

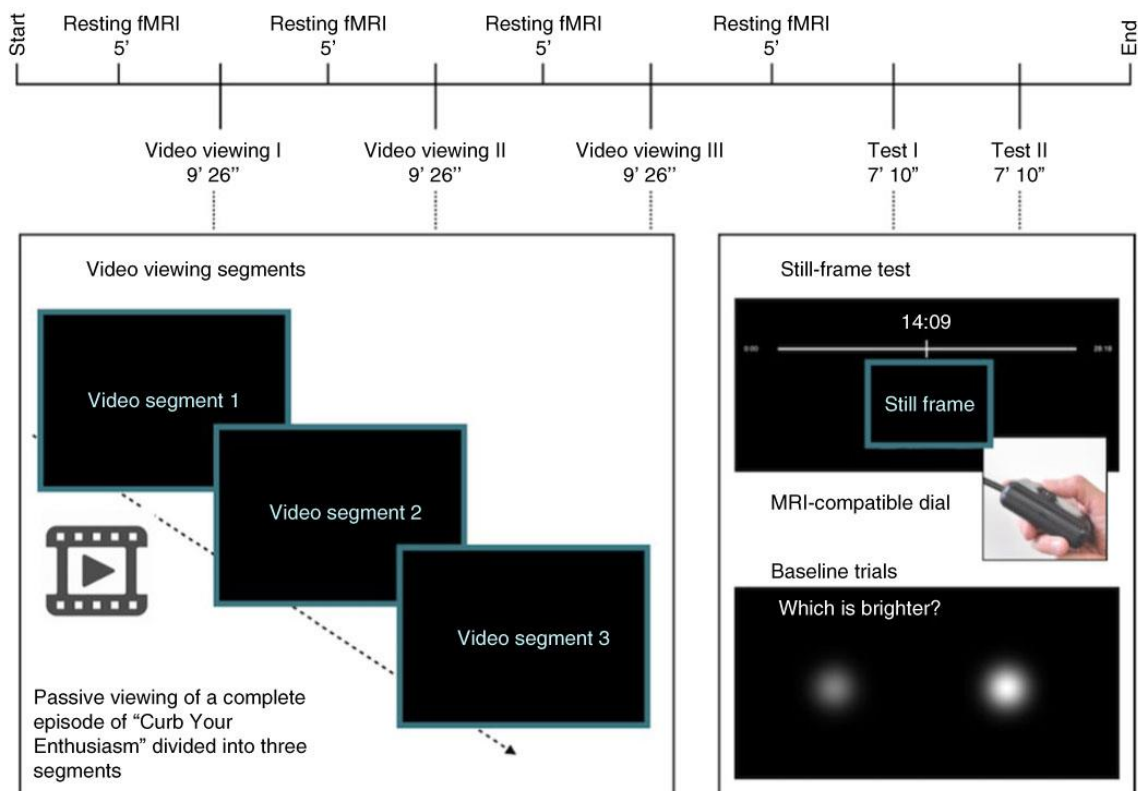
## 今月の認知神経科学：論文紹介

2019年3月

### 認知神経科学の進歩

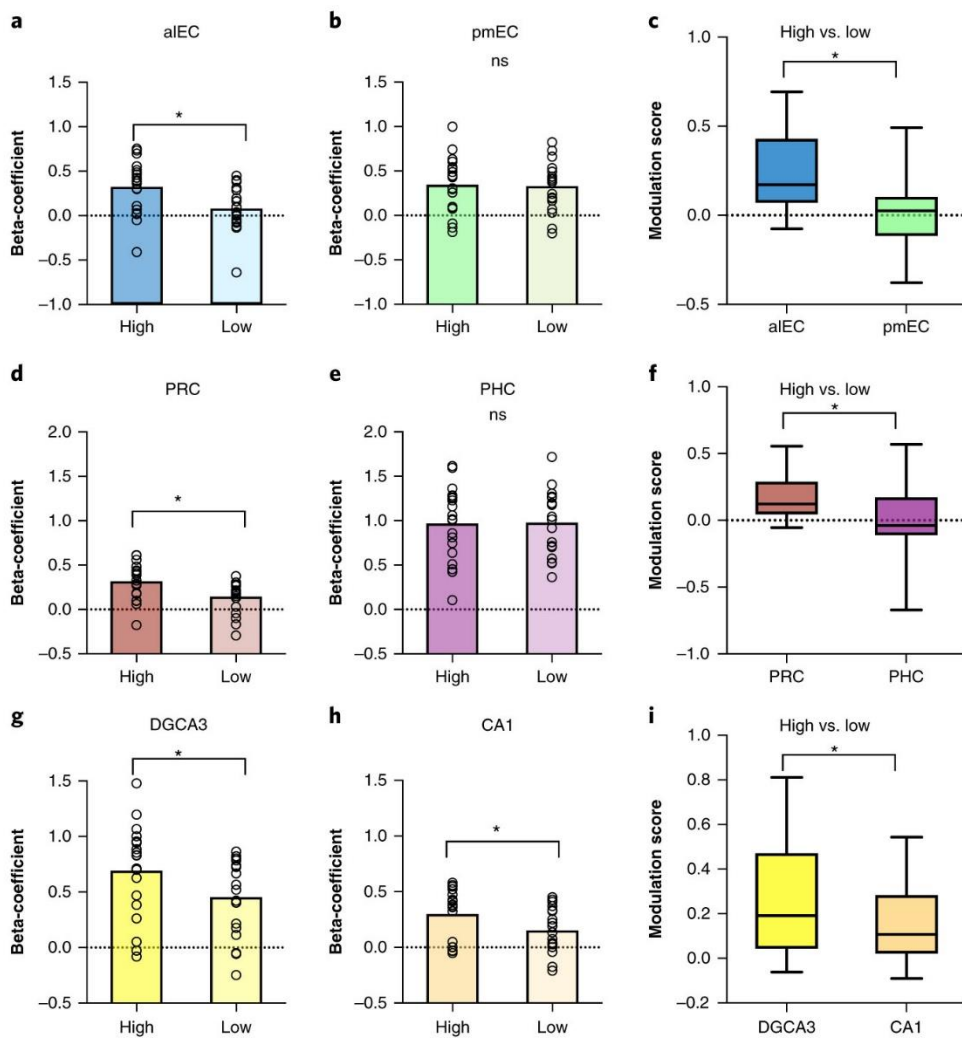
Montchal, M.E. et al. Precise temporal memories are supported by the lateral entorhinal cortex in humans. *Nat. Neurosci.*, 22:284-288, 2019.

『入門』では時間の記憶について直接的に問題にしなかった。この論文はその問題を扱ったものである。下の図が手続きで、Video viewing segments と Still-frame test に分けられる。前者では5分の休憩をはさんで、28分18秒のテレビ番組 Sitcom を3回（各9分26秒）に分けて視聴する。その後の test では、番組からとられた静止画が提示され、番組内でのその位置を時間軸上に定位する。その位置と番組内での実際の位置との差をエラーとした。エラーの程度で High-, Medium-, Low-precision の3段階に分け、High-と Low-precision と fMRI で計測された脳活性の関係を検討した。



次ページの上図が結果である。検討した内側側頭葉の領域は前外側嗅内皮質 alEC と後内側嗅内皮質 pmEC (図 a, b, c)、周嗅皮質 PRC, と海馬傍皮質 PHC (図 d, e, f) , 齒状回 CA3 DG/CA3 と CA1 (図 g, h, i) である。High precision と Low-precision で活性に差が

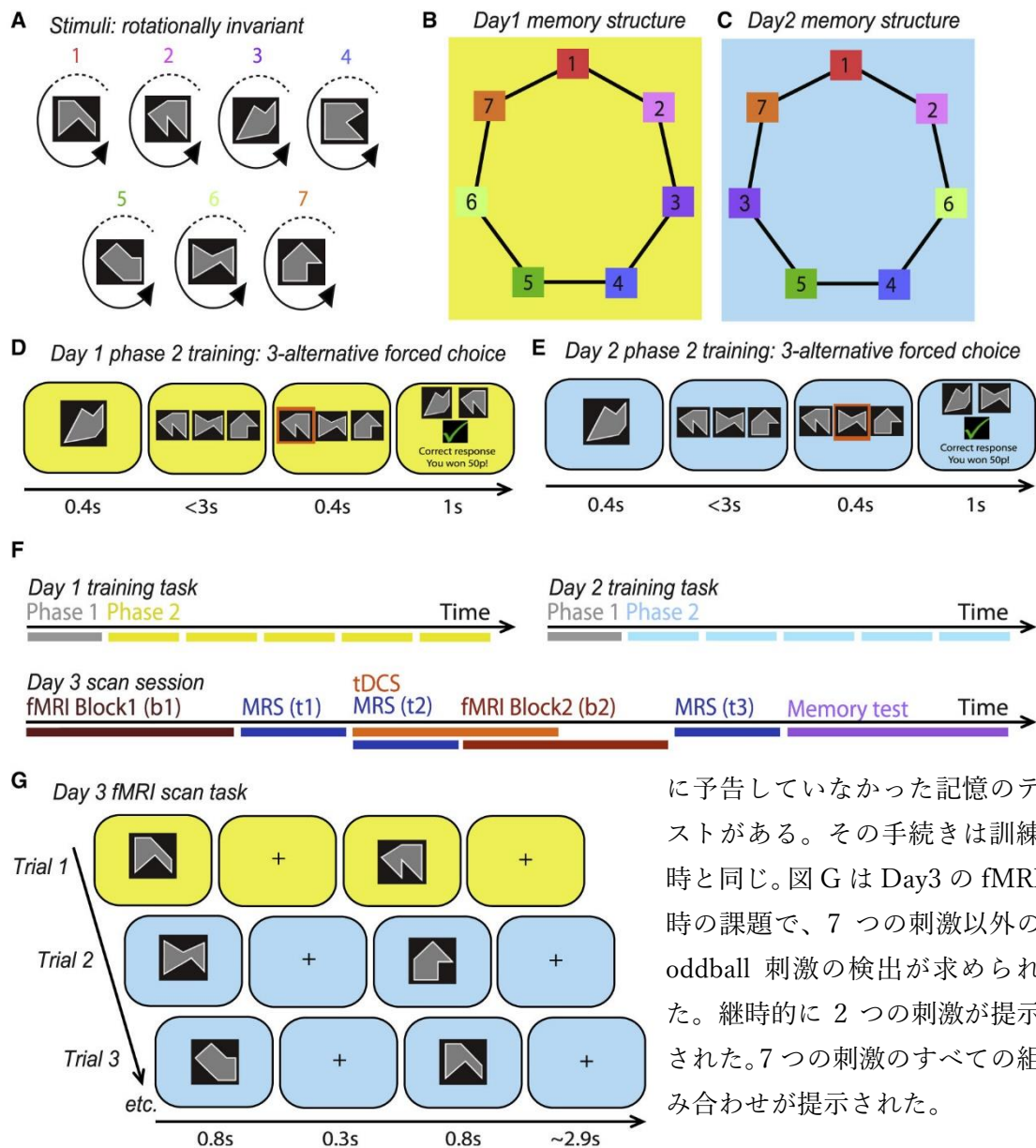
ある領域は時間に sensitive な領域と考えられる。その結果、alEC は High と Low で差がみられたが、pmEC では差がなかった。Temporal precision-related modulation も alEC の方が有意に大きい (図 a, b, c)。alEC は PRC と、pmEC は PHC と連絡が密なので検討すると、PRC では差がみられた (図 d, e, f)。海馬の中では DG/CA3 と CA1 で検討した。両領域で High-Low の差がみられたが、CA3/DG の方が時間との関与が大きかった (図 g, h, i)。下図はその他の領域の結果で、脳梁後膨大部皮質 RSC, 楔前部 PreC では差はみられなかったが、後部帯状皮質 PCC, 角回 AG, 海馬 Hipp, 内側前頭前野 mPFC などの re-



