

数字に色を見る人たち 共感覚から脳を探る

黒いはずの数字に色がついて見えたり、音を聞くと色を感じる人がいる
いくつかの感覚が混ざってしまう「共感覚」が
脳を理解するための貴重な手がかりを与えてくれる

V. S. ラマチャンドラン／E. M. ハバード（カリフォルニア大学サンディエゴ校）

手でハンバーグの形をつくっただけで、マシュー・ブレイクスリーの口の中には、はっきりと苦い味が広がる。ピアノで下のシャープの音を弾くとエスメレルダ・ジョーンズ（仮名）には青い色が見える。ほかの音には違う色がついている。彼女にとってピアノの鍵盤は色分けされているも同然なので、譜面を覚えるのも演奏するのも簡単だ。ジェフ・コールマンの場合は、印刷された黒い数字にいろいろな色がついているように見える。5は緑、2は赤というふうに、数字によって色は決まっている。

この3人は「共感覚」という特殊な感覚を持つ。だが、それ以外は普通の人とまったく同じだ。彼らはあたりまえの世界をあたりまえでない方法で経験する。ファンタジーと現実のはざまにある奇妙な空間に暮らしているかのようだ。彼らの触覚、聴覚、視覚、味覚などの感覚は独立しておらず、ごちゃ混ぜになっているのだ。

近代の科学者が初めて共感覚について知ったのは1880年のこと。その年、ダーウィン（Charles Darwin）のいとこのガルトン（Francis Galton）が、*Nature* 誌にこの現象に関する論文を発表した。しかし、ほとんどの人がイ

ンチキだとか、薬による幻覚だとか（LSDやメスカリンで同じ効果が起こる）、たまたま珍しいことが起きただけだと相手にしなかった。

しかし、4年ほど前から、共感覚の原因と考えられる脳のプロセスが明らかにされ始めた。そうした研究の過程で、人間の心の最もミステリアスな側面である抽象的な思考や隠喩、さらに言語がどのように出現したかについても新たな手がかりが得られた。

共感覚は本当にあるのか？

これまで共感覚は、単に幼児期の記憶や関連づけから生まれるにすぎないと説明されることが多かった。おそらく、彼らは子どもの時に冷蔵庫に貼りつけてある数字型のマグネットをよく遊んでいたのだろう。そして5のマグネットは赤で、6は緑だったに違いない、と。

しかし、このように鮮明な感覚記憶を持つのがごく少数の人々に限られる理由をこの理論では説明できない。氷の絵を見て、これは冷たいものだと考える人はいるだろう。だが、小さい頃に氷や雪に数え切れないくらい触れていたとしても、見ただけで冷たさを実際に感じる人はめったにいない。

共感覚者は単に隠喩が得意なのだと思える人も多い。共感覚者は、下のフラットを「赤い」とか、鶏肉は「尖った」味がすると表現するが、普通の人だって「うるさい」シャツとか、「黄色い」声、「鋭い」においのチーズなどと言うではないか。私たちが普段使っている言葉にはこうした感覚に関係する隠喩がたくさん含まれている。おそらく、共感覚者はそういった文学的才能に恵まれた人々なのだ——という見方だ。

私たちは1999年に、共感覚が真正銘の感覚経験であるかどうかを確かめる研究を始めた。これは一見簡単そうだが、研究者を何十年も悩ませてきた。本当の感覚かどうかを確かめるごく自然な方法は、被験者に「何かを思い出して言っているのですか、それとも実際に目の前に色が見えるのですか」と率直に尋ねることだ。

しかし、こうした質問をしても大したことはわからなかった。「ええ、はっきり見えます」と答える被験者も中にはいるが、それよりも「見えるような、見えないような」とか「思い出しているではありません。確かに数字が赤く見えるんです。でもこれは赤じゃなくて、本当は黒だということも知



っています。だから、やはりこれは記憶なんでしょうね」といった答え方をする人が多い。

そこで、心理学でよく行われるテストを使ってみた。「ポップアウト」とか「分離」と呼ばれる単純なテストだ。たとえば、縦方向の直線がたくさん並んでいる中に斜め方向の直線の集まりが交ざっていると、簡単にその部分を縦線群から区別できる。このとき縦線群は背景となり、斜線は背景から分離して見えるのだ。斜線の並びが三角形を形作るようになっていたら、その三角をはっきり認識できる。同じように、背景が緑色の点の場合に、赤い点の部分はどこかと聞かれれば、その部分はくっきりと浮かび上がって見える。

一方、電卓の表示にあるような数字の5と2を考えてみよう。これらが交ざっている場合にはそう簡単にはいかない(47ページの図)。5と2を識別するには、1つひとつ数字を調べなければならないからだ。斜線と縦線の場合と同じく、5と2もはっきり区別できる形をしている。それにもかかわらずこういうことが起きるのは、グループ分けには色や線の向きといった単純で基本的な特徴がかかっているからなのだろう。数字の形のような、より知覚的な特徴は、グループ分けをするときには役に立たない。

