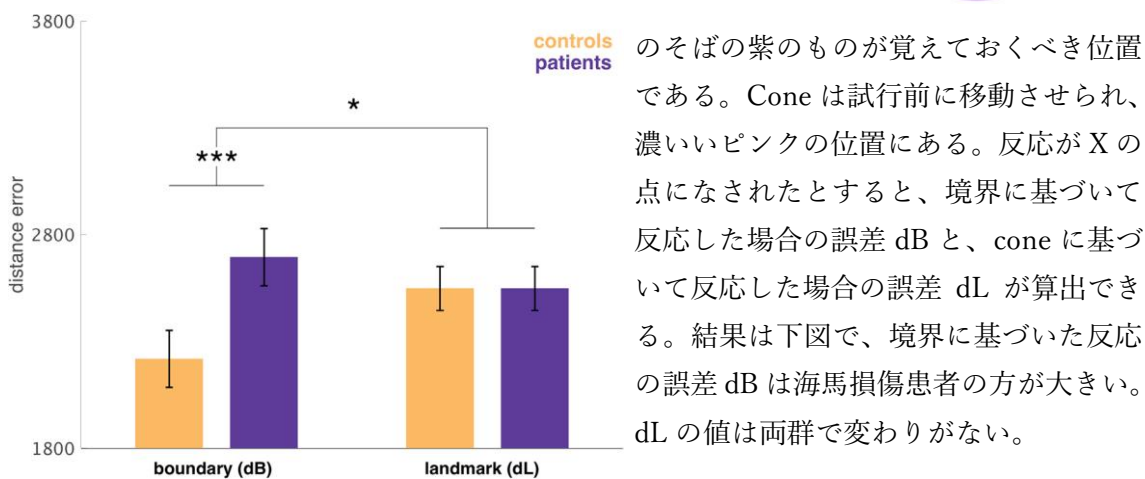
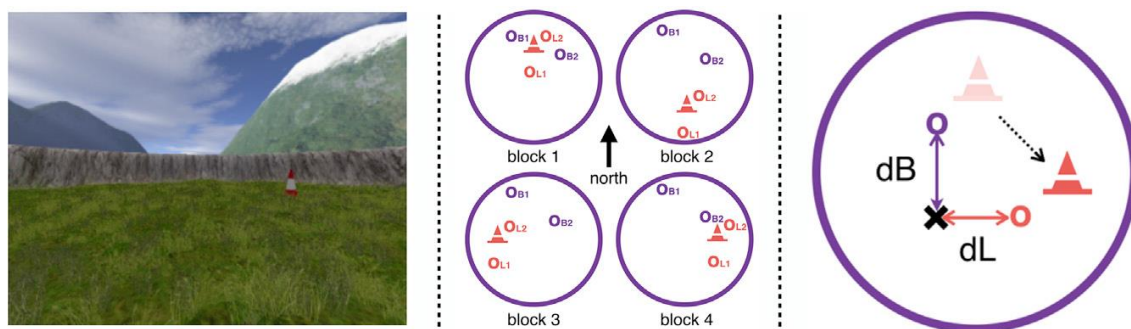


Vikbladh, O.M. et al. Hippocampal contributions to model-based planning and spatial memory. *Neuron*, 102:683-693, 2019.

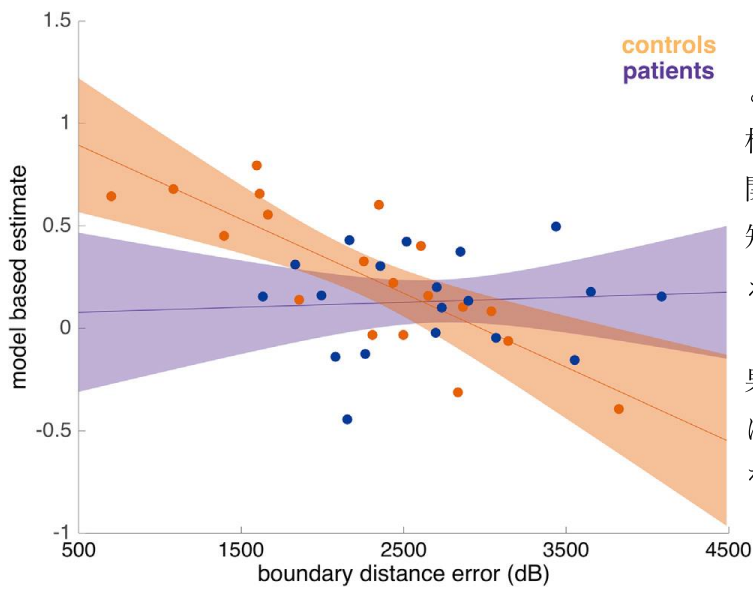
この論文は、model-based planning と空間記憶がともに関係し、海馬の機能であることを海馬の損傷患者と健常者で明らかにした。Model-based /-free planning については上図左の two-step Markov decision task で検討した（詳細は本文参照）。結果が上図右だが、患者は control とは逆に model-free のストラテジーを採用する傾向が強かった。



空間記憶は中図にある課題で検討した。円形の境界で囲まれた arena があり、その中の位置は周囲の風景が手がかりとなる（中図左）。4つのものがあるが、そのうちの2つ (O_{B1} , O_{B2}) は境界との位置関係は固定されている。また、arena には landmark (traffic cone) があり、残る2つのもの (O_{L1} , O_{L2}) は cone との位置関係が固定されている（中図中）。参加者はものの位置を記憶に基づいて反応する。中図右で説明すると、うすい cone



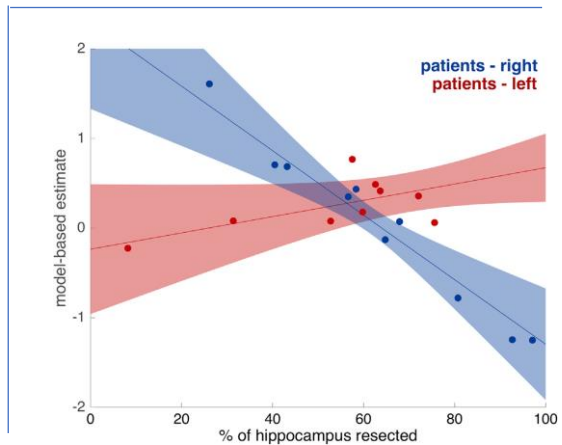
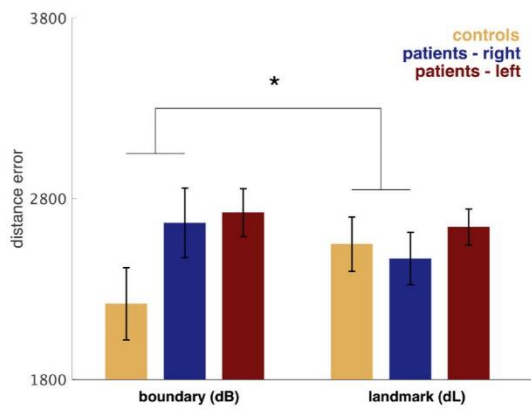
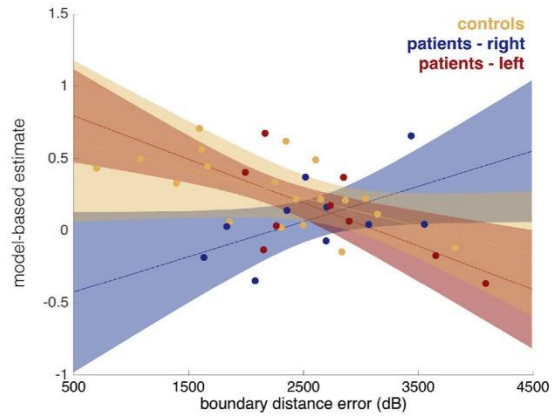
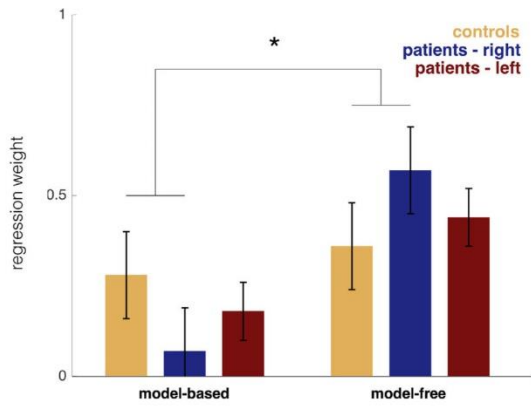
のそばの紫のものが覚えておくべき位置である。Cone は試行前に移動させられ、濃いピンクの位置にある。反応が X の点になされたとすると、境界に基づいて反応した場合の誤差 dB と、cone に基づいて反応した場合の誤差 dL が算出できる。結果は下図で、境界に基づいた反応の誤差 dB は海馬損傷患者の方が大きい。dL の値は両群で変わらない。



