

それが  
錯触です!

コチョコ  
コチョコ...

うーん、  
くすぐりたい  
そんなバカな～

触れずとも  
くすぐりたいとは  
これ如何に!?

だまされる  
身体!?

# 錯覚でつくる 未来の マシン!

取材協力/国立大学法人電気通信大学・  
梶本裕之准教授と研究室のみなさん  
取材・文/白鳥 敬 写真/青柳敏史

目の錯覚については、  
これまで子科でもたくさんとりあげてきた。  
でも、錯覚は、視覚だけじゃない。  
なんと触覚=さわる感覚にもあるんだ。  
これを錯触という。最近になっていろんな  
錯触がみつかった。  
そこで、錯触とそれを応用したデバイスを  
研究している電気通信大学の梶本研究室で、  
最先端の研究を教えてもらったゾ。

## アリストテレスの錯覚

指を交差させて、その間に鉛筆を当てると1本なのに2本に感じる。



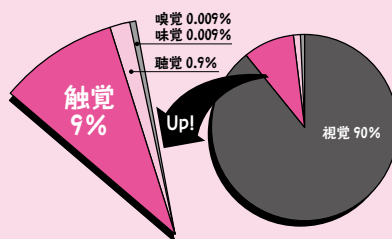
アリストテレスの錯覚って知っているかな。  
人差し指の上に中指を乗せて交差させ、その間に鉛筆を当てると、鉛筆が2本あるように感じるという錯覚だ。これは古くから知られているものだが、最近になって、触覚の錯覚(錯触)がたくさん見つかって、そのメカニズムが研究されている。

錯触は、視覚の錯覚と同じように、脳がだまされるような感じがしてとても面白い。しかし、錯触は面白いだけではなく、さらに使いやすいタッチパネルをつくるなど、機械をより進化させるための切り札として注目されているんだ。

## 錯覚はどうしておこる?

人間には、視覚(目で見える)・聴覚(耳で聴く)・嗅覚(鼻で嗅ぐ)・味覚(舌で味を感じる)、そして触覚(皮膚で感じる)の5つがある。役割の大きさの順番でいくと、視覚・触覚・聴覚・嗅覚・味覚の順番になる。触覚が視覚に次いで重要な役割を果たしているのだ。

5感は、どれも、目や耳や皮膚などで感じ取った情報を脳に送って、脳が情報を処理することで感じている。だから、錯触は皮膚で感じたことと脳が感じたことの間ズレがあるときに起こるんだ。

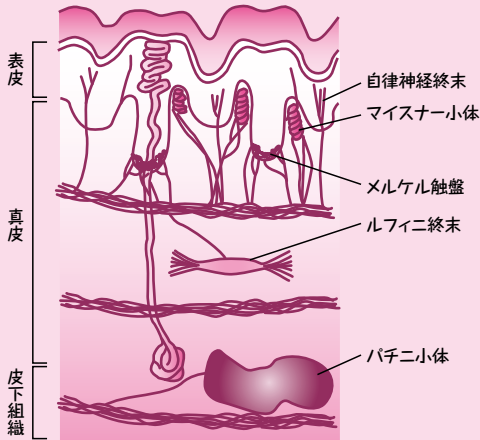


人間が処理する情報量は、視覚90%、触覚9%、聴覚0.9%、嗅覚と味覚が各0.0009%

※参考資料:「人間の触覚のメカニズム」のデータをもとに計算

## そもそも触るって なんなんだ!?

皮膚は、表面から順番に、表皮・真皮・皮下組織と分かれています。この厚さは3mmくらいしかない。ここに、触覚を感じる受容器と呼ばれるものがある。



### 皮膚の下にある受容体

受容体はそれぞれに以下のような役割分担がされていると考えられているが、まだまだわかっていないことが多い謎の器官である。メルケル細胞は押された感じ(圧)に反応。マイスナー小体は摩擦感に反応。ルフィニ終末は横ズレ感に反応。パチニ小体は高周波に反応。

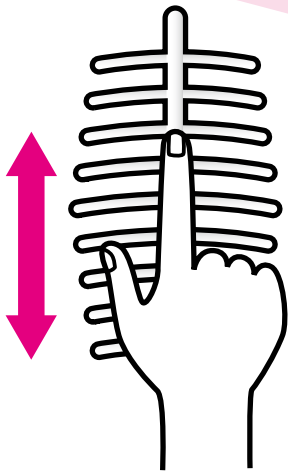
受容器は、皮膚の浅いところから、つるつるやざざざを感じるマイスナー小体、荒いでこぼこを感じるメルケル触盤、皮膚の引っ張られ具合を感じるルフィニ終末、細かな動きを感じるパチニ小体がある。この4つが組み合わさってお互いに補いあいながら働くことで、いろんな触覚を伝えているんだ。

人間の手には、そんな受容器が1万7000個もある。おかげで、わずかな感触の違いもはっきりと感知することができるんだ。たとえば、いちばん敏感なパチニ小体は、手に蚊が止まったときのかすかな感触さえもキャッチしてくれるんだよ。