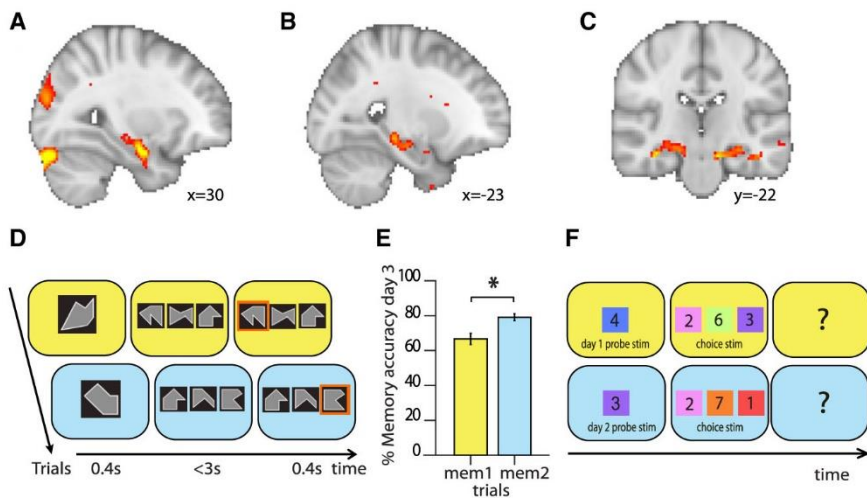
collection に関連する領域は有意な modulation がみられた。これらの領域が時間の記憶に関係する。

**Koolschijn, R.S. et al. The hippocampus and neocortical inhibitory engrams protect against memory interference. Neuron, 101:528-541, 2019.**

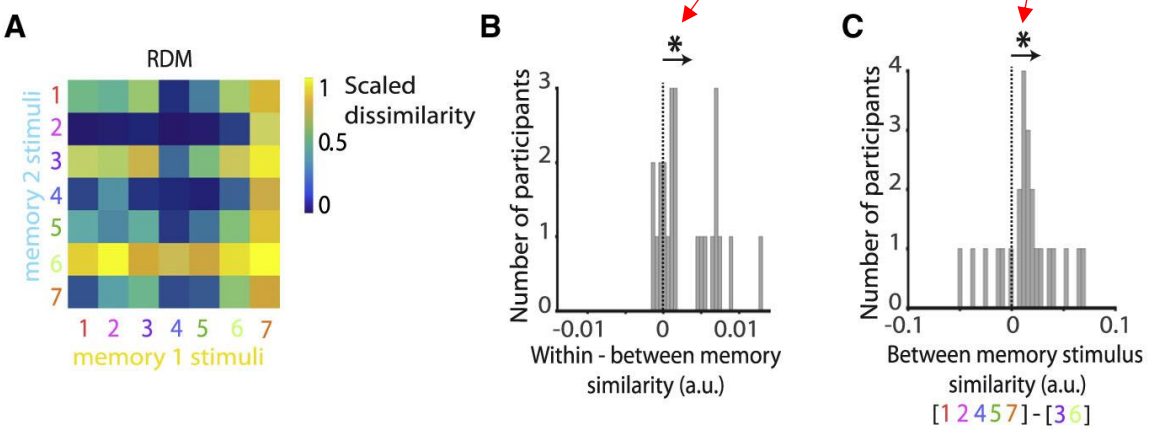
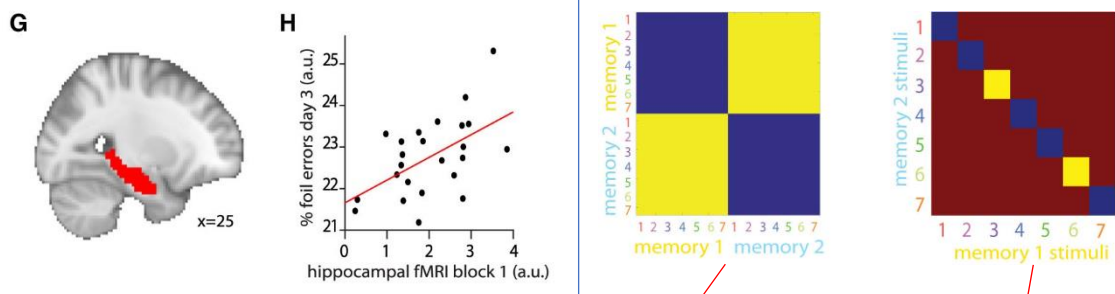
この論文は競合する記憶による妨害を海馬の pattern separation と新皮質の抑制が防いでいることを示した。抑制の操作は tDCS で新皮質の GABA を減少させることで検討した。下の図が方法である。図 A は実験で使用した 7 つの回転する刺激である。図 B, C に記憶の構造がある。刺激 2 を例にとると、Day1（背景が黄色）では 2-1, 2-3 の連合を学習する。肝は刺激の 3 と 6 が入れ替わっていることで、Day2（背景は水色）では 2-1, 2-6 の連合を学習する。図 D, E は各刺激の連合を訓練する課題で、先が見本刺激が提示され、3 選択肢の中から見本と連合する刺激を選択する。図 F に手続きがある。Day3 に 2 回の fMRI と GABA 等の計測のための 3 回の MRS, GABA 等を変化させる tDCS、そして最後



に予告していなかった記憶のテストがある。その手続きは訓練時と同じ。図 G は Day3 の fMRI 時の課題で、7 つの刺激以外の oddball 刺激の検出が求められた。継時的に 2 つの刺激が提示された。7 つの刺激のすべての組み合わせが提示された。



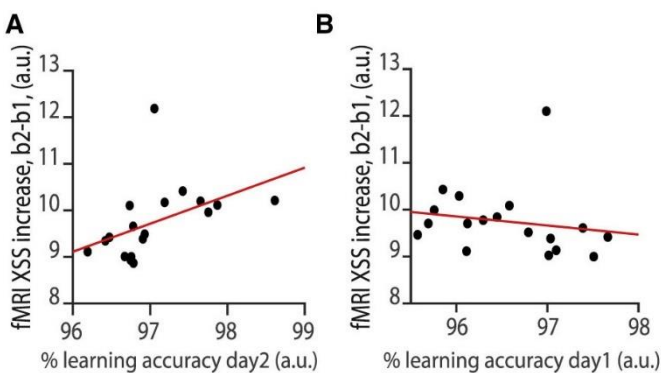
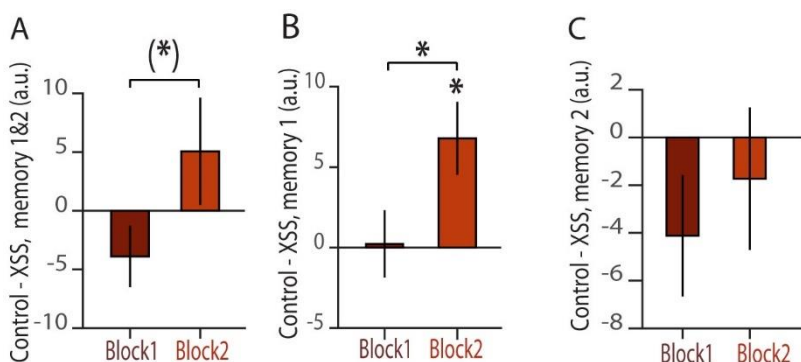
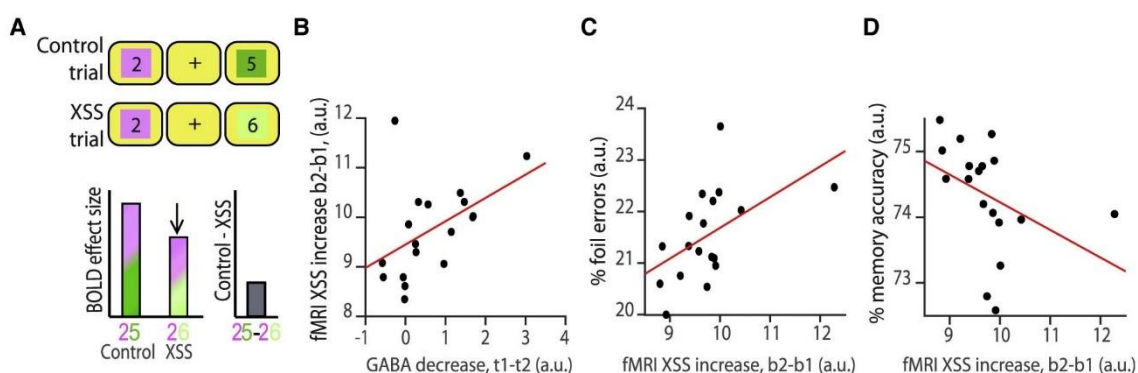
上図 A-C は記憶の妨害が起こりやすい刺激 3,6 を含む対で活性が高かった領域である。図 C にあるように海馬が含まれる。図 D,E は最後の記憶テストの方法と結



果である。上図 E にあるように時間的に近い Day2 の mem2 の成績がよい。図 F は記憶の混乱が起こりやすい foil trial の例。図 G は海馬の ROI、図 H は fMRI Block 1 で記憶の混乱が起こりやすい対提示時の海馬の活性 (x 軸) とそれらの対の最後の記憶テスト時の foil error (y 軸) の関係で、正の相関がある。下図 A は海馬の活性の表象非類似性マトリックス RDM。図 B は各人の RDM と、上の mem1/2 内と mem1 と mem2 の間のモデル RDM の相関を検討した結果で、within mem1/2 の方が between よりも類似度が高く、非類似度が低い。逆に between の方が非類似度が高い。図 C は上の刺激 1, 2, 4, 5, 7 と刺激 3, 6 のモデル RDM との相関で、刺激 3, 6 の方が非類似度が高い。これらの結果は海馬の pattern separation の機能を反映していると考えられる。

記憶の妨害、混乱に対する皮質の抑制の効果は、前部外側後頭コンプレックス aLOC へ

の anodal tDCS で、GABA を低下させることで検討した。aLOC はこれまでの研究を参考に決定し、GABA 等は MRS により、tDCS の前方部から測定した。上図 A-H に結果がある。上図 A の tDCS 領域 (aLOC) の fMRI による XSS は cross-stimulus suppression で、刺激が妨害的關係の時に増加すると考えられる。上図 B では GABA の減少が大になるにしたがって、XSS (b2-b1) が増加すること、上図 C はその XSS の増加は foil error と正の相関をすること、上図 D は XSS の増加は記憶の正答率と負の相関をすることを示している。GABA の減少、すなわち抑制の減少により、foil error が増加し、記憶成績が低下した。すなわち、海馬の pattern separation と皮質の抑制的な過程が記憶間の妨害、競合を防いでいる。



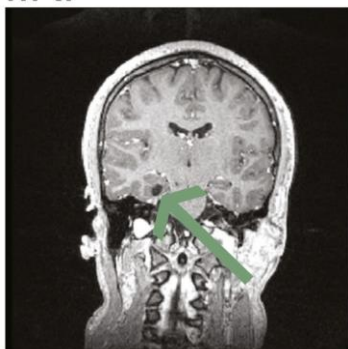
以下、細かい分析になるが、中図 A-C は上記の XSS は mem1 でみられることを示している。下図 A, B は mem1, mem2 の成績が XSS に関係することを示している。mem2 の成績と XSS は

正の相関、mem1 の成績と XSS は負の相関関係にある。すなわち、mem1 の記録が弱く、mem2 の記録が強いと、記憶間の妨害、干渉が起こりやすい。興奮/抑制のインバランスだけでなく、このような行動の要因もある。

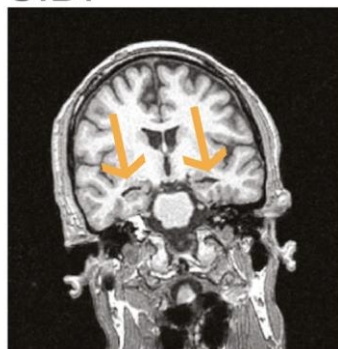
**Inhoff, M.C. et al. Understanding perirhinal contributions to perception and memory: Evidence through the lens of selective perirhinal damage. Neuropsychologia, 124:9-18, 2019.**

この論文は視知覚と記憶における周嗅皮質と海馬、海馬傍皮質の役割を明らかにした損傷研究である。『入門』ではこの3つの領域の役割を紹介した。その多くはfMRIによる研究だった。これは選択的な損傷の研究である。至極簡単に紹介する。上図は3名の患者の損傷部位で、A.N.は加えて右海馬尾部も損傷されている。中図は課題で、記憶は再認、知覚は oddity で検討した。詳しくは本文を見てほしいが、各課題に難易度がある。