controls
patients

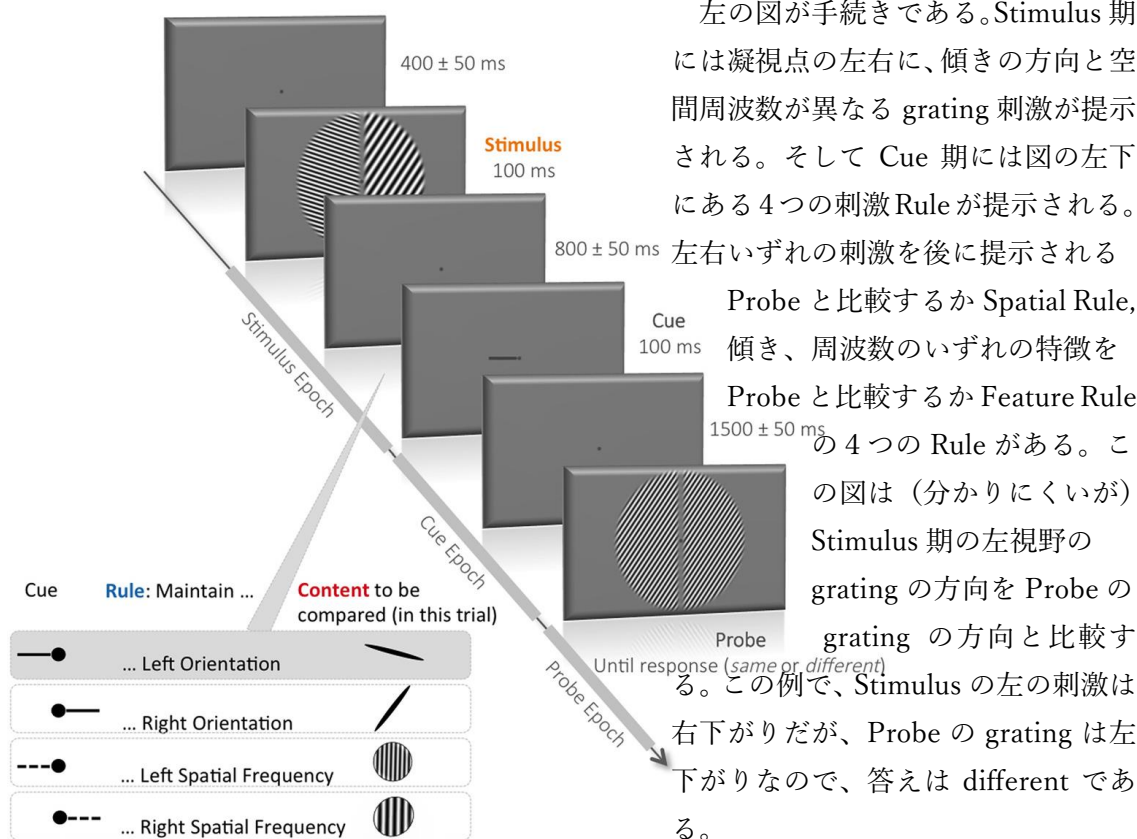
上図は model-based strategy と dB の関係で、健常者は負の相関、海馬損傷患者は両者が相関しないことを示す。両者は「認知地図」を共通に利用すると考えられる。

以下、省略するが、これらの結果（特に model-based strategy）は主に右海馬の損傷によることを示した(中図)。



Quentin, R. et al. Differential brain mechanisms of selection and maintenance of information during working memory. *J. Neurosci.*, 39:3728-3740, 2019.

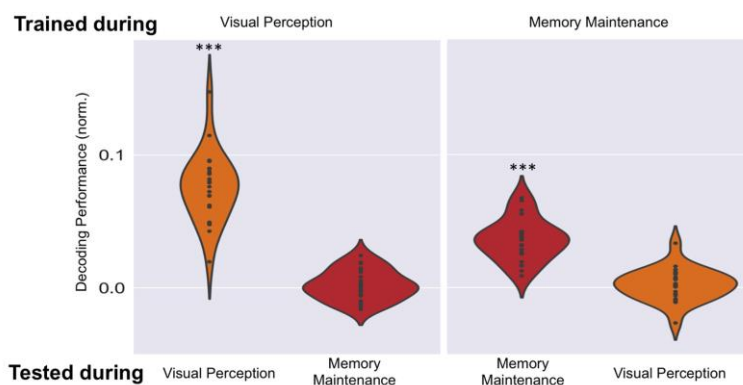
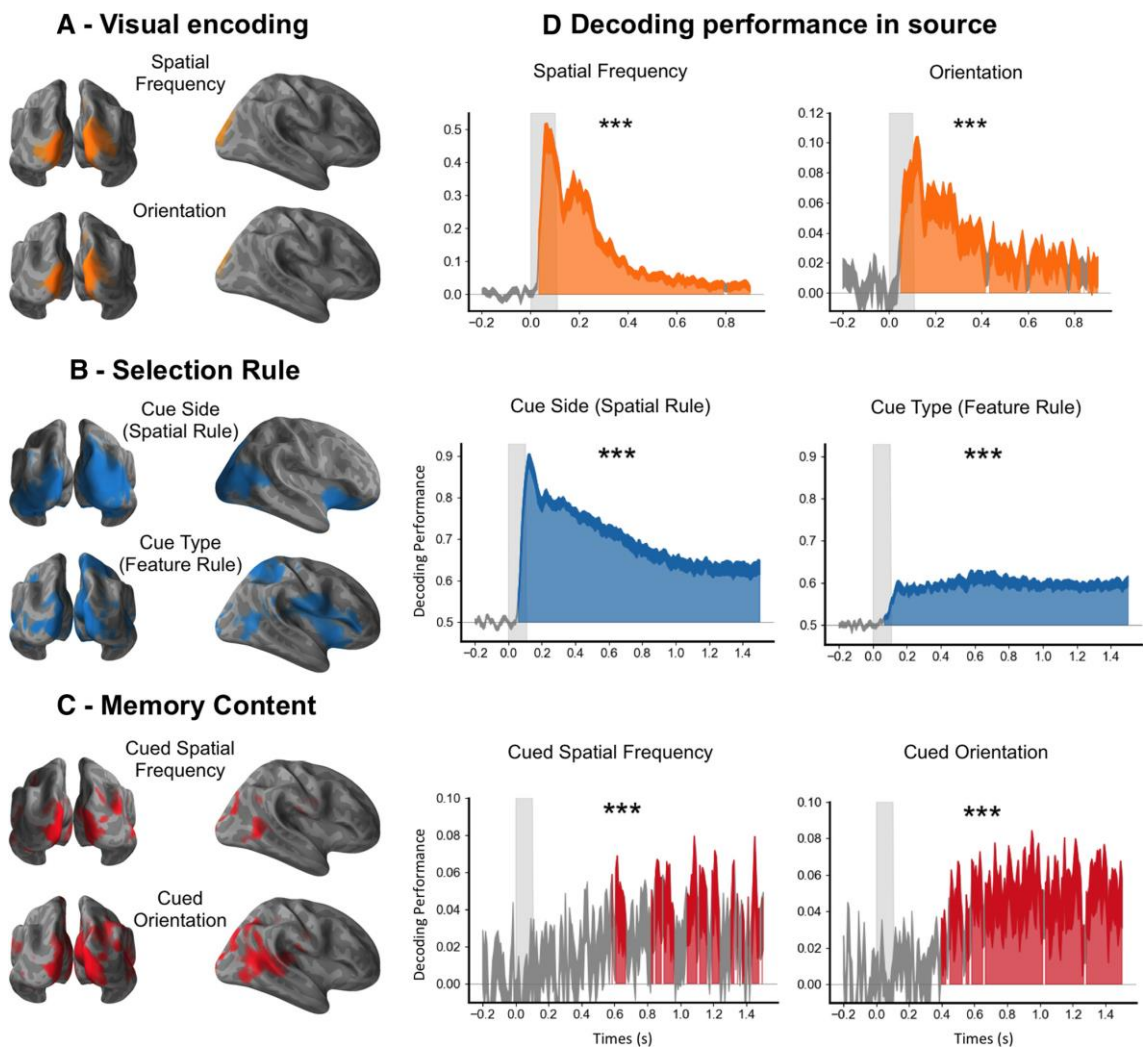
この論文は『入門』や『期待』で論じた、working memory, WM における認知制御機能とその content に関するものである。脳磁図 MEG を利用した点がこれまでの多くの fMRI 研究と異なるが、認知制御は前頭皮質を含む領域が、content は後方の感覚皮質を含む領域が関与するという枠組みが維持されたので、やや期待外れの感がある。Abstract に載っている点を中心に端折って、簡単に紹介する。



左の図が手続きである。Stimulus 期には凝視点の左右に、傾きの方向と空間周波数が異なる grating 刺激が提示される。そして Cue 期には図の左下にある 4 つの刺激 Rule が提示される。左右いずれの刺激を後に提示される Probe と比較するか Spatial Rule, 傾き、周波数のいずれの特徴を Probe と比較するか Feature Rule の 4 つの Rule がある。この図は (分かりにくい) が Stimulus 期の左視野の grating の方向を Probe の grating の方向と比較する。この例で、Stimulus の左の刺激は右下がりだが、Probe の grating は左下がりなので、答えは different である。

次ページの上図が source space MEG signal への decoding の結果である。上図 A は visual encoding 関連の脳領域の結果。上が空間周波数、下が傾きで、鳥距溝領域、楔部、外側後頭領域が刺激を encode した。上図 D は decoding の成績で、左右の結果の平均である。左が周波数、右が傾きの結果である。Decoding の初期のピークは周波数の方が早い。なお、傾きは Cue, Probe 期でも decoding が可能だった。上図 B は刺激 Rule の結果で、Spatial, Feature Rule とともに、腹側前頭前野、頭頂、後頭皮質が関係した。Decoding の成績は左が Spatial, 右が Feature Rule だが、decoding のパターンは Rule によって異なる。関連した領域を詳しく見ると、前者は両側の眼窩前頭部、島皮質、下頭頂小葉、右上頭頂皮質、側頭頭頂接合部で decode できた。後者は右眼窩前頭部、下前頭回、島皮質、両側の中心溝周辺、右上頭頂小葉、両側中側頭皮質、紡錘状回を含む両側の後頭領域で decode できた。なお、decoding は Cue から Probe 期まで可能だった。上図 C は memory

content の結果で、Cue 後 500 ms 辺りから持続的に decode できる。傾きは probe 期でも decode できた。領域は両側の後頭、下側頭、側頭頭頂、後側頭領域、左運動前野である。下図は Stimulus 期 (Visual Perception) と Cue 期 (Memory Maintenance) の刺激の特徴 (傾きと空間周波数) の cross decoding の結果である。Cross の条件で decoding はできな

