

## 意識状態の変容と脳内ネットワーク

弘光 健太郎

私たちの意識は、たとえば起きているときのような覚醒状態、眠っているときのような睡眠状態、何かに集中しているとき、あるいは集中が途切れて散漫になっているときなど様々な状態が移り変わっている。このような日常的な意識の状態がある一方で、瞑想中の意識状態や解離などの精神疾患に見られるような特異的な意識の状態も知られている。この特異的な意識状態は、変性意識状態と呼ばれ、人為的、自発的とを問わず、心理的・生理的・薬物的などの方法によって生じた状態であって、正常の覚醒状態に比べて心理的機能や主観的経験における著しい異常性や変容を特徴とし、なおかつ、体験者自身が主観的にその状態を認識できる状態とされている(斉藤, 1981)。この変性意識状態については、坐禅やヨーガなどの瞑想法によって到達するいわゆる「良い」意識状態がある一方で、解離などに見られる現実から分離した感覚や体外離脱体験を伴う、いわゆる「悪い」意識状態も報告されている。いずれの意識状態においても、近年の研究から脳の機能が密接に関わっていることが分かってきている。本稿では、変性意識状態と脳との関連を概観しつつ、同時に身体内部の感覚との関連を見ながら、瞑想中の意識状態と脳状態の関連をネッ

トワークの観点から調べた研究を紹介する。

まず、脳の障害によって意識状態に変容を来した症例について見ながら、脳機能と変性意識状態との関連を見ていく。患者は48歳、右手利きの女性で、記憶障害を主訴に近医を受診した。脳画像検査の結果、脳の左半球の後部帯状回と呼ばれる領域に腫瘍性の病変があることがわかり、それを取り除くために開頭手術が行われた。患者が示した意識状態の変容は、いわゆる体外離脱体験であり、「私は私自身の身体を目の前にしてその後ろから見ているんです。」とその意識状態を報告してゐる (Hiromitsu et al., 2020)。患者は、腫瘍摘出前の約1ヶ月の間に、日常生活において数回体外離脱体験を経験したと報告している。その時期以前および腫瘍摘出後にそのような体験はないとのことであった。その経験についてインタビューをおこなった際、患者は詳細にその様子を述べた。まず日常生活において、気づくと自分の(物理的)身体を少し斜め上から見ている状態がある、というのである。さらに、前にいる自分の身体は動いているが、後ろの自分は動けない。そして、後ろにいろのが自分であるが(本体/考えている私)、同時に目の前で動いているのも自分であるとわかる、と述べている。このように「私」という意識が物理的な自己身体から遊離しているかのような状態は、意識というものが魂のような何かであるというオカルト的な思想を焚きつける一方で、腫瘍という脳の障害によって、不可分であるはずの自己と身体の同一性が損なわれるという、科学的に重要な知見を提供する。そしてそれを裏付けるかのように、脳の腫瘍を取り除く手術を施行した後では、体外離脱は起こらなくなった。実際、体外離脱体験のような意識状態の変容は、脳の障害によって引き起こされることが、本邦に限らず世界的に報告されている(たとえば、Blanke et al., 2004)。体外離脱体験のような意識状態の変容が引き起こされる症例においては、脳の側頭頭頂接合部という領域に損傷があるケースが多い。先に紹介した症例の損傷領域は後部帯状回であるが、この領域は側頭頭頂接合部と解剖学的に強いつながりを持つ。この側頭頭頂接合部という領域は様々な感覚入力統合を行っている領域であり、その統合が阻害された結果、視覚情報や聴覚情報などによって自分がこの世界(空間)内のどこ

にしているのが曖昧となり、体外離脱体験が引き起こされると考えられている (Blanke et al., 2004)。このように、脳機能が私たちの意識状態について一定の役割を担っている可能性が伺い知れる。

