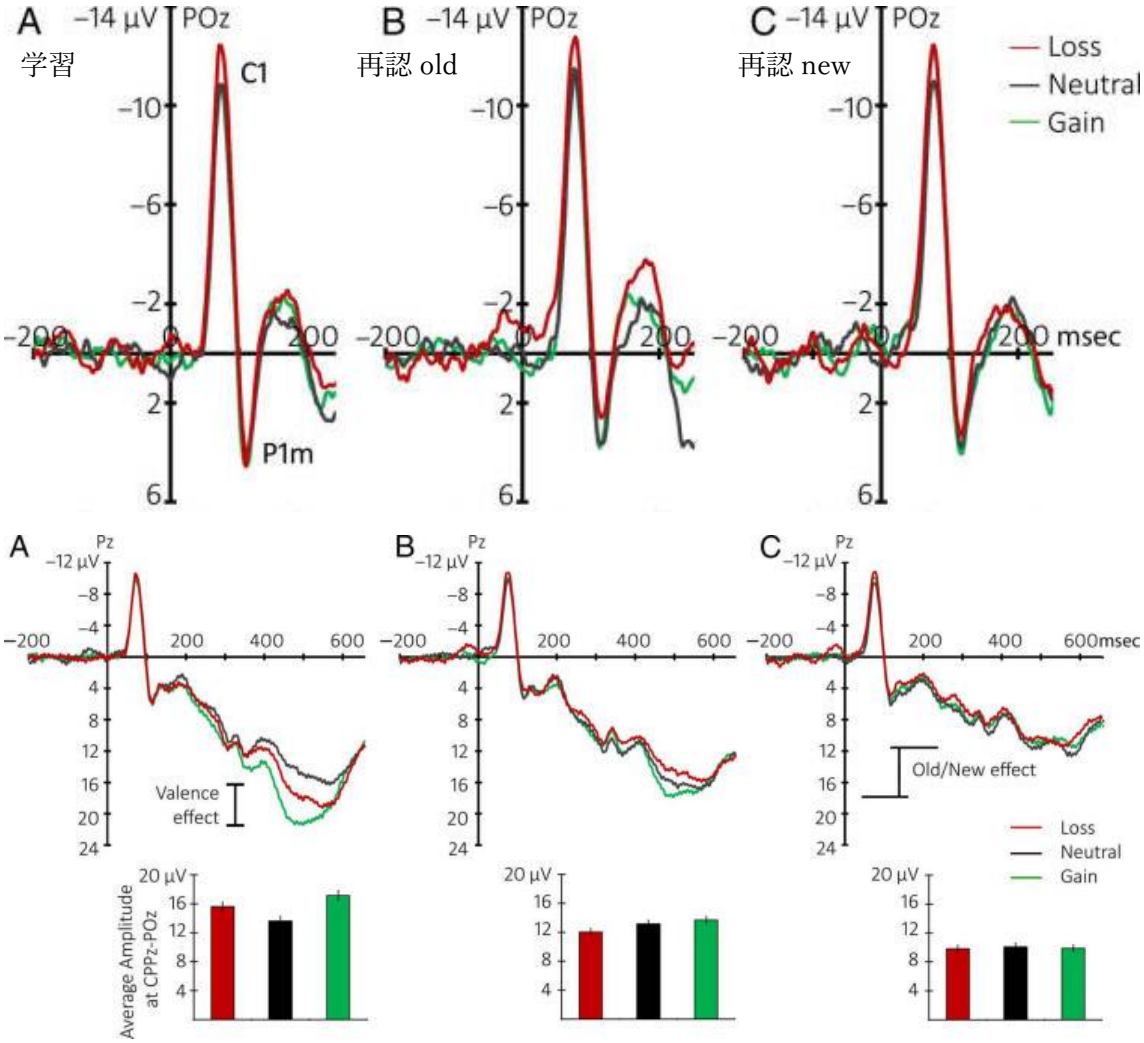
今月の認知神経科学：論文紹介

2017 年 5 月

Rossi, V. et al. Motivational salience modulates early visual cortex responses across task sets. J. Cognit. Neurosci., 29:968-979, 2017.

