

今月の認知神経科学：論文紹介

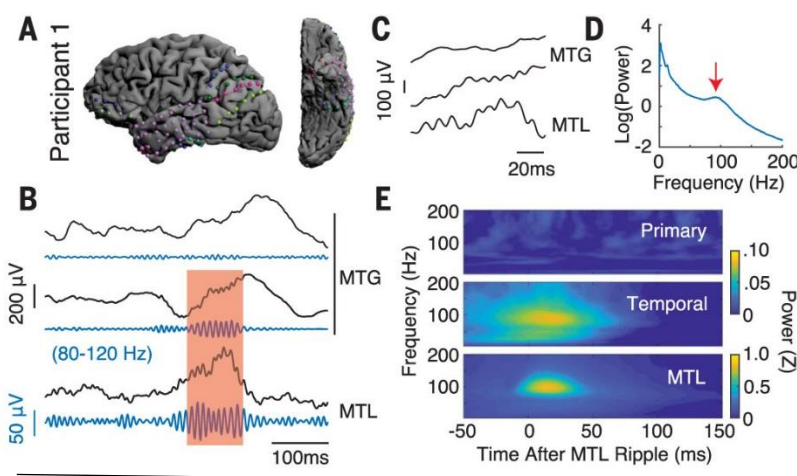
2019年4月

認知神経科学の進歩

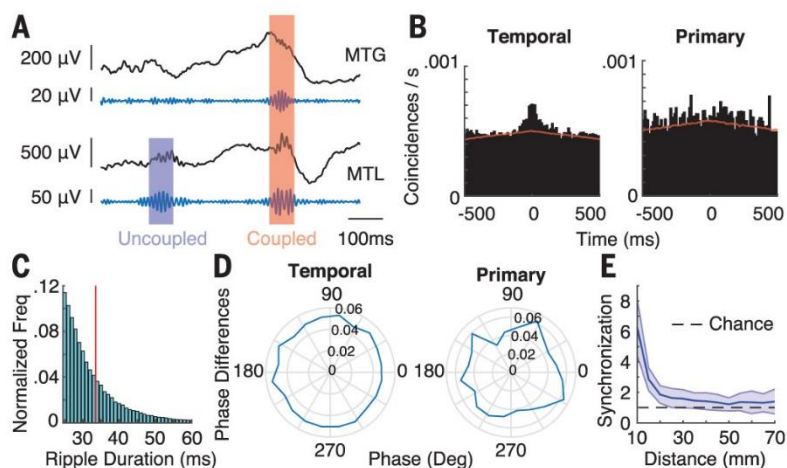
Vaz, A.P. et al. Coupled ripple oscillations between the medial temporal lobe and neocortex retrieve human memory.

『入門』の第4章「記憶」では主にげっ歯類の ripple と記憶の関係について紹介した。記憶の転送と固定に関して、海馬と皮質の interaction についても紹介した。この論文はヒトの内側側頭葉と側頭連合野で同期的に生起する ripple (coupled ripple) をテンカン患者の脳内、硬膜下の電極で記録し、それが言語記憶の正しい想起に関係すること、記憶された項目の神経表象の回復（再活性）に関係することを明らかにした。

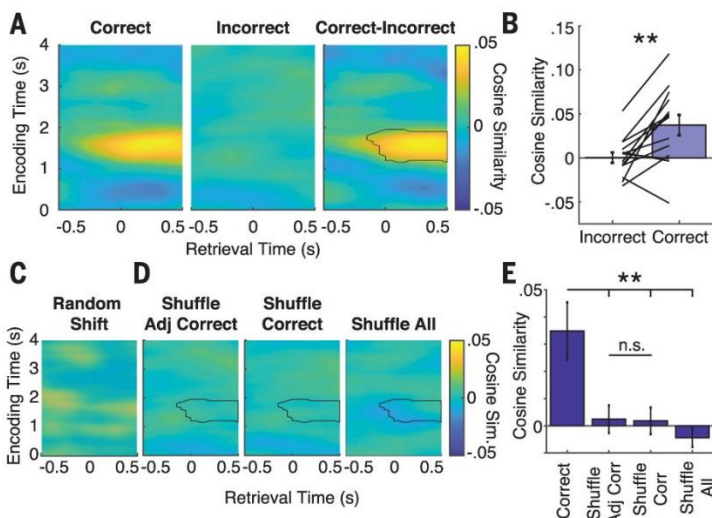
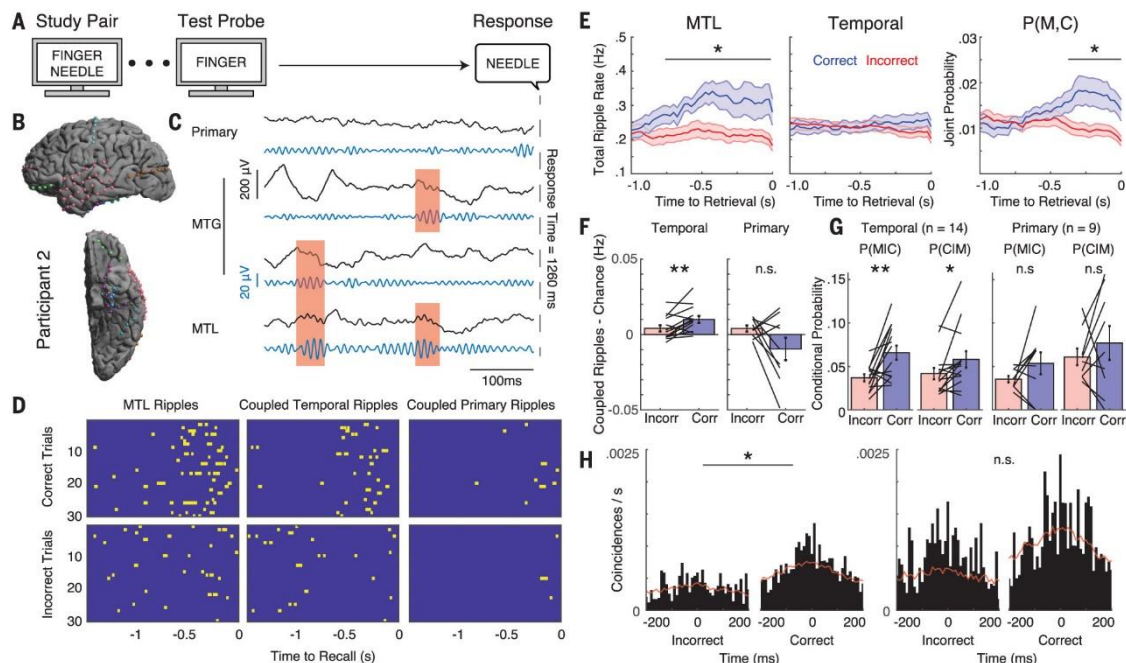
まず、coupled ripple の説明が下の二つの図にある。上図 A は電極の位置だが、小さくて分からない。図 B は中側頭回 MTG と内側側頭葉 MTL から記録した脳波で、ripple band (80-120 Hz) でフィルターしたものがその下のトレースである。色のついた時間帯に



Coupled ripple がみられる。図 D は MTL の脳波の周波数分析の結果で矢印が ripple. 図 E は時間-周波数の分析だが、一次の運動・体性感覚野 Primary には同期的な ripple はみられない。下図 A は MTL の ripple が MTG と couple した場合 (赤) としない場合 (青) の例。図 B は MTL と皮質の ripple の相互相関で、Temporal では同期的に起こる傾向があるが、一次野ではそれはない。図 C, D は Temporal の ripple の duration, MTL と皮質の ripple の位相関係である。



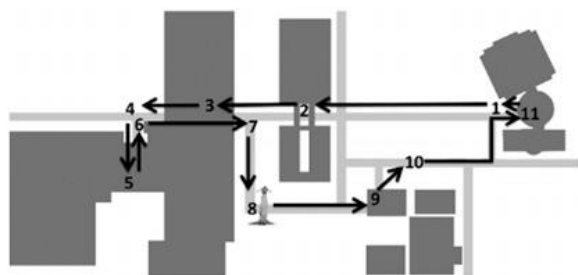
上図 A が手続きで、単語の対連合が提示され、想起のテストでは対の一方を提示し、他方を答えさせた。図 B は電極の位置。図 C-H が結果である。図 C は MTG, MTL の coupled ripple (赤い帯) で、Primary ではみられていない。図 D は上が正反応、下が誤反応時の coupled ripple で、左から MTL ripple, 側頭皮質の coupled ripple, Primary の coupled ripple. MTL-側頭皮質で正反応の前に coupled ripple がみられた。図 E は全 ripple 率で、青が正反応、赤が誤反応。左から MTL, 側頭皮質、MTL を基準とした MTL と側頭皮質の同時確率 $P(M,C)$ 。図 F の x 軸は coupled ripple からチャンスレベルの coupling を引いた値で、側頭皮質で正誤の差がみられた。図 G は条件性確率の結果で、側頭皮質では MTL, 皮質のいずれを基準にしても正誤の差がみられたが、Primary では差がない。図 H は側頭皮質 (左) と Primary (右) の正反応、誤反応での相互相関の結果で、側頭皮質では正誤の差がみられた。下図は側頭皮質の coupled ripple が記銘時の記憶表象を再活性



reinstatement していることを示す。これは正解の試行でのみみられる。Cosine Similarity は記銘時と想起時のベクトルの類似度をあらわし、図 A, B にあるように正解で類似度が高い。図 C は coupled ripple の時間的位置をランダムに移動、図 D, E は前後の正反応試行、全正反応試行、全試行を Shuffle すると類似度、reinstatement が低下した。

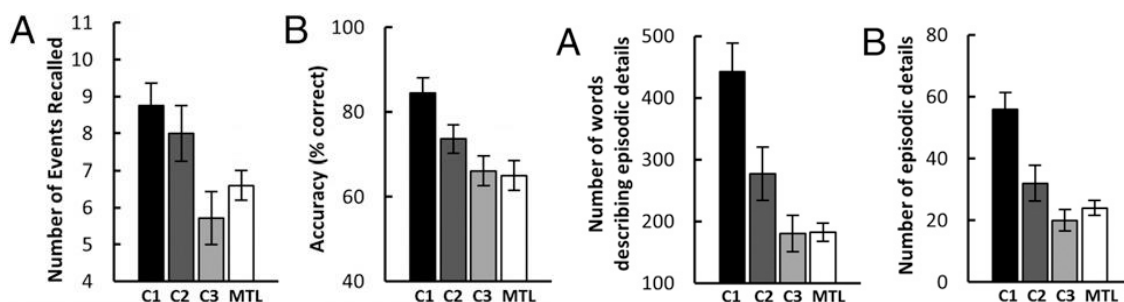
Heyworth, N.C. & Squire, L.R. The nature of recollection across months and years and after medial temporal lobe damage. PNAS, 116:4619-4624, 2019.