また、私たちの意識状態は、身体における感覚入力からも影響を受ける。様々な身体への感覚入力が意識状態に寄与しているという点からその変容を捉える場合、古典的な心理学の実験である感覚遮断実験の報告も意識状態の変容を考える上で有用な知見を提供する。感覚遮断実験では、視覚・聴覚・触覚などの感覚入力を数日間制限する。そのような状況においては、健常者であっても、時間や空間の感覚や自分自身についての感覚が失われて世界との一体感が生じることが報告されている。さらに、人によっては、妄想や幻覚あるいは体外離脱体験といった意識状態の変容が生じることが報告されている (Heaton, 1967)。本来であれば外界に対して向けられるはずの注意や事象に対する予測が、感覚入力が制限されることによって、内部に対してのみ向くようになったことで、通常時とは異なる意識的体験がもたらされると考えられている。心理学の分野では一般的に、このような意識状態の変容についての知見は、私たちが通常経験する外界からの感覚入力の必要性を示唆するものである。しかし一方で、瞑想における世界との一体感や無我の境地、瞑想修行者が経験する妄想や幻覚といった負の側面と類似する点も一考に値するだろう。では、なぜ外界からの感覚入力を断つということが瞑想の意識状態と類似してくるのであろうか。そこには次のような共通点があると考えられる。感覚遮断実験では、外界からの感覚入力を断つことで、自ずと身体内部の感覚、すなわち呼吸や内臓の感覚に意識が向くようになる。同じように、たとえば瞑想の数息観においては、「端坐して身体と心と呼吸を整える」と表現されるように、身体内部の感覚や呼吸の感覚に注意を向けることがその導入に用いられる。このように、両者には身体内部の感覚に注意を向けることが共通しており、いま挙げたような呼吸や心拍、内臓などの身体内部の感覚は内受容感覚と呼ばれる。普段、この内受容感覚に対して意識を向けることは少ないが、注意を払えば自分の心拍、呼吸、内臓などの状態に気づくことができるものである。瞑想の観点から内受容感覚について調べた研究は

多く、実際に、瞑想の訓練を行うと内受容感覚の感度が良くなることが知られている。例えば、一定の時間内で自分の心拍がいくつあったかを答える課題において、心拍をカウントする精度が、9ヶ月の瞑想訓練を行うことで次第に上昇することが報告されている (Bornemann & Singer, 2017)。同様に、自分の呼吸の強さをレバーの動きで回答する課題を行わせた研究では、瞑想経験者の方が非経験者に比べて自分の呼吸の状態を正確に把握していることが明らかにされている (Daubenmier et al., 2013)。瞑想中の意識状態の内実にまで迫る研究はまだ多くないが、少なくとも身体内部の感覚である内受容感覚に注意を向けることと瞑想中の意識状態には関連があるものと思われる。

そこで、私たちの研究グループでは、心拍や呼吸といった内受容感覚に注意を向けたときと、瞑想をしているときの意識状態がどの程度類似しているのかを知るための足がかりとして、脳の状態がどれくらい似ているのかを調べるパイロット実験を行ったので紹介したい (今水・浅井・弘光, 2021)。ヒトの意識状態の中身そのものを知ることには非常に困難である一方で、先に見たように意識状態と脳機能との関連に基づいて、脳の状態から意識状態を理解しようとすることは可能であると考えられる。このような方法を用いる背景には、意識や心的機能が脳に還元できると考える立場があり、意識状態を反映しているはずである脳を測ることによって、意識状態の変容を捉えたいという動機がある。これから紹介するパイロット実験は、脳の機能的なネットワークを指標として、内受容感覚に注意を向けているときと瞑想をしているときの状態を比較したものであるが、ここでの脳の機能的ネットワークとはそもそも、脳の中の神経細胞が情報伝達を行いながら巨大な神経ネットワークを形成していることに端を発する。しかし従来は、たとえば視覚や運動などの基本的な脳機能だけでなく、注意や実行機能といった高次脳機能においても単一の領域が担っているという機能局在と呼ばれる考え方が主流であった。これは19世紀前半に流行したフランツ・ガルの骨相学に端を発しており、その後のブローカによる発話の中枢の発見、ウェルニッケによる言語理解の中枢の発見と続き、その礎を確固たるものとしてきた歴史的背景がある。このような機能局在の考え方は現代におけるMRIを用いた機能マ

