

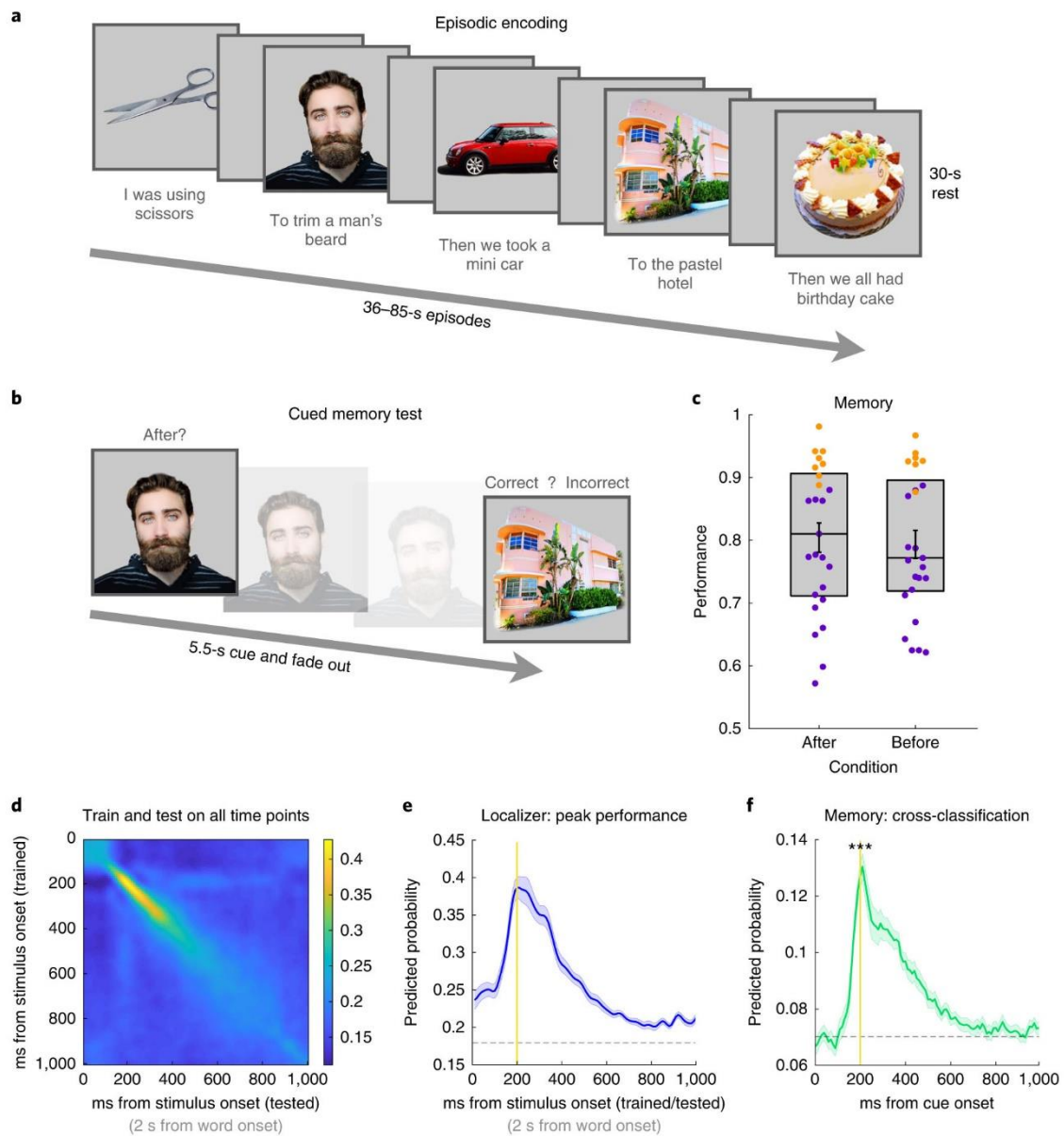
# 今月の認知神経科学：論文紹介

2020年9月

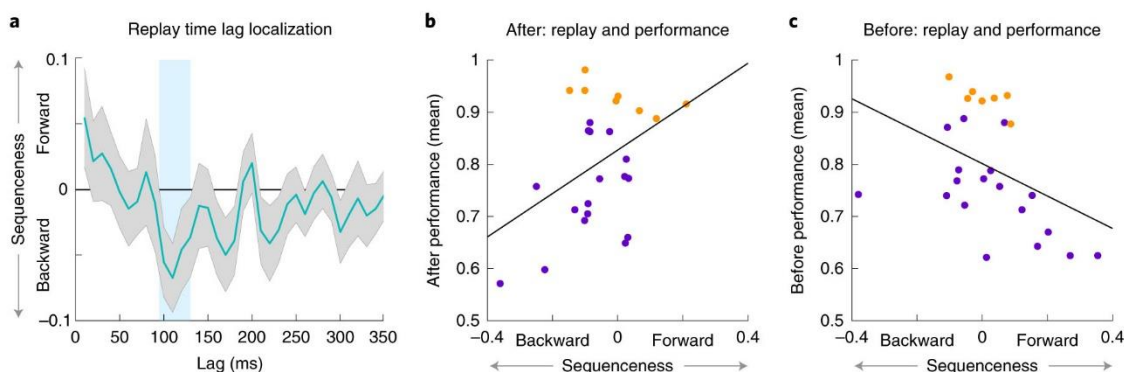
## 認知神経科学の進歩

Wimmer, G.E. et al. Episodic memory retrieval success is associated with rapid replay of episode content. *Nat. Neurosci.*, 23:1025-1033, 2020.

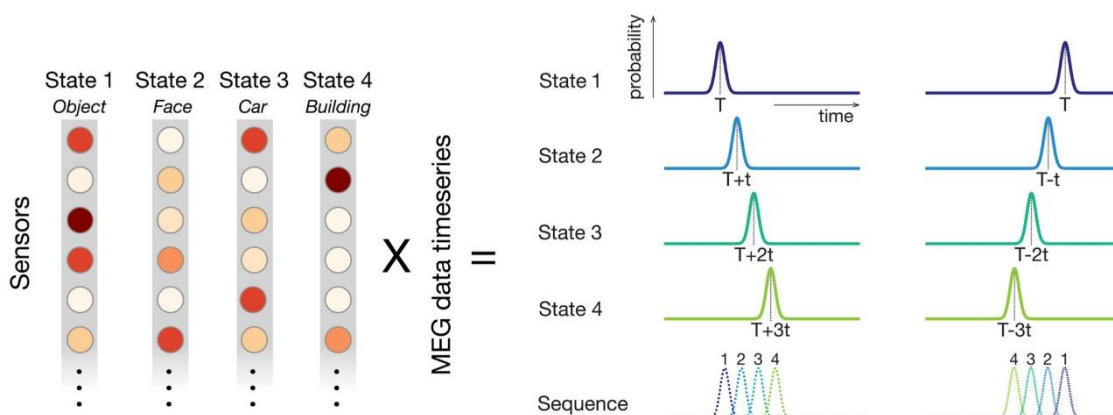
この論文は、5枚の写真によるエピソードの cued retrieval で、脳磁図データからエピソードを decode することにより、replay の役割を明らかにした。



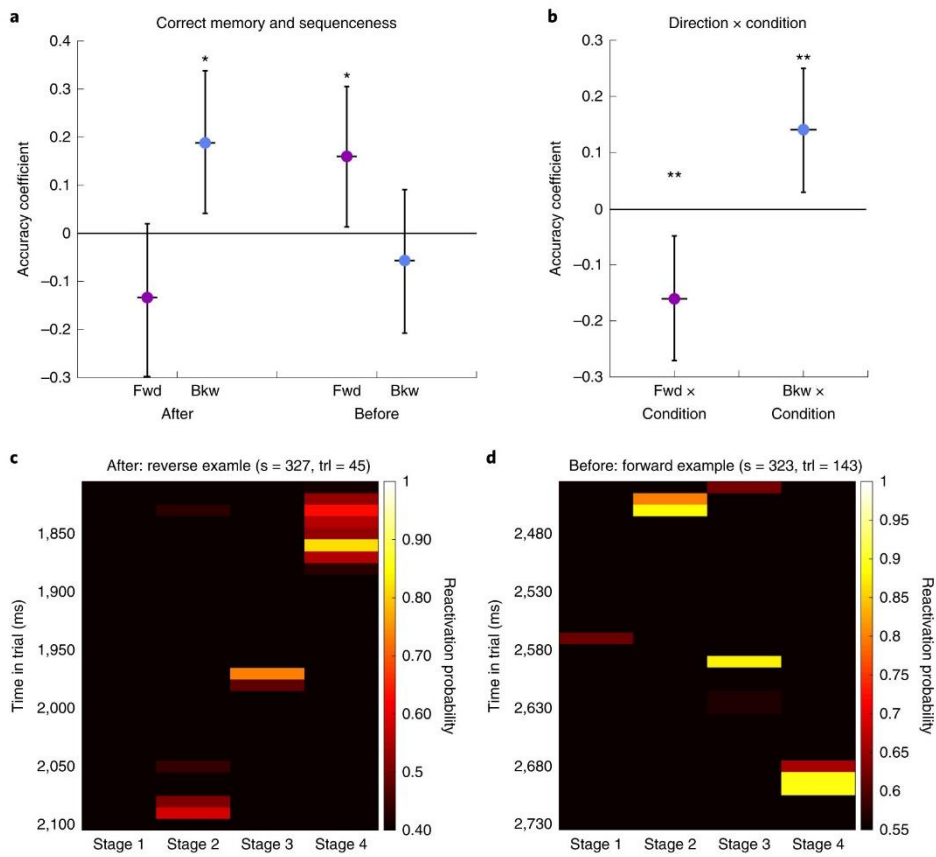
前ページの図 a は課題の例である。5 枚の写真による小エピソードをつなげて、一つのまとまりのあるエピソードになっている。最初の 4 枚の写真は 6 つのカテゴリ（顔、建物、身体部位、もの、動物、自動車）から選ばれた。参加者は 1 日目に 8 つのエピソードを 1 回提示された。2 日目に図 b の Cued memory test が行われた。1 枚の写真が提示され、その後もう 1 枚の写真が提示された。2 つ条件があり、それは第 1 の写真と共に提示される、After?/Before? で示される。すなわち、1 日目のエピソードで、2 番目の写真は第 1 の写真より後?/前? に提示されたかを、Correct/Incorrect で答える。図 c は記憶の成績で、After/Before でほぼ同じレベルである。成績がよい参加者は色が橙色になっている。図 d, e は localizer phase での decoding の成績で、刺激提示後 200 ms で成績が最もよい。図 f は localizer phase で訓練した classifier を retrieval の cue に適用した結果で、200 ms で高い decoding がみられた。



