

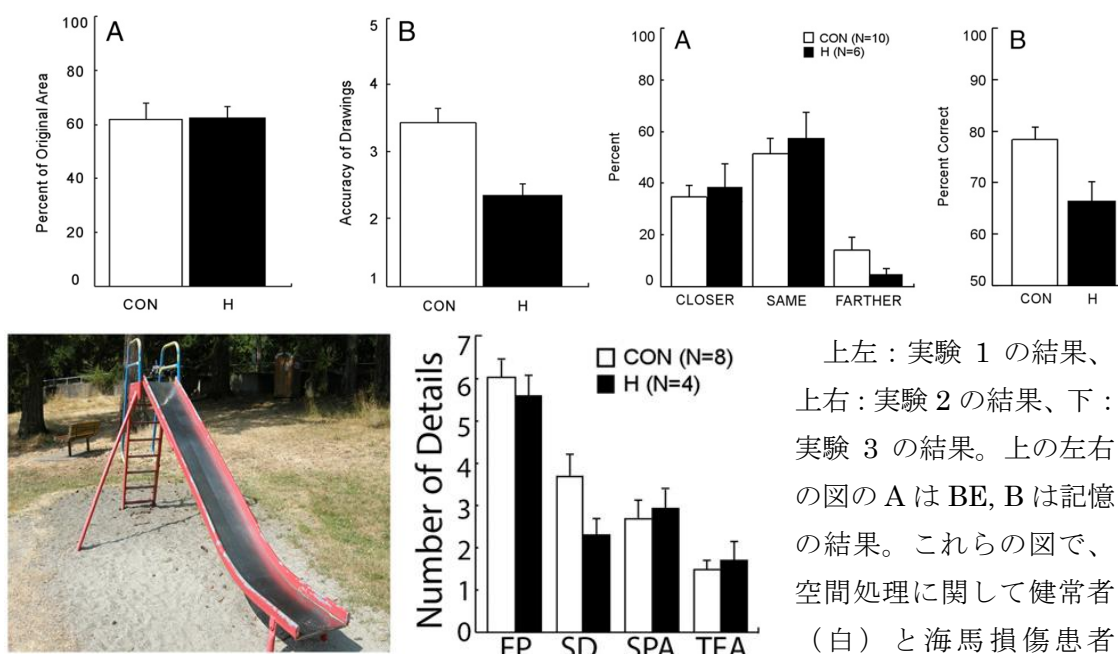
今月の認知神経科学：論文紹介

2015年5月

Kim, S. et al. Memory, scene construction and the human hippocampus. PNAS, 112:4767-4772, 2015.

この論文はテキストと図があっておらず、また、理解しにくいところがあるので注意。

ヒトの海馬の機能を記憶と空間処理で考える立場がある。この研究は損傷が海馬に限局した患者、海馬と周辺部も損傷した患者、健常者で記憶と空間機能を検討し、海馬の機能は記憶にあると結論した。空間機能は boundary extension (BE), scene construction (SC) で検討したが、BE は対象がより大きな背景を持つ傾向をいう。実験 1 ではものの写真を見せ、その後記憶に基づいて見たものを描かせ、ものが占める面積を写真と画で比較した (BE では一般に面積は小さくなる)。実験 2 では 2 枚の同じものの写真を 250ms の mask を挟んで提示した。課題は 2 番目の写真が最初の写真よりも近い、遠いかを 5 段階で答えること。ただし、写真は完全に同じである。最初の刺激をみた時、参加者は BE の影響でより広い視野のもので対象をみる。第 2 の刺激をみた時にはその影響で一般により近くにみえる。実験 3 では下の滑り台などの刺激を見せ、身を引いて広い視野で見た時、どのように見えるかを想像させた。口頭で答えた内容は細分、分節化され、以下の 4 つのカテゴリに分けられた。EP: entities present, SD: sensory description, SPA: spatial references, TEA: thoughts/emotions/actions.