『入門』では内側側頭葉 MTL 損傷でエピソード記憶に障害が出ることを述べた。この論文は、MTL 損傷患者の直後のエピソード記憶の特徴を、健常者の同じ記憶の直後 C1, 一か月後 C2, 2.6 年後 C3 と比較することで明らかにした。エピソード記憶は、上図にあるように、25 分のガイド付きの散歩の 11 ヶ所で起きるエピソードに関するものである。例

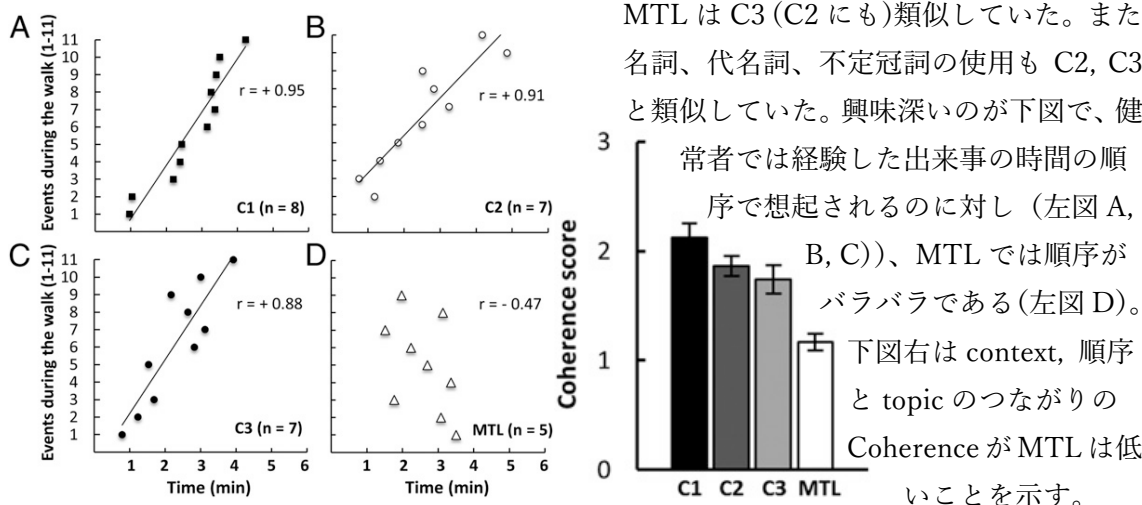


えば、1 ではカップを捨てる、3 では肖像画を眺める、5 では図書館で本を見つける、7 では自転車に鍵をかける、9 ではバナナを買う、11 では噴水式の飲み口から水を飲む、などである。

中図は結果で、左図 A, B はそれぞれ思い出した事象の数とその正確さである。



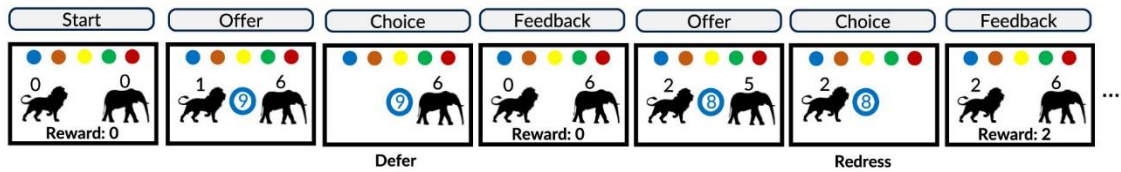
中図の右図 A, B はそれぞれエピソードの詳細を語るのに用いた語数、エピソードの詳細の数である。これらの図で分かることは、MTL の記憶が弱まった C3 (C2 にも) に類似していること。この後は参加者が報告する言語の分析が行われ、語の頻度、具体性に関して、



MTL は C3 (C2 にも) 類似していた。また名詞、代名詞、不定冠詞の使用も C2, C3 と類似していた。興味深いのが下図で、健常者では経験した出来事の時間の順序で想起されるのに対し (左図 A, B, C)、MTL では順序がバラバラである (左図 D)。下図右は context, 順序と topic のつながりの Coherence が MTL は低いことを示す。

Juechems, K. et al. A network for computing value equilibrium in the human medial prefrontal cortex. *Neuron*, 101:977-987, 2019.

『入門』を書いた時、意思決定の領域は研究が盛んで、それをまとめるのは難しい状況だった。この論文は仮想の動物園で、ライオンとゾウの数を管理する状況で、選択のいろいろな側面に関わる脳領域を明らかにした。基本的な結果のみ簡単に紹介する。上図に課題がある。Offerがあり、ライオン/ゾウの頭数が示される。選んだ結果がFeedbackされる。少ない頭数に対応して報酬が与えられる。下図Aに現在の頭数、Offerの頭数、3つの重要な変数が例示されている。例1はゾウ、例2,3はライオンを選択。ReceiptはOffer

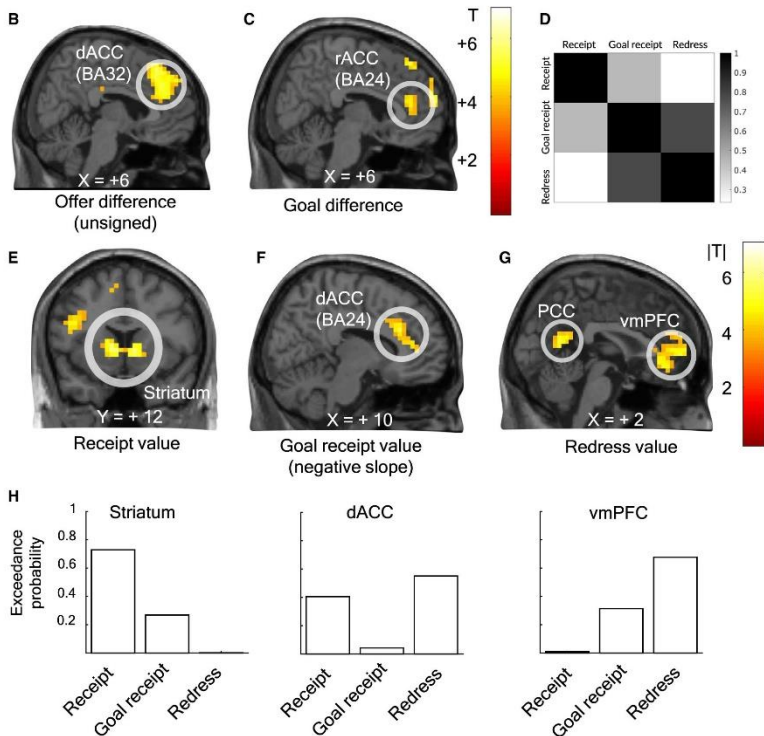


	Current assets	Current offer	Choice:
Example 1			
Example 2			
Example 3			

	Receipt	Goal receipt	Redress
Example 1	6	0	0
Example 2	6	6	2
Example 3	4	4	4

の頭数、Goal receipt は選択の頭数、Redress は現在の動物の不均衡の是正数。fMRIで課題時の脳活性を記録。

下図 B, C は Offer 時の脳活性で、背側前部帯状皮質 dACC は Offer の差、吻側 rACC は動物の頭数の差と関係する。図 D は 3 つの変数の相関マトリックス。図 E, F, G は選択時の脳活性で、線条体が Receipt に関係し、dACC (BA24) が Goal receipt と負に相関し、腹内側前頭前野 vmPFC と後部帯状皮質 PCC が Redress に関係した。図 H の詳細は本文を参照願いたいですが、上記 3 つの Value のモデルを 3 つの脳領域に当てはめた結果で、dACC は Offer、Redress、選択の結果の動物の頭数などの情報を統合する hub と考えられた。



Predictive coding, PC と関連する論文

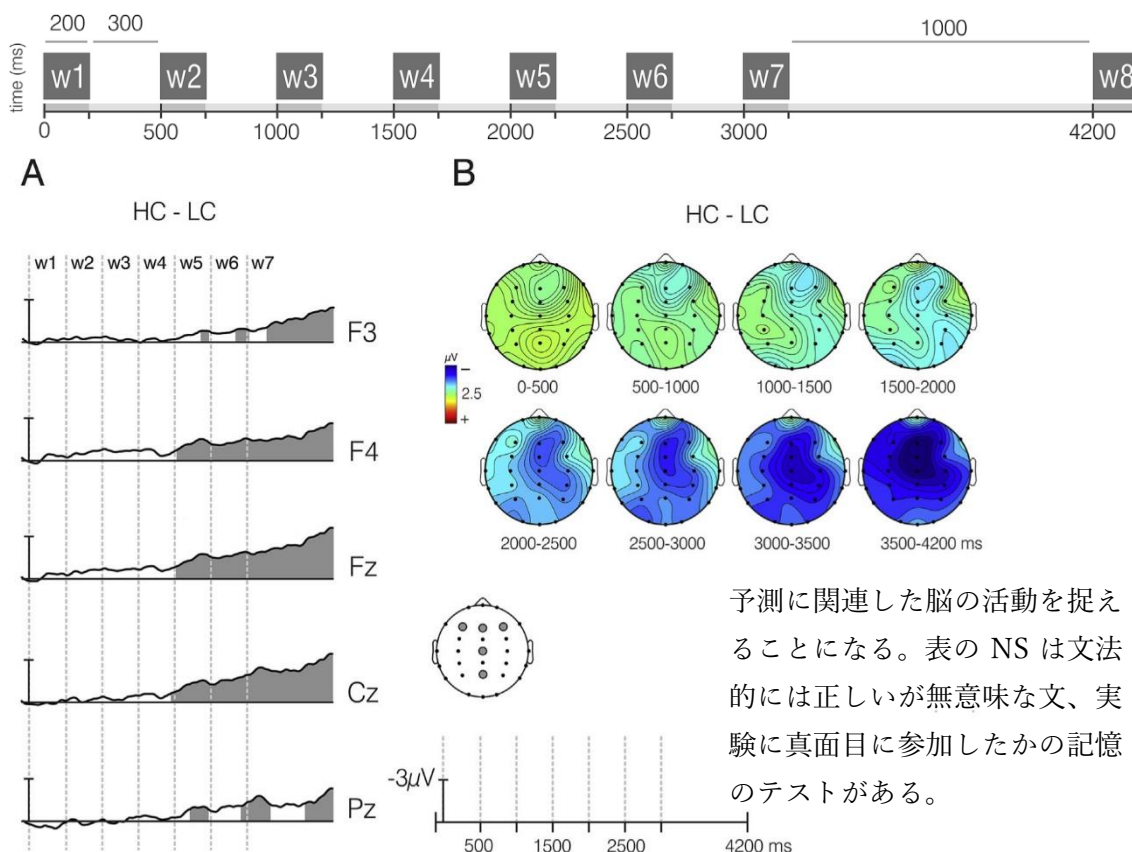
León-Cabrera, P. et al. Ahead of time: Early sentence slow cortical modulations associated to semantic prediction. *Neuroimage*, 189:192-201, 2019.

この論文は文の理解で働く予測を脳波で捉えた。下の表と上図にあるように、7 単語よりなる文が提示され、1 s 後に最後の単語が提示される。最後の単語はその前の文と congruent (C) と incongruent (I) な条件がある。また、文が最後の単語を予測しやすい high constraint (HC) と予測がしにくい low constraint (LC) の条件がある。

Sample set of sentence examples for each experimental condition with translations to English.