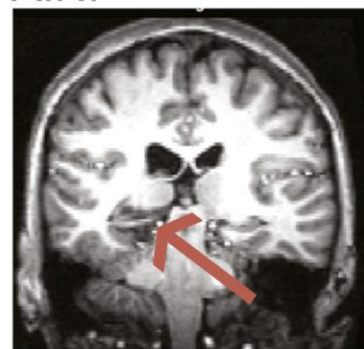
**I.R.** 右後部周嗅皮質



**S.D.** 両側海馬

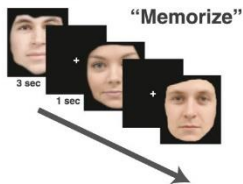


**A.N.** 右後部海馬傍皮質



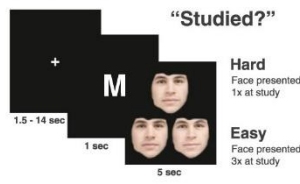
**Part 1**

**Study**



**Part 2**

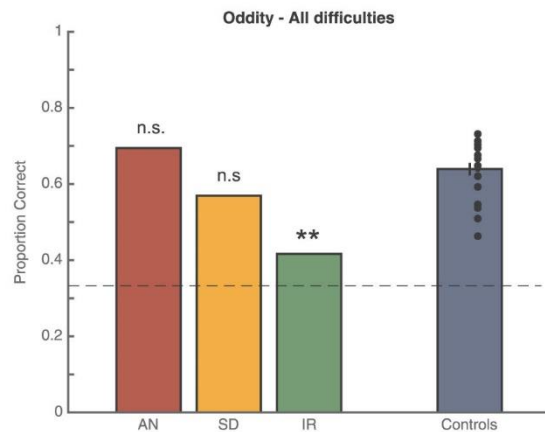
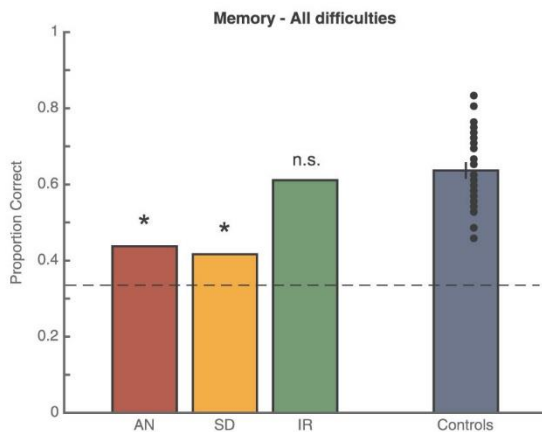
**Memory**



**Oddity**

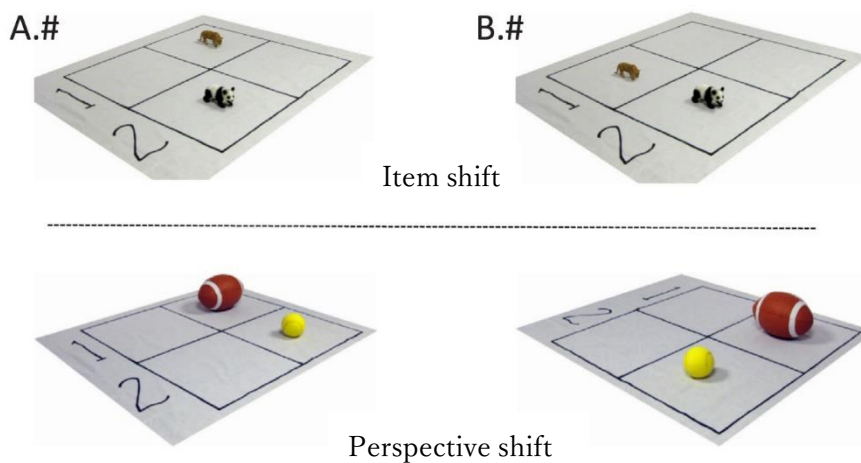


下図が結果である。記憶に関しては海馬、海馬傍皮質損傷の S.D., A.N. で成績が低下し、周嗅皮質が選択的に損傷した I.R. では影響がみられない。一方、知覚に関しては、S.D., A.N. は影響がないが、IR は成績が低下した。難易度は大枠において影響がない。

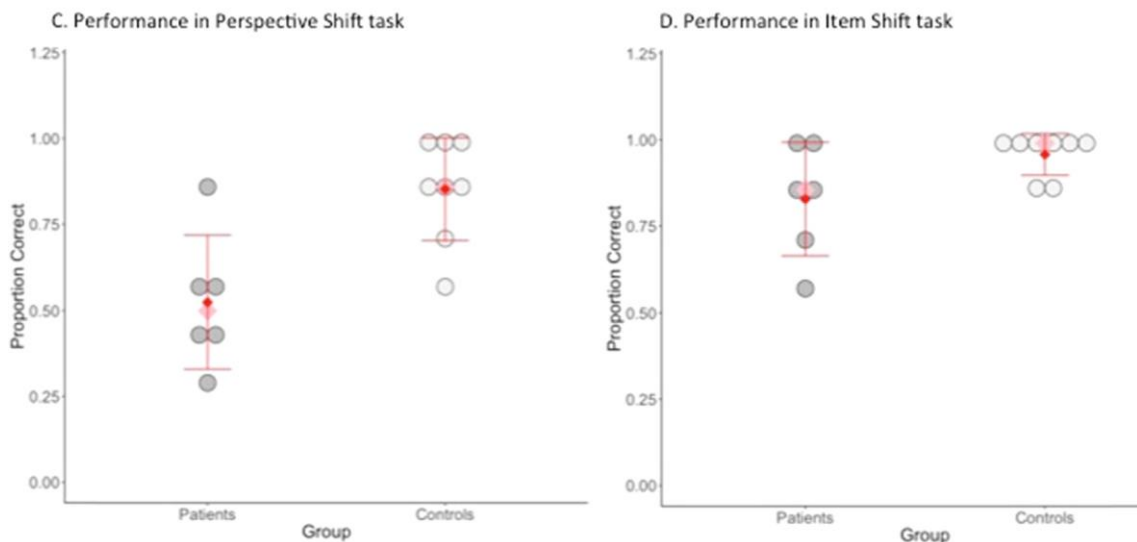


**Russell, C. et al. Self-perspective in episodic memory after parietal damage and in healthy ageing. *Neuropsychologia*, 124:171-181, 2019.**

『入門』では記憶と内側側頭葉に焦点があり、頭頂皮質の関与については殆ど述べなかった。しかし、頭頂皮質は記憶とも関係が深い（例えば、Cabeza, et al., 2008）。この論文は、右頭頂皮質損傷患者の研究と高齢者の fMRI 研究よりなるが、ここでは頭頂皮質損傷患者の結果のみを簡単に紹介する。上図が参加者に提示されたもので、動物やスポーツ



用品などが 2x2 の grid 内に配置され、記録する。想起のテストでは2つの写真が提示されるが、一方は記録時と同じ視点、他方は1つのものが移動した Item shift の写真、あるいは、反対の視点からの Perspective shift の写真である。記録



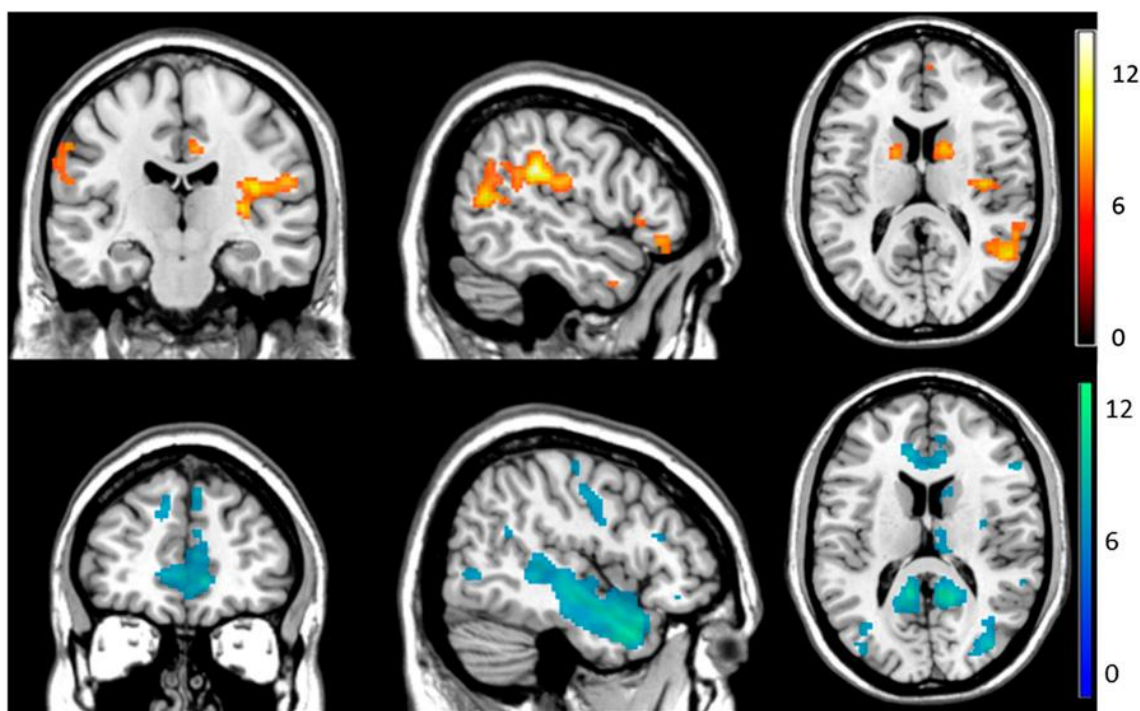
時の写真を選択することが求められた。なお、この他に一般的に使われる記憶の検査 (Line drawing-memory test) や短期記憶の検査 (Corsi test) が行われた。

一般的な検査では患者は control と成績に差がなかった。上図の課題の結果が下図である。右の視点の変更はないが1つのものが移動した Item shift 条件では成績に有意な差がなかった。一方、視点の移動があった Perspective shift 条件では患者の成績が有意に低下した。頭頂皮質のもつ空間機能が記憶面にも現れた印象である。

**Boehme, R. et al. Distinction of self-produced touch and social touch at cortical and spinal cord levels. PNAS, 116:2290-2299, 2019.**

自分でくすぐってもあまりくすぐったくないが、他者からくすぐられるとくすぐったいという現象については、運動制御理論の立場からの研究があった (Blakemore, et al. Nat. Neurosci., 1:435-441, 1998)。この論文も同じテーマを扱っている。

3種類のタッチがある：other-touch, self-touch, object-touch. 最初の2つは参加者の forearm を一撫でする。最後の object-touch はものにタッチするもので、self-touch に含まれる運動成分のコントロールである。

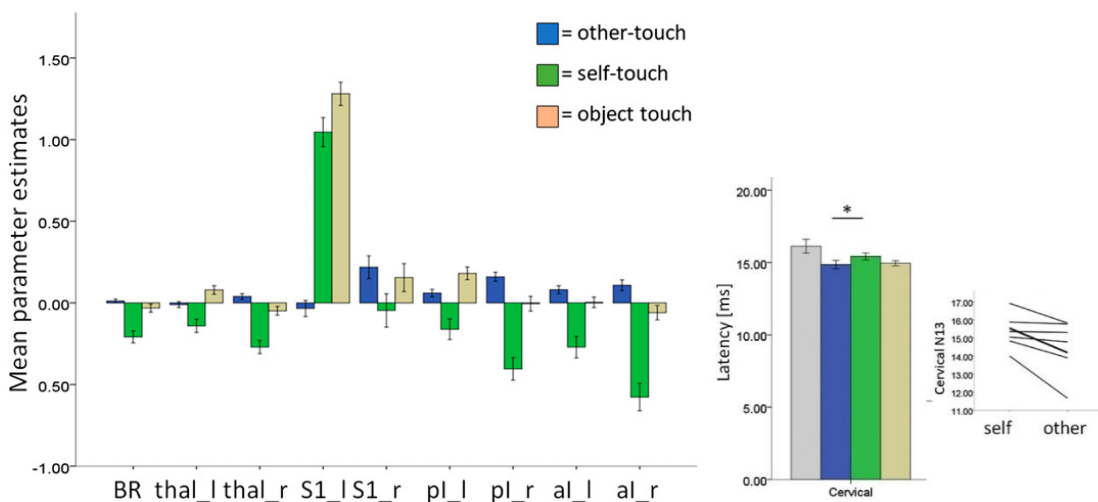
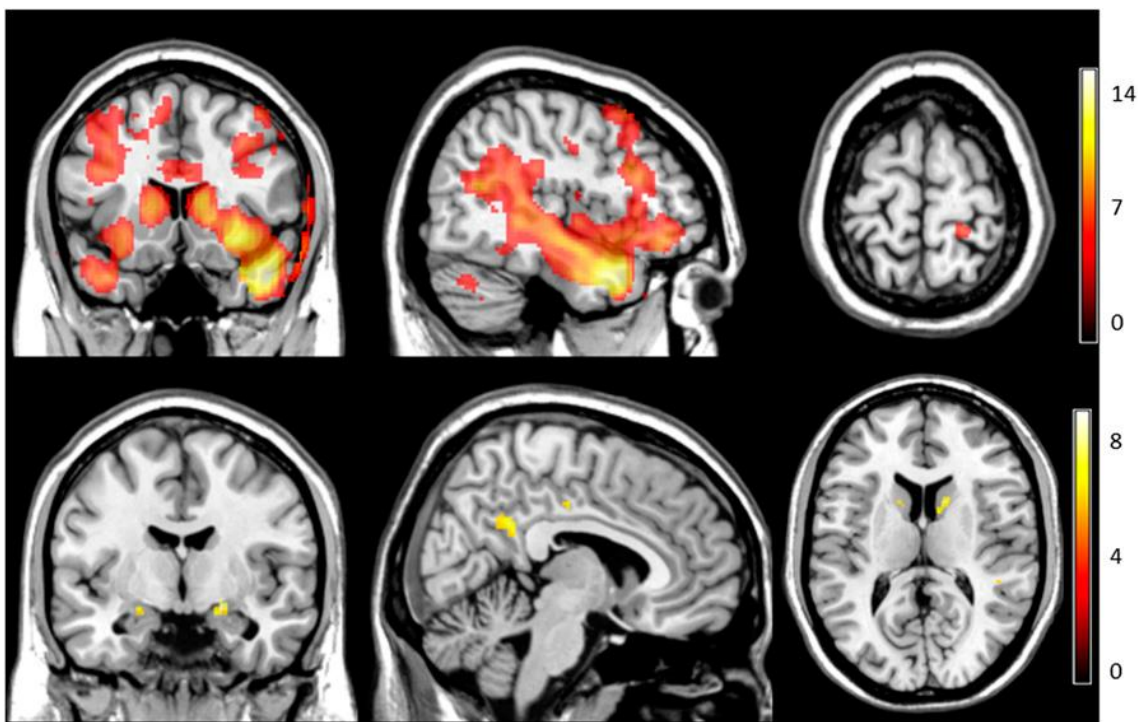