では、5が赤に、2が緑に見える共感覚者に、5と2が交ざった図を見せたらどうだろうか。私たちは2が三角形を形作るように配置してみた。もし共感覚が本物の視覚的效果を生んでいるとしたら、被験者は簡単に三角形を見分けられるはずだ。彼らには色のついた数字が見えるのだから。

この試験をしたところ、答えは明白だった。普通の被験者と違って、共感覚者は数字によって形作られている図形を9割の確率で言い当てた。この確率は、数字別に異なる色をつけたものを普通の人に見せた場合の正答率と同じだ。この結果から、見えている色は真に知覚されているものであり、共感覚者が作り話をしているのではないことが証明できた。ごまかしではこれほど高い正答率は得られない。

もう1つの例をあげよう。私たちは5が赤く見える共感覚者にコンピューターのディスプレイを見てもらった。こちらがこっそり白い5の数字に赤い色をつけても、その赤がかなり濃い色になるまで彼は気づかなかった。ところが緑色をつけた場合にはすぐにわかった。

共感覚が実際に存在することが確認されると、次に「なぜこのような奇妙な現象を経験する人々がいるのか」という疑問が生じてくる。実験の結果、

私たちは共感覚者の脳の中では混線に似た状態が起こっているのではないかと考えるようになった。この考え方はもともと100年ほど前に提案されたものだが、今ようやく、脳のどの部分で、どのように混線が起こっているのかがわかってきた。

脳は視覚情報をどこで処理するか

関係する神経生物学的因子を理解するには、視覚情報を脳がどこに処理するかを知っておく必要がある(右ページの図)。

対象から反射されて眼に入った光が網膜の錐体(色の受容体)にぶつかったあと、網膜からの神経シグナルが脳の後ろ側にある後頭葉の17野に伝わる。この中で視覚イメージがさらに処理され、色や動き、形、奥行きなどの単純な特性に分けられる。こうして特性別に分解された情報はさらに先へ送られ、側頭葉と頭頂葉のより広範な複数の領域に分配される。

色の情報は、側頭葉の紡錘状回にあるV4領域に伝えられる。そこから、さらに色覚中枢の高次の階層へと信号が伝えられる。側頭葉・頭頂葉・後頭葉の接合部(TPO)などだ。これらの高次領域は、色の処理のさらに高度な側面と関係していると思われる。たとえば、葉の色は、夕暮れ時でも真昼でも同じように緑色に見えるが、実際に葉から反射される光の波長の組み合わせは非常に異なっている。

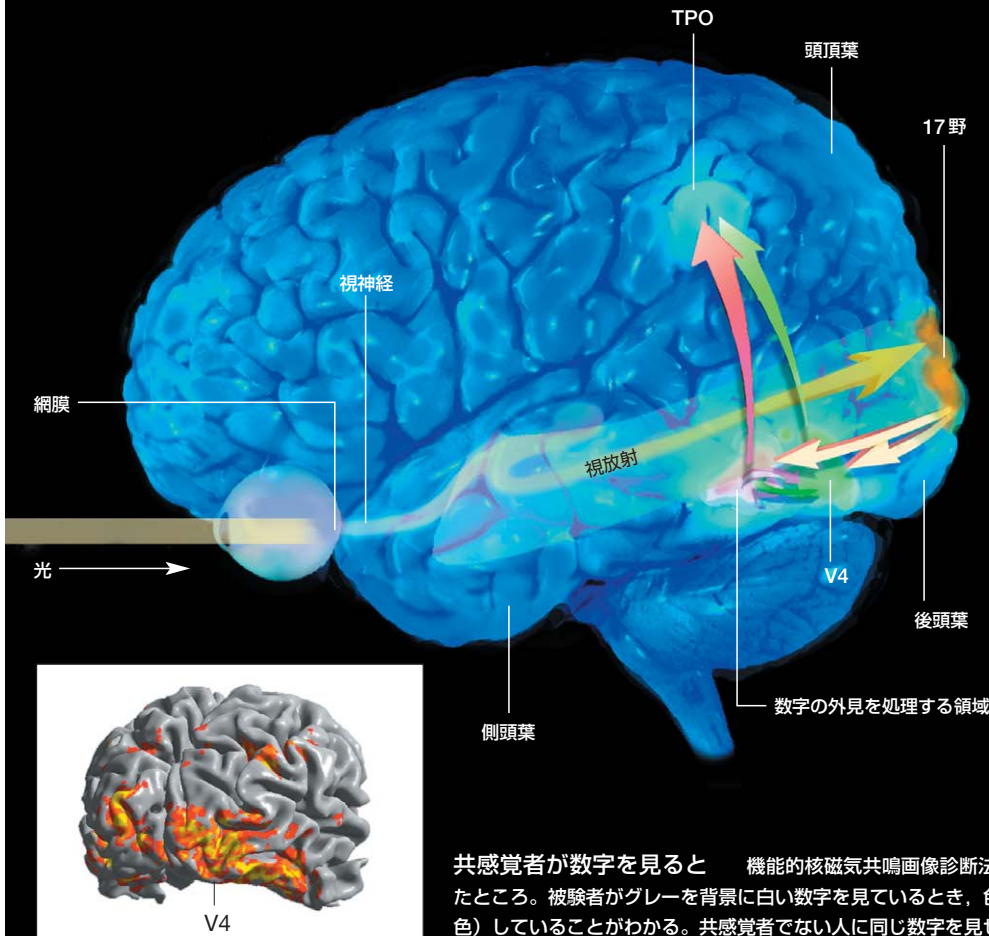
数の計算も、何段階かに分かれて起こるらしい。初期のステップはやはり紡錘状回で起こり、そこでは数字の実際の形が処理される。そのあとのステップは角回で処理される。角回はTPOの一部で、順序や数量などの数的概念に関与する(脳卒中や腫瘍などで角回が傷つくと、患者は数字を認識できても、割り算や引き算ができなく