Condition	Sentence Context	Final word
HCC	El portero fue capaz de atrapar la The goalkeeper managed to catch the	pelota ball
HCI	El portero fue capaz de atrapar la The goalkeeper managed to catch the	orilla shore
LCC	Le ha regalado a su hijo una As a present she gave her son a	pelota ball
LCI	Le ha regalado a su hijo una As a present she gave her son a	orilla shore
NS	Helade algoora seujohi nua	viaje (trip)

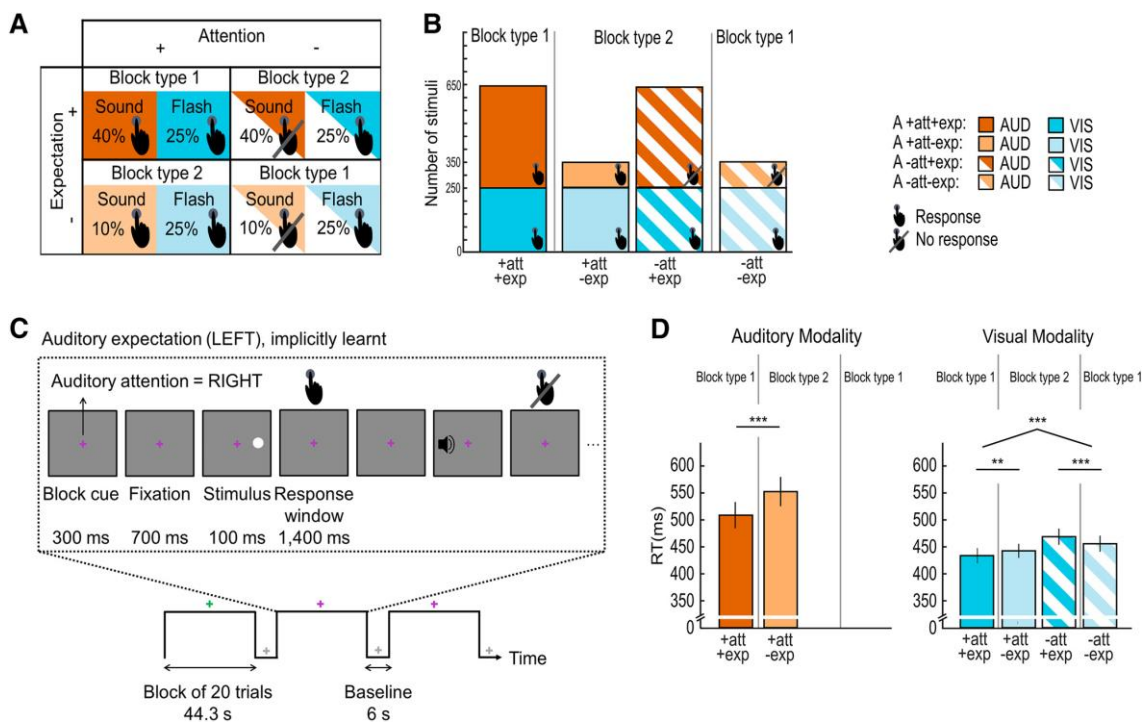
HC では prior が形成されやすい。脳波を記録したが、HC-LC で



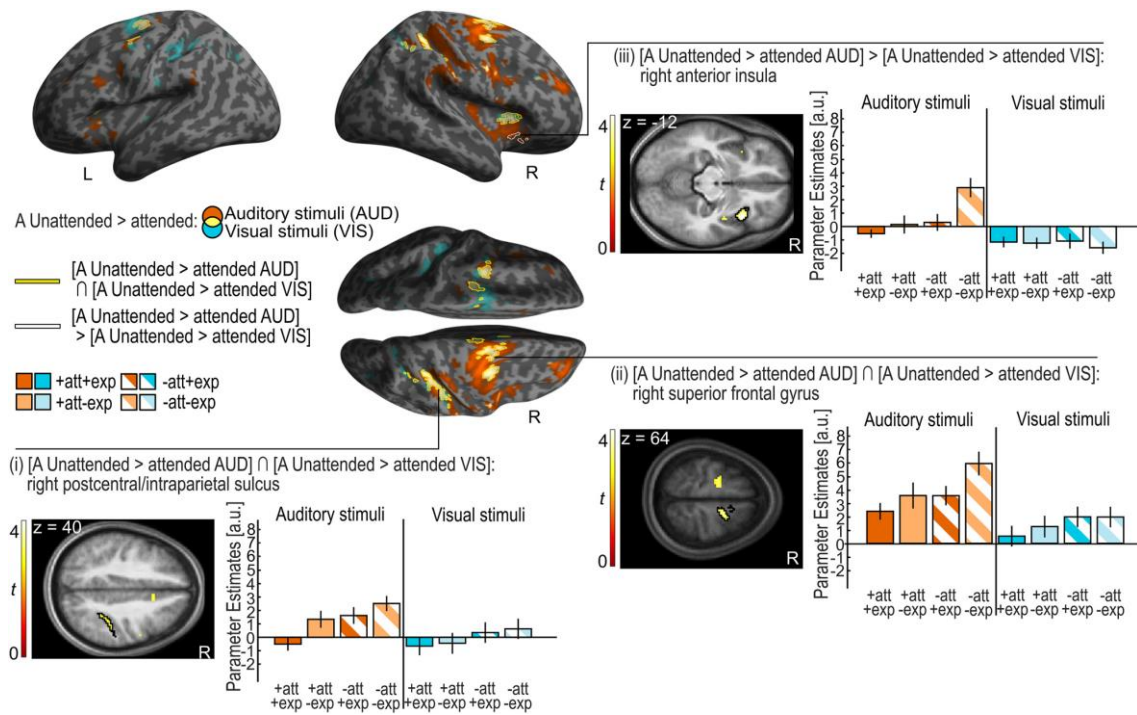
下図が HC-LC の結果である。Constraint が高い、予測がしやすいと、より負電位になり、それは頭頂 Cz から前方のチャンネル Fz, F4, F3 で顕著である (下図 A)。図 B は予測関連の持続的な負電位の temporal evolution である。この他に N400 についての結果があるが、基本的な事実は紹介したと思うので、他は省略する。

Zuanazzi, A. & Noppeney, U. Distinct neural mechanisms of spatial attention and expectation guide perceptual inference in a multisensory world. *J. Neurosci.*, 39:2301-2312, 2019.

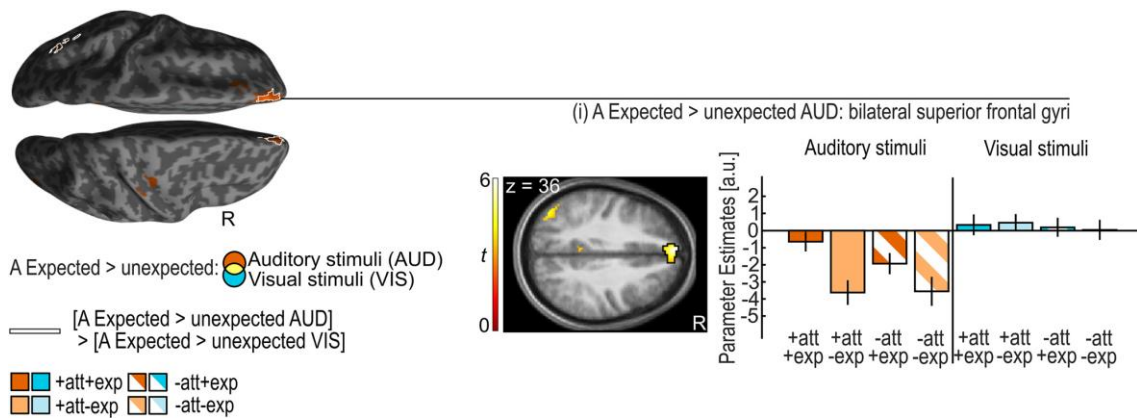
『予測する脳』で問題にした期待 Expectation と注意 Attention の分離を検討した。課題は聴覚刺激の提示の方向（左/右）に基づく空間的注意である。この課題で期待は聴覚刺激の提示される確率で操作され、注意は反応の必要性で操作された。視覚刺激も提示されるが、提示の確率は同じで常に反応することが求められた。下の図は方法と行動の結果である。方法は分かりにくいので、下の表にまとめておいた。図 C を説明する。この例では期待は左に設定された（左の刺激が多い）。凝視点+の色が注意（反応の必要性）の方向を指示する。この例では赤で右（緑は左）。すなわち、音が右から提示されたら反応し、左から提示されたら反応しない。この例ではまず視覚刺激が右に提示された。位置に関係なく反応する。次に音が左から提示されたので、反応を控える。20 trials/block である。



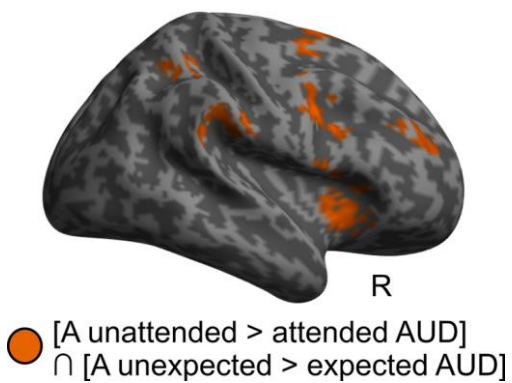
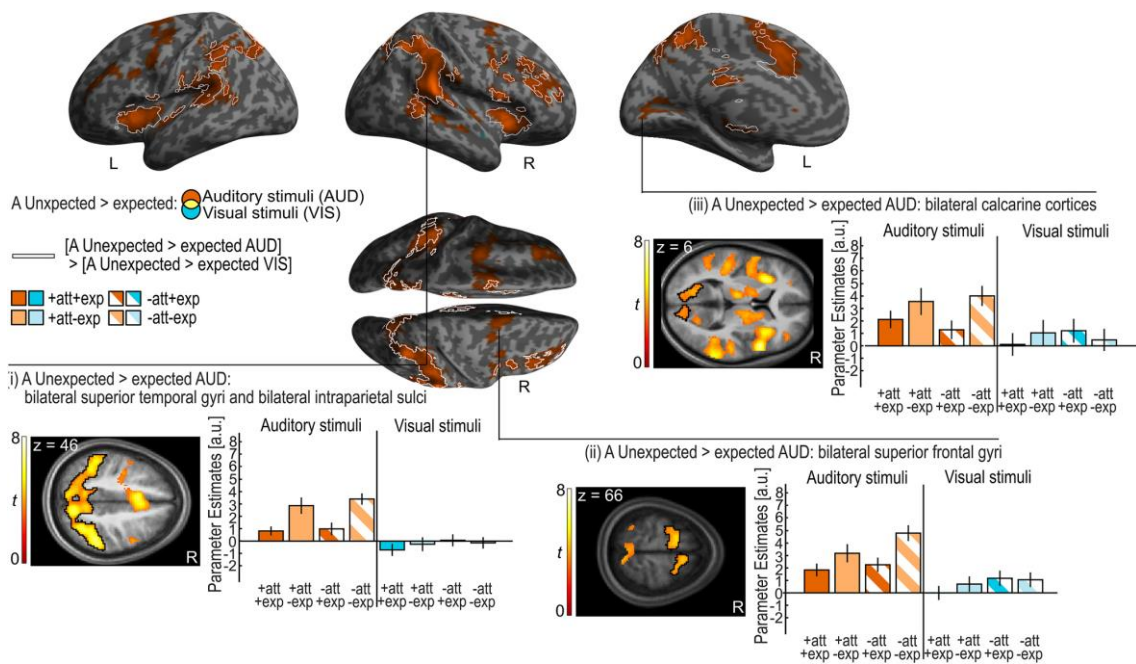
Expect.	Attention	Stimulus	Trials	Resp.	BLK type	A/E
L	R	r	100	+	2	A+/E-
		l	400	-	2	A-/E+
	L	r	100	-	1	A-/E-
		l	400	+	1	A+/E+
R	R	r	400	+	1	A+/E+
		l	100	-	1	A-/E-
	L	r	400	-	2	A-/E+
		l	100	+	2	A+/E-



