

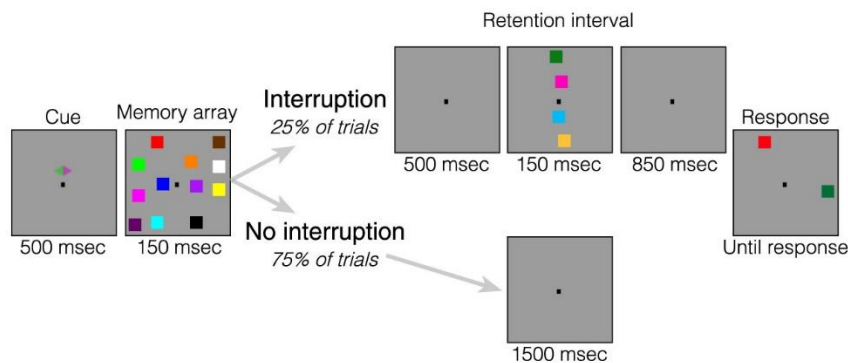
今月の認知神経科学：論文紹介

2020年3月

認知神経科学の進歩

Hakim, N. et al., Perturbing neural representations of working memory with task-irrelevant interruption. *J. Cognit. Neurosci.*, 32:558-569,2020.

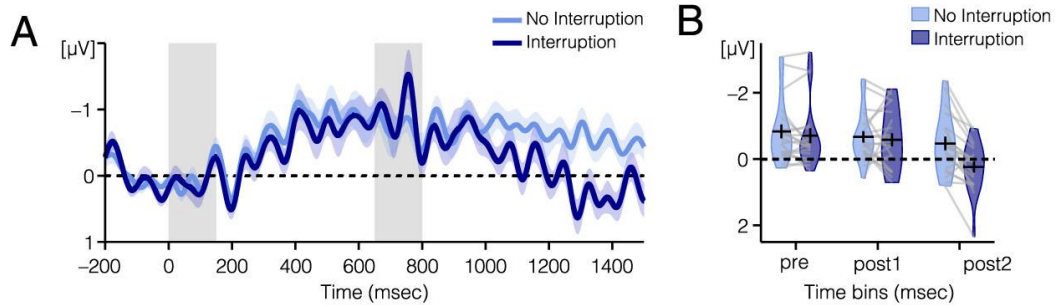
この論文は、ワーキング・メモリ WM 課題の遅延中に挿入された妨害刺激による interruption の影響を、記録した脳波の contralateral delay activity, CDA と lateralized alpha power (8-12 Hz) で検討した。CDA は item-based の WM 表象に関係し、alpha power は space-based の WM 表象に関係する。後者では注意の対側で alpha power が減少する。



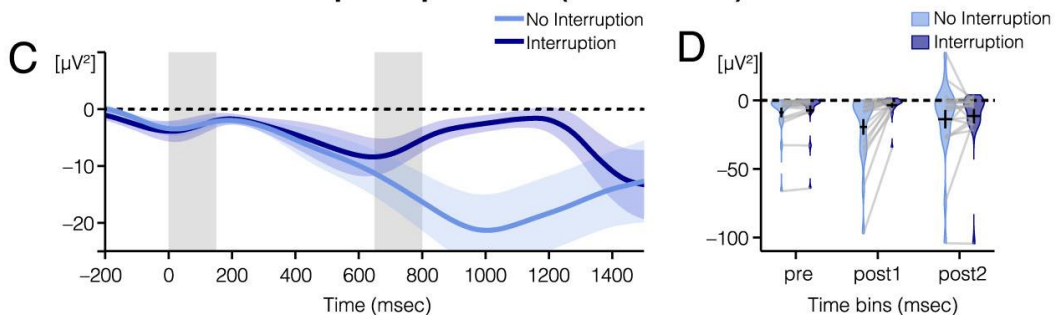
上の図が課題である。まず、凝視点の上に左右いずれの視野に注意するかを教示する Cue が提示される。そして、記憶すべき色のついた四角（11色）が左右の視野に6つ提示され Memory array、記録する。その後、遅延期間 Retention interval になるが、25%の試行では、図にあるように妨害刺激が挿入される Interruption。一方、75%の試行では妨害刺激はない No interruption 試行となる。そして、反応期になり、2つの四角が提示され、参加者は注意していた視野の刺激が記録時と同じかを判断する Response。この例だと、左視野を注意していたのなら、「同じ」が正反応で、右視野に注意していたのなら、「違う」が正解である。行動の結果は、interruption があると、WM の成績は低下した。

次ページ上図が結果である。上が CDA, 下が Lateralized alpha power である。図 B, D では pre-interruption (450-650 ms), post-interruption 1 (800-1000 ms), post-interruption 2 (1300-1500 ms) の time bin の結果が表示されている。濃い青が interruption 試行である。まず、図 A, B の CDA の結果だが、pre と post1 では interruption の有無で振幅に差はない。Post2 では差がみられ、interruption があると振幅は低下し、0 と差はなくなった。図 C, D は Lateralized alpha power の結果である。Pre と post1 では interruption が無い方が有意により lateralize していた。Post2 では interruption の有無で差はなく、等しく lateralize していた。この2つの波は interruption に対して、異なる時間経過を示した。

CDA



Lateralized alpha power (8–12 Hz)

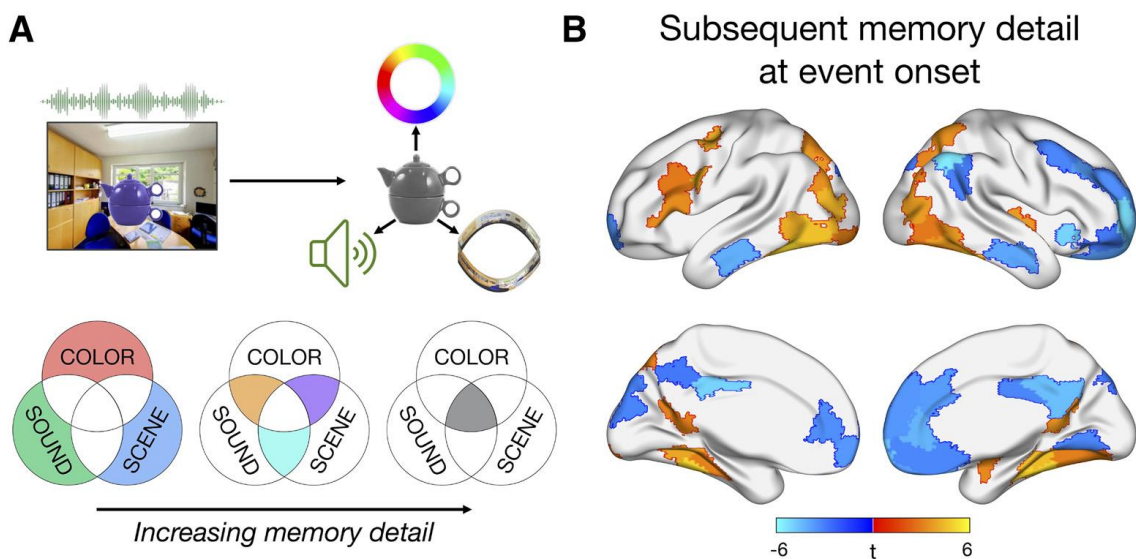


以上がこの論文の主要な部分（実験 1）の結果である。実験 2 では interruption の確率（25%/75%）と Retention interval を 15s から 20s に延長して、その効果を検討した。これら課題の context の影響を受けるが、それらは省略する。

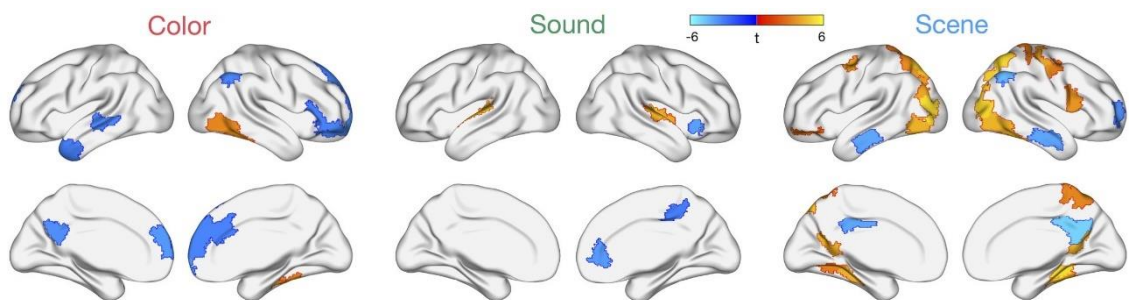
これらの結果は、CDA の時間経過が示すように、interruption の直後しばらくは item の表象は維持されるが、やがてそれは消失し offline mode で維持されると考えられる。一方、Lateralized alpha power は interruption 中から lateralize が減少し、記憶していた空間の表象、空間への注意は減少する。しかし、空間への注意は retention interval の最後には復活し、interruption なしと差がなくなる。したがって、この 2 つの脳波成分は異なる時間経過で情報の維持に関係すると考えられる。

Cooper, R.A. & Ritchey, M. Progression from feature-specific brain activity to hippocampal binding during episodic encoding. *J. Neurosci.*, 40:1701-1709, 2020.

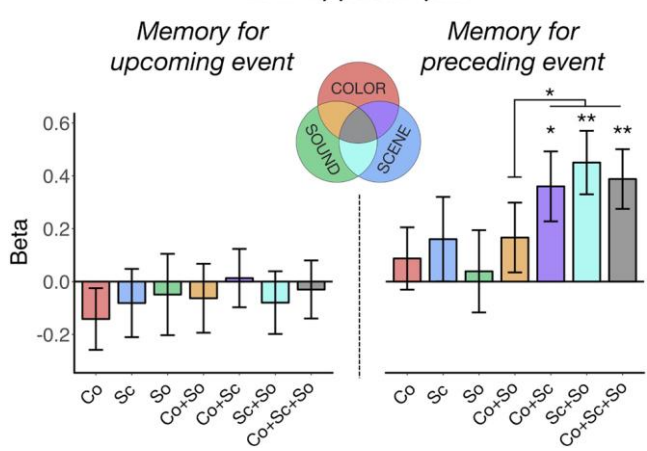
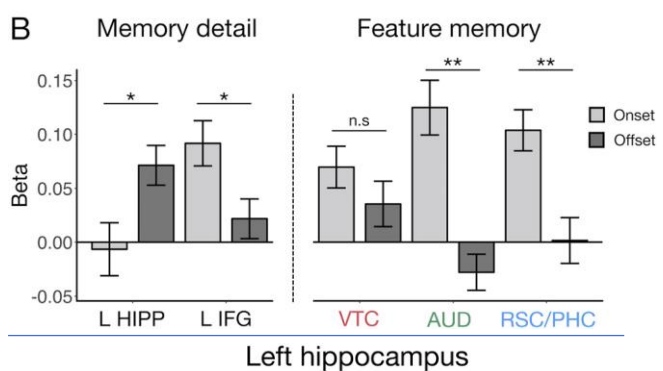
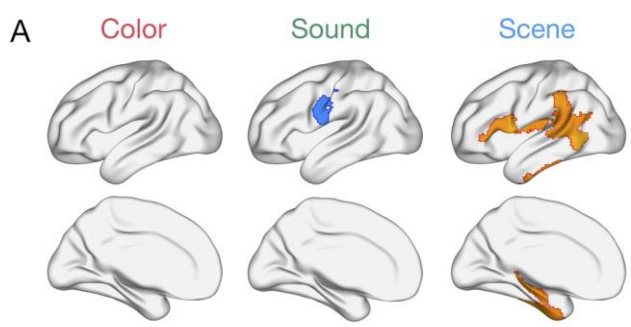
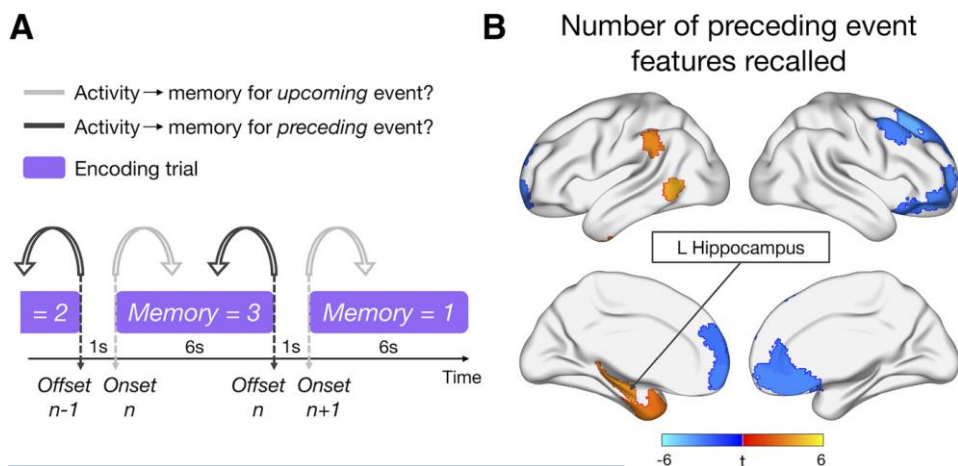
この論文は、色、音、場所の3つの特徴が関係するものの event（上図 A）の記録を、subsequent memory effect を利用して明らかにした。event は 6 s 間提示され、その間にまとまりのあるものとして記録することが求められた。24 の event 提示の後に無色のものを提示し、色、音、場所について再生することを求めた。記録時に fMRI で脳活性を計測した。



上図 B は event の onset 時の、脳の活動と後に再生された特徴の数との間の相関の図である。視覚領野、海馬傍皮質 PHC、上側頭皮質などの特徴関連領域に加えて、左下前頭回 IFG で正の相関がみられた。下図は 3 つの特徴毎に同様な分析を行った結果で、色、音、場所関連の領域で正の相関がみられた。左 IFG の活性は全体的な記憶とは相関するが、個々の特徴とは相関しなかった。また、上図と同様に default mode network のような脳の内側面では負の相関がみられた。



次ページ上図は、event 中の相関の変化を検討したもので、これまでが event の onset 時の活性を考えていたが、今回は offset 時の活性との相関を検討した。上図 A がその考え方である。図 B がその結果で、再生された event の特徴の数（memory detail）と event offset 時の活性の正の相関が左海馬、他に左下頭頂皮質、中側頭回、側頭極でみられた。次



ページ中図 A は、3 つの特徴と offset 時の活動の相関である。場所のみで、左海馬、両側の外側前頭前野、左側頭頭頂接合部、側頭極の活性が相関した。図 B は memory detail と feature memory に分けて、onset, offset 時の活動をまとめている。Memory detail については左海馬は offset, 左 IFG は onset で活性が高い。Feature memory に関しては、feature 関連領域が onset で活性が高かった。

下図は左海馬の feature binding を示す。左海馬は memory for upcoming event (event onset) とは関係せず、memory for preceding event (event offset) と関係した活性を示し、とくに、場所 (Sc) を他の特徴 (色 Co, 音 So) と bind する時に働く。

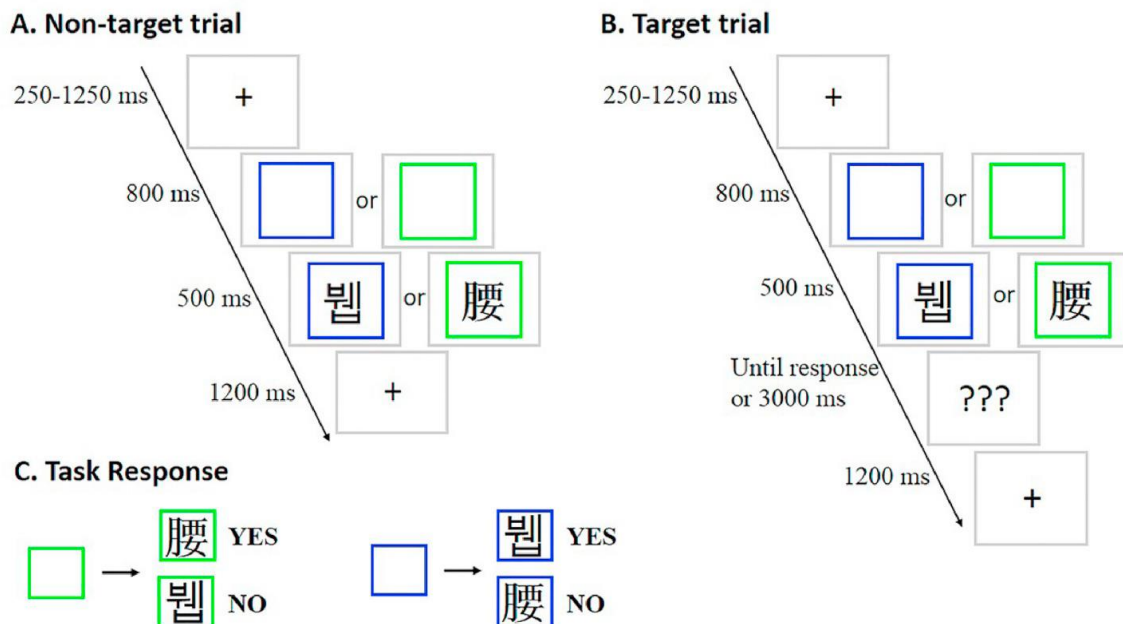
このように、event の最初に特徴関連領域と左 IFG が特徴を並行的に encode し、event の終わりに左海馬がそれらを bind する。

Predictive coding, PC と関連する論文

Wang, F. & Maurer, U. Interaction of top-down category-level expectation and bottom-up sensory input in early stages of visual-orthographic processing. *Neuropsychologia*, 137: no 107299, 2020.