ツピング研究に引き継がれ（たとえば、Kanwisher et al., 1997）、多くの成果を残してきた。実際、瞑想と関連する脳領域においても、たとえば、前部帯状皮質はヴィパッサナー瞑想者で強く活動し、島皮質はMBSRという瞑想のトレーニングなどを行った後に呼吸に注意を向けると脳の前部との結合が強くなり、扁桃体などの情動に関連する領域の活動は瞑想のトレーニング後に低下することが知られている（Lang et al., 2015）。このような領域と特定の機能とを対応させることにより、多くの領域が瞑想に関わっていることが明らかにされてきたが、一方で、どの領域が最も瞑想に寄与しているかを考えると、その中核的な領域を見出すことは難しい。これは機能と領域が一对一でなく、多対多で対応していることを示唆している。そこで、脳のネットワークにおいては、これまで機能局在と呼ばれてきた単一の領域だけから機能を考えるのではなく、複数領域から機能を考える。たとえば、何かに注意を向けるといった機能は単一の領域でなく、脳の表面と深部を含んだ複数の領域のつながりによって表現されることが明らかになっている（石合, 2015）。実際の臨床現場では、教科書的にはこの障害が起こるべきという領域の損傷においても、全く異なった症状が見られることが間々ある。これは私たちの脳機能がネットワークによって体現されていることを示唆し、このネットワークを基盤として脳は様々な機能のバランスを取っていると考えることができる。このネットワークは、これまでの研究から脳の中に複数あると考えられている。たとえば、視覚、聴覚、運動などの基礎的な機能に特化したネットワークや、外部世界に対して積極的に注意を向けるときに重要な役割を果たす注意のネットワーク、体の状態や外界の顕著な刺激を見つけ出す顕著性ネットワークなど、人間の脳の中には10〜20くらいの大規模なネットワークが存在すると言われている。

このような脳の機能的ネットワークの中でも瞑想と関係が深いと言われるのが「デフォルト・モード・ネットワーク」である。デフォルト・モード・ネットワークは、何か課題を行っているときよりも、安静にしているときの方が良く活動するという特徴を持っている。この機能的ネットワークには複数の脳の領域が含まれるが、その領域は主に、

前頭前皮質や後部帯状回、頭頂葉の後部である。ワシントン大学のレイクルらによるポジトロン断層法(PET)を用いた報告において、安静時に特有の脳の機能的ネットワークの1つとして「デフォルト・モード・ネットワーク」と命名されて以来(Raichle et al., 2001)、デフォルト・モード・ネットワークで見られる上記の脳領域は、解剖学的にも機能的にも、互いに密接に結合したネットワークを形成することが示されてきた。デフォルト・モード・ネットワークは、将来や過去のことを考える、瞑想・内省する、予期できない事態に備えるなど、外界の刺激に注意を向けているときよりも、自己関連の処理や自己の内面を意識するときに活動すると考えられている。自己の内面に意識を向けるときに活動することから、デフォルト・モード・ネットワークは瞑想との関連が注目されてきたが、瞑想経験者と非経験者を比較した研究によれば、むしろ瞑想経験者の方がデフォルト・モード・ネットワークに含まれる領域の活動は低いことが分かっている(Brewer et al., 2011)。一方、デフォルト・モード・ネットワーク内のさまざまな領域で、脳の機能的な結合性(脳活動の時間相関)を調べると、瞑想の経験者の方が非経験者より結合性が上昇している領域同士があることが分かった。たとえば、デフォルト・モード・ネットワークの中でも中心的な役割をしていると考えられる、後部帯状皮質と前頭前皮質の結合性の上昇が確認されている。このような結果は、瞑想経験者においてデフォルト・モード・ネットワーク内の領域の繋がりが強くなっていたことを示唆しており、自己の内面に意識を向けるという瞑想という行為が脳内の特定のネットワーク内の結合性を変化させた可能性が考えられる。