上図は注意の結果で、指定された位置とは反対の位置 Unattended に音が提示された時に、右前頭頭頂領域で大きな活性がみられた。図で左下は右中心後溝/頭頂間溝の結果で聴覚 Unatt.>Att.と視覚 Unatt.>Att.の conjunction の領域、右下は右上前頭回の結果で同じ conjunction の領域、右上は右前部頭皮質で Unatt.>Att.が視覚 Unatt.>Att.より強い活性の領域である。



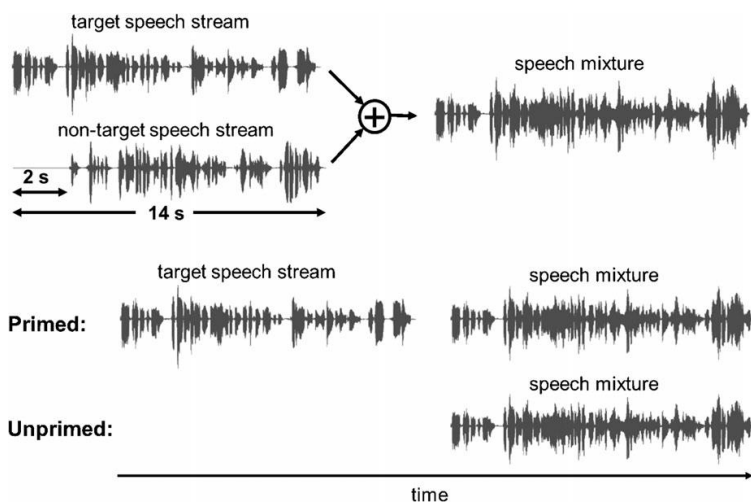
下図は期待の結果で、両側の上前頭回（内側）は聴覚刺激の提示が Expect.>Unexpect.の活性を示した。次ページの図は期待の prediction error, PE に関する領域で、聴覚、視覚皮質、前頭頭頂皮質に PE の活性がみられた。図の3領域では聴覚刺激の提示が Unexpect.>Expect.の活性を示した。左下は両側の上側頭回と両側の頭頂間溝、右下は両側の上前頭回、右上は両側の鳥距皮質の結果である。これらの結果は、期待と注意が部分的に重なるが、独立した脳基盤を持っていることを示した。



左の図はオマケで、聴覚の Unatt.>Att.と
 Unexpect.>Expect.の conjunction の領域。

Wang, Y. et al. Prior knowledge guides speech segregation in human auditory cortex. *Cereb. Cortex*, 29:1561-1571, 2019.

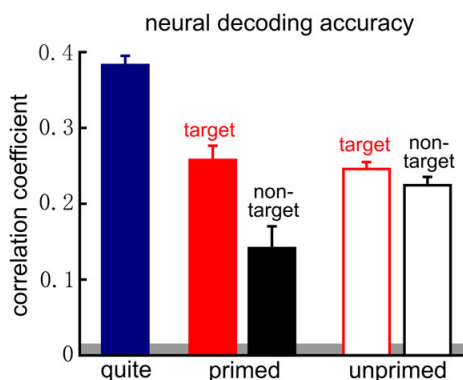
この論文は PC-compatible なのでとり上げた。上図に手続きがある。2つの speech を mix するが、一方が target, 他方が non-target である。Mixture では target の方が 2 s 先行する。そして、prior は target を単独で提示することで与えられる (Primed)。Unprimed



では prior はない。Prior により Mixture の中に target speech を聞き取る、すなわち、speech segregation が増すことを行動と脳磁図 MEG の decoding で明らかにした。行動では target の中に silence period を検出することである。論文では MEG の分析法が大きく詳しく述べられており、残念

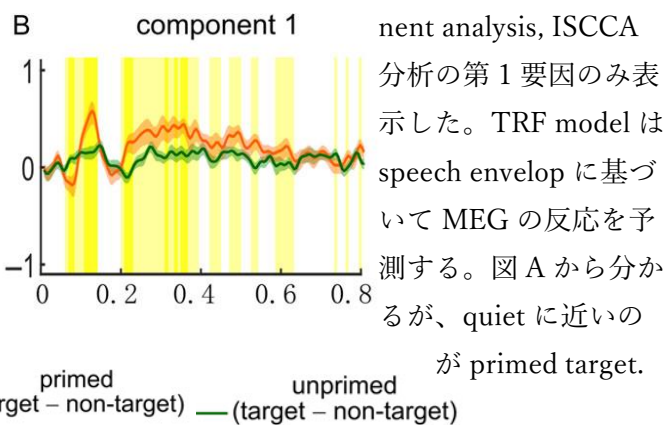
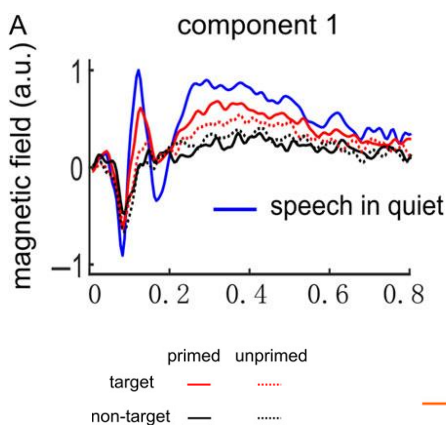
ながら理解できない部分があるので、結果を簡単に紹介する。

行動の結果は、Primed の方が Unprimed よりも成績がよく、 d' はそれぞれ 1.52, 0.49 だった。中図は MEG の decoding の結果である。



Speech の envelop を MEG の反応に基づき decode し、その成績は再構成された envelop と実際の envelop との相関で示している。図で quiet は priming で単独に与えられた target speech に基づく結果である。この図から、target の方が prime の有無に関係なく成績がよいこと、prime があると non-target の decoding の成績が低下することがわ

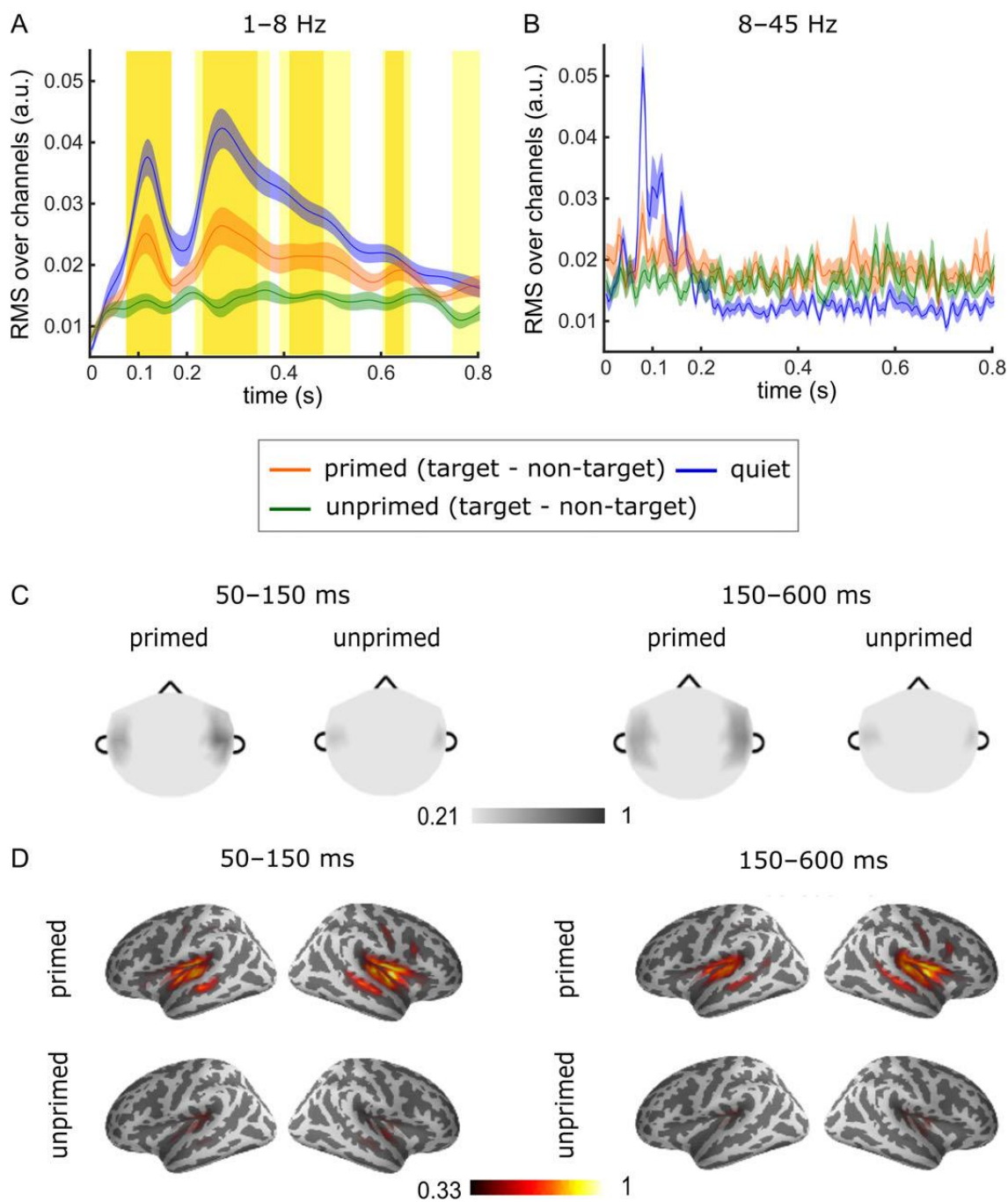
かる。下図は Temporal Response Function, TRF の結果で、inter-subject coherent component analysis, ISCCA



分析の第 1 要因のみ表示した。TRF model は speech envelop に基づいて MEG の反応を予測する。図 A から分かるが、quiet に近いのが primed target.