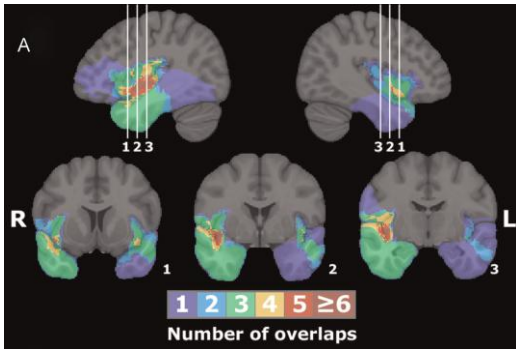
上左：実験 1 の結果、
上右：実験 2 の結果、下：
実験 3 の結果。上の左右
の図の A は BE, B は記憶
の結果。これらの図で、
空間処理に関して健常者
(白) と海馬損傷患者
(黒) で差はほとんどみ

られない。ところが、記憶の結果は海馬損傷で成績の低下がみられている。これらの結果から、ヒトの海馬の機能は空間処理よりも記憶にあるとした。

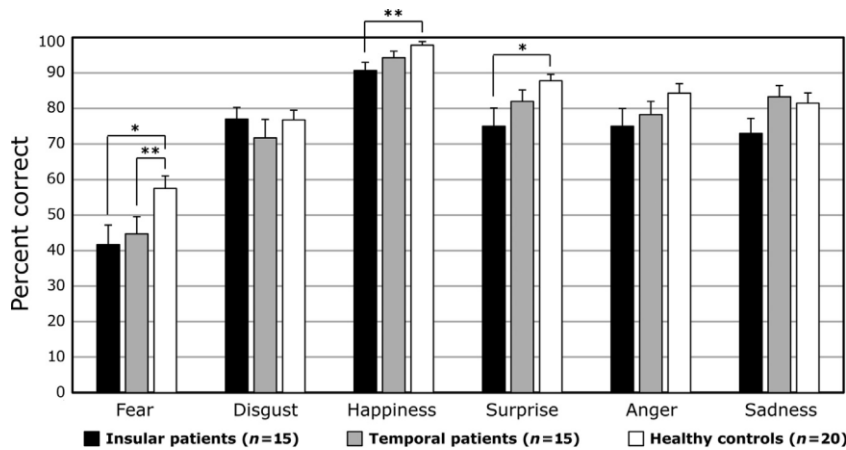
Boucher, O. et al. Social information processing following resection of the insular cortex. *Neuropsychol.*, 71:1-10, 2015.

Belfi, A.M. et al. Damage to the insula is associated with abnormal interpersonal trust. *Neuropsychol.*, 71: 165-172, 2015.

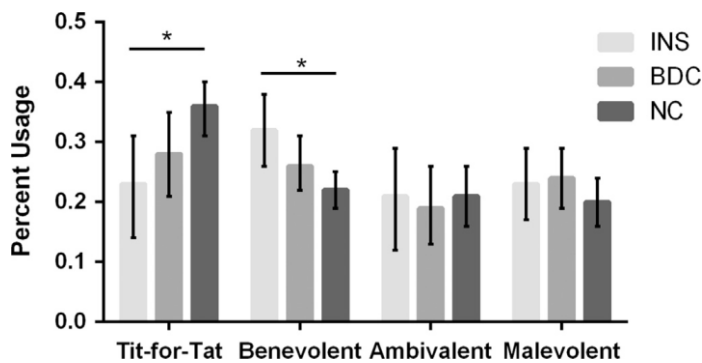
Neuropsychologia に島皮質の切除、損傷患者の社会的刺激の処理の論文があったので、紹介する。Boucher らの研究では、テンカン抑制のために片側の島皮質を除去した患者と、島皮質は残っている前部側頭葉切除のテンカン患者、健常者で、表情判断、心の理論関連課題、共感の質問紙を実施した。下の脳の図は 15 名の島皮質切除部位の患者間のオーバー



ラップである。下の棒グラフは表情判断の結果で、健常者と比べて、fear, happiness, surprise で成績が悪い。fear に関しては側頭葉切除も成績が低下している。なお、両切除群には差がない。心の理論関連課題 Reading the Mind in the Eyes test も健常者より成績が悪い。共感関連の質問紙では Perspective Taking scale で健常者よりスコアが低かった。