音を見る、数字に色がつく——共感覚とは何か

- 共感覚(synesthesiaのsynはギリシア語で「共に」、aisthesisは「知覚」の意味)とは、2つ以上の感覚が混ざり合ってしまうが、それ以外は正常な状態をいう。
- 何十年にもわたり、この現象はインチキだとか、単に記憶によるものなどといわれ、真剣に受け止められることはなかった。しかし最近、これが実際に起こっていることが証明された。おそらくこの現象は交差活性化、つまり、通常は別個に働く脳の2つの領域が互いに活性化し合うために起こるのだろう。
- 共感覚のメカニズムを探究するうちに、脳がどのように感覚情報を処理し、それを使って一見無関係のものを抽象的に結びつけるかもわかってきた。

混ざり合うシグナル

よく見られるタイプの共感覚では、数字に色がついて見える。ふつう数と色を処理する脳の領域は連絡しあわないが、これらの領域が相互に活性化しあうために共感覚が起こるのではないかと考えられている。



網膜からの神経シグナルは、視放射を介して脳の後方に位置する17野に伝えられる。17野でそれらのシグナルは色、形、運動、奥行きといった単純な特性に分解される。

色の情報はさらにV4領域へ伝えられる。その近くで、数の外見も処理される。つまり、ここで色と数字の領域の交差連結が起こるのだ（短いピンクとグリーンのアスタリスク）。

最終的に色の情報はより高次の処理を行うTPO（側頭葉・頭頂葉・後頭葉の接合部）へと伝えられ、そこでさらに精密に処理される。同様に、数値計算の後期段階も角回で処理される。角回はTPOの一部で、順列や量の概念に関係する領域だ。曜日や月などの抽象的な数の順番と色が結びつく共感覚者がいるのはそのせいかもしれない。

共感覚者が数字を見ると 機能的核磁気共鳴画像診断法（fMRI）で共感覚者の脳の後ろ側を見たところ。被験者がグレーを背景に白い数字を見ているとき、色を処理するV4領域がさかんに活動（黄色）していることがわかる。共感覚者でない人に同じ数字を見せてもこの領域は活性化しない。

なる。掛け算だけはできることが多いが、それは九九を暗記しているからだ。さらに、画像診断装置を使った研究により、アルファベットや数字（書記素）は紡錘状回の細胞を活性化させるが、話し言葉の音（音素）はもっと高次の領域、やはりTPOの近辺で処理されることがわかった。

色と数字はどちらも最初は紡錘状回で、そのあと角回の近くで処理される。数字・色の共感覚はこの2つの過程のどちらかでの混線に起因すると私たちは考えた。つまり、最初に色を処理するV4領域と数字の形を認識する領域

（これらはどちらも紡錘状回にある）の間で混線しているか、やはりともにTPOにある高次の色覚領域と数字の概念を認識する領域の間での混線だ。

もっと風変わりなほかの共感覚も、異なる感覚処理領域間でこれと似たような混線が起こっているのだと考えられる。側頭葉の聴覚中枢もV4から色シグナルを受け取る高次の脳領域に近接している。これも、音・色の共感覚の原因と考えてよいのではないだろうか。同様に、感触で味を感じるマシュー・ブレイクスリーの場合も、「島」

と呼ばれる味覚皮質領域とそれに近接する手の触覚を処理する皮質領域間の混線が原因なのだろう。

神経の混線が共感覚の原因だとすると、なぜそのようなことが起こるのだろうか。共感覚は家族性が見られるので、遺伝的要素が関係していると思われる。突然変異によって、通常はつながりのない脳の領域間に連絡路が生じるのかもしれない。逆に、正常な状態ではかろうじて連結している領域間の連絡路が突然変異によって切断されてしまうとも考えられる。もしもそのような突然変異が脳の一部の領域では発