この論文は、カテゴリ（漢字かハングル）レベルの期待が、文字処理の初期段階での感覚入力に影響を与えることを示した。

下の図が課題で、2つのタイプの試行がある。反応が要求されない Non-target 試行 A と反応が求められる Target 試行 B である。いずれの試行でも、凝視点の後に青/緑の四角が提示され、その後その四角の中にハングル/漢字が提示される。Target 試行では、青の四角の中にハングル、緑の四角の中に漢字が提示された場合は Yes 反応、逆に青の四角の中に漢字、緑の四角の中にハングルが提示された場合は No 反応を行うことが正解である。



参加者は中国人で、脳波を記録したが、分析の対象としたのは P1 (77-127 ms), N1 onset (127-162 ms), N1 offset (162-212 ms), N250 (212-267 ms) である。

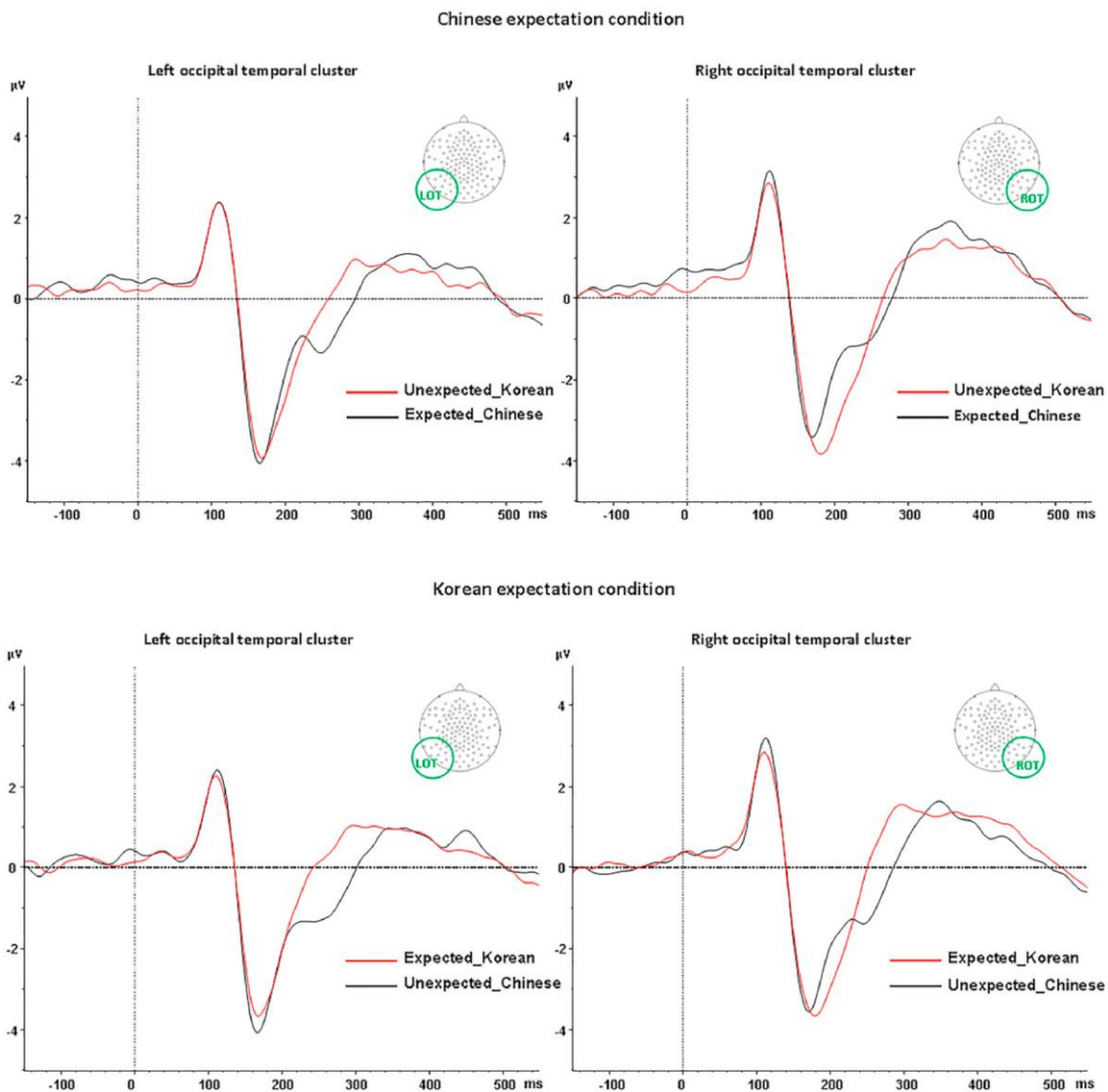
Table 1
Reaction time and hit rate of responses to target stimuli.

	ec	uc	ek	uk
Hit Rate (%±SD)	94.10 (±12.21)	82.99 (±13.69)	86.81 (±10.69)	84.72 (±11.79)
Reaction Time (ms ±SD)	826.58 (183.28)	936.89 (243.18)	959.22 (181.54)	920.68 (270.83)

行動の結果が左の表 1 である。e:期待有、u:期待なし、c:漢字、k:ハングルである。漢字では期待の効果があるが、ハングルではない。

以下は脳波の結果である。文字、期待、半球に関して、主効果も交互作用も有意でなかった。N1 onset に関しては、漢字の方がより負に振れ、それは左の外側後頭電極 LOT で強かった。N1 offset に関しては、ハングルの方がより負に振れ、それは右の電極 ROT で

顕著だった。そして期待 x 文字の有意な交互作用があった（下の図）。ハンゲル期待条件では、N2 offset は漢字で不への振れがハンゲルより減少するが、漢字期待条件ではその傾向がさらに強まった。N250 に関しては、漢字の方がハンゲルに比べて負になるが、それは LOT で顕著だった。また、期待 x 文字の有意な交互作用があった（下の図）。すなわち、漢字を期待している時は両文字に対する N250 に差はないが、ハンゲルを期待する時は漢字の方がハンゲルよりも負への振れが大きかった。さらに分析があるが、省略する。



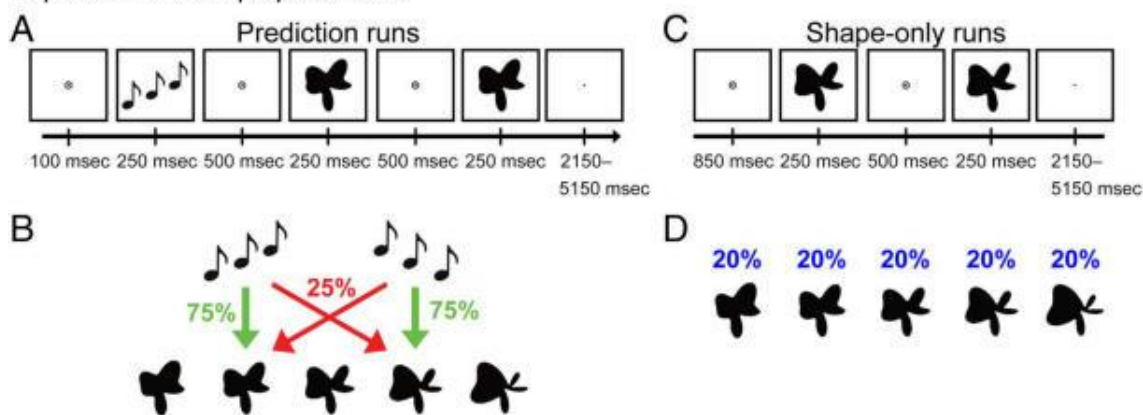
これらの結果は漢字を日常的に使っている中国人のもので、彼らはハンゲルを知らない。その既知のカテゴリ・レベル（漢字）の期待の効果は N1 offset (162-212 ms) と N250 (212-262 ms) にみられた。すなわち、期待とは無関係な文字の入力（N1 onset）に続く文字処理の初期の段階で期待の効果が表れた。

Kok, P. et al. Content-based dissociation of hippocampal involvement in prediction. *J.*

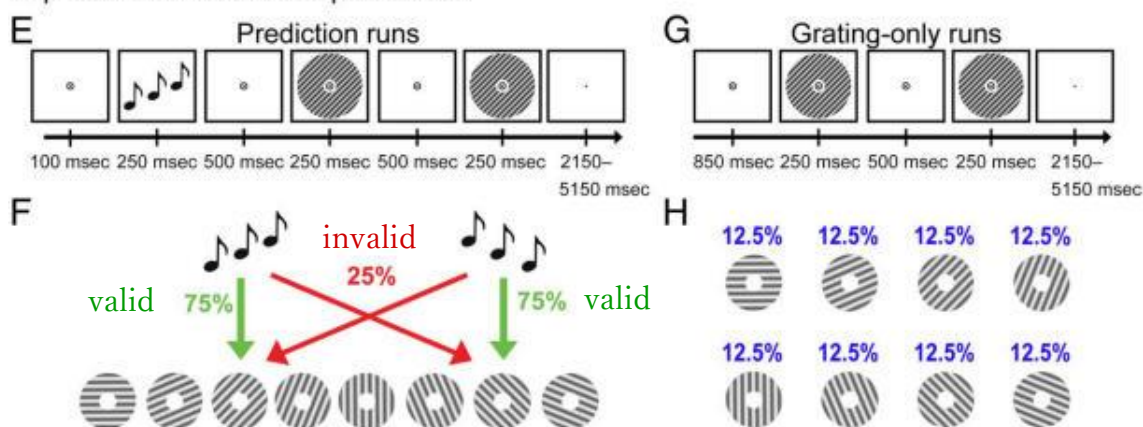
Cognit. Neurosci., 32:527-545, 2020.

この論文は、ある刺激を予測する cue が提示された時、海馬（および、その下位領域など）に生じる表象を検討したものである。結果は、刺激の種類（形/傾き）によって表象が異なった。

Experiment 1: Shape predictions



Experiment 2: Orientation predictions

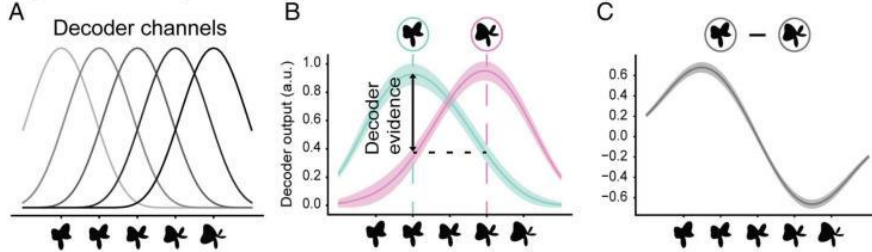


上の図が手続きで、図 A-D が形（実験 1）、図 E-H が傾き（実験 2）である。実験 1 について説明する。予測する cue は上昇/下降する音で、図 B にある確率で、刺激 2/4 が続く。図 A にあるように、その後もう一つ形が提示されるが、参加者は第 2 の形が初めの形と同じか、異なるかを判断する。なお、omission run があり、75% の試行で cue は対応する刺激を予測するが、25% では刺激が提示されない。図 C は予測なしの課題で、図 D にある確率で、第 1 の刺激が提示される。課題は同じ同異判断である。この課題は海馬などにおける BOLD 反応から形の表象を decode, reconstruct するためのものである。図 E-H が実験 2 の手続きだが、刺激が傾きが変わっただけで、その構造は実験 1 と同じである。

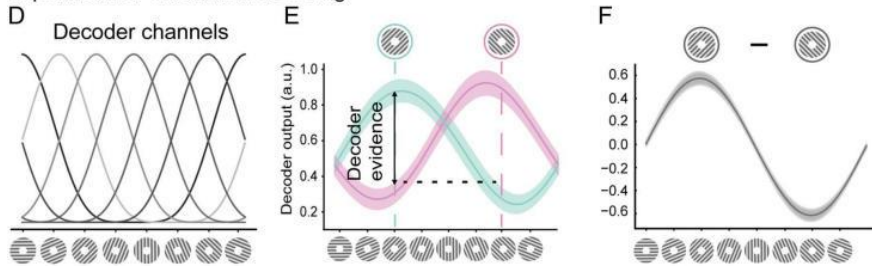
次ページ上図は decoding の手続きである。詳細は論文を読んていただきたいが、形の実験 1 で説明すると、先ず 5 つの形に対応する理想的な tuning curve を持つ channel を仮

定する。予測なしの課題で記録した各 voxel の BOLD 反応で、各 channel の重みを推定する (図 A)。そして、その重みづけを用いて、予測 cue によって生じる海馬などの刺激 2

Experiment 1: Shape decoding

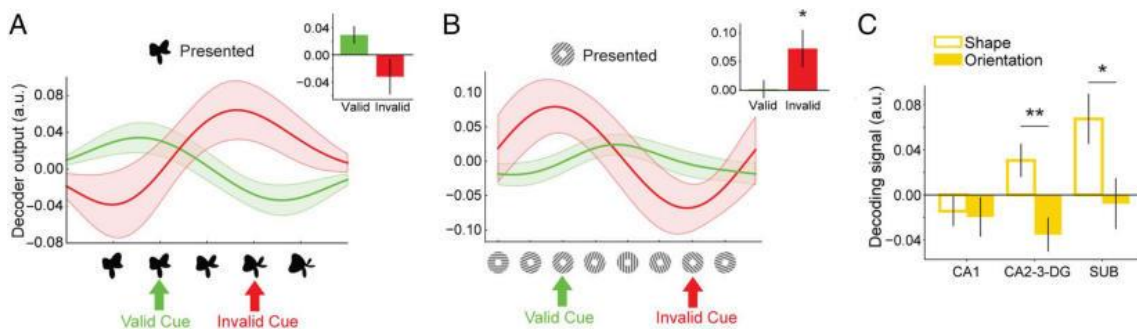
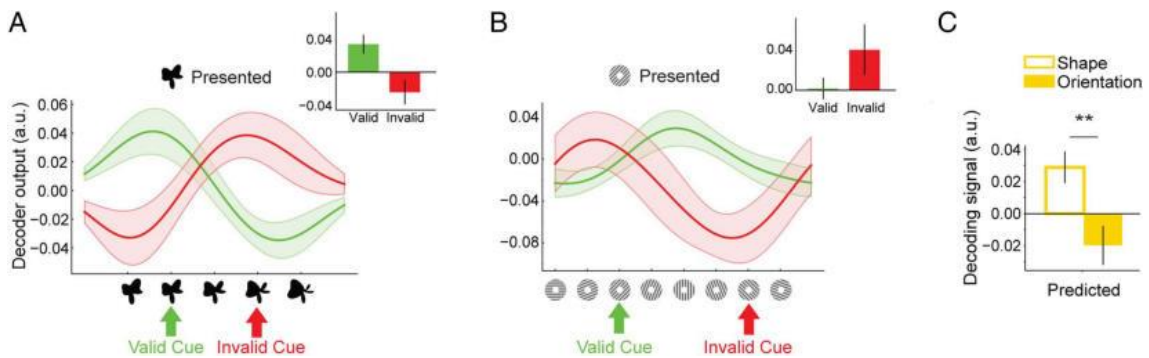


Experiment 2: Orientation decoding

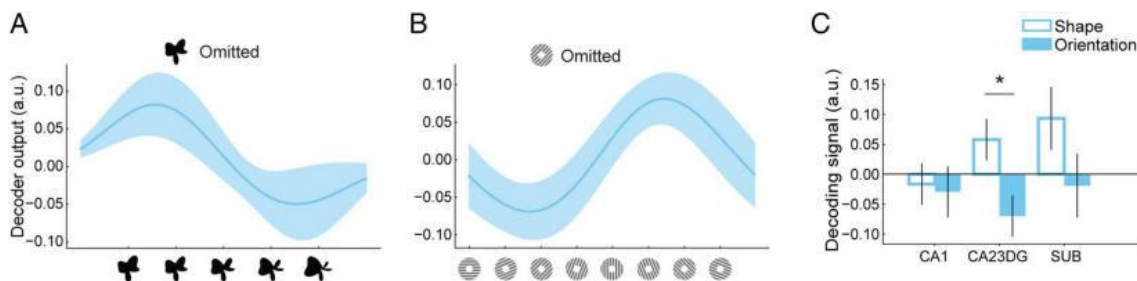


と 4 の表象を de-code する。両者の差が decoder evidence である (図 B)。図 C は刺激 2 - 4 である。図 D-F は grating の傾きの decoding で、刺激の下図は異なるが、手続きは基本的に同じである。

中図が海馬の結果である。中図 A が形、B が傾きの結果で、予測された形の表象がみられるが、傾きは予測された傾きを表象していない。刺激によって海馬が表象するものは変わる。この点を海馬の下位領域で検討した結果が下図である。これは CA2-CA3-DG の結果であるが、海馬の結果と類似している。CA2-CA3-DG では、傾きの予測 cue に対して予測誤差を反映する傾きの表象がみられた。これは海馬でも同様の傾向である。一方、CA1 は予測の影響はみられず、海馬台 SUB は形については予測を反映した表象を示す



が、傾きに関しては表象しない。下の図は CA2-CA3-DG の omission 試行の結果である。これまでの結果と同じように、形に関しては予測した形を表象し、傾きに対しては予測誤差的な刺激を表象していた。