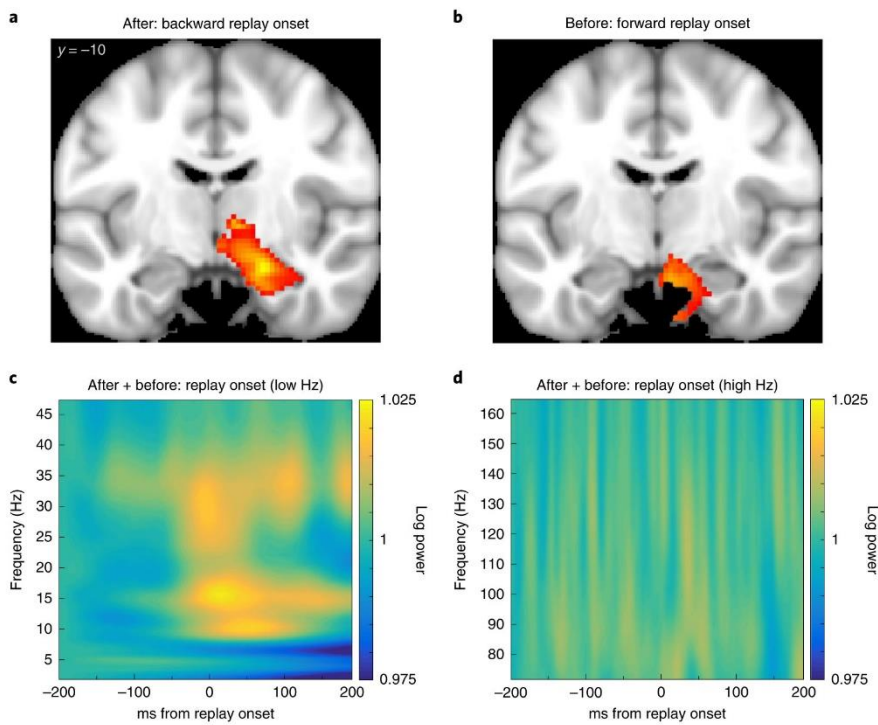
上図は、after/before 条件での、replay の方向性 (backward/forward) と成績の個人差の関係を検討した結果である。図 a は after 条件での結果で、値がマイナスは replay が backward であることを意味する。そして、それは 100-120 ms で最も顕著である。図 b, c はそれぞれ after, before の条件の結果で、after での replay は backward, before でのそれは forward が主であり、その傾向は成績が悪いものほど明らかだった。



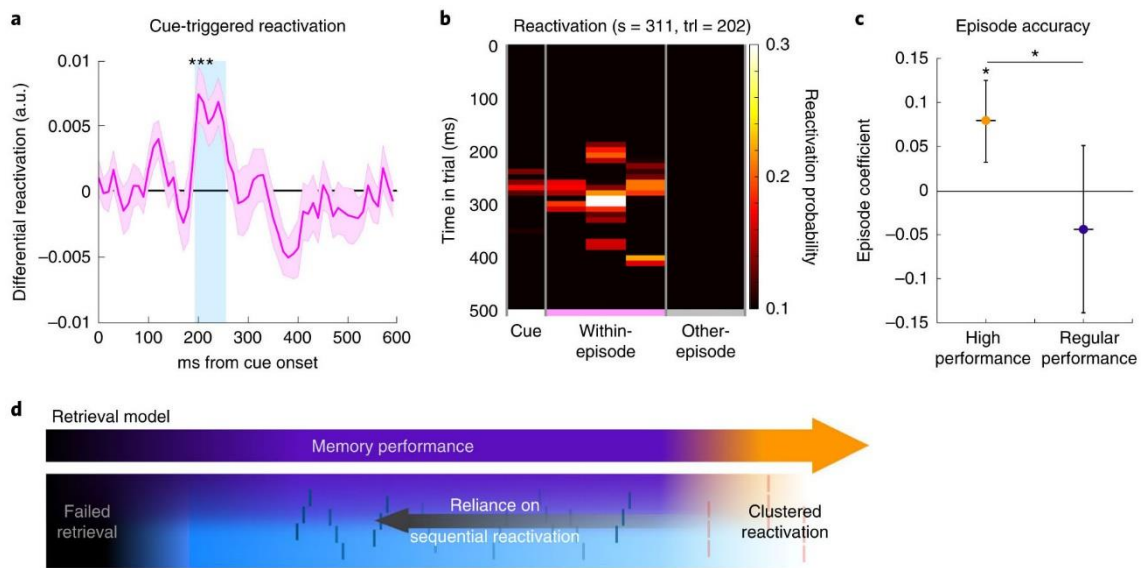
下図は forward (左) と backward (右) の replay の模式図である。この replay の方向性を試行毎に検討したのが、次ページ上図である。図 a, b は After/Before 条件での、Forward/ Backward の成績である。やはり、After 条件では backward, Before 条件では For-



ward replay で成績がよい。図 c, d はそれぞれ After 条件 - Backward replay, Before 条件 - Backward replay の例である。



下図は replay 開始時の内側側頭葉 MTL の power の増加を示す。After/Before のいずれの条件でも、右 MTL で power の増加がみられた。周波数分析では、replay 開始に関与したのは、50 Hz までの低周波領域だった。



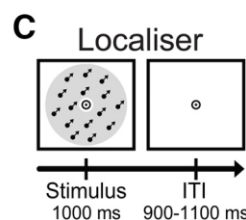
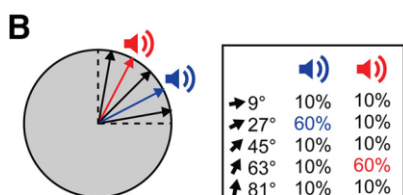
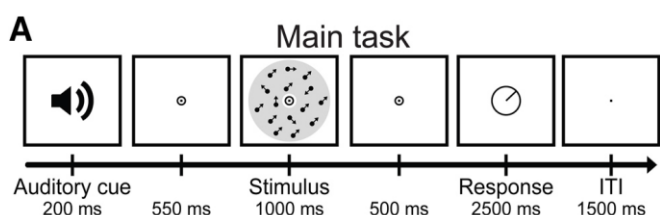
最後に、成績がよい参加者の reactivation の特徴を検討した。Cue-onset 後 200 ms 辺りに、エピソード内の要素がエピソード外の項目（要素）よりも、reactivate される時間帯がある（図 a）。その 1 例が図 b で、エピソード内の要素の sequential でなく、clustered reactivation がみられた。エピソード外の項目は reactivate されない。このような特徴的な reactivation は成績がよい参加者でみられた。

図 d はこれらの結果から考えられた model である。記憶の成績がよい者は clustered reactivation を行い、sequential reactivation には依存しない。一方、成績がよくない者は sequential reactivation に依存する。

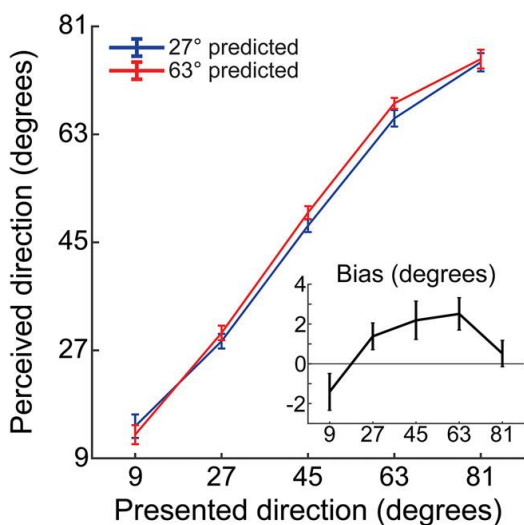
## Predictive coding, PC と関連する論文

Aitken, F. et al. Prior expectations of motion direction modulate early sensory processing. *J. Neurosci.*, 40:6389-6397, 2020.

この論文は、random dot kinetogram (RDK, 20% coherence) の dot の動きの方向（角度）を報告する課題で、周波数 450/1000 Hz が異なる音によって、ある方向の動きが予想できる時、知覚と動きに関連する脳活動が、どのように変化するかを脳磁図で検討した。

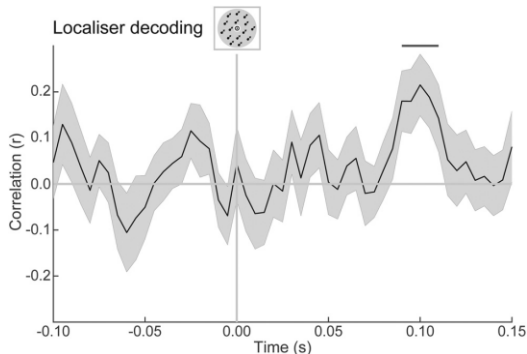


上図 A は課題である。反応は RDK の動きの方向に線を合わせる事。上図 B に音と dot の動きの方向（角度）の関係が示されている。一方の音では 27°、他方の音では 63° の方向の出現率が 60% と高い（他の 4 つの方向は 10%）。この関係は参加者に知らせていない。この他に、localiser の実験が行われた（上図 C）。