DAVID EMMITE

現し（効果を発揮し）、他の領域では発現しないとすると、このようなまだら発現の結果、ある共感覚者では色と数字が混ざり合い、別の共感覚者では音を聞くと色が見えるようになるのだと説明できるだろう。1人で違うタイプの共感覚を併せ持っている例が多いのも、この考え方の裏付けになる。

脳での混線とは？

私たちは当初、物理的に混線があると考えていたが、たとえ領域どうしの連絡路の数が正常でも、領域間で移動する化学物質のバランスが崩れた場合には同じ効果が起こり得ることに気づいた。そこで、ここからは「交差活性化」という呼び方を使うことにする。

隣接する脳領域はしばしばお互いの活動を抑制しあっていて、それによって混信が最小限に保たれている。だから、このような抑制作用が低下すると（たとえば抑制性神経伝達物質の作用が阻害されたり、抑制物質をつくれなくなったりするなど）、ある領域の活

動が隣接領域の活動を引き起こしてしまう。このような交差活性化は、理論的には大きく離れた領域間でも起こり得るので、共感覚の中の珍しい例もこれで説明がつく。

交差活性化を裏付ける証拠は、他の実験からも得られている。そのうちのいくつかは共感覚にいろいろなバリエーションがある理由を理解する助けになる。「読み分け困難」という視覚現象を利用した実験を紹介しよう（右ページの図）。図の中央にある小さな＋印を凝視したままでも、その図の脇のほうにある5という数字を識別するのは容易だ。しかし、5が別の4つの数字（たとえば3）に囲まれていると、焦点がぼやけてしまうように感じ、もう数字の識別はできなくなる。この数字を正しく言い当てる確率は、あてずっぽうで答えるのと変わらない。

こうなる原因は、単に視野の端の方が見えにくいというのは違う。3に囲まれているときははっきりと5と読めたのだから。数字に囲まれてしまう

と読めないのは識別のための注意力が限られているからだ。側面を固めている3が中央部の5に対する注意をそらしてしまうため、5が見えなくなる。

2人の共感覚者にこのテストを行ったところ、面白い結果がでた。彼らは画像を見てこう言った。「真ん中の数字はよくわかりません。ぼやけてしまって。でも、なんだか赤く見えるので、きっと5だろうと思います」。中央の数字は意識的には認識されていないのに、それでも脳はなんらかの方法でその情報を処理していたらしい。共感覚者はこの色を頼りに数字が何であるかを類推したのだ。

もしも私たちの理論が正しいとすれば、この実験結果から考えられることは、数字は紡錘状回で処理され、脳内で「読み分け困難」が起こる前に、その数字に相当する色が呼び起こされるということだ。だから、“見えていない”はずの数字さえもが共感覚を引き起こすという一見理屈に合わない結果が生まれたのだ。

私たちはこの結論を裏付ける実験結果を他にも得ている。数字と背景のコントラストを減らしていくと、共感覚者が感じる色は弱くなっていく。コントラストをさらに低くしていくと、ついには色はつかなくなるが、数字自体ははっきり見える。

読み分け困難実験は見えない数字も色を呼び起こすことを示したが、このコントラスト実験では逆に数字を見ても色が見えるとは限らないことがわかった。おそらく、コントラストが低いと、数字の認識に必要な数だけのニューロンは紡錘状回で活性化するものの、V4の色覚ニューロンに交差活性化を引き起こすには不足しているのだろう。

外見か数の概念か

最後に共感覚者にVなどのローマ数字を見せる実験をしたところ、ローマ数字には色はつかなかった。つまり、色を引き出すのは、数字の数量としての概念（この場合は5）ではなく、書記素の視覚的な外見のようだ。この結果も、数字・色共感覚では紡錘状回内部で交差活性化が起こっている証拠になる。この部分は数字の高次レベルの意味付けではなく、視覚的な形の分析に関係している領域だからだ。

ひとつ、興味深い結果を披露しよう。小さな3が集まって5の形ができるとする。全体を見れば5だが、細部を見れば3だ。2人の共感覚者に聞いたところ、焦点のあて方によって色が変わったという。このテストから、共感覚は高次レベルの概念の結果ではなく、視覚的外見のみによって生じることがわかる。全体か細部かといった注意の向け方に基づいた入力情報の切り替えも重要なようだ。

しかし、さまざまな共感覚者で研究を進めるうちに、同じ数・色タイプの共感覚でもさまざまな見え方があると

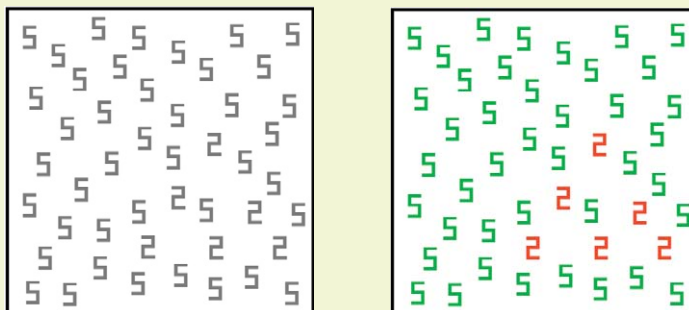
わかってきた。曜日や月に色がついて見えるという人もいる。月曜は緑、水曜はピンク、12月は黄色といった具合だ。