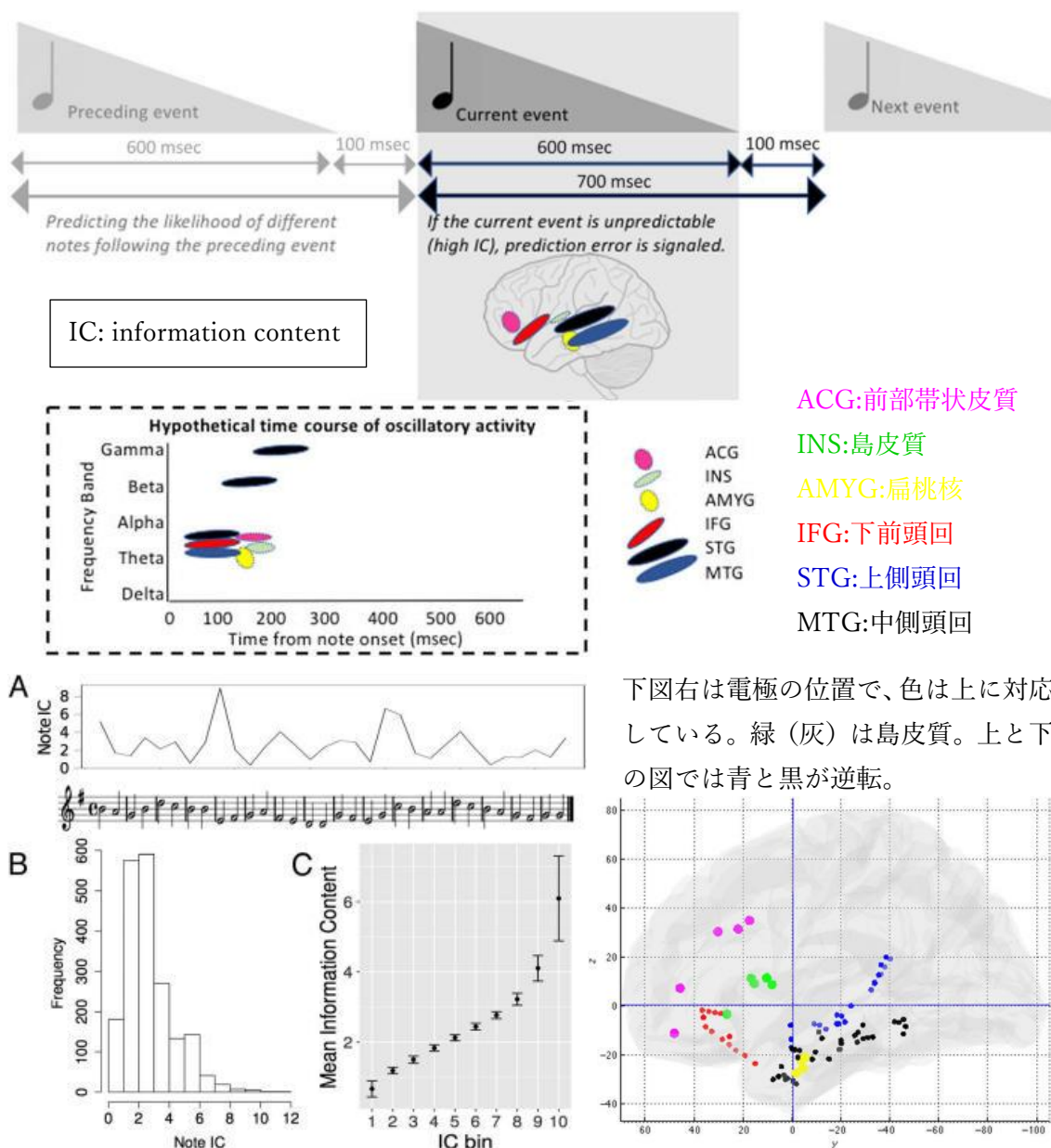


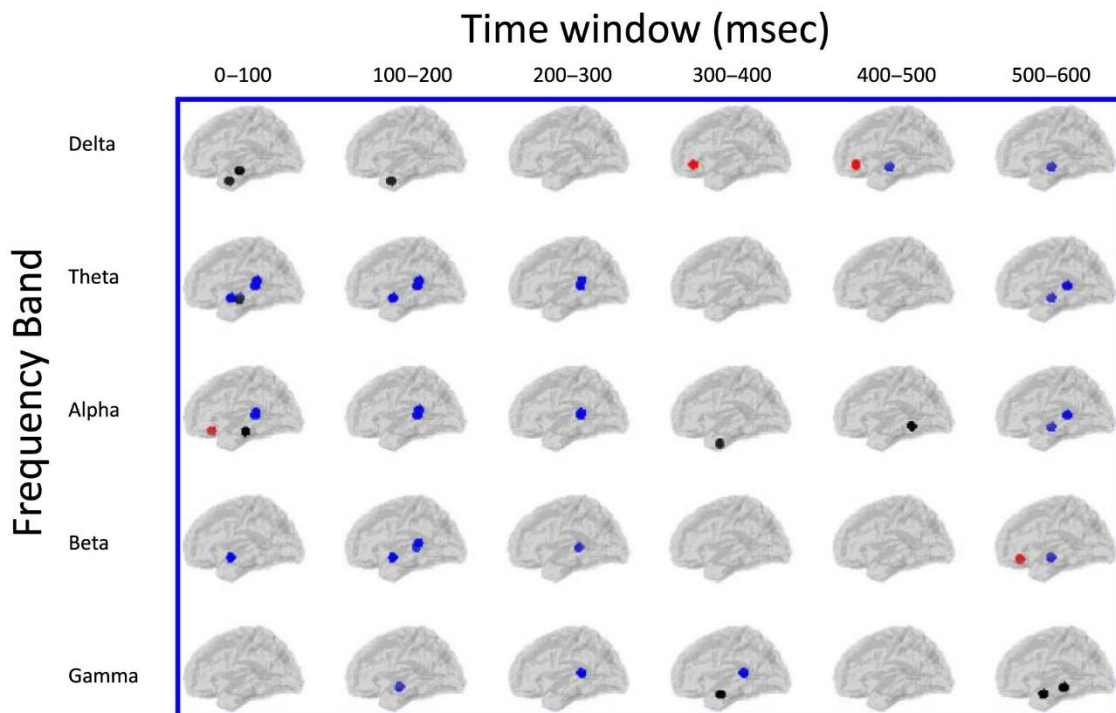
かった。この結果は、再活性化された memory content は encoding 時とは異なる format であることを意味した。

Predictive coding, PC と関連する論文

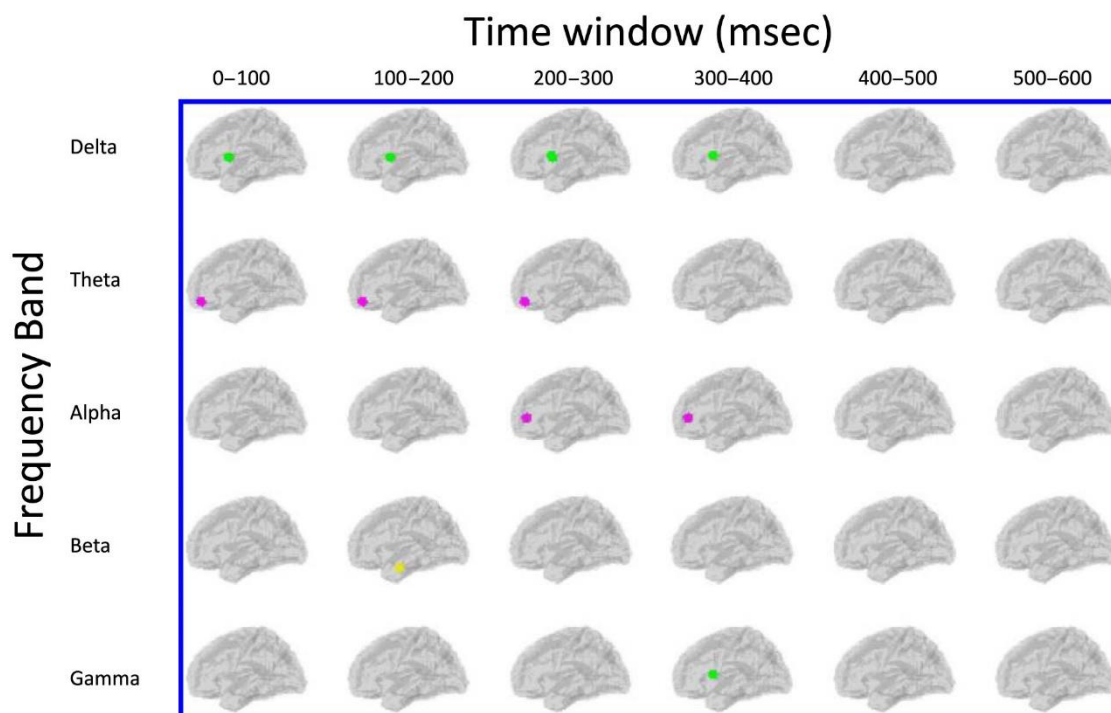
Omigie, D. et al. Intracranial recordings and computational modeling of music reveal the time course of prediction error signaling in frontal and temporal cortices. *J. Cognit. Neurosci.*, 31:855-873, 2019.

音楽における予測誤差 PE の脳内脳波の記録による研究。メロディの変化はある程度予測可能であり、その予測が外れると予測誤差が発生する（上図）。テンカン患者の脳内6か所から脳波を記録し、PE に対する応答を検討した。上図点線内が各周波数帯域の脳波の時間的変化の予想である。下図左 A の IC は Note が予測から外れる程度で、Prediction Error の大きさに対応する。下図左 B はその頻度、C は IC を 10 に分けた時の IC の平均値である。





