

今月の認知神経科学：論文紹介

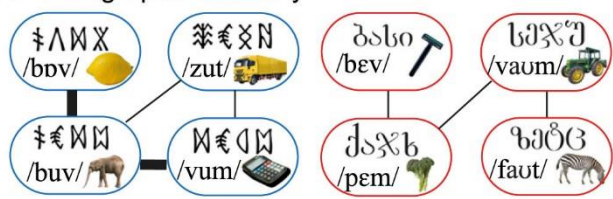
2019年10月

認知神経科学の進歩

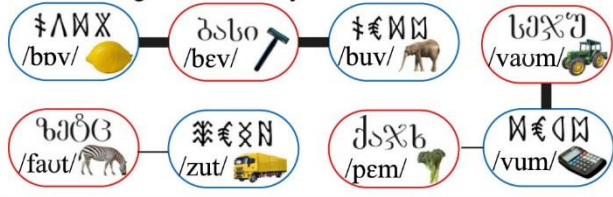
Taylor, J.S.H. et al. Mapping visual symbol on to spoken language along the ventral visual stream. PNAS, 116:17723-17728, 2019.

この論文は、2種類の文字のシステムで単語を形成し、その発音と意味を学習させて、

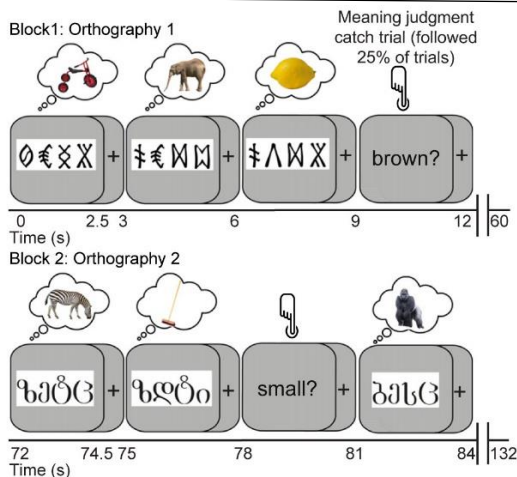
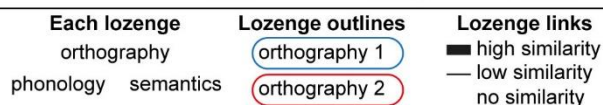
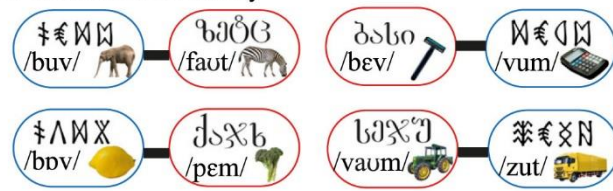
A Orthographic similarity



B Phonological similarity



C Semantic similarity



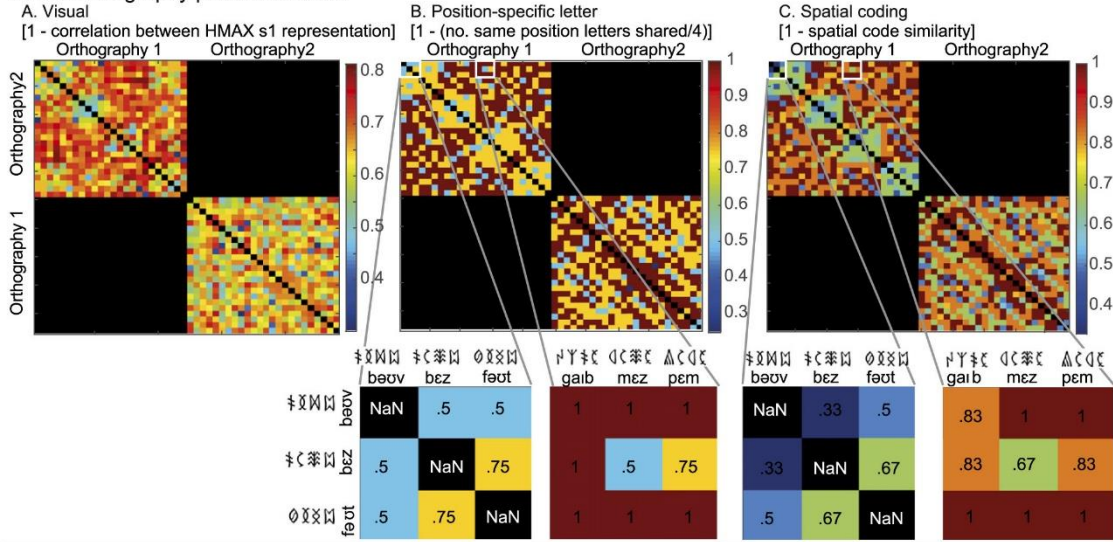
fMRI で脳内腹側視覚系の活性を計測した。左の上図にあるように、単語は4つの文字よりなるが、最後の文字は意味を持たない。各文字は対応する発音があり、単語は果物・野菜、乗り物、動物、道具を表す。左の上図は、文字レベル、発音レベル、意味レベルの類似性を示している。太い線は類似度が高い。下図は fMRI 計測時の課題で、視覚的、聴覚的に単語が提示される。参加者は単語の意味を思い浮かべる。下図は視覚提示の例である。25%で直前の単語に関する意味判断が求められる catch trial がある。

脳と単語の関係の分析は、単語のいろいろな側面の非類似度の matrix (次ページ上図) と脳 (腹側視覚系) の

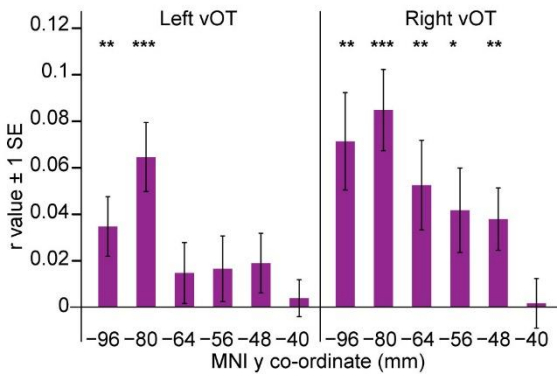
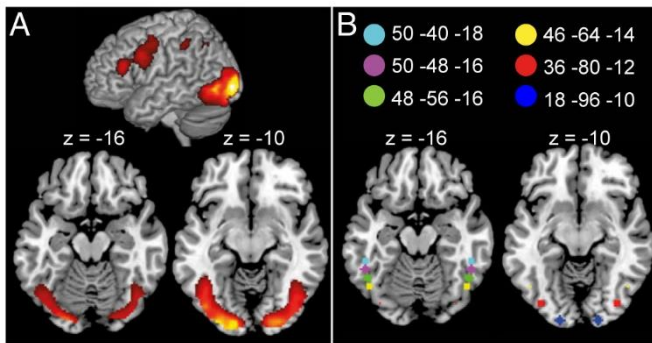
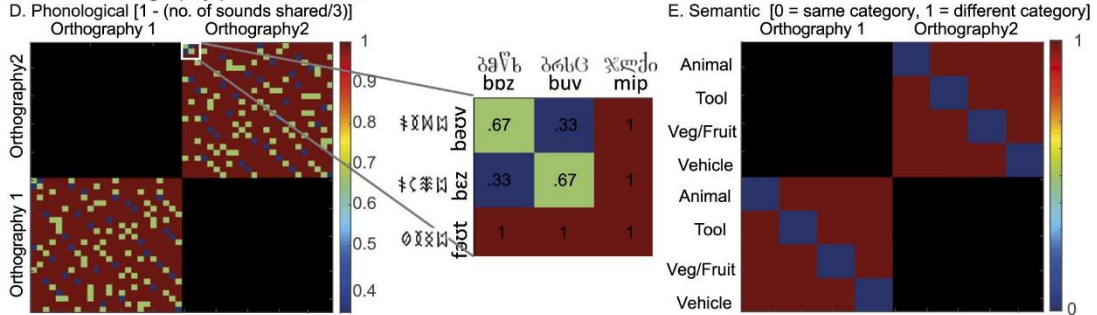
ROI の活性の非類似性 matrix の間の相関で明らかにしようとする。次ページ上図 A は単語の視覚的非類似性の matrix (Visual), 図 B は文字の位置についての非類似性 matrix (Position-specific letter), 図 C は共通する文字の位置の距離による非類似性 matrix (Spatial coding), 図 D は発音の非類似性 matrix (Phonological), 図 E は意味の非類似性 matrix (Semantic) である。

次ページ中図はこれらの単語で活性化した

Within-orthography predicted DSMs



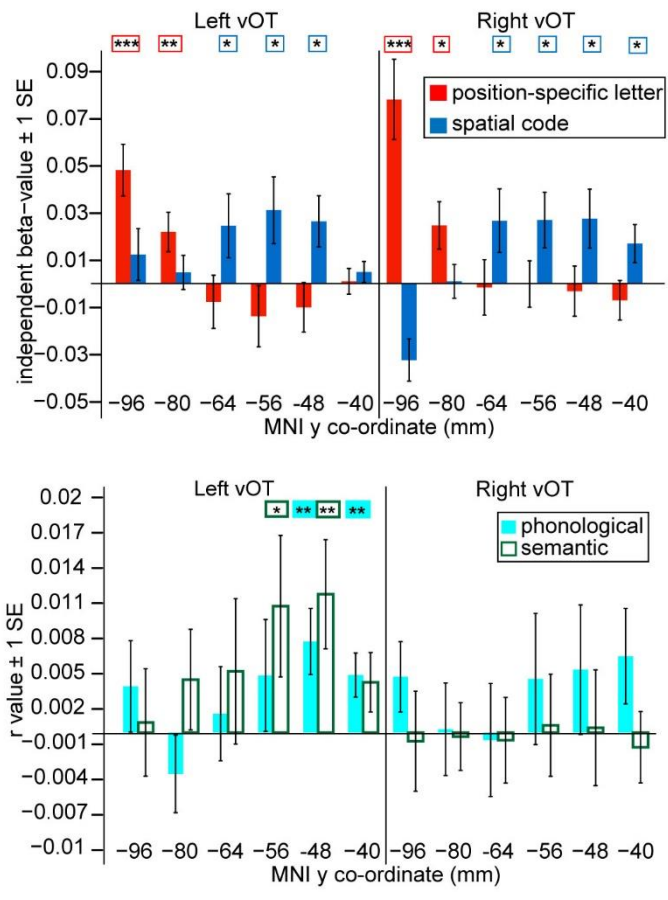
Between-orthography predicted DSMs



領域 (A) と腹側視覚系 (腹側後頭側頭領域 vOT) の 6 つの ROI である。

下図は上図 A の Visual の結果で、x 軸は vOT の後方-96 から前方-40 の順序で並んでおり、左右半球別に表示されている。単語と脳の活性の非類似性 matrix の求め方は本文を参照ください。この図から分かるように、左 vOT は後方、右 vOT は後方から前方まで有意な相関がみられた。次ページ上図は、図 B の position-specific letter と図 C の Spatial coding と vOT の活性の関係である。次ページ上図から分かるように、position-specific letter は左右 vOT の後部で、一方、Spatial

coding は前方で有意な相関がみられた。



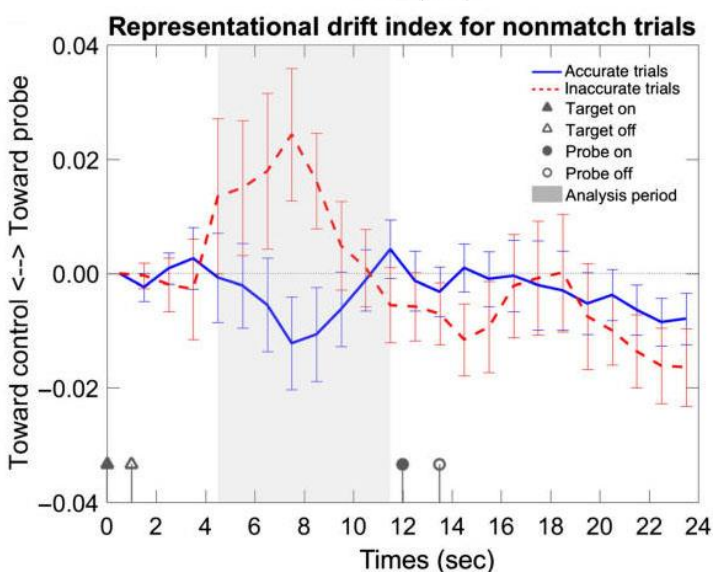
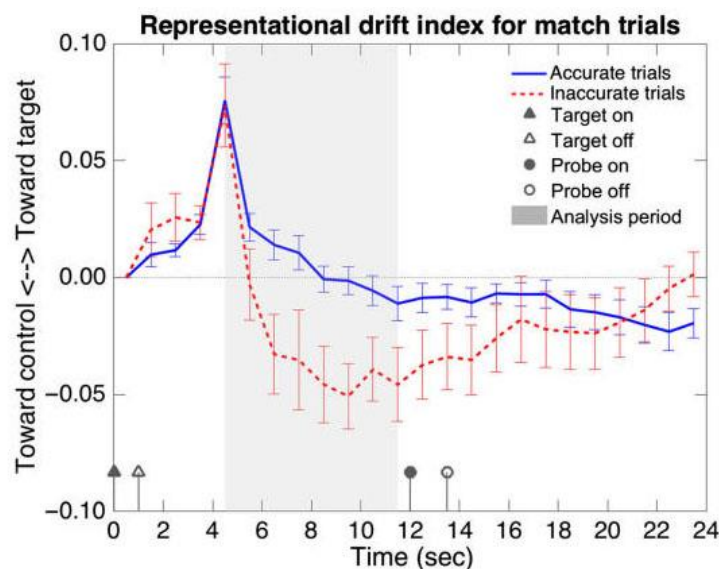
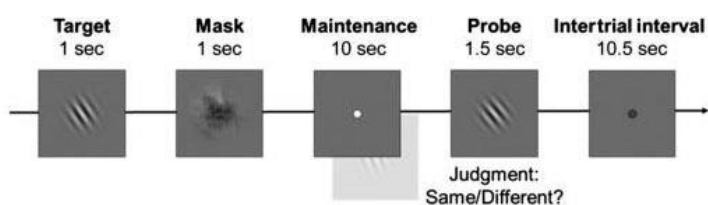
coding は左右の vOT の中央から前方で、脳活性と相関した。これらの結果は、vOT の後部では文字の identity は文字の位置の情報と結びついていること、vOT の中央から前部では文字の表象は一に関係なく invariant になることを意味する。