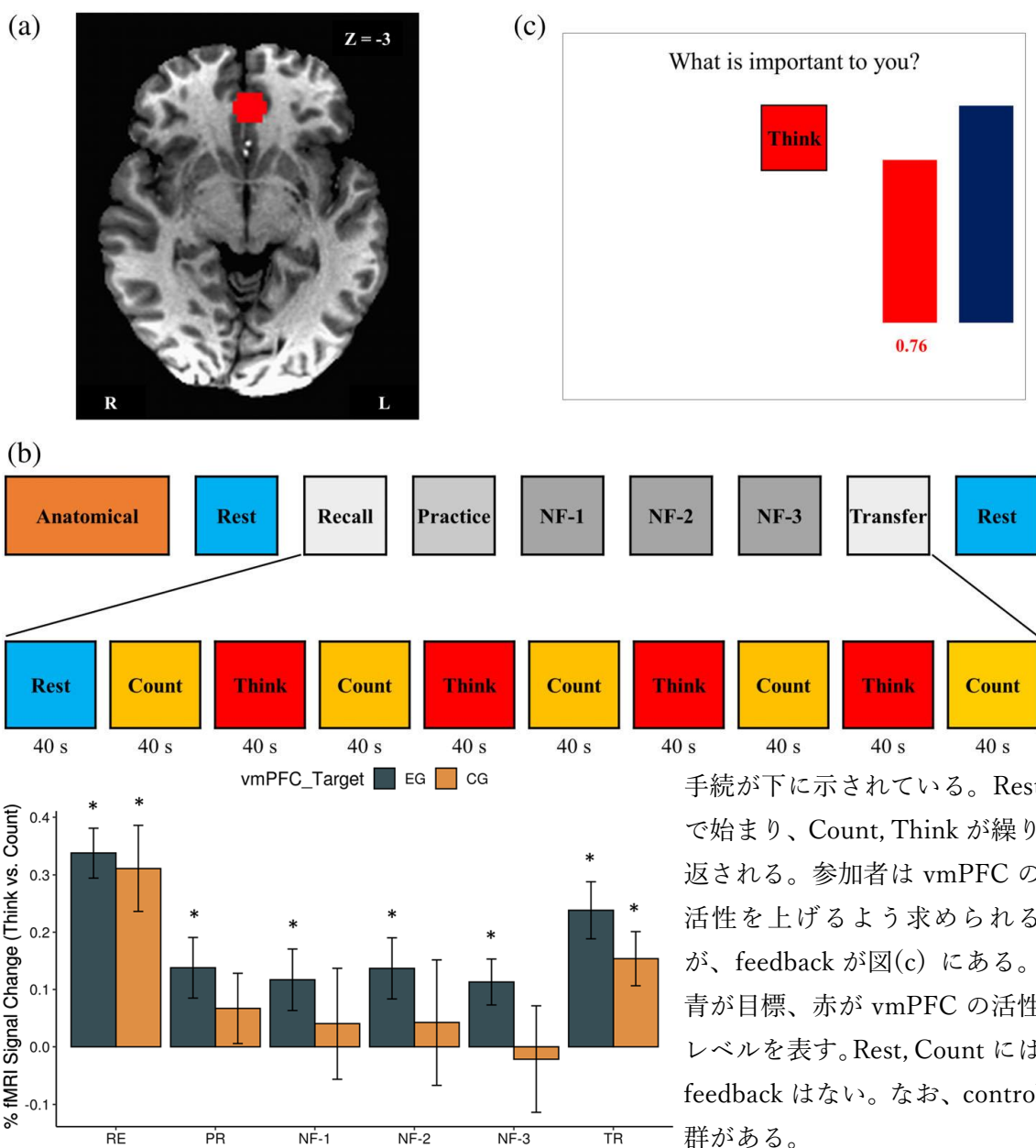
視覚領野 (V1, V2, LO) の結果の詳細は省略する。形も傾きも同じように decode できたが omission 試行は decode できなかった。Valid 試行と invalid 試行は decode の成績に差はないが、その潜時は valid の方が早かった。

以上の結果から、海馬 (CA2-CA3-DG) では、刺激の種類 (形/傾き) によって予測する表象が異なることが明らかになった。

Neurofeedback, NFB と関連する論文

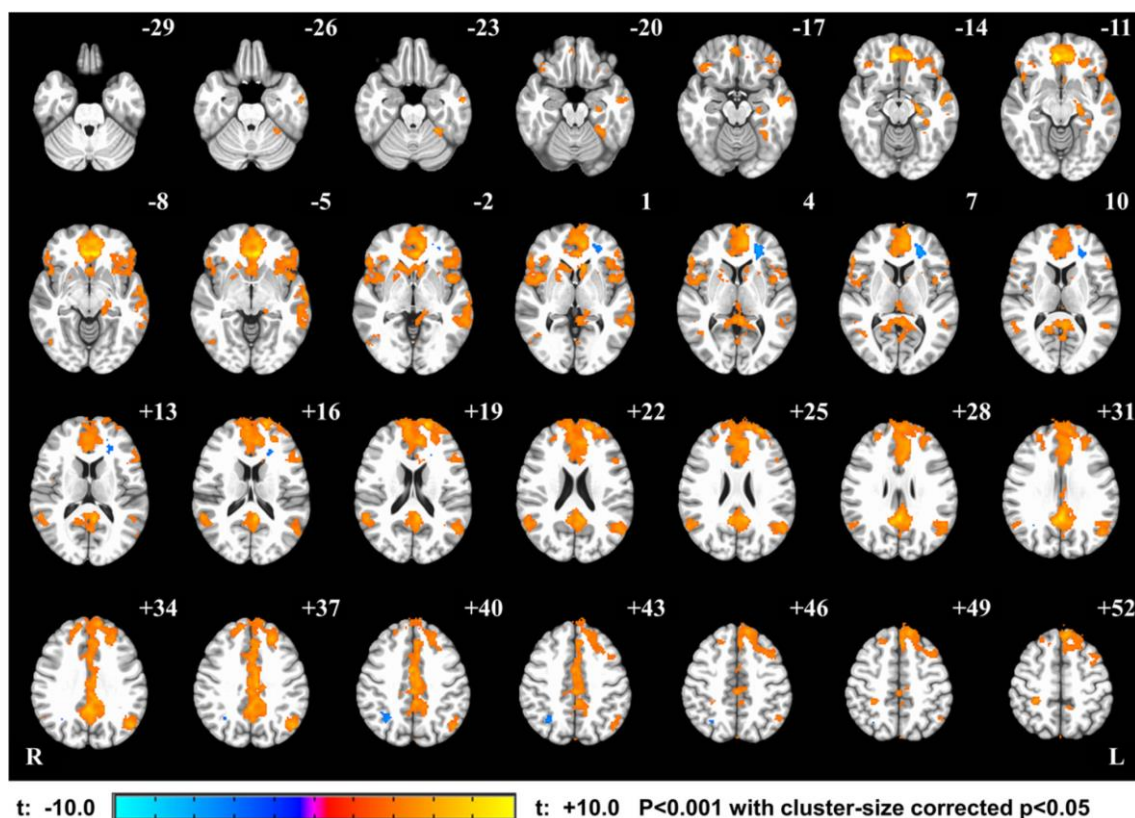
Mayeli, A. et al. Self-regulation of ventromedial prefrontal cortex activation using real-time fMRI neurofeedback – Influence of default mode network. *Hum. Brain Mapp.*, 41:342-352, 2020.

この論文は腹内側前頭前野 vmPFC の活性を real time fMRI neurofeedback, NFB で制御する試みである。上図(a) が vmPFC の位置、図(b) は NFB 訓練の流れで、Rest では参加者はスクリーンを見つめ、何も考えないように求められる。Recall (RE) と Transfer (TR) では feedback が無い状態で、自分にとって重要なことを考えることが求められた。Practice (PR) は NFB 訓練の手続きに慣れてもらうためのもの。Neurofeedback (NF) 1-3 の



手順が下に示されている。Rest で始まり、Count, Think が繰り返される。参加者は vmPFC の活性を上げるよう求められるが、feedback が図(c)にある。青が目標、赤が vmPFC の活性レベルを表す。Rest, Count には feedback はない。なお、control 群がある。

前ページ下図が結果である。青が訓練群 EG, 茶が control 群 CG である。*は0からの有意差である。このグラフで明らかのように、vmPFC の活性を上げる訓練を行なったが、それは Recall や Transfer のレベルより低く、訓練の進行による活性の増加もみられない。下の図は EG の Think 時の vmPFC と相関して活性変化をした脳領域を示す。楔前部や下頭頂小葉などの Default mode network, DMN の領域が、vmPFC と相関して活性を変化させた。

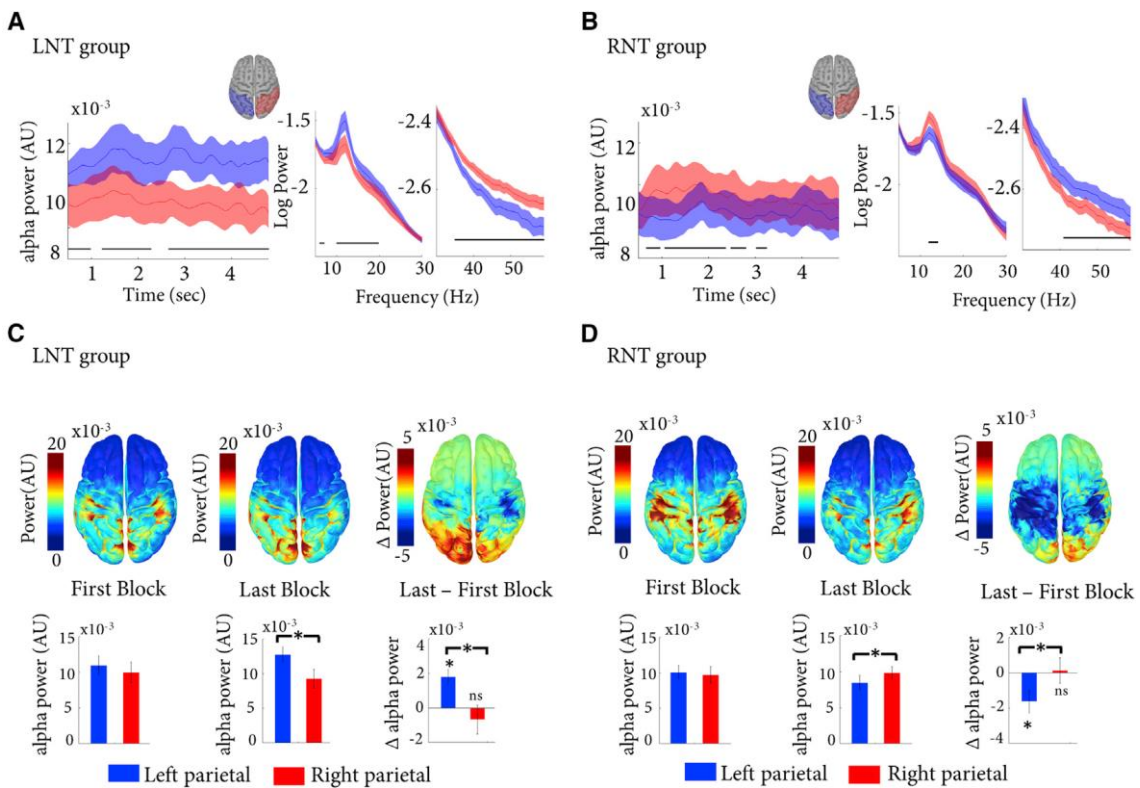
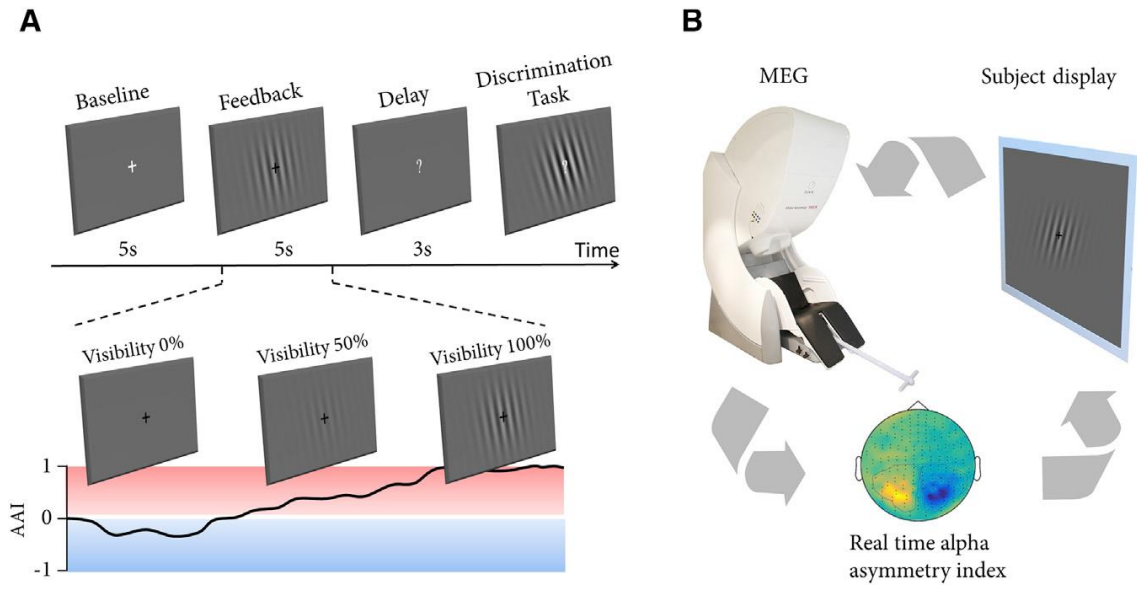


この結果は、DMN の単一の領域を、他の領域とは独立して活性を変化させるのは難しいことを示唆する。NFB 訓練中の vmPFC の活性の低下は、他の DMN 領域から、また task-positive な network からの影響のためかもしれない。

Negative data は解釈が難しい。手続き、課題は適切だったのか。マア、ウマクいかなかった実験とも考えられる。

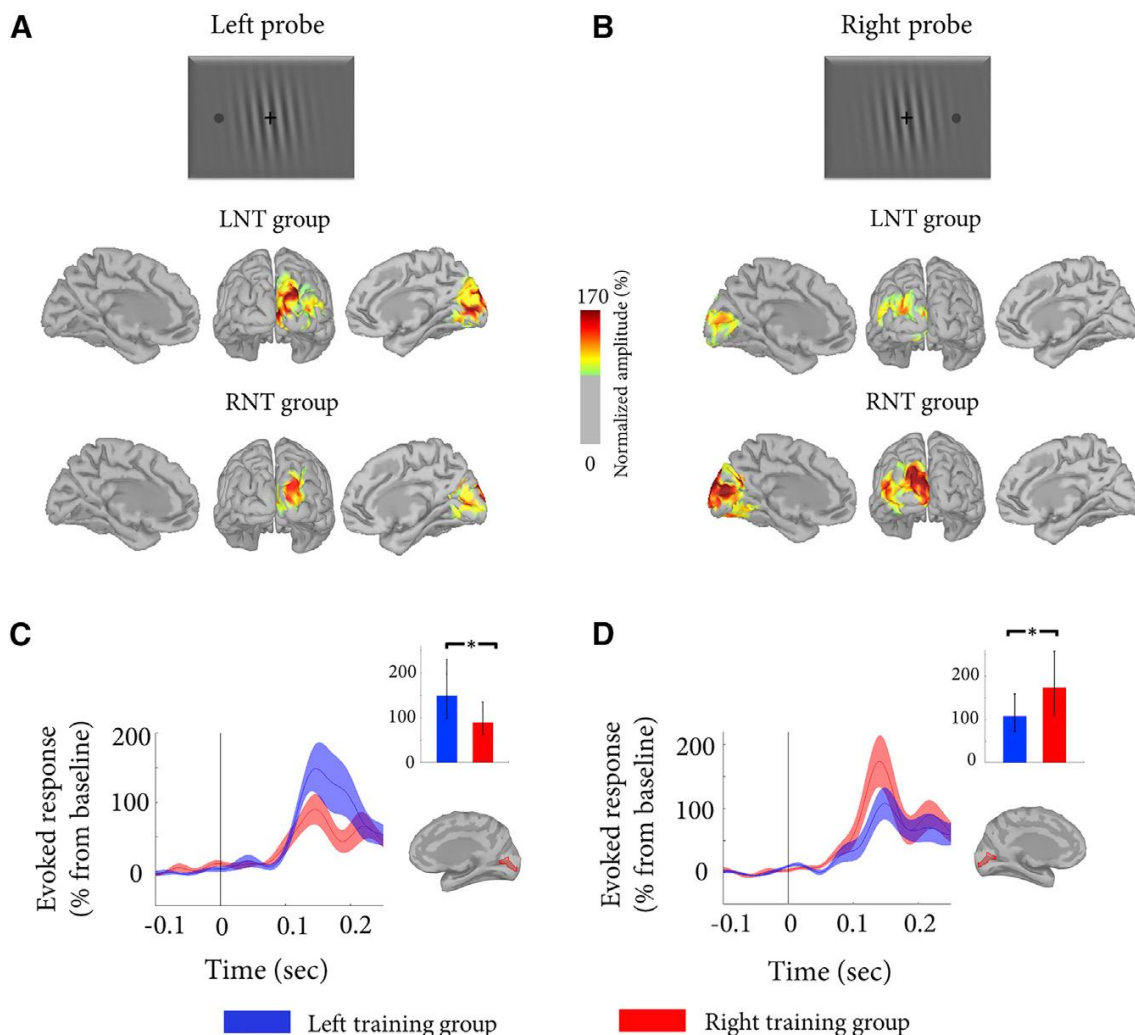
Bagherzadeh, Y. et al. Alpha synchrony and the neurofeedback control of spatial attention. *Neuron*, 105:577-587, 2020.