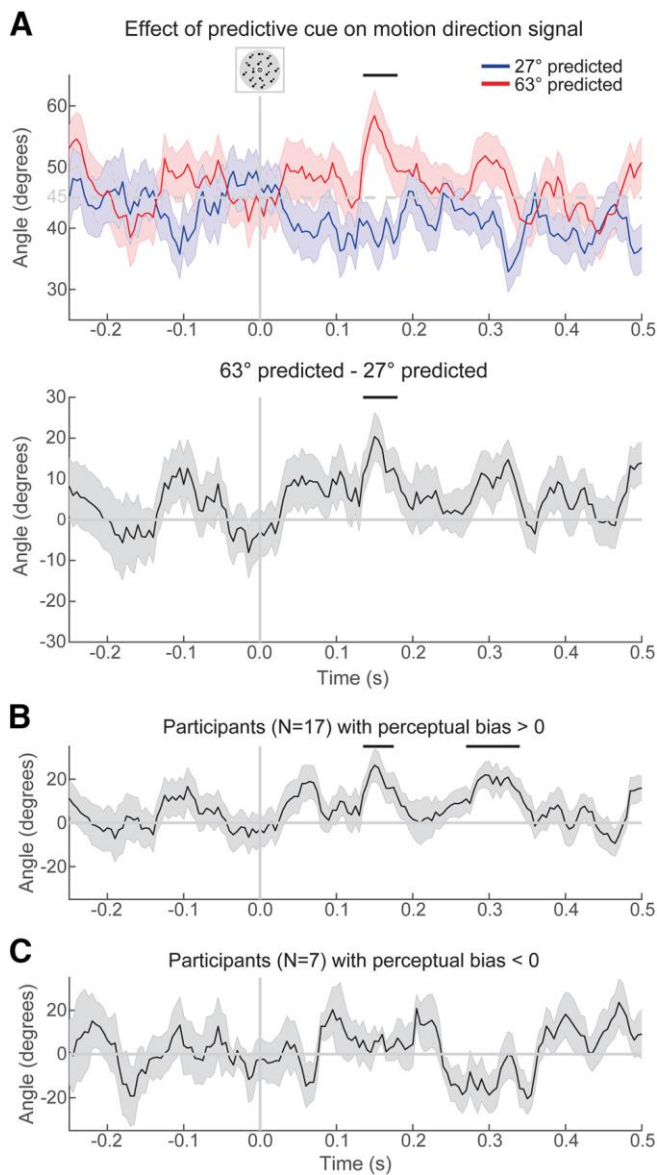
中図は行動の結果で、27° と 63° が予想された時の、提示された角度と知覚された角度の関係を示す。両法の差が bias である。Prior expectation が知覚に与えた影響である。

下図は localiser の実験での、脳磁図 MEG の decoding の結果である。刺激の提示から 100 ms 辺りで、提示した刺激の角度と、decode した角度の相関が有意に高く、decoding の成績が最もよい。



次ページ上図は、27°（青）と 63°（赤）の予期の条件で decoding を行った結果である。Y 軸は decode された角度の平均で、bias がなければ 45° である。その下の図は両者の差で、135-180 ms の間に有意な差がみられ、150 ms がピークだった。上図 B, C は参加者による違いで、それぞれ、17/24 の正の bias を見せた参加者と、有意な bias を見せなかった 7/24 の参加者の decoding の結果を分けて表示

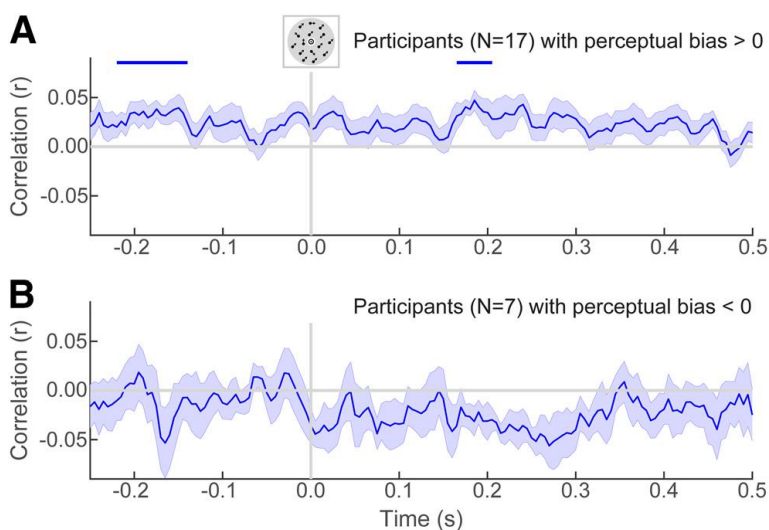




した。有意な正の bias を見せた参加者の方が、**decoding** の成績がよい。なお、これらの図で、グラフの上の水平のバーは、統計的に有意な時間帯を示す。

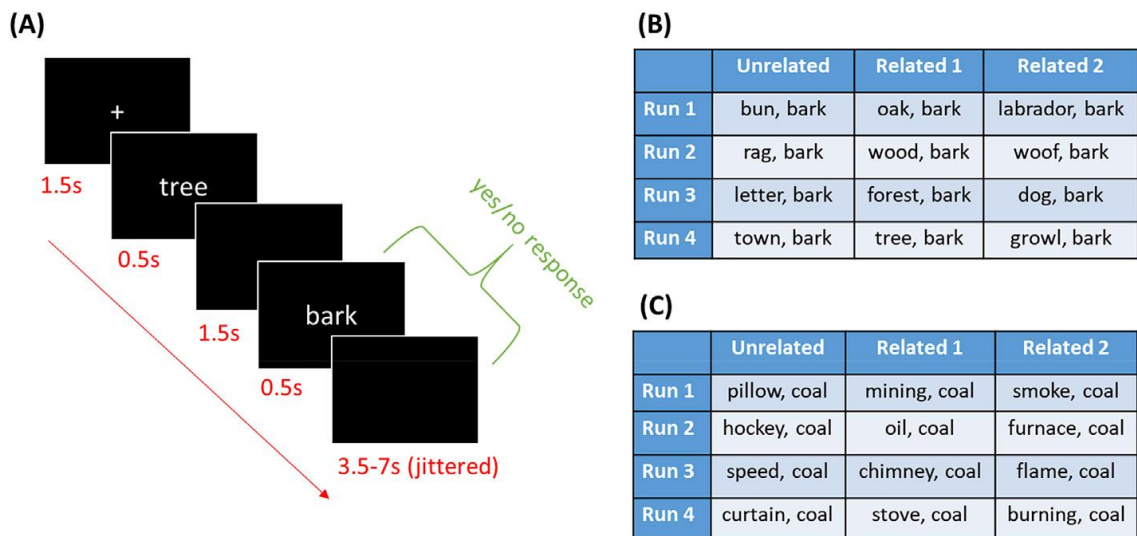
下図は、正の bias をみせた 17/24 の参加者（下図 A）とみせなかった 7/24 の参加者（下図 B）の提示された角度と、**decode** した角度の相関の時間的変化である。大変に興味深いことだが、正の bias を示した参加者では、刺激の提示前 220 ms-140 ms に、また、提示後 165 ms-205 ms に有意な相関がみられた。そのような bias を示さなかった 7/24 の参加者では、有意な相関はみられなかった。なお、-10 ms-35 ms, 160 ms-315 ms の間で、両者の相関に有意な差がみられた。

なお、音と刺激の角度との関係について、正確に理解していたのは 4/24 名に過ぎなかった。期待、予期は **implicit** である。他に眼球運動の影響を分析しているが、省略する。



**Hoffman, P. & Tamm, A. Barking up the right tree: Univariate and multivariate fMRI analyses of homonyms comprehension. Neuroimage, 219: no 117050, 2020.**

この論文は、同音異義語 homonym の fMRI 研究である。上図の図 B, C にあるように、



刺激は語の対 (prime-target) よりなる。図 B は target が homonym (bark) の例で、prime と target が関係しない対と homonym のそれぞれの意味に対応する prime との対がある。図 C は homonym でない unambiguous (coal) の例で、やはり関係しない対と、関係する対が 2 種類ある。課題が図 A にあるが、prime-target の対が意味的に関連するかを答えるか (意味課題)、prime-target の対が同じ音節数かを答える (音韻課題)。fMRI で脳活性を計測したが、全脳、ROI の分析を行った。ROI は下前頭回眼窩部 IFGorb、同三角部 IFGtri、中側頭回後部 pMTG、角回 AG、前部側頭葉外側部 IATL、同腹側部 vATL である。また、MVPA で decoding を行ったが、下図にあるように、2 つの classifier があった。一方は意味的な関連を区別するもので、他方は homonym の 2 つの意味を区別する classifier である。なお、結果は主に意味課題について述べる。

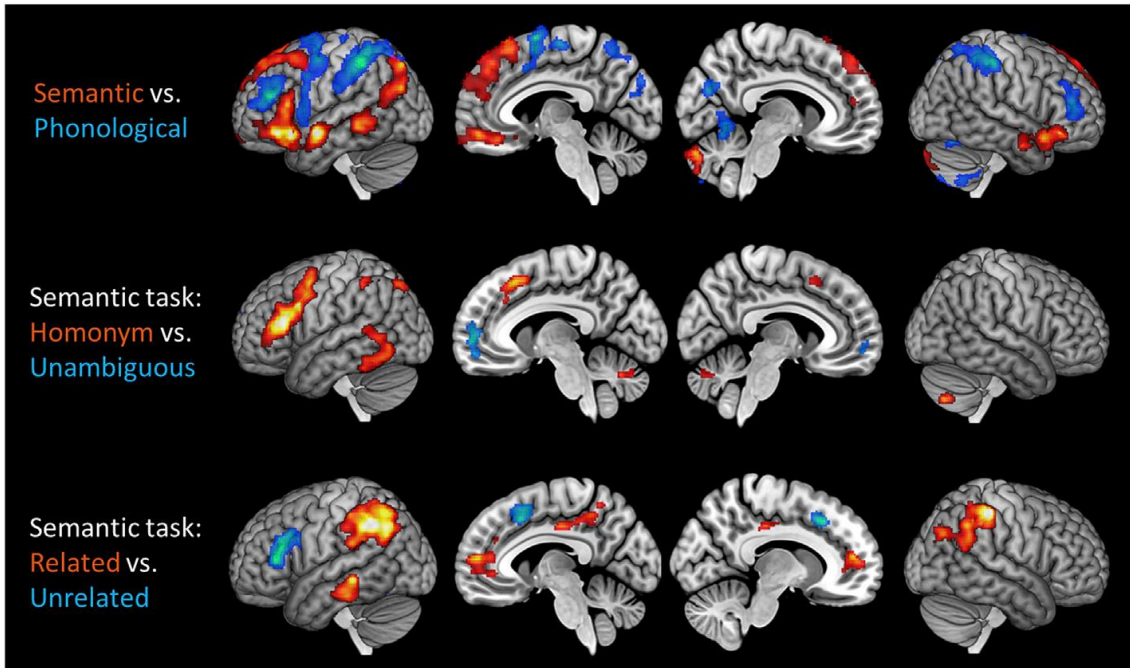
(A) CLASSIFIER 1

	Class 1: Unrelated	Class 2: Related
Train	rag, bark sap, wizard volume, seal ...	oak, bark magic, wizard leak, seal ...
Test	letter, bark nerve, wizard path, seal ...	tree, bark witch, wizard arctic, seal ...