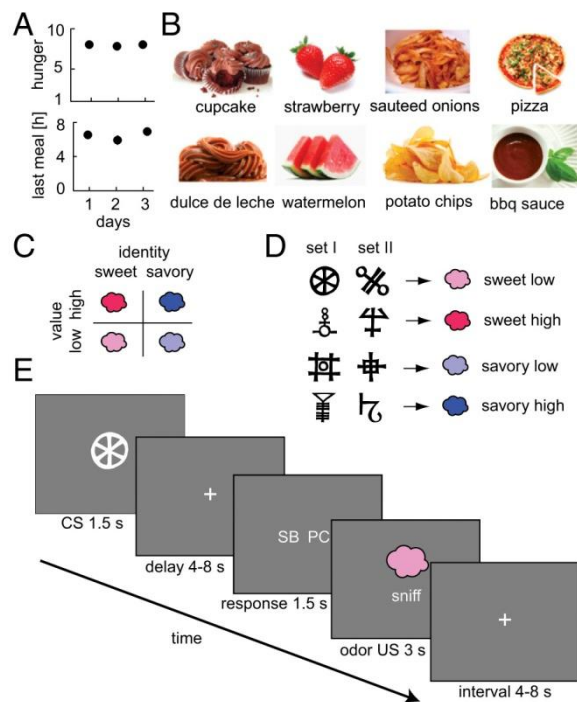


Belfi らの実験は、島皮質損傷患者、島皮質は問題ない脳損傷患者、健常者で、信頼関係を問題にした。課題は Trust Game で投資者 Investor と被信託者 Trustee の役割がある。



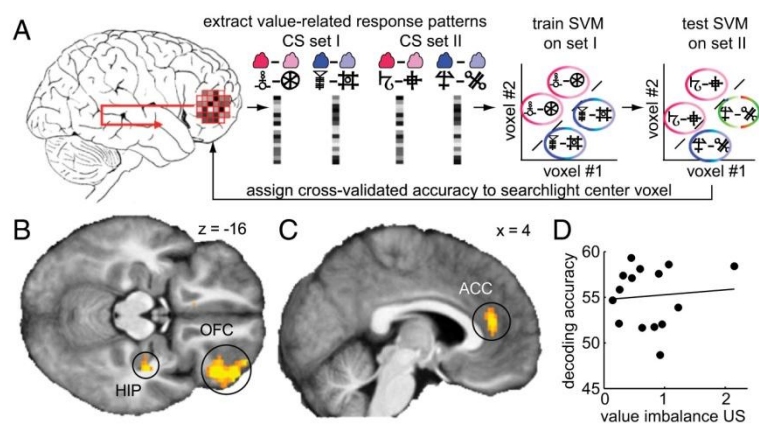
役割は交代するが、通常は相手からの利益により、相互の信頼が増減する。左に結果を示すが、島皮質患者は、健常者に比べて、仕返し Tit-for-Tat が少なく、情け深い Benevolent な傾向が強かった。

Howard, J.D. et al. Identity-specific coding of future rewards in the human orbitofrontal cortex. PNAS, 112:5195-5200, 2015.



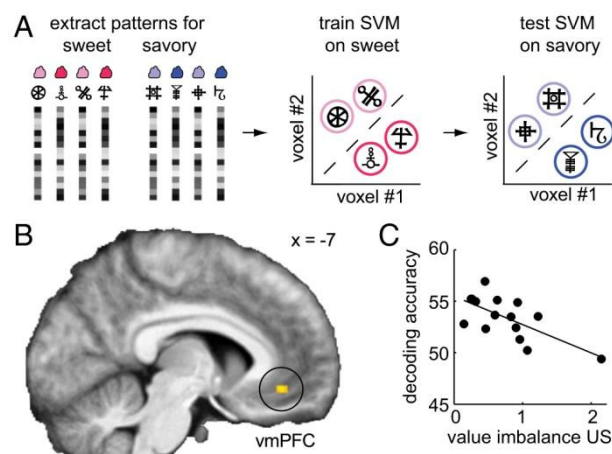
この論文は、上図 B にあるように、それぞれ 4 種類の甘い食べ物、塩からい食べ物 identity とそれらの程度の高低 value の予測の脳内機構を調べたもの。実験は条件づけて、2 種類の図形と甘・塩、高・低の食べ物の匂いが対にされた (左図 D, E)。fMRI でそれぞれの食物に対する脳活性が計測され、そのデータに decoding (MVPA) が適用された。

