

図 2-1

A 哲学的ゾンビの概念図

人間と見分けがつかないが、意識のない存在を想定する可能性

B デジタル・ゾンビの草分け

大阪大学とATRが開発したジェミノイドF(写真提供 大阪大学)

C 頭蓋骨のなかにある2つのゾンビ

小脳(図上)と基底核(図下)

うなるだろうか。人間相手の会話だと思っていたのに、始めから人間は自分ひとりだったのだと気づき、複雑な機械じかけの人形を相手にしゃべっていたばかりだと、失望が広がるだろう。

だが、これほどまでに高度なロボットが登場することに対して、それほど驚く必要はない。よく考えてみると、あらゆる質問にふさわしい答えができるブラックボックスが、必ず理解する主体を宿しているとは限らないのだ。それをもっとよく理解するために、哲学者ジョン・R・サールが提唱した「中国語の部屋」と呼ばれる思考実験にアレンジを加えてみよう。

あなたはいま「大きな箱のなかにいる」と想像してみてほしい。そして、紙とペンをたずさえている。手にしている果てしないカタログには、日本語の文字で考えられる限りの質問が載っており、そのひとつひとつには、やはり日本語の文字で書かれた正しい答えがセットになっている。箱のすきまを通して、誰かが外から、日本語の文字で書かれた質問を渡すので、辛抱強くカタログをめくり、正しい答えを見つけて返す、ということを繰り返すのだ。

このときあなたは日本語を解さない。実験が終わり、あなたはすべての質問に、適切で納得のいく答えを提供できた。やりとりの意味がなにもわからなかったにもかかわらず、である。意味を理解することなく、はつきりと定められた規則にのっとって、文字を操作しただけなのだ。チューリング・テストでいつか機械じかけの人形が人間をあざむくとしたら、この実験にかなり近い動きをするはずだ。何百万ものプロセスが、ひとつひとつ、文字を順に見ながら、果てしないカタログをくる。そして、最

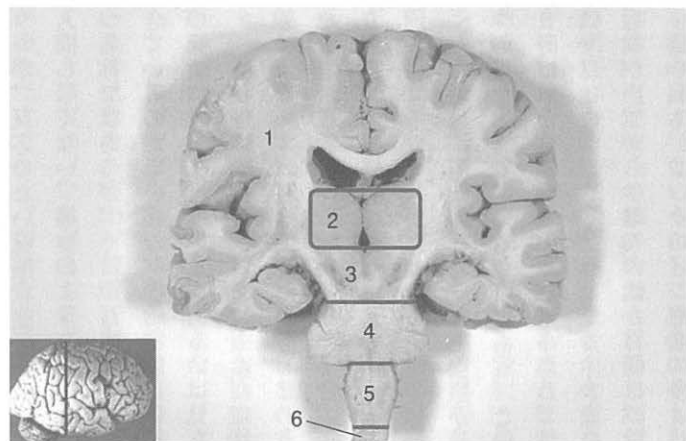


図3-2 人間の脳の断面図

主要な部位が見て取れる。(1)は大脳皮質に覆われた大脳半球、(2)は2つの視床である。視床は、大脳半球の奥底にあるニューロンのグループでできている。視床と大脳皮質はともに、視床-皮質系を構成し、視床の下には、脳幹を構成する次の3つの部位がある。すなわち(3)中脳、(4)橋、(5)延髄である。中脳と橋には、覚醒を保つ機能があり、この機能が回復すれば、昏睡から脱け出すことができる。橋は、ロックイン(閉じ込め)症候群の典型的な症状を示す患者において、運動の指令を運ぶ、大脳皮質から脊髄へ至る線維が切れる場所である。延髄は、脳幹の最も下にある部位で、呼吸をつかさどる。延髄が損傷を受けると、呼吸が止まり、死に至ることがある。(6)の脊髄は、頭蓋骨の外に位置し、脳から筋肉へ伝わる(脳から脊髄へ入ってくる)線維と、感覚器官から脳に伝わる(脊髄から脳へ出ていく)線維を有する。この断面図では、小脳の姿は見えない。

し始めると(これは、毎朝、目覚めるときに起こっていることである)、筋緊張が高まり、目が開き、自分と世界とを知覚する意識が戻ってくる。

だが、激しく損傷した脳内では、同様にいくとは限らない。脳幹のニューロンが活動し始め、目が開いても、意識がまったく回復しないこともある。壊れた照明のスイッチをオンにしても、全然明るくならないようなものだ。事実、眠りから覚めたときに、意識が戻り見聞きすることができるようになるためには、脳幹の機能が回復するだけではだめなのだ。脳幹のうえに位置する、もっと進化的に新しい部位も機能していなければならない。その部位こそが、謎に包まれたメカニズムによって、意識の光をもたらす。それが、視床と大脳皮質である。

植物状態は、脳幹の機能が回復しても、通常なら同時に回復するはずの視床-皮質系の機能が戻らず、覚醒していても意識がなく、なにかが見えることなく目が開いた状態、と定義できる。植物状態の患者は自発呼吸ができ、目覚めているように見えるが、意識がある兆候をまったく示さない。単純な指示に応えることがなく、ある部位に痛みを伴う刺激を受けても反応がない。反対に、筋緊張は高いことが多く、さまざまな動きが観察される。それらはオートマチックで、意図的でなければ目的もない。物体を見るためではないのに目が動き、手や首が反射的に動き、顔をしかめたり、嚙んだり、声を発したり、突然笑ったり泣いたりするということが、自動的に起こる。