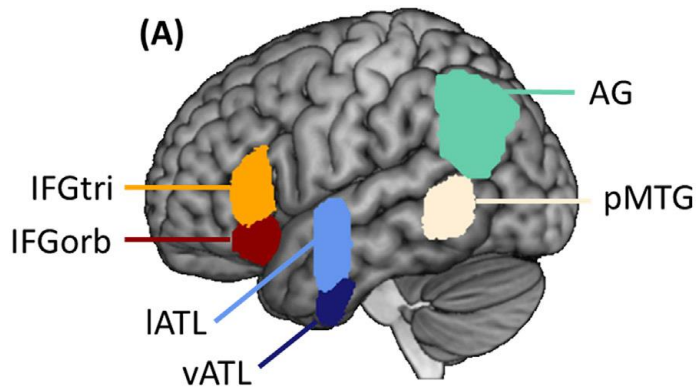
(B) CLASSIFIER 2

	Class 1: Meaning 1	Class 2: Meaning 2
Train	oak, bark wood, bark forest, bark	labrador, bark woof, bark dog, bark
Test	tree, bark	growl, bark

次ページ上図は、全脳的な univariate 分析の結果である。上から意味課題と音韻課題の



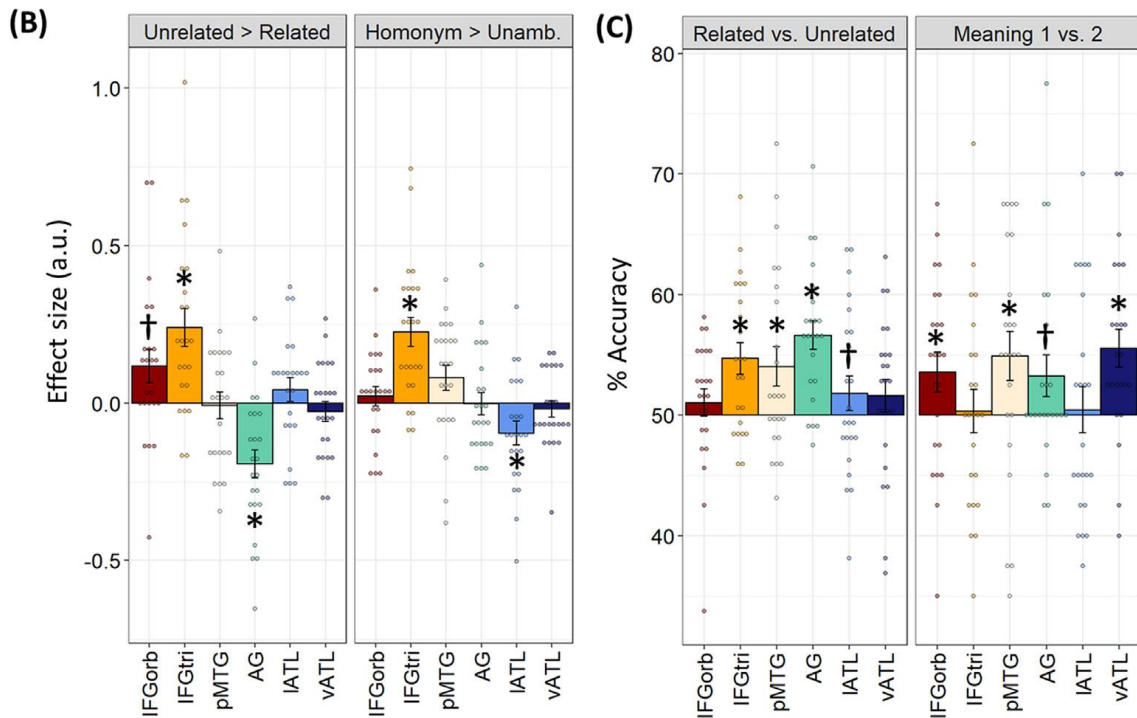
対比、中段は意味課題の homonym とそうでない語の対比、下は同じく意味課題の prime-target が関連するか、しないかの対比である。意味課題では、左の IFG, 側頭皮質の TCx の前部と後部、AG などが音韻課題より活性が強い。中段の homonym では左 PFC, 後部 TCx で活性がみられた。下段の prime-target の関連性については、関連条件では AG, 後部帯状皮質 PCC, 腹内側前頭前野 vmPFC で活性が強かった。



以下、ROI の結果である。6 つの ROI の位置は左の下図の通りである。次ページの図は図 B が univariate の分析結果で、左が関連性 (非関連 > 関連)、右が homonym > unambiguous の結果である、このページの上図と基本的に同じだが、homonym に関して、IFG の三角部と眼窩部で差がみられ、三角部で有意な活性があった。図 C は MVPA の結果で、左が関連と非関連の decoding, 右が homonym の二つの意味の decoding の各 ROI の成績である。関連性については、IFGtri, pMTG, AG で有意な decoding ができた。一方、homonym の二つの意味については、IFGorb, pMTG, vATL で有意な decoding ができた。ここでも IFG の三角部と眼窩部で違いがみられた。IFG 三角部は prime-target の関係について、眼窩部は意味に関係する。この 2 つは課題の解決に重要である。

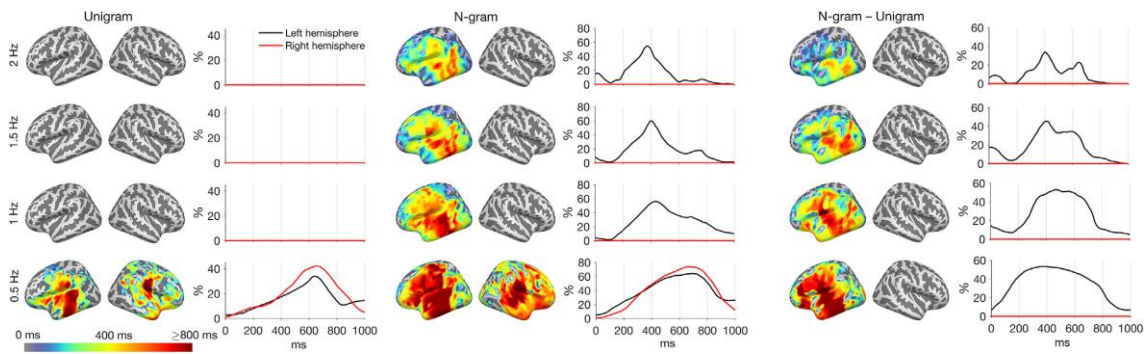
音韻課題については、簡単に述べる。ROI の分析では、角回のみで prime-target の関連 > 非関連の活性がみられ、角回のみで、関連性の有意な decoding ができた。





Predictive coding の立場から、言語処理を検討したものに、次の MEG 研究があった。Speech の中に言葉の出現の予測に関係する活動を同定する試みである。一読して、十分に理解できなかったのので、分かったつもりの部分を簡単に紹介する。

**Koskinen, M. et al. Brain activity reflects the predictability of word sequences in listened continuous speech. Neuroimage, 219: no 116936, 2020.**