曜日、月、数字に共通するのは数の順番、つまり順序性だ。ある種の共感覚では、おそらく視覚的な外見ではなく、抽象的な数の順番の概念が色を引き出しているのだろう。このような人々では、紡錘状回内の混線ではなく、角回とTPOに近いもっと高次の色覚領域とが混線しているのだろうか。だとすれば、曜日や月といった抽象的な

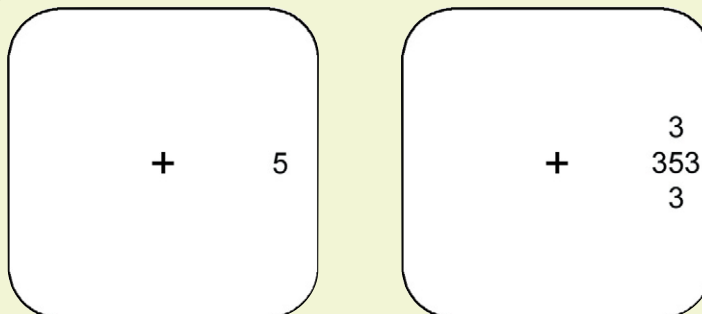
数の表示、あるいは数の概念だけで特定の色をはっきり感じる理由が説明できる。つまり、突然変異遺伝子が脳のどこで発現しているかによって、概念によって引き起こされる“高次”の共感覚と、視覚的外見のみによって起こる“低次”の共感覚という、異なるタイプの共感覚が起こる。同様に、文字の視覚的外見から色が喚起されるのが低次タイプ、文字によって音（音素）が聞こえるのが高次タイプだといえる。音素はTPOの近辺で処理されるからだ。

カラーで見分ける数字

普通の人々が下の左の図を見ても、同じ数字の配置が作り出す隠れたパターンを見つけだすのは難しい。数字が5か2かを一文字ずつ確かめなければならないからだ。しかし、数字に色がついて見える共感覚者では、たとえば5は緑に、2は赤に見えるので、隠されたパターン（下の右の図では三角形）を即座に見つけることができる。



共感覚者には“見えない”数字が見える。私たちは誰でも下の左図の真ん中にある+印を凝視しながらでも、片隅にある数字が何であるか、簡単に識別できる。周辺視力のおかげだ。しかし、右図のようにその数が他の数字で囲まれていると、普通の人には5がはっきりとは見えなくなる。共感覚者には、数字自体はぼんやりとしか見えないが、その数字に対応した色がついて見えるため、数字を類推できた。



私たちはこんな共感覚者にも出会った。彼は色の識別ができないが、おそらく交差活性化のせいで数字にだけは色がついて見える。彼の網膜の色受容体は特定の波長の色を処理できないが、脳の色覚領域には問題がないので、数字を見ると交差活性化によって色が見えるのだろう。

サンディエゴにあるソーク生物学研究所のボイントン（Geoff Boynton）と共同で共感覚者の脳の活性部位を調べる実験をしたところ、交差活性化説から予測されるとおりにV4色覚領域

の一部が活性化している兆候が見られた。共感覚者に黒と白の数字を見せると、普通の被験者に見られるような脳の色覚領域の活性化だけでなく、色覚領域にも活性化が起こった。ロンドンにある精神医学研究所のグレイ（Jeffrey Gray）たちも同様の結果を報告している。

私たちのグループは異なるタイプの共感覚者間の差異も観察した。低次タイプの共感覚者では、普通の人たちよりも、色覚処理の初期段階の活性化がより大きかった。逆に、高次タイプの

共感覚をもっと理解しよう——よくある質問

共感覚にはいろんなタイプがあるのか？

科学的に確認されただけでも50種類以上あるようだ。家族性があり、女性や創造的な人々に多いらしい。おそらく200人に1人くらいの割合で共感覚者が存在する。一番多いのは、数や音程が色を喚起するタイプだ。ある珍しい例では、1つひとつの文字や数字が男か女に区別されるといふ。脳は世界を2つに分類しようとする傾向があるが、これはその極端なケースかもしれない。

1つの文字や数字に色がついて見える共感覚者には、eaとか25のような組み合わせはどのように見えるのか？

共感覚者は個々の文字や数字に対応する色を見る。しかし、2つが物理的に近すぎる場合には、相殺されて色が消えてしまうことがある。また同じ色に見える文字だったときには、相乗効果で色が強まることもある。

大文字か小文字かで違いがあるか？

一般的には違いはない。しかし、小文字になると色が鮮やかでなくなるという人もいる。あるいは、小文字は光っているように見えたり、まだらに見えたりすることもあるようだ。

単語は全体的にどう見えるか？

最初の文字の色が、その単語の色を決めることが多いようだ。発音しない文字であってもその色がその単語の色となる。たとえば、psalm（賛美歌）の先頭のpは発音されないが、この単語にはpの色がつく。