STG:上側頭回、MTG:中側頭回、IFG:下前頭回



INS:島皮質、ACG:前部帯状皮質、AMYG:扁桃核

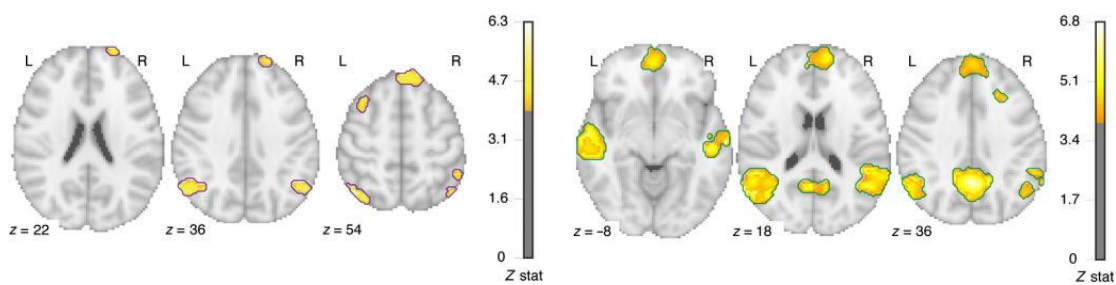
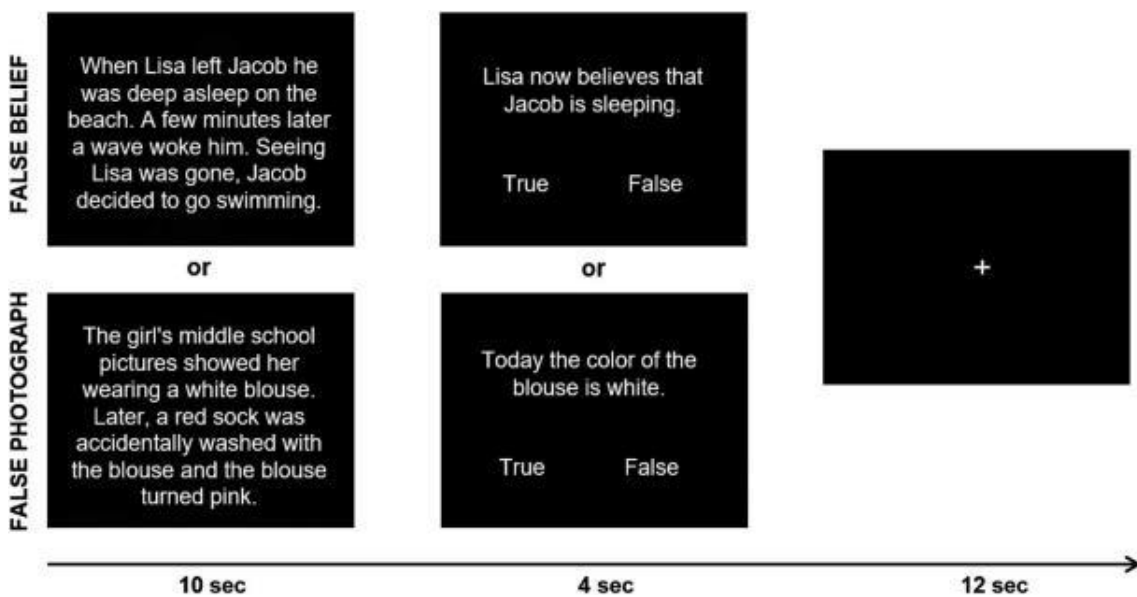
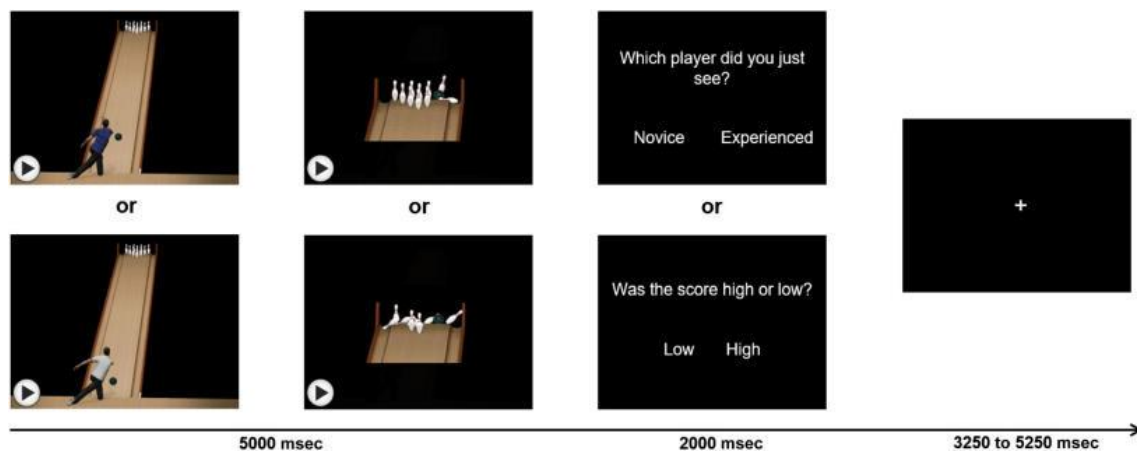
この論文は Figure 1 とそれ以外では脳領域と色の関係が異なった上に、結果の記述が広範囲で詳細（過ぎる）ので、論文のタイトル通りに、予測誤差に焦点を当てる。上図、下図は各時間帯、各周波数帯域で、IC（すなわち、予測誤差の程度）による modulation がみら

れた電極の位置である。上図は上側頭回、中側頭回、下前頭回（眼窩部）の結果で、聴覚的な系列の処理に関する領域、下図は島皮質、前部帯状皮質、扁桃核の結果で、amodal な salience detection や生理的な arousal に関する大脳辺縁系関連の領域である。右半球の結果は左半球に投影してある。

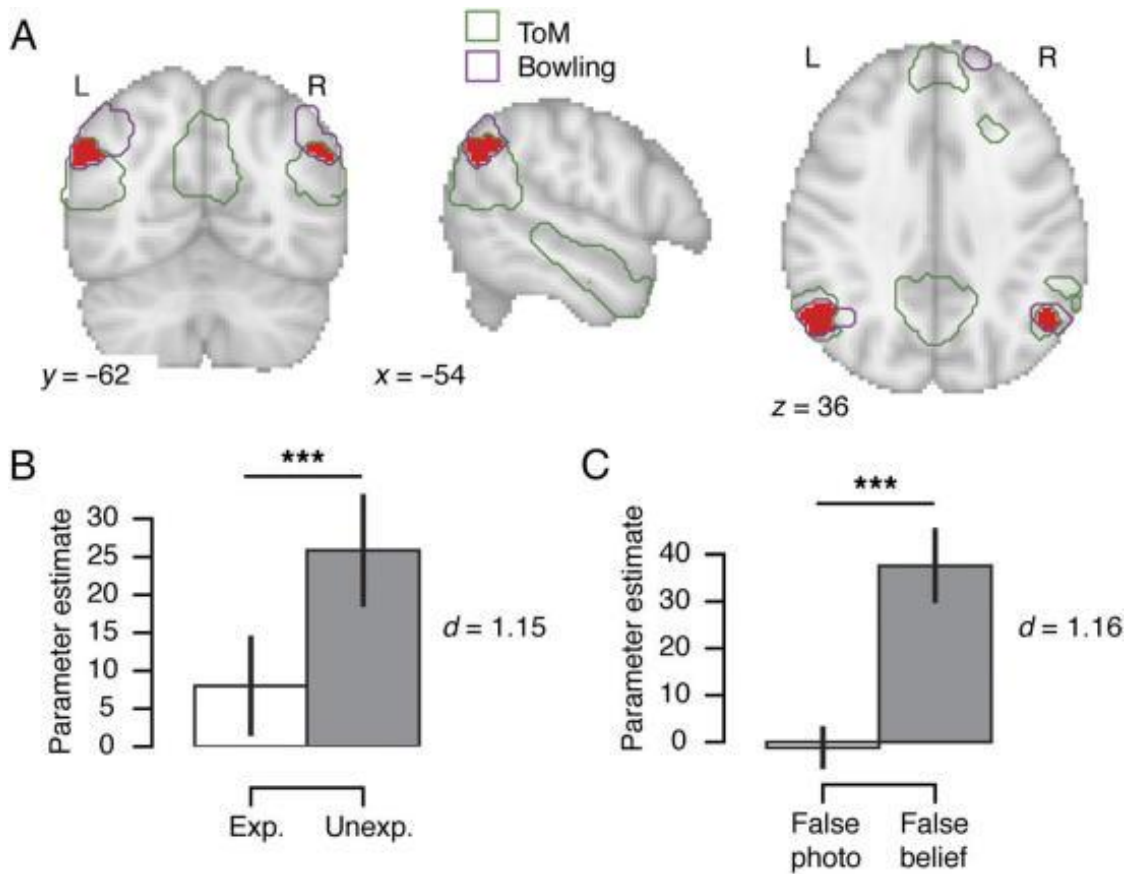
これまでの研究から予測誤差は高い周波数（ γ 帯域）の比較的遅い（約 200 ms 以後）変化に反映されると考えられた。予想に反して、IFG の眼窩部や扁桃核には予測誤差の活動変化はみられなかった。この条件を満たしたのは、STG, 右 MTG, 左 INS, それに ACG 腹側部（このデータは図に載っていない）だった。これらの領域が予測誤差に関係すると思われる。

Heil, L. et al. Processing of prediction errors in mentalizing areas. *J. Cognit. Neurosci.*, 31:900-912, 2019.

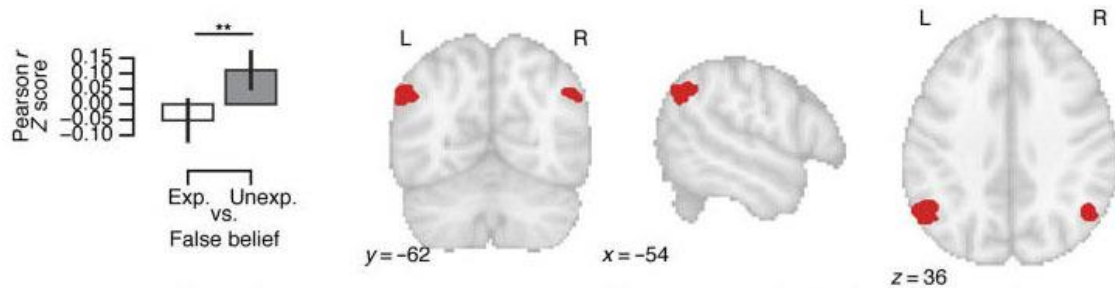
この論文は社会的な予測誤差による脳の活性が心の理論のそれと重なることを示した。簡単に紹介する。社会的な予測誤差はボーリングを達人と素人が行い、よい成績と悪い成績を見せることで作り出し（上図）、中図の心の理論課題は登場人物 Lisa の認識を推測する。コントロール課題は一種の物理課題である。



前ページ下図左はボーリング課題の予測誤差で活性のあった領域、下図右は心の理論課題で活性のあった領域である（側頭頭頂接合部、TPJを含む角回）。下の上図は心の理論のROI内で予測誤差への反応が大きかった領域が赤で示されている（上図A）。上図B、Cはそれぞれボーリング課題と心の理論課題の結果である。



