

The image consists of two parts. The left part is a photograph of a classroom with approximately 20 students sitting at their desks, facing forward. The right part is a close-up photograph of a person's hand wearing a black MyoBand sensor on the forearm, with their fingers resting on a desk.

日本科学未来館
身体の中にぎやかな世界

11月28日開催

日本科学未来館で体験プログラム「身体の中にぎやかな世界」が開催されました。

当日は、普段なかなか見ることのない体の中の世界をテーマに、コンピューターグラフィックスと明快なイラストで紹介するショーショウム、実際に体験して学べる実験ブースの展示などがあり、親子で楽しんでいた内容でした。実験ブースには、終日300人以上の来場者があり、体の不思議にいて新鮮な驚きとともに新しい発見があったようです。

「科学の芽」が出る瞬間

筑波大学
数理物質科学研究科 地球空間人
大石寛人

せいいけん広報推進室でのインターネット上に週間に参加させていただき、最後の二日間に、日本科学未来館で開催された体験プログラム「身体の中にぎやかな世界」の準備と当日の運営に関わせていただきました。

体験プログラムではおもに「マッスルセンサー体操コーナー」の運営に携わりました。マッスルセンサーについている三本の電極を肘や腕に貼り付け、手のひらを握ったり開いたりすると、あら不思議!筋肉の動きに合わせて、豆電球がついたり、オルゴールが鳴ったりします。マッスルセンサーは「人間の体が動く時、電気が走る!」ということを見たり聞いたりして体感できる装置です。科学未来館での体験プログラム当日、僕は非常に楽しく感じる瞬間がありました。それは、マッスルセンサーを通して自分の手を動かすと電球がつくことを発見した子どもたちが、「えっ!何で?面白い!」と言った瞬間でした。しかもその瞬間の子どもたちの目のキラキラ感、顔には満面の笑みを浮かべてくれていました。「わからない!」ことは「知りたい!」につながり、それは人の好奇心をくすぐるのだな、と実感した瞬間でした。

筑波大学の前身である東京教育大学で1956年から1962年まで学長を務めた朝倉源一郎先生(1965年にノーベル物理学賞を受賞されています)の言葉が、大学の事務室に飾られています。

「不思議だと思うこと これが科学の芽です。
よく観察して確かめ、そして教えてこそ これが科学の茎です。
そうして最後に競爭がとける。これが科学の花です。」

マッスルセンサーや他の展示を通して「何で?面白い!」と言って豆電球と一緒に笑顔を輝かてくれた子どもたち。あの瞬間こそ、「科学の芽」が出る瞬間だったのではないかと思います。

この一週間の経験を通して学んだことを活かして、「科学の芽」が子どもたちの中にも生まれる瞬間をもっと増やし、そして新しく生まれた「科学の芽」が茎を伸ばし、花を咲かせられるよう、これから少しでも力になりたい、と思っています。

シンポジウム
「見えないけど、見た目
で見えて
マンガとCGで見せる
身体の中の奇跡人物」

生理学研究室 鈴木清一 教授
生理学研究室 菊田季和 教授
筑波大学大学 矢留智子 助教

筑波大学
数理物質科学研究科 地球空間人
大石寛人

「マッスルセンサー」に興味!
「や身体を動かす電気信号」

作ってひっくり返科学
ページークラフト

テクバース株式会社
伊藤俊さん

体操
「レーゲンフック顕微鏡
最近のものを徹底

せいいけんニュース ■ Vol.13 2010.1

発行日：2010年1月22日
編集発行／自然科学研究機構 生理学研究所(せいいけん)
情報部長／島田和也 シニア・広報課課長兼室長
TEL.0564-55-7722-7723 FAX.0564-55-7721
印刷／(有)イシミ印刷所

せいいけん ホームページアドレス
<http://www.nips.ac.jp/>

E-mail : pub-adm@nips.ac.jp

※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。

そのとき脳はどうなってるの?

ヒトの感情や行動。その時の脳はどのような反応をしているのでしょうか? 機能的磁気共鳴装置(fMRI)を使って、脳の中をのぞいてみましょう。

前頭葉背外側部
下前頭回
運動前野
前補足運動野

ダメな音の時は動しないけど、
のある音のときは活動するよ!