共感覚者が複数の言語を操る人の場合はどうなるか？

母国語の文字は彩色されていることがあるが、第1外国語あるいは第2、第3外国語となると色はつかない。このような違いは、異なる言語は、異なる脳領域で処理されるために生じるのだろう。

共感覚者が文字や数字を心に思い描くときはどうだろう？

文字や数字を想像すると、実際に見るときよりももっと強烈に色を喚起することがある。おそらく想像によって、本物の色を見るときと同じ脳領域が活性化されるためだろう。実物の文字や数字を見たときには、その文字などの本当の色と共感覚による色が競合するらしい。想像だけのときには、網膜からの視覚シグナルが来ないので、脳で競合する信号がないため、共感覚による色はさらに強まるのだ。

共感覚は記憶を向上させるのだろうか？

ありうることだ。ロシアの神経科医、故ルリア（Aleksandr R. Luria）はある記憶の天才について記述している。彼は5つの感覚がすべてリンクしていたため、驚くべき記憶力をもっていた。2つの感覚のリンクでも、記憶の役に立つだろう。（V. S. ラマチャンドラン/E. M. ハバード）

言語誕生の謎

共感覚の研究から思考や言語の進化の
手がかりが得られるかもしれない

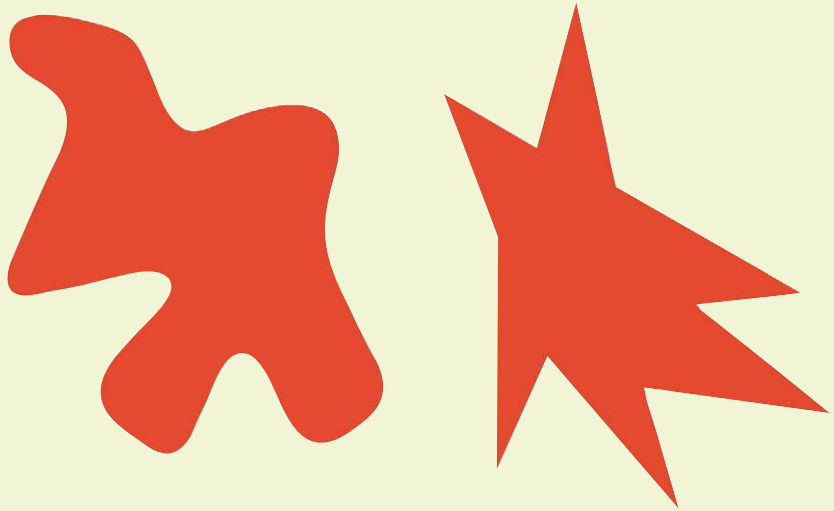
言語を発明しようとしている原始人のグループを想像してみよう。みんなはリーダーを見つめている。「よし、今日からこれをバナナと呼ぶ。さあ、みんなで言ってみよう。パ・ナ・ナ」——いやいや、こんなふうではなかったことは確かだ。

そのグループには、すでに体系的な言語コミュニケーションのための下地ができていたはずだ。私たちは共感覚の神経生物学的基盤を研究したことにより、隠喩の発達（つまり外見上は似ていないし、関連のないものどうしに深いつながりを見つげられるようになったこと）がタネとなって、そこから言語が芽生えたのではないかと考えるようになった。

人間には、ある特定の形にある種の音を結びつけるという生まれながらの傾向がある。これは、原始人が共通する語彙を使いはじめるときに重要だったはずだ。さらに、物体の視覚的形態、文字や数字、そして単語を処理する特定の脳領域は、共感覚者でない人でも相互に活性化される。つまり、ぎざぎざの形態には鋭い発音の名前をつけたくなるのだ。

さらに、2種類の異なるタイプの神経連絡が私たちの考えを裏付ける。第1に、視覚的形態と聴覚のための知覚野は脳の後ろ側にあるが、ここと、脳の前方にある発話に関係する特定の運動領域の間には交差活性化が起こる。とがった形や耳障りな音は、発話に関係する運動制御領域を誘発して、目や耳から入っていたぎざぎざの情報に合うような破裂音が出るように舌と口蓋を動かす。

「ちよっぴり」「ちよっと」などを意味する diminutive や teeny-weeny、フランス語の un peu の発音をするとき、私たちは口をすぼめるが、これは物の小ささをジェスチャーで示しているのだ。脳は、見たことや聞いたことを、その入力情報にあった口の動きに翻訳する



形と音の結びつき 上の図形のどちらが「プーバ」で、どちらが「キキ」と問われたら、98%の人が、インクの染みのような左の図形を「プーバ」、右を「キキ」と答える。著者たちは、共通する抽象概念を引き出す脳の能力（たとえば、ぎざぎざの形には、耳障りな音の名をつけることなど）は、隠喩や共通した語彙の発達の基礎となってきた可能性があると考えている。