植物状態がはじめて定義されたのは、一九七二年のことだ。ブライアン・ジェネットとフレッド・プ

ゆえに、意識の基盤も、統合された単一のもでなければならない。

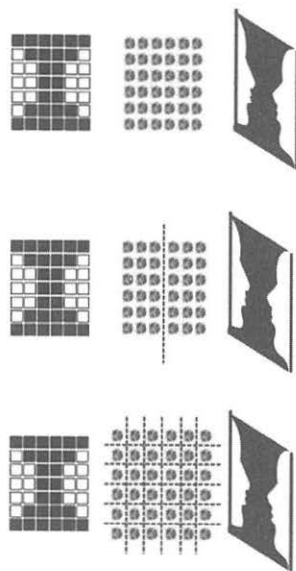
ここで、第一の公理と第二の公理を組み合わせると、理論のかなめとなる命題が得られる。

意識を生み出す基盤は、おびただしい数の異なる状態を区別できる、統合された存在である。つまり、ある身体システムが情報を統合できるなら、そのシステムには意識がある。

この理論のとおりであれば、脳という物質のなかには、本当になにか特別なものがあることになる。意識経験を支えるふたつの基本的特徴が成り立つ以上、それを可能にするなにかがあるのだ。差異と統合が同時に存在する、というのはそういうことだ。差異と統合が同時に成り立つのは難しく、めったにあることではない。というのも、相反する性質だからだ。実際、あるシステムの構成要素のそれぞれが専門化し、差異が生まれれば生まれるほど、相互作用が難しくなり、それゆえ統合も困難になる。一方で、要素間の相互作用が活発であればあるほど、それぞれの要素は均一的なふるまいをしがちである。そうすると、システムの総合的な差異の度合いが低くなる。脳のどこかで、そしてなにかしらの方法で、この反発する力が、奇跡的なバランスを保っているに違いない。

差異と統合が同時に成り立つということがいかに難しいかを理解するために、病院にたとえてみよう

デジタルカメラ



脳



図5-1 統合

デジタルカメラが、外側から眺める観察者には1つの物体と見えても、実際のデジカメは単体ではない。内部の構造を見れば、デジカメのセンサーは互いに完全に独立しているフォトダイオードの集まりにすぎない。事実、センサーを2つに、4つに、あるいはすべてばらばらに分けても、その機能は変わらない。フォトダイオードのそれぞれがオンかオフか(光か闇か)によって示される全体像には、変化がないのだ。脳の場合は、まったく異なる。脳が無数の可能な選択肢から1つを区別するとき、脳は正真正銘の単体である。このため、一度に複数の意識がのぼることはない。花瓶が見えるか、2人の人間の顔が見えるかのどちらかである。同様に、脳が2つに切り分けられると、意識も2つに分かれる。右半球に宿る意識は、図の左側の人の顔しか見えない。左半球の意識は右側の人の顔しか見えない。「びまん性軸索損傷」の場合のように、脳が多くの部分に切り離されると、意識は失われてしまい、患者は植物状態に陥る。(図はM. Massiminiの別の著作より引用)

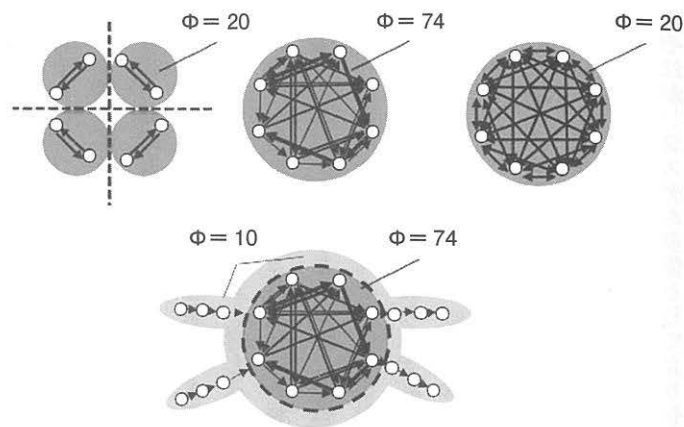


図5-2 統合された情報の図式化例と、それぞれの値

白色のボールは構成要素としてのニューロンを表しており、矢印は要素間のつながりを示す。濃い灰色の部分、システム内で Φ の値が最も高い部分である。点線は、つながりの弱さを表している。(G. Tononi, *An information integration theory of consciousness*, «BMC Neuroscience», 2004より一部変更のうえ引用)

ユール間にはつながりの弱点があり、情報量はゼロビットだ。このため、このシステムは四分割されていることがすぐさまわかる。それぞれのモジュールには、わずかなビットの情報量がある。結局、このモデルの場合、システム内部に多様性が存在するものの、統合はされておらず、 Φ の値は小さくなる。同じ図5-2の右上に、性質が正反対のシステムがある。このモデルにおいては、各要素が、残りのすべての要素と相互作用している。ゆえに、このシステムを分割することはできない。特につながりが弱いところがないからだ。これは、完全に統合された、一なるシステムだ。すべての要素が残りのすべての要素と同じ方法でやりとりしている。だが、まさにこのために、このシステムが生み出す情報量はかなり小さくなる。起こりうる状態のレパートリーを調べ始めれば、すぐにわかることである。事実、要素1に刺激を与えると残りのすべての要素が活動を始め、要素2に刺激を与えると2以外のすべての要素が活動を始める、というように、要素4、5、6、7、8に刺激を与えても、同じことが起こる。このシステムを計測するとただちに、これは単一のシステムであるが、その構成要素に起こりうる状態のレパートリーは最小限であることに気づく。すべてがオフであるか、すべてがオンであるかのどちらかなのだ。この例で示されるのは、統合されているというだけでは、高い Φ の値を得るには不十分だということだ。システムの構成要素のあいだに、偶発的でそれぞれ異なる特定の相互作用がある必要もあるのだ。