まず、味 identity に特異的な value のコードが検討された。CS 提示中にそれぞれの味で value の活性に差がある領域を求め、その領域に cross-validated support vector machine, SVM を適用



し、両方の味を区別できるか、検討した。結果が中図で眼窩前頭部 OFC、海馬 HIP、前部帯状回 ACC で区別ができ、味ごとに value をコードしている領域である。

次に、味 identity には関係なく、value をコードする領域を検討した。甘み、

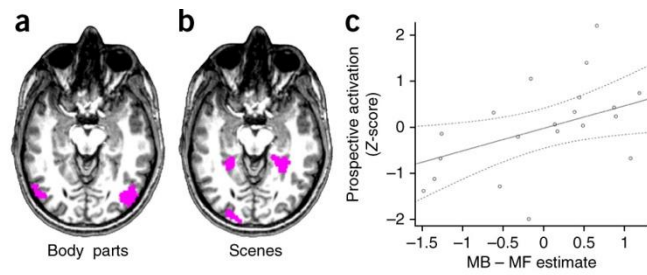
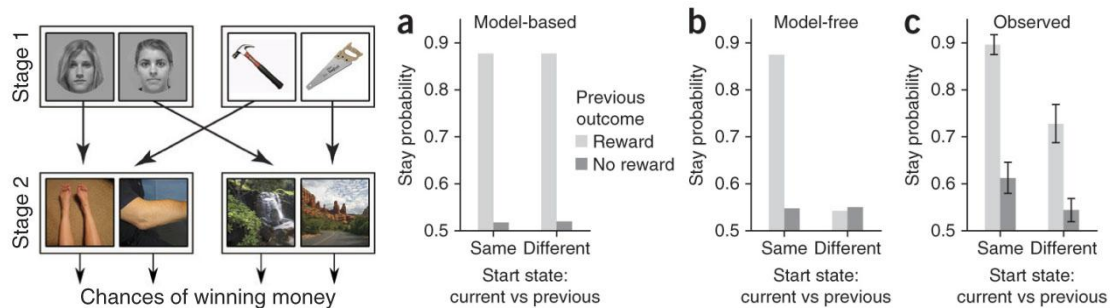


塩味的一方で SVM で訓練をして、value が区別できることを確かめ、その後にもう一方の味で value の区別ができるかを調べた。結果が、下図で、腹内側前頭前野 vmPFC で区別ができた。味に関係なく value をコードする領域である。

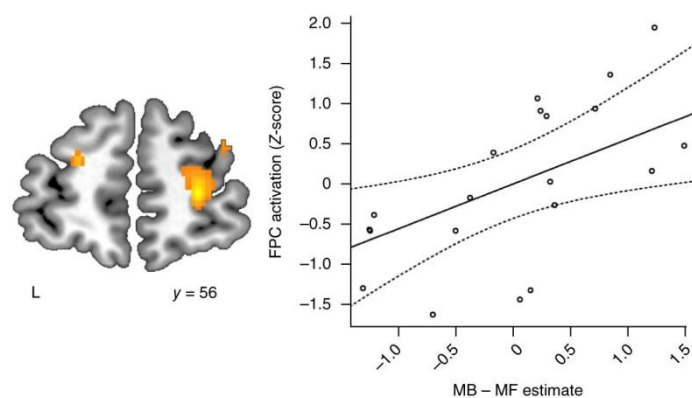
なお、OFC は梨状皮質、vmPFC は扁桃核と結びつきが強い。

Doll, B.B. et al. Model-based choices involve prospective neural activity. Nature Neurosci., 18:767-772, 2015.