## あらゆる場面で大活躍!

錯触は、産業界から医療分野まで、すでにさまざまな分野で応用されている。

たとえば、幻肢症といって、事故などで手や



### 魚の骨模様で 背骨がへこんで感じる 錯覚

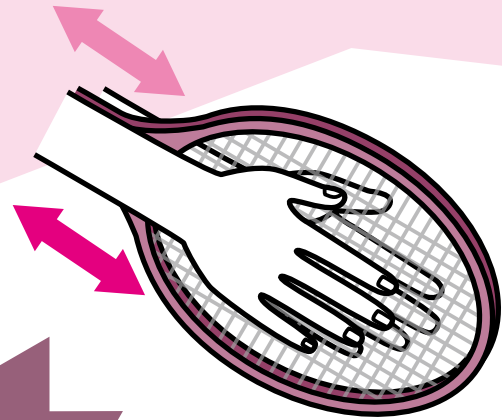
魚の骨のような形のものを指で、背骨と同じ方向になぞると、背骨がへこんでいるように感じる。

これが  
有名な錯覚  
だっ!!

みんな  
知ってる?

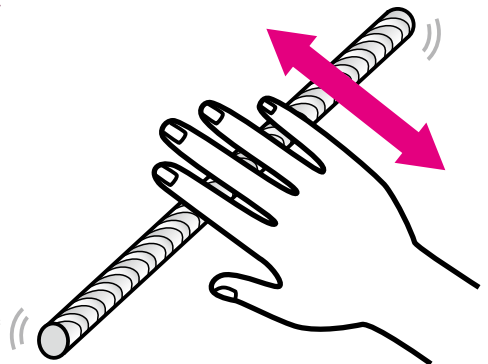
### 回る棒の錯覚

ネジが刻まれている細い棒を指でネジ山の方向に前後にやると、棒が回転しているように感じる。これは、ドライバーなどネジが刻まれていない棒でも感じる事ができる。



### ベルベット手の錯覚

テニスラケットのような網目状のものを両手ではさんで前後にこすると、網目の当たっていない部分の手と手の間に、柔らかな感じを感じる。これは、2本の棒を並べてこすっても感じることができる。



足をなくした人が、ないはずの手足が痛くなる病気の治療には、下の「鏡に映ったゴム手袋の錯覚」が治療に役立っている。この錯触を体験しただけで、長年の痛みから解放された人は多い。

樹脂の板に樹脂の毛をつけて触覚を増幅させる「触覚コンタクトレンズ」で物の表面をなぞると、ほんのわずかなふくらみも感じとること

ができる。これを利用して、目に見えないぐらい小さな傷をさわって見つけ出す、なんてこともできるらしい。

また、携帯電話などの塗装にごくわずかにふくらみを感じるような小さな材料を混ぜて、手になじむソフトな感触を演出する、といった例もあるようだ。

## 鏡に映った ゴム手袋の錯覚

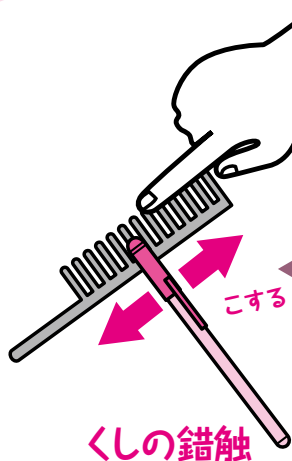
自分からは右手が見えないような箱の真真中に鏡を立てて、左手の形をしたゴム手袋を鏡に映して右手のように見えるようにする。そして、右手とゴム手袋に同時に刺激を与える。すると、だんだんゴム手袋が自分の体の一部のように感じ始める。



## 未来のマシンは「錯触」がつくる

スマートフォンやゲーム機、駅の切符の自動販売機などタッチパネルを使った製品が増えてきたけれど、押した感覚がないから使いにくい、という声も多い。電気通信大学の梶本裕之准教授は、「錯触を利用して、指で画面に触れたときに、その部分の感触が変化するようにしくみを取り入れれば、もっと使いやすいタッチパネルができるでしょう」と教えてくれた。未来が楽しみだね。

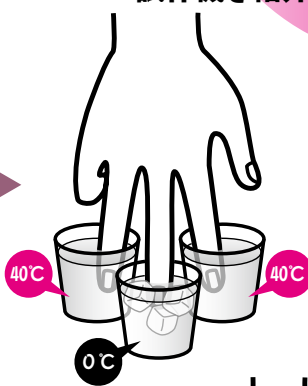
次ページからは錯触をつかった色んなマシンの試作機を紹介するよ。



### くしの錯触

くしの歯に指を当てて、ペンなどで歯を横からこすると、指が押されているような感じがするよ。

## 試してみよう！ 錯触実験

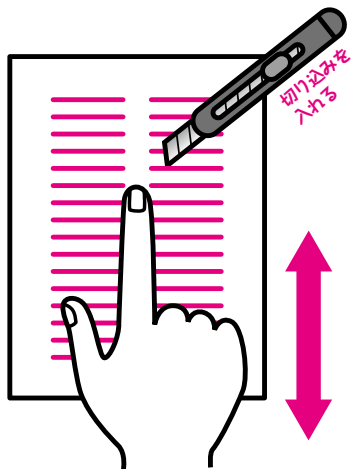


### サーマルゲリルイリュージョン

人差し指・中指・薬指を、40℃くらいの熱い湯・氷を入れた0℃の水冷・40℃くらいの熱い湯の順に並べたコップに入れると、中指は冷たい感じがなくて、熱く痛く感じるよ。(熱いお湯を扱うときは気をつけてね)