上の図は結果で、上が other (experimenter)-touch で活性が上昇した領域。体性感覚野、島皮質、上側頭回、縁上回、線状体、扁桃核、小脳、下頭頂小葉、前頭前野など social touch や social cognition に関係する領域が含まれる。Self-touch と object-touch では対側の一次運動野、体性感覚野、運動前野、線状体が活性化。図の下は self-touch でみられた活性低下の領域で、島皮質、前部帯状皮質、上側頭回、扁桃核、海馬傍回、前頭前野などが含まれる。

次ページ上図の上は other-touch>self-touch の領域で、前部帯状皮質、上側頭回、線状体、前頭前野、扁桃核などが含まれる。次ページ上図の下は other-touch で活性の上昇、self-touch で活性の低下がみられた領域で、両側の扁桃核、右線状体、上側頭回、後部帯状皮質、前頭前野が含まれる。次ページ下図左は体性感覚処理にかかわる ROI の結果で、脳幹 BR, 視床 thal, 一次体性感覚野 S1, 後部島皮質、前部島皮質で、l は左半球、r は右半球である。皮質下のレベルも含め、右 S1 以外では条件間に有意差がみられた。Self-touch と object-touch の比較で、self-touch でみられた活性低下は運動によるものではない。



いことが分かり、また、self-touch>other-touch の領域はなかった。



なお、self-touch と other-touch で閾値の測定を行っているが、self-touchの方が閾値は高い。また、体性感覚刺激の誘発電位 SEP の研究結果は、おおむね fMRI の結果と整合的である。下図右に頸部 C6 のレベルの SEP の潜時を示す。Self-touchの方が other-touchよりも潜時が長い。Self-touchでは皮質はもとより、脊髄のレベルですでに抑制が働いている。

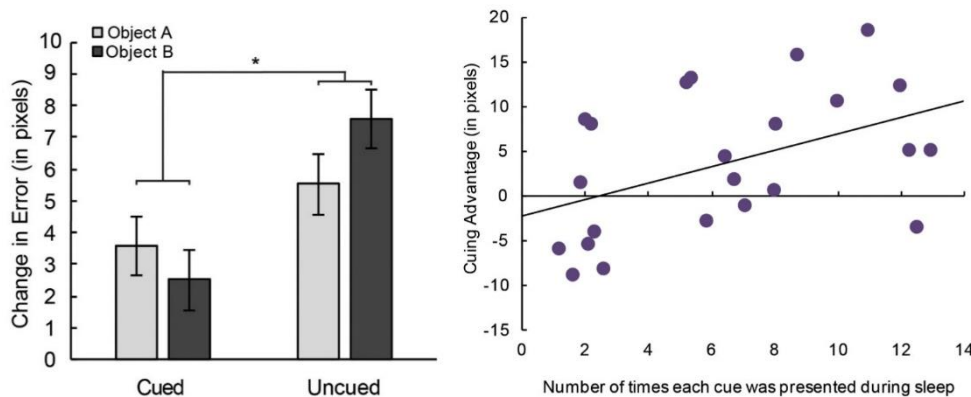
**Vargas, I.M. et al. Targeted memory reactivation during sleep to strengthen memory for arbitrary pairings. *Neuropsychologia*, 124:144-150, 2019.**

『入門』では targeted memory reactivation には触れなかったが、興味深い現象なので紹介する。睡眠前に学習した刺激を睡眠中に提示すると、その刺激の記憶がよくなるという現象である。上図が手続きで、Phase 1 では任意の二つの刺激（刺激 A:ネコ、刺激 B:アイスクリーム？）の対を学習する。その際、刺激 A に関連する音（ネコの鳴き声）が提示される。Phase 2 では刺激 A, B がいろいろな位置に配置され、それぞれの位置を学習する。鳴き声も提示される。Phase 3 では刺激 A の位置、その対になっていた刺激とその位置について、訓練を続ける。Phase 4 は昼寝前のテストで、刺激 A の位置と、対になって



いた刺激、その位置についてのテストを2回行う。Phase 5 の昼寝時には脳波により睡眠段階を測定し、徐波睡眠時にネコの鳴き声を提示する。無論、音を提示しない対も用意する。Phase 6 では Phase 4 と同じ手続きでテストを行い、昼寝時の音の提示の記憶への影響を調べる。なお、位置につ

いては pixel で計測し、正解/エラーの判断をした。なお、Cued は音の提示があった対。

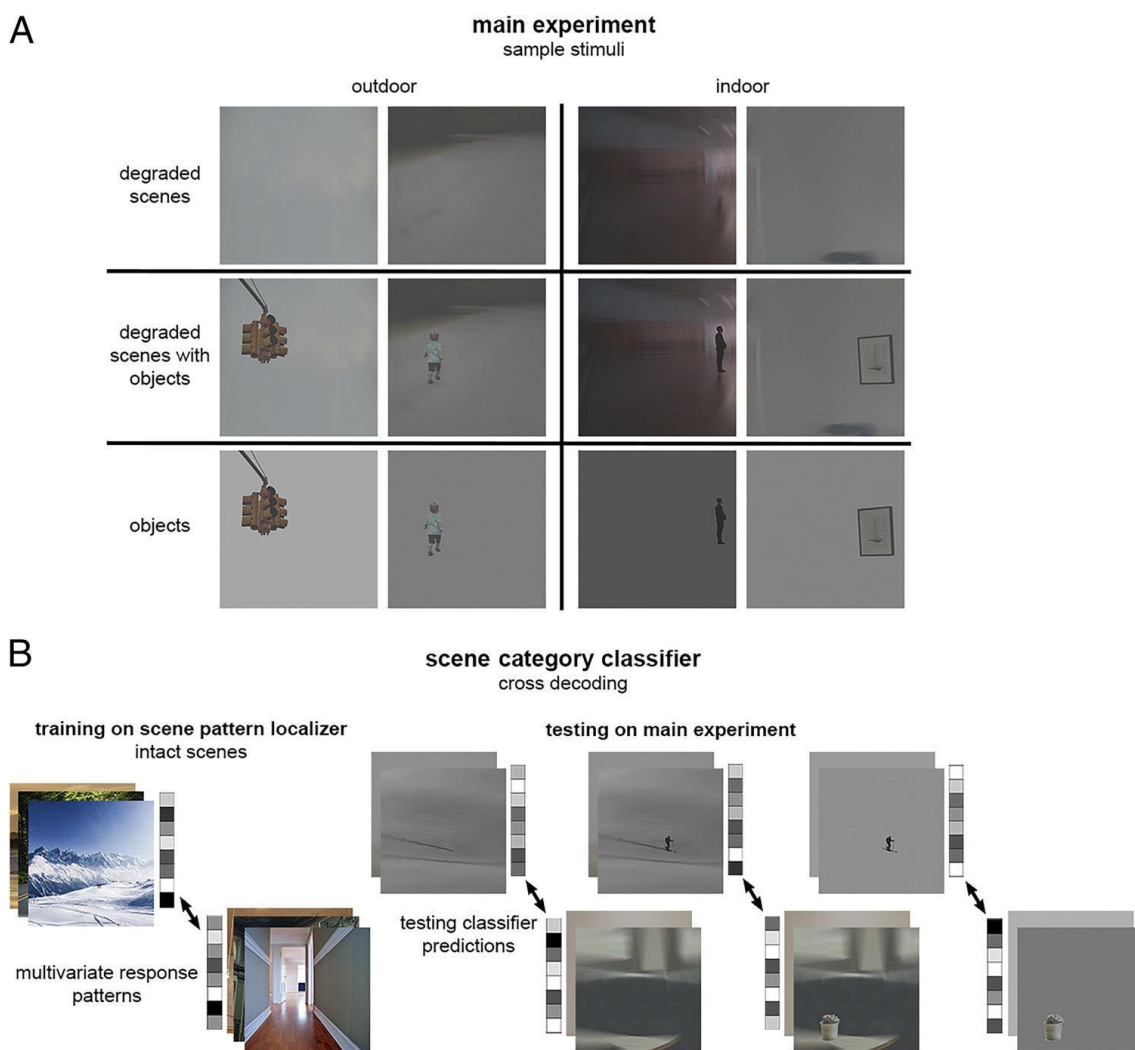


下図が結果で、左は Cued の方がエラーは少ないことを示し、その効果は刺激 A, B で変わらない。下図右は音の提示が多いほど忘却が少ないことを示す。昼寝 Nap 時に学習した刺激に関連する刺激の提示は、その刺激の位置の記憶を促進した。

## Predictive coding, PC と関連する論文

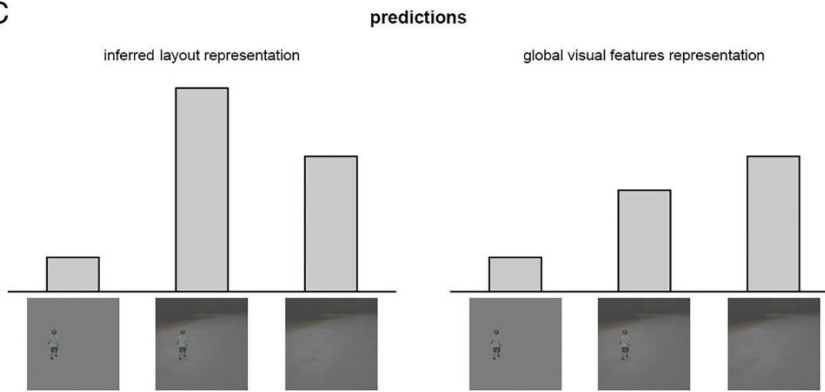
Brandman, T. & Peelen, M.V. Signpost in the fog: Objects facilitate scene representations in left scene-selective cortex. *J. Cognit. Neurosci.*, 31:390-400, 2019.