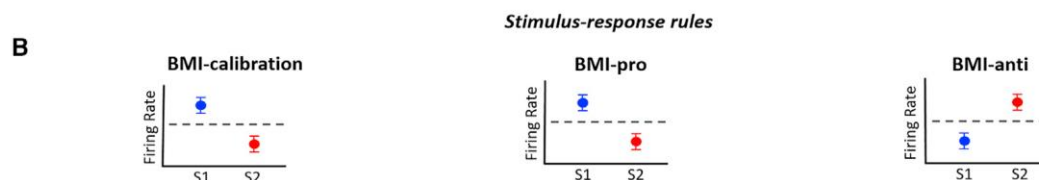
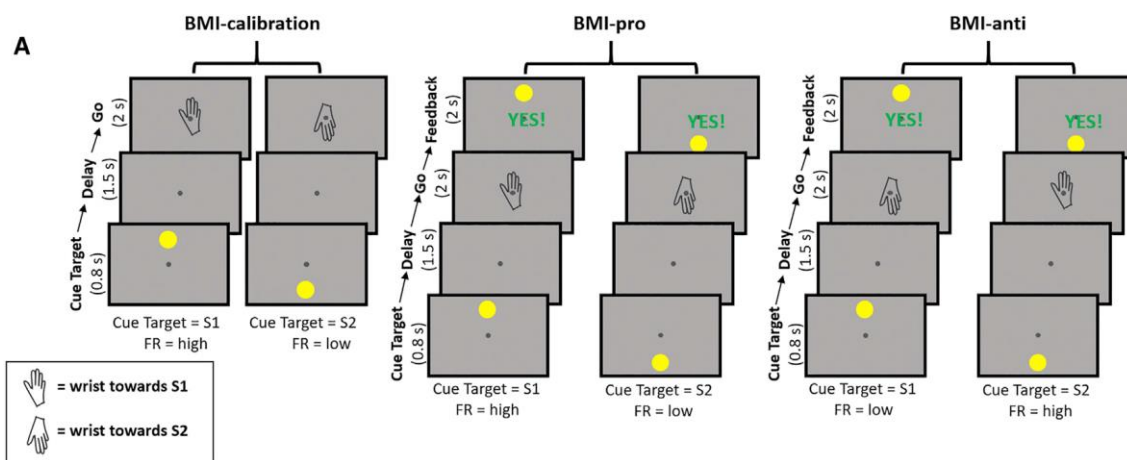
下図は同じTPJ領域で、こころの理論課題の False belief とボーリング課題の Exp と予測誤差 Unexp の活性の相関を検討した結果である。False belief と Unexp の間の相関が高い。省略するが、右下頭頂葉、左中側頭回で類似の結果がえられた。



Neurofeedback, NFB と関連する論文

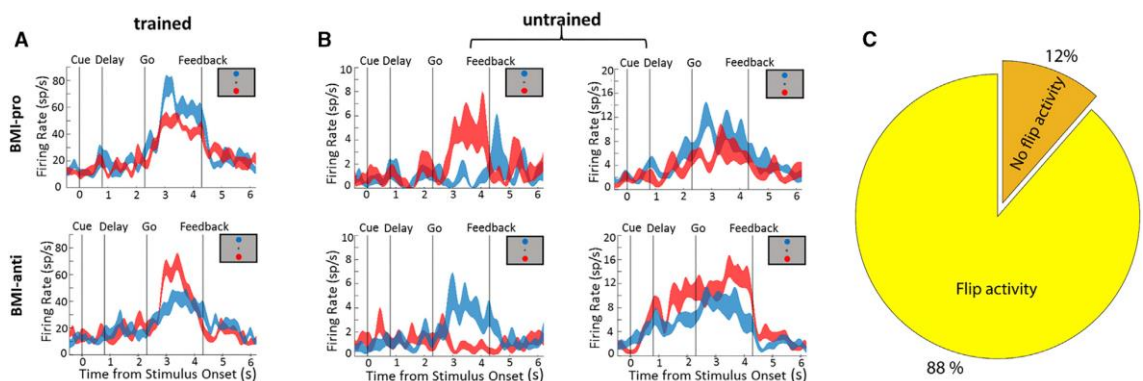
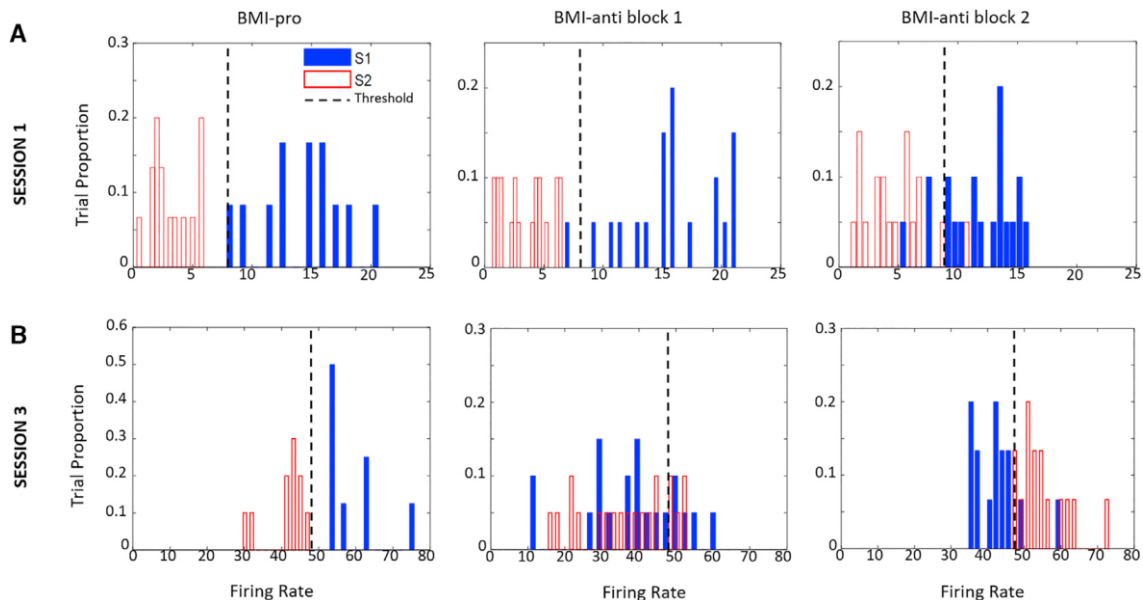
Sakellaridi, S. et al. Intrinsic variable learning for brain-machine interface control by human anterior intraparietal cortex. *Neuron*, 102:694-705, 2019.

この論文は brain-machine interface, BMI 事態で、四肢が麻痺したヒトの頭頂間溝の前部領域の皮質のニューロン活動で目標に到達させる訓練を行った。また、ニューロン活動のオペラント条件付けについての対立する 2 つの考え、individual-neuron mechanism と既存のネットワークの構造に制約される intrinsic-variable mechanism、の検討を行った。課題は BMI-calibration, -pro, -anti ではがある (図 A)。参加者は目標位置に wrist を到達させるよう努力することが求められた。目標は上下の黄色の円 Cue Target、手の方向が目標の位置を報せる (Go)。BMI-calibration では目標位置によって発射の異なるニューロンを見出し、その後の実験で使用する。BMI-pro は calibration と同じ手続きで、発射活動が決められた基準を超えた時に目標の Cue Target と feedback の YES! が提示された。BMI-anti では Cue Target と Go の方向が反対になるが、参加者は Go 刺激が指し示す方向へ wrist を動かすことが求められた。その他は BMI-pro と同じ手続きである。図 B は条件づけが成功した時の刺激—発射活動の関係 (Stimulus-response rule) の模式図で、運動の方向が上の時には発射を増加させ、下の時には減少させることが求められた。

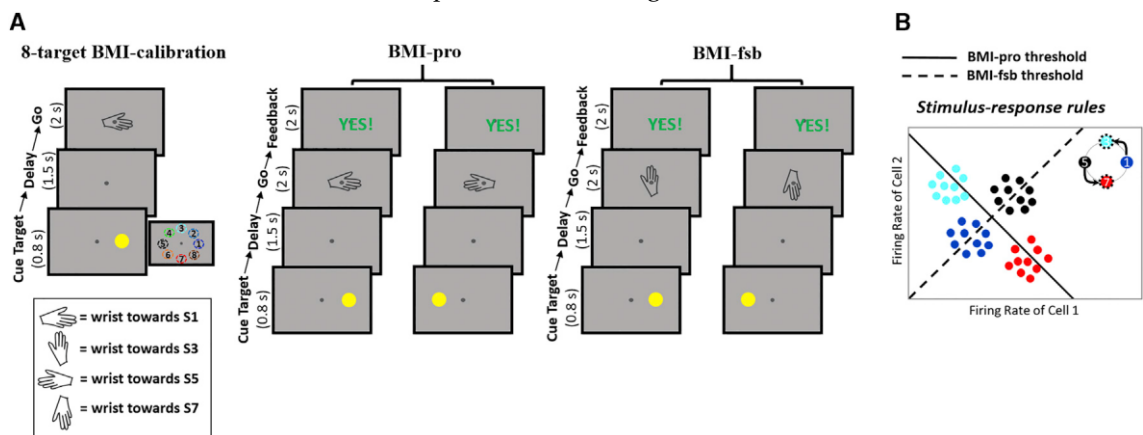


次ページ上図が 2 つのニューロンの結果で、BMI-pro (図 A, B 左) では目標位置によって発射活動が異なる。BMI-anti (図 A, B 中、右) では、図 A のニューロンは SESSION 1 で発射活動の逆転 flip はみられないが、訓練が進み SESSION 3 の図 B のニューロンでは逆転した。次ページ中図は条件づけを行ったニューロン (図 A trained) と untrained の 2