ではここで、図5-2上段の真ん中にあるモデルについて考えてみよう。この中央にあるモデルは、

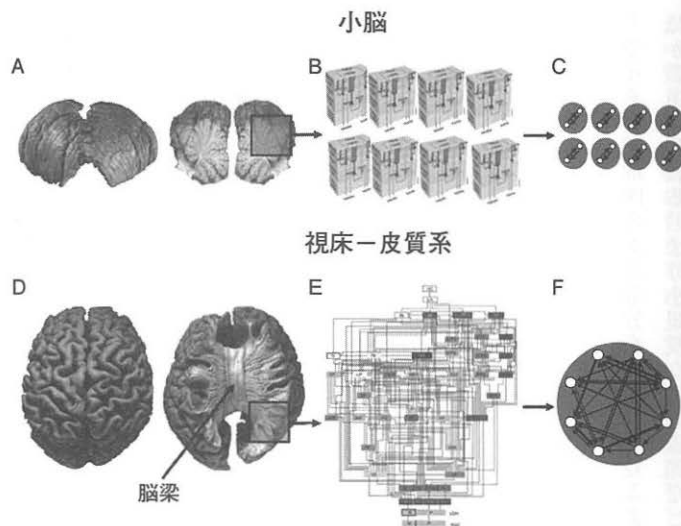


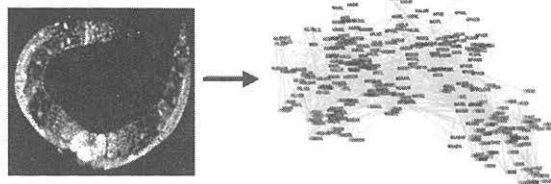
図 6-1 小脳と視床-皮質系

上段Aの図を見ると、小脳の2つの半球が互いにつながっていないことがすぐわかる。脳梁がないからだ。逆に、視床-皮質系の2つの半球(下段D)には、それぞれを結びつける脳梁がある。上段Bの図は、小脳では情報がまったく統合されていないことを表している。小脳内の回路を解剖し顕微鏡で分析すると、小脳皮質には、無数の同じようなモジュールがばらばらに集まっていることがわかる。それに対し、視床-皮質系のモジュールは、それぞれを相互につなぐ密接なネットワークのなかに配置されている。下段Eの図は、視覚系の一部がどのようにつながっているかを示した図(ヴァン・エッセンの結合行列)である。上段C、下段Fの図は、単純なモデルを使った構造の概念図である。(図は、M. Massiminiのさまざまな著作より引用し、作成したものである)

小脳のモジュールが絶えず働いているおかげで、最終的には、テーブルの上のコップを手にとるとき、距離を計算することなく行えるようになる。また、ピアノの鍵盤上で、動きを意識することなく、指をすばやく動かせるようになるのもこのおかげである。まったくもって、驚きのプロセスだ。できることなら、小脳のモジュールに個人的な感謝を伝えたいところだ。あなたの献身ぶりに感動しました、そんなに効率的に働いてくれて、柔軟に対応してくれてありがとう、あなたの仕事の速さには本当に驚かされます、と。

だが、その小脳には意識が宿らない。デジタルカメラの場合と同じように、名前のうえでのみ「ひとつのもの」だからだ。小脳が一なる存在であるというのは幻想にすぎない。正しい角度から見、適した測定方法をとればすぐに、独立した無数の要素がばらばらに集まっているだけだとわかる。各モジュールにあるニューロンの数やシナプスの数こそ驚くほど大きく、出入りする信号や神経経路は非常に多数ではあるが、それにもかかわらず、小脳は、それ自体としては意識を持たない。ばらばらの要素がたくさんあるだけで、そのひとつひとつは、フォトダイオードとたいして変わりない量の情報しか統合できない。小脳は、優雅で、大変複雑な組織であるが、無数の選択肢を備えた一なるシステムではない。選択肢の幅がわずかしかない、無数の要素の集合なのである。小脳での処理はいずれも意識にのぼらず、小脳が頭蓋から摘出されても意識が残ることは、かなり前から知られていることだ。いまなおおそらく、なぜそうなのかを指摘できるだろう。

カエノラブディティス・エレガンスの脳：302 個のニューロン、8000 個の接続



ヒトの脳：1000 億個のニューロン、100 兆個の接続

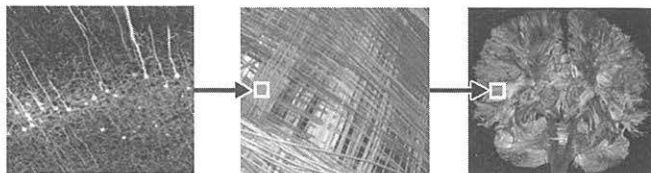


図 6-2 コネクトーム：脳の回路の完全な地図

図の上段左はカエノラブディティス・エレガンスの小さな神経システムの写真である。上段右は、そのコネクトームを表している。下段左は、哺乳類の皮質組織の写真で、カエノラブディティス・エレガンスとだいたい同じ倍率で表示されている。写真では、ニューロンと局所的な接続の様子が見て取れる。下段中央と右は、核磁気共鳴（拡散テンソル画像法）の写真である。これらの写真を見ると、皮質組織の各部位をつなぐ長距離の接続が、どれほど密であり、どれほど複雑なのかがわかる。この非侵襲的な画像法によって、はっきり見えている「織物」の糸は、線維の大きな束にすぎない。つまり、自動車地図に描かれた4車線の大きな高速道路のようなものだ。（上段右の図＝Jim MacCarter, Tim Schedl、上段左の写真＝Dmitri (Mitya) Chklovskii、下段左の写真＝Catherine Smith）

のなかには、一五万個のニューロンがあり、各ニューロンは約一万个のシナプスを受容する。人間の脳という果てしない織物を、糸に分解し、一本ずつ分析していくということは、限界への挑戦のようにも思えてくる。図 6-2 を見れば、それが直感的にわかるだろう。