Model-free な意思決定と異なり、model-based な評価は内部的な順モデルに基づいて行われるので、行動の結果を予測する過程が含まれると考えられる。この論文はこの点を検討したものである。手続きは下図左にあるように 2 段階の選択課題で、第 1 段階では顔/道具が提示され、それらの一方を選択すると身体部位/風景が提示される第 2 段階になる。図の矢印にある刺激を選択すると報酬を得る可能性がある。報酬は 0.25-0.75 の間で変動。なお、catch trial があり、第 2 段階の刺激は提示されない。下図右 a, b, c にモデルの予測と行動の結果がある。横軸は第 1 段階の現試行と前試行の同異、縦軸は前試行の選択を維持する確率である。薄い棒グラフは前試行で強化あり、濃い棒グラフは強化なしの条件。結果は c にあるが、両モデルの予測の hybrid になった。



Model-based と model-free の差、縦軸は脳の活性で、選択された第 2 段階のカテゴリ（例えば、身体部位）とされなかったカテゴリ（風景）関連領域の活性の差。Model-based の傾向の強い参加者ほど選択されたカテゴリ領域の予期的な活性が強い。他に、前頭極皮質（FPC,



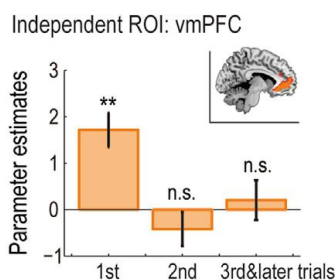
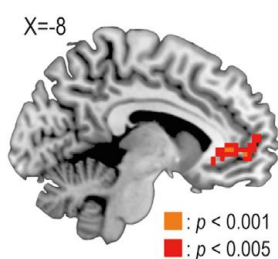
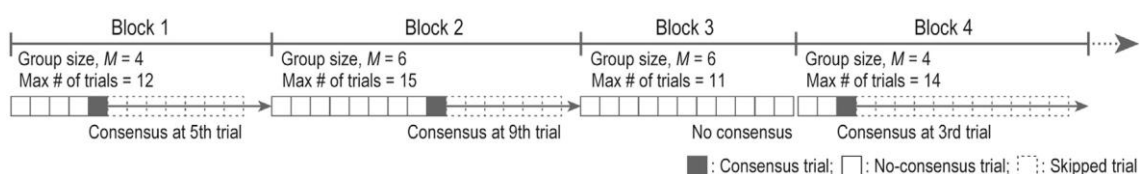
予期的活性は catch trial で第 2 段階のカテゴリ（身体部位/風景）に関する領域（左図 a, b）の活性で検討した。結果は左図 c で、横軸は model-

based と model-free の差、縦軸は脳の活性で、選択された第 2 段階のカテゴリ（例えば、身体部位）とされなかったカテゴリ（風景）関連領域の活性の差。Model-based の傾向の強い参加者ほど選択されたカテゴリ領域の予期的な活性が強い。他に、前頭極皮質（FPC, 左図）や背内側前頭前野で model-based の傾向と予期的な脳活性の間に正の相関があった。図を入れられないが、model-free に関する被殻の予測誤差活動は、model-based の傾向や予期的な活動と負の相関がある。

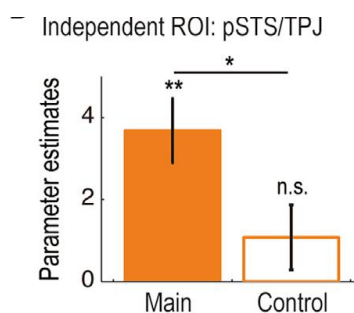
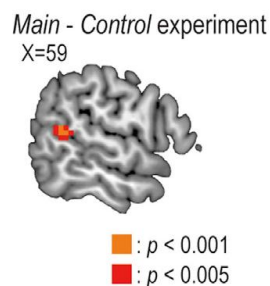
Suzuki, S. et al. Neural mechanisms underlying human consensus decision-making.

Neuron, 86:591-602, 2015.