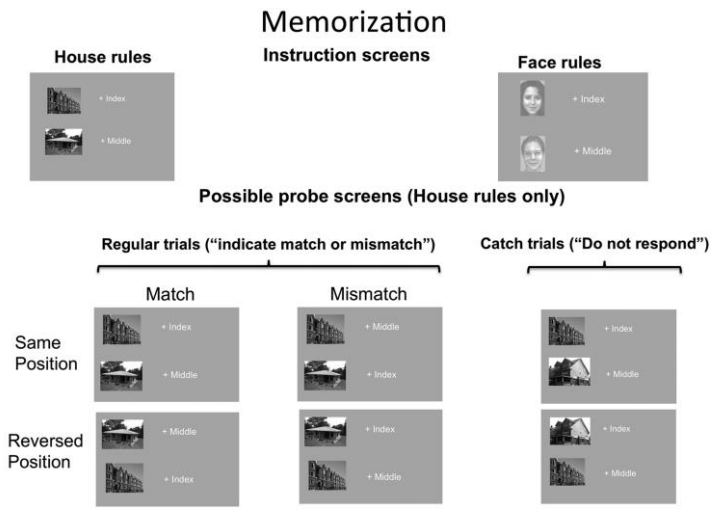
この論文は正負の valence（金銭的な gain と loss）が視覚の初期バッファ V1 の処理に与える影響と context や刺激への般化を事象関連電位 ERP で検討した。課題は 3 種類の視覚刺激と valence（中性もある）を結びつける学習とその後の再認課題がある。Context への般化は学習と再認（old）で、刺激への般化は 3 種類の刺激の新しい item（new）で検討した。



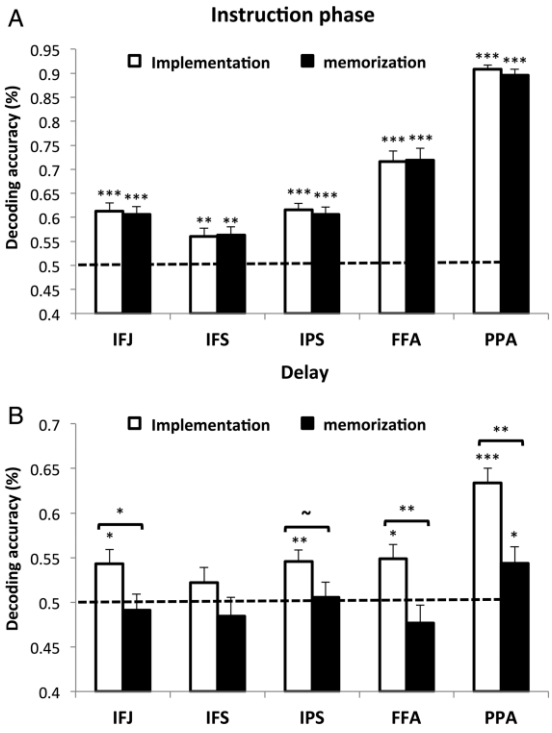
二つの図で A は学習成立後、B は再認課題の old 刺激、C は再認課題の new 刺激への ERP 反応。上図でわかるが、V1 では 75 ms あたりの反応は loss で大きく、context（B），刺激(C)の両方に般化が見られる。下図では gain でみられた P300 成分は連合学習（A）に限局しており、再認課題、新しい刺激には般化していない。

Muhle-Karbe, P.S. et al. Neural coding for instruction-based task sets in human frontoparietal and visual cortex. Cereb. Cortex, 27:1891-1905.