同じ著者の論文を2017年9月に紹介したが、scene が degrade された object の表象を改善した。今回は object が degrade された scene の表象を改善するという内容である。いずれも、Predictive coding, PC の立場からの研究ではないが、PC の考えに合致するので、ここで取り上げる。



上の図は A が室外（左）、室内（右）の刺激で、上から degraded scene, それ+object, object のみである。B は MVPA の cross decoding の手続きで、intact の scene で classifier の訓練を行い、その classifier を上記の3つの刺激間の室外/室内の弁別に適用する。次ページの上図 C は decoding の予測で、左右の scene 領域で異なることが考えられる。左半球では object は degrade された scene の decoding を高める（図 C 左。Inferred layout re-

C



presentation)。一方、右半球ではそのようなことはみられない (図 C 右。Global visual features representation)。

下図 A が左右の

海馬傍回場所領域 PPA, 下図 B が後

頭場所領域 OPA

の結果で、上の予測に合致した。図

に載せていない

が、左半球では

object の decoding

の成績が object による scene の de-

coding の成績の上昇と相関してい

た。なお、初期視

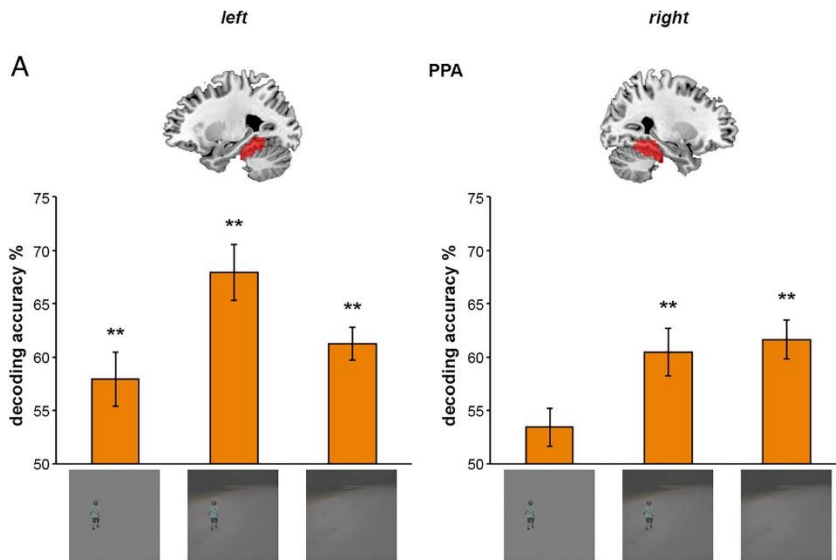
覚皮質や object に

選択的な後部紡錘

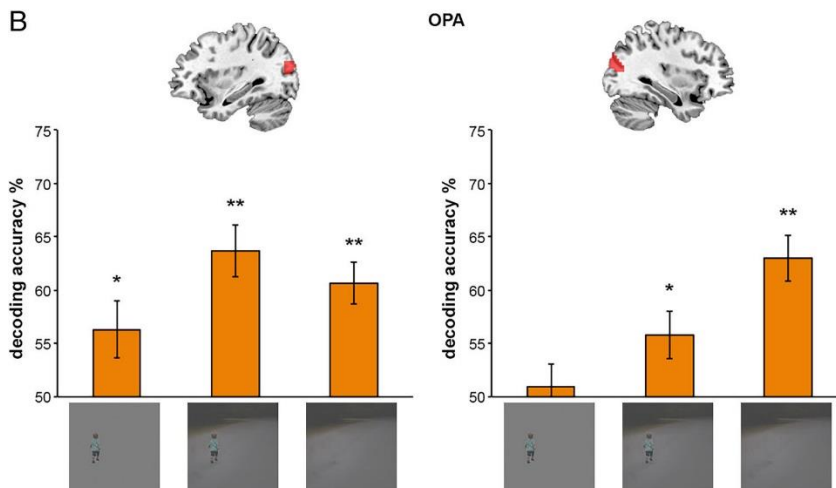
状回、外側後頭皮質ではこのような decoding はみられない。

左半球の場所領域では object が context を設定し、予測、期待を高めたと考えられる。

A



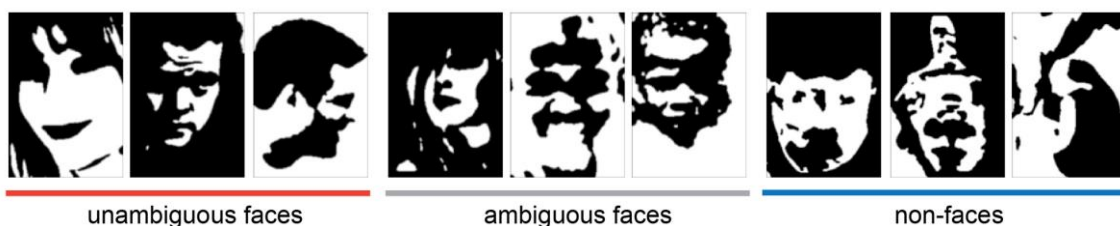
B



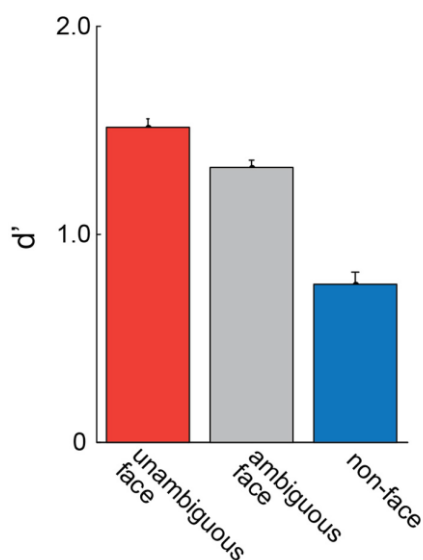
Brady, T.F. et al. The role of meaning in visual memory: Face-selective brain activity predicts memory for ambiguous face stimuli. *J. Neurosci.*, 39:1100-1108, 2019.

この論文も Predictive coding, PC の立場からのものではないが、PC-compatible なのでここで紹介する。上図にある 3 種類の刺激を提示し、記録の後に old/new 判断をさせた。脳波を記録し、face/non-face で classifier の訓練を行い、ambiguous face に適用した。

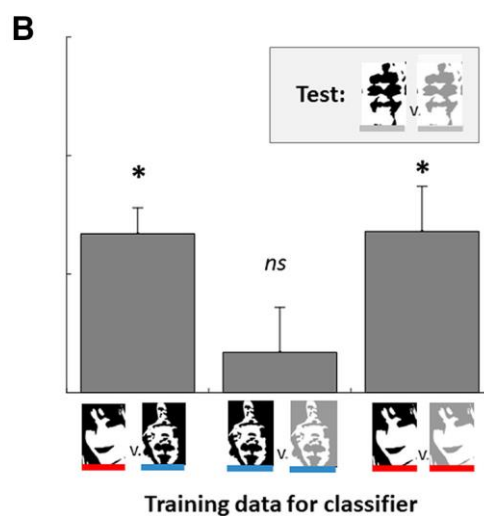
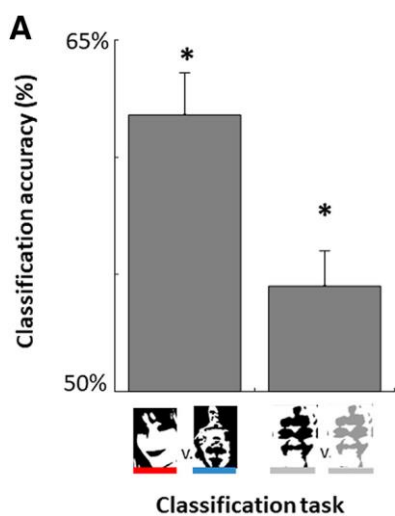
Example stimuli



A Memory performance



左の中図が記憶の成績で、face, ambiguous face, non-face の順序で成績が低下する。Ambiguous face は顔とも単なる刺激ともみられたが、参加者間で一定の傾向はなかった。下図は classification の結果である。図 A の左は記録時の face/non-face の結果で、有意な decoding がみられた。図 A 右は ambiguous face で想起されたものと忘れられたものの記録時の結果で、やはり有意な decoding ができた。下図 B は 3 組の刺激で classifier の訓練を行い、ambiguous face の想起/忘却に適用した。Face/non-face, non-face 想起/忘却、face 想起/忘却である。Non-face 想起/忘却で訓練した classifier では有意な decoding がみられなかったが、face/non-face, face 想起/忘却で訓練した classifier は ambiguous face 想起/忘却を decode できた。これらの結果は ambiguous な刺激を顔と認知す

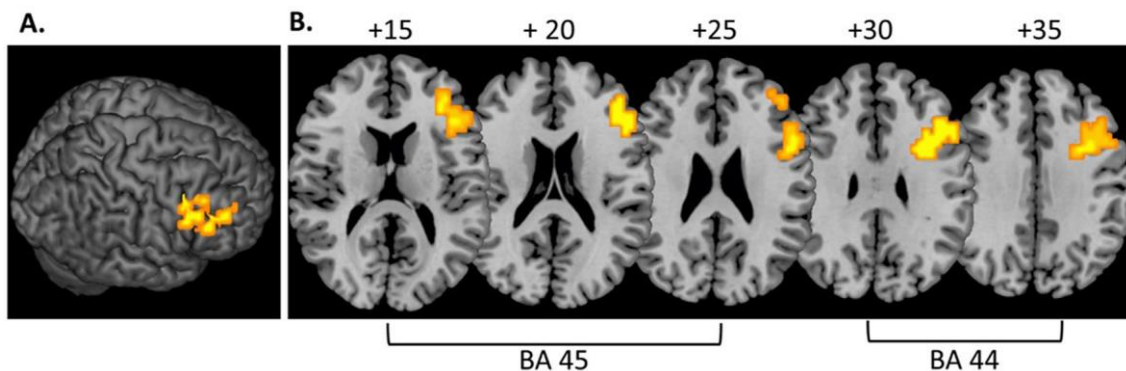


ることがあり、その時は記憶がよいことを示している。これは context, prior が記憶を促進することを意味する。なお、fMRI と整合的な ERP (N170) の結果は省略した。

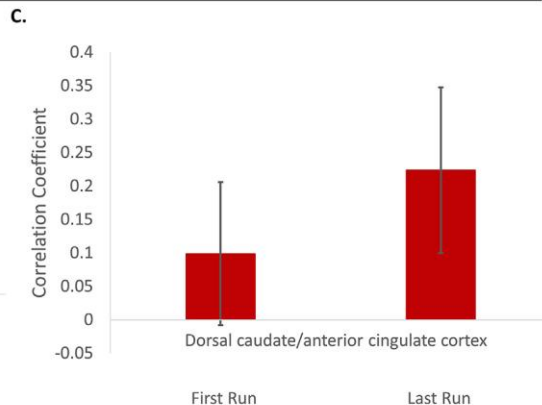
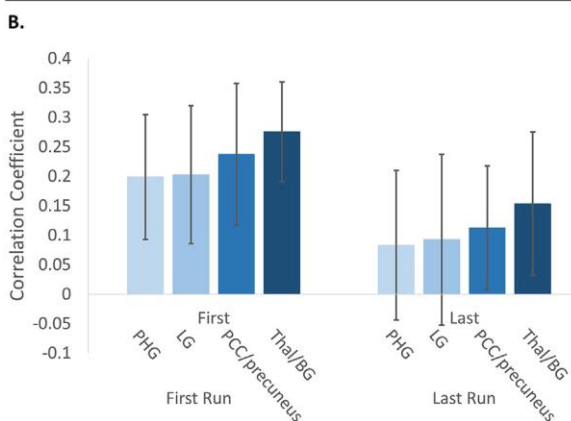
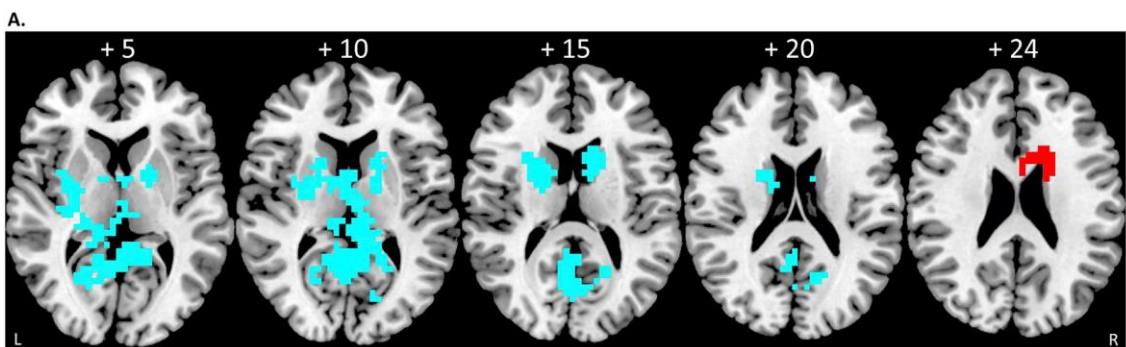
## Neurofeedback, NFB と関連する論文

Rubia, K. et al. Functional connectivity changes associated with fMRI neurofeedback of right inferior frontal cortex in adolescents with ADHD. *Neuroimage*, 188:43-58, 2019.