左の下図は Phonological(水色: 前ページ上図 D) と Semantic (前ページ上図 E) と vOT 活性との関係である。左半球 vOT の中央部から前方部で有意な相関がみられた。

これらの結果は vOT の単語の処理は、文字から単語、発音、意味へと、後方から前方へ高次になる階層があるようだ。

Lim, P.C. et al. Not-so-working memory: Drift in functional resonance imaging pattern representations during maintenance predicts errors in a visual working memory task. J. Cognit. Neurosci., 31:1520-1534, 2019.

この論文は、working memory, WM の delay 中の Target の神経表象の時間的変化を明らかにした。課題は上図にある。記憶する刺激は oriented Gabor patch で、Target 提示後に delay (Mask と Maintenance) を挟んで、Probe が提示される。Target と Probe の同異判断をする。fMRI で脳活性を記録するが、視覚皮質に ROI を設定した。



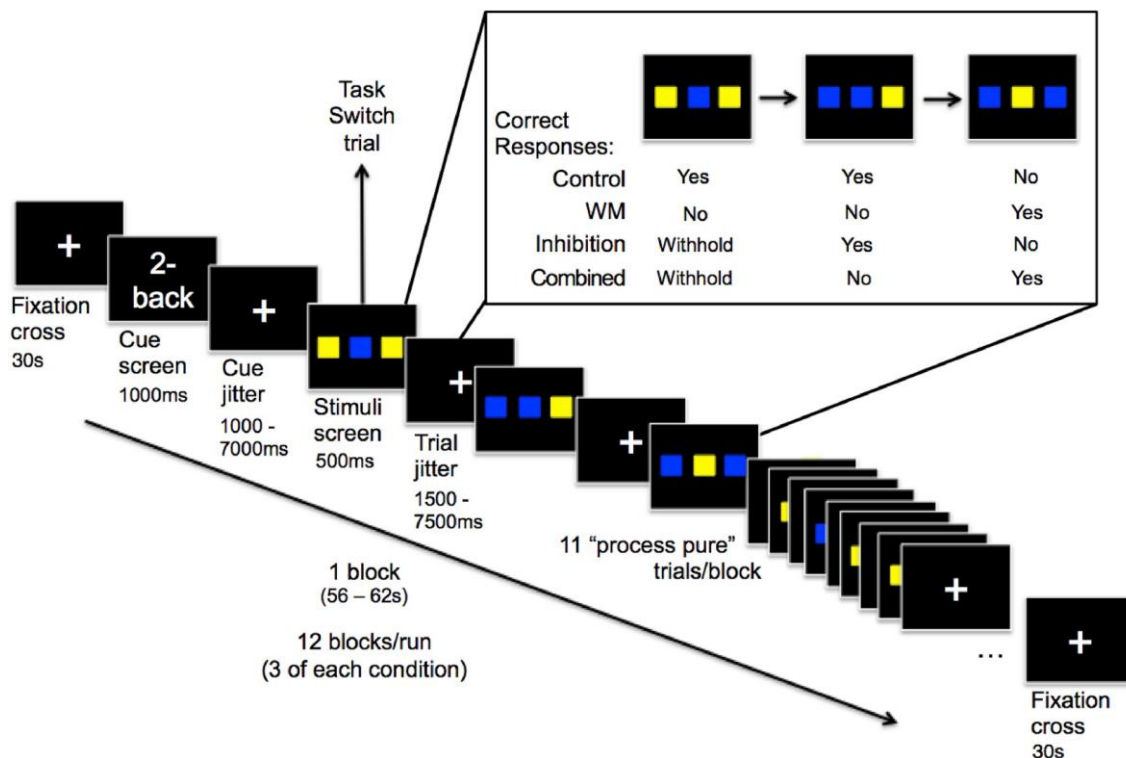
分析はいろいろと行われたが、行動とよく対応する脳の指標は Representational drift index だった。中図は match trial の結果である。これは Target の表象から Target に隣接する 2 つの傾き (control) の表象を引いたもので、反応が正しかった Accurate とそうでない Inaccurate 試行に分けて分析した。分析区間内では Inaccurate の方が control 刺激の方向に drift している。

下図は nonmatch trial の結果である。ここでの control 刺激は Target 刺激に隣接する、Probe 刺激とは反対方向の傾きをいう。Probe と control の表象の差は、分析区間内では、Inaccurate 試行で Probe 刺激の方向に drift していた。

したがって、Representational drift index を指標にすると、error の予測ができる。

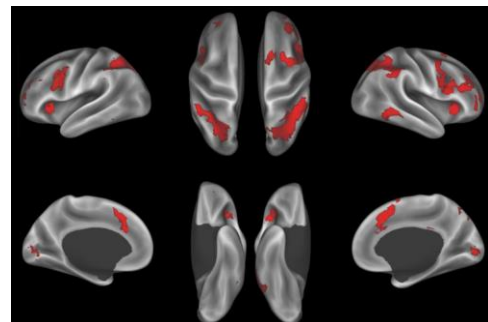
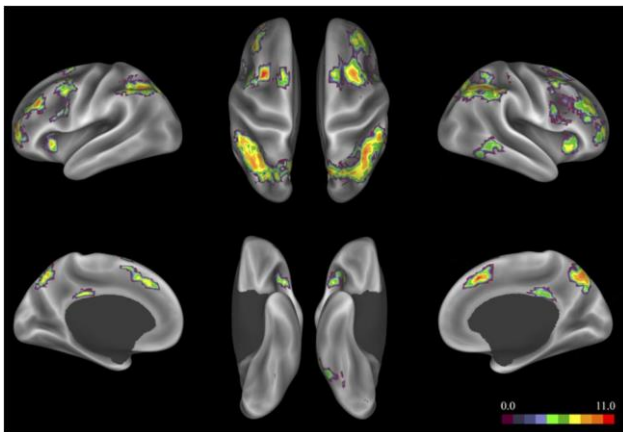
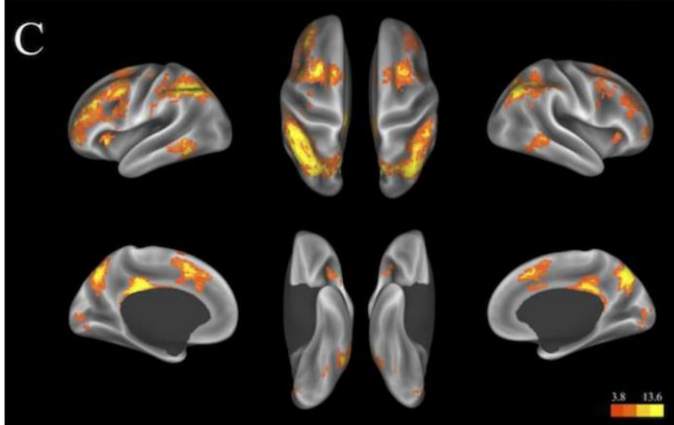
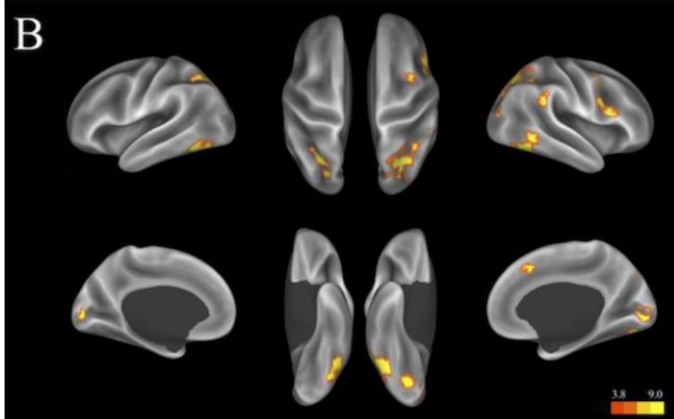
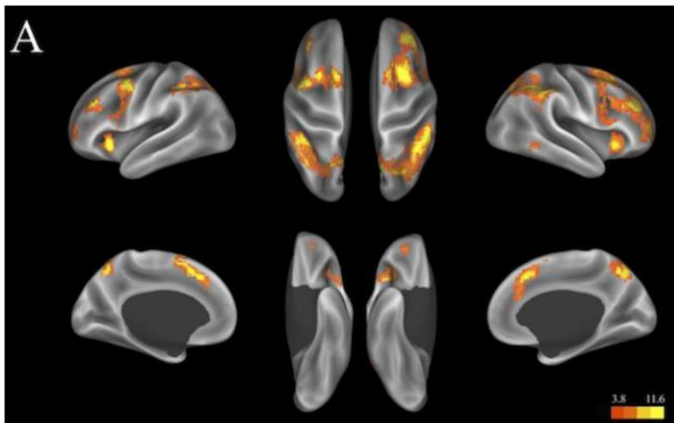
Lemire-Rodger, S. et al. Inhibit, switch, and update: A within subject fMRI investigation of executive control. *Neuropsychologia*, 132: no 107134, 2019.

この論文は3つの認知制御機能に関する脳領域の同異をfMRIで明らかにしようとする。これは『入門』で論じた問題である。



上の図は課題の説明である。Control と3つの認知制御課題がある。Control (middle blue) 課題では中央の四角の色が青であるかを (Yes/No) 答える。Working memory updating (WM: 2-Back) 課題では2試行前の四角の色は青だったかを答える。Inhibition (double yellow) 課題では中央の四角の色が青であれば Yes と答えるが、ただし、両端の四角が黄色の場合は反応を抑制する。Working memory + inhibition (Combined: double yellow 2-Back) 課題は WM 課題と Inhibition 課題を結合させた課題。すなわち、2試行前に中央の四角の色が青だったら Yes 反応をし、また、現在の刺激で中央の四角が青、その両端が黄色だったら反応を抑制する。課題の手続きが上の図に示されている。課題は block 単位で行われるが、まず、凝視点が提示され、続いて以下の課題がどれかを知らせる Cue がでる。1 block は12試行だが、最初の試行を task switch trial とし、残りの11試行は process pure の試行である。

次ページ上図は A が WM、B が inhibition、C が task switching 時の univariate の活性である。WM では背外側前頭前野、外側頭頂皮質、島皮質など、inhibition では右外側と上内側前頭前皮質、両側の下頭頂小葉、右中、下側頭皮質、腹側の視覚処理領域、task switching は内側前頭前皮質、後部帯状皮質、楔前部、左下頭頂小葉、外側側頭皮質、右視床が関係した。次ページ下図の左はこれら3課題と control 課題の比較で、両側の内、外の



前頭前皮質、左島皮質、両側の頭頂葉、右外側側頭皮質、視床、大脳基底核、小脳に広がっている。

下図右は同じ比較の conjunction 分析の結果で、外側の前頭頭頂皮質、内側前頭前皮質、島皮質、外側側頭皮質に overlapping の活性がみられた。この図は閾値を $p < 0.05$ にした時の結果で、もっと厳しく $p < 0.01$ にすると、右半球に偏る結果となった。それは右の島皮質、下前頭回、中前頭回、下頭頂小葉、中側頭回である。