この論文は脳磁図で記録された左右の頭頂皮質の α power を neurofeedback, NFB により個別的に制御する群を設け、視覚情報処理、注意に対する影響を検討した。



上図が NFB の手続きである。課題は grating の傾きの弁別だが、 α power の左右差の指標 AAI の値で、grating の visibility が変化する (上図 A, Feedback)。下図が訓練の結果で

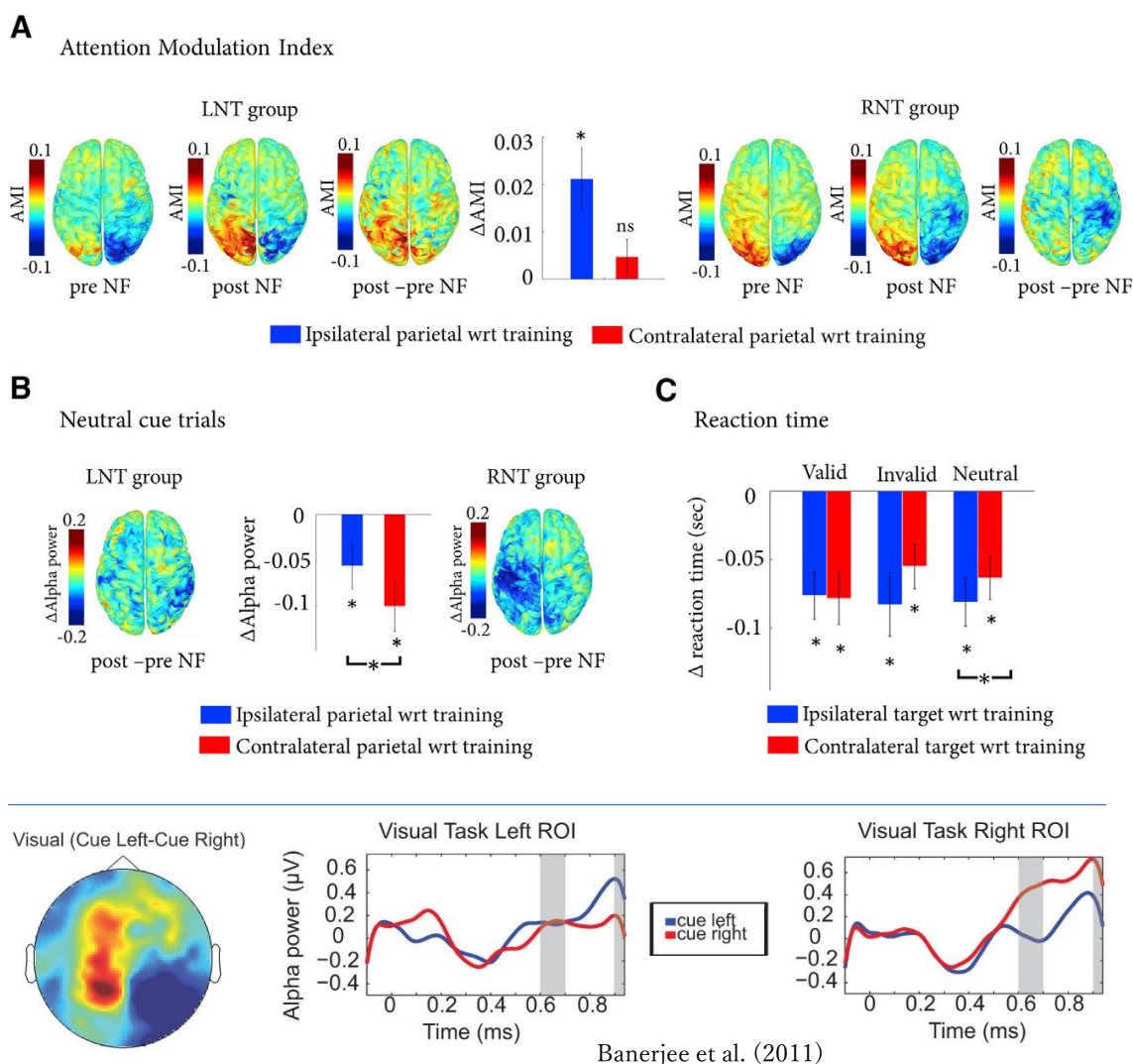
左半球頭頂皮質の α power を高める LNT 群、右半球の α power を高める RNT 群の結果が示されており、訓練の効果がみられた。なお、 α power が強いことは、情報処理、注意が低下することを意味する。



上の図は probe 刺激を左右の視野に提示した時の誘発反応である。LNT 群では右半球の α power が低いため、左視野に probe 刺激が提示された時に、右の視覚領野の活動が強い。一方、RNT 群では活動が低下している（図 A）。図 B が右視野に probe 刺激が提示された時の誘発反応で、左半球の反応は RNT 群の方が LNT 群よりも強い。図 C, D は別の形で、この結果を示している。

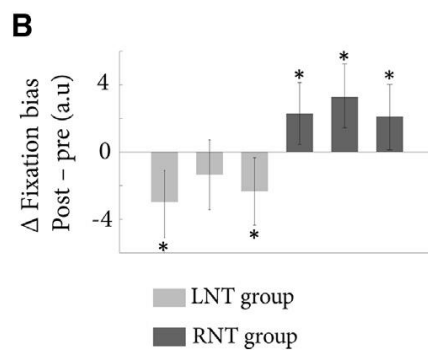
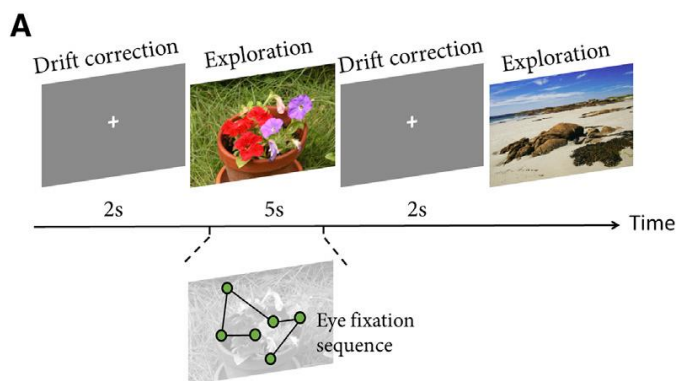
次ページ上図は、NFB 訓練後もその影響が Posner 課題にみられることを示す。ここでは attention modulation index, $AMI = (\alpha \text{ power-left cue} - \alpha \text{ power-right cue}) / (\alpha \text{ power-left cue} + \alpha \text{ power-right cue})$ を Posner 課題で計測して脳マップを作成、NFB 訓練前後で比較した。図 A 左が LNT, 右が RNT 群で、各 pre-, post-NFB と post-pre の AMI の結果である。 α power の変化が分かりにくかったので、次ページ下図に pre-NFB に対応する

Banerjee et al. (2011) の論文の図を載せておいた。参照下さい。Post-pre の図と棒グラフにあるように、NFB 訓練の効果は、訓練と同側の半球の頭頂皮質で有意だった。上図 B は Posner 課題の中立の試行の結果で、attention delay 期の α power を NFB 訓練前後で比較した。 α power = $(\alpha_{\text{delay}} - \alpha_{\text{baseline}}) / (\alpha_{\text{delay}} + \alpha_{\text{baseline}})$ である。NFB 訓練で α power は減少するが、それは訓練とは対側の半球で顕著だった。これも訓練の効果である。上図 C は反応時間の結果である。上図 C は反応時間 RT の結果である。 $\Delta RT = RT_{\text{post}} - RT_{\text{pre}}$ である。Valid, Invalid 試行では訓練半球の効果はみられなかったが、中立の試行では訓練半球の同側の試行で、RT がより短縮された。行動レベルでも NFB 訓練の効果はみられた。



Posner 課題の valid, invalid 試行は top-down の cue の影響が強い。そのような cue が無い状態で、NFB 訓練の影響を検討した。次ページの図 A が訓練の前後に行った free-viewing 課題である。Eye-tracking で fixation sequence を検討した。そして、訓練前後の左右方向への fixation bias の差を求めた。図 B がその結果で、負の値は左方向、正の値は右方

向への bias を意味する。各群 3 名の結果は左半球訓練群では 3 名中 2 名が左方向、右半球訓練群では 3 名全員が右方向の bias を示した。これも NFB 訓練の行動への影響である。

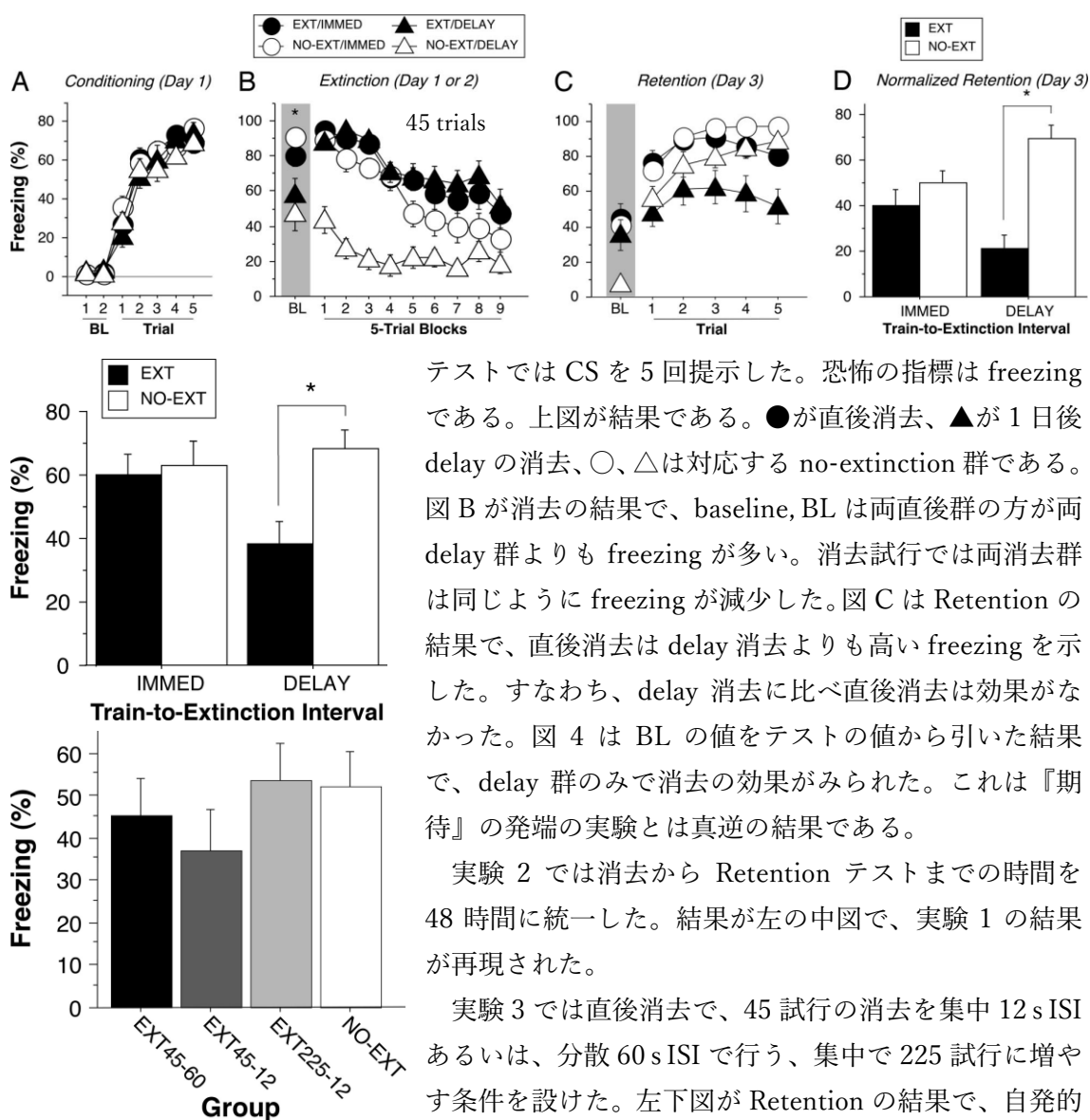


有害刺激を用いた研究

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。

Maren, S. & Chang, C.-H, Recent fear is resistant to extinction. PNAS, 103:18020-18025, 2006.

実験 1 では、音 CS と電撃 US による古典的な恐怖条件づけの獲得と消去の時間間隔を獲得直後 (15 分) と 1 日後にした。CS のみ提示する消去群と CS, US を提示しない no-extinction control 群がある。獲得の 2 日後に消去の Retention のテストを行った。この



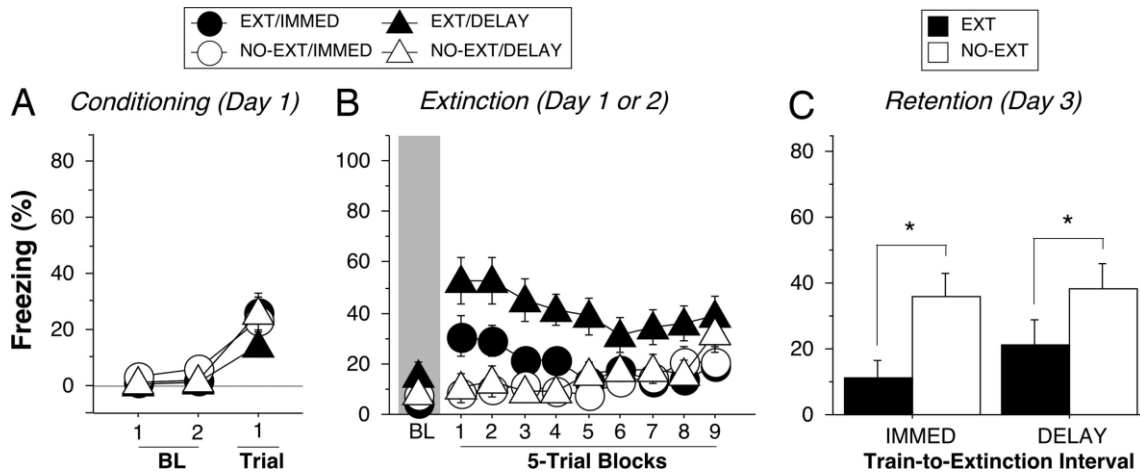
テストでは CS を 5 回提示した。恐怖の指標は freezing である。上図が結果である。●が直後消去、▲が 1 日後 delay の消去、○、△は対応する no-extinction 群である。図 B が消去の結果で、baseline, BL は両直後群の方が両 delay 群よりも freezing が多い。消去試行では両消去群は同じように freezing が減少した。図 C は Retention の結果で、直後消去は delay 消去よりも高い freezing を示した。すなわち、delay 消去に比べ直後消去は効果がなかった。図 4 は BL の値をテストの値から引いた結果で、delay 群のみで消去の効果がみられた。これは『期待』の発端の実験とは真逆の結果である。

実験 2 では消去から Retention テストまでの時間を 48 時間に統一した。結果が左の中図で、実験 1 の結果が再現された。

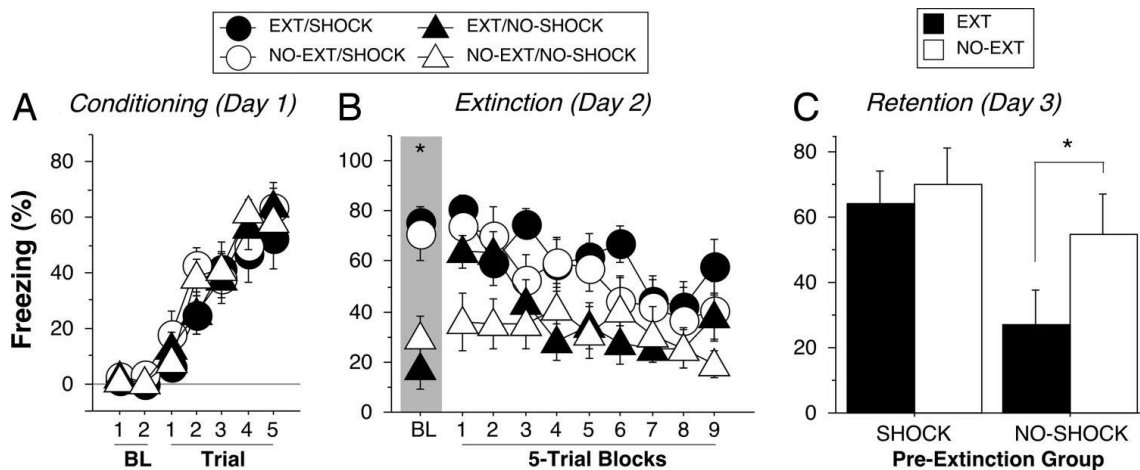
実験 3 では直後消去で、45 試行の消去を集中 12 s ISI あるいは、分散 60 s ISI で行う、集中で 225 試行に増やす条件を設けた。左下図が Retention の結果で、自発的