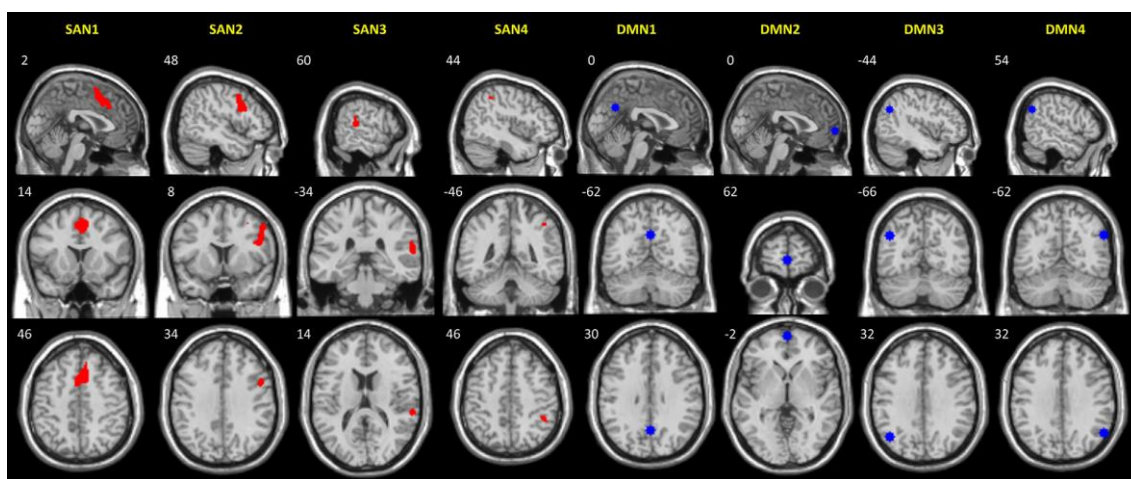
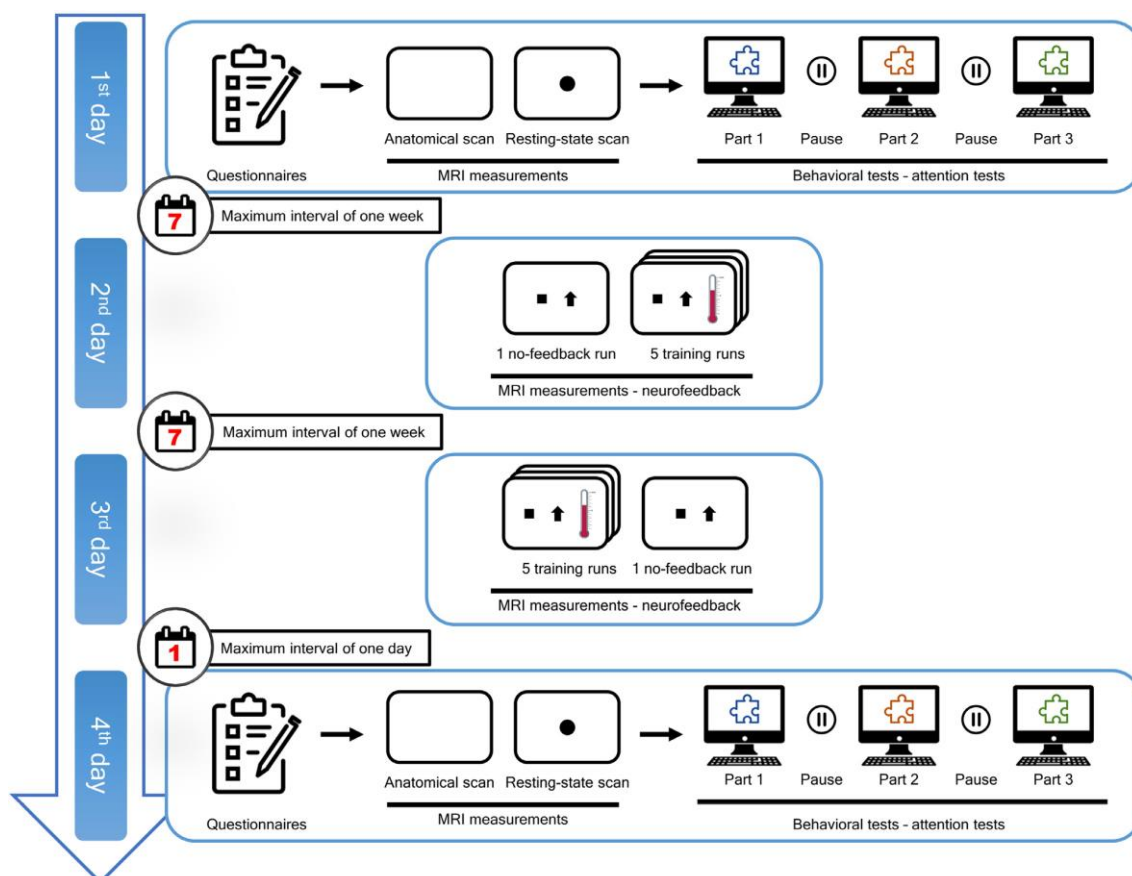


上の図で、左が Unigram, 中が N-gram, 右が N-gram - Unigram の結果で、最後の差が word sequence の predictability を反映すると考えられる。その活動は 2 Hz 以下で、図は上から下へ 2.0, 1.5, 1.0, 0.5 Hz の脳の活動、その時間的变化を示す。活動は左半球に偏っており、聴覚野、中心溝、楔前部、後頭皮質、内側、外側の前頭皮質にみられた。

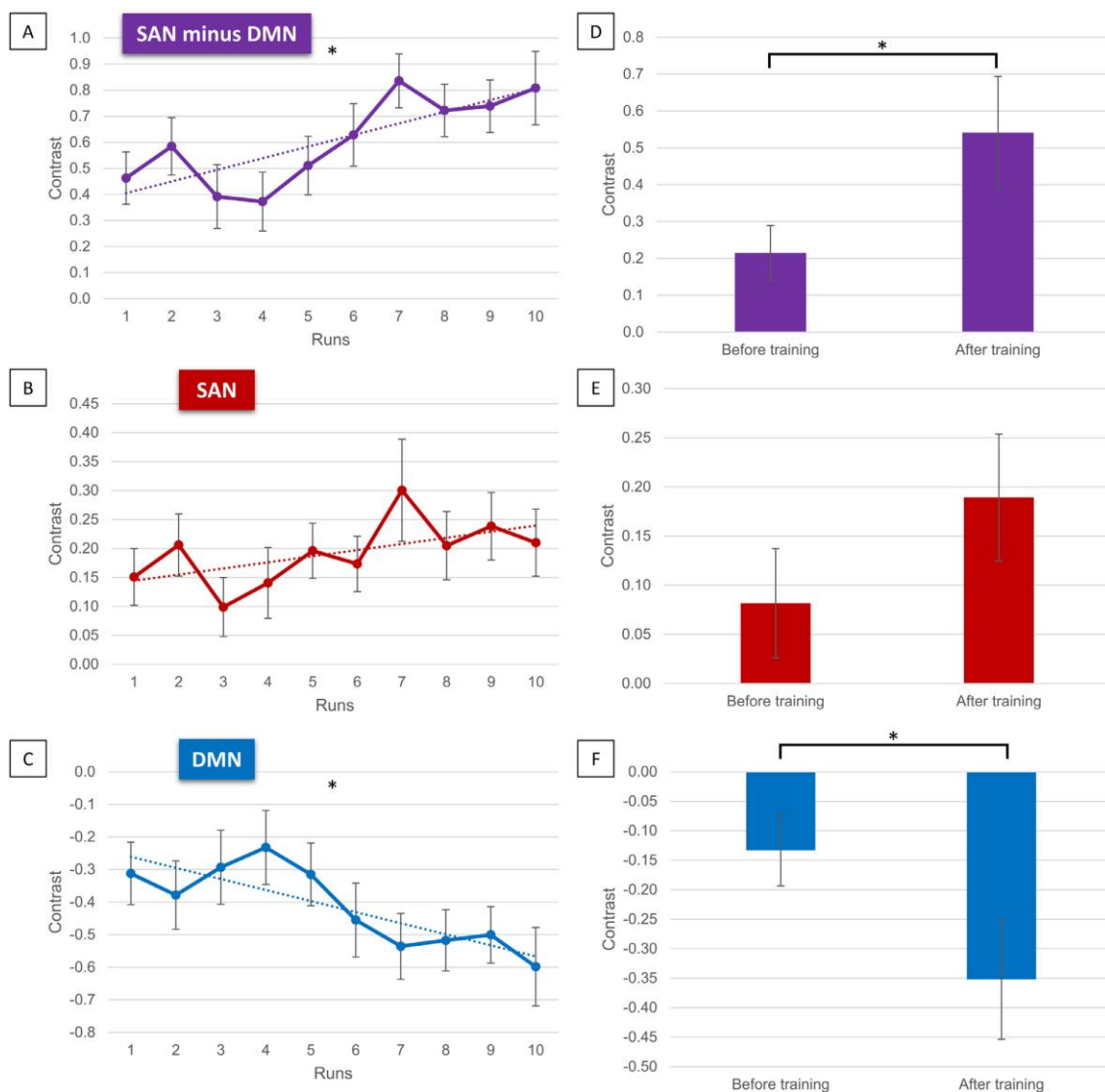
## Neurofeedback, NFB と関連する論文

Pamplona, G.S.P. et al. Network based fMRI-neurofeedback training of sustained attention. *Neuroimage*, 221: no 117194, 2020.

この論文は、sustained attention に対する、network based の fMRI-NFB の効果を検討した。Network は sustained attention network, SAN と default-mode network, DMN である。2つの network は機能が反対で、NFB では両者の差を訓練した。



前ページ上図が手続きで、NFB 訓練の前後に質問紙、行動や注意のテストを行い、NFB の効果を検討した。下図は ROI で、SAN (赤) と DMN (青) である。SAN-DMN の値の Feedback は「温度計」の形で与えられた。Strategy の詳細は論文に譲るが、注意と alertness を高めるよう示唆された。なお、訓練を受けない control の NT 群がある。

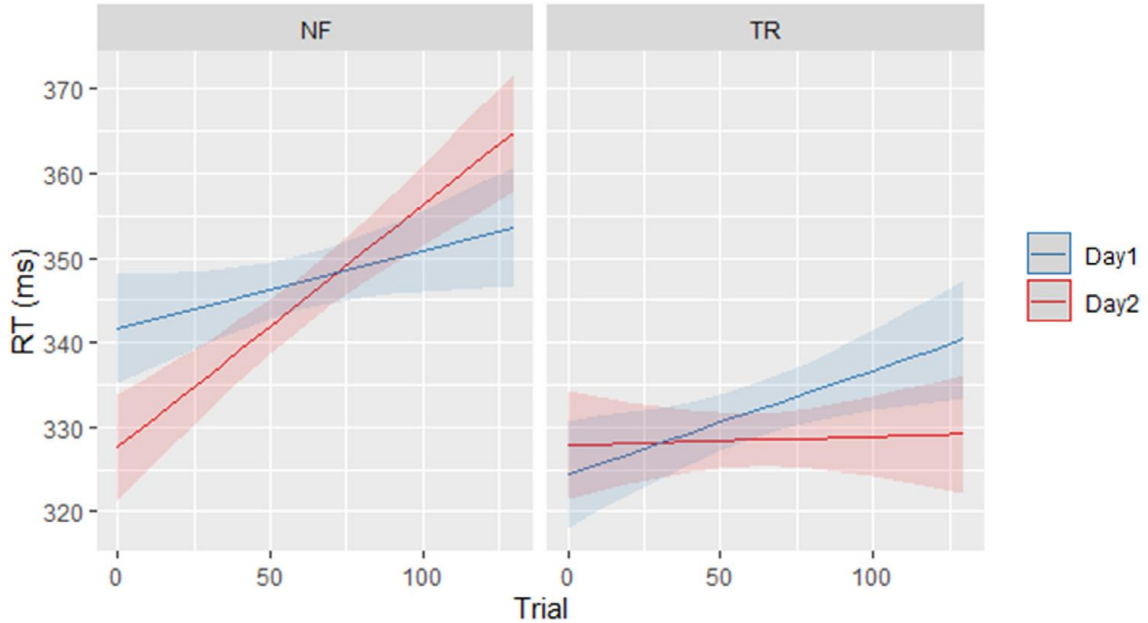


図は結果で、NFB 訓練により SAN の活性が上がる傾向、DMN の活性が有意に下がることで、目標は達成された。訓練の経過に伴う SAN, DMN の活性の変化の図があるが、省略する。また、訓練の最初と最後、最後-最初の活性の図があるが、省略する。最後に残ったのは DMN の領域 (楔前部、内側前頭前野) 活性低下だった。