この論文は 2 つの教示 instruction が脳内でどのように表象されているかを fMRI データへの MVPA (decoding) で検討した。2 つの教示はブロック別になっており implementation (preparation) と memorization である。Memorization 課題で手続きを説明する。教示期は両方の手続きに差はない。上下に 2 つの家か顔とその横に人差し指、中指の文字が提示される。その後 0.8s-5.2s の遅延期がある。続く標的 (probe) 期を下図に示す (家の例のみ)。



表示される家の位置が同一、逆転の違いがあるが、重要なのは家と文字の関係が同じか逆転か (Match/Mismatch) で、それを人差し指と中指で答えることが求められる。なお、教示期にない新しい刺激が導入される catch 試行では反応をしない。この教示では家 (顔) と文字の関係を記憶するがすべき反応が前もって分かっていない。他方の教示の implementation 課題では、遅延後の標的期には教示期にあった家 (顔) の写真の一方が提示されるが文字 (指) はない。課題は教示期の写真と対になっていた指で反応すること。教示期になかった刺激が提示される catch trial もある。この教示では遅延期にすべき反応が分かっている。脳に関しては fMRI のデータに MVPA (decoding) を適用し、両方の教示の教示期と遅延期に家と顔の decode を行った。ROI や全脳的な decoding を行っているが、ここでは ROI の結果のみ紹介する。

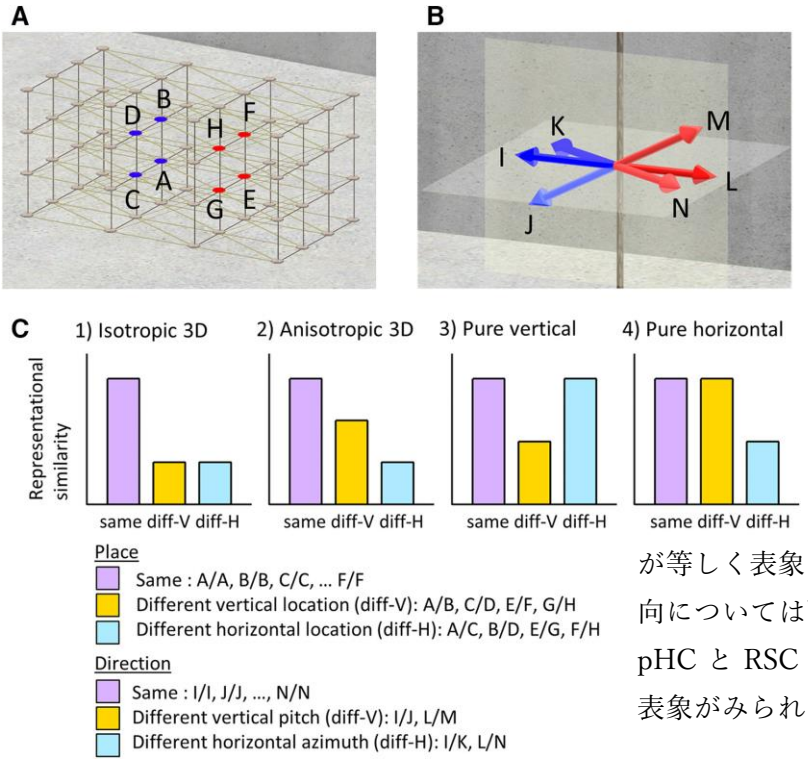


左図は教示期 (上) と遅延期 (下) の decoding の成績で、白が implementation, 黒が memorization の結果である。教示期の成績は遅延期よりも良いが、両教示で差はない。遅延期では 4/5 の領域で implementation の方が成績が良く、両教示で差が出た。ROI は IFJ:下前頭接合領域、IFS:下前頭溝、IPS:頭頂間溝、FFA:紡錘状回顔領域、PPA:海馬傍回場所領域。