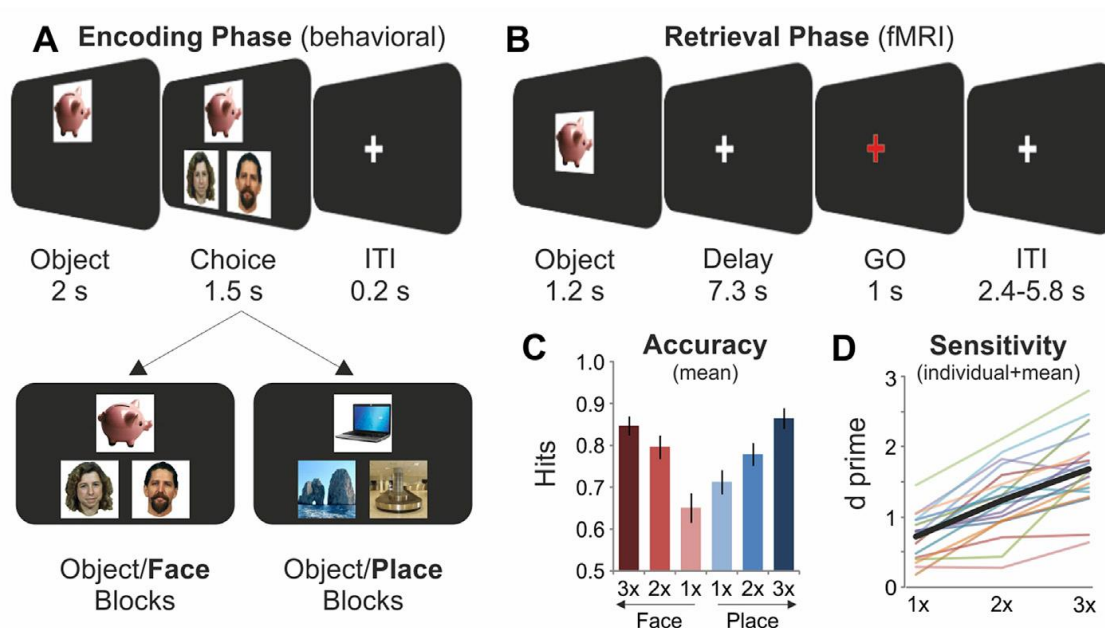
図 B は primed と unprimed の比較。黄色は有意差ありの時間帯域である。下の図は TRF の注意による modulation の時間、空間的なプロフィールである。図 A, B からは 1-8 Hz の低い周波数で注意による modulation がみられた。Y 軸はチャンネル間の RMS. ピークが初期 (50-150 ms) とそれ以降 (150-600 ms) の 2 つある。図 C, D はその時期の MEG の topography と皮質の source で、primed で両側の上側頭回、上側頭溝で注意の modulation の効果がみられた。

attentional modulation of TRF



Guidotti, R. et al. Choice-predictive activity in parietal cortex during source memory decisions. Neuroimage, 189:589-600, 2019.

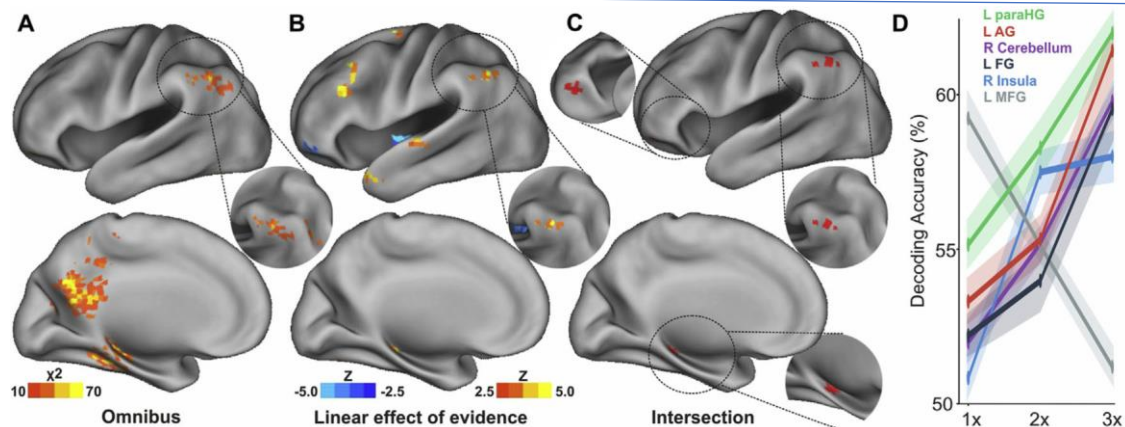
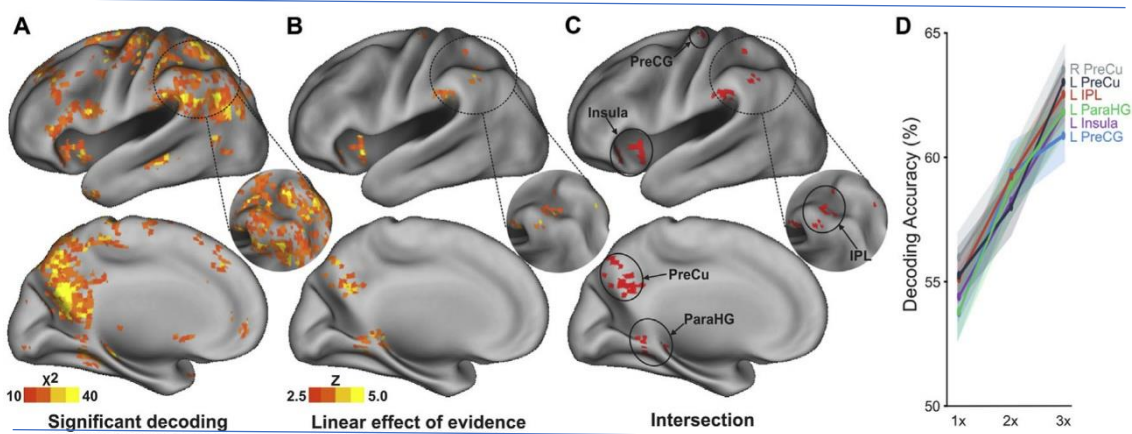
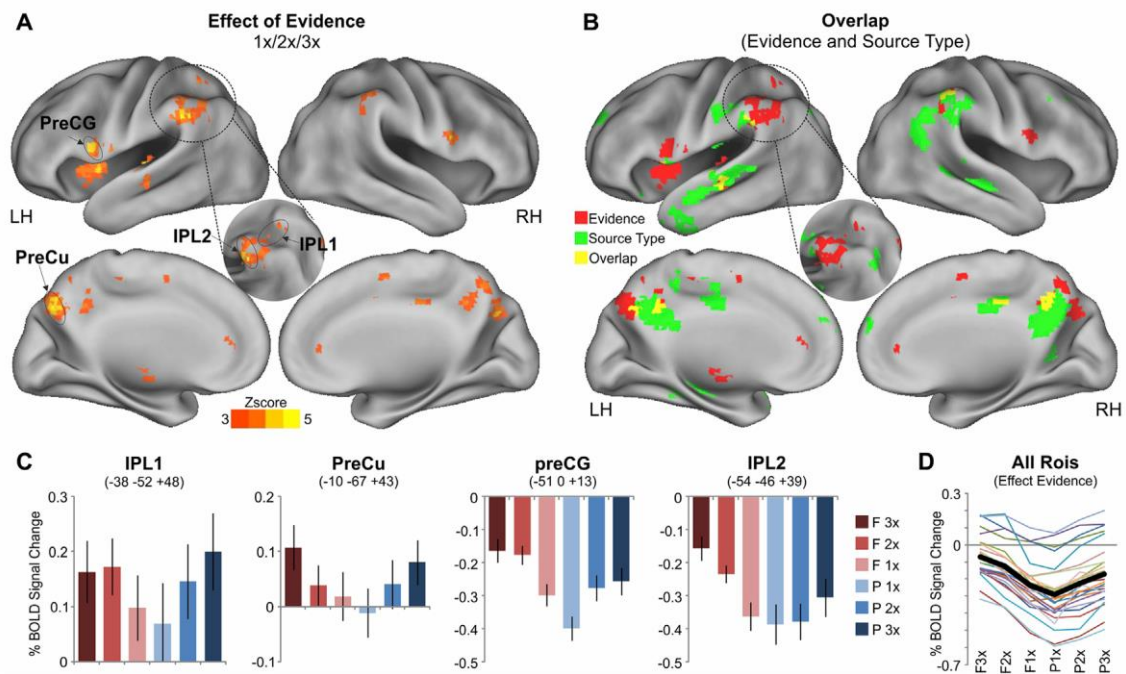
この論文は predictive coding の立場からのものではないが、関連するのでとり上げた。Source memory decision に頭頂皮質が関与することを示した。図 A, B に手続きがある。記銘時 (図 A) にはものが2つの顔/場所と提示され、そのものにふさわしい顔/場所を判断する。想起時 (図 B) には fMRI 計測があるが、ものが提示され、それが顔/場所のいずれと対になったか答える。Decision evidence (prior) はものの提示回数 (1x-3x) で操作した。想起の成績が図 C, D にある。Evidence が増加するに従い、成績が向上している。



次ページの上図は想起時の fMRI の結果である。図 A は Evidence と関係した領域で、PreCG:中心前回、IPL:下頭頂小葉、PreCu:楔前部である。図 B は Evidence (赤) と Source Type (緑:顔/場所) 関連の領域、その overlap (黄色) で、overlap が少なく、互いに独立している。図 C は4つの領域の Evidence に対応した活性の変化で、IPL1, PreCu と PreCG, ILP2 は方向が異なる変化を示した。図 D はすべての領域の結果である。

次ページ中図は参加者内の家/場所の decoding と Evidence の関係で、図 A は少なくとも一つの Evidence で有意な decoding ができた領域。図 B は Evidence の変化に対応して decoding が変化した領域。図 C は図 A, B の共通部分で、両側の楔前部、左 IPL, 左海馬傍回 paraHG, 左島皮質 Insula, 左 preCG。図 D は decoding の成績と Evidence の変化との関係。次ページ下図は参加者間で share された家/場所の decoding と Evidence の関係で、図 A は少なくとも一つの Evidence で有意な decoding ができた領域。図 B は Evidence の変化に対応して decoding が変化した領域。図 C は図 A, B の共通部分で、左 paraHG, 左角回 AG, 右小脳 Cerebellum, 左紡錘状回 FG, 右 Insula, 左中前頭回 MFG。図 D は decod-