回復がみられ、実験 1 と同様の結果だった。

実験 4 では、消去直前の恐怖のレベルを下げる操作を行った。獲得では CS-US 対提示を 1 試行にし、消去とテストを獲得とは異なる context で行った。他は実験 1 と同じ手続きである。結果が上図 A-C で、図 C にあるように、直後群でも消去の効果が持続した。



実験 5 では、delay 消去条件で消去の 15 分前に電撃を与え、恐怖を増加させる操作を行った。下図が結果である。●が消去/電撃あり、▲が消去/電撃なし、○が no-extinction/電撃あり、△が no-extinction/電撃なしである。図 C にあるように、delay 消去で、消去直前に恐怖を高めると、消去の効果を維持できなかった。



上で述べたように、この結果は『期待』の発端の実験と真逆である。しかし、多くの点で手続きが異なっている。この実験は古典的条件づけだが、発端の実験は苦痛を受けた場所を避ける回避学習である。発端の実験のテスト 1 は手続きとして基本的に消去ではない。苦痛を受けた context にさらず Retrieval と呼ばれる手続きに似ている。ただし、発端

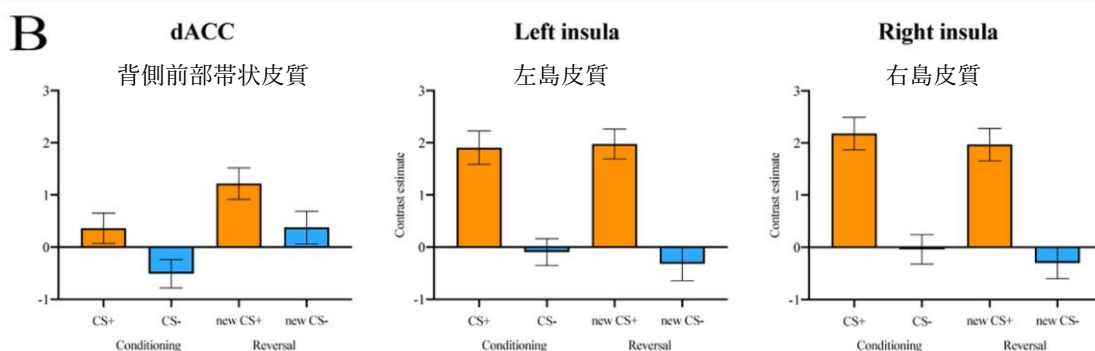
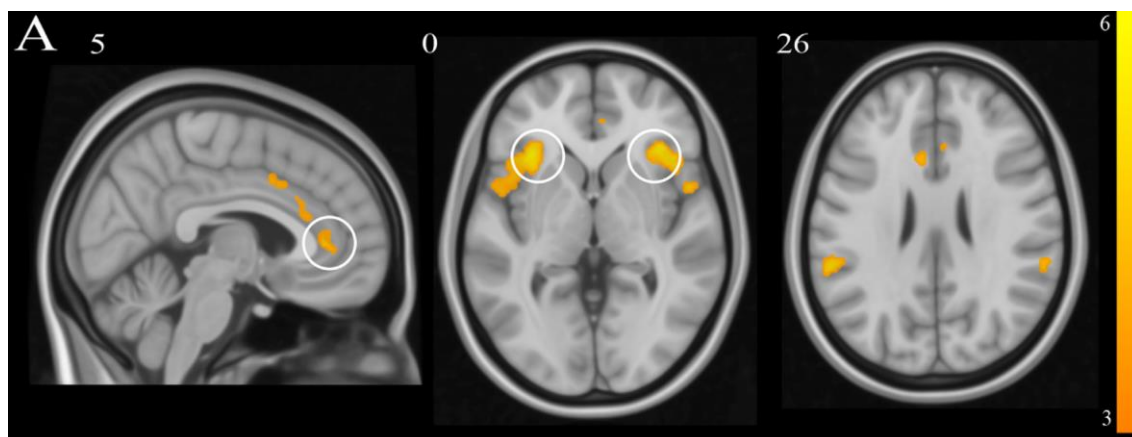
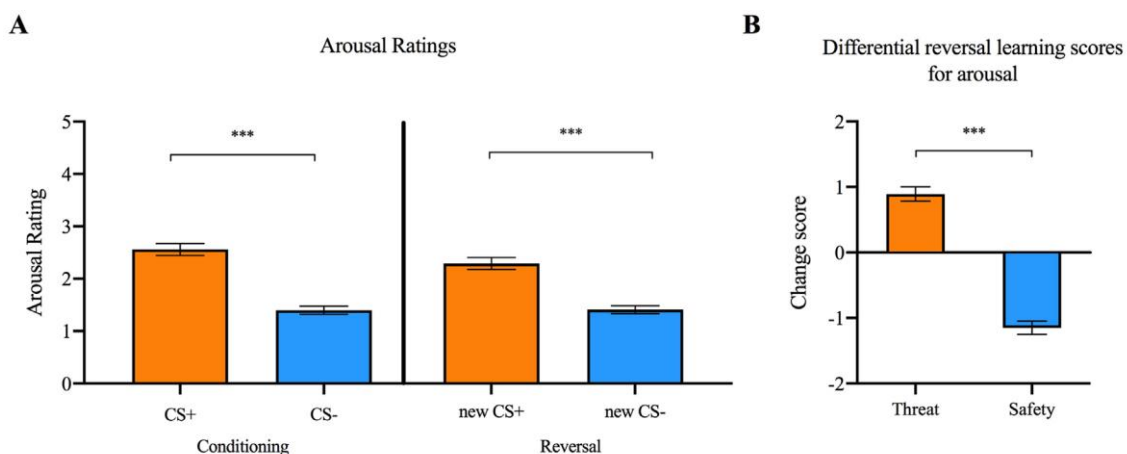
の実験のテスト1では、黒い小部屋に入るかは個体の行動に依存する。入った場合は、電撃がないので消去になる。入らなければ、黒い小部屋はもはや安全であるという経験（消去）は持ちえない。それゆえ、この論文の著者らの結論で発端の実験結果を解釈するのは無理があるのだが、あえて発端の実験の直後群の結果を考えてみる。テスト1で直後群の大部分の個体は、本来好ましい場所なのだが電撃を受けた黒い小部屋を回避した。黒い小部屋に対する恐怖は強いと考えられる。しかし、テスト2で多くの個体が黒い小部屋に入ってしまった。黒い小部屋に対する恐怖は減少したと解釈される。テスト1と2の間は何の操作も行っていない。48時間の時間が経過しただけである。時間経過が恐怖を低下させないことは6時間、48時間群の結果から分かる。獲得の直後にそのcontext（の一部）を経験したことにこの問題を解くカギがあるはずだ。

またこの論文では、3時間後の消去の条件がない。もしも、発端の実験が示唆するように、獲得後3時間で恐怖が減少することがあるのなら、この論文の著者が言うように、恐怖の減少が48時間後のテスト2で3時間群が黒い小部屋に入る結果につながったかもしれない。しかし、48時間群では恐怖は高まっていた。発端の実験からは、この論文のように24時間後に恐怖が減少するとは考えにくい。いろいろと考えないといけない。

この論文はPTSDの動物モデルの研究として行われたようだが、現場では直後の消去は現実的ではないかもしれない。むしろ3時間後を検討した方がいいのではないか。

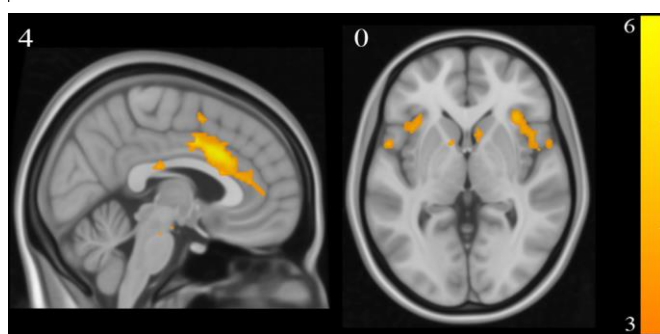
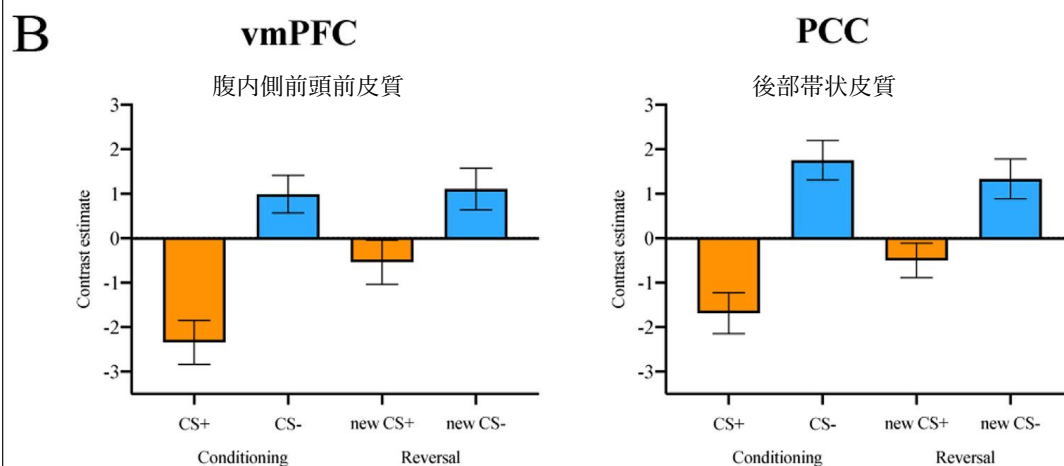
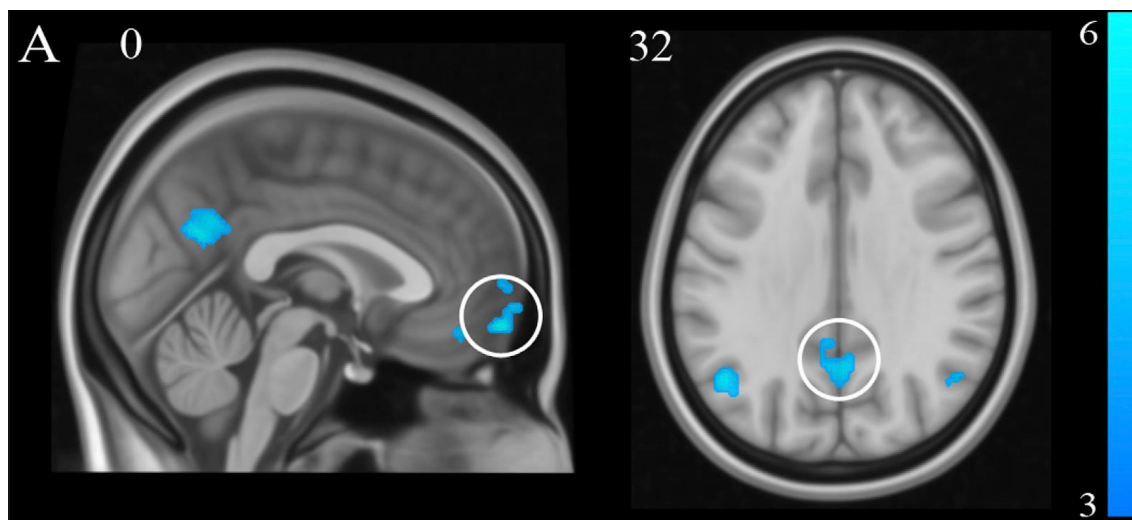
Savage, H.S. et al. Clarifying the neural substrates of threat and safety reversal learning in humans. *Neuroimage*, 207: no 116427, 2020.

あまり面白い論文でなかったの、簡単に。色刺激を CS+, CS-, 音を US とした古典的
条件づけで、CS+と CS-を逆転させた。上図 A は arousal の評定で、逆転により以前 CS-
だったのが新しく CS+になった刺激の arousal が上がっている。上図 B の Differential
Threat score は新しい CS+から CS-を引いた値、Safety score は新しい CS-から CS+を引
いた値である。Valence についても同様な評定を行った。SCR も記録しているが、省略す
る。fMRI で脳の活性を計測した。



下図は fMRI の結果。図 A は differential threat reversal learning の領域 (新しい CS+ -

CS-) で、threat で活性化する。下の上図は逆に safety で活性化する領域である（新しい CS- - CS+）。Threat, safety のその他の領域については、論文の表を参照ください。



左の下図は、threat の評定と threat の活性化が正の相関を示した領域で、吻側と尾側の背側前部帯状皮質（左）、両側の前部島皮質（右）である。これらの結果は、特に吻側の前部帯状皮質が threat 信号の update と主観的な不安の arousal に直接的に

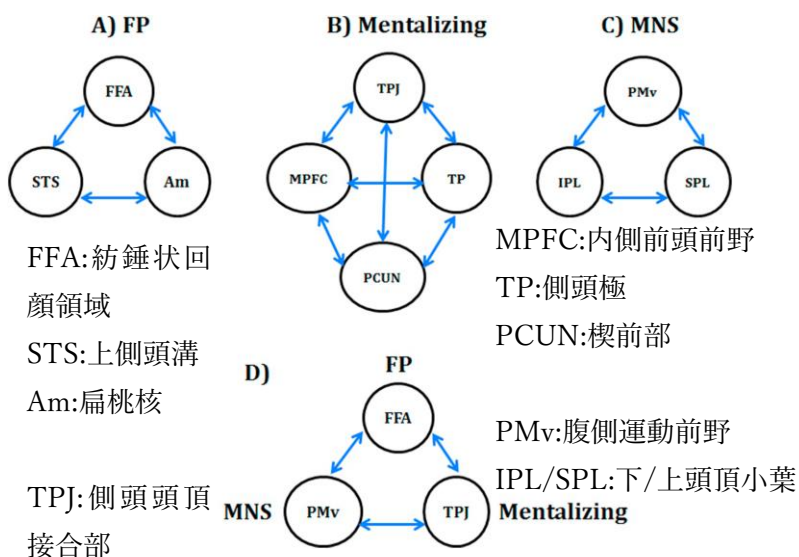
関係するので、この reversal 課題で、重要な役割を演じていると考えられる。

主に乳児、幼児の ASD に関する研究

『応用』では主に認知神経科学の雑誌に載っていた ASD をとりあげている。ASD の専門誌 (J. Autism Dev. Disord., Autism, Autism Res.) の ASD の乳児、幼児の研究に焦点を当てて『応用』で簡単に紹介し、興味深い論文をここで詳しく紹介する。

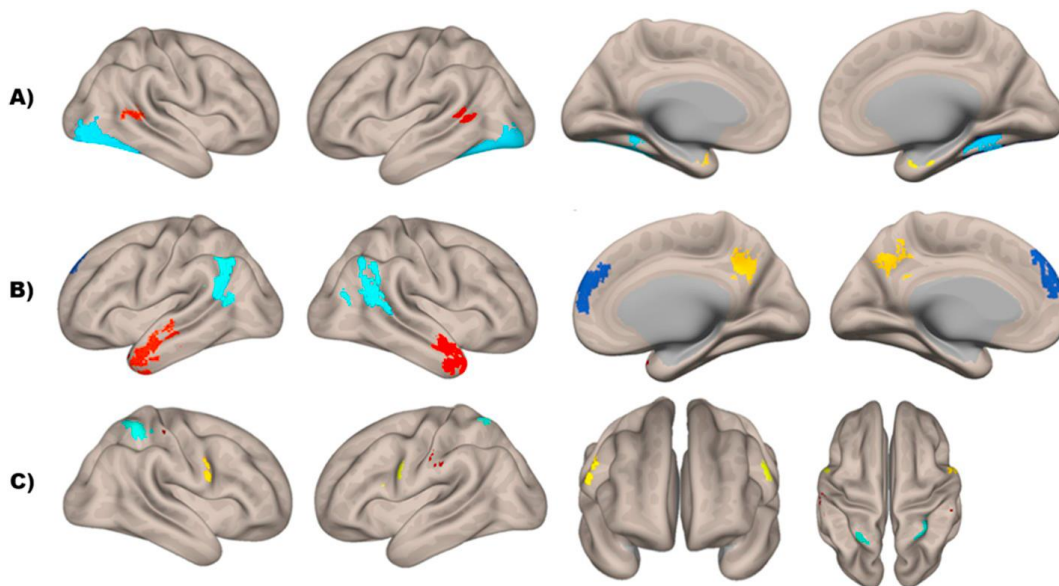
Seghatol-Eslami, V.C. et al. Hyperconnectivity of social brain networks in autism during action-intention judgement. *Neuropsychologia*, 137: no 107303, 2020.