行動的な課題は、Continuous Performance Test, CPT, Task-Switching Performance, Switcher, Psychomotor Vigilance Test, PVT, Mental Rotation Task, Rotation, Attentional Network Test, ANT の 5 課題である。NFB 訓練の前と後の反応時間と成績 Accuracy の差が次ページの表にある。訓練の効果は主に反応時間にみられ、成績への影響はない。PVT

	Reaction time		Accuracy	
	NF group	TR group	NF group	TR group
CPT	-11.21*	-29.58*	0.19	-0.27
Switcher	-254.50*	-371.22*	0.22	-0.05
PVT	-13.23*	3.50	-	-
Rotation	-370.29*	-138.65	-1.71	-14.33*
ANT	-39.86*	-47.25*	-0.46	0.20

についてさらに検討した結果が下の図である。群 x 日 x 試行の交互作用の結果だが、NFB の群は初期の試行では、2 日目の方が 1 日目より反応時間が早い。しかし、後期の試行では有意な差はない。NT の群はその逆の結果だった。



これらの結果は、NFB 訓練の効果は、特定の課題の反応時間のみにみられ、かつ、その効果は短期的なものであることを示す。

著者らは注意や、注意の障がいへの効果を期待しているが、道具立てが大掛かりな割に、効果は大きくないように見える。

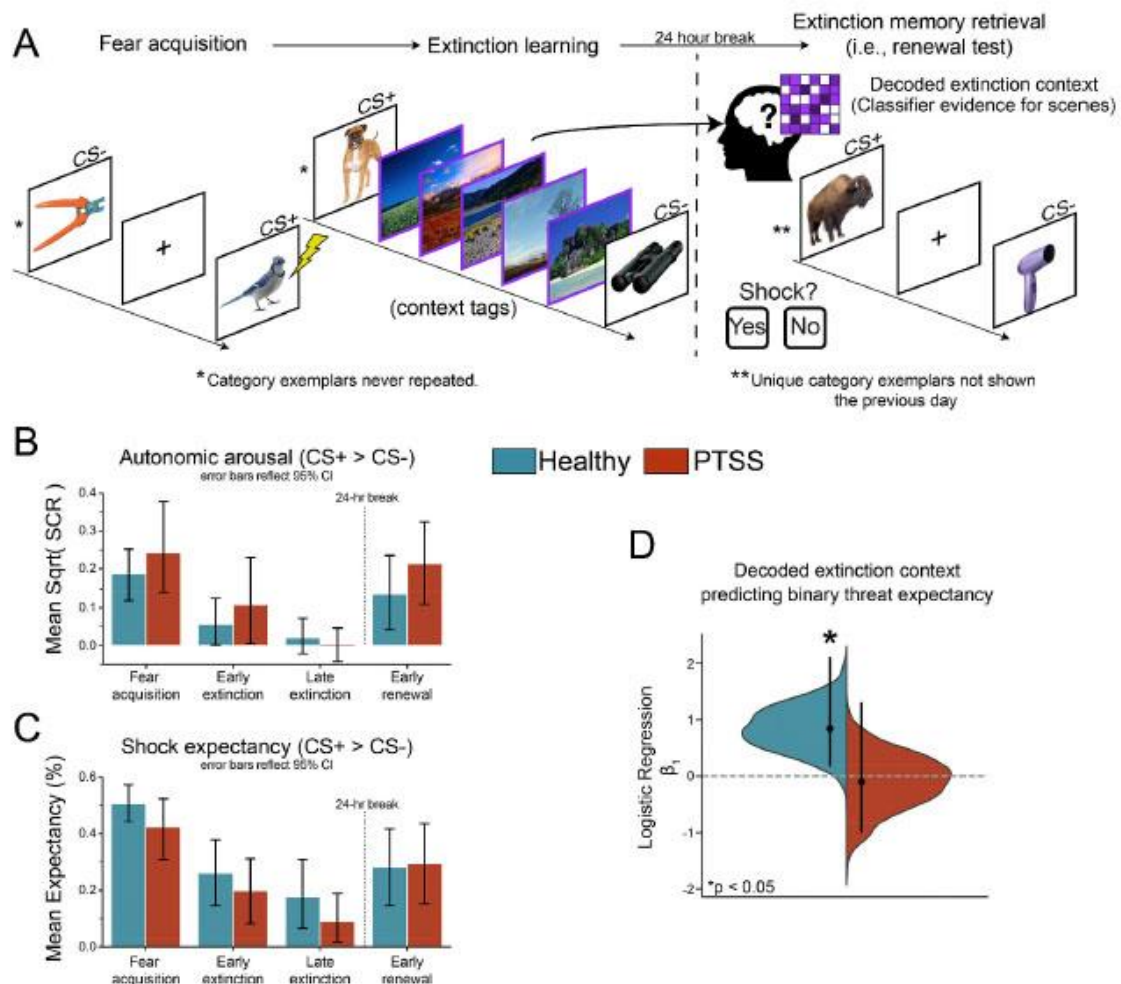


## 有害刺激を用いた研究

このところ、『期待』では恐怖など有害刺激を用いた研究をとり上げた。長く引っ張りすぎたので、有害刺激の論文はこちらで引き取ることにした。動物や古い論文が含まれる。

### Hennings, A.C. et al. Contextual reinstatement promotes extinction generalization in healthy adults but not PTSD. *Neuropsychologia*, 147: no 107573, 2020.

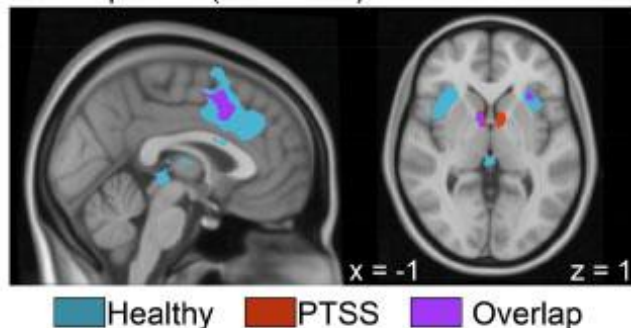
この論文は、CS+/-がカテゴリ・レベル（動物か道具。図の例では動物がCS+）の古典的恐怖条件づけで、消去に context として風景写真を提示した。翌日の renewal test（消去の記憶の想起）に、fMRI の decoding で context（風景）が decode される程度と、消去の関係を検討した。参加者は健常者と PTSD (PTSS) である。



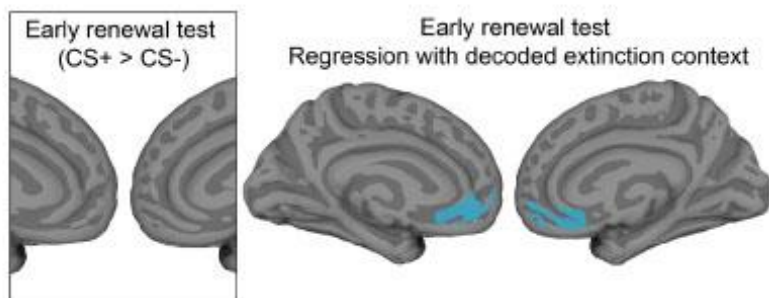
上の図 A は手続きで、要点は説明した。図 B は SCR の CS+>CS- の結果、図 C は電撃が来るかの予期の CS+>CS- の結果。図 D は renewal 時に、消去で提示された context の

decoding が、電撃の期待を予測するかを検討した、logistic regression の結果である。健常者では予測できたが、すなわち、両者は関係したが、PTSD ではできなかった。

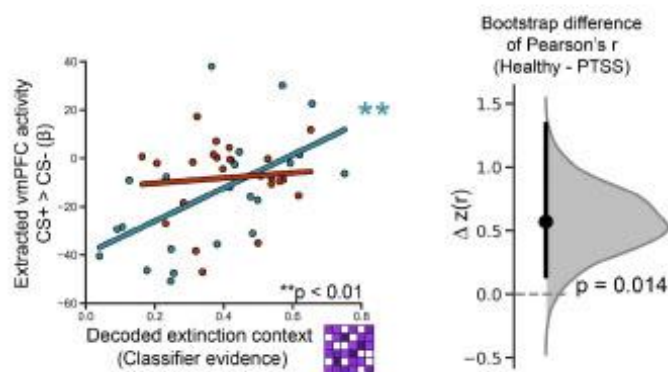
**A** Fear acquisition (CS+ > CS-) Mass-univariate GLM