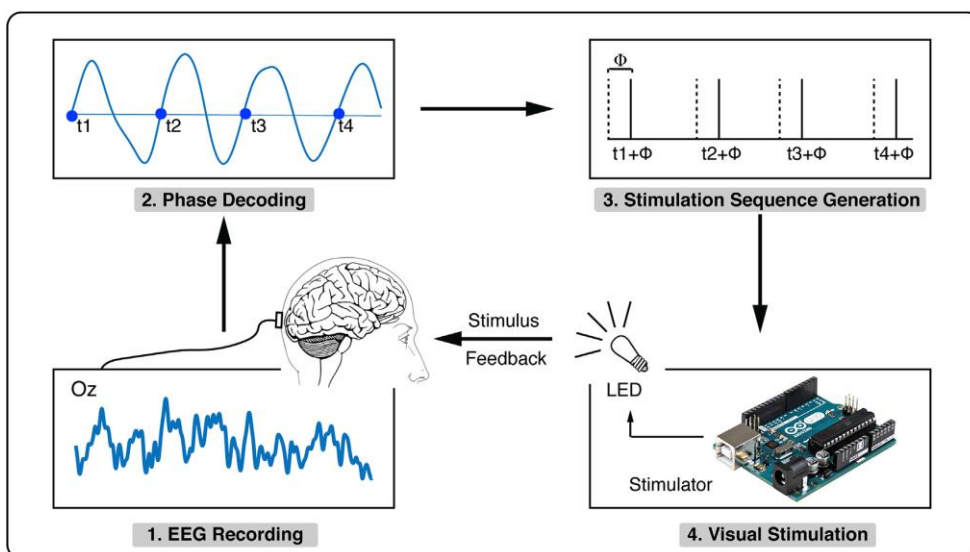
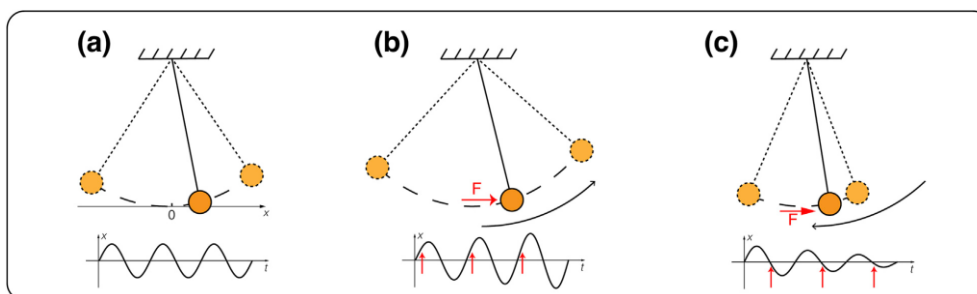
ing の成績と Evidence の変化との関係。これらの領域の活動が source memory の判断の予期を反映する。



Neurofeedback, NFB と関連する論文

Huang, G. et al. A novel training-free externally-regulated neurofeedback (ER-NF) system using phase-guided visual stimulation for alpha modulation. *Neuroimage*, 189:688-699, 2019.

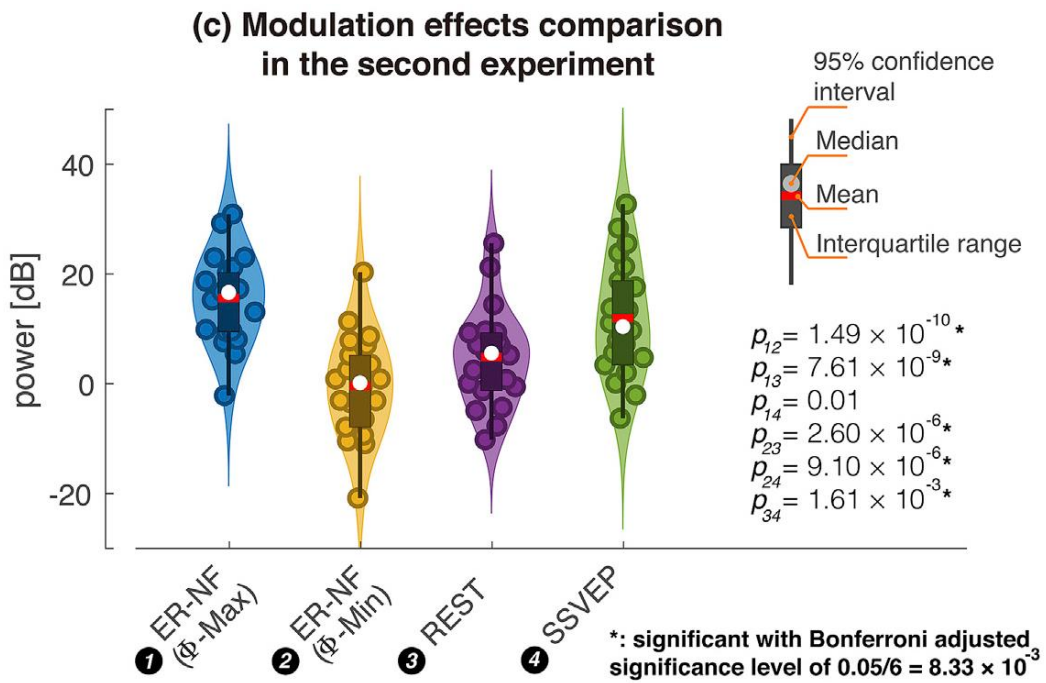
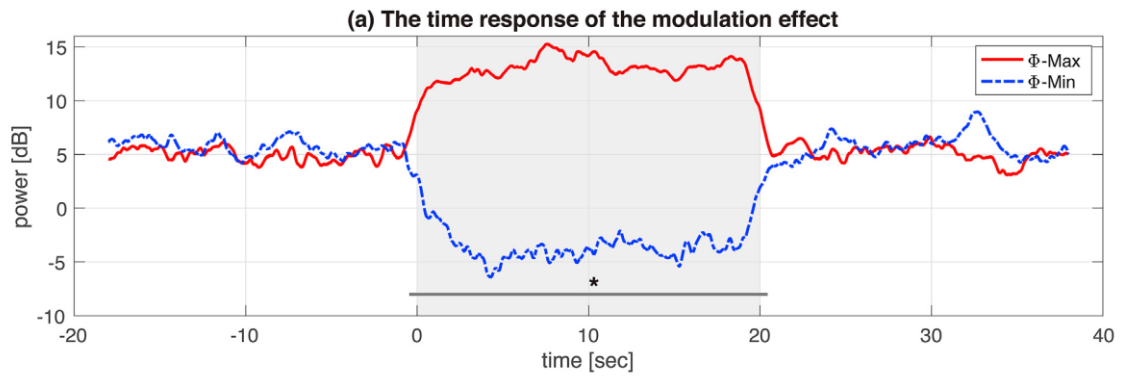
この論文は外部刺激によって訓練なしに α 波の活動を制御する試み。上図に考え方があ
る。 α 波のある位相に合わせて外部刺激（この実験では光）を与えると、 α 波の振幅を増
大（図 b）、あるいは減少（図 c）させることができる。



下図は実験の手続きで、1. 脳波を記録する。2. 位相を decode する。3. 位相 + Φ の位
置で刺激するための sequence を発生する。4. その sequence に合わせて LED ランプをつ
け、 α 波を modulate する。結果を簡単に説明する。

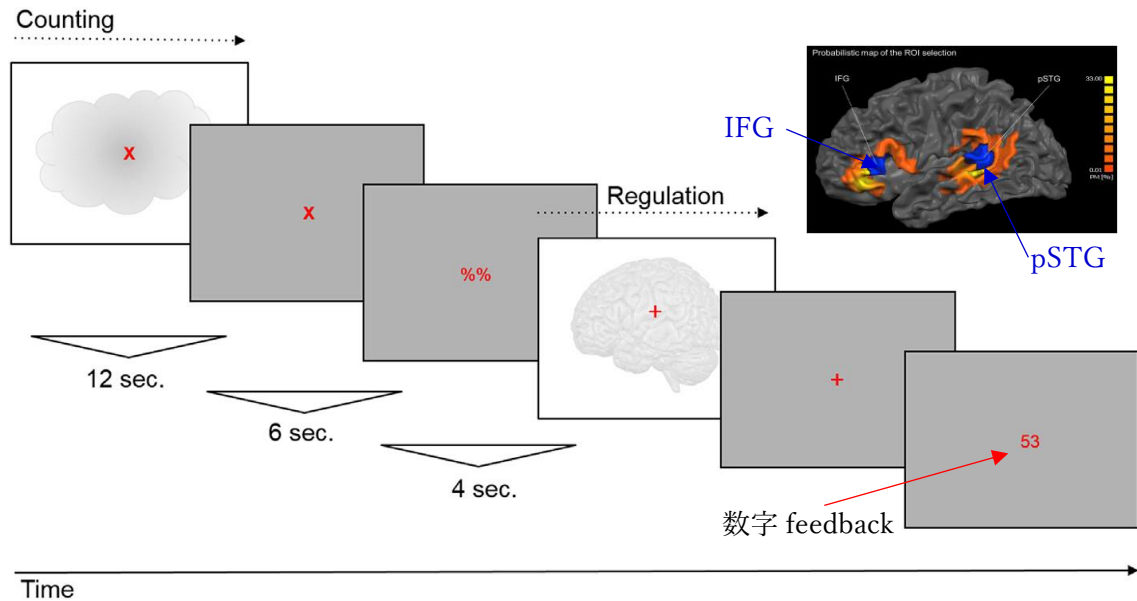
参加者ごとに α 波の周波数を求め、適当な LED の明るさを決めて、externally-regulated
neurofeedback, ER-NF を行った。ER-NF の他に安静時 REST, 10 Hz で与えた刺激に対す
る視覚誘発電位 SSVEP への反応を記録した。次ページ上図が ER-NF の効果が最大 Φ -
Max (赤) と最小 Φ -Min (青) の時の power の変化である。灰色の区間が modulation の
区間で、変化がみられる。次ページ下図は ER-NF (Φ -Max), ER-NF (Φ -Min), REST (開
眼)、SSVEP の比較で、有意差と Bonferroni 調整の結果がある。ER-NF (Φ -Max) と

SSVEP の間だけに有意差がなかった。

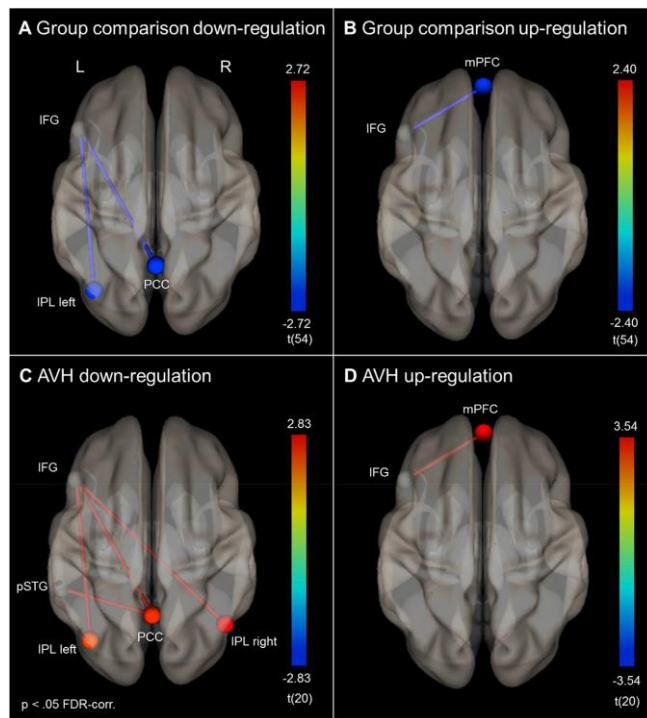


Zweerings, J. et al. Neurofeedback of core language network nodes modulates connectivity with the default-mode network: A double-blind fMRI neurofeedback study on auditory verbal hallucinations. *Neuroimage*, 189:533-542, 2019.