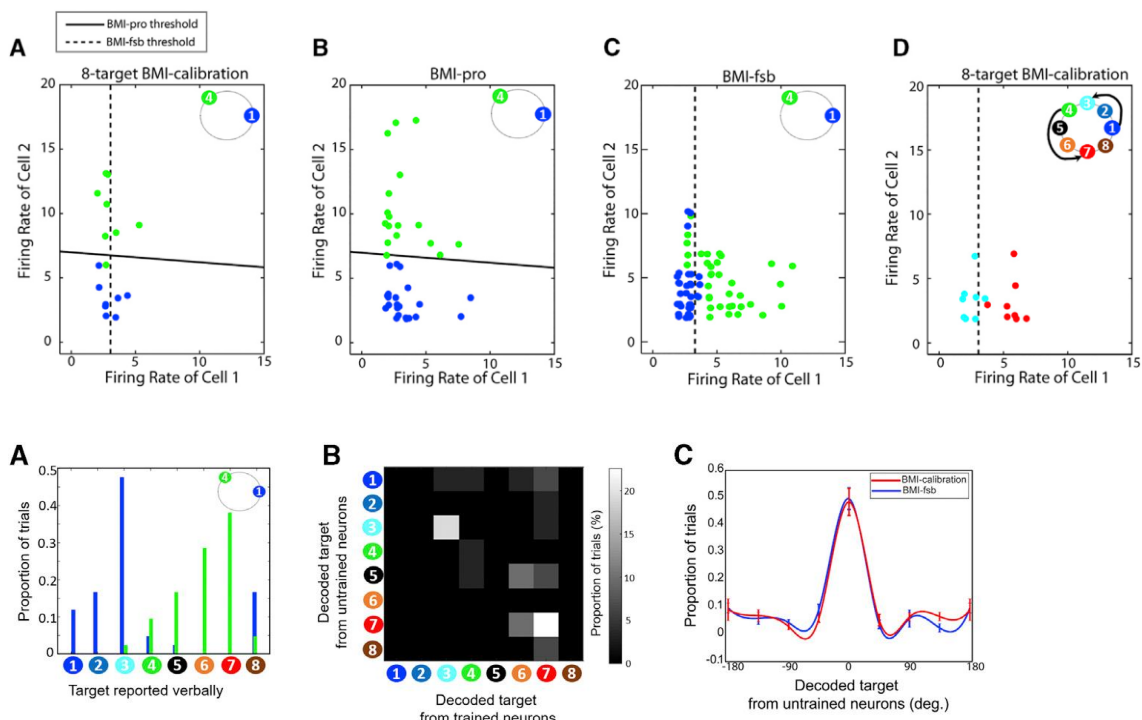
つのニューロン (図 B) の結果で、訓練を行っていないのに、BMI-anti で活動の flip がみられた。そのようなニューロンは全体の 88 % だった (図 C)。これは学習が individual-neuron でなく、intrinsic-variable mechanism によることを示唆する。



下図 A は 2 つのニューロンで、目標を 8 方向にした実験。この例では右 (S1, 青)、上 (S3, 水色)、左 (S5, 黒)、下 (S7, 赤) を利用。課題は BMI-calibration, BMI-pro, BMI-fsb (feasible) の 3 つである。BMI-pro では Cue Target と Go は S1、あるいは S5 を指示



し、S1 には cell 1, 2 共に発射を下げ、S5 には cell 1, 2 共に発射を上げることが求められた。BMI-fsb では、Cue Target は S1、Go は S3 を指し示し、または Cue Target は S5、Go は S7 を指示した。前者では cell 1 は低活動、cell 2 は発射を高めることが求められ、後者では cell 1 は発射を高め、cell 2 は発射を抑えることが求められた。前ページ下図 B に Stimulus-response rule があり、横軸は cell 1、縦軸は cell 2 の発射率である。実線は BMI-pro の、点線は BMI-fsb の閾値である。



実際の例が上図で、BMI-pro では Cue Target, Go とともに S1 (青)、S4 (黄緑) を示し、cell 2 は S1 で発射を低下、S4 で発射を増加させた (上図 B)。BMI-fsb では Cue Target は S1, Go は S3 を、また、Cue Target は S4, Go は S7 を指示した。その結果、cell 1 は S1 で発射を低下させ、S4 で発射を増加させた。Cell 2 は S1 で発射を低下させた (上図 C)。上図 D はこれらの cell の S3 への発射 (水色) と S7 への発射で (すなわち、Go が指示した刺激)、上図 C と同じ結果になっている。下図 A は上図と同じ条件で、参加者が wrist を伸ばしたと報告した位置で、S1 では S3, S4 では S7 が多い。下図 B は x 軸が訓練した cells から decode した位置、y 軸が訓練していない cells から decode した位置の関係で、S3 と S7 の比率が高くなっている。下図 C は BMI-fsb で、訓練していない cell で decode した位置 (赤) と訓練した cell の位置 (青) が一致した時の角度を 0 とした場合の、他の角度の試行数の比率である。いずれにせよ、訓練されていない cell の反応が、訓練したそれと一致することは intrinsic-variable mechanism が学習のもとにあることを示した。

Feasible (fsb) とは参加者が課題解決のストラテジーを持ち得ることを意味する。それができない unfeasible (ufsb) な条件で cell はどう振舞うかを検討した。この条件では individual-neuron mechanism の参加が期待される。もし、訓練で有効な発射パターンが生

成できなければ、AIP の神経細胞は課題解決に新しい、任意の発射パターンを生成できないこと、課題解決には既に存在する神経ネットワークに束縛されることを意味する。下の図がこの点を検討した結果である。図 A は calibration の結果で、Cell1, Cell 2 が 8 つの刺激位置にどのような発射を示したかが示してある。BMI-pro threshold (黒実線) から S2 (空色) と S7 (赤) を選択した。図 B は calibration で BMI-nfsb threshold の左 (赤)、右 (空色) にあった割合である。申し訳ないが、手続きがよく理解できていない。

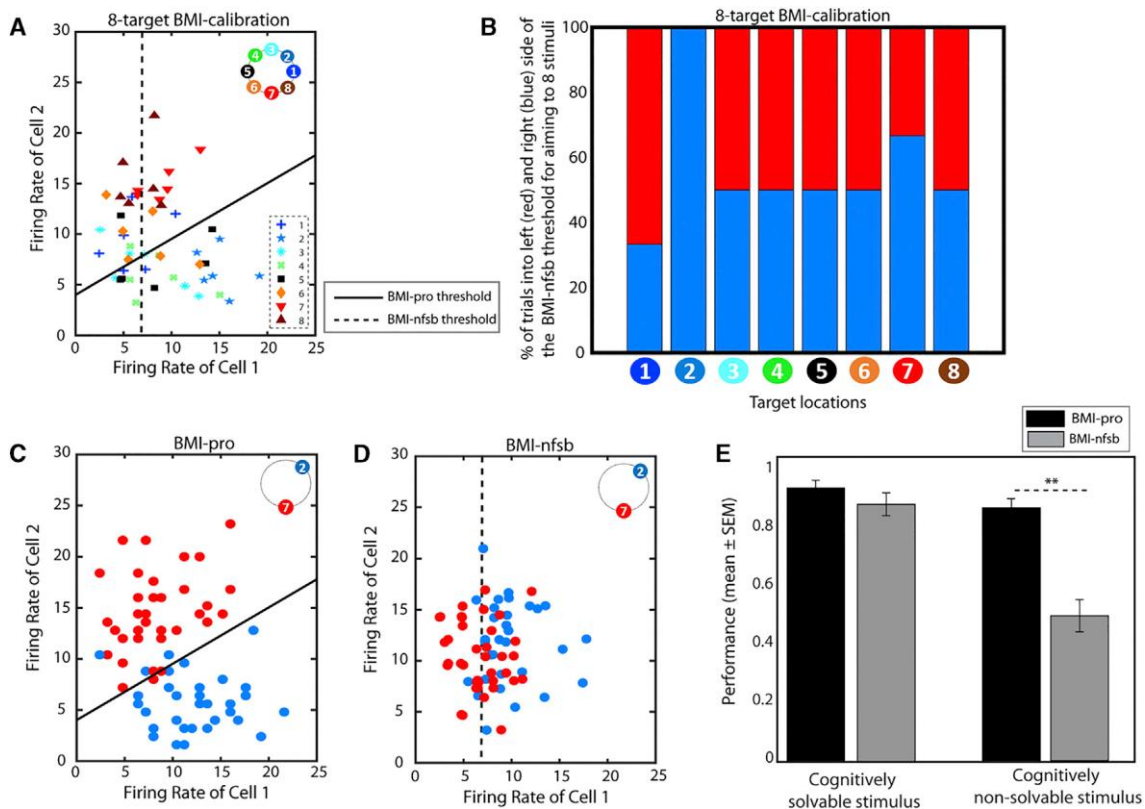


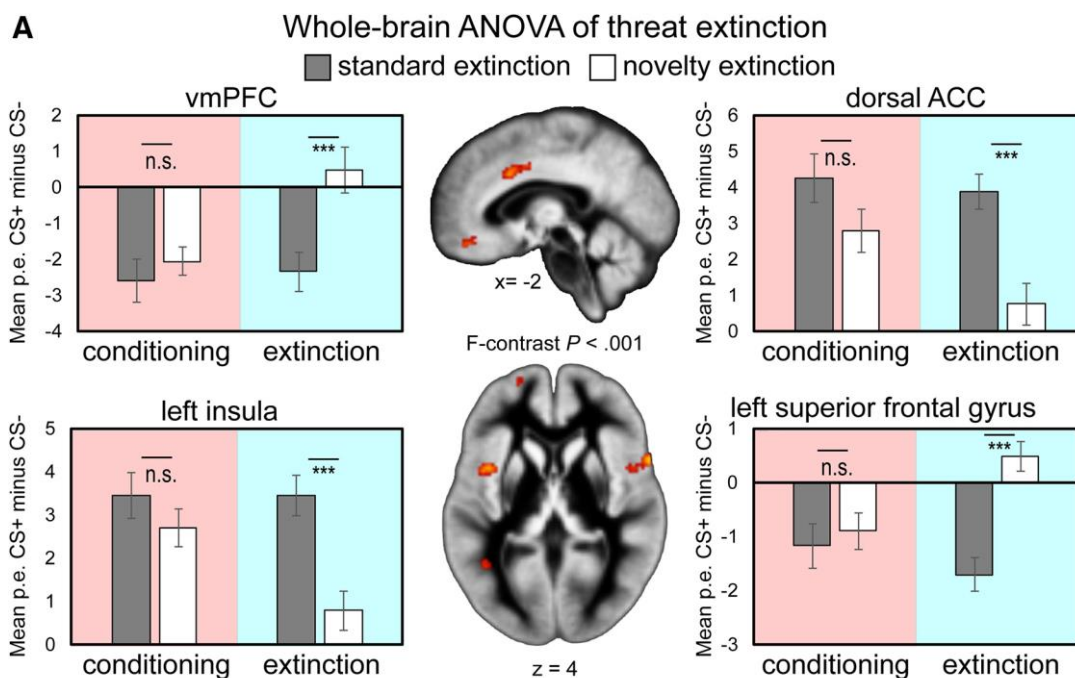
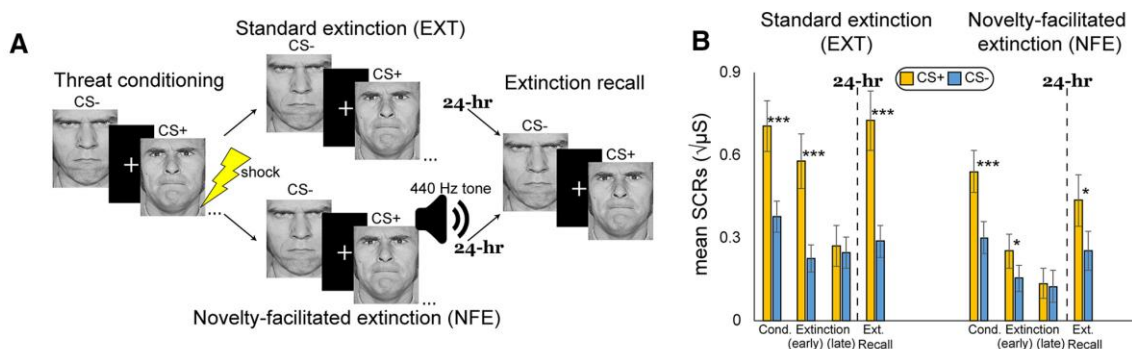
図 C は BMI-pro 課題の結果で、2 つの cell は S2 には threshold の下、S7 には上の発射活動をみせたが、図 D の BMI-nfsb 課題では S2 には適切に発射を示したが、S7 には適切な発射をすることができていない。図 E は認知的に解決可能な strategy がない時には、成績が 50% に低下することを示し、individual-neuron mechanism でなく、intrinsic-variable mechanism の重要性を確認した。