だが、いくら複雑だといっても、人間の視床―皮質系の設計図の基本原則をつかむことは可能だ。原則を押さえることによって、重要な結論をふたつ引き出すことができる。

ひとつ目は、視床―皮質系には、違いのレベルが高い要素がたくさん集まっている、という結論だ。要素ごとに、特定の機能を担っている。そして、各システム（視覚系、聴覚系、触覚系など）は、さらに細分化した専門部位（形を見分ける部位、色を見分ける部位など）に分けられる。さらに、その各部位は、ある動きなどに反応するニューロンのグループを抱えている。

は、高度に専門化した視床―皮質系の要素同士にあるつながりは、近距離のものも長いものもある。各要素はそのネットワークに乗って、すばやく効率よく相互反応できる、という点だ。限りなく専門化されているのに、完全に統合されている。これは、なかなかありえないことだ。このことにより、ある身体システムが、並外れた量の情報を統合する要件が満たされる。

これまでの手短かな分析から、どんな結論を引き出すべきだろうか。ささほど見たとおり、視床―皮質系はバランスのとれた構造をしているので、各ニューロン・グループの活動の枠組みは、ほかのグループの活動の枠組みに左右される。それぞれ特定の影響を受けるのだ。視床―皮質系は、構成員の誰も

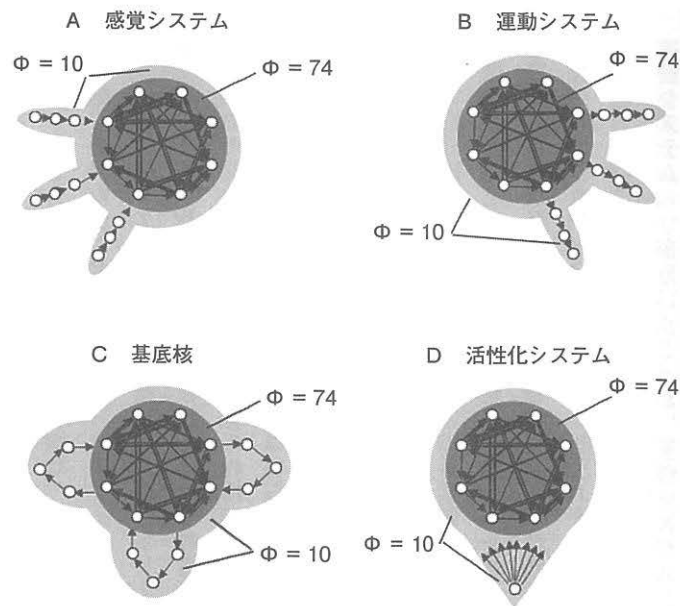


図6-3 意識経験に直接はかかわらない組織

これらの図は、各組織の全体的な構造を図式化したものである。白いボールは各組織の構成要素を表し、矢印はつながりの方向を表している。灰色の部分、システムの要素から成る組織を表す。最も濃い領域と、より色の薄い領域は、それぞれ、情報量が大さい、または小さいことを示している。情報を統合する能力を表す数字の値(Φ)は、コンピュータ上のシミュレーションによって得られたものである。ここに挙げられているどの例においても、視床-皮質系に追加されたいくらかの要素(感覚・運動・活性化システム、基底核に属するもの)は、全体を大きく包む組織を構成するものの、中核とのつながりが弱く、 Φ の値も低い。統合情報理論の考え方によれば、これらのシステムは意識に影響を及ぼしうるが、意識に直接アクセスできない。統合情報の堅い中核から切り離されているからだ。(出典: Tononi, «BMC Neuroscience», 2004)

間情報の解像度が低く、色の知覚能力もあまりないことがわかつていく。だが、意識にのぼる視覚経験には、この弱点の影響が見られない。われわれには盲点の存在が見えていないし、視界の周辺部位にカラーでなく白黒の世界があることも知覚できない。

もっと驚くべきことに、大人になって失明しても、鮮明で色に満ちた情景を思い浮かべたり、思い出したり、夢見たりするのにまったく支障がないのは、すでに少し触れたとおりだ。また読者のなかには、半目を開けて寝入ったことがあったり、そのような人を見かけたりしたかもしれない。この場合、いろいろな視覚刺激を与えて網膜に訴えても、寝ている人の視覚経験にはのぼらないし、外部の刺激がそのとき見ている夢に取り込まれることもない。網膜と視神経は外界を見る手助けをしてくれることは確かだ。だが、このふたつが、視覚的な情景が意識にのぼるための絶対条件ではないことを、わかっていただけたと思う。これも奇妙な話ではある。なぜなのか、説明が必要だろう。

いったいどうなっているのかを探るため、ふたたびここで Φ の尺度を手にし、視床-皮質系の単純なモデルをつくって適用してみよう。このモデルは、小さな網膜を備えている。そこでは、脳へと移動する一定数のニューロンのつながりがだいたい平行に並んでいる。視神経と変わらない構図のモデルだ。このモデルの Φ を測定してみると、たちまち、つながりの弱い部分が明らかにになる。情報交換が行われる、このシステムのある部分で、 Φ の値が特に低いのだ。システムのどの部分よりも低い(図6-3A)。このつながりの弱い部分により、すべての視神経が、構造的に本体から切り離される。そして、システ