12-17y の ADHD で右 IFG の活性を fMRI neurofeedback で高め、右 IFG と他の領域（背側尾状核 dCAUD、前部帯状回 ACC）との機能結合 FC を変化をさせ、FC の変化と ADHD の症状の変化との関係を検討した。

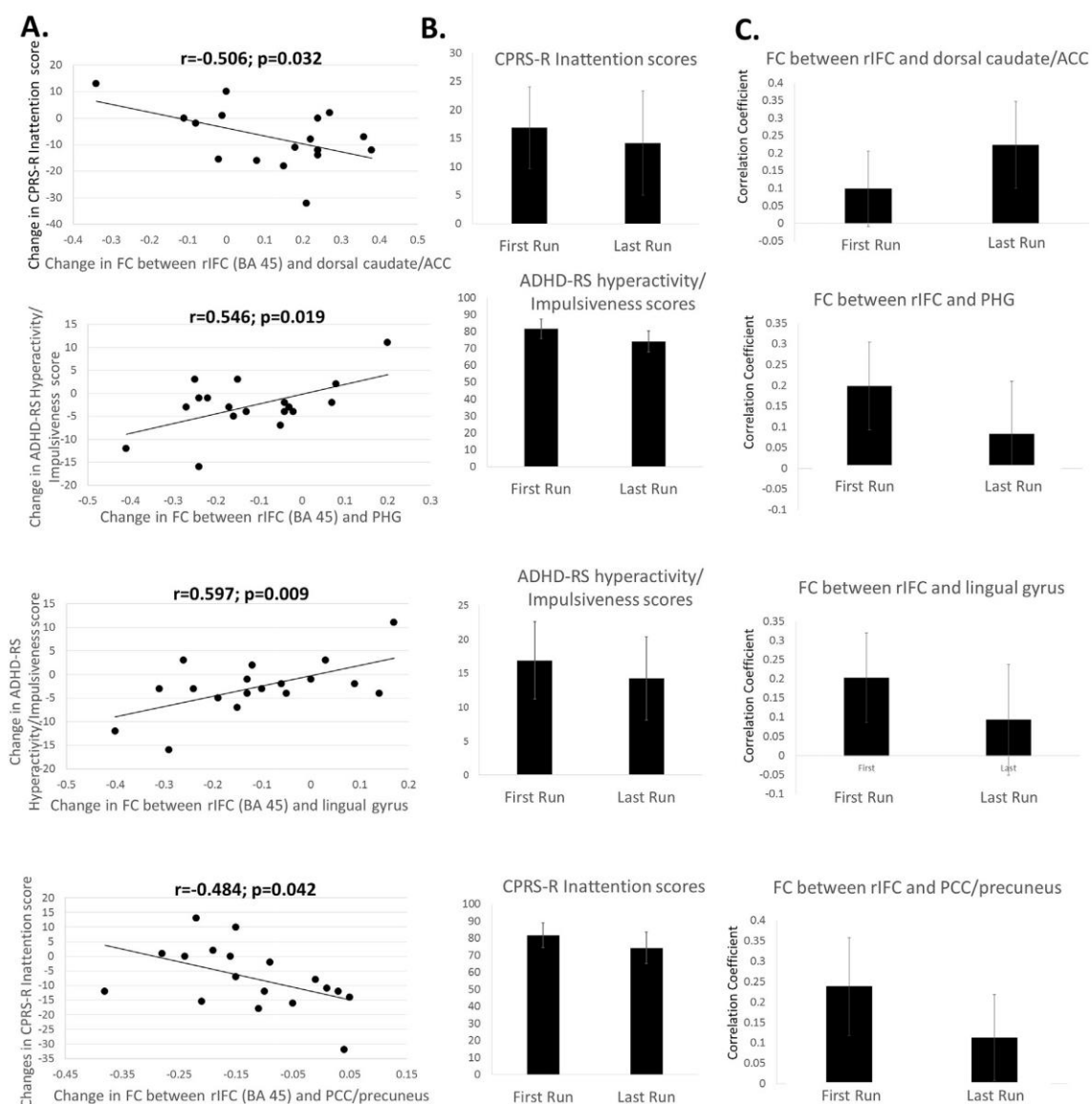


Neurofeedback ではロケットの飛行や金銭的な feedback が利用された。上図は訓練により活性が上昇した IFG の領域で、BA44 と BA45 に分けられている。以下、結果は BA45 に限って紹介する。下図は BA45 の訓練の進行による FC の変化で青は減少、赤は増加の領域である。図 B の減少の領域は PHG:海馬傍回、LG:舌状回、後部帯状皮質 PCC/楔前部 precuneus、視床 Thal/大脳基底核 BG, 図 C の増加の領域は dCAUD/ACC である。



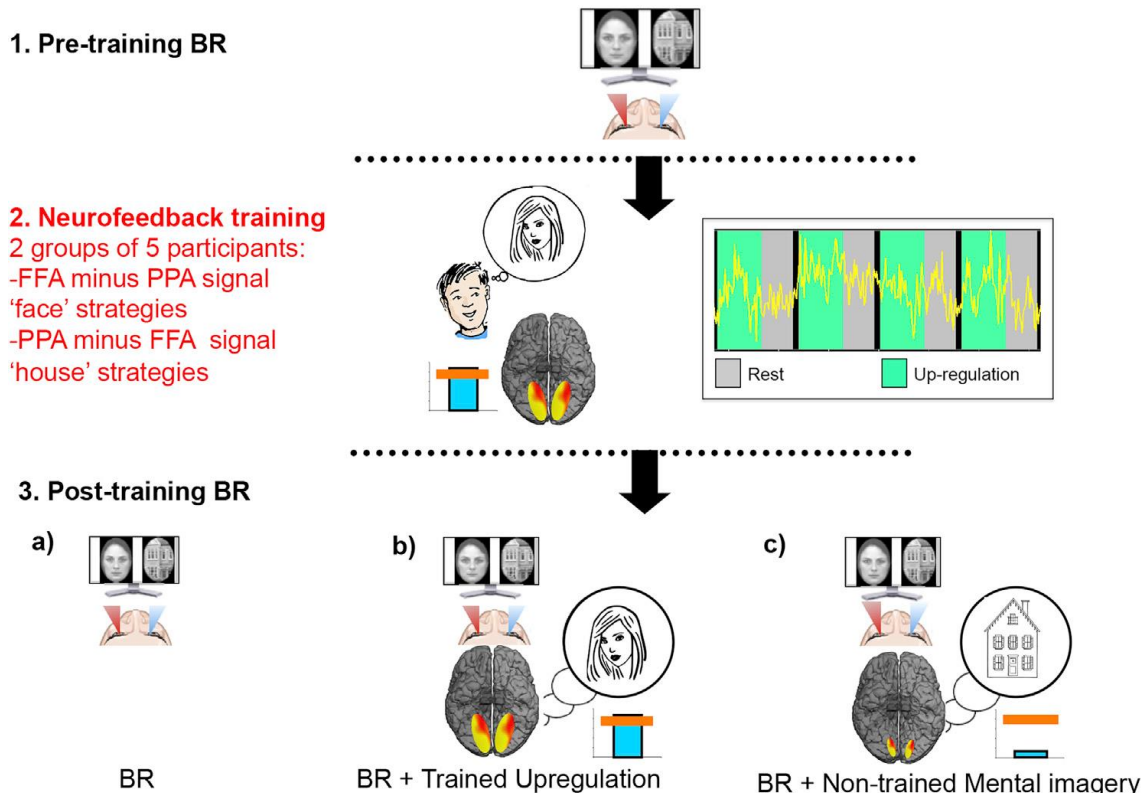
下の図は BA45 との FC の変化と ADHD の症状の変化との関係で、図 B は訓練の進行による症状の変化、図 C は BA45 との FC の変化、図 A は両者の関係である。上から dCAUD/ACC, PHG, LG, PCC/precuneus である。ADHD の変化は CPRS-R Inattention scores (上と下)、ADHD-RS hyperactivity/impulsiveness scores (中2つ) で評価した。BA45 とそれぞれの領域との FC の変化が ADHD の症状の改善と有意な相関を示した。なお、BA44 の結果については本文を参照ください。

**Correlation between FC changes with BA 45 and changes in outcome measures for Last > First fMRI-NF run**



**Ekanyake, J. et al. Volitional modulation of higher-order visual cortex alters human perception. Neuroimage, 188:291-301, 2019.**

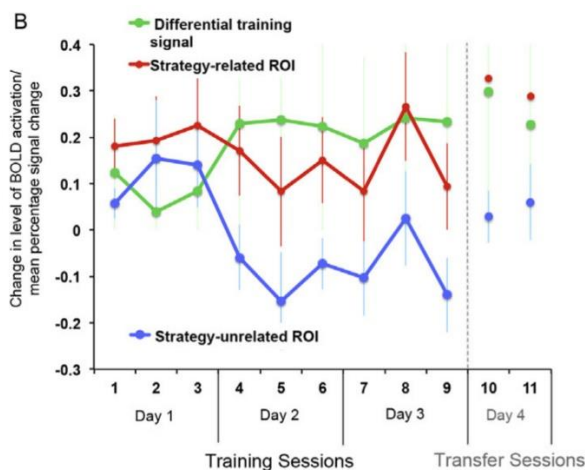
顔と家の視野闘争 BR で紡錘状回顔領域 FFA、海馬傍回場所領域 PPA の活性を neurofeedback, NFB で上げる訓練を行い、その影響を検討した。上図に方法がある。それぞれの領域の活性は顔あるいは家をイメージ生成することで制御（上昇）させた。Feedback の刺激は温度計で、顔の場合は FFA-PPA, 家の場合は PPA-FFA の活性の差が温度計のメータに対応した。BR のテストは NFB 訓練の前後で行った。訓練後の BR テストは 3 種類あり、訓練前と同じ（図 a）、NFB で使った strategy を使う（図 b）、反対側（顔なら家）の



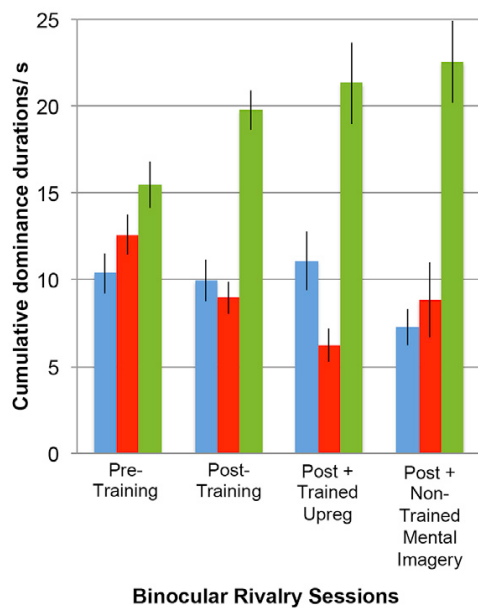
strategy を使う（図 c）。

下図が NFB 訓練の経過である。赤は顔の訓練時の FFA と家の訓練時の PPA の活性である (strategy-related)。青はその逆で顔訓練時の PPA と家訓練時の FFA の活性である (strategy-unrelated)。緑は上で述べた NFB 訓練時のメータに対応した活性である。赤と青の曲線の差が訓練に従って増加しており、NFB 訓練の効果がみられる。

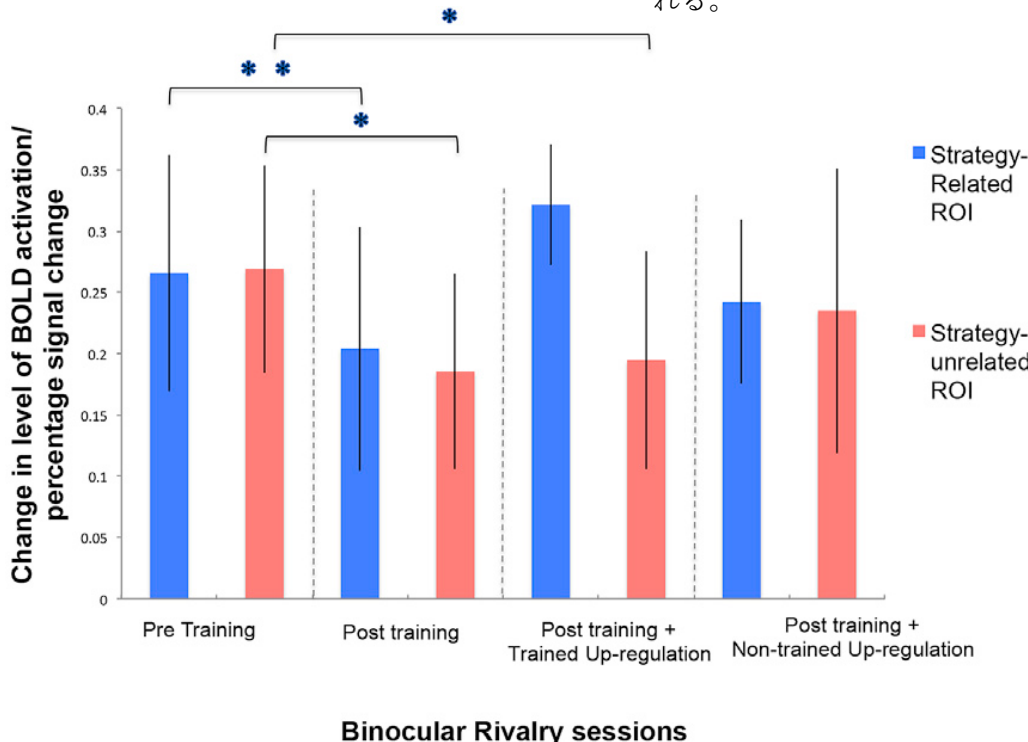
次ページ上図は視野闘争の結果である。







水色が strategy-related, 赤が strategy-unrelated の知覚、緑は顔、家の mixed の知覚である (累積時間)。訓練後に NFB で使用した strategy を利用した条件で、それに関連した刺激 (顔/家) の知覚が増えている。下図は視野闘争事態の ROI の脳活性の変化である。訓練後は一般に活性が低下し、strategy-unrelated ROI でそれが有意だった。Strategy-related ROI では低下はみられない。あまりきれいな結果ではないが、NFB による関連領域の活性の変化が知覚に影響を与えたことが考えられる。



今月の特集、総説、メタ分析など（応用的なものは下で）

Neuron, 101 (3):363-398.