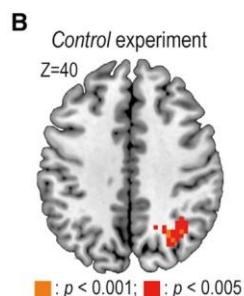
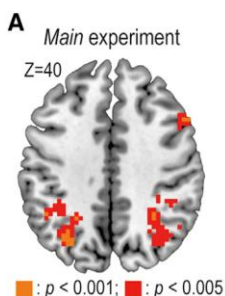
この論文は集団のコンセンサスに基づく意思決定の脳内機構を検討したものである。実験では参加者の一人が MRI 装置に入り、3-5 人が装置外で実験に参加する。実験の流れは下の図にあるが、参加者たちは各ブロックで2つのもの（例えば、ビスケットとキットカット）の間の選択が求められる。参加者たちで選択が一致すれば（コンセンサスに達すれば）全員がそのものを得ることができ、次のブロックへ進む。コンセンサスを得るまでの最大試行数があり、それを越えると何も得られず次のブロックへ進む。コンセンサスに至るには3つの要因がある：参加者個人の偏好、参加者たちの前の試行における選択、参加者たちの選択の経緯から推測される選択肢の stickiness である。ここでは、紙幅の関係で簡略化して説明している。ぜひ、論文に当たって欲しい。



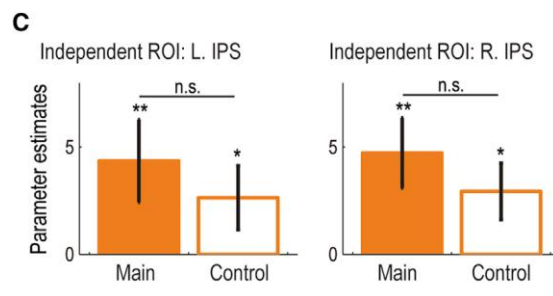
左上図は参加者個人の偏好と関連する腹内側前頭前野 vmPFC の活性で、第1試行で有意な活性がある。



左中図は参加者たちの前の試行における選択と関連した後部上側頭溝/側頭頭頂接合部 pSTS/PTJ の活性で、Control では人でなくコンピュータ・プログラムが参加。



左下図は両側の頭頂間溝 IPS が stickiness に関係することを示した。



なお、これらの活性は背側前部帯状回 dACC で統合される。

今月の認知神経科学の応用

以前も書きましたが、応用研究が増えてきています。研究の流れでしょうか。

Farah, M.J. (2015) *Neuron*, 86:34-37.

神経工学 *neurotechnology* の発展で生じる倫理的な問題を、幅広い立場から議論するための *toolbox* の提案。

Purcell, R.H. & Rommelfanger, K.S. (2015) *Neuron*, 86:356-359.

インターネットの脳トレプログラムがもつ新たな倫理的問題を論じている。

Bilek, E. et al. (2015) *PNAS*, 112:5207-5212.

Jiang, J. et al. (2015) *PNAS*, 112:4274-4279.

それぞれ、fMRI と近赤外線分光法 (NIRS) で、複数の参加者の脳の活性を同時記録し、社会的な交互作用やその結果を検討した。新しい研究法。NIRS では母子間などで比較的容易に実施できるだろう (これは個人的な意見)。

Wan, X. et al. (2015) *Nat. Neurosci.*, 18:752-759.

将棋を利用して、攻めと守りのストラテジーの脳内機構について検討した。前部帯状回に守り、後部帯状回に攻めのストラテジーがあり、背外側前頭前野が両者を比較する。

Noble, K.G. et al. (2015) *Nat. Neurosci.*,

3-20 歳の参加者 1099 名で、家庭の収入、両親の教育程度が脳の構造にどのような影響を与えるかを検討した。これらの点で不利な子供で認知関連領域の表面積に影響があった。

Samanez-Larkin, G.R. & Knutson, B. (2015) *Nature Rev. Neurosci.*, 16:278-289.

高齢者の意思決定を情動-統合-動機づけ (AIM) の枠組みで、情動や動機づけが意思決定にどのように関係するかを理解しようとする。

Takeuchi, H. et al. (2015) *Cerebral Cortex*, 25:1188-1197.

児童のテレビの視聴と脳の灰白質/白質の容量との関係を横断、縦断的に検討した。多くの正の関係が見られたが、前頭極皮質との正の關係に注目した。

Astle, D.E. et al. (2015) *J. Neurosci.*, 35:6277-6283.