少し前置きが長くなるが、実験内容について記述する前に、脳内の機能的なネットワークが具体的にどのような調べられるのかについて確認をおきたい。いま紹介したような脳内の機能的なネットワークは、主に機能的磁気共鳴画像法(Functional Magnetic Resonance Imaging: fMRI)を用いて調べられることが多い。この方法では、fMRIの高い空間解像度を利用して脳の各領域の活動の時間的な変動を調べることで、一定程度のつながりのある領域同士(すなわち脳の機能的ネットワーク)を明らかにすることができる。ここではfMRIを用いた基本的な機能ネットワークの調



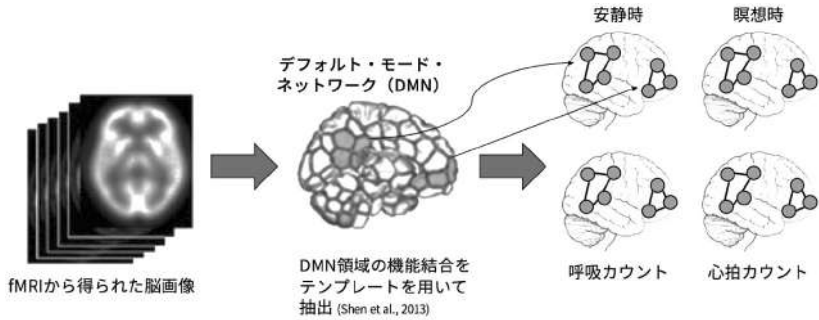


図1 脳内ネットワーク解析手順の概要

べ方を説明する。通常、脳の機能ネットワークを調べるときには、実験参加者にMRI装置の中で5〜10分間安静にしてもらうことが多い。実験によっては、何か課題を行ってもらったり、動画を見てもらったりすることもある。このような安静時や課題時に脳全体の血流画像をfMRIで計測する。このようにして得られた画像から脳の様々な領域の血流の時間変動を調べる。その上で領域ごとの時間変動を2つずつ組にして変動の類似性(時間相関)を求める。同じような時間変動(正の相関)をしている領域同士は互いに密に繋がっているが、互いに無関係な時間変動(無相関)をしている領域同士は繋がりがほとんどないと考えられている。また、一方の領域の活動が上がれば他方の領域の活動が下がるような(負の相関)領域同士は、互いに抑制関係にあると考えられている(今水, 2017)。脳全体における各2領域の相関は、そのすべての組み合わせを表現した結合パターン(相関行列)として表すことができる。このような結合パターンは、人間であれば基本的なパターンはほぼ同一である一方で、個人によって少しずつ違うこともある。指紋と同じように個人を特定できる可能性も指摘されているものである(Finn et al., 2015)。このような脳の機能的ネットワークのパターンは、遺伝で大きな構造が決まり経験とともに変化すると考えられており、このパターンからいろいろな個人の特徴が分かることが知られている。たとえば、安静時のネットワークのパターンを調べることで、ある種の精神疾患(たとえば、うつ病)かそうでないかを判別することができる(Siddiqi et al., 2021; Yamashita et al., 2020)。

