岡高の科学実験工房 第21回

岡崎高等学校 スーパー・サイエンス部

視覚の秘密！ 色の謎に迫る

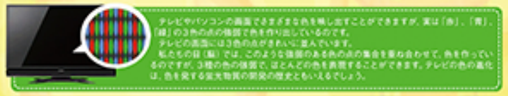
春の若草、深い緑色、真夏のひまわり、夜空の深いブルー…自然界にはさまざまな色が満ちています。では、これらの色は、どのようにして、私たちの脳に知覚されているのでしょうか？

実験 光の合成実験をしてみよう ― 色の足し算 ―

プロジェクターを使って、スクリーン上で「赤」と「青」と「緑」の光を合成してみました。光が重なった部分の❶,❷,❸,❹はそれぞれ何色になるでしょうか。

結果
❶ 水色(シアン)
❷ 黄色
❸ 赤紫色(マゼンタ)
❹ 白
になりました。

このように、様々な色は3種類の光の強弱を重ね合わせることで作ることができますが、このように光を重ねて色を作ることを「加色法」といいます。



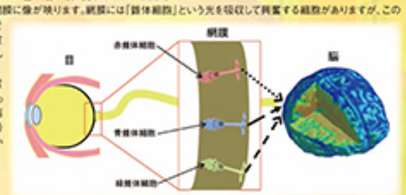
テレビやパソコンの画面でさまざまな色を映し出すことができますが、実は「赤」、「青」、「緑」の3色のみの強弱で色を作り出しているのです。
テレビの画面には3色のみがきれいに並んでいます。
私たちの目（脳）では、このような強弱のある色の点の集合を重ね合わせて、色を作っているのですが、3種の色の強弱で、ほとんどの色を表現することができます。テレビの色の進化は、色を発する蛍光物質の開発の歴史ともいえるでしょう。

ヒトが色を知覚する仕組み

私たちはどのようにこの色の違いを知覚しているのでしょうか？

目に光が入ると、網膜に像が映ります。網膜には「錐体細胞」という光を吸収して興奮する細胞がありますが、この細胞は3種類あり、それぞれが違う色（波長）に反応して興奮します。

錐体細胞は、興奮すると視神経を使って脳に信号を送り、脳は、送られてきた信号をもとに色を作っています。



「色」は脳で作られているといえます。脳は暗号解読機ですね。このような脳の機能によって、私たちは色を識別することができるのです。

NHK Channel 実験の様子は、せいりけんホームページの「せいりけんドットチャンネル」から動画でご覧いただけます。

静岡県立韮田南高校サイエンス講義

2014年4月23日開催

調べてみよう！ 脳の不思議!!

講師：南部 篤 教授

脳の集合について
❶ 盲点を題材にした脳による視野充てん
❷ 人の顔を特異的に見分ける脳神経細胞
❸ 15度傾向する線とダーツを使用した脳の可塑性
など、不思議な脳の機能を、体験を通して学びました。

盲点の充てんを体験

第30回 せいりけん市民講座

みらいの科学者大講会16

2014年5月24日開催

カラダの不思議をのぞいてみよう！

世界脳週間2014 脳の不思議とサイエンス

今年も脳科学とサイエンスの実験ショーを開催しました。医学生理学の講演と岡崎高校&刈谷高校のスーパーサイエンス部による実験ショーの2本立てで、今年は、いろいろな体の不思議をとりあげています！

第1部 講演：脳むごとの脳科学

第2部 岡崎高校SSH and 刈谷高校SSHの科学実験ショー

NHK Channel 実験の様子は、せいりけんホームページの「せいりけんドットチャンネル」から動画でご覧いただけます。

せいりけんニュース ■ Vol.40 2014.7

発行日：2014年7月10日
編集・発行：自然科学研究機構 生理学研究所（せいりけん） 研究力強化戦略室
〒444-8585 岡崎市明大寺町西郷中38番地 TEL 0564-55-7700 FAX 0564-52-7913
印刷：㈱イリエ印刷

問合わせ
「せいりけんニュース」は、内容のからくる効果のための冊数限定企画と判断し、表現をもとにして当分の間休刊にすることと致しました。これまで愛読頂、御支援いただいてきた皆様に深く感謝いたします。

せいりけん ホームページアドレス http://www.nips.ac.jp/
E-mail：pub-adm@nips.ac.jp

本誌掲載内容の一部または全部について、無断転載・複写を禁じます。

特集：クラシック音楽で突発性難聴を治療する！ 脳の可塑性に基づいた新しいリハビリテーション療法を開発

生理学・医学のかがく情報誌

ISSN 1882-4838

せいりけんニュース

特集 カラダの不思議をのぞいてみよう

クラシック音楽で突発性難聴を治療する！

岡高の科学実験工房 第21回
視覚の秘密！ 色の謎に迫る

刈高SSHの科学実験室 第5回
聴覚の不思議！ モスキート音の実験

SEIRIKEN News Vol.40 2014.7

NIPS

刈高SSHの科学実験室 第5回

愛知県立刈谷高等学校 スーパー・サイエンス部

聴覚の不思議！ モスキート音の実験

若者には聴こえるけれど、年をとると聞こえなくなってしまう「モスキート音」というものを知っていますか？

●●●● モスキート音ってなに？ ●●●●

人が聞くことができる音の周波数は20Hz～20000Hz程度ですが、加齢と共に変化し、30代になると17000Hz程度の周波数の音は聴こえなくなるといわれています。
モスキート音はこの17000Hzの音です。