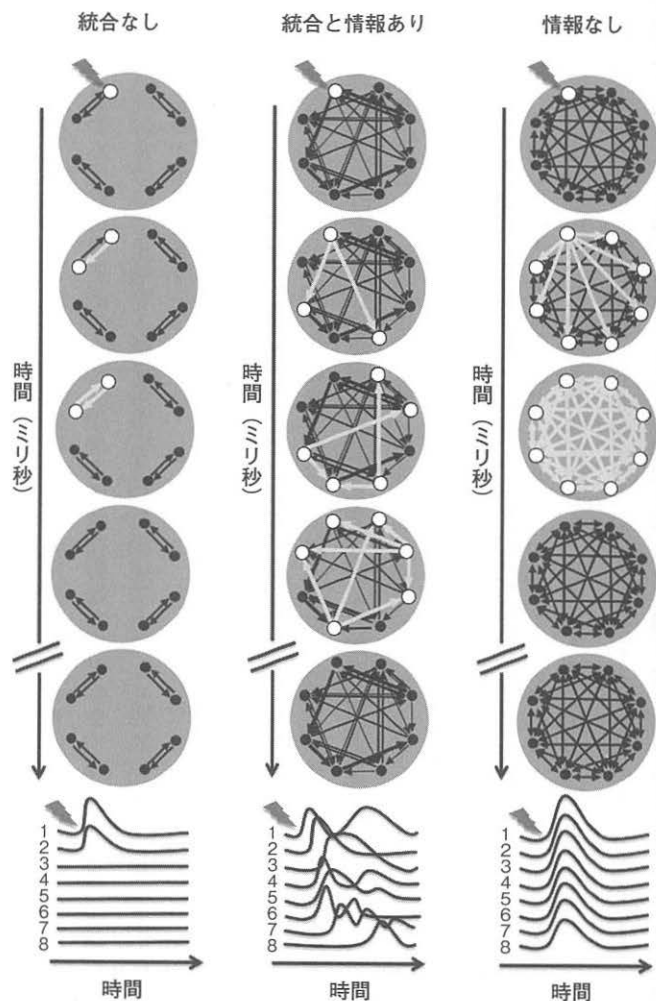


図 7-1 理論上の測定を実際の測定に適用したもの

ここで採用した単純なモデルは、第5章に登場したものと同一である。実際に統合情報を測定するにあたっての、基本的な考え方をよく示すモデルだ。

左のシステム(統合なし)においては、要素1にかけた揺さぶりは、局所的な影響しか及ぼさない。要素2のみに波及するが、それも長くは続かない。

右にあるのは(情報なし)、つながり方が均質なシステムである。要素1が活動を始めると、残りのすべての要素もただちに影響を受けるため、生じる反応は、全体としてまとまってはいるが、単純で型にはまったものである。この場合、要素1を刺激すると、残りの要素がいっせいに活動を始め、いっせいに静止する。システム内に多様性がないということだ(各要素が残りの全要素と均質につながっている)。

中央のシステムにおいては、統合と多様性が共存している。最初に与えた刺激の波及効果は、とても複雑な様子を見せるのだ。この場合においてのみ、全体としてまとまった、かつ多様な反応が見られる。システムに揺さぶりをかけたことで活動が引き起こされ、それがさまざまな領域に広がっていく。離れた場所にある領域が、いろいろなタイミングで活動を始めるのである。こうして、複雑な相互作用が長い時間続く。概念図の下グラフは、各領域において、刺激によって引き起こされた活動が時間の経過とともにどのように変化するかを表している。

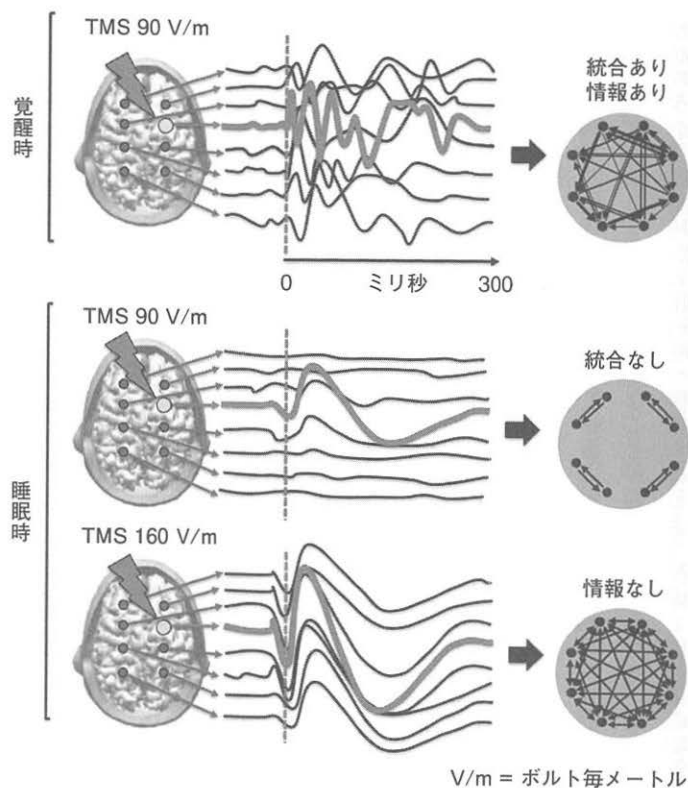


図7-4 睡眠中、意識のない脳は統合のみならず情報も失う
この側面は、強い磁気刺激(160V/m)を与えることによって明らかになる。この場合に得られる結果はせいぜい、同じ形の波がすべての電極に広がる、というものだ。このような、「全か無か」型の広がり方は、まさしく、均質的なシステムに特徴的である。多様なレポートリーが失われているのである。(Massimini et al., «Proceedings of the National Academy of Science», 2007より一部変更のうえ引用)