マア、当然の結果かもしれない。

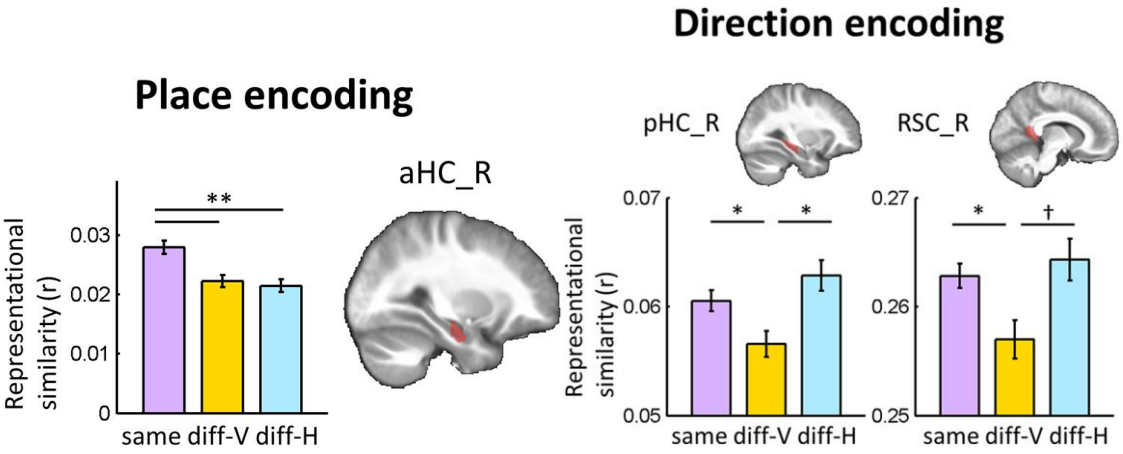
Kim, M. et al. Multivoxel pattern analysis reveals 3D place information in the human hippocampus. J. Neurosci., 37:4270-4279, 2017.

この論文は上図 A にある virtual な 3 次元の構造内を受動的に移動時に記録された fMRI による脳活性に MVPA (RSA) を適用して、位置と進行方向の表象を明らかにした。実験では 3D 構造に慣らした後に rollercoaster に乗って受動的に移動している時に fMRI の記録を行った。ROI は前部、後部の海馬（aHC, pHC)、後膨大部皮質 RSC, 嗅内皮質 EC である。上図 B は移動可能な 6 つの進行方向で、上図 C は位置と方向に関する仮設である。同じ位置、方向 same と位置、方向が垂直方向で異なる diff-V, それらが水平方向で異なる diff-H の条件で異なる表象類似性が考えられた。以下、位置で説明するが、垂直、水平方向の位置が等しく表象されていると 1) isotropic 3D のパターンとなる（same より低い)。



一方、垂直方向の位置のみが強く表象されていると図の位置 A と B の表象は異なり、類似性は減少し 3) Pure vertical のパターンになる。方向についても類似の説明を行う。

位置の結果を下図の左に示す。右の aHC では isotropic 3D のパターンになり、垂直、水平の位置が等しく表象（encode）されていた。方向については下図右にあるように、右の pHC と RSC で垂直（重力）方向優位の表象がみられた。



今月の認知神経科学の応用

ここのところ、脳画像の基礎的研究は落穂拾いをやっているような印象である。一方、応用的な研究は盛んで、研究のすそ野が広がっているといえなくもない。ただ、数百人単位の参加者の実験が多いことに驚かされる。脳画像データが組織的に蓄積されているのだろう。また、中国人研究者の論文が多いのも最近の傾向である。サルの unit recording 研究で活躍した日本の神経科学はどうなったのだろうか。