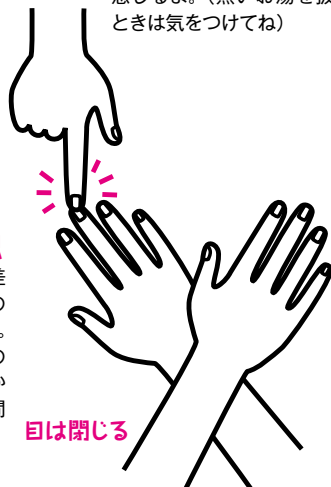
### 魚の骨の錯覚を紙とカッターでやってみよう

紙にカッターで魚の骨の肋骨にあたる部分に切れ目を入れて、背骨にあたる部分をなぞるとへこみを感じるよ。



### 触る指先の錯触

目を閉じて両手を交差させ、だれかに左右の指先に触れてもらう。このとき、左右の手のどちらに先に触れたかを答えようとすると間違えることが多い。



ようこそ!

# 錯触研究室へ

錯触を活かした装置を研究している電気通信大学の梶本研究室。その狙いは、装置や機械に大きなお金をかけず、ゲーム機やナビゲーションシステムなどのハードウェアを進化させること。臨場感たっぷりだけど、重たい装置をたくさんつけなきゃ…なんてゲーム機では家庭では楽しめないし、きっと高すぎて誰も買えないだろう。

また、病気で困っている人たちが安く使える機械をつくることも大きな目標の1つ。研究室のみなさんは自分の体をはって、いろんな錯触デバイスに挑戦していたよ。



変なもの  
いっぱいあるよ  
楽しんでね~



コチヨ  
コチヨ

くすぐり君

初恋タッチ

くすぐった~い

2台のiPodタッチに手のひらが映っている。これを自分の手と重ねて、画面を指でなぞると、相手のiPodタッチの画面上で指が動く。これで、くすぐったさを伝えることができる。もちろん、本当にさわられているわけではない。実際はiPodタッチが振動しているだけなのだ。電話しながら恋人の感触を感じられる…遠距離恋愛にぴったりかも!?

通り抜けの術!?

必殺!



手のひらの両側にスピーカーをつけて、上下のスピーカーの音波の強さを変化させることで、ボールが体内を通過するような感覚を体験できる。パソコンのディスプレイと同時に見るのがコツ。ゲームなどと連動させれば、より迫力ある臨場感がうまれるね。



通り抜けたー!



ハンガー反射  
って、こんな  
感じ…

ハンガーを頭に挟むと、頭に当たって圧迫を感じる方向に自然と頭が向いていってしまう。これは「ハンガー反射」とも呼ばれる有名な錯触の1つ。額の右側の方に強くハンガーが当たっていると、頭が自然と右を向く。これは、自分で実験してみると、すぐわかる。おうちの針金ハンガーで試してみよう。



このメカニズムを利用すると、頭部の一部にかすかな圧迫を与えるだけで、そちらに視線を誘導するような装置もつくれる…ということのできたのが右の装置だ。引っ張られるように首が勝手に回るけれど、実際はおでこの一部に圧迫感を与えているだけ。その証拠に、装置の上部は固定されていないでしょ？これでは頭を動かす力はでない。

この錯触は医療面ですでに実用化が検討されている。頭が自分の意志に反して別の方向を向いてしまう病気の治療に用いられているんだ（富山大学医学部では「痙性斜頸（けいせいしゃけい）」という病気の治療に効果を発揮している）。



勝手に頭が  
回るよ!?

ハンガー3本

あっ!  
ホントだっ!

前に進んでる  
みたい!



## K-Wear

(ネコのヒゲ風体毛触覚増強機)

ネコがヒゲで、なにかに触れたことを感じるみたいに、皮膚に樹脂の毛を並べて接触感覚を強めるもの。シンプルだけれど効果は絶大！樹脂の毛を介して、皮膚に大きな力が伝わるんだ。

すごい感じるよ!!



## Null-Pointer

(電気刺激で滑りを演出するデバイス)

指先に力を加えたら、それと反対方向に電気刺激が与えられるようにすることで、指が滑るような感触を感じることができる装置。本当に指が前へ動くような気がするが、実際は電気刺激が移動しているだけ。パソコンを操作するときなど、マウスの代わりに利用できるね。