モスキート音は身近なところに使われています。

若者にしか聴こえないということを利用し、「生徒には聴こえて先生には聴こえない携帯電話の着信音」や、店先にモスキート音の発振器を取り付けることで、若者達がたむろするのを防止するためにも用いられます。
では、なぜ年をとると高い音が聞こえにくくなってしまうのでしょうか？

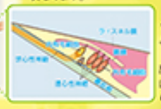
実験 いろんな周波数の音を聞いてみる！

周波数(Hz)	
23000	ヒトには聞こえません！
20000	人が聞こえる最も高い周波数
18000	20 歳くらいまで聞こえます
16000	30 歳くらいまで
14000	40 歳くらいまで
12000	50 歳くらいまで
10000	60 歳くらいまで
8000	だれでも聞こえる周波数

なぜ加齢によって高音が聞こえなくなるのか。

音は鼓膜に伝わり、耳小骨を通って内耳に届きます。そこで内耳に満たされたリンパ液に振動が伝わる事で、基底膜が振動します。
基底膜の下には有毛細胞が並んでいて、音を受け取るセンサーのような働きをしています。

有毛細胞は振動の刺激を電気信号に変換し、神経を通じて脳に伝えますが、リンパ液の振動の周波数、つまりその振動の元となった音の高さによって、どの細胞が反応するかが異なります。



入口側が高い音、奥に向かうに従って低い音に反応するようになっています。
そして、年をとると高い音に反応する有毛細胞から反応しにくくなるので、高音が聞き取りにくくなってしまうのです。

有毛細胞が機能を失って音が聴こえなくなった場合、基本的にはその周波数の聴力は回復しません。人の有毛細胞は一度損傷すると自然には再生しないのです。
しかし、魚類や鳥類は有毛細胞を支えている支持細胞が細胞分裂をし、有毛細胞になるので再生できる能力を持っています。
この仕組みについては研究が進められているので、いつか聴力を元に戻すことができるかもしれませんね。

NHK Channel 実験の様子は、せいりけんホームページの「せいりけんドットチャンネル」から動画でご覧いただけます。

クラシック音楽で突発性難聴を治療する！

National Institute for Physiological Sciences せいりけんニュース Vol.40

脳の可塑性に基づいた新しいリハビリテーション療法を開発

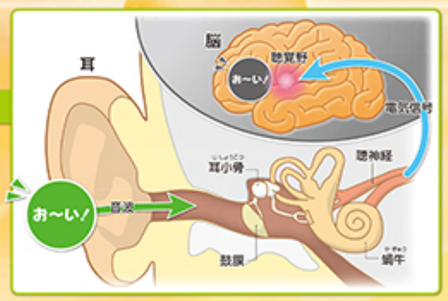
突発性難聴は急激に聴力が低下する原因不明の疾患です。しかし、どの治療法が有効か判明していないばかりか、主流であるステロイドを使用した治療の有効性に関してさえ論争中です。

生理学研究所の岡本秀彦准教授と柿木隆介教授の研究グループは、大阪大学やドイツのミュンスター大学との共同研究で、突発性難聴を発症した患者さんに、聞こえが悪くなった耳を積極的に活用してもらうリハビリテーション療法を組み合わせることによって、薬のみによる治療法にくらべて、より回復することを明らかにしました。

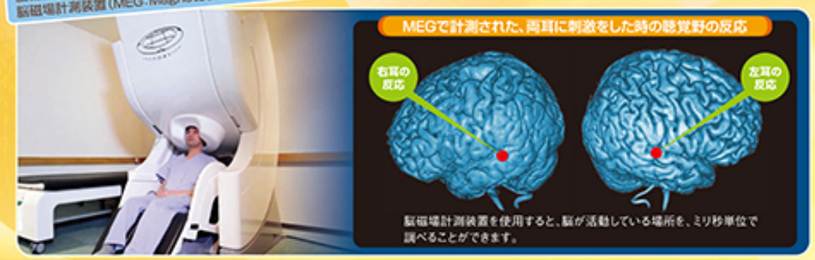
音の聞こえる仕組み

音は空気の振動によって伝わります。音が耳に入ると鼓膜が振動し、耳小骨という骨を介して蝸牛に振動が伝わります。そしてこの振動が有毛細胞によって電気信号に変換されて、聴神経を介して音の情報として脳（聴覚野）に送られ、聞こえるという感覚になります。