このような方法論のもと、私たちは実験協力者として、瞑想経験者1名(65歳・男性・右利き)の脳活動をfMRIにより計測した。協力者は、約30年前にハタ・ヨーガを正式に習い、以後、主に呼吸法を中心に瞑想を続けている方で、日常生活の中で心身の乱れを感じたとき、その都度、瞑想を行っている方であった。まず協力者にMRI装置の中で6分間リラクセスしてもらった(安静条件)。次に、普段の通りに瞑想を6分間(瞑想条件)、さらに、内受容感覚に注意を向ける条件として、自分の呼吸を数えること(呼吸カウント条件)と心拍を数えること(心拍カウント条件)を6分間ずつ行ってもらった。このようにして得られたデータに基づいて、内受容感覚に注意を向けたときと瞑想中の脳の状態を比較するために、先に紹介した脳の機能的なネットワークに注目した。脳の機能的なネットワークを調べるため、まず脳の領域をどのように区分するかを決める必要があるが、脳領域の区分の仕方は脳の皺を目印にしたり、神経細胞の種類を規準にして境界線を引いたりなどいくつかの方法がある。今回は、安静時の脳活動の時間変動を規準にして領域を区分する方法を用いた(Sher, et al., 2013)。この区分の仕方では脳を268の領域に分けており、その中の、右半球・左半球合わせて20の領域がデフォルト・モード・ネットワークに相当する。このような脳の領域の区分はいわばテンプレートのようなものであり、標準化した個人ごとの脳からテンプレートを用いて活動を抽出するということを行っている(図1)。まず、デフォルト・モード・ネットワーク内の繋がりの強さが、安静、瞑想、呼吸カウント、心拍カウントのそれぞれの条件によってどのように異なるかを調べた。結果を図2(a)に示した。これは条件ごとに、デフォルト・モード・ネットワークに含まれる20の領域において各領域同士の時間相関を計算し、平均した値を示したものである。安静条件を基準にすると、瞑想・呼吸カウント・心拍カウントのいずれの条件においても相関値、すなわち結合の強さが上昇していることが分かる。前述した先行研究(Brewer et al., 2011)と同様に、瞑想条件ではデフォルト・モード・ネットワーク内の結合性が上昇することが確認された。それに加えて、呼吸や心拍といった内受容感覚に注意を向ける条件においても、瞑想条件と同じように、デフォルト・モード・ネットワーク内の結合



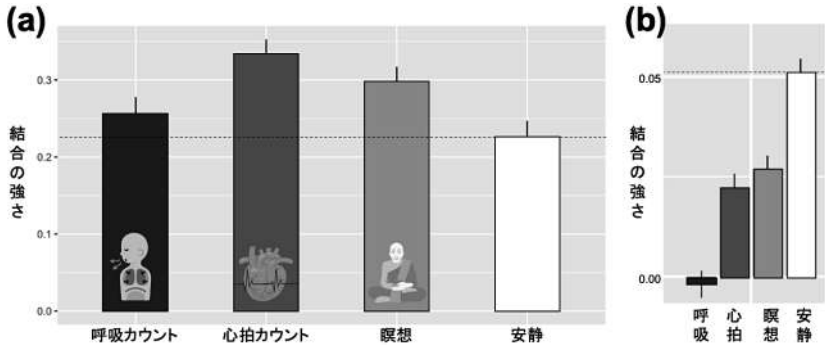


図2 各実験条件におけるデフォルト・モード・ネットワーク内の結合の強さ (a) および、デフォルト・モード・ネットワークと他のネットワークとの結合の強さ (b)。なお、エラーバーは標準誤差を表す。

性が上昇した。この結果から、内受容感覚に注意を向けたときの脳の状態は、瞑想中のそれと類似する可能性が考えられる。さらに、今回の脳の領域の区分法においては、デフォルト・モード・ネットワーク以外にも視覚や運動などの機能を反映した7つのネットワークが含まれる。ここで、デフォルト・モード・ネットワークとその他のネットワークのつながりが、各条件でどのように異なるのかを調べた。具体的には、デフォルト・モード・ネットワークに含まれる領域と、7つのネットワークに含まれる領域同士の時間相関を計算し平均した。その結果、基準となる安静条件と比べて、瞑想、呼吸カウント、心拍カウント条件では、デフォルト・モード・ネットワークとその他のネットワークのつながりが低下することがわかった(図2(b))。この結果は、デフォルト・モード・ネットワークとその他のネットワークのつながりが、内受容感覚に注意を向けると瞑想時と同様に脳内のつながりの強さが変化することを示している。

このように、内受容感覚に注意を向けると、デフォルト・モード・ネットワーク内のつながりが上昇し、デフォルト・モード・ネットワークと他の領域のつながりは低下する、という2つの結果が示された。すなわち、内受容感覚に注意を向けた場合のデフォルト・モード・ネットワークでは、瞑想する場合と同様の変化が生じるということである。1つ