か、と。もしそうだとしたら、最初の測定で見られた差は、程度の問題にすぎなくなり、明らかに価値が下がってしまう。

この疑問を解消するため、われわれはすぐ、新たな計測に取り掛かる。同じ被験者の、同じ部位を刺激するのだが、今度は、刺激の強度調節ダイヤルを最大にまわしてみるのだ。大脳皮質の表面に、一六〇ボルト毎メートルの磁場が発生する強さにするのである。磁気ハンマーで「ガーン」と刺激を与えるのに等しい。この「検算」の結果は、図7-4のとおりである。刺激を与えたたん、同じ形の巨大な電気の波が、脳全体を覆った。まるで油のしみが広がるかのようなのだ。六〇個の電極すべてが、同じ反応を記録する。電位がぐつと高まったかと思うと、またぐつと下がる。覚醒時のシンフォニーはなくなり、単調で鈍い響きが広範囲で聞かれるようになった。視床-皮質系の全体がひとつの塊となつて、ぴょん、ぴょんと飛び跳ねているかのようなのだ。

われわれはまた被験者を起こし、いま頭になにが浮かんでいましたか、と尋ねる。この気の毒な学生は、目を開け、われわれを見つめた。異星人の科学者が、磁気光線を使って人間を宇宙船のなかに引き込み、ロボットの測定器やピンセットを使って生体実験を行っている。学生は、まるでそんなエイリアンを見つめているかのようなまなざしをしていた。彼は、質問に答える。「Nothing at all, guys! (さあ、みなさん、別になにも)」。朝の五時になっていた。この学生に、もう家に帰っていいですよ、と伝えた。被験者を何十人と変えながら、同じ手順の測定を繰り返して行ってみても、結果はつねに同じだった。

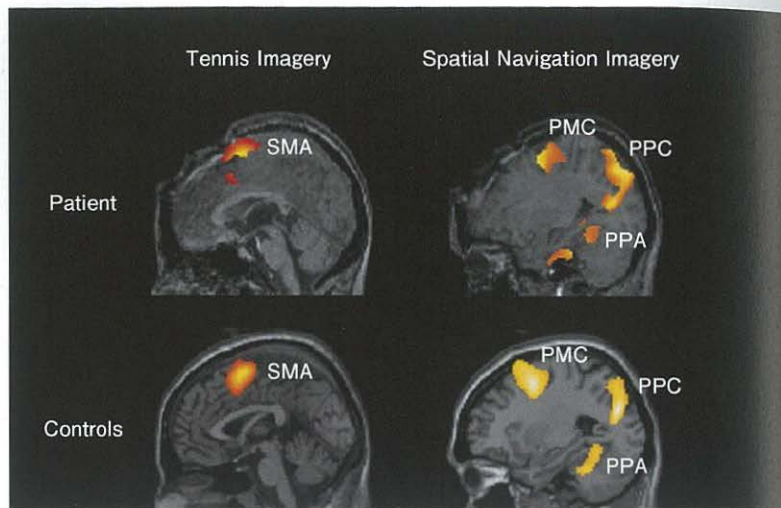


図 A オーウェンの実験

fMRIがとらえた、テニスをしているところを想像している被験者(図左)と自宅のなかを動きまわっているところを思い浮かべている被験者(同右)の、ニューロンが活性化した部分。図の上段は、さきほど登場した若い女性の患者のものである。前頭の皮質にあたる部分の脳損傷が広範囲にわたっているのが、はっきりと見える。図の下段は、比較を得るため、あらかじめ測定された健康な被験者のデータである。女性患者がそれぞれの指示(テニスと自宅探索)を受けたときに見せるニューロンの活動は、健康な被験者のものと変わらない。(出典:Owen et al., *Detecting awareness in the vegetative state*, «Science», 2006. Reprinted with permission from AAAS.)

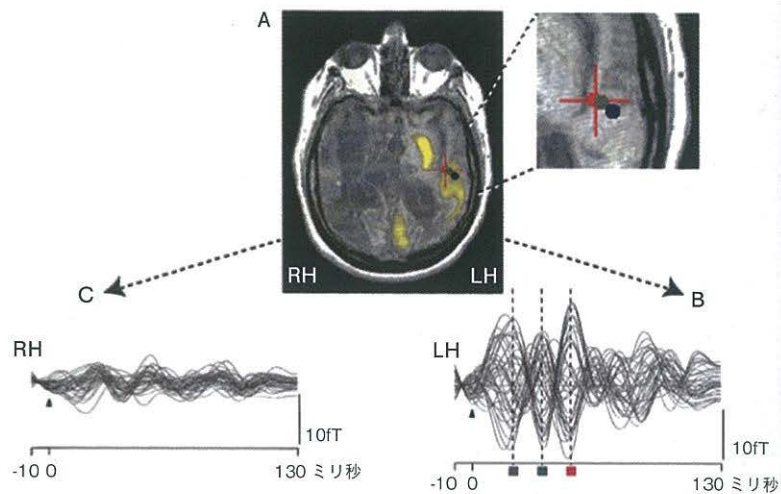


図 C 意識のない言葉

Aの黄色い部分は、損傷を免れた脳の領域を示している。グラフBの黒い点線は、無事に残った領域において、音の刺激への反応がある様子を示している。同様の反応は、グラフCのもう一方の半球には見られない。(出典:Schiff et al., *Words without Mind*, «Journal of Cognitive Neuroscience», 1999, vol. 11, No. 6: 650-656. Reprinted by permission of MIT Press Journals. ©MIT Press.)