児童にワーキング・メモリ (WM) の訓練を行い、訓練、非訓練課題への影響をみるとともに、前頭頭頂皮質と後頭側頭皮質の機能結合などを検討した。プラスの影響を得た。

Zhang, G. et al. (2015) *Human Brain Mapp.*, 36:1705-1715.

WM のリアルタイムの fMRI neurofeedback 訓練の効果を検討した。この訓練は行動レベルで有効だったが、前頭頭頂、デフォルト・モードの機能結合の再構造化が関係した。

Gerson, S.A. et al. (2015) *J. Cognit. Neurosci.*, 27:1207-1214.

幼児に運動訓練を行うことと運動の観察を行うことが、運動知覚の脳内過程にどのように影響するかを、脳波の mu power で検討した結果、前者が有効だった。

Nottersheim, A. et al. (2015) *J. Neurosci.*, 35:6696-6702.

運動系列の記憶の固定に睡眠がどう影響するかを、訓練からテストまでの時間、訓練から睡眠までの時間を操作して検討した。睡眠は運動系列の安定化に寄与していた。

Jax, S.A. et al. (2015) *Neuropsychol.*, 71:46-51.

脳卒中などのリハビリとして利用されている mirror illusion の健常者による基礎研究。経頭蓋直流刺激 tDCS を運動皮質に与えると illusion が増加した。

Mengarelli, F. et al. (2015) *Cerebral Cortex*, 25:1219-1227.

背外側前頭前野 dlPFC への tDCS による認知的不協和の研究。左の dlPFC への陰極刺激は認知的不協和を減少させた。

Moxon, K.A. & Foffani, G. (2015) *Neuron*, 86:55-67.

Brain-Machine Interface, BMI は失われた機能の補綴 neuroprosthetic として利用されているが、神経科学の基本的な問題（例えば、対象-観察者の二重性）にも関連する。

Gautam, P. et al. (2015) *Human Brain Mapp.*, 36:2318-2329.

妊娠中の母親の飲酒の影響を、7-16 歳の参加者で脳の白質と皮質下の灰白質の容量とその発達過程を、知能、行動、実行機能と関連付けて検討した研究。

Zheng, Y. & Liu, X. (2015) *Neuropsychol.*, 71:173-180.

刺激希求特性 sensation seeking trait の高い者と低い者で risk に対する脳の反応を脳波で検討した。高い者は risk 予期と結果の appraisal の段階で反応が弱かった。

Cheng, W. et al. (2015) *Brain*, 138:1382-1393.

Resting 時の fMRI による機能結合を自閉症者 ASD と健常者と比較した。表情の表出、心の理論、自己感に関係する脳領域間の結合が減少していた。

Byrge, L. et al. (2015) *J. Neurosci.*, 35:5837-5850.

17名のASDと健常者にテレビの社会的なコメディ番組を見せてfMRIで脳の活性を検討した。5名のASDで特異的な脳活性がみられ、社会的認知に問題があった。

Khan, S. et al. (2015) *Brain*, 138:1394-1409.

児童期から青年期のASDと定型発達に皮膚に振動刺激を与え、脳磁図MEGにより機能結合を比較した。また、安静時のmu-rhythmも検討。結合の方向と広がりをも問題にした。

Nomi, J.S. & Uddin, L.Q. (2015) *Neuropsychol.*, 71:201-216.

ASDの顔の処理の脳内過程に関する総説。紡錘状回顔領域、扁桃核、上側頭溝といった個別的な領域の不活性でなく、皮質、皮質下のネットワークで顔処理を捉える。

Uddin, L.Q. (2015) *Trends Neurosci.*, 38:261-263

2月に紹介したHahamy et al. (2015) *Nat. Neurosci.*の論文を評価し、ASDでは機能結合が減少する/増加するといった見方は単純すぎると批判。

Valk, S.L. et al. (2015) *Human Brain Mapp.*, 36:2364-2373.

子供と成人ASDの脳の構造的な結合の異常性をlarge multicenter datasetで検討した。内側前頭前野の皮質が厚く、そこと内側頭頂葉などとの結合covarianceの減少がみられた。

Lombardo, M.V. et al. (2015) *Neuron*, 86:567-577.