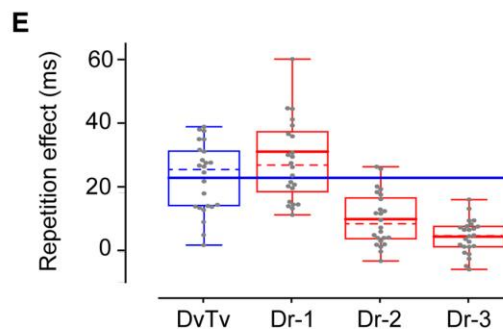
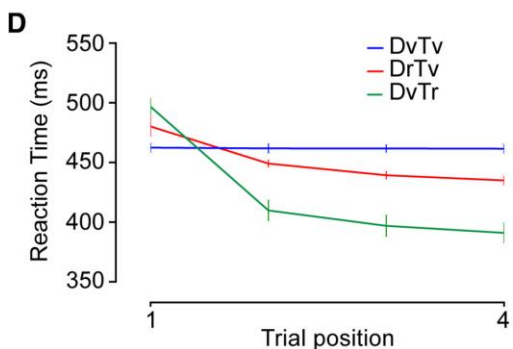
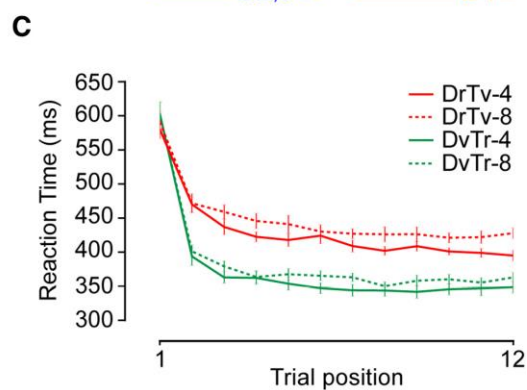
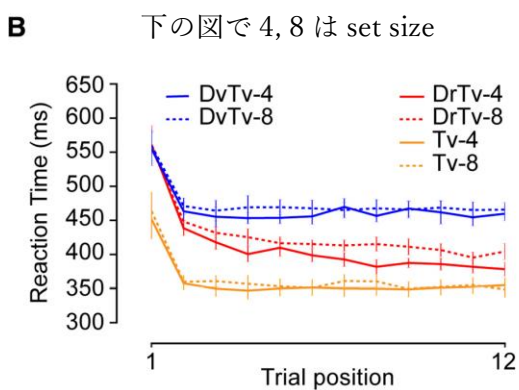
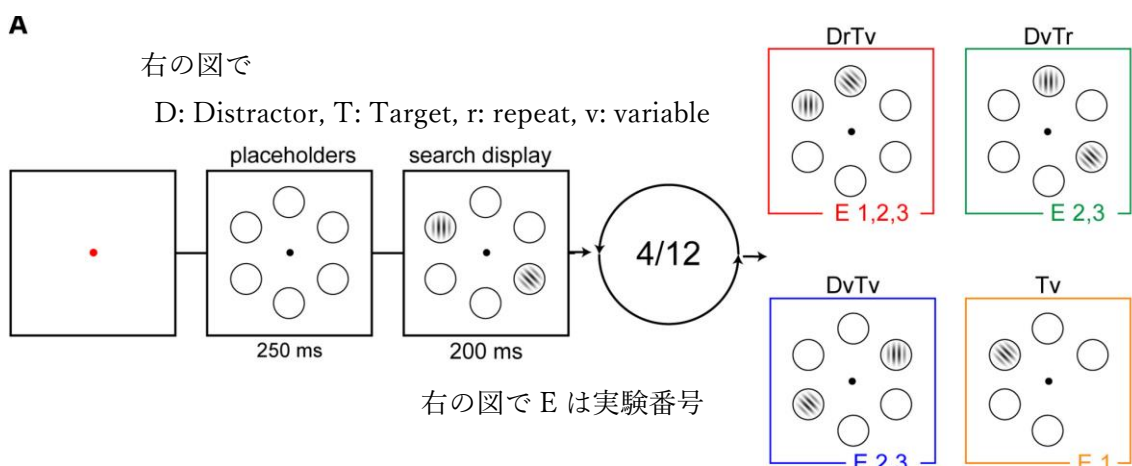
これらの結果は、実行機能は上位の制御構造と分化した処理特異的な下位システムよりなる hybrid system によるという、常識的な結論のようだ。

Predictive coding, PC と関連する論文

van Moorselaar, D. et al. Learning what is irrelevant or relevant: Expectations facilitate distractor inhibition and target facilitation through distinct neural mechanisms, *J. Neurosci.*, 39:6953-6967, 2019.

この論文は標的、妨害刺激の位置が固定され予測可能だと、妨害刺激の効果が減り、標的の刺激の検出が促進されること、それらは異なる神経メカニズムによることを示した。

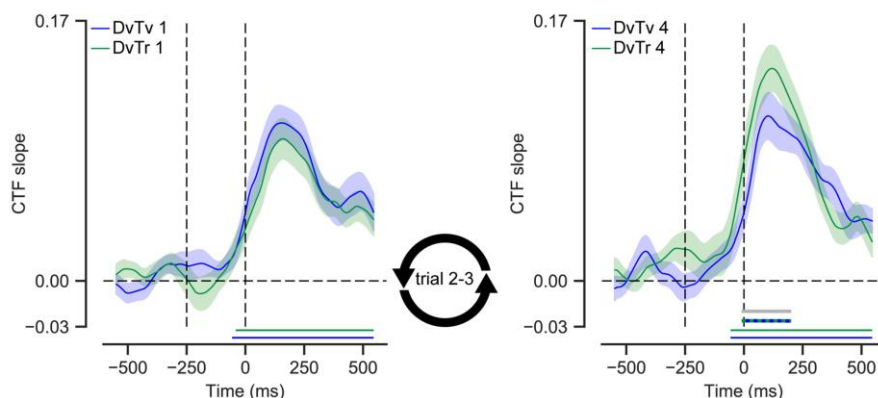
下の図 A が課題だが、円の一つに Target として 45° / 135° の Gaber が、別の一つに Distractor として水平/垂直の Gaber が提示される。参加者は Target の Gaber の傾きを答える。条件として、DrTv, DvTr, DvTv, Tv があり、その説明は下にある。



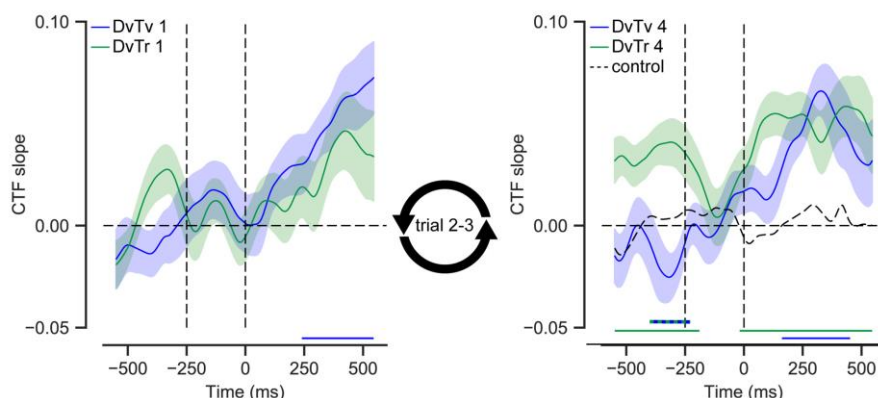
前ページの図 B は実験 1 の結果で、DvTv の反応時間 RT が最も長く、DrTv, Tv と続く。RT の低下は DrTv で最も大きい。また、set size が小さい方が RT は短い。この結果は、Distractor が予測可能だと、RT が短くなること、Distractor の効果が弱まることを示している。ただし、Tv より RT は長い。前ページ図 C は実験 2 の結果で、DrTv と DvTr の比較である。Target が固定されている方が、RT は短い。前ページ図 D, E は実験 3 の行動の結果で、最初の 3, 4 試行での Distractor, Target の位置の固定の効果を示している。

実験 3 では脳波が記録された。α 帯域波に対する Inverted encoding model, IEM と Channel tuning functions, CTFs による分析で、Target と Distractor の位置が推定された。CTF の傾きが正で大きいほど、位置の推定は正確である。分析は刺激の提示に time-locked の Evoked power と刺激とは無関係な Total power に関して行われた（脳波の分析については十分理解できていないので、本文を参照ください）。

A Evoked power



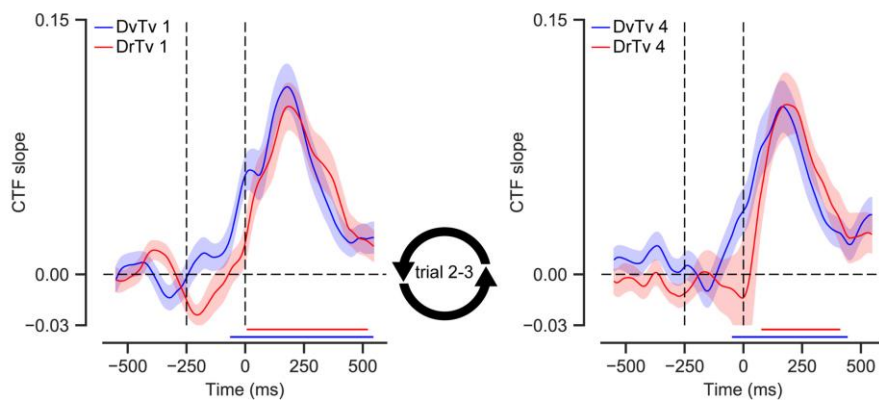
B Total power



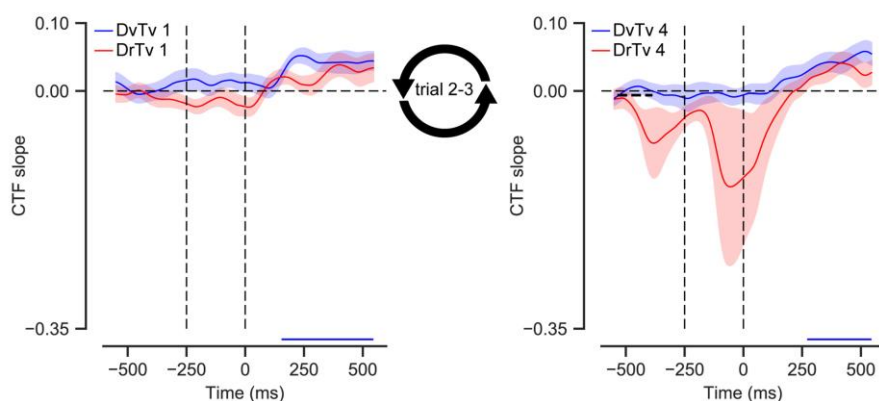
上の図は target が固定、反復される試行での CTF slope で、青が DvTv, 緑が DvTr である。左が第 1 試行、右が最後の第 4 試行。上が Evoked power, 下が Total power の結果である。第 4 試行においては、Evoked power では刺激提示後から DvTr の方が位置の推定が高い精度で可能である。Total Power では刺激提示の 250 ms 前に CTF slope が高まっている。すなわ Target が反復されると、刺激提示前から Target の位置を予測している。一

方、上図は DvTv (青) と DrTv (赤) の同様の結果であるが、Target にみられたような、反復の効果は Distractor ではみられない。Total power ではむしろ CTF が負になる傾向すらある。

A Evoked power

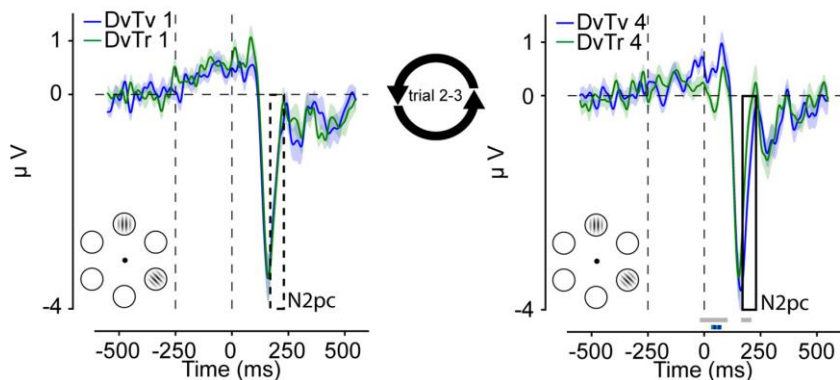


B Total power

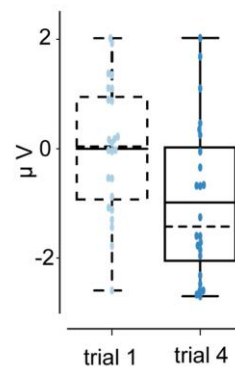


下図は Target 反復の効果をも attention selection に関する ERP の N2pc 成分で検討した結果である。Target と Distractor は図の位置にある時の結果である。下図 B は DvTv - DvTr の値で、第 4 試行で、Target 反復で N2pc の振幅が低下している。なお、P1, N1 では DvTv と DvTr には差はなかった。