ここでは応用研究の論文をわずか 2 行で紹介している。しばしば出る長い単語は英語の短縮系にしたい。以下にその例を上げる。各項目アルファベット順である。

- 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，デフォルト・モード・ネットワーク DMN，紡錘状回顔領域 FFA，下前頭回 IFG，島皮質 Ins,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，眼窩前頭部皮質 OFC，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，運動前野 PMC，海馬傍回場所領域 PPA，後部頭頂皮質 PPC，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，上頭頂皮質（小葉）SPC（L），上側頭回 STG，線条体 STR，上側頭溝 STS，側頭頭頂接合部 TPJ，一次視覚野 V1，腹側被蓋野 VTA
- アルツハイマー病 Alz，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，ドーパミン DA，独立成分分析 ICA，長期記憶 LTM，多次元尺度構成法 MDS，ミスマッチ・ネガティヴィティ MMN，強迫性障害 OCD，主成分分析 PCA，心的外傷後ストレス障害 PTSD，反応時間 RT，短期記憶 STM，心の理論 ToM，ワーキング・メモリ WM
- Blood-oxygen level dependent BOLD，拡散テンソル画像法 DTI，拡散強調画像法 DWI，脳波 EEG，事象関連電位 ERP，異方性比率 FA，機能的磁気共鳴画像法 fMRI，脳磁図 MEG，運動誘発電位 MEP，磁気共鳴分光法 MRS，（機能的）近赤外線分光法(f)NIRS，構造的磁気共鳴画像法 sMRI，ボクセル単位形態計測 voxel-based morphometry VBM，視覚誘発電位 VEP

認知機能一般

Nikolaidis, A. et al. (2017) Cereb. Cortex, 27:2607-2616.

流動性知能と N-acetyl aspartate, NAA の関係を magnetic resonance spectroscopy, MRS で検討した。左の前頭―頭頂皮質が流動性知能と NAA に関係していた。

Lopata, J.A. et al. (2017) Neuropsychol., 99:246-258.
即興演奏では創造性が必要だが、その訓練を受けた音楽家はそうでないものより、前頭の EEG の upper alpha-band activity の増加が顕著だった。

Volberg, G. et al. (2017) Neuropsychol., 99:101-111.
文字－色の共感覚で、inducer である文字を左、右の視野に提示し、EEG を計測した。右視野に文字を提示した時に theta power が増加し、source は左紡錘状回にあった。

Collins, E. et al. (2017) PNAS, March 20, E2806-E2815.
相対的な数量の評価を単眼、両眼で行わせたところ、単眼、皮質下で成績がよかった。それは 3:1, 4:1 以上の比で見られ、これは新生児や動物の結果とマッチした。

訓練と自己統制

Amad, A. et al. (2017) Cereb. Cortex, 27:2010-2021.
週 3 回、8 週間のドラムの訓練が安静時機能結合に持つ影響を検討した。pSTG と PMC や運動領野、右 PCx との結合が増加、小脳との結合が減少した。

Della-Maggiore, V. et al. (2017) Cereb. Cortex, 27:1748-1757.
Sensorimotor adaptation の長期記憶の固定を fMRI による機能結合で検討。訓練により M1, PMC, PPC, 小脳、被殻の結合が増加し、成績と相関。5.5 h 後が最強だった。

Qi, S. et al. (2017) Cognit. Affect. Behav. Neurosci., 17:516-527.
Reappraisal には detached と positive がある。その違いを ERP の後正電位 LPP で検討。両者とも LPP を減少させたが、前者の方が早く起こり、LPP の減少も大で、効果も持続。

Deak, A. et al. (2017) Cognit. Affect. Behav. Neurosci., 17:528-541.
マキアヴェリアンに情動写真を提示し、それを正反対の context で再解釈することを求め、fMRI で計測。写真に情動領域が活性、再解釈で側頭領域が活性。柔軟で、合理的情動処理。

意思決定

Hampton, W.H. et al. (2017) Neuroimage, 150:336-343.
報酬への衝動性は vSTR と vmPFC, dlPFC との線維結合に、運動の衝動性は dSTR と SMA との結合に関係することを DWI で明らかにした。

社会認知神経科学

Eggebrecht, A.T. et al. (2017) Cereb. Cortex, 27:1709-1720.