目の内受容感覚に注意を向けると、瞑想条件と同様に、デフォルト・モード・ネットワーク内のつながりが上昇するという結果について、瞑想の実践に焦点を当てて考えてみたい。実際の瞑想は多様な意味を含んでいながらも、ボディスキャンや数息観など内受容感覚に注意を向けるという実践であることを考えると、瞑想中の脳の状態の変化は、部分的には内受容感覚へ注意を向けるという行為から説明できる可能性がある。また一方で、2つ目の内受容感覚に注意を向けると、瞑想条件と同様に、デフォルト・モード・ネットワークと他の領域のつながりが低下するという結果では、デフォルト・モード・ネットワークと他のネットワークのつながりが低下することが示された。現時点では解釈が一意に定まらないが、デフォルト・モード・ネットワークが脳内の他のネットワークから孤立している可能性があるのかもしれない。この可能性は、内面に注意を向けているときに活動するデフォルト・モード・ネットワークの性質を考えると、私たちの意識が外界への刺激に対しては感度をオフにして、内面だけにフォーカスしてしまっている状態と理解できるかもしれない。もしそうだとすれば、これが行き過ぎてしまうと、たとえば、初期修行者が経験するような、瞑想中に魔獣などを見る幻覚や、冒頭で紹介した感覚遮断、つまり外界からの入力をオフにして内面にフォーカスする状態が引き起こす幻覚様体験に陥るのかもしれない。さらに言えば、瞑想の熟練者でこういったことが起こらないのは、デフォルト・モード・ネットワークと他のネットワークとのバランスを上手く取る経験的な実践をしているかもしれない。このような瞑想のマイナスの側面と、脳のネットワークの状態の関係についても今後の検討が待たれるところである。

最後に、少し広い視点から(瞑想を含む)意識状態の変容と脳状態の関係について考えてみたい。現代においては、私たちの意識状態は脳がすべて作り出していると考える人が大半であろう。これは脳至上主義と呼べるような近年の脳研究の成果に依存する考え方である。極論すれば、「水槽の中の脳」の思考実験のように、脳だけを取り出して培養液に浸してコンピュータで制御すれば、身体という実体がなくても私たちの意識状態は成立するということを意味し

ている。しかしこれはどこまで正しいのだろうか。ある例から考えてみたい。水無脳症という症候をご存知だろうか。水無脳症とは、生まれながらにして大脳が欠損している症候を言う。水無脳症の子どもは、大脳がないにもかかわらず、状況への選好や感情表出が見られることが知られている (Lewin, 1980; Solms, 2013)。皮質下の領域が残っていることもあるが、必ずしも私たちの大脳だけが選考や情動といった高次な機能に寄与しているわけではないことが伺い知れる例である。さらに、幼少期に大脳両半球のうち片方の半球を除去した患者においては、残存半球内の脳内ネットワークのつながりの強さが健常者に比べて変わらないことが示されている (Kiemann et al., 2019)。このような症例研究から分かることは、大脳皮質の大部分や脳の半球が欠損していたとしても、そこに私たちと変わらない意識状態の一端を見ることができるということである。もちろん上記のような患者の主観自体を知ることが不可能であるが (健常者でもそうだが)、少なくとも外部から観察した様子や脳の指標においては彼らが私たちと同じ結果を示す以上、そこに同じ意識状態があると考えれば然るべきなのかもしれない。すなわち、意識状態の成立に重要なのは、単に脳だけでなく、物理的な実体である身体からの情報とそれをソースとして機能する脳のループ構造なのかもしれない。そう考えると、瞑想というのは、身体に注意を向ける行為であると同時に、脳の状態も変化させるといって、脳と身体の間からあるべき意識状態を模索する実践的な方法と言えるだろう。