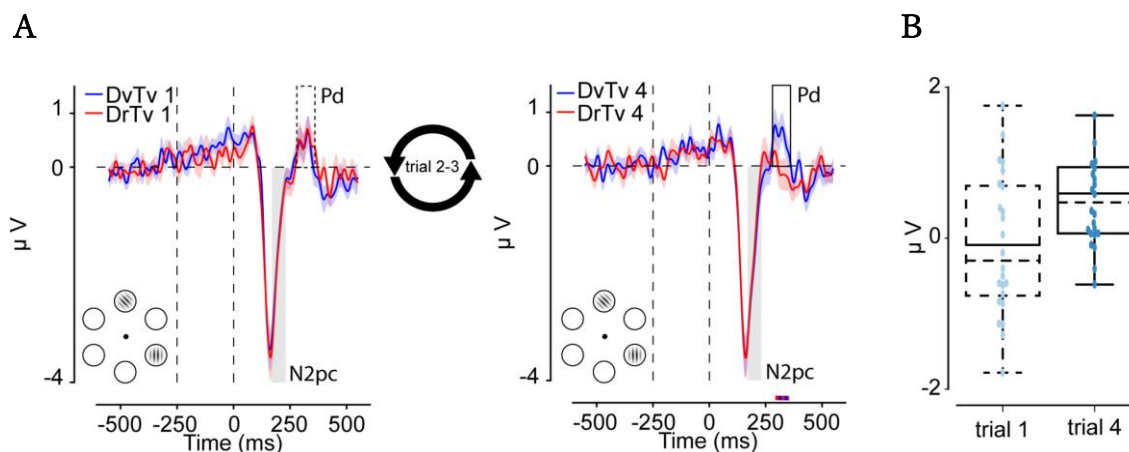
A



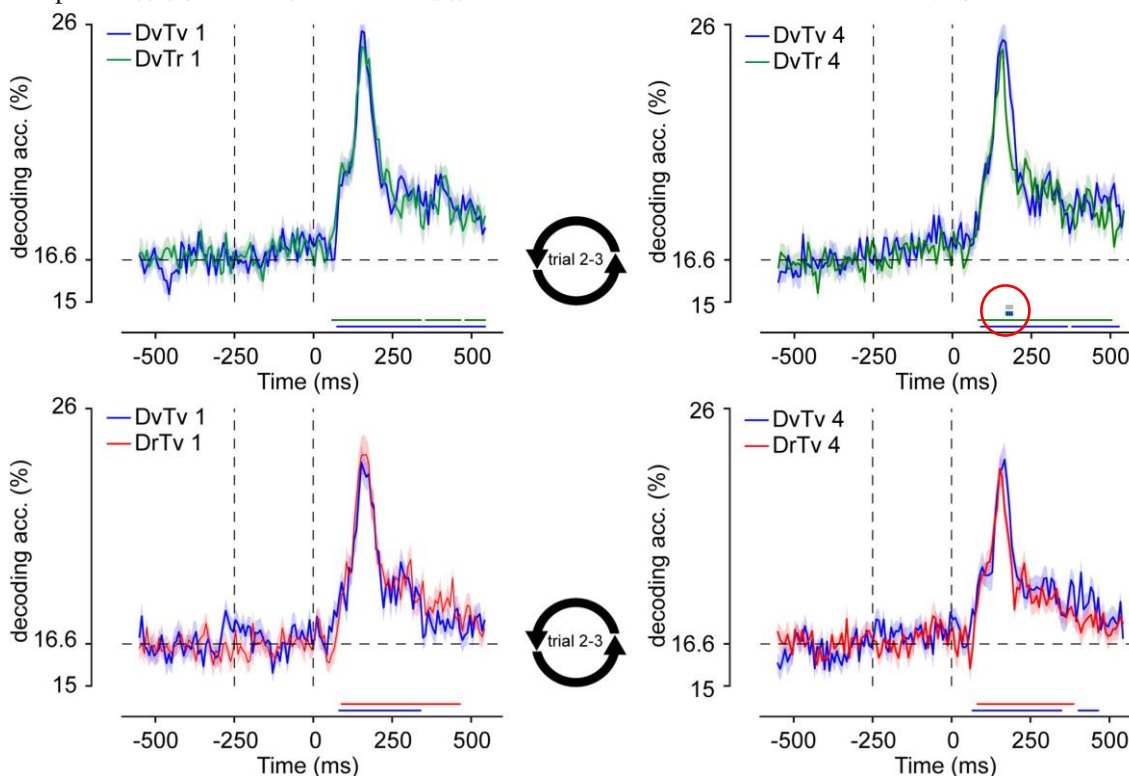
B



下の上図は Distractor 反復の効果の検討、すなわち、DvTv と DrTv の比較である。DrTv でも N2pc は見られるが、DvTv と差はない。一方、それに続く distractor inhibition に関する Pd には、下図 B にあるように、DvTv>DrTv の結果である。すなわち、DrTv では抑制がかえって低下している。



下の下図は Target (上) と Distractor (下) の位置の decoding の成績で、Target 反復で N2pc の時間帯で、反復による成績低下がみられる。Distractor にはその効果はない。

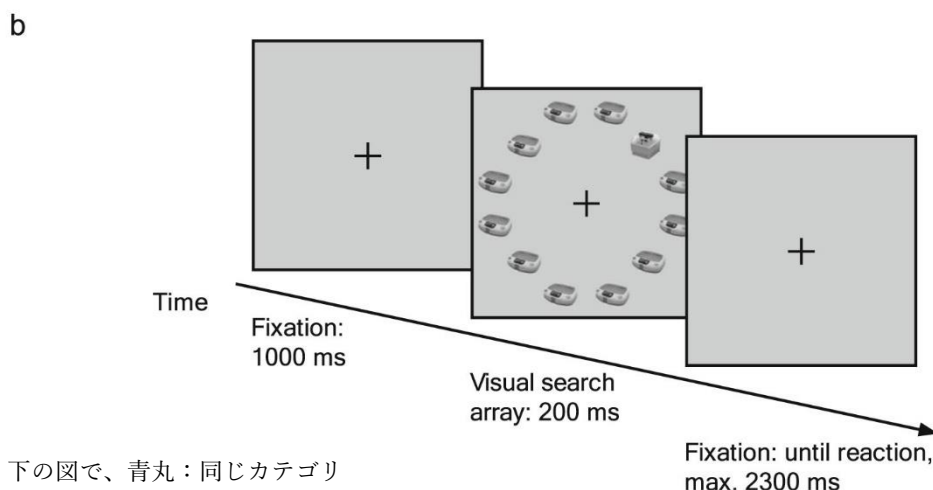
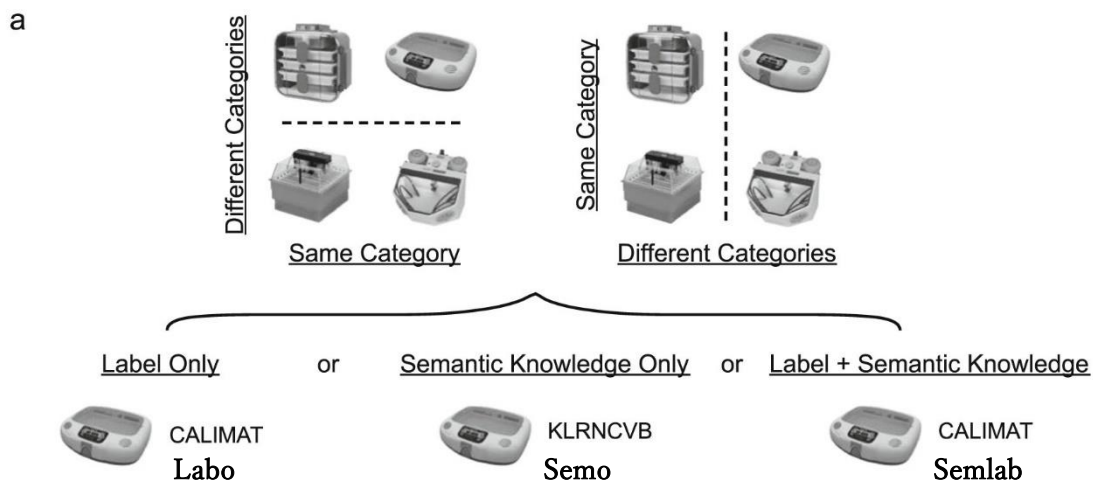


これらの結果は、反復（期待、予期）が Distractor inhibition と Target facilitation を促進するが、その機構は全く異なることを示した。そして Predictive coding の、予期された刺激は抑制されるという考えで、結果を解釈した。

Wang, B. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:1535-1548 が同様の問題を扱っている。

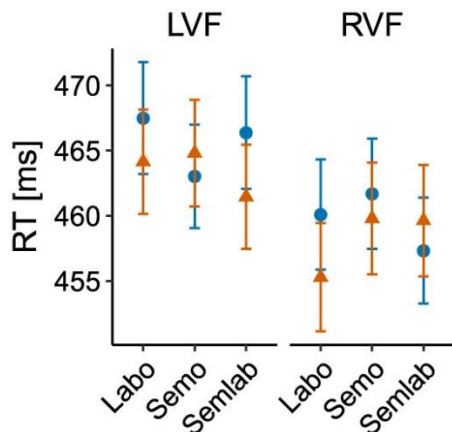
Maier, M. & Rahman, R.A. No matter how: Top-down effects of verbal and semantic category knowledge on early visual perception. *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:859-876, 2019.

この論文は、言語的、意味的なカテゴリの知識が視覚的探索に与える影響を行動と脳波で検討した。上図 a は使用した新奇物体で、名前 Labo、使用法 Somo、その両者 Semlab



下の図で、青丸：同じカテゴリ

橙三角：異なるカテゴリ

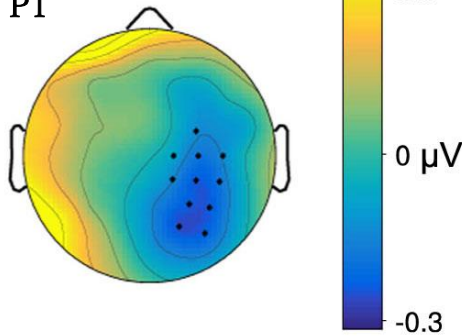


がついており、カテゴリ分けされた（詳しくは本文を）。上図 b は視覚探索課題で、同じカテゴリ、異なるカテゴリの刺激が図のように提示された。また、Target が左視野 LVF、右視野 RVF に提示され、半球差が検討された。

行動 (RT) の結果は、カテゴリが異なる方が RT は短く、下図にあるように、左視野 (右半球) の方が右視野 (左半球) よりも RT が長い。また、左視野の Semlab (右視野の Labo) で、同じカテゴリの方が、RT が有意 (傾向) に長かった。

CBPT: RVF – LVF

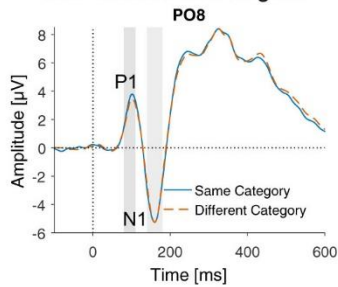
P1



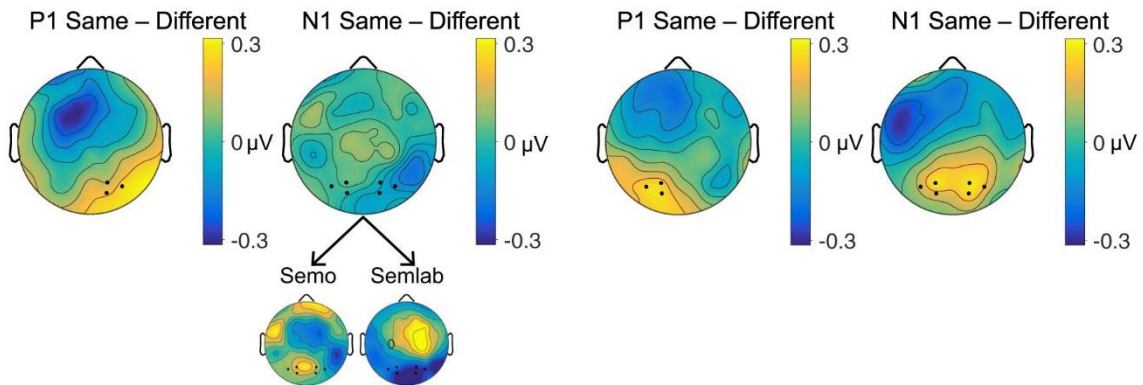
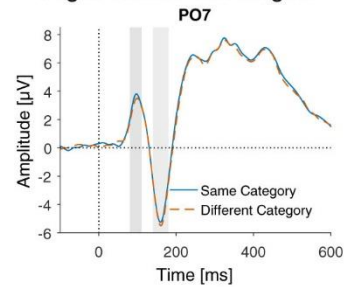
上図は ERP の P1 の視野差で RVF-LVF の結果である。右視野に Target がある時は、右半球の電極で P1 の振幅が減少した。下図は Target が左視野 (左) と右視野 (右) にある時の P1 の同カテゴリ-異カテゴリの結果がある。右視野でカテゴリが同じ時に左半球の P1 の振幅が減少した。なお、意味的知識の効果はない。