共同注視の開始 IJA に関係する脳の大規模 network を fMRI で検討した。IJA は視覚と背側注意 network との結合、視覚と DMN の PCC の間の結合と関係していた。

発達・加齢

Cao, M. et al. (2017) Cereb. Cortex, 27:1949-1963.

Postmenstrual age 31.3-41.7 の preterm, term の乳児で安静時の脳の機能結合の発達を検討した。運動や感覚の一次領域の結合強度や分化が顕著で、preterm 児の脳の発達も予測可。

Mahmoudzadeh, M. et al. (2017) Cereb. Cortex, 27:2500-2512.

Preterm の乳児の音声知覚（ba/ga, 男性/女性）を ERP で検討。音声の処理に対応して 4 つのピーク、反復抑制、MMN がみられた。誕生前に音声知覚の能力が備わっている。

Loutier, L. et al. (2017) Hum. Brain Mapp., 38:2345-2358.

26-32 週齢の preterm の早産児で側頭 network の発達の指標の側頭 theta 徐波 TTA-SW を記録し電源を検討。その電源は聴覚と側頭の接合域にあり、刺激とは独立した内発的活動。

Menegaux, A. et al. (2017) Neuroimage, 150:68-76.

早産だった成人の視覚的 STM の問題と後視床方線、脳梁膨大部の FA の関係を DTI で検討。後視床方線では STM と FA の関係が健常と反対になり、膨大部も関係が異なった。

Caldinelli, C. et al. (2017) Neuroimage, 150:373-382.

極度に早産だった成人（平均 19 歳）で、記憶関連の線維束（帯状束と脳弓）と認知機能の関係を検討。線維束の容量の低下と言語情報の統合や視空間記憶に障害があった。

Geng, X. et al. (2017) Cereb. Cortex, 27:1795-1807.

1，2 歳児で脳の structural covariance と maturational covariance network の発達を functional network との関連で検討。Structural network に先行して functional network が活動。

Bray, S. (2017) Hum. Brain Mapp., 38:2398-2407.

7-18 歳の参加者で灰白質容量、脳血流量、BOLD 反応の低周波変動の振幅の発達的変化とそれらの関係を検討。これらは年齢による変化があったが、相互に独立の傾向だった。

Church, J.A. et al. (2017) Cereb. Cortex, 27:2139-2153,

9 -15 歳の児童と成人で、cue 付きの task-switching 課題の cue（準備）期と実行期の脳活性を fMRI で検討。cue 期の認知制御的活動は児童では弱く、参加者の年齢内で発達あり。

Curzietti, M. et al. (2017) Brain Lang., 169:48-56.

20-85 歳の参加者で単語と symbol 列を使った語彙決定課題中に ERP を記録し、N170 成分を中心に加齢の影響を分析。N170（単語＞symbol）は維持、N170 潜時は年齢で増加。

Andrews, B. et al. (2016) Neuropsychol., 99:121-127.

若者（平均 22 歳）と高齢者（70 歳）で光による影で 3D の知覚を検討。若者は左からの光源と判断する傾向が強いが、この laterality は高齢者では減少し、line bisection と相関。

Tremblay, P. et al. (2017) Hum. Brain Mapp., 38:2751-2771.

平均 27 歳の成人と 68 歳の高齢者で加齢による speech の運動制御を行動と fMRI で検討した。加齢により speech の速度や変動が大になり、運動、実行機能の領域で活性が大に。

Fjell, A.M. et al. (2017) Cereb. Crtex, 27:2303-2317.

加齢による実行機能の低下が構造的 sMRI、機能的結合 fMRI の変化によることを若年、中年の成人と高齢者で検討。特に構造的な結合が加齢による機能低下に関係。

情動、不安、性格、個人差

Paquola, C. et al. (2017) Hum. Brain Mapp., 38:2709-2721.