ルールをもともと持っているらしい。

第2の証拠は、手と口の動きに必要な一連の筋肉の動きを調節している2つの近接する運動野間で、シグナルの溢れ出しのような現象が起こることだ。私たちは、この効果を協調運動と呼んでいる。ダーウィンが指摘したように、はさみで紙を切るとき、私たちは無意識のうちに歯をくいしばったり弛めたりしている。まるで手の動きを口に反映させているかのようだ。言語学者の多くは、手の動きが声の言語の基礎となったという説には異論を唱えているが、協調運動は「手の動き・言語説」の裏付けになると私たちは考えている。

私たちの太古の祖先が、主として唸りや喚きや悲鳴などの感情的な声でコミュニケーションをとっていたとしよう。それらの声は右半球と感情に関係する前頭葉によって生み出されるということがわかっている。後に、身振りによる初歩的なコミュニケーションシステムをつくりあげ、それが徐々にもっと精巧で洗練されたものになっていった。

何かを自分のほうに引っ張る手の動きが、「こちらへ来い」という手招きへと発達したという仮説には無理がない。そのような身振りが協調運動によって、口

と顔の筋肉の動きに変換され、それから、のどから出てくる感情的な声がこの口の動きを通して伝え、その結果として、最初の発話が生まれたと考えることもできる。

では、この説にシンタックス（言語において単語やフレーズを用いる規則）はどのようにはめ込まれるのだろうか。道具の発明が、これに重要な役割を果たしたかもしれないと私たちは考えている。たとえば、まずハンマーの頭部を作り、次に柄を付け、それから肉を叩き切るといったふうに、道具作りには順序がある。これは大きな文の中に節を組み込むのと同じである。カリフォルニア大学ロサンゼルス校のグリーンフィールド（Patricia Greenfield）に続いて、私たちも、道具の使用における下位部品の組み立てのために発達した前頭葉の領域が、のちに単語を節や文章につなぎ合わせるという完全に新しい機能にとって代わられたのかもしれないという説を提案する。

この考え方で、現代の言語の微妙な特徴のすべてを説明できるわけではない。しかし私たちは、このような要素は現代の言語の最も重要な部分に不可欠だったのであると考えている。

(V. S. ラマチャンドラン／E. M. ハバード)

共感覚者はこのような初期レベルの活性化は少なかった。

創造性と共感覚

共感覚の仕組みを神経学的に理解することによって、画家や詩人、小説家の創造力を多少は説明できるかもしれない。ある研究によると、このようなクリエイティブな職業に携わる人々では、共感覚者の割合は一般の8倍にのぼるといふ。

創造的な人々の多くに共通する才能のひとつが、隠喩的表現の巧みさだ（たとえば、シェイクスピアの戯曲の台詞「あの窓が東の空ならば、ジュリエットは太陽」のように）。彼らの脳は、太陽と美少女のように一見無関係な領域どうしがリンクするようにできているかのようだ。つまり、共感覚が一見無関係な知覚的要素（たとえば色と数字など）を勝手に結びつけてしまう状態だとすれば、隠喩は一見無関係な概念的領域を結びつけてしまうことだといえる。おそらく、これは単なる偶然ではないだろう。

多数の高次概念がおそらく特定の脳領域（マップ）につながっているのだろう。考えてみれば、数字以上に抽象的なものはないのに、先ほど説明したように、脳の比較的小さい領域（角回）で処理されているのだ。私たちは突然変異によって異なる脳マップ間で過剰な交信が起こるために共感覚が引き起こされると考えている。

ここでいうマップとは皮質の小領域のことで、そこでは特定の知覚的要素、たとえば、形の直線性や曲線性、そして色合いなどが表される。共感覚を生み出す遺伝子が脳のどこで、どのくらいの広がりで見現するかによって、共感覚や、一見無関係な概念をリンクさせる傾向（つまりは創造性）が生まれるのだろう。こう考えれば、あまり役に立つとは思えない共感覚の遺伝子が

生き延びてきたこともうなずける。

私たちの研究は、芸術家には共感覚者が多い理由を明らかにするだけでなく、一般の人にも実は共感覚の能力を持っていて、そうした形質が抽象概念を進化させてきたのではないかということを示唆している。抽象概念をつくることに関して、ヒトは抜きん出た能力を示す。抽象概念に関係するTPOとその内部にある角回は、通常、異種感覚情報の統合（クロスモダル統合）にかかわっている。

この脳領域には、触覚、聴覚、視覚からの情報が一緒に流れこみ、ここで高次の知覚が作り出されると考えられている。たとえば、猫はふわふわして（触覚）、ニャーと鳴いたり、喉をごろごろ鳴らし（聴覚）、ある決まった外見（視覚）とにおい（嗅覚）をしている。猫を思い浮かべたり、「猫」という言葉を聞いただけで、これらの感覚がいっぺんに喚起される。

ヒトでは角回が類人猿やサルと比べて不釣り合いに大きい。それは角回が最初は異種感覚情報の関連づけのために進化したものの、しだいに隠喩などにより抽象的な機能が勝るようになっていったからなのだろう。