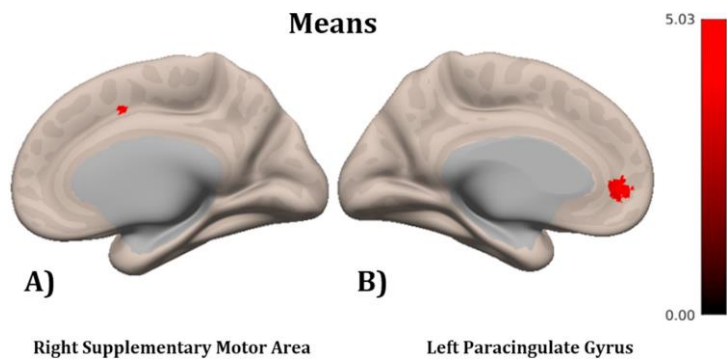
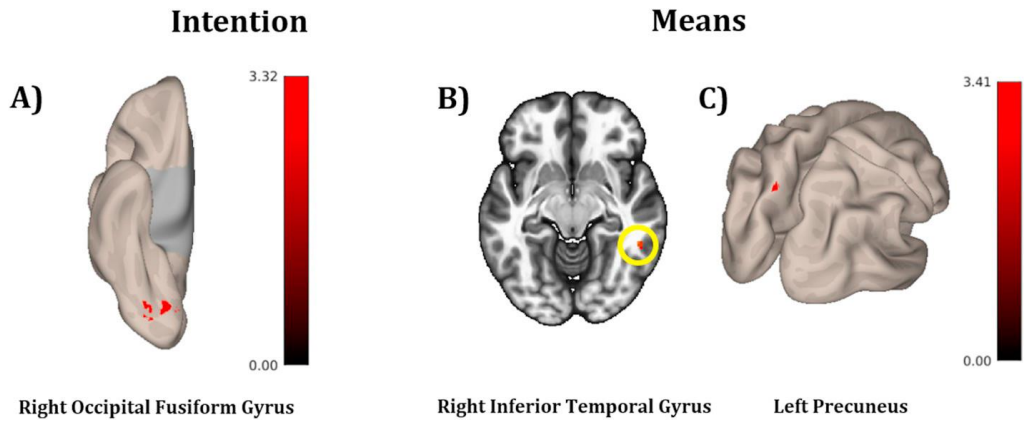
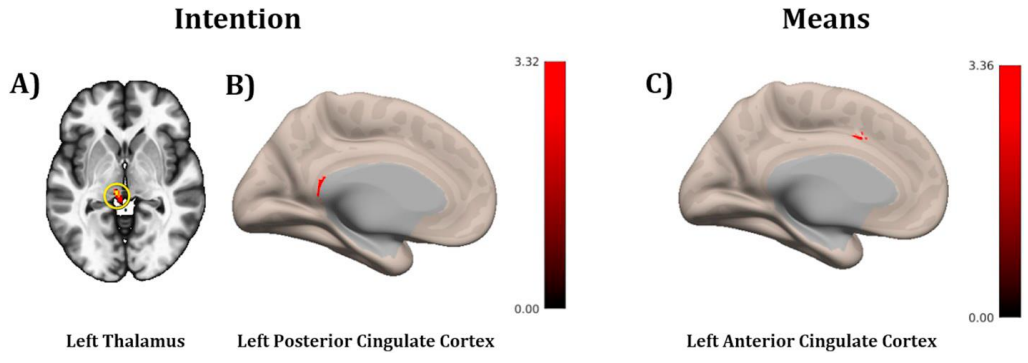
この論文は、ASD で問題になる 3 つの機能、顔の処理 FP システム, mentalizing システム, ミラー・ニューロン・システム MNS、に関連する領域の、行為意図課題中の機能結合 FC を検討した。下の脳の図は A) FP, B) mentalizing, C) MNS で上の図に対応している。



課題は、モデルの行為の手段と意図を問う。分析は 1) 各 network 内、2) network の hub と他の領域、3) 各 network 間の FC について行った。

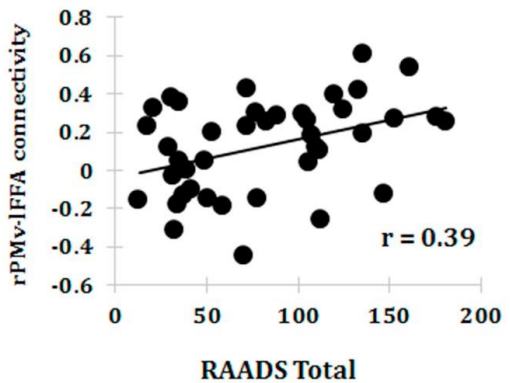
結果は詳細を極めるが、ASD でみられた、上記 2) の hub と他の領域間の hyperconnectivity について紹介する。なお、参加者は約 25 歳である。





以下はASDが定型発達TDよりも過剰なFCを示した結果である。上図は右FFAが意図課題で左視床、左後部帯状皮質、手段課題で左前部帯状皮質と強いFCを示した。中図はmentalizingの左TPJが意図課題で右紡錘状

回、手段課題で右下側頭回、左楔前部と強いFCを示した。下図はMNSの右PMvが手段課題で右補足運動野、左傍帯状回と強いFCを示した。これらの結果は、ASDでは課題の

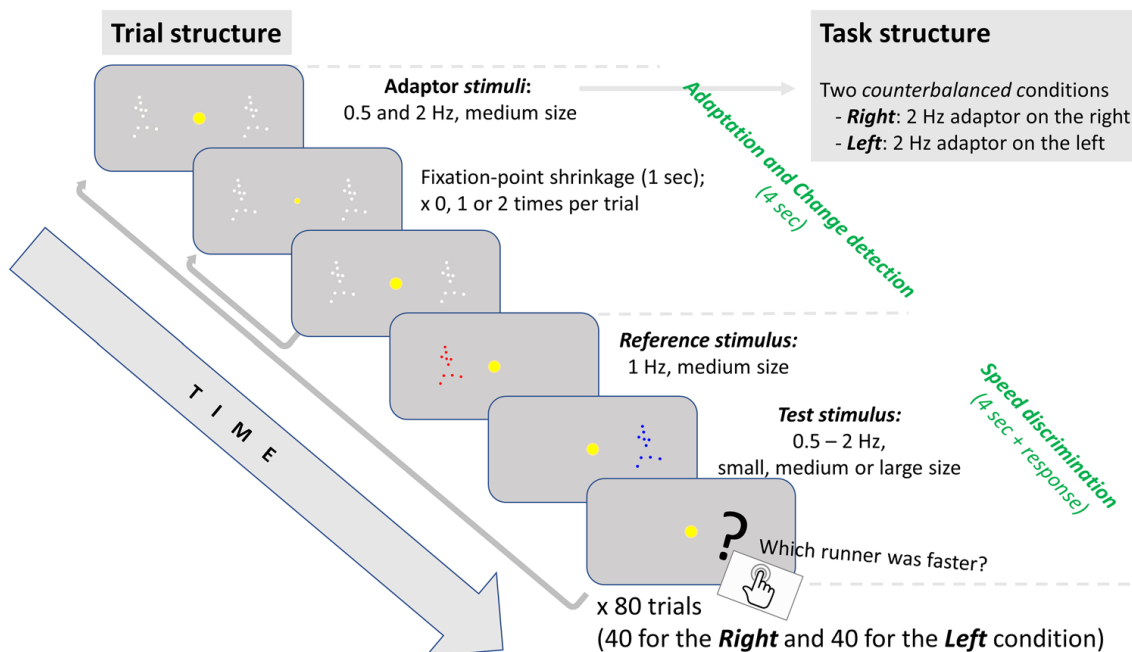


解決に広範囲の脳の活動を必要とすることを示唆した。

最後に Ritvo Autism Asperger Diagnostic Scale, RAADS の評点と右 PMv-左 FFA の FC との関係を示す。左の図は total score だが、正の相関があった。これは社会関係、言語、感覚運動の下位項目でも同じ結果だった。

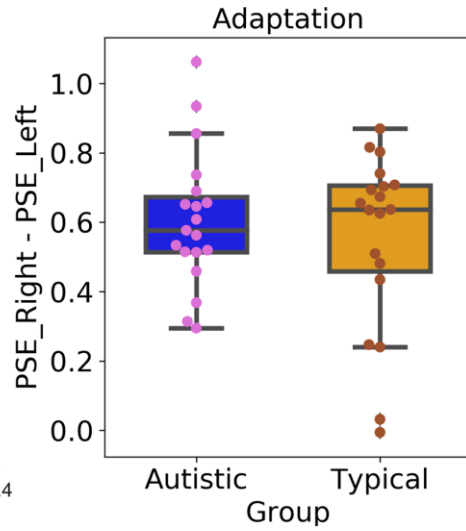
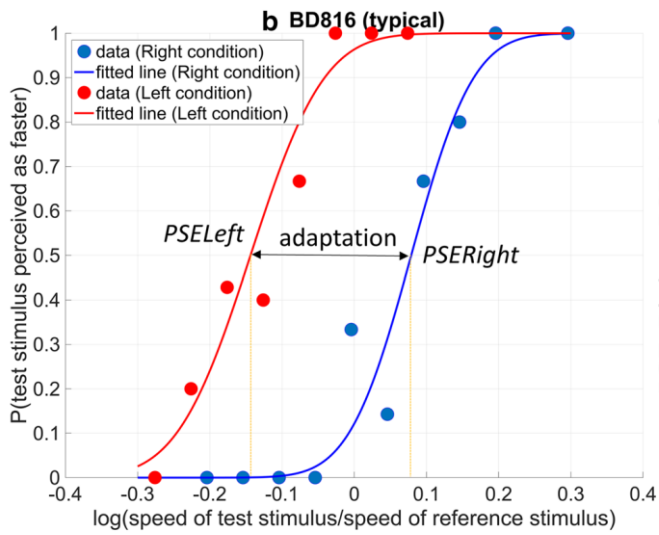
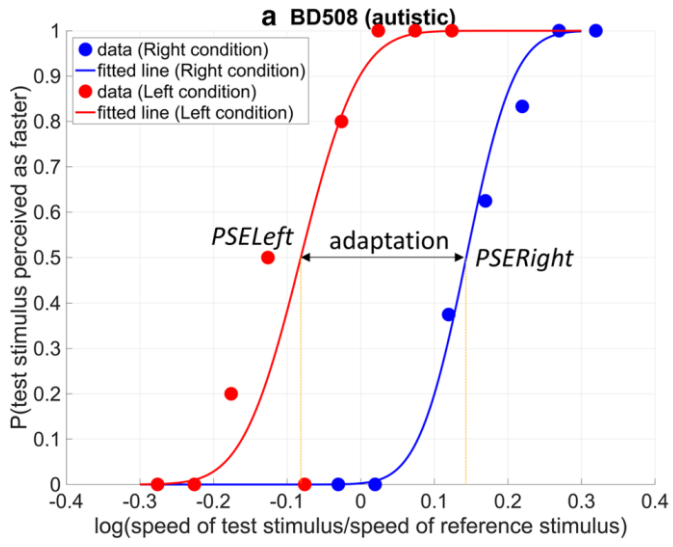
Karaminis, T. et al. Adaptation to the speed of biological motion in autism. J. Autism Dev. Disord., 50:373-385, 2020.

この論文はタイトルに惹かれて読んだが、基本的に negative data で、biological motion のスピードの順応に関して、14 歳の ASD と定型発達 TD で差がみられなかった。Prediction error は学習の始まりということで、とりあげる。課題と簡単な結果を説明する。



課題が上の図にある。課題は2つの部分に分かれる（緑字）。Adaptation and Change detection と Speed discrimination である。Speed discrimination の Adaptation 期では凝視点と中程度の大きさの光点 PLD による走る人が左右に同時に提示される。スピードに差があり、右が速い（2 Hz）Right 条件と左が速い Left 条件がある。それぞれの反対側は遅く 0.5 Hz である。Change detection 課題は凝視点が小さくなるを検出する課題で、参加者が画面の中央に注意を向けるよう促すためである。時間は図の通りである。Speed discrimination 課題では、Reference 刺激として赤い走る PLD（1 Hz, 中程度の大きさ）が左側に 2s 間提示される。続いて Test 刺激として青い走る PLD が右側に 2s 間提示される。刺激の大きさは大、中、小のいずれかで、スピードは 0.5-2 Hz で、上昇、下降の QUEST 関数で変化する。参加者は Reference と Test 刺激のいずれの走者が速いかを判断する。全部で 80 試行、Right 条件と Left 条件が 40 試行である。

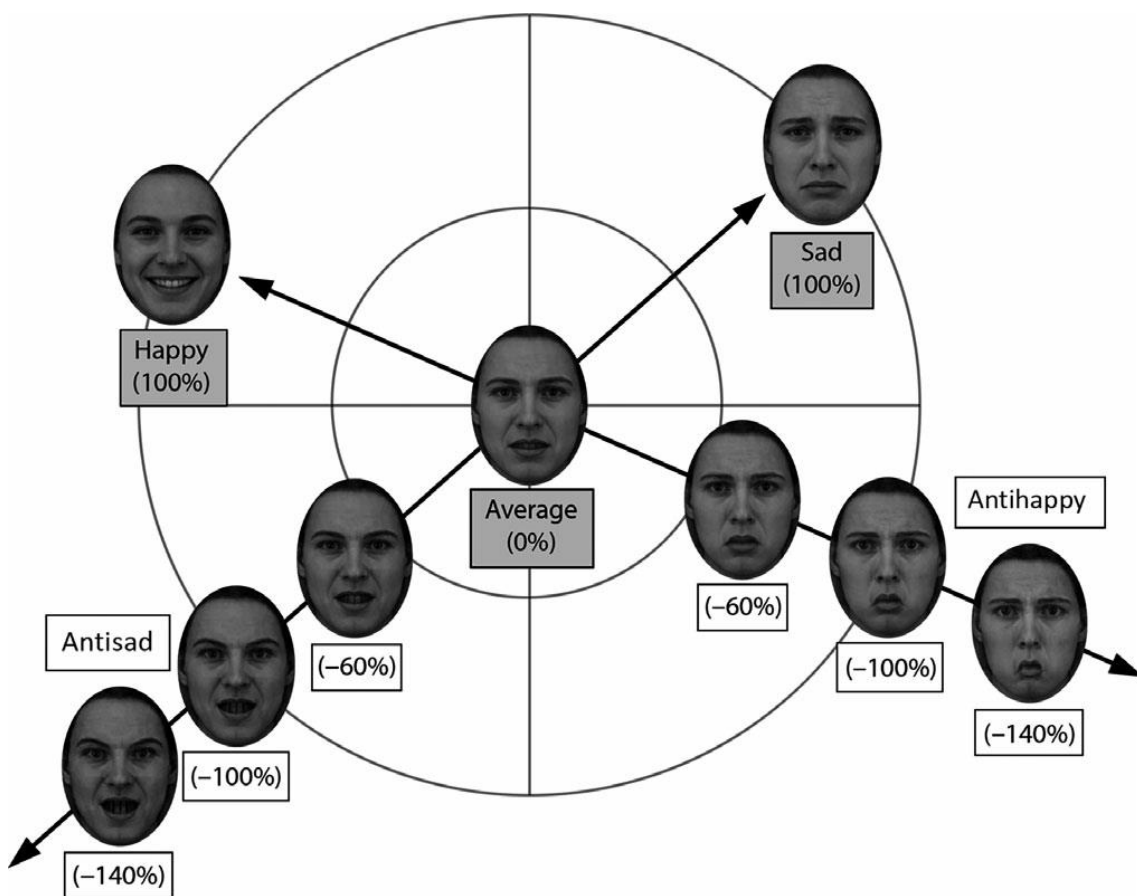
次ページの上と下左の図がそれぞれ 1 名の ASD と TD の結果である。Y 軸は test 刺激を速いと判断した確率、X 軸は test 刺激の速度/reference 刺激の速度の対数である。青が Right 条件、赤が Left 条件の結果である。PSE: Points of Subjective Equality で、その左右の差が adaptation の効果である。次ページ下右図は、ASD と TD で adaptation に差がないことを示す。



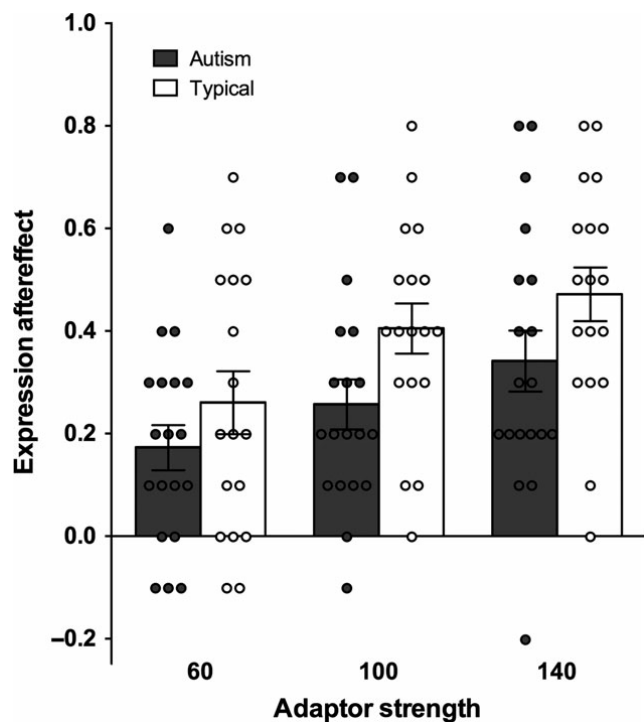
Rhodes, G. et al. Facial expression coding in children and adolescents with autism: Reduced adaptability but intact norm-based coding. *Brit. J. Psychol.*, 109:204-218, 2018.