子供時代の虐待と最近のストレスが精神障害の発症に及ぼす影響について cumulative stress と mismatch 仮説があるが、sMRI, 機能結合の研究は両説が異なる側面に関与。

Ohashi, K. et al. (2017) Neuroimage, 150:50-59.

子供時代に虐待を受けた若い成人の脳の network を DTI と tractography に graph theory を適用して検討した。虐待の程度で違いが見られたが、それは抑うつや不安などと無関係。

Sussman, T.J. et al. (2017) Cereb. Cortex, 27:2695-2707.

脅威の予期的刺激が degrade された表情の判断に与える影響を ERP と fMRI で検討。判断は促進され、予期刺激は後正電位と STS の活性を、判断刺激への扁桃核の活性を増加。

Petro, N.M. et al. (2017) J. Cognit. Neurosci., 29:93-967.

有害な条件反射で BOLD 単独と VEP-BOLD coupling で、恐怖刺激に対する視覚領野の

top-down 的 modulation を検討。後者の方法が MFG からの top-down の影響を示した。

Anderson, N.E. et al. (2017) Cognit. Affect. Behav. Neurosci., 17:491-515.
Psychopathy で注意と情動処理の関係を、implicit, explicit, attention-facilitated な情動処理、情動刺激への vigilance で検討した fMRI 研究。Psychopathy の 2 要因も絡めて検討。

Klaasen, N.G. et al. (2017) Hum. Brain Mapp., 38:2722-2733.
Set-shifting は apathy に関係。fMRI で behav. switch, cognit. switch, salience decoupling 中の脳活性を計測。Apathy は Cognit. Set-shifting で mSFG, 小脳 Crus I/II の活性低下。

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

Spagnolo, P.A. & Goldman, D. (2017) Brain, 140:1183-1203.
依存性の障害に対する TMS, tDCS, 深部脳刺激による介入の総説。

Määttä, S. et al. (2017) Hum. Brain Mapp., 38:2599-2615.
TMS と EEG の組み合わせで、子供から成人までの皮質の運動回路の発達を検討。TMS による脳波の複雑性が増すなど、発達で運動系の興奮性が高まった。機能結合の変化を反映。

Green, A.E. et al. (2017) Cereb. Cortex, 27:2628-2639.
前頭極皮質への tDCS が創造性を増すことを、analogical reasoning と動詞生成課題の変法（relational creativity paradigm）で明らかにした。

Maréchal, M.A. et al. (2017) PNAS, 114:4360-4364.
正直さと自己の利益が相反する状態で、右 dlPFC に anodal tDCS を与えると、正直さが増加した。

Samaei, A. et al. (2017) Europ. J. Neurosci., 45:1177-1185.
平均 69 歳の高齢者で小脳に anodal tDCS を 20 分与え、serial RT task への影響をみた。刺激後 35 分、48 時間後に課題の RT と誤反応率の減少が見られた。

Antonenko, D. et al. (2017) J. Neurosci., 37:4065-4073.
高齢者の左感覚運動野に anodal tDCS を与え、MRS で GABA の変化、fMRI で機能結合の変化を検討。GABA は低下、機能結合は、半球間も含め、低下し、efficiency が増した。

自閉症スペクトラム障がい ASD

Bednarz, H.M. et al. (2017) Brain Lang., 169:39-47.

ASD は読解に障がいがみられるが、その脳内機構を fMRI で検討した。その結果、左 IFG と左下後頭回間の機能結合が低下、左 IFG と左視床の機能結合が読解能力と関係。

Sharda, M. et al. (2017) Cereb. Cortex, 27:1849-1862.

ASD の言語、伝達能力と脳の関係を新しい structural covariance network, SCN の観点から検討。ASD では皮質の構造と前頭－側頭の SCN に問題があった。

Igelström, K.M. et al. (2017) Cereb. Cortex, 27:2617-2627.