突発性難聴が起こると、聞こえにくくなる為、その機能が使われなくなってしまいますが、ヒトの体の機能は使用されないと、さらに衰えてしまいます。

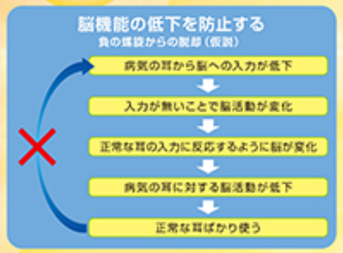


脳機能を調べるハイテク装置 脳磁場計測装置(MEG：Magnetoencephalography)



リハビリテーションの方法（病側耳集中音響療法）

このリハビリテーション療法では聞こえにくい耳を保護するのではなく、むしろ積極的に使用し耳や脳の神経活動を活性化させることで聞こえを回復させるようにします。



正常な耳には耳栓をして、聞こえにくい耳で毎日6時間、ヘッドホンからクラシック音楽を聞いてもらい、耳と脳の神経活動の活性化を促進しました。耳栓は入院中ずっとしてもらいます。

クラシック音楽を使用するのは、オーケストラとして多くの楽器で演奏するため、周波数の違う音を一度に聞かせることができるからです。

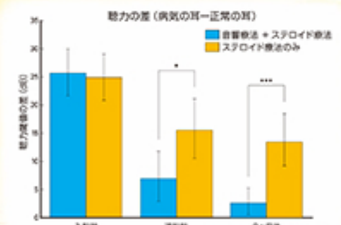
注：ステロイド療法も並行して行っています。

音響療法の効果

治療後3ヵ月の聴力検査では、ステロイド療法は、58％が完全に回復、19％が少し回復しました。

音響療法とステロイド療法の併用療法は、86％が完全に回復、14％が少し回復と、圧倒的に優位な結果となりました。

判定は、難聴前の聴力が不明なので、左右の聴力の差を比べて判定しています。



聴力の差が小さくなれば有効です。音楽療法（■）の有用性が示されました。

Combined induced sound therapy for sudden sensorineural hearing loss - behavioral and electrophysiological outcomes. Okamoto H, Fujikawa M, Teismann H, Lagemann L, Kitahara T, Ichihara N, Kakigi R, Pantev C. Sci Rep.2014 4:3927.

総合生理研究系
感覚運動調節研究部門
岡本秀彦 准教授

～将来への展望～

病側耳集中音響療法は従来の薬物療法とは全く異なるアプローチで、安価で副作用がないにもかかわらず、患者の聴力を薬物療法のみの場合に比べて有意に改善させることができました。今後は突発性難聴のみならず、その他の感覚系の種々の疾患に対しても、より有効で副作用のない新しい治療法につながっていくことが期待されています。

科研費 本研究は、文部科学省脳科学研究戦略推進プログラムの一環として、また、文部科学省科学研究費補助金の補助を受けて行われました。

からだの不思議を学ぶデジタルコンテンツ

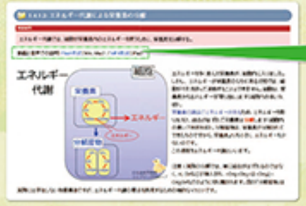
2005年 医学教育委員会設置 医学教育専門委員会
2006年 全国大学・高専教育支援研究発表会・第二大学情報教育協会賞（教育賞）受賞
2013年 日本高等教育開発協会 グッドティーチング選定賞

驚くほど簡単に理解できる 一歩一歩学ぶ医学生理学

制作の目的
◆「一歩一歩学ぶ医学生理学」はその名の通り、ステップ・バイ・ステップに情報を確認して学べる構成なので、従来の教材とはけた違いに細かいステップで学ぶことができます。
◆各ステップは、徹底的に作りこんだ最新の情報による解説と静止画、動画、クイズで構成されていて、知識をイメージで学ぶことができます。

さあ、「一歩一歩学ぶ医学生理学」を体験してみよう！

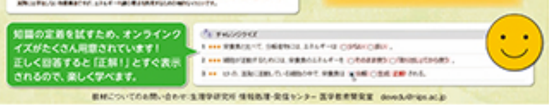
こんな感じで学べます！（例：エネルギー代謝のメカニズム）



★ここをクリックすると…
「栄養素の結合にエネルギーがあるので、エネルギーを取り出すと、結合がばずれて栄養素は分解される」というエネルギー代謝の説明を、明快に示す動画が、音声解説と一緒に再生されますのでとってもわかりやすい。

このような脳的な動画がたくさん用意されていて、徹底的にわかりやすく勉強できます。

知識の定着を試すため、オンラインクイズがたくさん用意されています！
正しく回答すると「正解！」とすぐ表示されるので、楽しく学べます。



教材についてのお問い合わせ：生理学研究所 情報処理・発信センター 医学教育開発室 devel@nips.ac.jp