

# 脳のつじつま合わせと錯覚

筑波学院大学教授

**横澤 一彦** よこさわ かずひこ

1956年生まれ、1979年東京工業大学・情報工学科卒業、1981年東京工業大学・総合理工学研究科修了。1981年日本電信電話公社(現NTT)入社。1990年工学博士(東京工業大学)。1998年東京大学・助教授、2006年教授。2022年定年退職し、名誉教授。2022年筑波学院大学・教授。一般社団法人共感覚研究所・代表理事、所長も併任。主な著書に『視覚科学』(勁草書房)、『つじつまを合わせたがる脳』(岩波書店)、『感じる認知科学』(新曜社)など。



「つじつま合わせ」が、われわれの脳内で頻繁に生じているにもかかわらず、われわれ自身はほとんどそれに気付かず、日常生活を送っています。複数の感覚への入力<sup>ゆが</sup>が矛盾する場合には、片方の感覚からの情報の解釈を歪めてでも、つじつまの合う解釈をしようとしています。ここでは、味覚と食のつじつま合わせ、ラバーハンド錯覚と幽体離脱体験、腹話術効果とマガーク効果などの現象を紹介し、次の行動につなげるために、つじつま合わせをして迅速に解を導き出している過程を明らかにします。

一般に、つじつま合わせという言葉はあまり良い状況で使われないように思われます。例えば、「つじつま合わせの態度」「つじつま

を合わせるために、適当な理由をこじつける」といった具合です。しかし、「こじつける」には悪い意味が含まれますが、「つじつま合わせ」自体には本来、矛盾を解消するとか、筋道が通るようにするという意味があります。この「つじつま合わせ」が、われわれの脳内で頻繁に生じているにもかかわらず、われわれ自身はほとんどそれに気付かず、日常生活を送っています。典型的な現象を紹介した拙著『つじつまを合わせたがる脳』(岩波書店、図1)の中から、いくつかの例を取り上げたいと思います。

## 味覚と食のつじつま合わせ

われわれが食べ物や飲み物に感じる味は、



図1 筆者の著書『つじつまを合わせたがる脳』

味覚によって得られると思われていますが、常に嗅覚や視覚などの別の感覚も関係しあって、総合的に判断されていることはあまり意識しません。しかしながら、目隠しをして、鼻をつまんで、ワインやジュースを飲むと、ワインが高級かどうかはもちろんのこと、どの果物のジュースかさえほとんど区別できなくなることに驚くでしょう。かき氷のさまざまなシロップは香料の違いだけ、すなわち香りと色の違いだけで作られているのですが、われわれはイチゴ味やメロン味として感じていて、味覚の錯覚であることに気付くことはほとんどありません。

例えば、イグノーベル賞栄養学賞を受賞した研究では、高周波成分を増強した咀嚼音<sup>そしやく</sup>を聞きながらポテトチップスを食べると、よりカリッとした食感に感じられることが報告されており、高齢者など、咀嚼能力に問題があって食感を味わいにくい人の食経験の改善に生かせるのではないかと考えられます。

また、人工現実感が体験できるような装置を装着して、食べているクッキーの見た目を変え、小さくしたり、大きくしたりすると、それに伴って、満腹感も変化することが報告されています。すなわち、クッキーの物理的な大きさは変わらないのに、見た目が大きければ、食べたときに満腹感が得られてしまいます。物理的に少量でも満腹感が得られるならば、肥満防止に生かせるかもしれません。

普通(プレーン)のクッキーを食べてもらうときに、人工現実感が体験できるような装置によって、見た目をチョコレート・クッキーに変え、さらにチョコレートの香りを嗅がせると、ほとんどの人は普通のクッキーをチョコレート味と感じてしまいます。いずれにしても、このような解釈をしてしまうの