上の Karaminis らの論文は、biological motion の speed に関して adaptation がみられなかった。Adaptation は ASD にとって重要なテーマと思うので、別の論文を読んでみた。が、結構細かい実験だった。要点のみ紹介する。

課題は表情の adaptation で、約 12y の認知能力が高い ASD と対応する定型発達児で行った。下の図にあるように、100%の happy, sad の顔と 0%の平均顔を morphing で作成する。そして、-60%, -100%, -140%の antihappy, antisad の顔を作成する。この強さが異なる anti 刺激が adaptor で、中性の平均顔がテスト刺激である。順応の課題ではある強さの



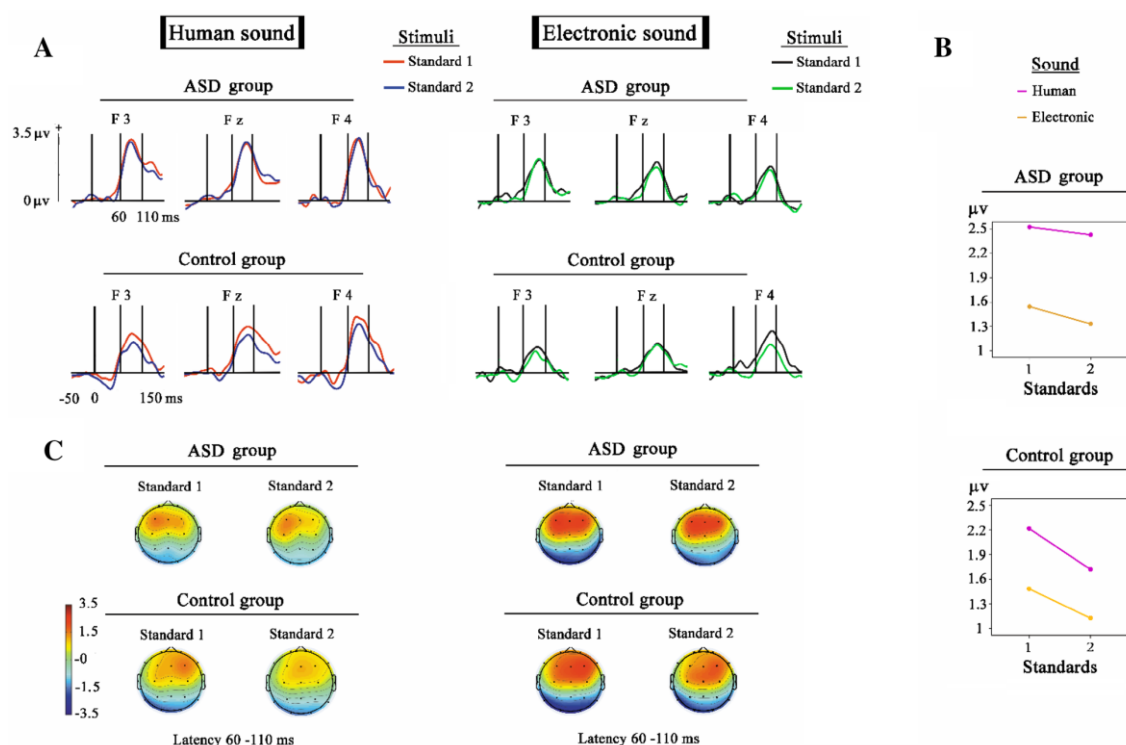
anti 刺激が adaptor として 5 回提示され、その後、平均顔がテスト刺激として提示される。参加者は平均顔が happy か sad かを答える。表情の aftereffect は、平均顔を adaptor の刺激と同じ表情と判断した比率（antisad の adaptor で sad と判断した比率）から mismatch の判断をした比率（antisad の adaptor で happy と判断した比率）を引いた値をその指標とした。Aftereffect が大きいことは adaptation が大きいことを意味する。次ページの図が表所の aftereffect である。黒いバーが ASD, 白いバーが定型発達の結果で、adaptor の強度が増すと、expression aftereffect が増加する。それは ASD, 定型発達で同じ傾向である。



Adaptor の強度が増すと、定型発達も ASD も同じように aftereffect が増加するので、norm-based coding は ASD でも保たれていると考えられた。しかし、ASD の aftereffect は定型発達のそれより値が小さいので、adaptation は弱いと考えられた。

Ruiz-Martínez, F.J. et al. Impaired P1 habituation and mismatch negativity in children with autism spectrum disorder. *J. Autism Dev. Disord.*, 50:603-616, 2020.

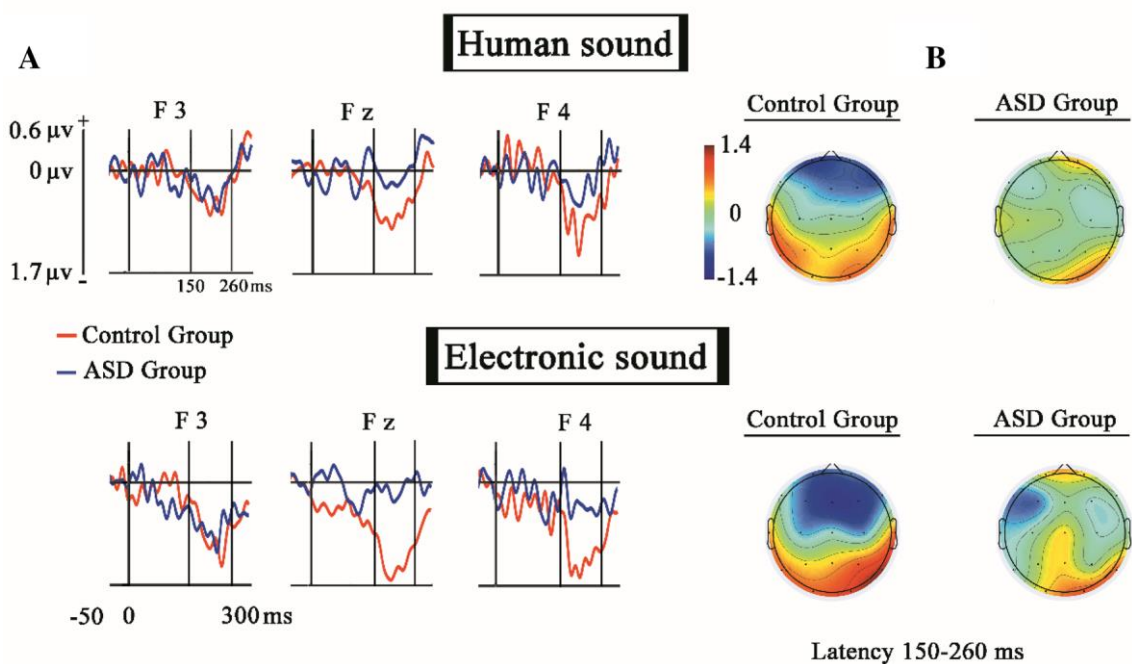
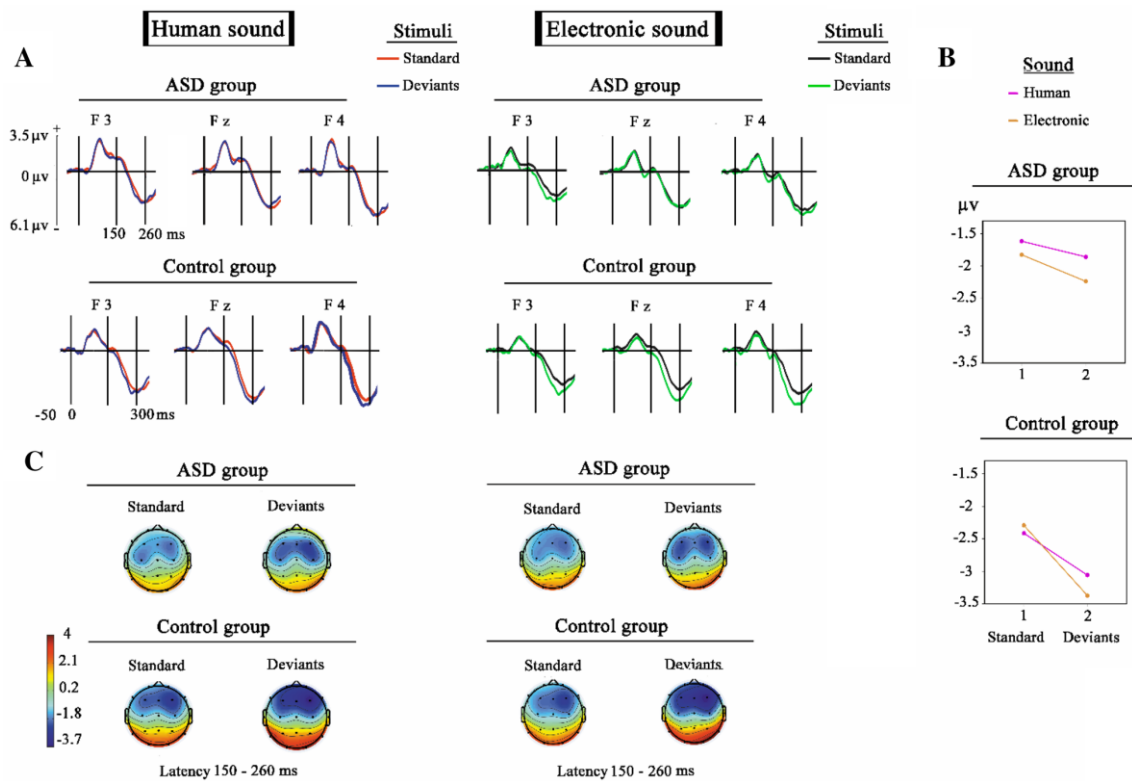
聴覚刺激の odd-ball 課題では、adaptation, habituation, prediction error, change detection といった機能が、訓練なしに検討やすいので、乳幼児に適用するには好都合である。この論文は、残念ながら、5-11y の ASD, TD の児童である。これらの機能は脳波の P1 と mismatch negativity, MMN の要素で検討した。P1 は habituation の検出、MMN は preattentive auditory discrimination ability の評価に使われた。Odd-ball 課題では standard と deviant があるが、人の声と電子音で、ピッチが異なる。



上の図 A は前頭部の電極 F3, Fz, F4 で記録された、最初と 2 番目の standard 刺激、standard 1, 2 に対する P1 である。左が人の声、右が電子音、上が ASD, 下が TD である。いずれの群でも、人の声に対する P1 の振幅が有意に大きく、図 B にあるように、TD では standard 1 から 2 で振幅が低下し habituation がみられるが、ASD では顕著でなく、habituation が弱い。

次ページ上図、下図は MMN time window の結果である。上図の波形は standard と deviant で、下図の波形は ASD と TD の deviant - standard の結果である。これらはすべての standard と deviant のデータの結果である。これらの図からも分かるが、ASD は TD よりも反応が弱い。また、TD では MMN は standard よりも deviant で当然大きくなるが、ASD ではあまり顕著でなく、Preattentive auditory discrimination ability が低い。

なお、省略するが、P1 と MMN は TD では auditory sensory profile (Avoiding, Sensitivity, Registration) と有意な相関がみられたが、ASD では相関はなかった。



紹介した論文はすべて乳児、幼児より年長になってしまった。看板に偽りありだが、乳児、幼児でも興味深いテーマなので、とり上げた。

今月の特集、総説、メタ分析など

Current Opinion Neurobiol., vol.60:1-200, 2020.

Neurobiology of behavior の特集号。

Europ. J. Neurosci., vol. 51 (1), 2020.

Circadian rhythm の特集。

Neuroimage, vol. 207, 2020.

Creativity and the brain に関する小特集。3 論文。

Neuropsychologia, vol. 187, 2020.

Episodic memory beyond に関する小特集。4 論文。

Brain Cognit., vol. 139, 2020.

言語と運動の機能的な結びつきに関する小特集。2 論文。

Zhang, Y.S. & Ghazanfar, A.A. (2020) Trend. Neurosci., 43:115-126.

A hierarchy of autonomous systems for vocal production と題する総説。

Wang, X. et al. (2020) Trend. Neurosci., 43:82-87.

不確帯 Zona incerta と行動の調節に関する opinion 論文。

de Vries, I.E.J. et al. (2020) Trend. Cognit. Sci., 24:150-162.

Oscillatory control over representational states in working memory と題する総説。

Solomon, S.H. & Schapiro, A.C. (2020) Trend. Cognit. Sci., 24:95-98.

Semantic search as pattern completion across a concept と題する短い総説。

Sadeh, T. & Pertzov, Y. (2020) J. Cognit. Neurosci., 32:386-402.

Scale-invariant characteristics of forgetting と題する海馬と忘却の関係の総説。

Lee, A.C.H. et al. (2020) Neuropsychologia, 137: no 107300.

海馬と event sequence における時間の長さの記憶に関する総説。

Heard, M. & Lee, Y.S. (2020) Neuropsychologia, 137: no 107284.

Shared neural resources of rhythm and syntax と題するメタ分析。

Ding, R. et al. (2020) *Neuropsychologia*, 137: no 107286.

痛み、情動的状况、情動的表情に対する empathy の神経対応のメタ分析。

Janacsek, K. et al. (2020) *Neuroimage*, 207: no 116387.

脳と系列学習、serial reaction time 研究のメタ分析。

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 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, ミスマッチ・ネガティブイティ 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, 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, 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

Santamaria, L. et al. (2020) Neuroimage, 207: no 116341.

母子間（子供は 10 mo）の脳波の同時記録 hyperscanning で、母親の快、不快の情動表出が脳波の母子間 interaction に与える影響を検討した。母子間の交互作用は快の方が強く、また、その方向は母親から子供へ向かう方が強かった。この HP の『期待 85』で紹介した。

Libesman, S. et al. (2020) J. Cognit. Neurosci., 32:426-434.

同じ強度の拍手の音に、弱い拍手の動作/強い拍手の動作の video を伴わせると、強い動作を伴わせた方が ERP の N1 成分の振幅が大きかった。Predictive coding の立場から、予測が音処理の初期の過程に働いたと考えた。

Fan, J.E. et al. (2020) J. Neurosci., 40:1710-1721.

ものの描画と再認の関係を fMRI で検討した。ものによって生じる視覚野の表象は描画でも利用された（それはものがなくなっても）。現在描画中のものは視覚野で優先順位が与えられ、他の表象は抑制された。後頭と頭頂間の FC は現在描画訓練中のものの decoding を促進した。これは視覚的な表象を行為に変換することに関係するだろう。

Bourguignon, M. et al. (2020) J. Neurosci., 40:1053-1065.

騒音など厳しい環境下で機能する lip-reading は無音でも聴覚皮質を活性化する。そのメカニズムを MEG で解明した。まず、唇の動きに対応して初期視覚皮質が活性化し、次に右角回が唇の運動の遅い成分を抽出する。そして、それに対応する言語音の特徴に mapping し、それが聴覚皮質を活性化する。

Daniel, R. et al. (2020) J. Neurosci., 40:1084-1096.

70y と 23y の参加者で、注意の必要性が異なる確率学習を行わせた結果、注意の必要性が低い学習では、年齢による成績の差はなく、fMRI による NAcc の予測誤差の活性化も差がなかったが、高齢者の選択は強化学習の予測と適合した。しかし、注意の必要な課題では DMN の抑制が十分でなく、抑制は成績と相関していた。高齢者では強化学習は残っているが、注意制御が弱くなっていた。

Hilger, K. et al. (2020) Hum. Brain Mapp., 41:362-372.

知能は脳の network の modularity の高い時間的な安定性に関係していた。また、極端に modularity が高い期間が短かった。これらの結果には背側注意 network が貢献していた。

Savage, H.S. et al. (2020) Neuroimage, 207: no 116427.

不快な古典的条件づけの逆転学習の fMRI 計測では、threat に関しては両側の aIns, dACC などが、safe に関しては avmPFC, PCC などが関係した。また、主観的な arousal の評定と dACC の活性が関係していた。この課題で特に吻側の dACC が重要な役割を果たしている。別に紹介した。

訓練 (neurofeedback を含む)、制御と非侵襲性脳刺激

Micera, S. et al. (2020) Neuron, 105:604-620.

運動機能の回復のための進歩した neurotechnology に関する総説。

Bagherzadeh, Y. et al. (2020) Neuron, 105:577-587.

MEG で計測した左、右の PCx の α power を NFB で高める左半球訓練群と右半球訓練群を設け、視覚情報処理、NFB 訓練前後の Posner 課題時の α power の変化、RT への変化、free-viewing 事態での eye fixation の変化を検討した。訓練の効果がみられた。別に紹介した。

Mayeli, A. et al. (2020) Hum. Brain Mapp., 41:342-352.

vmPFC の活性を real-time fMRI NFB で高める訓練を行なった。Self-relevant value-based

thinking を利用したが、活性を高めることはできなかった。DMN の他の領域も vmPFC の活性と相関して変化し、vmPFC の活性を DMN の他の領域の活性と関係なく変化させることは難しかった。別に紹介した。

Tavor, I. et al. (2020) *Hum. Brain Mapp.*, 41:442-452.

45 分間のピアノの訓練の脳への影響を diffusion MRI で計測した。その結果、主に PMC や小脳などの運動系の拡散特性に変化がみられた。以上はあるメロディを引く訓練だが、timing に feedback を与えた訓練をすると、異なる拡散性のパターンがみられた。短時間の訓練でも脳は可塑的な変化を起こした。

Meyer, A. et al. (2020) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 20:172-180.

失敗を否定的に捉えないようにする介入を行い、error sensitivity を減少させ、介入前後に Flankers task を課し、ERN への効果を検討した。その結果、ERN が減少した。

Kelly, C.E. et al. (2020) *Hum. Brain Mapp.*, 41:684-696.

極度に早産/極度に低体重だった約 8y の児童に Cogmed による WM 訓練を行ない、その効果を diffusion MRI, fMRI 計測による脳の構造、機能で検討した。N-back 課題中の脳活性が PCC などで増加したが、全般的には訓練の効果は弱かった。否定的なデータ。

Avvenuti, G. et al. (2020) *Brain Cognit.*, 139: no 105517.