心理学者のケーラー（Wolfgang Köhler）が考案した2つの絵を見てみよう（前ページの囲みの図）。ひとつはインクの染みのように見えるが、もうひとつは割れたガラスの尖った破片のように見える。「どっちが『ブーバ』でどっちが『キキ』に見えるか」と尋ねられると、98%の人がインクの染みがブーバで、ガラス破片をキキと答える。

アメーバのようなやわらかい曲線が、脳の聴覚中枢で優しい波動として処理される「ブーバ」という音にぴたりくるのだろう。そして「ブーバ」と発音するときに唇をゆっくりとすぼめる感じともよく合うのだろう。一方、

「キキ」という音の波形と、それを発音するとき舌が口蓋に鋭く当たる感じは、この尖った形に見られる突然の変化によく表れている。

この2つに共通するのは、形から連想される抽象的特徴だけだ。そうした抽象的概念はTPO近辺、おそらく角回で生まれるのだろう（最近、私たちは角回が傷ついた人々ではこのブーバ・キキ効果が失われることを発見した。彼らは、2つの形を適切な音に結びつけることができない）。ある意味で、私たちは誰もが“隠れ共感覚者”なのかもしれない。

つまり、角回は非常に初歩的な抽象概念をつくり出している。似ても似つかないものから共通する特徴を引き出しているのだ。角回がどの程度正確に

この仕事をするのかはわからない。しかし、クロスモダル抽象概念をつくれるようになったことで、もっと複雑な種類の抽象概念に進むことができるようになったのだろう。異なる機能のために別の機能が乗っ取られてしまうのは進化ではよく見られることだ。クロスモダルによる抽象概念構築は、隠喩や抽象的思考だけでなく、言語のもとにもなったのかもしれない（49ページの囲み）。

私たちが共感覚の研究を始めた時には、この研究が何の役に立つのかはまったくわからなかった。長い間好奇心の対象でしかなかったこの奇妙な現象が、思考の本質を知る手がかりになるとは、思いもよらないことだった。

（翻訳協力：古川奈々子）

著者 Vilayanur S. Ramachandran / Edward M. Hubbard

2人は共同で共感覚の研究をしている。ラマチャンドランは、カリフォルニア大学サンディエゴ校の脳認知センター長を務め、ソーク生物学研究所の助教授も兼任している。彼は医師として研修を受け、その後ケンブリッジ大学トリニティ・カレッジでPh. D. を取得した。オックスフォード大学オールソウルズ・カレッジからはフェローシップを、オランダ王立アカデミーからはアリエンス・カップーズ・ゴールドメダルを、さらに米国神経学アカデミーからはプレナリー・レクチャー・アワードを受けた。SCIENTIFIC AMERICANへの寄稿はこれが4本目。ハバードはカリフォルニア大学サンディエゴ校の心理学・認知科学科の大学院生。精神物理学と機能的核磁気共鳴画像診断法（fMRI）を融合させて、多感覚現象の神経的基盤を調べている。米国共感覚協会の創立会員でもある。

原題名

Hearing Colors, Tasting Shapes (SCIENTIFIC AMERICAN May 2003)

もっと知るには…

THE MAN WHO TASTED SHAPES. R. E. Cytowic. MIT Press, 1993. (邦訳『共感覚者の驚くべき日常——形を味わう人、色を聴く人』山下篤子訳、草思社、2002年、本体1900円)

SYNAESTHESIA: CLASSIC AND CONTEMPORARY READINGS. S. Baron-Cohen and J. E. Harrison. Blackwell, 1997.

PSYCHOPHYSICAL INVESTIGATIONS INTO THE NEURAL BASIS OF SYNAESTHESIA. V. S. Ramachandran and E. M. Hubbard in *Proceedings of the Royal Society of London*, B, Vol. 268, pages 979–983; 2001.

SYNAESTHESIA: A WINDOW INTO PERCEPTION, THOUGHT AND LANGUAGE. V. S. Ramachandran and E. M. Hubbard in *Journal of Consciousness Studies*, Vol. 8, No. 12, pages 3–34; 2001.

SYNAESTHETIC PHOTISMS INFLUENCE VISUAL PERCEPTION. D. Smilek, M. J. Dixon, C. Cudahy and M. Merikle in *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol. 13, No. 7, pages 930–936; 2001.

FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING OF SYNESTHESIA: ACTIVATION OF V4/V8 BY SPOKEN WORDS. J. A. Nunn, L. J. Gregory, M. Brammer, S.C.R. Williams, D. M. Parslow, M. J. Morgan, R. G. Morris, E. T. Bullmore, S. Baron-Cohen and J. A. Gray in *Nature Neuroscience*, Vol. 5, pages 371–375; 2002.

SCIENTIFIC AMERICANのウェブサイトからも共感覚についての情報が得られる。

<http://www.sciam.com/onhoweb>