**B**



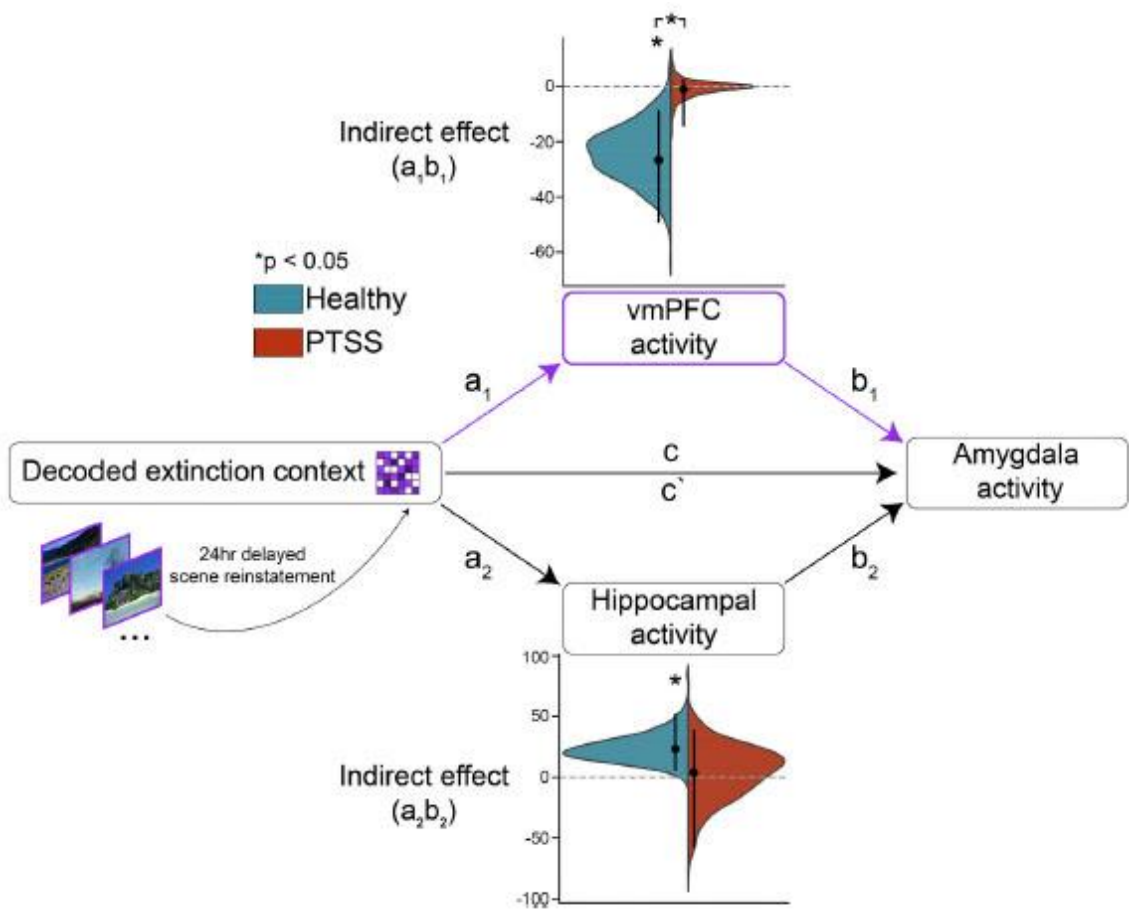
**C**



左の図 A は恐怖条件づけの獲得時で、CS+>CS-だった領域で、背側前部帯状皮質 dACC, 両側の島皮質、視床の活性は CS+の方が強かった。図 B は early renewal test で、CS+>CS-の活性は vmPFC には見られない。vmPFC の CS+>CS-の活性は decode された消去時の context と関係していた。図 C はその点を健常と PTSD に分けて表示した。左図で健常では有意な相関がみられたが、PTSD では相関はなかった(海馬でも同様の結果が得られた)。右図は同じこと

を別の表現で示したものと考えられる。z 変換された健常と PTSD の相関係数の差の分布ようである(十分理解できていない。いずれにせよ、分布は 0 より大きい)。

消去に扁桃核が果たす役割を考えると、活性の変化や decode された context との関係が予測されたが、それらはみられなかった。そこで、reinstate された context は vmPFC と海馬を介して、間接的に扁桃核に影響するというモデルを考えた(次ページ図)。扁桃核の活動を outcome, reinstated context を predictor, vmPFC と海馬の活動を mediator とする non-causal mediation analysis を行った。その結果、健常者では、vmPFC, 海馬を介する reinstated context は、扁桃核の活動に影響を与えた。一方、PTSD では、両領域ともそのような仲介の効果は持たなかった。



## 今月の特集、総説、メタ分析など

Bottini, R. & Doeller, C.F. (2020) *Trend. Cognit. Sci.*, 24:606-619.

Knowledge across reference frames: Cognitive maps and image spaces と題する総説。

McColgan, P. et al. (2020) *Nat. Rev., Neurosci.*, 21:401-415.

The human motor cortex microcircuit: insight for neurodegenerative disease と題する総説。

Ju, H. & Bassett, D.S. (2020) *Nat. Neurosci.*, 23:908-917.

Dynamic representations in networked neural systems と題する総説。

Holschler, D.J. et al. (2020) *Trend. Cognit. Sci.*, 24:594-605.

Do non-human primates really represent others' beliefs? と題する総説。

Botvinick, M. et al. (2020) *Neuron*, 107:603-616.

Deep reinforcement learning and its neuroscientific implications 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数行で紹介している。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, 下部 i, 外側 l, 内側 m, 後部 p, 吻側 r, 上部 s, 腹側 v
- 前部帯状皮質 ACC, 聴覚皮質 ACx, 一時聴覚皮質 A1, 大脳基底核 BG, 尾状核 CAUD, 脳梁 CC, 中央実行系、ネットワーク CEN, 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, Salience ネットワーク SalN, 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, 腹側注意系 VAN, 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, 日齢 d, 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, mismatch negativity, MMN, Neurotypical, NT, 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, 社会経済的状态 SES, 短期記憶 STM, 定型発達 TD, 心の理論 ToM, ウィスコンシン・カード・ソーティング・テスト WCST, 週齢 w, 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, (fractional) amplitude of low-frequency fluctuation (f)ALFF, Blood-oxygen level dependent BOLD, contingent negative variation, CNV, 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, 事象関連脱同期 ERD, エラー関連負電位 ERN, 事象関連電位 ERP, 異方性比率 FA, (安静時)機能結合

(rs)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, 灰白質 GMat, 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, ノルエピネフリン NE, neurofeedback NFB, (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, 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、応用研究が増えてきている。これまでは比較的広く、満遍なく紹介してきた。これからは少し焦点を絞り、発達障がいやそれらの訓練による改善など、非侵襲的脳刺激も治療、介入に関係するものを積極的に紹介したい。ただ、統合失調症、テンカン、躁うつ病、アルツハイマー病などの認知症、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

Chen, Q. et al. (2020) Hum. Brain Mapp., 41:3403-3419.

音楽家、画家、小説家の脳の活動の domain-general と domain-specific の要素に関するメタ分析。

Sripada, C. et al. (2020) Hum. Brain Mapp., 41:3186-3197.

Predictive modeling method により、General Cognitive Ability, GCA を、課題関連の全脳的な fMRI のパターンから予測した。課題は n-back 課題など 7 課題で、15 の contrast を検討した。2 back-0 back contrast など、13 の contrast で有意な予測ができた。

Stevens Jr., C.E. & Zabelina, D.L. (2020) Neuroimage, 219: no 116990.

創造性には脳波の  $\alpha$  波が関係するが、Alternate Uses Task のより創造性が必要な課題とそうでない課題の脳波を、機械学習で分類させた。成績は参加者で異なったが、平均 64% の成績だった。また、創造性の高い人、低い人は 82% の弁別力だった。

Roberts, R.P. et al. (2020) Neuroimage, 219: no 116758.

内に向かう創造的で柔軟性を必要とする課題では、BOLD 信号の変動性の減少が成績の上昇に関係していた。

### **訓練 (neurofeedback, NFB を含む)、制御と非侵襲性脳刺激**

Heunis, S. et al. (2020) Hum. Brain Mapp., 41:3439-3467.

Real time fMRI-NFB の方法についての総説。

Tremblay, S. et al. (2020) Neuroimage, 219: no 117023.

The study of noninvasive brain stimulation using molecular brain imaging と題する総説。

**Pamplona, G.S.P. et al. (2020) Neuroimage, 221: no 117194.**

持続的な注意機能を高めるために、Sustained Attention Network と DMN の活性の差を高める fMRI-NFB 訓練を行なった。その結果、主に DMN の活性を低下させることで、目標は達成された。訓練前後に Psychomotor Vigilance Test など 5 つの課題を行わせ、訓練の効果を調べた。効果は反応時間に限られており、効果も一過的だった。上で紹介した。

**Daly, S. et al. (2020) Cognit. Affect. Behav. Neurosci., 20:669-683.**

面白い実験だったが、課題の命名が腑に落ちず、それに関連して結果の図も混乱しているので、信頼ができなかった。簡単に紹介する。ターゲットを検出して、左手の squeeze で反応する課題に混ぜて、control の課題を導入したが、そこでは squeeze を mental に訓練する群としない群を設けた。Mental な訓練は RT を早め、fMRI による aIns, dlPFC, ACC 間の interaction を増加させた。

脳のある領域の活性を変化させるには、NFB や行動的な課題が（非侵襲的な脳刺激も）用いられる。NFB では、しばしば imagery が利用されるが、この研究でも imagery が利用された。Imagery の効果が、行動的にも脳機能的にも、分かっている課題で、NFB の訓練を行ない、行動的介入の効果を高めるアプローチはとれないのだろうか。

Chen, Q. et al. (2020) Hum. Brain Mapp., 41:3608-3619.

高齢者の学習訓練の有効性には個人差が大きい。自律神経系の可塑性によって評価される adaptation capacity が、学習や関連する神経系（dACC や FCx の一部）の可塑性の個人差を予測した。

Schubert, E. et al. (2020) Cognit. Affect. Behav. Neurosci. 20:888-900.

情動の調節には distraction と reappraisal の strategy があるが、それらの成否は調節前の anticipation, 調整中の implementation の過程が関係する。脳波の ERP パタンの MVPA で、reappraisal の成否は anticipation 時の、distraction の成否は implementation の時期の ERP パタンで予測することができた。

Arif, Y. et al. (2020) *Cereb. Cortex*, 30:4847-4857.

視空間機能に対する左右の dlPFC 関係を検討するために、multielectrode tDCS を与え、行動への影響を見るとともに、MEG で脳の活動を記録、検討した。その結果、左 dlPFC への tDCS は、右よりも、反応を遅くし、成績を低下させた。左 dlPFC への tDCS は、後頭皮質の自発的な  $\theta$  の増加、 $\gamma$  の減少をもたらした。

### 発達・加齢、母子関係

Sullivan, E.V. et al. (2020) *Cereb. Cortex*, 30:4729-4746.