各国の neuroethics についての現状報告。

Berridge, K.C. Nat. Rev., Neurosci., Feb 4, 2019.

Affective valence in the brain: modules or modes? と題する総説。

Wamsley, E.J. Trend. Cognit. Sci., 23:171-173, 2019.

Waking rest における記憶の固定についての mini-review.

Wittington, J.C.R. & Bogacz, R. Trend. Cognit. Sci., 23:235-250, 2019.

脳内の error back-propagation 理論について。

## 今月の認知神経科学の応用

ここでは応用研究の論文をわずか 2 行で紹介している。このサマリーを読まれて興味を持たれたら、是非論文に当たってもらいたい。多くの事項が抜け落ちているから。なお、しばしば出る長い単語は英語の短縮系にしたい。以下にその例をアルファベット順に挙げる。

- 前部 a, 尾側 c, 背側 d, 外側 l, 内側 m, 後部 p, 吻側 r, 腹側 v
- 前部帯状皮質 ACC, 聴覚皮質 ACx, 大脳基底核 BG, 尾状核 CAUD, 脳梁 CC, 背側注意系 DAN, デフォルト・モード・ネットワーク DMN, 有線領外身体領域 EBA, 嗅内皮質 ERC, 前頭皮質 FCx, 前頭眼野 FEF, 紡錘状回顔領域 FFA, 前頭頭頂皮質 FPC, 前頭頭頂ネットワーク FPN, 下前頭回 (皮質) IFG(C), 島皮質 Ins, 下後頭回 IOG, 下頭頂皮質 (小葉) IPC (L), 頭頂間溝 IPS, 下側頭回 ITG, 外側後頭皮質 (complex) LOC, 一次運動野 M1, 中前頭回 MFG, ミラー・ニューロン・システム MNS, 中側頭回 MTG, 内側側頭葉 MTL, 側坐核 NAcc, 後頭皮質 OCx, 後頭顔領域 OFA, 眼窩前頭部皮質 OFC, 後頭側頭皮質 OTC, 中脳水道周囲灰白質 PAG, 後部帯状皮質 PCC, 頭頂皮質 PCx, 前頭前野 PFC, 海馬傍皮質 (回) PHC (G), 運動前野 PMC, 海馬傍回場所領域 PPA, 後部頭頂皮質 PPC, 周嗅皮質 PRC, 脳梁膨大後部皮質 RSC, 一次体性感覚野 S1, 上前頭回 SFC, 補足運動野 SMA, 感覚運動皮質 SMC, 黒質 SN, 上頭頂皮質 (小葉) SPC (L), 上側頭回 (皮質) STG(C), 線条体 STR, 上側頭溝 STS, 側頭皮質 TCx, 視床 TH, 側頭頭頂接合部 TPJ, 一次視覚野 V1, 腹側被蓋野 VTA, 視覚的語形領域 VWFA
- アルツハイマー病 Alz, Behavioral Activation System BAS, Behavioral Inhibition System BIS, ブレイン・コンピュータ・インターフェイス BCI, ボディマス指数 BMI, 境界性人格障害 BPD, ドーパミン DA, dynamic causal modeling DCM, false alarm FA, Generalized anxiety disorder GAD, 独立成分分析 ICA, 知能指数 IQ, 長期記憶 LTM, 大うつ病 MDD, 多次元尺度構成法 MDS, ミスマッチ・ネガティビティ MMN, 月齢 mo, 強迫性障害 OCD, 主成分分析 PCA, 予測誤差 PE, 心的外傷後ストレス障害 PTSD, 急速連続視覚提示 RSVP, 反応時間 RT, 社会的不安障がい SAD, 短期記憶 STM, 定型発達 TD, 心の理論 ToM, ワーキング・メモリ WM, 年齢 y
- 聴性脳幹反応 ABR, 聴覚誘発電位 AEP, Blood-oxygen level dependent BOLD, ドーパミン DA, dynamic causal modeling DCM, 拡散テンソル画像法 DTI, 拡散強調画像法 DWI, 脳波 EEG, エラー関連負電位 ERN, 事象関連電位 ERP, 異方性比率 FA, (fractional) amplitude of low-frequency fluctuation (f)ALFF, 機能結合 FC, 機能的磁気共鳴画像法 fMRI, フィードバック関連負電位 FRN, just noticeable difference JND, 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

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

Matusz, P.J. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:327-338.

出現しつつある Real-world neuroscience のアプローチについての総説。

Mattson, M.P. (2019) *Trend. Cognit. Sci.*, 23:200-212.

食物の過剰摂取が認知を障害することについての進化的な展望。

**Köster, M. et al. (2019) *Neuroimage*, 188:181-187.**

個人ごとに決められた  $\theta$  周波数で視覚刺激 (もの) を提示することはそのものの記憶を高める。それは  $\theta$ - $\gamma$  coupling pattern による。

Belfi, A.M. et al. (2019) *Neuroimage*, 188:584-597.

参加者に pleasing と non-pleasing な絵をみせて fMRI で脳活性を計測。Pleasing な絵では DMN 等の活性が高まり、審美的な経験に対応する変化を示した。

Rihm, J.S. et al. (2019) *J. Neurosci.*, 39:888-899.

睡眠剥奪と過食は関係するが、それは睡眠の剥奪が視床下部の valuation signal と視床下部-扁桃核の結合を強めることによる、とする fMRI 研究。

Fickling, S.D. et al. (2019) *Brain*, 142:255-262.

アイスホッケーの試合での脳震盪の影響を聴覚 (N100)、注意 (P300)、認知 (N400) の ERP で検討。振幅と潜時の増加がみられた。return-to-play, post-season 時に影響が残存。

Ju, U. & Wallraven, C. (2019) *Neuroimage*, 188:1-13.

Driving game で baseline, 障害物、目標、スピードを制御し、game 中に fMRI で脳計測。Game の経験に対応し高次視覚処理 network, DMN, 情動領域に活性、game の decode も。

Mahjoory, K. et al. (2019) *Neuroimage*, 188:135-144.

安静時脳波の  $\alpha$  power と long-range temporal correlation, LRTC は、前者が持続的な抑制制御関連の課題と、LRTC は変化する課題の要求に応える phasic な注意、早い順応に関係。

Sun, J. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:1047-58.

言語的な創造性は IPFC, 楔前部、PHG の rsFC の時間的変動性、DMN 内、DMN と注意/感覚運動系、制御系と感覚系間の rsFC の変動性、小脳と制御系間の interaction が関係。

Tiberghien, K. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:453-467.

掛け算は記憶の想起によりなされるが、problem size と妨害がそれに影響する。行動と fMRI の研究は、成人では problem size がより重要な要素。九九の覚え方が日本と違う？

Chen, Y. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 124:311-321.

簡単な加算は大人では自動的なるが、それは sum-counting/min-counting strategy のいずれによるかを検討。Size congruency effect がないことから、min-counting strategy でない。

## 訓練と自己統制

Ott, T. & Nieder, A. *Trend. Cognit. Sci.*, 23:213-234.

前頭前野におけるドーパミンと認知制御に関する総説。

Shibata, K. et al. (2019) *Neuroimage*, 188:539-556.

Neurofeedback への疑問に、decoded neurofeedback, DecNef の成果で答える総説。

Ramot, M. & Gonzalez-Castillo, J. (2019) *Neuroimage*, 188:322-334.

Neurofeedback, NFB の手続きについての提案とその有効性の検討。

Ekanyake, J. et al. (2019) *Neuroimage*, 288:291-301.

顔と家を刺激とした視野闘争事態で、それぞれのカテゴリ関係の領域の活性を fMRI の NFB で変化させた結果、知覚に変化がみられた。NFB のところで紹介する。

Lee, D. et al. (2018) *Neuroimage*, 188:680-693.

NFB 訓練を挟んで、mental motor practice, MMP を行わせた。NFB は virtual navigation game だったが、MMP の活性が安定し、関連 network の node 強度、network 効率が上昇。

Steel, A. et al. (2019) *Neuroimage*, 188:524-538.

感覚運動訓練前後の rsFC の変化が訓練によるものか、time-of-day によるものかを検討。Time-of-day の rsFC の変化もあるが、訓練による変化はそれと区別可能だった。

Flegal, K.E. et al. (2019) *Neuroimage*, 188:111-121.

WM updating の訓練を成績により次第に難しいものにする adaptive training は、未訓練の episode 記憶の学習に転移し、WM 課題時の STR, 海馬の活性を低下させた、等の結果。

Föcker, J. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:377-389.

Game player の注意増加の視覚領野への影響を ERP で検討。Player の前方 N1, P2 の亢進から、それぞれ頭頂の注意機能、高次の知覚処理の効率化の高まりが考えられた。

Hagen, S. & Tanaka, J.W. (2019) *Neuropsychologia*, 124:44-54.

トリの専門家と素人に顔とトリの刺激を baseline と oddball の形式で提示し脳波を記録。専門家では後頭側頭の前部で、oddball への反応が顔とトリ間で相関し、共通基盤がある。

## 意思決定、報酬

Busemeyer, J.R. et al. (2019) *Trend. Cognit. Sci.*, 23:251-263.

Multi-attribute, multi-alternative, value-based decision の認知、神経的基礎の総説。

van den Berg, B. et al. (2019) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 14:173-187.

顔/家を選択する刺激-報酬連合の学習で視覚領野の役割を検討。1.4 s-1.8 s の feedback 処理では顔の試行で  $\alpha$  power が低下し、脳の活性化がみられ、報酬と連合の刺激へ注意が。

Bellucci, G. et al. (2019) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:165-176.

Trust game で fMRI の rsFC で trust/reciprocity の予測が可能か検討。Mentalizing 関係の DMN の subnetwork で t/r の予測が可能。FPN, 帯状弁蓋系で reciprocity の予測可能。

Falco, A. et al. (2019) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 14:141-149.

Ultimatum game で相手を自分/コンピュータで選ぶと、自分で選んだ方が良好な関係を築けた。ERP の P200 は自分が fair、競合的相手が unfair な offer で振幅増大などの結果。

Pornpattananangkul, N. et al. *Neuroimage*, 188:483-501.

Risky な意思決定では motivation 絡みの expected utility, EU と conflict 絡みの utility distance, UD が関係する。ERP、周波数分析から EU, UD 関連の活動と時間的変化を同定。

Schmidt, B. et al. (2019) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:187-196.

Gamble で pay-one/pay-all 条件の比較をした。Pay-one では risk aversion が増加し、脳波 (reward positivity) が減少した。

McCormick, E.M. et al. (2019) *Neuroimage*, 188:456-464.

13, 19, 44y の参加者で、fMRI による FC で群間と群内の個人の risky な意思決定を明らかにする model の検証。

Galaro, J.K. et al. (2019) *J. Neurosci.*, 39:1236-1248.