N1 については、下図にあるように、右視野では同じカテゴリの方が、N1 の振幅が大だった。

Left Visual Field Targets



Right Visual Field Targets



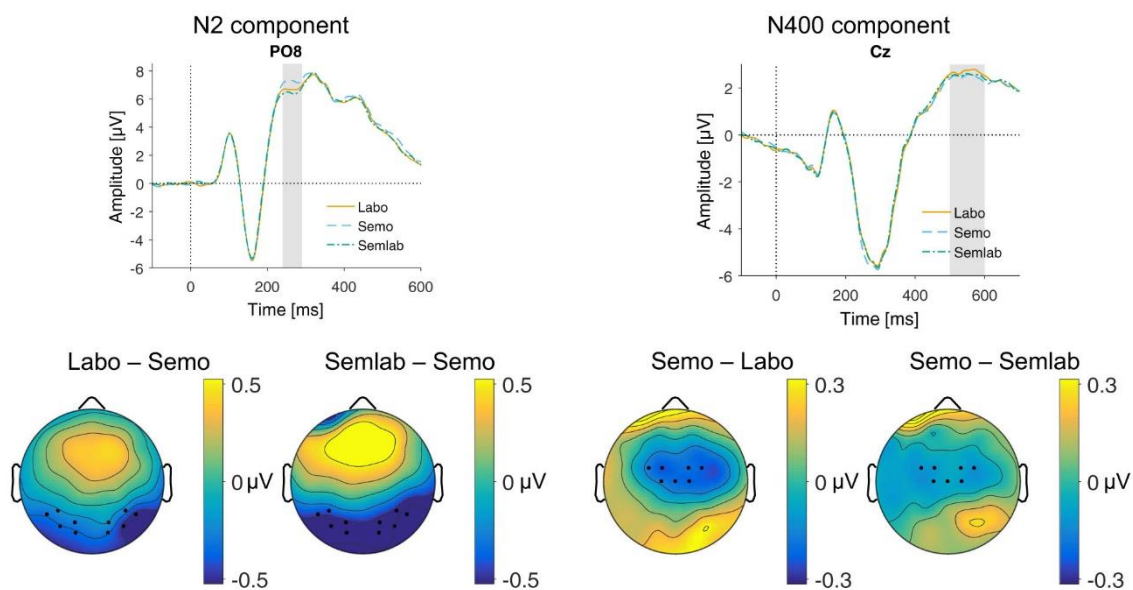
意味は無関係だった。一方、左視野ではカテゴリ x 意味 (sem lab- semo) の交互作用があった。Semo 条件では右視野と同じようなカテゴリの効果が見られ (N1 amplitude: 同 > 異)、一方、sem lab 条件ではその逆のパターンとなった。

次ページの左の図は N2 の結果である。N2 はカテゴリ (D-S: D < S)、意味的知識 (Labo-Semo では Semo > Labo; Sem lab-Semo では Sem lab < Semo)、視野 (R-L では R < L) の主効果が有意だった。

次ページの右の図は N400 の結果である。N400 の振幅は Semo 条件でもっとも負であり、Labo 条件でもっとも正であった。Sem lab がその中間。Semo < Labo が有意だった。

最後に、初期の視覚処理の ERP の要素 P1, N1 と attention selection 関連の N2 がカテゴリカル知覚の効果に関係するかを、これらの ERP が RT を予測するかを、検討した。左右の視野別に検討したが、いずれの視野においても N2 が RT を予測した。すなわち、N2 の

振幅が大きい（よりマイナスである）ほど RT が長くなった。



これらの結果は、言語的、意味的カテゴリが top-down 的に P1, N1 の初期の視覚処理のプロセスに影響を持つことを示している。カテゴリの内容についてはより後方の N2, N400 に影響が出る傾向がある。

なお、言語絡みの predictive coding 関連の研究があった。下で紹介したが、ここにも貼っておく。

Broderick, M.P. et al. (2019) J. Neurosci., 39:7564-7575.

Semantic context, すなわち、top-down prior information は、自然で連続的な speech の処理において、初期の皮質の語の envelope の tracking を促進した。Predictive coding 関連。

Jackmann, T.K. et al. (2019) Brain Cognit., 135: no 103571.

対象への gaze と話す内容の関係を操作して、gaze の効果を脳波で検討。gaze と内容が一致するときは N200, N400 が減少。P600 は不一致の時のみ活性が上昇した。予測関連。

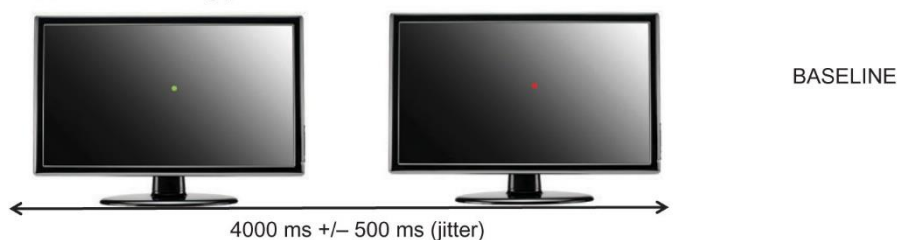
Neurofeedback, NFB と関連する論文

Chauvière, L. & Singer, W. Neurofeedback training of gamma oscillations in monkey primary visual cortex. *Cereb. Cortex*, 29:1-18, 2019.

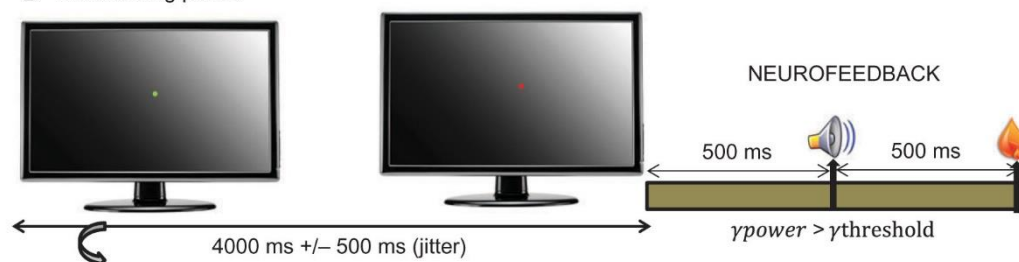
サルの一次視覚野 V1 の γ 振動の NFB 訓練の報告。上図は NFB の手続きで、BASELINE は凝視の訓練で、図 B が NFB 訓練。 γ power, $NG > \gamma$ threshold, GT が 5 s 続くと音が提示され、さらに最低 5 s 続くとジュースが提示される。更に持続すると、音の長さに対応して、ジュースの量が増える。長ければ、ジュースの量も多くなる。

Training Protocol

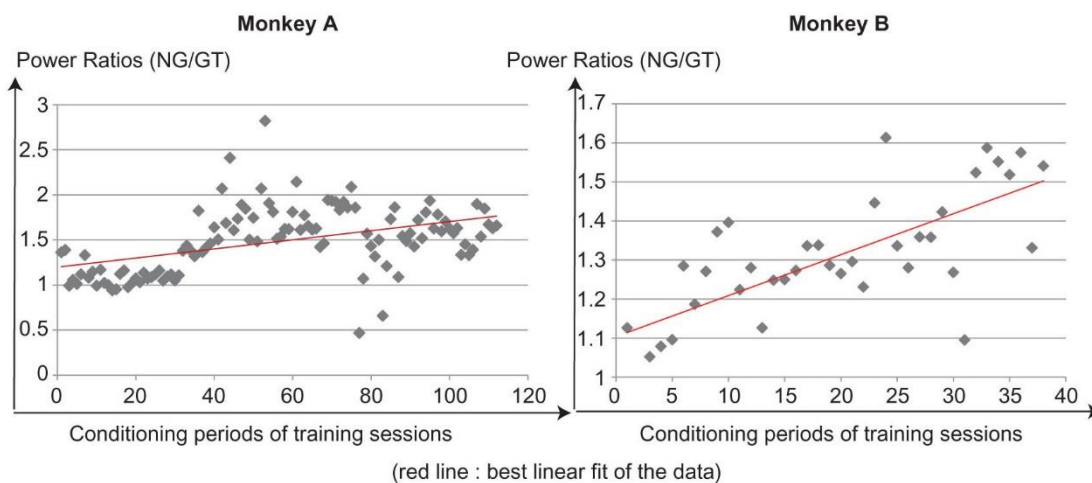
A Preconditioning period



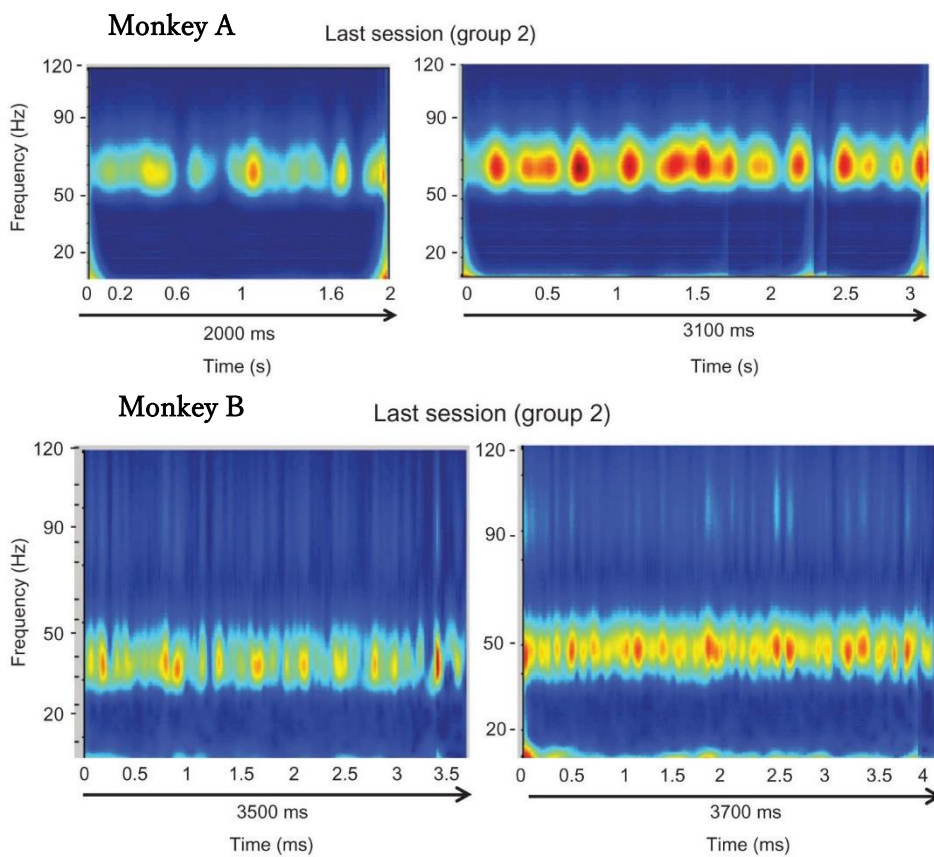
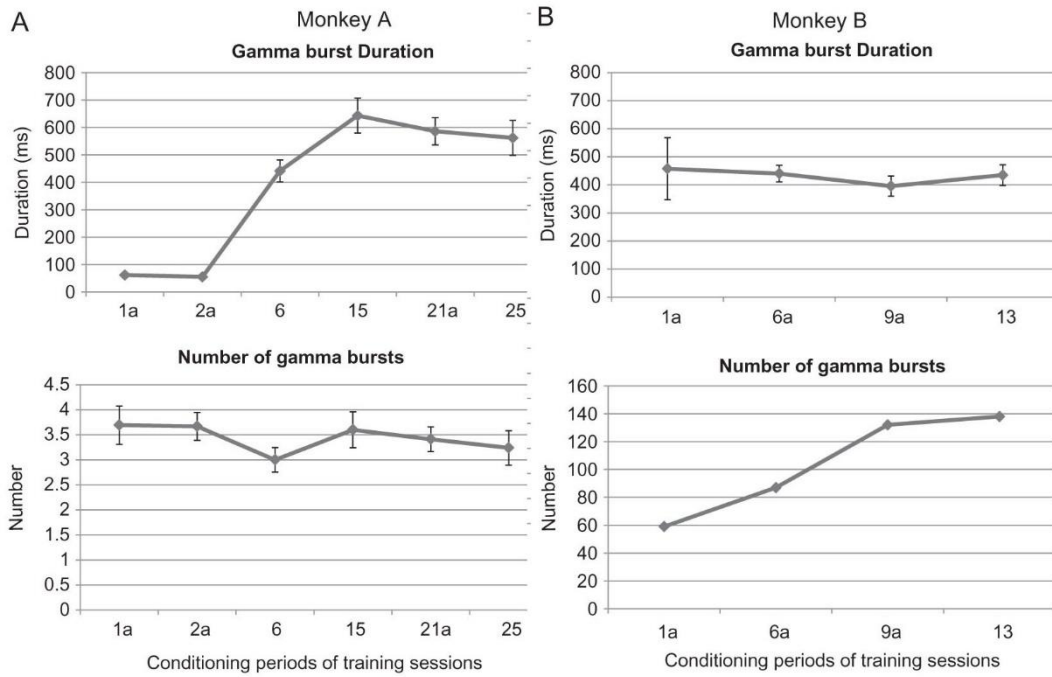
B Conditioning period