有害刺激を用いた主にヒトの研究

このところ、『期待』では恐怖など有害刺激を用いた研究を紹介しているが、古い論文が多い。ここでは新しい有害刺激を用いた実験（主に消去）を紹介する。

Dunsmoor, J.E. et al. Role of human ventromedial prefrontal cortex in learning and recall of enhanced extinction. *J. Neurosci.*, 39:3264-3276, 2019.

ここでいう enhanced extinction (Novelty-facilitated extinction, NFE)は、消去において US を除去し、その代わりに別の刺激（この実験では 440 Hz の音）を付加することをいう。手続きは上図 A に、SCR の結果が上図 B にあるが、一般に NFE の方が消去の効果が大きい。論文では NFE の脳画像とモデルが問題にされたが、ここでは脳画像の結果を述べる。実験は獲得と 2 種類の消去 (EXT, NFE)、24 時間後の Extinction recall がある。

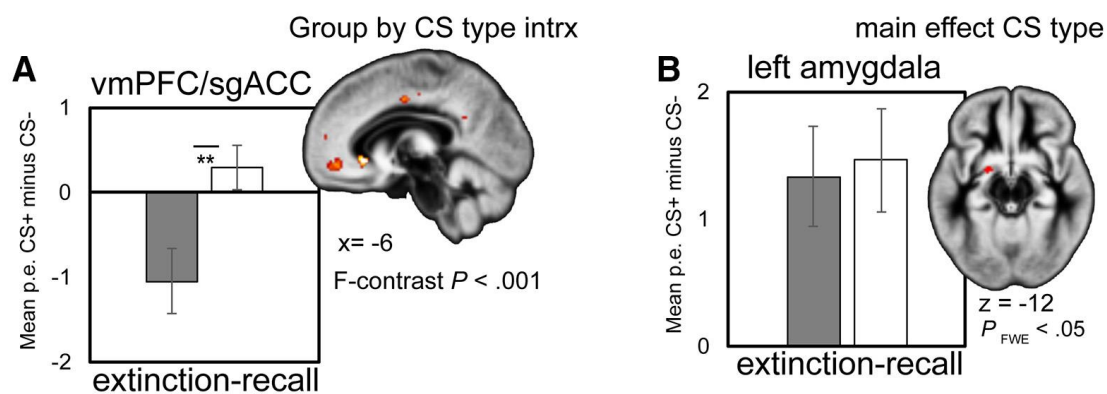


下図 A は獲得と 2 種類の消去時の脳活性 (CS+ - CS-) で、腹内側前頭前野 vmPFC,

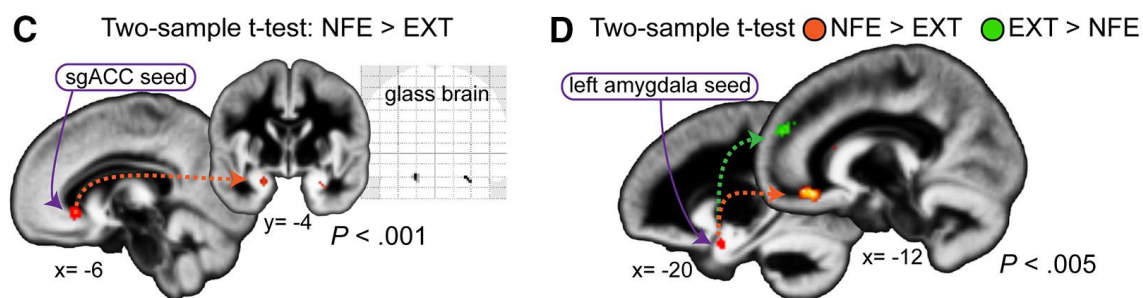
背側前部帯状皮質 dACC, 左島皮質 Ins, 左上前頭回 SFG の結果である。獲得時には差がないが、消去時には恐怖の抑制に関係する vmPFC, SFG では NFE>通常の EXT だが（この場合、通常の消去での CS+への deactivation が強い）、恐怖の appraisal や表出に関係する dACC, Ins では NFE<通常の EXT だった。

下の図は 24 時間後の Extinction recall の結果である。図 A の vmPFC/膝下 sgACC では通常の EXT で CS+への deactivation が強い。図 B の左扁桃核では EXT も NFE も同じ活性を示した。図 C, D は Extinction recall 時の PPI による機能結合の分析である。sgACC を seed とすると両側の扁桃核の間に NFE>EXT の結合がみられ（図 C）、図 D の左扁桃核の seed では、vmPFC との結合は NFE>EXT, dACC との結合は EXT>NFE だった。

Whole-brain ANOVA of 24-hour extinction recall



Psychophysiological interaction (PPI) during 24-hour extinction-recall



これらの結果は、NFE の操作は消去に vmPFC を関与させ、持続する長期の消去の記憶を形成させた。計算論のモデルについては論文を参照ください。『期待』との関係でいうと、獲得後様々な時間で NFE 操作を行うことはどのような結果を持つのだろうか。

今の特集、総説、メタ分析など（応用的なものは下で）

Current Opinion in Neurobiology, vol. 55, 2019.

Machine learning, big data, and neuroscience と題する特集。

Brain and Language, 193:1-84, 2019.

脳とテンカンに関する特集号。

Kopec, A.M. et al. (2019) Trend. Neurosci., 42:337-348.

Neuro-immune mechanisms regulating social behavior: Dopamine as mediator? と題する総説。

Sreenivasan, K.K. & D'Esposito, M. (2019) Nat. Rev. Neurosci., May, 15.

The what, where and how of delay activity と題する総説。

Dijkstra, N. et al. (2019) Trend. Cognit. Sci., 23:423-434.

視知覚とイメージ生成の共通の神経メカニズムについての総説。

Castro, D.C. & Bruchas, M.R. (2019) Neuron, 102:529-552.

側坐核の shell の解剖学的、機能的多様性についての総説。

Park, H.-D. & Blanke, O. (2019) Trend. Cognit. Sci., 23:377-388.

Coupling inner and outer body for self-consciousness と題する総説。

Owen, A.M. (2019) Neuron, 1102:526-528.

The search for consciousness と題する短い総説。

Kiverstein, J. et al. (2019) Trend. Cognit. Sci., 23:369-372.

強迫性障害は self-confidence の病理か？とする短い総説。

Soto, D. et al. (2019) Trend. Cognit. Sci., 42:372-376.

Unconscious processing のための新しい枠組み。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, 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, 運動皮質 MCx, 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, 視覚皮質 VCx, 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, 初期後部負電位 EPN, 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

Kong, R. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:2533-2551.

Multi-session hierarchical Bayesian model を rs-fMRI に適用し、個人に特有な network topography を求め、それが個人の認知、性格、情動を予測するのに有効だった。

Shany, O. et al. (2019) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 14459-470-410.

音楽的な surprise は音楽に対する快の valence を高め、NAcc の活性を上げ、NAcc と ACx の FC を強めた。音楽に快を感じる傾向が強いほどこの傾向は顕著だった。

Doelling, K.B. et al. (2019) *PNAS*, 116:10113-10121.

音楽のリズミックな構造への ACx の同調は segmentation や prediction に関係すると思われるが、oscillator でなく誘発反応とする説がある。実験の結果 oscillator 説を支持した。

Stacchi, L. et al. (2019) *J. Neurosci.*, 39:4113-4123.

顔のどの特徴を sampling するかは個人で異なるが、その際の脳波はある顔の領域を最も長く注視している時に大きな反応を示した。それゆえ、顔の知覚処理と脳波は ideosyncratic.

Bourguignon, N.J. & Gracco, V.L. (2019) *Neuroimage*, 192:26-37.

言語系と一般的な認知制御 (WM) 系の関係を検討。言語系は語の想起など認知制御の働きをし、WM 系は言語系と共同して言語 WM の情報の維持を行う。2つを分けるより協働。

訓練と認知制御、自己統制

Linhartová, P. et al. (2019) *Neuroimage*, 193:75-92.

情動制御についての neurofeedback の総説。

Sakellaridi, S. et al. (2019) *Neuron*, 102:694-705.

Brain-Machine-Interface の状況で、ヒトの頭頂間溝領域前部のニューロンは error を補償するように活動を変化。新しい活動パターンが必要なときは error を補正できず。別に紹介。

Simmonite, M. & Polk, T.A. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:808-820.

認知訓練（知覚的な意思決定課題）で 5 つの課題関連 network が明らかになったが、そのうちの motor network は課題に独立した（般性の）WM の改善に寄与していた。

Miller, L. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:2331-2338.