胎児期に母体のアルコールの影響を受けた adolescent と young adult の小脳の容量の変化を検討した。アルコールの影響の重い fetal alcohol syndrome, FAS と軽い fetal alcohol effect, FAE に分けた。Intracranial volume は、FAS<FAE<control だった。FAE では小葉の VIIb, VIIIa で容量の減少がみられたが、FAS では I、II、IV、V、VI、crus II、VIIb, VIIIa でみられた。FAS<FAE の graded deficit が小葉 V でみられた。

Dimitrova, R. et al. (2020) *Cereb. Cortex*, 30:4800-4810.

Preterm 出産の子供の脳の発達の変動性が非常に大きいことを明らかにした。まず、term 出産の子供の微細構造 (FA と平均拡散性) を明らかにし、preterm の脳をそれと比較した。その結果、preterm では変動性が大きく (atypicality index)、それが 18 mo の言語、認知機能と関係した。

Kelly, C.E. et al. (2020) *Neuroimage*, 220: no 117068.

Very preterm, VP の白質線維の発達を、拡散 MRI データを 7.6 y と 13.3 y に収集し、fixel-based analysis, FBA で、13 y まで検討した。満期産児 FT と比較して、VP は白質全体で、7 y, 13 y 時に fiber density, FD, cross section, FC, 両者の組み合わせ FDC が低かった。それは特に、脳梁、tapetum, 下前頭-後頭束、脳弓、帯状束でそうだった。また、VP は 7 y から 13 y の間の、脳梁、皮質脊髄路の FDC の発達が遅かった。

Mossad, S.I. et al. (2020) *Hum. Brain Mapp.*, 41:3797-3806.

6 y と 8 y の VP と FT の児童に、implicit face-processing task を課し、MEG を記録した。児童は顔の valence を評定したが、VP は FT よりも、怒りの顔の評定がより positive だった。また、VP は 8 y 時に、怒りや不安の表情で、扁桃核、STS, ACC を含む回路の結合が減少していた。

Nolvi, S. et al. (2020) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 15:649-660.



母親の産後のうつは幼児の negative reactivity に関係する。その神経メカニズムを解明する目的で、2-5 w の新生児の MR/DTI を計測し、母親の 3 mo, 6 mo のうつ状態、幼児の 6 mo での negative reactivity を調査した。その結果、全脳、脳梁、帯状束の FA が平均以上の幼児では、母親のうつと幼児の negative reactivity が正の相関を示した。低い FA の幼児ではそのようなことはなかった。

Levakov, G. et al. (2020) *Hum. Brain Mapp.*, 41:3235-3252.

4-94 y の sMRI データから脳年齢を推定する方法について。Subject-specific でなく、population-based の explanation map と convolutional neural network 分析を適用して、脳年齢の推定の訓練を行なった。結果を新しいデータに適用したところ、誤差は 3.07 年、実年齢との相関は 0.98 だった。そして、脳脊髄液で満たされた空洞が、脳年齢予測に最も貢献した。

Corbett, B. & Duarte, A. (2020) *J. Cognit. Neurosci.*, 32:1607-1623.

平均 24 y と 67 y の参加者で、もの顔/風景の連合学習で、前向干渉の程度を変えて学習させ、対の episodic detail のレベルを変えて、記憶のテストを行った。成績と fMRI による脳活性の加齢効果を検討した。行動も脳活性も多くの場合、若者と高齢者で差はなかったが、干渉が低い時に、高齢者は vmPFC の活性を高め、想起の成績に関係した。

Tran, T.T. et al. (2020) *J. Cognit. Neurosci.*, 32:1813-1822.

20-30 y と 60-70 y の参加者で、neural noise（神経活動の変動性の増大）と認知の低下の関係を検討した。加齢関連のノイズとして、脳波のパワー・スペクトルの  $1/f$  の baseline ノイズと視覚刺激処理の変動性の増加を測定した。高齢者では baseline ノイズが大きく、視覚刺激に対する  $\alpha$  phase response が安定していなかった。それが、認知の低下に関係した。

## 自・他、社会

Avinun, R. et al. (2020) *Neuroimage*, 220: no 117092.

性格の Big five と脳の構造的な関係を 1107 名の参加者で検討した。STG の表面積と誠実性以外は、有意な関係はみられなかった。

Doradzinska, L. et al. (2020) *Neuropsychologia*, 147: no 107564.

自分の名前と他人の名前を意識と意識下 (backward masking) で視覚的に与え、ERP の P3b を記録した。自分の名前は両条件下で、他人の名前より P3b の振幅が大きかった。P3b は意識が必要という説は支持しなかった。ASD 関連の論文として別に紹介した。

Giménez-Fernández, T. et al. (2020) Soc. Cognit. Affect. Neurosci., 15:615-624.

Digit categorization task の妨害刺激として、偏見を持たれた outgroup, 偏見のない outgroup, ingroup の写真を提示し、脳波の N170 を分析した。これらの写真の半数は前もって慣れさせておいた。行動では差はみられなかったが、N170 の振幅は、慣れに関係なく、偏見を持たれた outgroup で、他の群よりも、大きかった。

Ziegler, G. et al. (2020) Hum. Brain Mapp., 41:3392-3402.

14-25 y の参加者で、12 y 前の社会経済的 SES 不利益が脳に与える影響を調べた。不利益を受けた者は皮質、皮質下、白質領域の髄鞘化に遅れがみられた。この効果に部分的に関係したのは親の教育で、特に positive parenting が者かい経済的不利益の効果を和らげた。

Dufford, A.J. et al. (2020) Hum. Brain Mapp., 41:3580-3593.

9, 13, 17, 24 y の時の SES を測定し、9 y の SES が成人になった時の WMat の構造との関係を DTI で検討した。その結果、両側の鉤状束、帯状束、上縦束、脳梁に、この関係がみられた。また、SES の変化は、これらの線維束の変化と関係した。

Vargas, T. et al. (2020) Neuroimage, 220: no 117086.

9-11 y の参加者で、社会経済的に恵まれない地域に住むこと neighborhood deprivation, ND が、PFC の構造や認知機能に与える影響を検討した。ND は認知機能と負の相関をした。ND が高いと PFC の表面積が大きく、表面積や厚さで通常みられる左半球 bias が異なっていた。PFC の下位領域では、この年齢で発達し、認知機能と関係する、OFC, SFCx, rMFCx, 前頭極でこれらの結果がみられた。

### 情動、動機づけとその障がい

Dohmatob, E. et al. (2020) Hum. Brain Mapp., 41:3318-3341.

Dark control: The default mode network as a reinforcement learning agent と題する総説。

Rashid, B. & Calhoun, V. (2020) Hum. Brain Mapp., 41:3468-3535.

Towards a brain-based predictome of mental illness と題する長大な総説。

Borsini, A. et al. (2020) Cognit. Affect. Behav. Neurosci., 20:816-841.

Anhedonia の neuroimaging 研究の総説。

McDonald, B. et al. (2020) Cognit. Affect. Behav. Neurosci., 20:783-797.

Perspective-taking task で嫉妬を生起させ、その脳内機構を fMRI による PFC の FC から

検討した。左 SFG と右縁上回、楔前部との FC が嫉妬と負の相関を示した。

Díaz-Gutiérrez, P. et al. (2020) *Neuropsychologia*, 147: no 107584.

Ultimatum Game をする前に、相手の moral trait に関する情報を与えたが、それがオファーの受託にどう影響するかを行動と fMRI による脳活性から検討した。SMA と IFG が相手の期待を表象し、これらの領域は vmPFC とともに期待の valence も表象していた。これらの領域は、相手についてよい情報得るとオファーを受けやすいという choice bias と関係していた。

Yoder, K.J. & Decety, J. (2020) *Neuropsychologia*, 147: no 107576.

Three-party Ultimatum Game で、SelfFair と OtherFair の神経機構を、fMRI と脳波で検討した。SelfFairness は 170 ms の脳波で、また、右 Ins と dlPFC から decode できたが、OtherFairness の神経表象とは重ならなかった。両 Fairness では別の計算が働く。

**Hennings, A.C. et al. (2020) *Neuropsychologia*, 147: no107573.**

健常者と PTSD の、カテゴリ・レベルの恐怖条件づけの消去時に、風景刺激を extinction context として付加した。翌日の消去の想起テスト (fear renewal) で、風景刺激の表象が reinstate するかを fMRI の decoding で検討した。健常では、context の reinstatement が大きいと、以前の CS+を安全と思う傾向が大きかった。PTSD ではそのようなことはみられなかった。別に紹介した。

Park, M. et al. (2020) *Cereb. Cortex*, 30:4914-4921.

インターネットのギャンブル依存症の抑制機能の障がい、Go/No-go 課題時の ERP の ERN と Error positivity, Pe で検討した。No-go での ACC の Pe の活性低下がみられ、それが意思決定や抑制の障がいに関係した。

Itahashi, T. et al. (2020) *Neuroimage*, 219: no 117013.

10-13 y の思春期の、心理的な問題 (internalizing と externalizing) と子供-親の関係を結びつける、fMRI の connectome の研究。Abstract を一読したが、理解できなかった。子供の性 (息子/娘) と親の性 (父親/母親) が関係するらしい。

### 感覚運動障がい、その他の障がい

Hribar, M. et al. (2020) *Neuroimage*, 220: no 117042.

言語獲得前に deaf になった人の脳の構造に関する総説。

Yoo, H.B. et al. (2020) *Hum. Brain Mapp.*, 41:3637-3654.

大麻の使用者とそうでないもので、大麻の cue exposure task で fMRI の計測を行い、dynamic FC の変動を検討した。対象は DMN, CEN, SalN, 扁桃核、NAcc の結合 weight, 全脳の topological index である。CEN と NAcc の間の結合 weight の変動性は使用者で増加しており、craving と正の相関をした。Topological index の modularity は群間に差はなかったが、craving と正の相関をした。

Cabeen, R.P. et al. (2020) *Cereb. Cortex*, 30:4949-4963.

大麻の主な有効成分である tetrahydrocannabinol, THC の exposure と、前頭島皮質、vmPFC, 外側扁桃核の灰白質の微細構造の間、また、記憶の成績、不快な侵入的な考え、父親の薬物依存の間には、強い関係があった。THC exposure は脳の salience 処理、情動制御、意思決定に関係する脳領域の微細構造の変化に関係する。