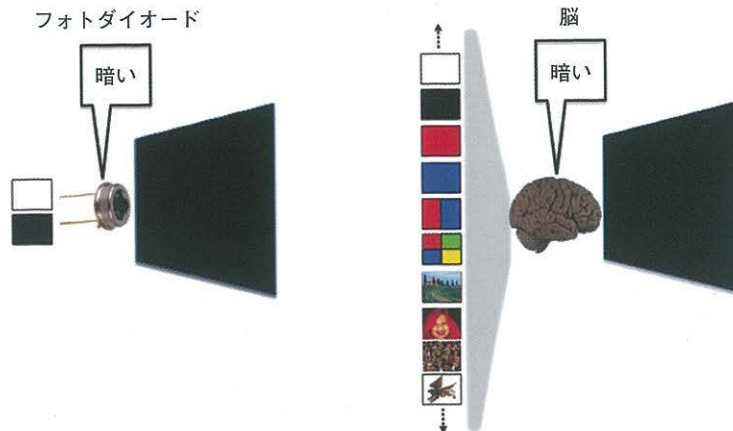


図 B 情報

フォトダイオードが「暗い」と告げるとき、排除される選択肢は「明るい」しかなく、発生する情報量は1ビットのみである。人間の脳が「暗い」と告げるとき、排除される選択肢は数えきれないほど多く、発生する情報量も同様に多い。これは、情報を測るには、観察するだけでは不十分であることを示している。内在する選択肢を測定するために、あらゆる方法で「揺さぶりをかける」必要がある。(図はM. Massiminiの別の著作より引用)

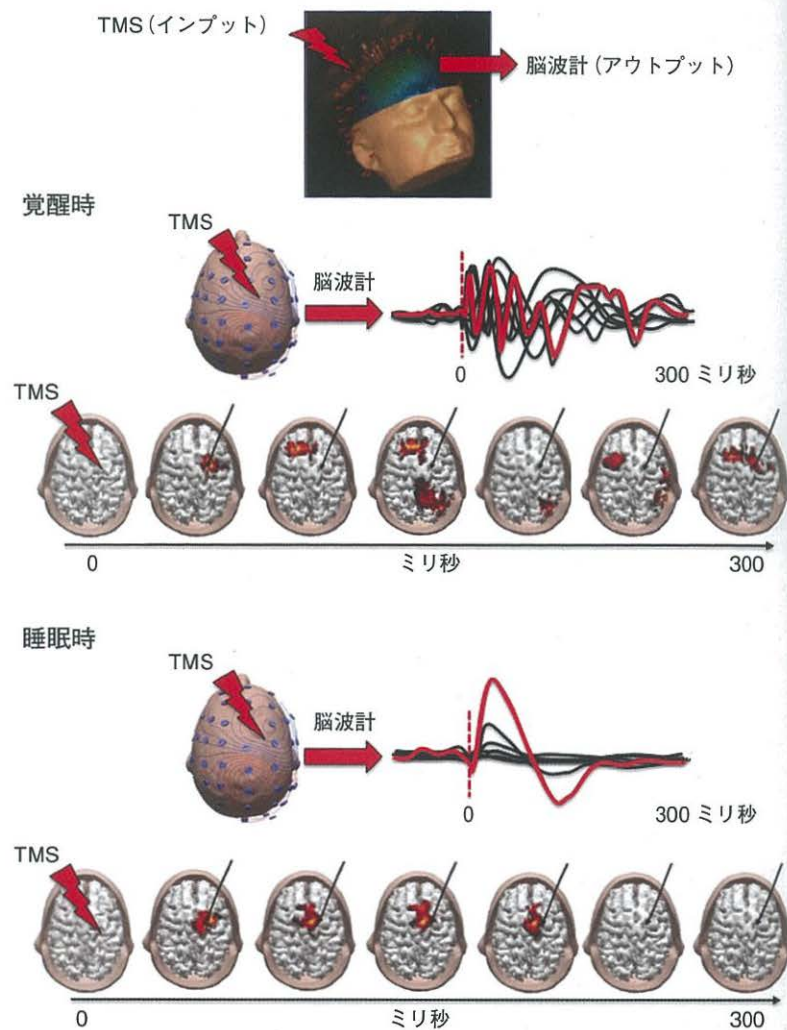
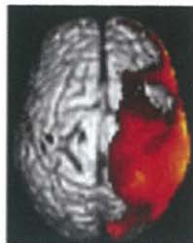


図 D 睡眠時と覚醒時の TMS 脳波計による測定

TMS刺激に対する反応を脳波計でとらえたデータの比較。覚醒時と、深い睡眠時(ノンレム睡眠)をくらべたものである。稲妻マークは、磁気刺激を与えた場所を表している。被験者の頭部につけられた電極の位置は、頭皮表面にある円で示される。頭部の右にある波線は、脳波計の電極“チーム”によって記録された電気活動を表している。電気活動を起こすきっかけとなった磁気刺激は、縦の点線のタイミングで与えられた。黒色の波線は、刺激装置の真下にある大脳皮質部位の活動を記録したものである。覚醒時は、磁気刺激に対する反応を、すべての電極がキャッチし、それぞれ異なる響きを記録している。その結果生まれるエコーは複雑で、大脳皮質の大部分に広がっている。その様子は「活性化マップ」に見とれる。これは、ニューロンの活動がさまざまなタイミングで広がる様子を写したマップだ。それに対し、睡眠時は異なる様子が見られた。磁気刺激に対する反応をキャッチしたのは、刺激装置の真下に置かれた電極だけだった(黒色の波線)。決まりきった形の波だけが記録され、しかも、他の大脳皮質部位には広がらなかった。したがって、得られたエコーは単純で局所的である。(Massimini et al., «Science», 2005より一部変更のうえ引用)

ポジトロン断層法



TMS 脳波計

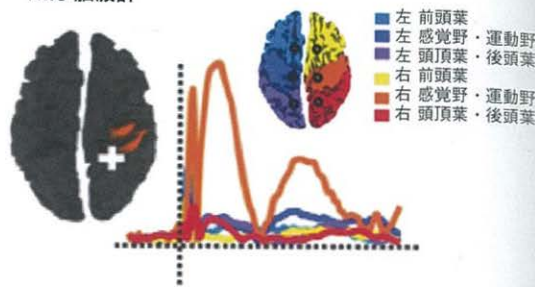
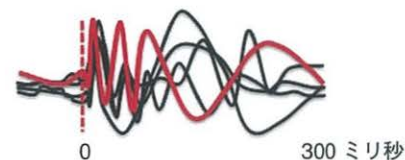