個人的な spiritual experience と neutral-relaxing experience を比較すると IPL 活性の低下が、stress cue との比較では mTH, CAUD の活性が低下した。これら領域の機能を考察。

意思決定、報酬

Botvinick, M. et al. (2019) *Trend. Cognit. Sci.*, 23:408-422.

Reinforcement learning, fast and slow と題する総説。

Mas-Herrero, E, et al. (2019) *Neuroimage*, 193:67-74.

階層的な強化学習 HRL では sub-goal と pseud-reward prediction error, PRPE を仮定する。参加者は実際の報酬と関係しない高い PRPE を偏好し、それは STR の活性に反映。

Liu, J. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:2076-2088.

リサイクル品に値段をつけるときに、前の持ち主の道徳性が低いと値段は低下したが、それには尾状核の活性と尾状核-vmPFC の effective connectivity の増加が関係した。

Carroll, T.J. et al. (2019) *J. Neurosci.*, 39:3906-3920.

運動の感覚 feedback の攪乱に対する反応は低次で、素早く、非随意的だが、高次の value-based の意思決定の影響を受けた。

Pelletier, G. & Fellows, L.K. (2019) *J. Neurosci.*, 39:4124-4132.

人工的 3 次元物体の要素の組合せで価値が決まる configural 条件と、独立した要素の和で価値が決まる elemental 条件で、vmPFC の損傷で前者の価値判断が障害を受けた。

Westbrook, A. et al. (2019) J. Neurosci., 39:3934-3947.

努力についての主観的価値の cost は vmPFC と vSTR を含む domain-general な network に encode され、選択を予測するが、reward sensitivity などの影響を受けた。

Mandali, A. et al. (2018) Brain, 142:1471-1482.

意思決定が困難で不確実な状況では、健常者は evidence を蓄積せず walk away 的に反応する。OCD の患者はこの状況には慎重に対応するが、成績は健常者以下、等の結果。

社会認知神経科学

Liu, J. et al. (2019) Neuroimage, 193:93-102.

授業の有効性については、prior knowledge と教師-生徒の interaction が重要だが、後者について NIRS で両者の脳活性の同時記録を行い、左 PFC の活性の同期が重要だった。

Heil, L. et al. (2019) J. Cognit. Neurosci., 31:900-912.

ボーリングの達人と初心者が予測とは異なる成績を示したとき（予測誤差）に社会-認知関連の領域に活性がみられ、これは ToM 課題での活性と overlap した。fMRI. 別に紹介。

Pletti, C. et al. (2019) Soc. Cognit. Affect. Neurosci., 14:435-445.

Moral self と pro-, anti-social な行動観察時の脳波の研究。Moral self が implicit に高い人は prosocial 行動への EPN は小さく、explicit に高いと N2 が小さかった。

Gaesser, B. et al. (2019) Soc. Cognit. Affect. Neurosci., 14:397-410.

他者を助ける prosocial な行動はそのようなエピソードをイメージし、想起することで促進される。それには MTL, 右 TPJ が関与するが、後者を TMS で乱しても同じ結果だった。

発達・加齢、親子関係

Hedderich, D.M. et al. (2019) Brain, 142:1255-1269.

妊娠 32 週齢前、1500g 以下で生まれた早産児だった 27y の参加者で、脳の gyrification の異常は認知能力の低下に関係。Gyrification は prematurity 効果の予知や治療に役立つ。

Girault, J.B. et al. (2019) Neuroimage, 192:145-155.

誕生時の WMat の connectome で 2 歳児の認知能力を予測することができた。前頭葉内の結合、前頭葉と他の領域との結合が classification に重要だった。

van 't Veer, et al. (2019) Soc. Cognit. Affect. Neurosci., 14:447-457.

危険な状態にいる我が子/他人の子への、子供が生まれる前、生まれた後の父親の脳の反応を検討。AMYG や運動野で活性があったが、自他、誕生前後で異なっていた。

Slater, D.A. et al. (2019) Hum. Brain Mapp., 40:2252-2268.

7-84y の参加者で DTI と DWI, multiparameter mapping を組み合わせて白質線維の加齢変化を検討。線維が成熟の peak に達するのは計測値、線維で大きく異なった等の結果。

Bardouille, T. et al. (2019) Neuroimage, 193:25-34.

18-88y の参加者で運動関連の MEG 反応を計測。加齢で peak β rebound の周波数、振幅が減少、peak β 抑制の振幅が増加、 γ burst の振幅が減少、MEP peak の振幅が増加した。

James, T. et al. (2019) J. Cognit. Neurosci., 31:837-854.

23y, 67y の参加者で context で職業—ものの対を記銘、対と source/context の再認。若者で aPFC, MTL の活性が対と source の再認に、aPFC はこれらと context の統合に役立つ。

情動、不安、性格、個人差

Dunsmoor, J.E. et al. (2019) J. Neurosci., 39:3264-3276.

脅威を新しい outcome に置き換えることは通常の消去より有効だが、それには vmPFC の関与があった。上で詳しく紹介する。

Owens, M.M. et al. (2019) Soc. Cognit. Affect. Neurosci., 14:381-395.

5 因子性格特性と皮質表面の morphometry との関係を検討した研究の再確認。両研究を合わせて 1104 名の大規模な調査。

Iordan, A.D. et al. (2019) Cereb. Cortex, 29:2607-2623.

自伝的記憶の想起による WM への情動的妨害は、その記憶の非情動的な側面に注意を集中させると、妨害が減少したが、PFC 実行系、記憶関連の側頭頭頂系、FPN の活性増加。

Ziegler, G. et al. (2019) Nat. Neurosci., May 13, 2019.

青年期から成人への移行では精神障害の危険が増すが、強迫性と衝動性は前頭線条体領域の髄鞘化の発達に関係していた。強迫性は dm-, dlPFC, 衝動性は l-, mPFC が関係した。

Feng, C. et al. (2019) Soc. Cognit. Affect. Neurosci., 14:353-365.

Loneliness は dlPFC, OFC, vmPFC, CAUD, 扁桃核, TCx など、前頭、辺縁系、側頭皮質内およびこれら領域間の rsFC で予測ができた。

Mwilambwe-Tshilobo, L. et al. (2019) Soc. Cognit. Affect. Neurosci., 14:423-433.

Loneliness は DMN, FPN, 注意、知覚 network 間の dense, less modular な rsFC が関係し、life meaning は DMN と辺縁系 network 間の強く、more modular な rsFC と関係、等。

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

Finkel, S. et al. (2019) Hum. Brain Mapp., 40:2174-2187.

右 S1 の喉頭領域（声帯がある）に間欠的 iTBS を与え、pitch-matching singing task への効果を検討。聴覚 feedback がマスクされた条件で iTBS は成績を向上させた。

Fassnidge, C. et al. (2019) J. Cognit. Neurosci., 31:922-935.

視覚による聴覚の誘発 vEAR の機序を側頭、後頭への tACS で検討。vEAR は両領域間の抑制の減少、協調の増加によるが、 α 帯域 tACS は cross-activation を抑制、 γ 帯域は促進。

自閉症スペクトラム障がい ASD

Libero, L.E. et al. (2019) Cereb. Cortex, 29:2575-2587.

3y と 5y 時に ASD の local gyrification index, LGI を計測した。多くの脳領域で TD とは異なる LGI の変化（主に増加）、多様な neurophenotype がみられた。

Kohli, J.S. et al. (2019) Cereb. Cortex, 29:2412-2423.

7y-19y の ASD で LGI を計測した。ASD>TD の LGI が頭頂、側頭、前頭でみられたが、TD より急速に年齢と共に減少した。その他、皮質の厚さ、表面積も検討。

Kojima, M. et al. (2019) Cereb. Cortex, 29:2524-2532.

成人の高機能 ASD は PCC と楔前部の容量が低下していた（それは PCC の皮質の厚さと楔前部の表面積の低下による）が、PCC の皮質の厚さは paternal age と負の相関を示した。

注意欠陥多動障がい ADHD

今月は見かけなかった。

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

Gibson, E. et al. (2019) *Trend. Cognit. Sci.*, 23:389-407.

How efficiency shapes human language と題する総説。

Tagarelli, K.M. et al. (2019) *Neuroimage*, 193:178-200.

成人の語彙や文法の学習の神経解剖学的なメタ分析。

Montefinese, M. (2019) *J. Neurophysiol.*, 121:1585-1587.

具象語と抽象語の意味表象の neural evidence についての短い総説。

Anderson, A.J. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:2396-2411.

文中で語がいろいろな文法的位置 (主語/動詞/目的語) にある時に、脳の意味の encode を fMRI で検討。文法に関係なく左側頭、下頭頂、上/下前頭が意味表象の共通要素を encode。

White, A.L. et al. (2019) *PNAS*, 116:10087-10096.

左右視野に短時間同時提示された 2 語の一方のみ認知される bottle-neck 現象を VWFA の fMRI で検討。VWFA の後方では両単語を並列的に処理し、前方で converge し、一方に。

Vonk, J.M.J. et al. (2019) *Cerb. Cortex*, 29:2694-2700.

約 74y の高齢者で、皮質の厚さと letter/category fluency の関係を検討。Letter flu. は前頭、category は前頭、側頭-頭頂皮質が関係。下前頭では後-背側が letter, 前-腹が category.

Qi, Z. et al. (2019) *Neuroimage*, 192:76-87.

英語話者の Mandarin speech の学習時には、Mandarin に対する右 IFG の強い活性が、保持には右 IFG の活性低下と右 IFG-左 IFG, 右 IFG-左 SPL の rsFC が関係していた。

den Ouden, D.-B. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:2153-2173.

失語の形態的統語的側面の障害は左 IFG の損傷によるが、動詞の項構造生成の障害は左 pSTG や角回、側頭-前頭の腹側経路の損傷が関係。この経路は文の理解や生成に関係。

感覚運動障がい、その他

Hullfish, J. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:2241-2251.

耳鳴りの症状は NAcc の FC が関係した (耳鳴りの発生源と考えられる PHC も)。また、前頭線条体の FC が耳鳴りの急性から慢性への移行に関係した。

Huber, E. et al. (2019) PNAS, 116:10081-10086.

Early blind の人は（後に視力を回復しても）の middle temporal complex, hMT+ は動く音に反応するが、その音の周波数にも反応した。Stationary な音では反応なし。