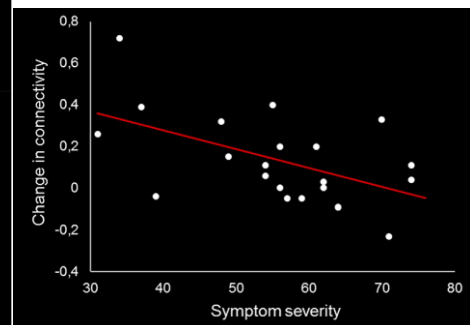
健常者と幻聴のある統合失調症患者 AVH で左下前頭回 IFG, 左後部上側頭回 pSTG を up-/down-regulation を fMRI-NFB (Feedback は数値) で行った (上図。詳細省略)。



Down-regulation で IFG, pSTG と default mode network, DMN を含む領域との機能結合 FC が増加した。下図左は IFG と mPFC, PCC の内側部の DMN, 下頭頂小葉 IPL の FC の



変化を示す。図 A, B は down/up regulation による FC 変化が健常者よりも AVH で多いこと、図 C, D は AVH の NFB 訓練で IFG と DMN の FC が増加したことを示す。下図右は IFG, pSTG と左 IPL の FC の増加と幻聴などの頂上の重篤度が負の相関関係にあることを示す。NFB は有効。



今月の特集、総説、メタ分析など（応用的なものは下で）

Brain and Cognition, 131:1-102, 2019.

Resting-state fMRI and cognition の特集号。

Ruzich, E. et al. Hum. Brain Mapp., 40:1353-1375, 2019.

深部にある海馬の活動を脳磁図で記録する研究の総説。

Gardner, J.L. Nat. Neurosci., Feb. 25, 2019.

Optimality and heuristics in perceptual neuroscience と題する総説。

Radulescu, A. et al. Trend. Cognit. Sci., 23:278-292, 2019.

Holistic reinforcement learning: The role of structure and attention と題する総説。

Yonelinas, A.P. et al. Nat. Rev., Neurosci., Mar. 12, 2019.

A contextual binding theory of episodic memory: systems consolidation reconsidered と題する総説。

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, 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

Lowe, C.J. et al. *Trend. Cognit. Sci.*, 23:349-361, 2019.

The prefrontal cortex and obesity: A health neuroscience perspective と題する総説。

Kenett, Y.N. & Faust, M. *Trend. Cognit. Sci.*, 23:271-274, 2019.

A semantic network cartography of the creative mind と題する minireview.

Zappasodi, F. et al. (2019) *Neuroimage*, 189:560-573.

脳波の microstate A-D と流動性知能の induction, 空間関係、視覚化との関係を検討。mB は induction より後二者で高く、mC はその逆、mD は空間関係で最も高く、mA はその逆。

Williams, C.C. et al. (2019) *Neuroimage*, 189:574-580.

直観的思考では頭頂部の α power が増大、LTM への自律的なアクセス、注意資源の解放が関係、分析的思考では前頭部の θ power が増大、認知制御と WM の過程が関係する。

Skagerlund, K. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:560-573.

rsFC で数学的能力と実行機能の重複/分離を検討。数学的能力に特有の FC として右 aIPS と左縁上回、両側の pIPS と両側の PMC があった。IFG, 角回、MFG の回路は重複。

Waytz, A. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:482-496.

扁桃核が損傷された患者は animate and living entities を擬人化するが、inanimate な刺激を擬人化することは少なかった。

Ferreri, L. et al. (2019) PNAS, 116:3793-3798.

音楽の持つ報酬価に DA が関係することを DA precursor (levodopa) と DA antagonist (risperidone) を投与して検討。Levodopa は報酬化を上げ、risperidone は下げ、DA が関与。

Ling, G. et al. (2019) Neuroimage, 189:214-223.

統合失調症、統合失調感情障害と健常者で情動的知能と fMRI-rsFC の関係を検討。情動的知能が高い者は左 SPL と DMN, 低い者は左 SPL と背側注意 network との結合が強い。

訓練と認知制御、自己統制

Voss, M.W. et al. Trend. Cognit. Sci., 23:318-333, 2019.

Exercise and hippocampal memory systems と題する総説。

Gallen, C.L & D'Esposito, M. Trend. Cognit. Sci., 23:293-304, 2019.

Brain modularity: A biomarker of intervention-related plasticity と題する総説。

Huang, G. et al. (2019) Neuroimage, 189:688-699.

脳波の α 波の活動を訓練なしに modulate する externally-regulated neurofeedback system の提案と結果の紹介。別に紹介。

Zweerings, J. et al. (2019) Neuroimage, 189:533-542.

統合失調症の患者で、左 IFG, pSTG を含む言語領域の活性を fMRI の neurofeedback で低下させると、言語領域と DMN の FC を増加させ、幻聴を低下。治療に期待。別に紹介。

Thompson, A.K. et al. (2019) J. Neurophysiol., 121:853-866.

脊髄を部分的に損傷の患者で、TMS に対する前脛骨筋の MEP を operant 条件づけで増大させた。歩行時の筋電図、ankle の joint の運動、歩行速度が増加し、対側にも影響。

Aben, B. et al. (2019) Neuroimage, 189:755-762.

認知制御には短期的な reactive, 長期的な proactive なものがある。それぞれが働く課題で FPC の活性を fMRI で計測。前者は試行中、後者は試行間で活性が高まっていた。

Cooper, P.S. et al. (2019) Neuroimage, 189:130-140.

mPFC の midfrontal θ は認知制御と関係し、RT の延長を指標とするが、task-switching で検討した。Switching を準備している時は θ power が増し、それは長期間持続した。

Banich, M.T. et al. (2019) *Neuropsychologia* 125:93-108.

情動的な語-顔 Stroop 課題で、relevant, irrelevant な情報への dlPFC の反応を fMRI で検討。Irrelevant 情報の抑制に関与、relevant への関与は強くない、認知制御の傾向が関係。

Ain, S.A. et al. (2019) *Neuroimage*, 189:45-54.

嗅覚の訓練を 6 w 行うと、嗅覚機能が向上するとともに、sMRI の計測では右 IFG, 両側の紡錘状回、右 ERC の皮質の厚さが増していた。

Langner, R. et al. (2019) *Brain Cognit.*, 131:74-86.

視覚的なものと pattern の認知の skill はそれぞれ pMTG と側副溝 CoS が関係。pMTG は identity と affordance を link、CoS はものの位置と LTM 内の典型的な layout を link.

Guiney, H. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 125:62-69.

60-72y の高齢者で、習慣的な身体運動は認知制御機能と正の相関があるが、脳血管機能とは関係なかった。

Prehn, K. et al. (2019) *Brain Cognit.*, 131:34-44.

50-80y の肥満の参加者に 6 mo の aerobic exercise を行ったところ、dlPFC と上頭頂回/楔前部の rsFC が増加した。Task switching などで有効かもしれない。

意思決定、報酬

Steel, A. et al. (2019) *Neuroimage*, 189:95-105.

Serial RT task と force-tracking task による skill の学習を賞と罰で行い、その前後の PMC の rsFC を検討。rsFC は賞と罰で異なり、それはまた課題によっても異なった。

Cubillo, A. et al. (2019) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 14:305-317.

Task-switching で類似した結果をもたらす賞と罰は部分的に異なる神経対応を持つ。ACC の活性は賞 > 罰。賞罰への感度で活性が異なる。vSTR が motivation と認知制御を link.

Zha, R. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:1049-1061.

Delay discounting の fMRI-MVPA 研究で、意思決時には dlPFC→vmPFC の FC が働く。依存症では dl-, vmPFC で決定の decoding が悪く、dlPFC の成績は impulsivity と関係。

社会認知神経科学

Neuropsychologia, 126:1-170, 2019.

発達中の社会的認知の生物学的基礎の特集号。

Laurita, A.C. et al. (2019) Soc. Cognit. Affect. Neurosci., 14:237-251.

An attachment theoretical perspective for the neural representation of close others と題する総説。

Koush, Y. et al. (2019) Neuroimage, 189:106-115.

一人称的な positive な社会的情動の制御は SFG が、vm-, dmPFC の価値の判断、TPJ の自己関連処理、vmPFC を介する扁桃核の情動反応を modulate することで実行される。

Schauenburg, G. et al. (2019) Neuropsychologia, 125:1-13.

社会的規範や価値からの逸脱は初期の意味処理を妨害し、ERP の P2/N2 の negativity を増加させ、それは処理の増加の必要性を高め、N400 の時間窓まで持続する。

Kong, F. et al. (2019) Soc. Cognit. Affect. Neurosci., 14:319-327.

VBM による分析では社会的な well-being は左 OFC の局所灰白質密度 rGMD と負に相関する。この関係を神経症傾向と dispositional forgiveness が仲介していた。

Yin, L. & Weber, B. (2019) Hum. Brain Mapp., 40:1101-1113.

自分の利益になる嘘は左尾状核、vmPFC, 右 IFG, 左 dlPFC が関係し、不正直の傾向が増すと、これらの領域の嘘関連の活性が低下、これらの領域の FC が増加した。

Izuma, K. et al. (2019) Neuroimage, 189:341-352.

日本人の韓国人に対する implicit な偏見を fMRI MVPA で検討した。左扁桃核の神経の信号が偏見と相関していた。また、扁桃核の内側と外側は機能が異なっていた。

Schiller, B. et al. (2019) Soc. Cognit. Affect. Neurosci., 14:281-289.

安静時脳波と implicit intergroup bias の個人差の関係を検討。右 TPJ の θ 波の電流密度の低下が強い bias と関係していた。

発達・加齢、母子関係

Chen, Y.-H. et al. (2019) Neuroimage, 189:445-458.

幼児の MEG 研究の総説。

Ouyang, M. et al. (2019) PNAS,116:4681-4688.

月経後 31-42w の preterm の新生児の皮質の微細構造の発達を diffusion kurtosis imaging と DTI で検討。皮質の mean kurtosis と FA の時間的変化は領域によって異なっていた。

Buiatti, M. et al. (2019) PNAS, 116:4625-4630.

1-4d の新生児に図形の正立/倒立顔的刺激をみせ、frequency-tagging design で脳波を分析。正立図形で右 IOTC, mPCx に大きな反応がみられ、成人の顔 network と重なる。

Yin, W. et al. (2019) Neuroimage, 189:715-726.

fMRI-rsFC のパターンで 2y までを 0-1mo, 2-7mo, 8-24mo の 3 段階に分けた。各時期の特徴を結合密度、local efficacy, global efficacy から、さらに 27 core 領域について記述。

Ortiz-Mantilla, S. et al. (2019) Cereb. Cortex, 29:1789-1801.