は、食は多感覚的な行為であり、味覚と嗅覚と視覚を統合した一種の「つじつま合わせ」による錯覚に基づいていると言えるでしょう。

なぜわれわれの脳内では「つじつま合わせ」をしてしまう状況になるのでしょうか。まず視覚、聴覚、触覚、嗅覚、味覚という五感について説明してみましよう。視覚には目、聴覚には耳、触覚には皮膚、嗅覚には鼻、味覚には舌という、個別の感覚器官が存在します。これらの感覚器官で得られた外界の情報が、独立した脳内部位で最初に処理されることとなります。それぞれの部位で独立して処理されるため、お互いの結論が食い違う可能性があるわけです。

当然ながら、例えば視覚から得られる結論が、他の感覚から得られる結論と食い違っている場合もあります。感覚間に食い違いがあっても、脳内が混乱するわけではなく、普通のクッキーを食べても、視覚情報を基に、即座に今食べているのはチョコレート・クッキーであると判断してしまい、通常は各感覚器官が出している結論に戻ることはありません。当然のことながら、人工的な環境と違って、自然環境では各感覚器官に戻る必要性があるような食い違いはほとんど生じません。しかし、認知心理学における実験研究で、感覚間にわざわざ極端な食い違いを人工的につくったとしても、われわれが自分自身で想像する以上に、つじつま合わせをしてしまうことが明らかになっています。

## 身体所有感の錯覚

### 作り物の手を自分の手だと錯覚

ラバーハンド錯覚は、まったくの作り物の手だと分かっているのに、それを自分の手と思いついてしまうという錯覚現象です。実験

が始まると、被験者は自分の左手が<sup>ついたて</sup>衝立で隠されてしまい、実験者はその被験者の手や指と、その横のラバーハンドに、タイミングを合わせて触覚刺激を与えます(図2)。そうすると、被験者は目の前に置かれたラバーハンドを、自分の手や指のように感じてしまいます。

なぜ、このような錯覚が生じるのでしょうか。自分の手を絵筆でこすられていると触覚的に感じますが、自分の手を絵筆でこすられているのは見えておらず、見えているのは、目の前でラバーハンドが絵筆でこすられているところです。このようなときに、絵筆で自分の手がこすられている触覚での結論(すなわち、絵筆がこすっているのは自分の手であるという結論)と、絵筆でラバーハンドがこすられている視覚での結論(すなわち、絵筆がこすっているのはラバーハンドであるという結論)のつじつまを合わせるために、ラバーハンドが自分の手であるという判断を下すのです。



図2 ラバーハンド錯覚の実験

通常は、自分の手や指が触られているとき、その刺激を触覚的に感じる位置と、視覚的に感じる位置は一致しています。このような複数の感覚情報の一貫性によって、目の前の手や指が自分の手や指であるという身体所有感覚が強固に保持されます。一方、ラバーハンド錯覚の実験では、見えない場所にある自分の手や指が触られるのとまったく同じタイミングで、目の前のラバーハンドが触られています。われわれは、経験的に、同時に知覚される視覚刺激と触覚刺激は同じ場所に与えられたものだと思い込んでしまうため、ラバーハンドを自分の手や指と見なししてしまうのです。

### つじつま合わせて幽体離脱体験

幽体離脱体験とは、ラバーハンド錯覚と同じように、自分の身体以外の存在を自分の身体と錯覚してしまう現象です。まさに自分の身体が本体から脱して、別の場所に移動してしまうような体験になります。図3において左向きに座ってヘッドマウントディスプレイを装着しているのが被験者であり、右に設置されているのがビデオカメラです。実験者はその中央で、両手に棒を持ち、片方の手で被験者の胸を押すような動作をし、もう片方の手でビデオカメラに向かって棒を指しています。

ビデオカメラでは被験者の後ろ姿を撮っていて、その映像をヘッドマウントディスプレイで映します。すると、被験者の目の前には自分の後ろ姿が見えることになります。このような視覚情報だけでは特に幽体離脱は体験できませんが、実験者が被験者の胸をビデオカメラに写らないように、右手で持った棒で押すのと同時に、ビデオカメラ前の何も空間を左手の棒で押すような動作をするわけです。