ASDの幼児では4歳児までに言語発達に違いがでてくるsubgroupがある。言語発達が悪いsubgroupではspeechに対する上側頭皮質の不活性があり、予測に利用できる。

Dickinson, A. et al. (2015) *Europ. J. Neurosci.*, 41:1095-1101.

視覚刺激の傾きの弁別閾がpeak gamma frequency (pgf)と自閉症傾向と関連することが分っているので、pgfと自閉症傾向の関係を調べた。両者には正の相関があった。

Tegelbeckers, J. et al. (2015) *Human Brain Mapp.*, 36:2049-2060.

注意欠陥多動障がい(ADHD)のsalientな刺激への反応をodd-ball課題で検討した。ADHDでは無関係な新奇刺激への反応が亢進し、familiarな刺激への慣れが低下していた。

Jednoróg, K. et al. (2015) *Human Brain Mapp.*, 36:1741-1754.

フランス、ポーランド、ドイツのおよそ10歳の読字障がい児童で障がいと灰白質容積の関係を検討した。従来の結果を再現できなかった。

Ehrlich, S. et al. (2015) Human Brain Mapp., 36:1772-1781.

急性の拒食症で安静時に fMRI で脳活性を計測し、機能結合を検討した。その結果、視床－島皮質の結合が低下していた。この結合はホメオスタシスや痛みに関連する。

Opel, N. et al. (2015) Human Brain Mapp., 36:2330-2337.

肥満 obesity の人の脳が食物に関連する刺激に異常な反応をすることは知られているが、反応が食物に特異的なのか、一般的な報酬かは分っていなかったが、後者だった。

Comte, M. et al. (2015) Human Brain Mapp., 36:2207-2214.

情動的な葛藤状態で、不安傾向が外側前頭前野 IPFC の情動制御機能にどのような影響を持つかを検討した fMRI 研究。前部帯状回の活性が増大、そこと IPFC との結合が減少した。

Eden, A.S. et al. (2015) J. Neurosci., 35:6020-6027.

不安傾向と扁桃核－前頭前野の線維連絡を検討した研究。不安傾向は右の扁桃核－腹内側前頭前野、眼窩前頭部と、reappraisal は左の扁桃核－前頭前野が関係していた。

Ryan, K.A. et al. (2015) Brain, 138:1424-1434.

大うつ病と双極性のうつ病は mood disorder が共通するが、その中間の phenotype を実行機能と fMRI による脳機能画像計測から検討した研究。

Thompson, S.M. et al. (2015) Trends Neurosci., 38:279-294.

抑鬱の興奮性シナプス仮説の提唱。前頭前野、海馬、側坐核などのグルタメート・シナプスがストレスなどで変調を起し、報酬系に影響を持つことで障害が発生すると考える。

Sandi, C. & Haller, J. (2015) Nature Rev., Neurosci., 18:290-304.

ストレスは社会行動に大きな影響を与える。また、社会行動は幼児期の不幸が関係するが、それは時期と遺伝要因が絡む。その脳の構造、機能、分子の研究の総説。

Cohn, M.D. et al. (2015) Human Brain Mapp., 36:2396-2405.

若者の精神病質 psychopathy と resting state network の機能結合を、尊大で虚偽的な対人関係、感情の欠落、衝動的/無責任の三つの要因で検討した。

Decety, J. et al. (2015) Human Brain Mapp., 36:2015-2026.

精神病質者に、傷害か援助で終わる二人の人間のやり取りのビデオを見せ、fMRI で脳活性を記録し、主人公の情動を同定させた。同定は正確だった。両ビデオで脳活性に差あり。

Philippi, C.L. et al. (2015) *J. Neurosci.*, 35:6068-6078.

精神病質者の安静時の機能結合を、デフォルト・モード、前頭頭頂、帯状-弁蓋の 3 つのネットワークで検討した。精神病質の 2 つの factor と 4 つの facet で検討した。

Chalavi, S. et al. (2015) *Human Brain Mapp.*, 36:1692-1704.

解離性同一性障害と心的外傷後ストレス障害における海馬とその subfield の容量減少が、子供の時期の心的外傷経験と解離症状に関係していた。