ASD で TPJ の構造と小脳との機能結合を安静時 fMRI データに ICA を適用して検討した。TPJ は健常と差がなく、右 dTPJ と左小脳の Crus II の間の結合が低下していた。

Khundrakpam, B.S. et al. (2017) Cereb. Cortex, 27:1721-1731.

6-35 歳の 266 名の ASD の皮質の厚さの発達を調べた。ASD で皮質は厚く、それは左半球に側性化していた。成人になるに従い差はなくなった。厚さは症状の重篤度と関係。

Conti, E. et al. (2017) Hum. Brain Mapp., 38:2333-2344.

三歳以下の ASD と知的、言語障がいの脳の繊維束の比較を sMRI, DWI で行った。ASD では streamline や FA などの指標が、前頭、側頭 node や大脳基底核で過剰な結合を示した。

Hashemi, E. et al. (2017) Cereb. Cortex, 27:1931-1943.

死後の ASD の PFC (BA46, 47, 9) の GABA 性の介在ニューロンの 3 subtype の数を計測した。その結果、parvalbumin+の介在ニューロン数が減っていた。Excite/inhibit に関係。

注意欠陥多動障がい ADHD

Neely, K.A. et al. (2017) Neuropsychol., 99:172-178.

成人の ADHD で Go/No-Go RT 課題と連続的 grip force 課題により抑制機能を検討。ADHD は No-Go で抑制に失敗し、force は大きく、変動が大だった。後者が症状を予測。

von Rhein, D. et al. (2017) Hum. Brain Mapp., 38:2359-2369.

ADHD の報酬処理を金銭的 incentive delay 課題に ICA を適用し、fMRI による大規模 network と関連付けた。ADHD は報酬関連の salience と executive network の結合が弱い。

Chen, J. & Niemeier, M. (2017) Neuropsychol., 99:12-23.

一般に左視野へのバイアス pseudoneglect はノイズで増加するが、ADHD では pseudoneglect はみられず、ノイズは左右いずれのバイアスももたらさないなどの結果。

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

Wang, Y. et al. (2017) Cereb. Cortex, 27:2469-2485.

家系的に dyslexia の risk のある子どもの pre-reading から読字獲得の期間の白質、白質線維の発達を検討。白質の発達、弓状束の側性化、上縦束の発達などが reading に関係。

感覚運動障害

Gori, M. et al. (2017) Neuropsychol., 99:350-359.

聴覚、視覚、両方の刺激の時間的な知覚の課題で、聴覚を回復した障がい児は通常みられる聴覚優位がなく、通常みられない両刺激での gain があった。言語発達と関連あり。

その他の障がいなど

Ren, P. et al. (2017) Neuropsychol., 99:199-206.

統制の所在 Locus of control には自己解決と他者依存がある。軽度の認知障害では難しい認知課題で自己が減少、他者が増加するが、それには右の扁桃核の機能結合が関係した。

Whiteford, K.L. & Oxenham, A.J. (2017) Neuropsychol., 99:213-224.

失音楽が pitch の障害にとどまるのかを、超楽音の非常に高い周波数での弁別、幅と速度が異なる FM, AM の検出、連続、discrete な FM の比較で検討。すべてで障害が見られた。

Canna, A. et al. (2017) Europ. J. Neurosci., 45:1129-1140.

fMRI, DTI などで拒食、過食者の半球間の機能的、構造的な結合を検討。左右の対応する領域の灰白質容量、脳梁繊維の FA, 半球間 spectral coherence で異常が見られた。

Prehn, K. et al. (2017) Cereb. Cortex, 27:1765-1778.

閉経後の肥満の女性でカロリー制限が記憶や脳の構造（VBM)、機能（安静時 fMRI）に与える影響を検討。再認記憶の向上、IFG, 海馬の灰白質の増加、海馬-PCx の機能結合が weight loss 期にみられた。