被験者には、ヘッドマウントディスプレイ

上に自分の後頭部や背中などの後ろ姿が写っているのが見えます。このとき、棒で胸を押されたような触覚的刺激を感じます。そのタイミングに合わせて、ヘッドマウントディスプレイの下側には棒が近づいてくる映像が見えます。ただし、ヘッドマウントディスプレイに写っている自分の後ろ姿には、胸を押されている様子は視覚的に見えません。そうすると、被験者はヘッドマウントディスプレイ上では自分自身の胸は見えませんが、触覚的には胸を押されているように感じるようになります。これは、ラバーハンド錯覚において、被験者の手を隠し、ラバーハンドと同期させながら絵筆でこするのと同様の操作ということになります。その結果、被験者は、自分の後ろ姿が前方に見えるのに、触覚的な刺激を感じる自分自身がその後ろの空間に存在しているような感覚、すなわち自分自身が別の空間に存在しているような幽体離脱体験ができるわけです。

仮に、得られた視覚情報と触覚情報を基に、被験者自身がつじつま合わせをすると、ヘッドマウントディスプレイを通じて見えている自分自身とは別に、何も無いはずの空間にも自分自身が存在するかのように錯覚すれば、得られた視覚情報と触覚情報の両情報が矛盾なく理解できることとなります。このような状況下では自分自身の体が2カ所に存在するという、つじつま合わせをしてしまうのです。

このような幽体離脱体験をした後で、ヘッドマウントディスプレイを外したとき、2つに分かれていた自分の身体が一瞬にして1つの身体に戻るように感じるという、不思議な体験をすることができます。このような感覚



図3 幽体離脱体験の実験

は、ラバーハンド錯覚においても、衝立を取り外して、隠していた自分の手が見えるようになり、自分の手とラバーハンドが同時に見えた瞬間にも、2つに分かれていた自分の手が一瞬にして1つに戻るように感じるときと同じです。いずれも、体全体もしくは体の一部分が別の位置に同時に存在していると解釈するという、つじつま合わせが解消される瞬間ということになります。

### 身体拡張として遠隔操作などに応用

なお、ここで紹介した幽体離脱体験について、視覚情報と触覚情報が乖離かいりしているときでも、それらをつじつま合わせするために生じると説明しました。しかし、これまで報告されてきた様々な幽体離脱体験、例えば自動車事故に遭った人、てんかんなどの脳障害のある人、薬物依存症患者などの体験と、ここで紹介した実験と同じものであるかどうか、その関係については慎重な検討が必要です。

重要なのは、錯覚が生じることではなく、視覚情報と触覚情報を統合的に解釈するメカニズムの存在を、ラバーハンド錯覚や幽体離脱体験という現象を通じて確かめられることにあります。

ラバーハンドが自分の手ではないことは明らかなのに、つじつま合わせをして自分の手だと思い込んでしまうことが、最も妥当な解であるとするには抵抗があるかもしれないし、不安を覚えるかもしれません。しかしながら、これをある種の身体拡張であると考えれば、様々な応用が考えられます。工場ばかりではなく、現在の手術などでもロボットアームが使われるようになりましたが、ロボットアームが自分の手ではないことは明らかでも、ロボットアームが自分の手のように感じられるならば、遠隔操作でも繊細な作業が可能になるはずです。

## 視聴覚情報のつじつま合わせ

### テレビ視聴における腹話術効果

例えば、テレビのニュース番組を見ながら、1人のアナウンサーが今日起こった事件について伝えているのを、イヤホンで聞いているとしましょう。このとき、画面ではアナウンサーが口を動かしながらしゃべっている映像が流れており、イヤホンからアナウンサーの声が聞こえているはずですが、しかし、画面上で動いているアナウンサーの口の位置からは、声、すなわち聴覚的な情報は一切発せられていません。それにもかかわらず、テレビ番組を見ているときは、誰もがアナウンサーがしゃべっていると理解しているでしょう。

この現象は、視覚情報源と聴覚情報源が空間的には独立しているにもかかわらず、両情報源が空間的に一致していると解釈してしまう現象であり、腹話術効果と呼ばれています。画面上のアナウンサーがしゃべっているという解釈は、一種の「つじつま合わせ」による産物です。しかし、このような状況で、アナウンサーがしゃべっているという解釈は決