4mo 時の、スペクトルが時間的に変化する非言語音との interactive な経験は、9 mo 時の音の処理や言語音の処理を促進し、それは脳波の高 γ power, 左高 β power の増加等に反映。

Lee, S.J. et al. (2019) Hum. Brain Mapp., 40:1164-1173.

1y と 2y 時に WMat の微細構造 (FA, AD: axial diffusivity, RD: radial diffusivity) の遺伝性を双生児の DTI で検討。遺伝性は moderate で、1y と 2y で差はなく、線維中央部で大。

Girault, J.B. et al. (2019) Hum. Brain Mapp., 40:1195-1210.

1y での WMat 線維の高い FA, 低い AD, RD は 1y, 2y での一般認知能力、言語、運動、視覚能力と関係。1-2y の RD の発達延長は高い認知能力と関係。人口学的影響もある。

Greenwood, P. et al. (2019) Brain Cognit., 131:87-93.

母親の reading skill が 4y の女兒の読みの network と実行機能や言語処理の領域との fMRI-rsFC に与える影響を検討。母の skill は言語 network, 実行機能等との FC と負の相関。

Fernandez, N.B. et al. (2019) Neuroimage, 189:551-559.

21y と 71y の参加者で flanker 課題の妨害への脳活性と歩行の関係を検討。高齢者では後部頭頂後頭部の活性が加わり、頭頂後頭溝と楔前部の活性が転倒の危険と関係していた。

Bowman, C.R. et al. (2019) J. Neurosci., 39:2265-2275.

22y と 71y の参加者で false memory paradigm で記憶の低下を検討。初期視覚皮質は target と lure が知覚的に細部で異なるのを区別、それは高齢で低下し行動と相関、等の結果。

Mai, G. et al. (2019) *Neuroimage*, 189:734-744.

19-75y の参加者で speech に対する脳幹部と聴覚皮質由来の phase-lock の反応への覚醒レベルの影響を検討。覚醒高で反応大。皮質由来の反応は若年で覚醒レベルと相関。

Adnan, A. et al. (2019) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 14:291-303.

25y と 70y の参加者で創造性と rsFC の関係を検討。高齢者の divergent thinking には DMN と FPN, salient network の FC が関係、また vmPFC がこれらの FC の重要な node.

Zonneveld, H.I. et al. (2019) *Neuroimage*, 189:432-444.

50-95y の高齢者の rsFC のパターンを分析。aDMN, 背側注意、感覚運動 network の FC は高齢者で低下、視覚 network の FC は高齢者で増加していた。

Forsberg, L. et al. (2019) *Neuroimage*, 189:307-315.

68-83y の高齢者で VBM により voxel 間の covariability を検討。他の多くの voxel と相関する voxel を hub と呼ぶが、それは大脳基底核、視床、脳幹、小脳にあった。

Keller, M. et al. (2019) *Neuroimage*, 189:886-895.

71y の高齢者で、speech の超分節処理における側性を聴覚皮質、側頭平面、pSTG の fMRI, sMRI で検討。若年者でみられた rightward の側性はみられなかった。

情動、不安、性格、個人差

Evans, D.A. et al. *Trend. Cognit. Sci.*, 23: 334-348, 2019.

Cognitive control of escape behaviour と題する総説。

Kalisch, R. et al. *Trend. Cognit. Sci.*, 23:274-277, 2019.

A dopaminergic basis for fear extinction と題する minireview.

Nawa, N.E. & Ando, H. (2019) *Neuroimage*, 189:316-328.

自伝記憶の recollection では、vmPFC から海馬への FC が働くが、強い arousal を起こす記憶、強い快の記憶はこの FC を強めた。

Naaz, F. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:543-559.

明瞭で予測可能な脅威（恐怖）と不明瞭で不確か、予測できない脅威（不安）について、扁桃核は恐怖に、分界条床核は不安に関係。ただし、性格による modulation がある。

Meyer, C. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:522-542.

脅威の処理を近さ、方向、速さと脳領域の関係から検討。aIns と右扁桃核は近さと方向の交互作用が関係（ただし方向は逆）、分界条床核は近さ、PAG は複雑な交互作用に関連。

Conio, B. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:1344-1350.

安静時の fMRI による感覚運動 network の神経の変動性 (fractional SD で計測) は健常者の循環性気質と抑うつ性気質で反対の方向を示した。それぞれ双極性の躁、鬱期に対応。

Adrián-Ventura, J. et al. (2019) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 14:329-338.

性格の Reinforcement sensitivity theory と脳容量の関係の検討。罰の感度は扁桃核の灰白質容量と正の相関、報酬への感度は左 IPFC, mPFC, STR の容量と負の相関。

Yoon, J.H. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:501-521.

Stop-signal task の stop 試行で視床下核 STN が活性化するが、成功した stop 試行での STN の活性の程度と衝動性 impulsivity の間には負の相関があった、等の結果。

Le Bars, S. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 125:14-22.

自分の意図による音の処理は、他動的な音より抑制されるが、この違いは ERP の N1 より前に起こる。自己による音でも deviant には N2b が増大し、それは impulsivity と関連。

Zhang, W. et al. (2019) *Neuroimage*, 189:870-877.

急性のストレス前後の rsFC の変化とコルチゾルの関係を検討。コルチゾルの増加は salience network の FC 増加、DMN の局所、全脳的な FC の coupling の減少と関係した。

Postel, C. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:1244-1252.

青年期の PTSD で海馬の下位領域の構造的変化を検討。CA2-3/DG の容量が減少しており、左 CA2-3/DG の容量は intrusion score と負の相関を示した。

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

Hippmann, B. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 125:109-115.

左下前頭接合部 IFJ への TMS (theta burst stimulation, TBS/反復 rTMS) による機能低下は、高い報酬の事態で、task switching における誤反応を減少させた。

Contemori, G. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 125:129-136.

周辺視の知覚学習への経頭蓋 random noise stimulation, tRNS の効果を検討。学習を促進

したが、他の空間位置やその他の学習への転移はみられなかった。

Emonson, M.R.L. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 125:51-61.

25, 65y と軽度の認知症の参加者で、左 dlPFC への tDCS の効果を TMS-EEG (TEP) と課題で検討。若者は TEP と課題関連の ERP、高齢者は ERP に効果が、認知症では効果なし。

Speitel, C. et al. (2019) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 14:263-270.

Ultimatum Game で右 dlPFC, 右 TPJ に tDCS を与えた。右 TPJ への刺激は提案者の時に効果があり、抑制は fair な提案増加へ。dlPFC は自己の利益を抑えるときに働く、等。

自閉症スペクトラム障がい ASD

Guo, X. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:1264-1275.

ASD と TD で rsFC の dynamic state を検討。ASD では DMN の vmPFC, PCC の FC が減少。右 aIns とこれらの領域との FC 低下の state は社会-認知の障害と関係する。

Dimond, D. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 1-11.

ASD では脳梁、両側の下前頭-後頭束、右弓状束、右鉤状束の線維密度が低下しており、脳梁膨大部の線維密度の低下は社会的機能の低下と関係していた。

注意欠陥多動障がい ADHD

Zepf, F.D. et al. (2019) *Brain Cognit.*, 131:56-65.

9-14y の ADHD で vigilant attention に関係する 14 の領域の rsFC を検討。7 つの結合で減少、4 つの結合で増加がみられ、aIns の結合が含まれていた。中には症状との関連も。

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

León-Cabrera, P. et al. (2019) *Neuroimage*, 189:192-201.

8 語よりなる文の最後の単語の予測可能性を操作して脳波を記録し、予測関連の脳活動を同定した。頭頂から前頭部のチャンネルの持続的な負電位が予測に関連。別に紹介した。

Carter, B.T. et al. (2019) *Neuroimage*, 189:224-240.

Reading で働く意味、統語、語彙の側面の予測可能性に関する脳領域を fMRI で検討。固有、一部重複、すべてに関与の領域があった。すべてに関与の領域は aTCx, 下 pTCx。

Pleisch, G. et al. (2019) *Neuroimage*, 189:813-831.

就学前の児童に人工的な文字と音声に対する学習を行わせると、それは vOTC の活性を高め、紡錘状回と頭頂-後頭皮質との FC は学習の成績と対応した。

Assaneo, M.F. et al. (2019) *Nat. Neurosci.*, Mar 4.

一定間隔で音節を聞かせた時その rate で音節を発音する人は、speech に同期した FCx の活動を示し、FCx と ACx との白質線維の微細構造、言語学習の差に関係する。

Amalric, M. & Dehaene, S. (2019) *Neuroimage*, 189:19-31.

数学の専門家に数学的、非数学的な文を聞かせ、真偽の判断をさせた。数学的な内容では両 IPS, 下 TCx が活性、言語領域は両方の文で活性化し、統語の複雑性が活性に関係、等。

Bugden, S. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:1328-1343.

2 桁の数字とドットの加算時に fMRI で脳活性を計測。両課題で両 IPS, ITG, 右 SPL が活性化。MVPA (RSA) では IPS のみで類似性 (両課題間 > 課題内)。IPS のみが両方に共通。

Tschentscher, N. et al. (2019) *J. Neurosci.*, 39:1720-1732.

発達性の dyslexia の DTI 研究。左内側膝状体と音の動きに鋭敏な左側頭平面の領域との構造的な結合が弱く、健常と異なりこの結合と文字や数の rapid naming に相関がなかった。

Van der Lubbe, R.H.J. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 125:30-41.

発達性の dyslexia に Posner 課題を行わせ脳波を記録。Cue-target 期間の途中までは健常と同じく低 α 帯域の対側低下が、後期には高 α 帯域の対側低下なし。注意が持続しない。

Glezer, L.S. et al. (2019) *Brain Lang.*, 191:1-8.

Dyslexia の成人で視覚的単語の左側頭頭頂皮質、IFG の phonologic selectivity と後頭側頭皮質の orthographic selectivity を fMRI adaptation で。pSTG の phonologic select. が障害。

感覚運動障がい、その他

Frigerio, C.E. et al. (2019) *Brain Lang.*, 191:28-30.

性ホルモンの代謝に関係する遺伝子の変異が吃音に関係するかもしれないとする論文。

Kaushal, M. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:1211-1220.

スポーツによる脳震盪と全脳的な rsFC の関係を検討。脳震盪後 8 hr, 8d, 15d, 45d に fMRI で計測。8 d で control と差があり、global な rsFC の増加があった。

Ptak, R. & Lazeyras, F. (2019) *Brain Cognit.*, 131:94-101.

左外側後頭皮質損傷による visual object agnosia の FC を検討。損傷領域と右 m/IOCx との結合、右 OCx と両側の TCx との結合の減少があり、補償的な dOCx, mPCx の結合も。

Orr, C. et al. (2019) *J. Neurosci.*, 39:1817-1827.

14y の大麻を 1, 2 回使用した参加者の VBM で灰白質の容量を検討。両側 MTL, PCC, 舌状回、小脳で容量が増大。MTL の増大は知覚推論 index, 将来の不安と関係。