超越瞑想 TM で不安やストレスが減少するが、fMRI の rsFC の分析では、PCC, 楔前部、左 SPL の間の結合の増加と不安、ストレスの減少が関係していた。また、TM は PCC と右 Ins 間の rsFC を増加させ、これは interoceptive awareness を変化させたと考えられる。sMRI は変化がなかった。

Ray, K.L. et al. (2020) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 20:76-90.

認知的制御の proactive な側面に関係する Dot pattern expectancy (DPX) task と episodic memory に関係する Relational and item-specific encoding (RiSE) task 時では、課題関連の FPN や MTL を含む記憶関連 network の dynamic reorganization がみられた。RiSE 課題では DPX 課題よりも大きな network の reorganization が起こった。

Duprez, J. et al. (2020) *Neuroimage*, 207: no 116340.

Conflict 課題時の前頭中部の θ 波の位相により行動に違いがみられた。これは conflict の強さに関係なく、また行動に最適な θ 波の位相は FPC の β power burst と関係するので、実行機能に関わると考えられた。

Friedrich, J. & Beste, C. (2020) *Hum. Brain Mapp.*, 41:726-738.

Tactile Go/No Go 課題における抑制性制御に対する受動的な知覚学習は、反応の自動化の持つ負の効果を減少することでプラスに働くが、脳波の研究では SFG, MFG と M1 がこの効果に関係していた。

Chung, Y.S. et al. (2020) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 20:1-18.

12-25y の参加者で、Go/No Go 課題における inhibitory control に働く FC の性差を fMRI で検討した。扁桃核、CAUD, TH 等の皮質下、IFG 等の皮質で FC の性差がみられた。また、ACC や DMN の発達的变化が男女で違っていた。

Gajewski, P.D. et al. (2020) *Neuroimage*, 207: no 116430.

高齢者では妨害刺激に対する対応が低下するが、個人差がある。脳波の記録では、成績がよい高齢者は、成績が低い高齢者に比べて、proactive task control を反映する CNV, reactive task control に関係する P2/N2 complex の振幅が大きかった。

Morawetz, C. et al. (2019) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 14:1109-1118.

Risk-taking な意思決定に先行する incidental な刺激に対する情動的制御は、その後の risky な意思決定を減少させるが、それには dlPFC, vlPFC, 帯状皮質の活性化が関係した。

Wu, G.-R. et al. (2020) *Hum. Brain Mapp.*, 41:632-639.

疑似的な反復 rTMS が大うつ病の治療に有効であったり、なかったりする。この placebo 効果に rACC の rsFC が関係すること明らかにした。Placebo 効果は rACC と楔前部/PCC の FC と正の相関を示し、rACC と MFG の FC と負の相関を示した。(re)appraisal に関係。

Baumert, A. et al. (2020) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 20:34-48.

左 dlPFC への anodal tDCS は n-back 課題で測定された WM を促進する効果を持ったが、Stroop 課題で働く inhibitory control へは効果を持たなかった。

発達障がい (ASD, ADHD, LD など)

Schwartz, S. et al. (2018) *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 87:106-117.

ASD の聴覚的な MMN のメタ分析、総説。

Kujala, T. et al. (2013) *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 37:697-704.

ASD の音声と聴覚の異常の神経基礎に関する総説。

Schaaf, R.C. & Lane, A.E. (2015) *J. Autism Dev. Disord.*, 45:1380-1395.

Toward a best-practice protocol for assessment of sensory features in ASD という提案。

Castellani, C.A. & Arking, D.E. (2020) *Neuron*, 105:407-410.

ASD の遺伝学についての spotlight 論文。

Sheinkopf, S.J. et al. (2012) *Autism Res.*, 5:331-339.

Esposito. G. et al. (2014) *J. Autism Dev. Disord.*, 44:975-980.

それぞれ 6 mo (Sheinkopf), 15 mo (Esposito) の ASD のハイリスクの幼児の泣き声の音響分析の研究。基本周波数が低リスク児より高い等の結果を得た。また、後に ASD と診断された幼児ではその傾向が強い。『期待 86』で紹介した。

Perdue, K.L. et al. (2017) *J. Autism Dev. Disord.*, 47:2434-2442.

3-12 mo の ASD の高リスク、低リスクの幼児に無意味な音声を聞かせ、3 カ月ごとに縦断的に心拍を測定した。一般に高リスク児は baseline の心拍が低く、また、女児の方が心拍が高かった。音声には拍動間隔 IBI が増加したが、それは低リスク児の方が大きかった。月齢が上がるに従い、低リスク児では IBI の変化が増加、高リスク児ではそれが低下した。『期待 87』で紹介した。

Kaartinen, M. et al. (2012) *J. Autism Dev. Disord.*, 42:1917-1927.

Direct gaze, Averted gaze, Eyes closed の条件で、8-18y の ASD と control で SCR を計測し、Developmental, Dimensional and Diagnostic Interview による社会的なスキルとの関係を検討した。Directed gaze で他の gaze 条件よりも大きな SCR 反応を示す確率と社会的スキルの間に有意な正の相関がみられた。『期待 87』で紹介した。

Daluwatte, C. et al. (2013) *J. Autism Dev. Disord.*, 43:1910-1925.

6-18y の ASD と TD で、光に対する瞳孔の反射を計測した。ASD では反射の潜時が遅く、収縮の振幅が小さく、収縮/再散大の時間が短い。9y 以下の TD にみられた潜時の年齢による変化が ASD にはない。心拍の変動性にも ASD では非典型的の反応がみられた。

Raatikainen, V. et al. (2020) *Autism Res.*, 13:244-258.

脳領域間で活性が伝播する time delay を 20 歳代半ばの ASD と TD で検討した。Lag pattern の違いは salience, executive, visual network, そして DMN でみられた。ASD では脳内の information flow が atypical である。

Seghatol-Islami, V.C. et al. (2020) *Neuropsychologia*, 137: no 107303.

行為の意図の課題で、関連する3つの network (顔処理、mentalizing, ミラー・ニューロン) の FC を ASD で検討した。これらの network の hub と他の脳領域の間の FC が ASD では TD より強かった。この課題の解決に ASD は広範囲の脳の活動を必要とすることを示唆した。なお、この論文は上で紹介した。

Ruiz-Martínez, F.J. et al. (2020) J. Autism Dev. Disord., 50:603-616.

5-11y の ASD と TD で、人の声と電子音のピッチの変化を利用した odd-ball 課題で、脳波の P1 と MMN を記録し、ASD の聴覚処理の特性を明らかにした。P1 は habituation を MMN は音の弁別能力を反映する。ASD では habituation が明確でなく、MMN が小さく弁別能力が劣っていた。上で紹介した。

Rhodes, G. et al. (2018) British J. Psychol., 109:204-218.

平均 12y の ASD と TD の参加者で、強度の異なる happy と sad の anti の表情を作成し adaptor として提示した。そして平均顔 (norm) を提示し、その表情を問うことにより after-effect (順応) を検討した。強い antisad の adaptor では平均顔を sad と知覚する傾向が増すが、ASD, TD も同じだった。しかし、ASD では aftereffect, 順応が弱かった。上で紹介。

Karaminis, T. et al. (2020) J. Autism Dev. Disord., 50:373-385.

ASD では順応に問題があるとの報告がある。この論文は ASD の学童で biological motion のスピードの順応を検討したが、TD の学童と差はみられなかった。上で紹介した。

Magnuson, J.R. et al. (2020) Autism Res., 13:221-229.

10y の ASD と TD で、顔 (angry/happy) を提示し、その後○/□を重ねて提示した。○は Go, □は NO GO (inhibitory) 反応の cue である。ASD では個人内の RT の変動が大きく、ERP の N200, N170 の振幅/潜時の変動性が大きかった。行動や脳の指標の平均値が問題にされることが多いが、変動性も重要な指標である。

Elsabbagh, M. et al. (2012) Curr. Biol., 22:338-342.

6-10 mo の ASD リスク児と control で、gaze の方向による ERP (P400) の差 (Away-Toward) を検討した。Control と後に ASD の可能性を指摘されなかった幼児は Away>Toward だったが、ASD の可能性を指摘された幼児では差がなかった。『期待 89』で紹介した。

Gabard-Durnam, L. et al. (2015) J. Autism Dev. Disord., 45:473-480.

6, 12, 18 mo の ASD の高/低リスク児の前頭の α 波の左右差を検討した。その結果、6, 12 mo ではリスクによる差 (高リスク児の方が右半球の α 活動が強い) がみられたが、18 mo では左右差はなくなった。『期待 89』で紹介した。

Gaetz, W. et al. (2020) *Neuroimage*, 207: no 116349.

8-25y の ASD と TD で、単純な運動時の運動野の活動を MEG で計測し、 μ 、 β 帯域の event-related desynchronization, ERD と運動後の β rebound, PMBR, 運動関連の γ 同期 MRGS を分析した。 β ERD と MRGS は ASD, TD で同じ年齢変化を示したが、PMBR は特に年長の ASD で低下していた。

Guo, X. et al. (2020) *Hum. Brain Mapp.*, 41:419-428.

7-12y の ASD と TD で、時間的な変動も考慮した dynamic rsFC (dynamic FC density, dFCD) を半球内、間で検討した。ASD では dFCD の変動が ACC/mPFC で増加、FG/ITG で減少していた。また、ASD では皮質内の dFCD の変動が感覚運動野で低下していた。さらに、対側の dFDC の時間的な変動の異常さが ASD の社会能力の重篤度と関係した。

Li, Y. et al. (2020) *Autism Res.*, 13:230-243.

7-18y の ASD と TD で、dynamic FC と clustering の測定値を合わせて、ASD の FC の特徴と、症状との関連を検討した。ASD では PCC と側頭極中央部、PCC と IFG 弁蓋部との FC の変動が大きく、後者は症状の重篤度と関係した。Clustering 分析は ASD の hyperconnectivity 状態を示し、それは PCC-IFG の dynamic FC の変動と関係していた。

Kobayashi, A. et al. (2020) *Brain Cognit.*, 139: no 105514.

認知スタイルの empathizing/systemizing モデルで、ASD は systemizing の傾向が極度に強いと考えられている。5-15y の TD の児童で、認知スタイルと脳の間関係を VBM で検討した。右 STG の灰白質の容量の増加が systemizing と関係していた。

Sidlauskaite, J. et al. (2020) *Neuropsychologia*, 138: no 107330.

成人の ADHD で cued task switching を利用して、認知制御の proactive control を行動と脳波で検討した。行動的には ADHD は反応が遅い傾向があるに過ぎなかったが、脳波の cue に lock した分析では、informative positivity, switch positivity の低下がみられ、proactive control に問題があることが示唆された。

Kaboodvand, N. et al. (2020) *Neuroimage*, 207: no 116347.

成人の ADHD と control で、fMRI による DMN 内と DMN と実行 network 間の時間的に変動する rsFC の configuration を検討した。その結果、3つの安定した configuration, すなわち synergies を見出した。ADHD と control は特定の synergy の recruitment rate や topology が異なると考えられた。

Xue, H. et al. (2020) *Neuropsychologia*, 138: no 107343.

中国の dyslexia の児童で安静時の脳波を記録し、 δ 、 θ 、 α 、 β 波帯域の network の結合性を検討した。Dyslexia では β 帯域の network に欠損があり、path-like の topology を示した。これらの network の結果と言語関連課題の成績の間に相関があった。

Canette, L.-H. et al. (2020) *Neuropsychologia*, 138: no 107324.

Dyslexia の児童で、規則的な音楽的なリズムを与えることが文法の処理を促進することが分かっているが、この研究は成人の dyslexia でそれを検討した。リズム刺激を与え、脳波の文法逸脱に関係する P600 を記録した。聴覚的に与えられた逸脱文で、非リズム刺激と比べて P600 の振幅が大きくなり、健常者と比べるとその潜時が遅かった。

Pigdon, L. et al. (2020) *Neuropsychologia*, 138: no 107312.

発達性の言語障がい、スピーチ障がいでは nonword repetition がよい marker と考えられている。Nonword repetition の時の脳の活性を fMRI で計測した。しかし、脳活性は TD と差がなかった。行動にはよい marker だが、fMRI のよい marker ではない。

Simms, V. et al. (2020) *J. Autism Dev. Disord.*, 50:583-591.

Williams syndrome, WS と Down syndrome, DS, TD で、非言語的知能、number familiarity, visuo-spatial skill, number line estimation を検討した。Number line estimation は差がなく、WS では visuo-spatial skill, DS では number familiarity に問題があった。

情動障がい

Swartz, J.R. et al. (2019) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 14:1027-1035.

12-15y の参加者で、怒りと恐れ表情に対する扁桃核の活性を fMRI で計測し、いじめの加害、被害との関係を検討した。怒り顔に強く反応し、かつ恐れ顔に反応が弱いと加害に結びつき、逆に、怒り顔、恐れ顔に反応が弱いといじめ被害には関係しない傾向があった。社会情報処理のパターンがいじめに関係する。

Connell, A. et al. (2020) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 20:181-194.

家系的に抑うつ傾向がある少女に calm を含む表情を用いた emotional GO/NO GO 課題で脳波を記録した。GO N2, NO GO N2 はそれぞれ注意と認知制御を反映し、GO P3, NO GO P3 はそれぞれ動機づけられた注意と抑制的な制御に関係する。高リスク児の反復思考は calm に反応する時に、低リスク児とは異なる N2, P3 の反応がみられた。

Starita, F. et al. (2019) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 14:1119-1129.

高、低の Alexithymia で appetitive な古典的条件づけを行った。CS が 2 つあり、CS1, CS2 は 80% の確率 (expected) でそれぞれ報酬を得るか、報酬がない。残る各 20% はそれぞれ報酬がないか、得る (unexpected)。No reward で、高低の alexithymia で ERP の FRN がみられたが、unexpected で FRN を亢進させたのは低 alexithymia だけだった。

Domínguez-Borràs, J. et al. (2020) *Neuropsychologia*, 137: no 107292.

ヘルペス脳炎で、両側の扁桃核とその周辺が損傷した一人の患者で、表情に関連した attentional blink task と visual search task を課し、表情の影響を検討した。患者は attentional blink task で表情の持つ優位性はなく、また、visual search でも、特に happy face と中性顔の RT に差がみられなかった。

Yun, J.-Y. et al. (2020) *Brain*, 143:684-700.

OCD の国際的な研究組織の脳の structural covariance network についての報告。盛りだくさんの結果で、知識不足のため、ウマク要約できません。論文を参照ください。

Sylvester, C.M. et al. (2020) *PNAS*, 117:3808-3818.

精神障害の適切な診断のために、扁桃核とその他の皮質領域との FC を検討した。扁桃核は 3 つに分けられた。1. DMN と、2. DAN, FPN と、3. そのような特別の FC がない領域。これらの領域は腹側注意 network, 感覚運動 network と正の FC、SalN, 帯状弁蓋 network とは負の FC をもった。これらは個人差があった。

Garibbo, M. et al. (2019) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 14:1087-1096.

電撃の不安が記憶に与える影響を threat-safe, encoding-retrieval の 4 条件を設け、顔の再認、空間的 WM で検討し、fMRI で計測した。顔の再認の障害は threat が encoding 時にあると生じた。それは ACC における注意資源の competition の増加が関係した。空間的 WM には影響がなかった。両課題で海馬は state-dependent な活性がみられた。

感覚運動障がい、その他の障がい

Shang, Y. et al. (2020) *Neuroimage*, 207: no 116376.

成人後に片方の聴覚能力を失った人の cross-modal の可塑性を MEG の α 帯域の power と安静時の global FC, seeded FC (A1, V1, PCC) で検討した。左 ACx で power が低下していた。Global FC は FCx で低下、VCx で増加していた。Seeded FC に関しては、A1 は TCx, FCx, OCx とは減少、PCx とは増加、V1 は VCx, IPL, 中心後回、楔前部とは増加、ACx とは低下、PCC は前方の DMN, 注意 WM の network と低下する等の、多様な可塑性がある。

Machner, B. et al. (2020) *Neuropsychologia*, 138: no 107356.

右 PCx の損傷による対側無視のメカニズムを rsFC, fALFF で検討した。VAN に比べ DAN の損傷は少なかったが、半球間の FC が低下していた。しかし、損傷で残った SPL の DAN の一部である右 pIPS の fALFF の低下が症状の重篤度に関係していた。

Mohammadi, B. et al. (2020) *Brain Cognit.*, 139: no 105518.

ゲーム依存の若者の脳の灰白質と白質を T1 強調 MRI、DTI で調べた。広範囲の領域で灰白質の減少がみられ、右 PCC, 左中心前、後回、右視床などの減少がゲームの年数と負の相関をした。また、両側の帯状束の FA が減少していた。灰白質、白質の変化は攻撃性、敵対性などの質問紙項目の結果と相関していた。

de Almeida, J.S. et al. (2020) *Neuroimage*, 207: no 116391.

Neonatal intensive care unit, NICU 内の極度の早産児に音楽を聴かせる群と聴かせない群を設け、DTI で脳の白質線維の成熟、T2 強調画像で扁桃核の容量を検討した。音楽を聴かせた群では、そうでない群よりも、聴放線、external capsule/clastrum/extreme capsule, 鉤状束の成熟がよく、扁桃核の容量も大きかった。