運動と制御
右脳
音楽
聽覚学/空間的
全体の
発想
堆物的
側頭葉
感覚と分析

機能的磁気共鳴装置(fMRI)
強力な磁場を利用して脳の断層画像を撮影することや、血流を測ることで脳のどこが活動しているかを調べることができます。

National Institute for Physiological Sciences せりけんニュース Vol.13

ほめられることは報酬

ヒトは、「報酬」をうけ、喜びを感じるとき、脳の奥底の「錦条体」と呼ばれる部分が反応することが知られていました。それでは、子どもがお母さんにはめられたり、他人から良い評価をうけたりして、「心」がうれしくなるときは、脳の中のどこが反応しているのでしょうか。

この実験では、機能的磁気共鳴法を使って男女(平均年齢21歳)の19人に、はめられる状況と、報酬としてお金がもらえる状況の二つをテストして、脳の反応を調べました。

図1

図2

図3

（伊藤和也 生理学研究室）

ほめられると反応する部位

他人からうける良い評価の例

- 信頼できる
- 社会常識のある
- 公式的マナーを守る
- 他の人のへんを必要とする
- 限りになる
- 誠実な
- 責任感がある
- 社説のルールを守る
- 問題解決能力がある
- まわりに気に気がよく
- 人間を育む
- 人間を育むつかない
- 人と人の約束を守る
- 人の温かい
- など

お金をもらうと反応する部位

重ねてみると…

報酬って何?

ヒトとヒトとのつながりや社会とのつながりの中で、人間の行動決定に重要な役割をしています。何かをして、食物を得たり、物を得たり、お金を得たりすることが報酬です。

The image shows the cover of the magazine 'Seiken News' (Vol. 13). The title 'せいりけんニュース' is prominently displayed in large blue letters at the top left. Below it is a red box containing the text 'SEIREKEN News' and 'Vol. 13' above '2010.1'. To the right of the title is a large, stylized graphic of a human brain in green and yellow, with several US dollar bills floating around it. The brain has text overlaid that reads '脳が踊る!?' and '脳が喜ぶ!?' (Brain dancing? Brain happy?). The central part of the cover features a photograph of a young girl with dark hair, seen from the side and back, wearing a white fur-trimmed coat, standing in a bright, open field. At the bottom left, there is a logo for 'NIPS' (National Institute for Physiological Sciences) with the full name 'NATIONAL INSTITUTE FOR PHYSIOLOGICAL SCIENCES' underneath.

■ 生き物らしさとは何か?

これまで「ブレイン・ミステリー」では、さまざまな脳に関する研究、それに解説を始めたばかりの脳の不思議と働きについて紹介してきました。でもつらいものなしでスムーズに理解するには、それだけではなくとする研究者の方々の努力と情熱が不可欠なのです。もちろんそれが私たちのあります。「技術」です。これまで紹介したノックアウトマウスであると伝子を作成するための「技術」など、生の脳のなかのどの部分を活動しているのかを詳しく調べることの出来ないMRIやMEGという脳の機能の可測度を「技術」など、脳の不思議にまじめ、それを理解するには不可欠なものです。今頃はそんな「技術」を開発し、日々改善の努力をしている研究者を紹介します。

「二光子励起顕微鏡」って?

頭脳と言えば、小さいものの大さく、拡大して見るといふなんなものじみの深い道具だと思います。今回紹介する根本先生はある「特異」な顕微鏡を使うことで、今まで誰も出来なかった「生きている生物の脳の深部まで、細胞一つ一つの様子をわかりやすく見ることに成功したのです」。

図を見れば分かるのですが、非常に綺麗な写真ですね。この原っぱが取ったところも得です。この写真は多くの種類がある顕微鏡の中でも「二光子励起顕微鏡」というもので撮られたものなのです。これまで見れなかったものを見ることが可能にし、なかなか美しい映像を撮る「二光子励起顕微鏡」とは、一体どのようなものなのでしょうか?

その前に「蛍光」の仕組みと二光子励起顕微鏡という名前の中にある「[光]」について話しちゃいましょう。

①蛍光

まずは蛍光についてです。物質は普段は「基底状態」という状態なのですが、紫外線等の可視範囲(目に見える光のこと)などを照射して「定式」以上のエネルギーを与えると「励起状態」といいます。そしてそれが元の状態に戻るときに吸収したエネルギーを放出するのが、それが「エネルギーが私たちの目に見える」として放出されることになります。それは「蛍光」です。専門的な美しい説明をしてしまひたまうか、分からにくかった人は簡単に「蛍光を出す物質」など覚えて一言のエネルギーを与えると、蛍光が出る。」と覚えられればいいのです。蛍光を利用した顕微鏡は、蛍光を出す物質を観察していくものににつづいて、そしてレーザーを当てるとそのときに出来る光を見ているのです。

②(光)