AUDITORY FEEDBACK (Tone) : $NG > GT$ for a given duration (1000 ms) => REWARD (juice)
(NG : Normalized Gamma Power, GT : Gamma Threshold)

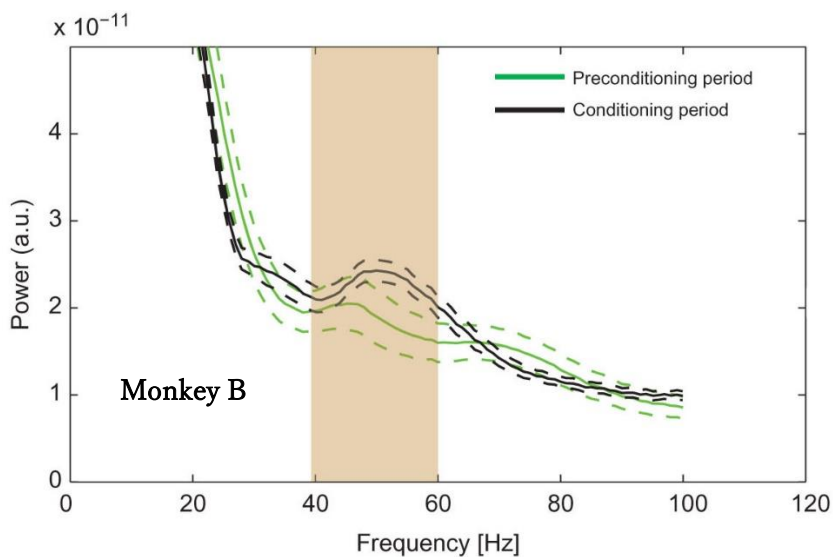
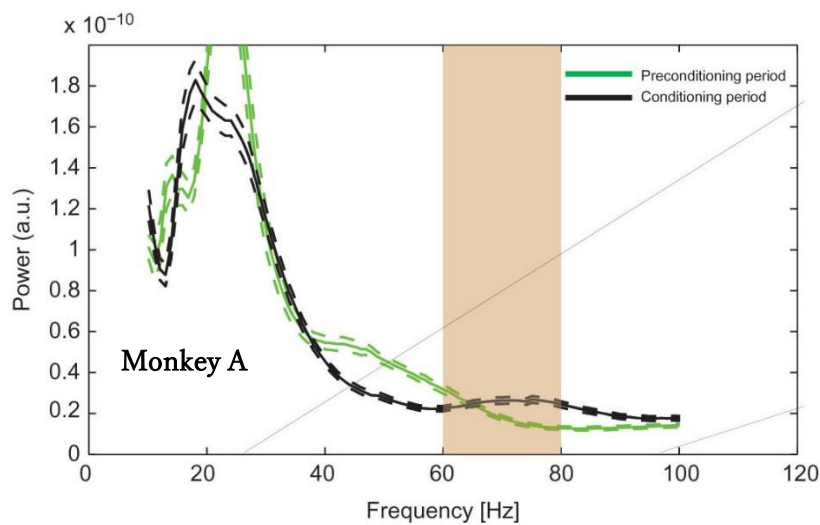


下図は 2 頭のサルの NFB 訓練の経過を示す。いずれのサルでも訓練が進むと NG/GT が増加している。ただし、2 頭のサルの戦略は異なっており、次ページの 2 つの



図が示すように、Monkey A は γ burst duration, Monkey B は γ bursts の数を増加させて、 γ power を増加させていた。次ページは各周波数の power で、訓練の最終セッションの結果である。帯の部分のが NFB 訓練の対象となった γ 波の周波数帯域である。緑が Pre-

conditioning period (BASELINE), 黒が Conditioning period (NFB) である。条件づけで power の増加がみられる。



後は NFB 訓練の空間的広がりについて述べている。訓練電極に近いところでは、訓練結果と同じ γ 波の活動の増加がみられ、離れるにしたがって、それは見られなくなった。その他、 β 帯域波との関係、音を除去した追加の行動実験の結果があるが、省略する。

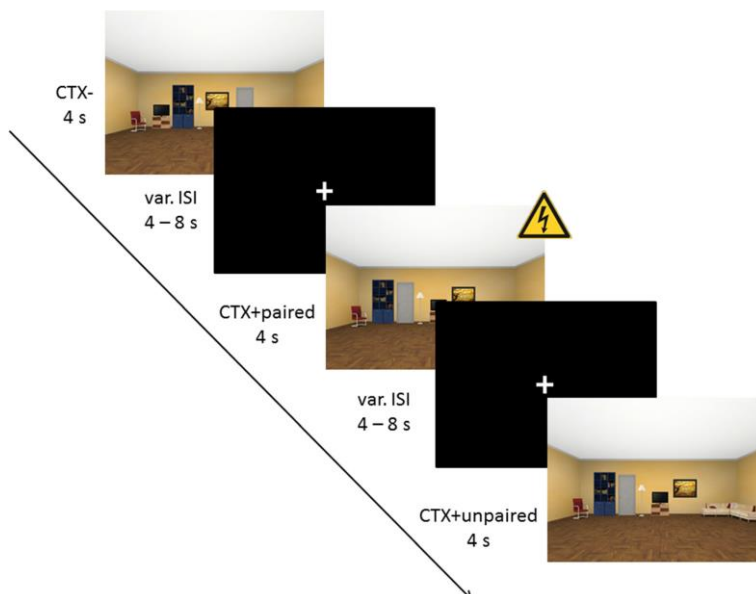
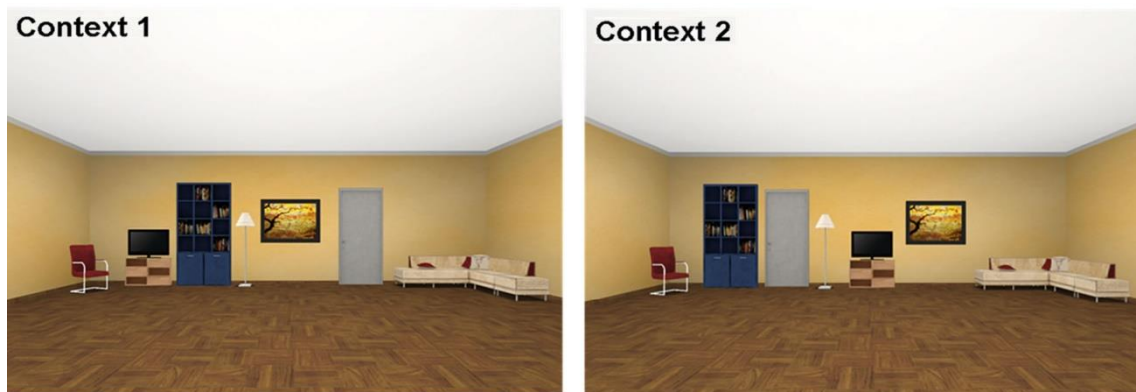
最近、脳波の研究が非常に多い。わたしは脳波の被験者にはなっても、実験は行ったことがない。理解が不十分な点もあると思うので、興味のある方はもとの論文に当たられたい。

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。

Baeuchl, C. et al. Contingency awareness as a prerequisite for differential contextual fear conditioning. *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:811-828, 2019.

この論文は、differential contextual fear conditioning において、課題の contingency に気がついているかが条件づけ形成の前提であることを明らかにした。SCR と fMRI の研究である。



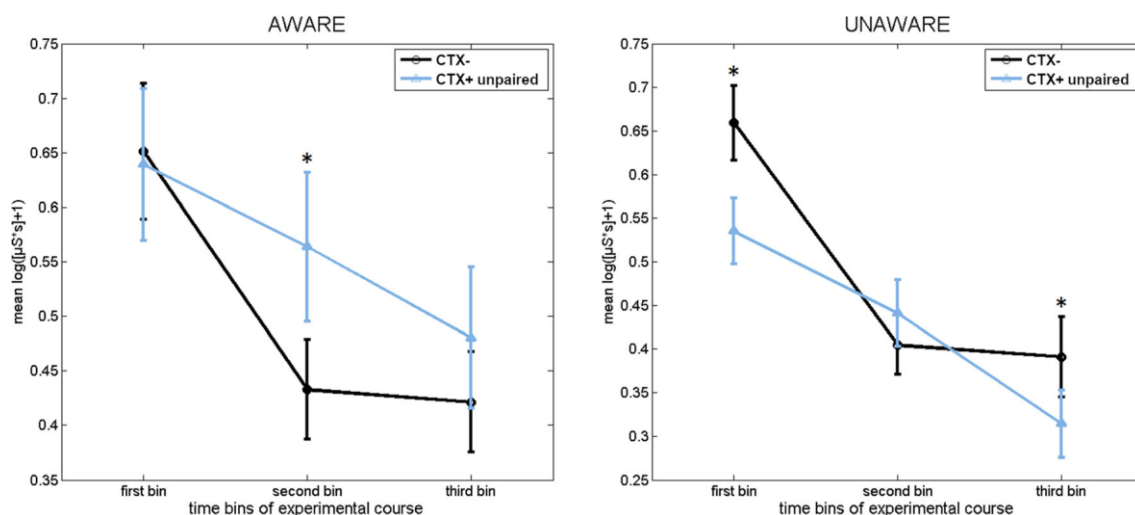
上図は 2 つの context である。ドアや家具の位置が異なる。下図は手続きで、一方の context は電撃と対にされることはない (CTX-)。もう一方の context では 50% の確率で電撃が対にされる (すなわち CTX+paired, CTX+ unpaired がある)。

参加者は神経心理学的な評価も受けた。その詳細は省略するが、contingency に気づいている参加者と気づ

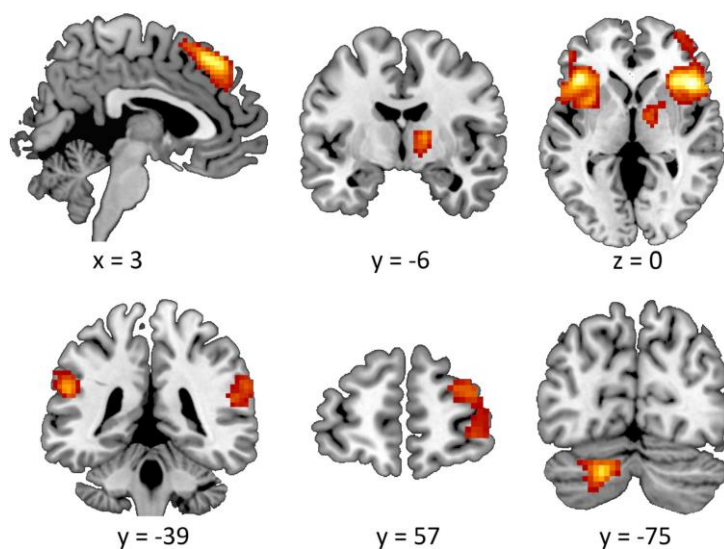
いていない参加者に分けると、気づいている参加者の方が、対連合学習、パターン再認記憶、空間的スパンの成績がよかった。