図 F 植物状態における〈眠る〉脳

図は、本文で登場した、元ボクサーの患者のデータである。測定で見られた、大脳の活性化の様子を示している。この患者の場合、頭蓋骨への重い損傷により、大脳の左半球が完全に破壊された。一方、右半球はおおむね無傷である。ポジトロン断層法(左の脳マップ)では、患者の物理的な状態に一致する結果が見られた。ニューロンの代謝活動が、左半球においては皆無で、右半球においては残されていることがわかったのだ。だが、TMS脳波計による測定を行った結果(ポジトロン断層法の右側にある脳マップとグラフ)、複雑さのレベルは、右半球においても大変低かった。眠る人の脳に見られる結果と、実質的に見分けがつかない。脳マップとグラフの色は、大脳の各部位に対応している。色の対応については、右上の凡例を参照のこと。(Rosanova et al., «Brain», 2012より一部変更のうえ引用)

覚醒時



ノンレム睡眠時



レム睡眠時

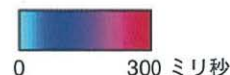


図 E レム睡眠時の意識の回復

図は、TMS脳波計測定で得られたレム睡眠時の結果を表している。左側の脳皮質マップには、各状況下(覚醒時、ノンレム睡眠時、レム睡眠時)で磁気刺激を受けて活性化された脳の領域が示されている。脳皮質マップの色は、活性化に至るまでの時間(0~300ミリ秒)を表している。青色は活性化が早く起きた部位に、赤色は遅く起きた部分に相当する。覚醒時には、刺激を受けたポイントの近くや遠くの領域がさまざまなタイミングで活性化し、複雑な活動の様相を見せる。ノンレム睡眠時では、複雑さは失われ、磁気刺激に対する皮質の反応は局所的にとどまり、早く消える。レム睡眠時には、最初に与えた刺激がふたたび広がるようになり、複雑さが復活する。この段階で起こされた被験者は、複雑な夢の経験を語ってくれた。(Massimini et al., «Cognitive Neuroscience», 2010より一部変更のうえ引用)

第8章 世界の意識分布図

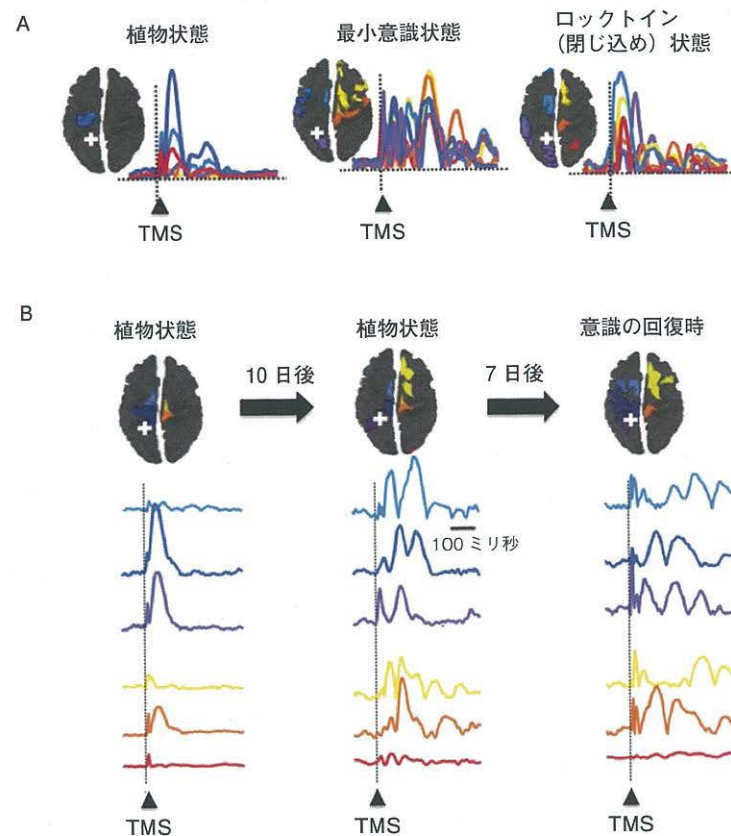


図 G TMS 脳波計による脳の複雑性の測定

上段Aのパネルは、さまざまなカテゴリー（植物状態、最小意識状態、ロックトイン症候群）の患者において見られた典型例を示している。植物状態の患者に対し、無傷で残された大脳の領域を刺激すると、活性化の波はつねに単純で、睡眠時や麻酔時の波と似たものだった。ロックトイン症候群の患者においては、覚醒時の健常者となんら変わらない反応が安定的に見られた。驚くべきことに、最小意識状態の患者の脳においても、複雑な活動の様子が観察された。意識があるのかははっきりせず、絶えず変動する状態という、臨床上の判定に反する結果だ。パネルBは、1人の女性患者に対し、繰り返し行った測定の結果である。昏睡からの回復期に行ったものだ。初回の測定は、女性が昏睡を脱した直後、植物状態（目は開かれた状態）にあった時期に行われた。このときの反応は、まだ単純で局所的なものだった。10日後の測定では、複雑な反応がはっきり見られた。臨床上是植物状態の判定が続いていたにもかかわらず、複雑さが現れたのである。さらに7日後、女性は意識を取り戻し、コミュニケーションがとれるようになった。（Rosanova et al., «Brain», 2012より一部変更のうえ引用）