## 引用文献

- Blanke, O., Landis, T., Spinelli, L., & Seeck, M. (2004). Out-of-body experience and autoscapy of neurological origin. *Brain: A Journal of Neurology*, *127* (Pt 2), 243–258.
- Bornemann, B., & Singer, T. (2017). Taking time to feel our body: Steady increases in heartbeat perception accuracy and decreases in alexithymia over 9 months of contemplative mental training. *Psychophysiology*, *54* (3), 469–482.
- Brewer, J. A., Worhunsky, P. D., Gray, J. R., Tang, Y.-Y., Weber, J., & Kober, H. (2011). Meditation experience is associated with differences in default mode network activity and connectivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *108* (50), 20254–20259.
- Daubenmier, J., Sze, J., Kerr, C. E., Kemeny, M. E., & Mehling, W. (2013). Follow your breath: respiratory interoceptive accuracy in experienced meditators. *Psychophysiology*, *50* (8), 777–789.
- Finn, E. S., Shen, X., Scheinost, D., Rosenberg, M. D., Huang, J., Chun, M. M., Papademetris, X., & Constable, R. T. (2015). Functional connectome fingerprinting: identifying individuals using patterns of brain connectivity. *Nature Neuroscience*, *18* (11), 1664–1671.
- Heron, W. (1957). The pathology of boredom. *Scientific American*, *196*, 52–56.
- Hironitsu, K., Shinoura, N., Yamada, R., & Midorikawa, A. (2020). Dissociation of the subjective and objective bodies: Out-of-body experiences following the development of a posterior cingulate lesion. *Journal of Neuropsychology*, *14* (1), 183–192.
- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The Fusiform Face Area: A Module in Human Extrastriate Cortex Specialized for Face Perception. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, *17*(11), 4302–4311.

- Kliemann, D., Adolphs, R., Tyszka, J. M., Fischl, B., Yeo, B. T. T., Nair, R., Dubois, J., & Paul, L. K. (2019). Intrinsic Functional Connectivity of the Brain in Adults with a Single Cerebral Hemisphere. *Cell Reports*, 29(8), 2398–2407.e4.
- Lewin, R. (1980). Is your brain really necessary? *Science*, 210(4475), 1232–1234.
- Raichle, M. E., MacLeod, A. M., Snyder, A. Z., Powers, W. J., Gusnard, D. A., & Shulman, G. L. (2001). A default mode of brain function. In *Proceedings of the National Academy of Sciences* (Vol. 98, Issue 2, pp. 676–682). <https://doi.org/10.1073/pnas.98.2.676>
- Shen, X., Tokoglu, F., Papademetris, X., & Constable, R. T. (2013). Groupwise whole-brain parcellation from resting-state fMRI data for network node identification. *NeuroImage*, 82, 403–415.
- Siddiqi, S. H., Schaper, F. L. W. V., Horn, A., Hsu, J., Padmanabhan, J. L., Brodtmann, A., Cash, R. F. H., Corbetta, M., Choi, K. S., Dougherty, D. D., Egorova, N., Fitzgerald, P. B., George, M. S., Gozzi, S. A., Irmen, F., Kulm, A. A., Johnson, K. A., Naidech, A. M., Pascual-Leone, A., ... Fox, M. D. (2021). Brain stimulation and brain lesions converge on common causal circuits in neuropsychiatric disease. *Nature Human Behaviour*, 1–10.
- Solms, M. (2013). The Conscious Id. *Neuropsychoaanalysis*, 15(1), 5–19.
- Tang, Y.-Y., Hölzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213–225.
- Yamashita, A., Sakai, Y., Yamada, T., Yahata, N., Kunimatsu, A., Okada, N., Itahashi, T., Hashimoto, R., Mizuta, H., Ichikawa, N., Takamura, M., Okada, G., Yamagata, H., Harada, K., Matsuo, K., Tanaka, S. C., Kawato, M., Kasai, K., Kato, N., ... Imamizu, H. (2020). Generalizable brain network markers of major depressive disorder across multiple imaging sites. *PLoS Biology*, 18(12), e3000966.

- 石合純夫 (2017) 神経心理学と大脳白質神経路研究との接点。神経心理学, 33(1), 25-34.
- 今水寛 (2017) 認知機能と脳のネットワーク。Technical Report on Attention and Cognition, 25.
- 今水寛・浅井智久・弘光健太郎 (2021) 脳のネットワークから見た瞑想状態。養輪顕量(編) 仏典とマインドフルネス 負の反応とその対処法 臨川書店
- 齊藤稔正 (1981) 変性意識状態に関する研究。松籟社

(ひろみつ けんたろう・日本学術振興会／東京大学大学院人文社会系研究科)