TMS による MEP で運動皮質の興奮性を計測し、incentive, motivation の影響を検討。Loss aversion が incentive への感度、将来の gain に対する皮質の感度を決定、等の結果。

## 社会認知神経科学

Shamay-Tsoory, S.G. et al. (2019) *Trend. Cognit. Sci.*, 23:174-186.

Social alignment の神経メカニズムに関する総説。

Van Overwalle, F. et al. (2019) *Cognit. Affect. Behav. Neurosci.*, 19:211-223.

社会的な mentalizing に関係する大脳-小脳の FC について検討。右後部小脳には TPJ さらには mPFC との FC があり、小脳の forward model の予測などへの役割が議論された。

Spiláková, B. et al. (2019) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 14:225-235.

協力/競争、同時/交代の interaction で二人の参加者の脳活性を fMRI で同時記録し検討。協力条件では mPFC 等社会認知領域、同時条件では SMA など運動 planning 等の領域が。

Bevilacqua, D. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:401-411.

高校の生物の授業中に生徒、先生の脳波の同期を記録し、授業法、授業内容の記憶を検討。講義/ビデオではビデオで生徒間の同期が、先生と生徒では両者の関係が記憶に影響した。

Knyazev, G. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 124:98-107.

情動刺激のカテゴリを predictor, reactive な社会的行動を outcome とすると、脳波で記録された右 TPJ の  $\theta$  活動が両者を mediate していた。それは 5 因子性格特性の調和性で顕著。

Doré, B.P. et al. (2019) *J. Neurosci.*, 39:1293-1300.

禁煙のメッセージに対する個人の喫煙抑制や集団の関連情報の収集は扁桃核、vmPFCの活性が関係する。ただし、これはこれらの領域の活性が情動制御に有効なレベルで起きる。

### 発達・加齢、母子関係

Sherbaf, F.G. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:1017-1036.

Fetal alcohol spectrum disorder の白質の微細構造の DTI 研究の総説。

Feldman, R. et al. *Nat. Rev., Neurosci.*, Feb13, 2019.

父親の育児の神経メカニズムとその意義についての総説。

Marecková, K. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:1244-1250.

妊娠 20w までに経験したストレスの影響を 23, 24y の参加者で検討。Mood dysregulation と全脳の灰白質容量低下、mid-dlPFC, ACC, 楔前部の灰白質容量の低下がみられた。

Herzmann, C.S. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:1174-1184.

Term-と very preterm-born の乳幼児の小脳の rsFC を検討。乳幼児では小脳内の homotopic の相関が強く、前後方向の anticorrelation が強固。Preterm は相関は低いと同じ傾向。

Rimol, L.R. et al. (2019) *Neuroimage*, 188:217-227.

極度の低体重の早産だった若い成人で、白質と灰白質の関係を検討。皮質の厚さは amPFC, OFC 等で増加したが、それは脳梁小鉗子の FA 低下によるものだった。

Jha, S.C. et al. (2019) *Cereb. Cortex*, 29:1139-1149.

生後 2w に MRI で皮質の厚さ、表面積を計測。前者は社会経済的、人種的な要因の影響が大きく、後者は性、誕生時の体重、妊娠期間などが関係した。

Wade, M. et al. (2019) *PNAS*, 116:18080-1813.

施設で養育された子供の 8, 12, 16y での記憶、実行機能を縦断的検討した結果、機能の低下が思春期まで持続し、里親の関与でそれが低減。8y の脳波  $\alpha$  power が将来の機能を予測。

Miller, J.G. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 124:117-124.

母子が独立/共同作業を行っている時の脳活性の同期を NIRS で計測。共同作業による脳活性の同期は特に右 dlPFC, 前頭極で、また母-息子で顕著。Attachment は同期と無関係。



Do, K.T. et al. (2019) Soc. Cognit. Affect. Neurosci., 14:129-139.

8-16y の参加者で向社会的行動 PB の発達を fMRI で検討。発達は 2 次関数的で、PB をみせた思春期初期の参加者は pSTS, 側頭極、IFG, dlPFC で cost が多い PB で活性大。

Camacho, M.C. et al. (2019) Neuroimage, 188:171-180.

約 8y と 27y の参加者で快、不快、中性ビデオを見せ、fMRI で脳計測。Valence, 年齢を classify できた。不快なビデオで年齢により感覚、社会情動から情動制御へ移行した。

Teeuw, J. et al. (2019) Cereb. Cortex, 29:0-15.

双生児が 9, 12, 17y の時に MRI で皮質の厚さを計測。厚さは遺伝的要因が強いが、青年期の皮質の thinning には遺伝的要因の変動と新たに出現した遺伝的要因の影響があった。

Strike, L.T. et al. (2019) Cereb. Cortex, 29:952-962.

22y の双生児で、皮質の厚さと表面積に対する遺伝的要因の検討を行った。表面積は関係が弱い、厚さは脳葉内では正の相関、葉間では負の相関があり、遺伝的共変動によった。

Nobukawa, S. et al. (2019) Neuroimage, 188:357-368.

約 23, 58y の参加者で安静時脳波の位相同期（機能結合）の時間的変動を検討。高齢者では前頭領域の  $\alpha$  帯域で時間的変動の増加がみられた。

Fernandes, C. et al. (2019) Cognit. Affect. Behav. Neurosci., 19:109-122.

約 27y, 45y, 68y の参加者で context (scenario) 後に、それに congruent, incongruent な顔を提示。高齢者は適切な顔の判断が低く、LPP も顔の適切さと関係なく同じだった。

Rabin, J.S. et al. (2019) Cereb. Cortex, 29:1251-1262.

63-90y の高齢者の縦断的な認知能力の変化は、特定の/全脳的な白質線維の拡散性の特性と関係するのかを検討。全脳的な拡散性の変化が関係し、それは amyloid の影響とは独立。

### 情動、不安、性格、個人差

de Brouwer, G. et al. (2019) Cognit. Affect. Behav. Neurosci., 19:1-39.

不安や OCD に関連した marble-burying test に関する総説。

Schneck, N. et al. (2019) Soc. Cognit. Affect. Neurosci., 14:163-172.

大切な人を失った参加者で、注意制御や故人の表象の fMRI 脳活性パターンを学習させ、

mindwandering 時にその出現を検討。注意は故人の表象が意識に上らないようにしていた。

Tuominen, L. et al. (2019) *Neuroimage*, 188:445-455.

恐怖の般化には知覚的な面とそれに合わない側面があるが、fMRI, SCR などによる検討では、前者の知覚面は aIns, SFG, 後者は PCC, 角回、海馬が関係した、その他の結果。

Cushing, C.A. (2019) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 14:151-162.

明瞭な averted-gaze の fear は大細胞系が関係し、扁桃核、OFC, 紡錘状皮質で早い  $\beta$  帯域波が、不明瞭な direct-gaze の fear は小細胞系が関係し右 OFC で  $\theta$  波が。MEG 研究。

Lin, Y. et al. (2019) *Soc. Cognit. Affect. Neurosci.*, 14:205-215.

Trait mindfulness と executive attention の関係を flanker 課題と ERP (P3) で検討。この trait の高い者は flanker の妨害が少なく、P3 が flanker の行動と executive attention を媒介。

Acosta, H. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 124:299-310.

健常者に囚人のジレンマゲームを行わせ schizotypy と mentalizing の関係を fMRI で検討。Interpersonal と disorganized の次元は自己処理や mentalizing の領域の活性と関係。

Piray, P. et al. (2019) *J. Neurosci.*, 39:1445-1456.

怒り/幸福な顔を手掛かりとした逆転学習で、社会的不安傾向の高い者は、怒りの顔を手掛かりとして始まった試行で、学習が乱れた。また、dACC の活性が学習と関連しなかった。

Kim, G.H. et al. (2019) *Cognit. Affect. Behave. Neurosci.*, 19:73-87.

Subjective memory complaint と抑うつを併発する患者の T1 強調画像、DTI では、併発しない者に比べ、楔前部と他の rich-club node の間の結合強度が減少していた。

### **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**

Zinchenko, A. et al. (2019) *J. Cognit. Neurosci.*, 31:442-452.

視覚探索で標的と妨害刺激の位置を固定すると成績がよくなる。妨害刺激を固定して標的を移動させ左前頭極皮質に反復 rTMS を与えると、新しい探索が阻害された。

Abellana-Pérez, K. et al. (2019) *Neuroimage*, 188:794-806.

平均 23y と 68y の参加者の DMN に間欠的な TBS を与え、rsFC と認知機能への影響を検討。若者と類似の rsFC を示した高齢者は 3 年後の検査でも認知機能の低下が減少、等。

McDermott, T.J. et al. (2019) Hum. Brain Mapp., 40:729-740.

OCx への anodal tDCS は flanker task を抑制し、MEG 計測によると、PFC の  $\theta$ 、OCx の  $\alpha$  帯域の自発活動を増加させ、課題中の PFC の  $\theta$  活動を減少させた。

Li, L.M. et al. (2019) Hum. Brain Mapp., 40:904-915.

右 IFG への tDCS の network への影響は極性と脳の状態（安静/課題）で異なる。Anodal tDCS は安静時、cathodal tDCS は課題時に強い効果。Network へも影響などの結果。

Kannape, O.A. et al. (2019) Neuropsychologia, 124:161-170.

ゴム手袋を使わない Real Hand Illusion を Mixed Reality の視覚触覚 feedback の遅延で作りに出し、右 PCx へ anodal tDCS を与えると、illusion が増し、ownership の感覚が低下。

Sheffield, A. et al. (2019) Europ. J. Neurosci., 49:250-262.

頭頂、後頭部で  $\alpha$  power を増加させる transcranial static magnetic stimulation, tSMS を左、右の dlPFC に与えたが、 $\alpha$  power に変化はなかった。他の領域の  $\alpha$ ,  $\theta$ ,  $\beta$  power に影響。

### 自閉症スペクトラム障がい ASD

Kozhemiako, N. et al. (2019) Hum. Brain Mapp., 40:987-1000.

6-26y の ASD と TD の男女で半球間の homotopic connectivity の発達的变化を比較した。ASD の男女と TD の男性は TD の女性と異なっており、ASD の男性脳の理論を支持。

Cauvet, É. et al. (2019) Cereb. Cortex, 29:1342-1350.

74 組の双生児で ASD, ASD 傾向と脳の容量、皮質の厚さ、表面積の性差を検討。女性のみで ASD 傾向の増加と側頭、前頭の皮質容量、表面積の減少の関係がみられた。

Huang, H. et al. (2019) Hum. Brain Mapp., 40:833-854.

複数の FC の network の情報を統合して ASD の診断を行う新しい方法の提案。

### 注意欠陥多動障がい ADHD

Rubia, K. et al. (2019) Neuroimage, 188:43-58.

右 IFG の fMRI neurofeedback による活性増加は dCAUD, ACC との FC を増加、DMN との FC を減少させ、それは症状の改善と関係した。Neurofeedback のところで詳しく紹介。

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

Ozernov-Palchik, O. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:855-867.

社会経済状態 SES が読みのスキルの発達に与える影響を白質線維の FA から検討。幼稚園期の下縦束の FA が 2 学年での読みの成績に関係。それは低い SES の児童でみられた。

Banfi, C. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:765-776.

Dyslexia と isolated spelling deficit の児童の白質線維の変化を検討。Dyslexia では上、下縦束など、後者の障害では弓状束で異なるパターンがみられ、側性化も健常と異なっていた。

### 感覚運動障がい、その他

Biotti, F. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 124:285-298.

発達性相貌失認 DP が統覚型の障害か、記憶の障害かを遅延見本合わせ、Cambridge Face Perception Test で検討した。いずれも、相貌失認は統覚型の障害であることを示した。

Corrow, S.L. et al. (2019) *Neuropsychologia*, 124:87-97.

DP の聴知覚、聴認知 (ピッチ、リズム、音声) を検討した。リズムには問題がなかったが、ピッチと音声の処理に問題がみられるケースがあった。

Albouy, P. et al. (2019) *Hum. Brain Mapp.*, 40:855-867.

先天性の失音楽者と control で語音と音の記憶の脳活性を fMRI で検討。失音楽者は音の記憶で右の ACx, IFG, dlPFC の活性低下、記銘時、維持期にこれらの領域間の FC 減少。

Han, P. et al. (2019) *Neuroimage*, 188:84-91.

嗅覚障がい者に情動写真を提示すると arousal の評定が低く、右海馬の活性の低下がみられた。また、健常者では嗅球の容量が情動写真への海馬、Ins の活性と正の相関を示した。