次ページの上図は SCR の結果で、contingency に気づいている参加者 (左) では実験の

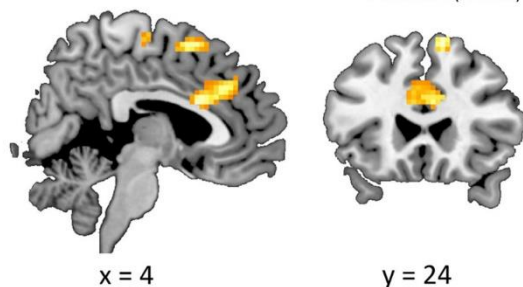
1/3 で電撃が決して対にされない CTX-の方が、CTX+unpaired よりも、反応が小さく、条件づけが成立している。一方、右の気づいていない参加者では、実験の初めと終わりの1/3 で逆に CTX-の方が反応が大きく、中央 1/3 では CTX-と CTX+unpaired で差がなく、条件づけは成立していない。



Contingency Aware(sustained) > Contingency Unaware(sustained)



Contingency Aware(PPI: HC) > Contingency Unaware(PPI: HC)



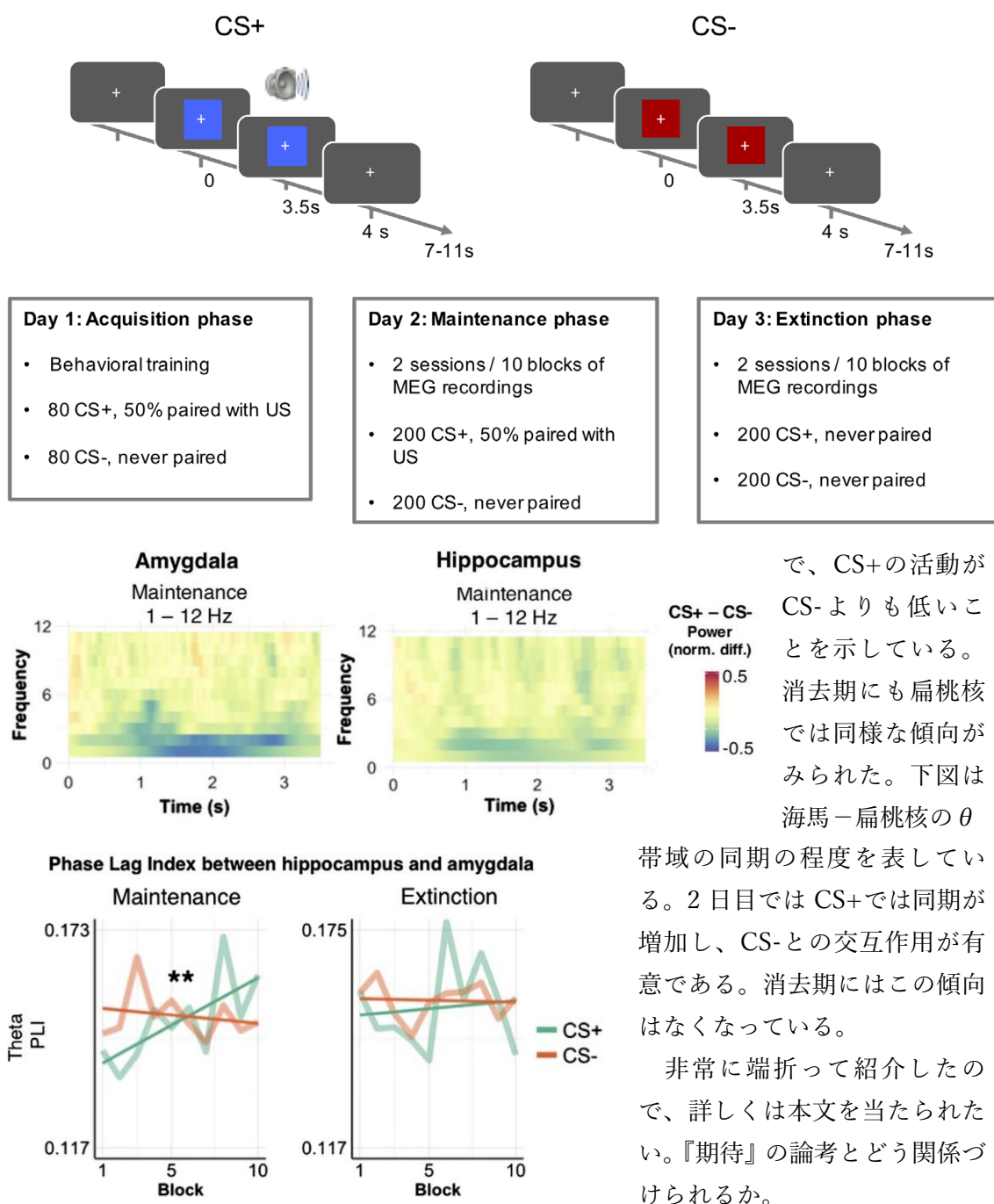
左の中図は CTX+unpaired と CTX-を contingency に気づいた参加者とそうでない参加者で比較した結果である。気がついていない参加者では有意な活性がみられなかったため、この結果は気がついた参加者の結果と類似する領域で活性がみられた。両側の島皮質、下前頭回、下頭頂小葉などである。下図は右海馬との機能結合を contingency に気づいた参加者とそうでない参加者で比較した結果である。気がついた参加者で、右海馬と上内側回/後部内側前頭皮質、前/中帯状皮質の間により強い機能結合がみられた。

これらの結果は、contingency に気づくことが条件づけ成立の前提であることを示した。

Tzovara, A. et al. High-precision magnetoencephalography for reconstructing amygdalar and hippocampal oscillations during prediction of safety and threat. Hum. Brain Mapp., 40: 4114-4129, 2019.

この論文は恐怖の分化条件づけで扁桃核と海馬の θ 波の変化を検討した。Abstractに述べられている事実を簡単に紹介する。 γ 波の変化も述べられているが省略する。3日間の手続きが上図にある。脳の活動は脳磁図で記録した。USは95 dBの音である。

中図は2日目のCS提示期のCS+ - CS-の結果で、扁桃核、海馬共に低い周波数帯域



で、CS+の活動がCS-よりも低いことを示している。消去期にも扁桃核では同様な傾向がみられた。下図は海馬-扁桃核の θ

帯域の同期の程度を表している。2日目ではCS+では同期が増加し、CS-との交互作用が有意である。消去期にはこの傾向はなくなっている。

非常に端折って紹介したので、詳しくは本文を当たられたい。『期待』の論考とどう関係づけられるか。

今月の特集、総説、メタ分析など（応用的なものは下で）

Braem, S. et al. *Trend. Cognit. Sci.*, 23:769-783, 2019.

Measuring adaptive control in conflict tasks と題する総説。

Brown, R. et al. *Trend. Cognit. Sci.*, 23:754-768, 2019.

Understanding the higher-order approach to consciousness と題する総説。

Dogge, M. et al. *Trend. Cognit. Sci.*, 23:743-753, 2019.

Motor-based forward models の限界についての総説。

Oberauer, K. *Trend. Cognit. Sci.*, 23:798-809, 2019.

Working memory で rehearsal は有効な維持のストラテジーか？とする総説。

Op de Beeck, H.P. et al. *Trend. Cognit. Sci.*, 23:784-797, 2019.

視覚皮質で category-selective な領域の出現場所を決定する要因についての総説。

Ritvo, V.J.H. et al. *Trend. Cognit. Sci.*, 23:726-742, 2019.

Nonmonotonic plasticity: How memory retrieval drives learning 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, 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, 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 SaIN, 上前頭回 SFC, 補足運動野 SMA, 感覚運動皮質 SMC, 黒質 SN, 上頭頂皮質 (小葉) SPC (L), 上側頭回 (皮質) STG(C), 線条体 STR, 上側頭溝 STS, 側頭皮質 TCx, 視床 TH, 側頭頭頂接合部 TPJ, 一次視覚野 V1, 視覚皮質 VCx, 腹側被蓋野 VTA, 視覚的語形領域 VWFA
- アルツハイマー病 Alz, Behavioral Activation System BAS, Behavioral Inhibition System BIS, ブレイン・コンピュータ・インターフェイス BCI, ボディマス指数 BMI, 境界性人格障害 BPD, ドーパミン DA, dynamic causal modeling DCM, false alarm FA, Generalized anxiety disorder GAD, 独立成分分析 ICA, 知能指数 IQ, 長期記憶 LTM, 大うつ病 MDD, 多次元尺度構成法 MDS, ミスマッチ・ネガティブイティ 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, 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, 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

King, M.L. (2019) Cognit. Affect. Behav. Neurosci., 19:779-796.

Well-being の神経対応に関する総説。

Rominger, C. et al. (2019) Cognit. Affect. Behav. Neurosci., 19:1012-1021.

Creative ideation のレベルの高い人では課題の最初と最後に α power が上がるが、前頭と頭頂-後頭領域間の機能的な coupling の増大が伴う。初期、後期の α power の機能を考察。

Zabelina, D.L. et al. (2019) Brain Cognit., 135: no 103587.

Focused attention と divergent thinking の関係を要素/全体が一致/不一致の Nevon 課題と fMRI で検討。Divergent thinking に優れたものは、行動、右 STG の不一致—一致が小。

Tsantani, M. et al. (2019) Neuroimage, 201: no 116004.

右 pSTS の BOLD 反応で、二人の人を顔で区別する classifier を訓練し、声に適用すると個人を classify できた (その逆も)。右 pSTS には modality-general な個人の同定の表象が。

Vessel, E.A. et al. (2019) PNAS, 116:19155-19164.

視覚的な美の判断に domain-general (例えば、絵画と建築物、風景) な領域があるかを MVPA の cross-decoding で検討。vOCTCx は domain-specific, DMN は domain-general.

del Rio, J.M. et al. (2019) Cognit. Affect. Behav. Neurosci., 19:1036-1046.

複雑な論理－数学問題を解くときの脳波研究。Powerが増し、左の FCx-PCx の α 、速波の相関が増し、右 PCx-TCx の不活性と decoupling が。前者は課題の解決、後者は理解に。

Aumont, É. et al. (2019) *Brain Cognit.*, 135: no 103576.

新環境での navigation には海馬依存の spatial と尾状核依存の response strategy がある。後者の strategy をとる人は、digit span と注意の disengagement, 認知制御が優れていた。

訓練と認知制御、自己統制

Brzosko, Z. et al. (2019) *Neuron*, 103:563-581.

Neuromodulation spike-timing-dependent plasticity に関する総説。

Zhang, W. et al. (2019) *Brain Cognit.*, 135: no 103585.

Breath-focused mindfulness は情動写真に対する ERP の P1, N2, LPP の振幅を減少させた。P1 は focus attention の個人差、N2 は trait mindfulness の個人差と関係した。

Goldin, P.R. et al. (2019) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:927-944.

情動の制御法である acceptance と reappraisal を行動、自律反応、fMRI による脳活性から比較。Reappraisal は不快な情動を低下させるのにより有効だが、多くの努力が必要。

Makowski, D. et al. (2019) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:877-897.

Fictional と real reappraisal の比較。情動写真を fiction/real として提示するが、fiction だと、less intense, less negative, 自律反応は低下、ERP の LPP も低下、などの結果。

Janowich, J.R. & Cavanagh, J.F. (2019) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:910-926.

AX-continuous performance test で cue と probe の間を 1s/3s にすると、短い場合は task switching, 長いと WM の sustain 的になる。ERP はそれに対応した活動を示した。

Pscherer, C. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:4253-4265.

安静時の θ 帯域波と抑制的制御の関係を conflict modulated Go/Nogo 課題で検討。安静時 θ 活動が低いと、conflict は反応抑制と Nogo 試行の total θ 帯域活動に強く影響した。

Huberdeau, D.M. et al. (2019) *J. Neurophysiol.*, 122:1050-1059.

運動の adaptation には implicit recalibration と deliberate compensation があるが、saving の効果は後者の deliberate compensation にみられた。

意思決定、報酬

Tajima, S. et al. (2019) *Nat. Neurosci.*, 22:1503-1511.

Multiple alternative decision のための最適な policy についての論文。脳の知見はない。

Spaans, J.P. et al. (2019) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:845-858.

自己/寄付のために金銭を得るときの脳活性を fMRI で計測。vSTR は自己のためにお金を得るときに活性。Empathy のレベルが高い人は寄付でも vSTR が活性。

Peterburs, J. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 132: no 107139.

報酬のレベルとそれを自己が得るか観察かという agency の問題を ERP で検討。P2 は自己が得る高、中 > 低レベル報酬、FRN, P300 は報酬レベルと agency を区別した。

Wang, L. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:3961-3976.

Simon task での報酬量の効果を検討。高報酬は Simon 効果を高め、運動準備電位を modulate し、mFCx の θ 振動、前頭-基底核の活動を上げた。preSMA-右 IFC が抑制に重要。

Stanek, J.K. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:1443-1454.