(光)とは、波粒の概念のです。レーザーと紫外線などの「光」は、元の光子がそれぞれ特徴的属性の「波長」をもつて前に進んでいくものとが並んでいて、この光子を吸収するとその光を持っているエネルギーが吸収した物質に与えられます。

ではいよいよ「二光子励起顕微鏡」の構造について話します。この顕微鏡の大きな特徴は、これまでの蛍光を利いた顕微鏡は、蛍光を出すのに十分エネルギーをもつた光子(つまり物質)を吸収して蛍光を起こさせていました。しかし二光子励起顕微鏡は「2つもバルスレーザー」という超短間隔(なんと千分の1秒の10万分の1秒)のバルスレーザーをもつ特殊なレーザーを使い、またさらにそのレーザーをレーザーを2つ重ね重ねして複数の反射板で当てるごとに普通に起こすのは「2つの光子を同時に」(同時に)蛍光を出すと自然に「2つの光子を吸収して」の繰り返しになります。つまり2つの光子を吸収してしまった後は、私たちは自分の手で戻せません。レーザーエネルギーの強い「強いエネルギー」を使っている場合は、「強いエネルギー」をもたらせる

二光子励起顕微鏡はそういう様々な問題を解決したのが発明家です。なぜなら2つの光子を同時に蛍光を出させるためには、二光子励起顕微鏡の場合は、一つの光子が持つエネルギーは最も大きいが、それを2つにすることで、エネルギーの半分でのことです。エネルギーが大きいレーザーを使えば、これまでに比べて高いこころまで光をとることができます。深いところまで1nm程度の深さですが、これまで50μm程度の深さで、かく観察できなかっただけに対しても2倍も深いところを観察できるのです。また短時間のエネルギーをもつ光の密度が高くなると、エネルギーを待つ時間、つまりはエネルギーをもつ光の密度が高くなると、時間が非常に短いのでレーザーを巧に操作して、ビームポイントで二光子の吸収によるものに分けられる密度をつらなければならぬといつては簡単で難しくてコントロールが必須になります。しかし根本先生は見事にこのコントロールを達成し、二光子励起という特殊な現象を起こすことになりました。

二光子励起顕微鏡は特殊なレーザーを使うと高いコントロールすることによって、「細胞をつぶすくつつい」(深いところでレーザーを近くで観察したいものが多くても深く、組織を観察することができる)【2】のレーザーを使いつけて、一定以上のエネルギーをもたらす場所をビームで操作で狭く【3】という位置を持つて、生きている生物の体を観察するのに最高の道具としてあるのです。この二光子励起顕微鏡が巧みに使いこなして、様々なこれまで不可能であった観察が可能になってしまった根本先生は「光使いのマジシャン」と言ったところでしかどうでしょうか?

ではここで二光子励起顕微鏡があったからこそ達成できた、根本先生も協力した研究のひとつを紹介します。

【ミクロアーリング細胞の働きを解明】

ミクロアーリング細胞、というのはどうなの? が初めて聞く名前であると思います。実はこれは脳のなかで非常に多いある種の細胞のことです。その数はなんと脳の神経細胞の50倍もあると言われています。このミクロアーリング細胞は傷ついた神經細胞の治療や再生にとって重要な神経細胞の役割を行っている、いわば「脳の看護さん」と考えられてきました。しかしこれほどまでにもミクロアーリング細胞が具体的などのようにして神經細胞を「治療」しているのかを理解することは出来ませんでした。そこで二光子励起顕微鏡の登場です。観察した結果、ミクロアーリング細胞は脳のなかで最もアシナックスと時間を同じに分かん、あかも時計を見てて歩いているかのように走り回り、僅しつづいてナツメについてなんと! 時間もわずかく「くいくつけて」走る能力で「飛躍」してくる様子が確認されました。この発見は、二光子励起顕微鏡を使ったからこそ出来たものでありとさえ言える。深い理解分野で明確になることができるでの、生きている状態でなければ見ることができないアーリング細胞の「治療」の子を見ることができたのです。

根本先生の疑問について「生き物らしさの本質」って何なんだ?

光と共に歩いて、これまで見てこなかった生きている動物の体内での細胞の活動の観察を可能にしてきた根本先生。「生き物らしさといふものがどのくらい生きているものとの違いは何かな? その種に付けて「光を使った新しい神経細胞」をつくることをできることは見つけた」というと、先生は非常に喜んでいます。光と武器に脳の機能ばかりかに、「生き物らしさ」とは何か? という社会問題に立ち向かうかといつては根本先生の挑戦と冒険がこれからも続きます。

根田知巳監修