して間違っていない。ただ、画面上からアナウンサーの声が発せられているという解釈は、無意識のうちに現実を誤認していることになります。

### 唇の動きの視覚情報で歪む音声の認識

また、人の話し声は、唇の動きを見ながらだとより明瞭に聞こえます。1つの感覚からの情報だけでは不十分なときに、他の感覚からの情報で補う補完効果の例と言えるでしょう。その典型的現象がマガーク効果です。

例えば、「ガ」(/ga/)と発声している人の動画に「バ」(/ba/)という音声を付けて再生してみます。すなわち、唇の動きは「ガ」、音声は「バ」を組み合わせていることになります。そうすると、多くの場合、「バ」でも「ガ」でもなく、「ダ」(/da/)と聞こえることが分かっています。目を閉じれば音声だけで判断できるので、明確に「バ」と聞こえます。唇が「ガ」の動き、音声は「バ」を組み合わせると本当は不自然なはずなのに、視覚情報と聴覚情報が不一致であることに気付かない場合が多いことが知られています。

このマガーク効果の生起要因として考えられている解釈を説明したいと思います。子音部 b、d、g は全て有声破裂音であり、3つの子音は口腔内の調音位置(破裂位置)のみが異なります。目を閉じ、音声だけならば「バ」と聞こえるわけですが、目を開けて唇の動きを見た場合、「バ」だとすると唇は閉じた位置から発声されるはずなので、「ガ」と「バ」の中間的な調音位置の音声である「ダ」に聞こえてしまうと考えられています。このマガーク効果は、女性の顔と男性の音声を使っても、また視覚情報として口の動きだけにしても生じるので、マガーク効果の生起に重要な視覚情報は唇の動きだということになります。

## コロナ禍におけるマスクの受容に文化差

ところが、日本人は欧米人ほど強くマガーク効果が生じないことが報告されています。視線を測定してみると、英語母語者では音が始まる前から視線が話者の口に集中しているのに対して、日本語母語者では視線が分散しており、口への集中は見られません。英語母語者は口の動きを見ながら一瞬あとに聞こえる音の候補を絞り込んでいますが、日本語母語者はそうした予測をしていないこととなります。会話のときに話者の顔をあまり見ない東洋的な文化習慣もマガーク効果の強弱に影響している可能性があると思われます。

コロナ禍におけるマスクに対する抵抗感にも文化差があることが知られていますが、マガーク効果の強弱に影響するコミュニケーション方法の差異が関わっていると考えられるでしょう。読唇能力が未発達な子どもは、マガーク効果が生じにくく、聴覚能力の低下により、視覚情報に依存しやすい一部の聴覚障害者の人々やお年寄りもマガーク効果が生じやすいことも分かっています。

マガーク効果は音声の推定間違いと捉えられがちですが、視覚情報と聴覚情報が競合しない日常的な環境では、視聴覚統合によって音声知覚を補完できることを示しています。地下鉄などの雑音が大きく、少し離れたところにいる話し相手の音声聞き取りづら

い環境でも、相手の唇の動きが音声の理解を補ってくれることもあるはずですが、例えば、雑音の中、明日の予定を確認しあっている状況で、相手が「安全(Anzen)だね」と言っているように聞こえたとき、その始めに口を閉じていたとすれば、「万全(Banzen)だね」と言った可能性が高いのではないのでしょうか。

## 複数の感覚を統合して認識

様々な感覚に、時空間的に近接して与えられた情報は個別に処理されるのではなく、1つのまとまりを持った事象の認識につながるような形で処理されています。そこで、複数の感覚への入力矛盾しない場合には、認知処理が促進されるとともに、冗長性を利用して安定的な認識につなげています。一方、複数の感覚への入力矛盾する場合には、片方の感覚からの情報の解釈を歪めてでも、つじつまの合う解釈をしようとしていることは、ここでご紹介した現象などから明らかです。

つじつま合わせの解釈は、見方によれば、物理的な情報を歪めた錯覚と捉えることができますが、次の行動につなげるために、信頼性が高いと考えられる情報にウエートを置くことで、迅速に解を導き出しているというポジティブな面にも気付くことが重要だと思います。