報酬と記憶関連の DA の活動には cue 直後の phasic と後期の outcome まで続く sustained が。報酬予期の初期の刺激は報酬期待と固定に関係し、後期は報酬の不確定さと記憶に関係。

Vanyukov, P.M. et al. (2019) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:985-997.

報酬絡みの社会的交渉で、人は経験により他者と協力するかを学習するに従い、線状体の学習シグナルは他者の行動についての予測の正しさによる強化を反映する。相互 altruism.

Duncan, K. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:1455-1467.

記憶には事象の規則性に関係する incremental learning, il と episodic memory, em があるが、un-related familiar image では em, novel image の検出では il が意思決定で選択される。

Setton, R. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 132: no 107130.

将来の意思決定において、現在と将来の motivation の状態の一致/不一致は、それぞれ脳内の予期・報酬系/実行系を活性化させ、bias を形成する。

社会認知神経科学

Leue, A. & Beauducel, A. (2019) *Brain Cognit.*, 135: no103564.

法的、社会的 context で嘘を必要とする課題での ERP の P3 振幅についての meta-analysis.

Kraffehn, A.L. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 132: no 107145.

音を自/他で生成する場合、自分が出した音には受容の減弱が発生。これは forward model で説明。が、時間的な予測による可能性もある。この点を制御したが、自のみで抑制が。

Wake, S.J. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 132: no 107124.

社会的行動に対する予測的な評価と実際の結果による feedback に conflict が生じることがあるが、pmFCx、特に dmPFC は conflict の更新ではなく、その検出に関係した。

Tost, H. et al. (2019) *Nat. Neurosci.*, 22:1389-1393.

精神の問題が多く、緑の少ない都会の住人が郊外の緑に接することは well-being を増大させる。その時、不快な情動の処理時の PFC の活性は低下する。

Hidalgo-Muñoz, A.R. et al. (2019) *Brain Cognit.*, 135: no 103583.

自動車の自動と manual 運転の simulation 事態で、注意の allocation を fNIRS で検討。Manual 運転では右側頭頭頂、後頭領域の活性が上がり、視覚処理に配分。自動では他へも。

Lai, C. et al. (2019) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:898-909.

暴力的な video game をみると、social inclusion の写真に対して、後頭-側頭の ERP の P2 の潜時が遅くなり、辺縁系と TCx の活性が低下した。

発達・加齢、親子関係

Constantinidis, C. & Luna, B. (2019) *Trend. Cognit. Sci.*, 23604-616.

思春期における抑制的制御の成熟の神経基盤についての総説。

Wählin, A. & Nyberg, L. (2019) *Trend. Cognit. Sci.*, 23:717-719.

At the heart of cognitive functioning in aging と題する短い総説。

Cheng, C.-H. et al. (2019) *Brain Cognit.*, 135: no.103574.

ERP の N2, P3 に対する年齢の効果。Go/No Go 課題の meta-analysis.

Sagiv, S.K. et al. (2019) *PNAS*, 116:18347-18356.

胎内で有機リン系農薬に晒され、農薬利用地域に居住の 15-17y の若者に実行機能課題を課し、NIRS で脳活性を計測。認知的柔軟性課題中の PFC の活動が低下、等の結果。

Shang, J. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:4239-4252.

早産で低体重だった 27y の参加者の脳の構造的、機能的異常を GMat 容量と ALFF で検討。皮質下、中側頭皮質の容量低下、視床、中心前、後回などの ALFF 増加、等の結果。

Berndt, M. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:4058-4071.

未熟児だった 27y の参加者で、視空間能力と DAN と視床枕の構造的な結合の関係を検討。視空間能力と構造的結合が低下。構造的結合が視空間能力と未熟の誕生の関係を仲介。

Dai, X. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:4130-4145.

2-48 mo の幼児で WMat と認知能力の発達の間接関係を検討。200-500 d では髄鞘化が認知能力と相関した。容量は関係しない。家庭の社会経済状態や母親の教育歴の影響も検討。

Freud, E. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:1589-1597.

成人の背側視覚系の後部は形の処理に関係するが、8-10y の児童でその発達を検討した。児童も成人と同じ反応を示したが、形の歪みに影響されやすく、発達の途中と考えられる。

Lynch, K.M. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:3651-3665.

1-22y の参加者で海馬の形態の成長を検討。右頭部、尾部は非線形の成長。女性では男性よりも内側、外側で表面積の拡張が大、左上後外側の表面積は女性の方が早く発達、等。

Li, R. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:1506-1519.

8-26y の参加者で楔前部の安静、課題時の FC の発達を検討。安静時は DMN, 課題時は左右の FPN と FC 増加。発達で安静－課題の差が開くが、安静時の左 FPN の FC 変化で。

Krieger-Redwood, K. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 201: no 107133.

20y と 66y の参加者で DMN の FC と意味制御の関係を検討。高齢者は vocabulary は多いが、意味制御の課題で成績が悪い。それは DMN の aTCx-mPFC の FC の低下が関係。

de Chastelaine, M. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 132: no 107136.

22y, 49y, 68y の参加者で、皮質の厚さと認知能力の関係を検討。高齢者では皮質の厚さと認知能力は低下。若年者では皮質の厚さと認知能力は負の相関、高齢者では正の相関、等。

Xifra-Porxas, A. et al. (2019) *Neuroimage*, 201: no 116037.

24y と 68y の参加者で handgrip 時の運動関連 β 脱同期 MRBD を MEG で記録。高齢者は安静時の β power が増加し、運動の dynamic 面では MRBD が前頭葉で増加、等の結果。

Chen, C.-C. et al. (2019) *Neuroimage*, 102: no 116012.

24y と 70y の参加者で排他的論理和 XOR の処理と DMN の関与を検討した。高齢者では DMN の活性が高く、FPN の reactive 性の増加を補っていた。

情動、不安、性格、個人差

Lai, H. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:4038-4057.

脳の GMat と外向性に関する VBM 研究の総説と meta-analysis.

Zhang, Y. et al. (2019) *J. Neurosci.*, 39:7155-7172.

8-23y の参加者で表情の同定に関与する脳の回路の発達を検討。IFPC, mPFC-PCC, 皮質下-pIns の 3 回路があり、mPFC に hub. これらは 8y で既にある、等の結果。

Davies-Thompson, J. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:3590-3605.

表情と音声の情動処理を統合しているのは右 pSTS で、ここは FFA から一方向的な情報を受け、側頭の音声領域から情報を受ける。情動性は結合強度に影響する。

Correia, A.I. et al. (2019) *Neuroimage*, 201: no 116052.

音声に含まれる情動の処理と脳内の rsFC の関係を 8y の児童で検討。IFG (三角部) と M1, IPMC, SMA との rsFC が強いと、情動処理がよい。

Thomasson, M. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 132: no 107141.

小脳の虚血性脳卒中の患者で音声に含まれる情動の知覚を検討。患者は恐怖の音声を聞いた時、驚きととらえる傾向があった。VIIb, VIIIa,b, IXが関係した。

Tzovara, A. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:4114-4129.

Fear の遅延分化条件づけで MEG により扁桃核、海馬の活動を記録。想起や消去で扁桃核と海馬の θ 振動は有害な事象の予期で power が減少し、両領域の θ 同期は増加した。

Yu, F. et al. (2019) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:1022-1035.

Mental distress problem の metaphorical な解決には、左 IFG, MTG, STG の言語処理と両側の海馬、扁桃核、紡錘状回の洞察関係 network が関係した。fMRI 研究。

Takagi, Y. et al. (2019) *Neuroimage*, 201: no 116036.

全脳的な FC の state unspecific pattern を Common Neural Modes, CNMs と名付け、

CNMs が安定した individual traits に対応することを示した。

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

Lega, C. et al. (2019) J. Neurosci., 39:7591-7603.

視覚探索課題で salient な妨害刺激には DAN が対応するが、重要な領域の FEF と IPS のいずれが関与するか TMS で検討。右 FEF への TMS が妨害効果を弱めた。

Riva, P. et al. (2019) Cognit. Affect. Behav. Neurosci., 19:797-810.

Moral dilemma には switch-like と footbridge-like があるが、mPFC への anodal tDCS は前者で功利的な判断を促進。a-tDCS は baseline の deontology level に左右されにくい。

Choi, J.Y. & Perrachione, T.K. (2019) Brain Lang., 196: no 104655.

話者の数 (single/mixed)、context (isolated words/connected speech) の操作では、mixed 関連の追加的処理 cost が connect. speech で減少。左 sTCx への a-tDCS はその効果を減少。

Yin, H.Z. et al. (2019) Brain Cognit., 135: no 103568.

200-800ms と 1.4-2.6s の bisection 課題を行わせ右 dlPFC への tDCS の効果を検討。ms の時間では tDCS の影響なし。秒単位では a-tDCS は長く、cathode tDCS は短く知覚した。

Lynch, C.J. et al. (2019) Cereb. Cortex, 29:3912-3921.

個人によって異なる脳 network の hub を同定し、そこを連続的な TBS で刺激して抑制することは、hub でない領域の刺激と異なり、WM を妨害した。

Natu, V.S. et al. (2019) J. Neurosci., 39:7173-7182.

テンカン患者の PCC を電気刺激し、記銘への影響を検討。刺激は記銘を低下、海馬の γ power を増加、 γ power は成績に関係、PCC-海馬の FC は刺激の効果の程度に関係。

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

Delogu, F. et al. (2019) Brain Lang., 135: no 103569.

ERP の N400 と P600 と言語との関りには諸説ある。それらを分ける課題を与え検討した結果、N400 は lexical retrieval が関係、P600 は semantic integration の可能性が示された。

Marks, R.A. et al. (2019) Neuroimage, 201: no 116021.

話す能力と print-speech convergence の関係を 5-6y の児童で fMRI により検討。その結

果、speech の能力が convergence と関係。その関係は 1 年後でも。

Jouravlev, O. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 132: no 107132.

Speech に伴う gesture の処理は言語の理解の領域で行われるという結果があったが、実験に問題が多い。その点を制御して検討したところ、gesture は別の領域で処理されていた。

Broderick, M.P. et al. (2019) *J. Neurosci.*, 39:7564-7575.

Semantic context, すなわち、top-down prior information は、自然で連続的な speech の処理において、初期の皮質の語の envelope の tracking を促進した。Predictive coding 関連。

Jackmann, T.K. et al. (2019) *Brain Cognit.*, 135: no 103571.

対象への gaze と話す内容の関係を操作して、gaze の効果を脳波で検討。gaze と内容が一致するときは N200, N400 が減少。P600 は不一致の時のみ活性が上昇した。予測関連。

Juarez, F.P.-G. et al. (2019) *Brain Cognit.*, 135: no 103572.

言語と運動系の関りについて、動作語で刺激後 300 ms で ERP の P200 と grip force の増加がみられた。この両者については、それぞれに関して既に報告がある。

自閉症スペクトラム障がい ASD、注意欠陥多動障がい ADHD

Kaczmarek, L.K. (2019) *Neuron*, 103:551-553.

Spratt, P.W.E. et al. (2019) *Neuron*, 103:673-685.

樹状突起の $Na_v1.2$ 依存の backpropagate する活動電位の消失は ASD などに関係する。下がその論文で、上はそれを紹介した短い総説。

感覚運動障がい、その他の障がい

Kanjlia, S. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:3993-4005.

視覚障がいでは視覚野が言語や数学に利用されるが、それは生得的な視覚障がいで見られ、成人後 (17y) ではそのような plastic な変化は見られなかった。鋭敏な時期がある。

Shalev, N. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 132: no 107148.

Williams syndrome, WS と Down's syndrome, DS の子は持続的な注意が低下するが、注意の時間的変化は、WS では次第に低下するが、DS は全体的に non-specific に低下した。

Zhou, L. et al. (2019) *Brain Cognit.*, 135: no 103577.

生得的な失音楽の人は chord の情動的な処理に障害がみられた。長調・単調、協和音/不協和音に対して、行動的にも脳波的にも区別をしなかった。

Weise, C.M. et al. (2019) Neuroimage, 201: no 116006.

BMI が異なる一卵性双生児で脳の構造的な差異を検討。BMI が大の参加者で OCx, 小脳、PFC, NAcc を含む STR の GMat が減少していた。

Oedekoven, C.S.H. et al. (2019) Neuropsychologia, 132: no 107104.

左視床と海馬に損傷がある 1 名の患者では、記憶材料を観ている時、想起しようとしている時に、健常ではみられた、海馬を含む広い領域と後部正中線皮質との FC が減少。

Zhang, L. et al. (2019) Hum. Brain Mapp., 40:4105-4113.

OCD の患者の海馬の形態的变化を検討。OCD で右海馬の容量が減少（海馬台、前海馬台では減少、海馬采では増加）。海馬の形態も変形。前海馬台と海馬采の容量が症状と相関。