

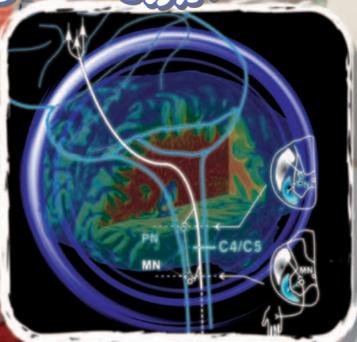
カラダの不思議をのぞいてみよう

せいりけん ニュース

特集 脳科学の未来Ⅱ



ケガした脳は、
どうやって回復するのかな?



ブレイン・マシナリー

東京大学 立花隆 酒井 寛

■川人光男教授の研究～ブレイン マシーン インターフェース～

脳の研究って、一体何のためのなの?
いきなり質問です。一体、何のために脳を研究するのでしょうか? みなさん考えた事ありますか?このシリーズでいろんな脳についての研究を紹介してきました。そのいろんな研究を見渡した時、私は「人間を知る為に脳を研究している」のだというのが答えの一つだと思います。今回紹介する川人光男先生の研究は、人間を知る為、脳の働きを知る為になんとロボットをつかって研究しているというこれまで紹介して来たものとは違う切り口の画期的な研究です。ロボットをつかって人間を知る?それはどういう事なのでしょう?

BMIってなんだ?
みなさんにとってBMIというアルファベットは見慣れないものだと思います。これはBrain Machine Interfaceのことで脳(Brain)の機能を機械(Machine)で補助、調整(Interface)するという意味です。今、このBMIが注目されていて、ロボットと人間の関わり方を大きく変えてしまう可能性を秘めています。BMIには様々なものがあります。耳が聞こえなくなった人に機械を埋め込んで再び聞こえるようにする技術は既に使われています。川人先生はBMIについても研究していてそれはとても大胆なものです。脳からある行動をするときの脳波などの信号を取り出し、その信号を利用してロボットを動かそうという試みなのです。実際に川人先生はアメリカの研究者たちと協力して、画期的な実験を成功させました。アメリカにいるサルに電極をとりつけ、サルが動くときに出る脳の中の電気の流れをキャッチします。そしてそれを日本の川人先生の研究所まで送信し、その信号に従ってヒト型ロボット(名前はCBIといって、せいりけんニュースVol.3で紹介されています)が動くことに成功したのです。



川人光男教授

驚くべき川人先生の研究

川人先生はロボットを用いて人間を理解するために様々な研究を行ってきました。その中から1つ、すごい成果を紹介します。「自分で学習するロボット“DB”」です。川人先生は脳のなかでも小脳という、生き物の動きをコントロールしている脳に注目し、「小脳内部モデル理論」という理論を提案しました。この理論は行動を学習するときの小脳の働きを説明したものです。小脳のなかには何種類かの神経が存在していて、おまかに体に行動を命令する神経、実際にからだがどう行動をしたのかを小脳に伝える神経、そして想い描いていた行動と実際の行動の差をみつけて、その差をなくせんとする神経の3つに分けられます。そしてそれらが相互作用した結果、行動を真似して身につけることができるという理論です。これは川人先生が小脳の実験観察を繰り返す中でたどり着いたものなのです。かなり難しいですね。わからない人は他人の行動を真似して学習する時小脳の中で何が起るのかを説明したもの、と思ってもらえれば十分です。この仕組みのおかげで私たちは泳げなかったのが泳げるようになるなど、身体を使う動きの学習・上達が可能になるのです。この理論の大きなハードルは、「理屈はわかったのだが本当にそのとおりなのか実際に試す事が出来ない」という事でした。そこで川人先生は理論が正しい事を証明するため、小脳内部モデル理論に基づいて行動を学習するロボットを作り上げました。このロボットはDBと名付けられ、ロボットなのに手のひらの上で棒を立てる動作など30種類ちかくの行動を、自分で観察して真似することで学習しました。これはびっくりですね。このようにしてロボットを使う事で川人先生は人間が新しい行動を学ぶときに脳のなかで何が起っているかを解明したのです。



ロボットと人間の新しい素敵な関係

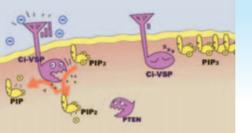
「自分で行動して判断する知性のあるロボットをつくりたい」と語る川人先生。川人先生のこれまでにあった研究によって、人間にとってのロボットが大変重要なものになりました。人間の脳の仕組みを理解する上では重要だし、さらにはBMIというロボット技術によって人間の生活を豊かにするかもしれない。そんな可能性が川人先生によってもたらされたのです。「人を知る為に脳を知らなければいけない。脳を知る為にロボットは大事な役割をする」と語る川人先生。これから先、ロボットを用いた脳の研究で私たち人間についてどんな面白い、びっくりするような発見が生まれるのか、とても楽しみです!

プレスリリース

ホヤとサンゴがくっついて“マーメイド(人魚)”タンパク質が誕生

海産動物ホヤの精子に存在するCi-VSPという電気信号を感じる酵素が、がん抑制遺伝子PTENと似た構造をもち、どのように細胞内の化学信号(リン脂質)を操っているのか、そのメカニズムを、せいりけんの岡村教授(現大阪大学医学部教授)が明らかにしました。がん抑制のメカニズム解明にもつながる発見です(*1)。また、理化学研究所(宮崎チームリーダー)との共同研究で、このCiVSPタンパク質を使った新たな電気信号を感受し蛍光を発するタンパク質「マーメイド(人魚の意)」を開発しました(*2)。

(*1) 米国科学アカデミー紀要(PNAS)掲載 (*2) Nature Methods誌掲載



イラストレーション: 藤田孝和(生物学研究所)

せいりけん トピックス

若手研究者が集う! 第19回 生理科学実験技術トレーニングコース開催

7月28日～8月1日開催
本年も毎年恒例のせいりけんトレーニングコースが開催されました。約150名の若手研究者や学生の皆さんが、バッチクランプ法をはじめとする生理学の実験技術を学びに、生理学研究所に集いました。開会式で岡田泰伸所長から「実験技術だけでなく、自由に交流を深め、今後の研究に生かしてほしい」と挨拶があり、せいりけんの各研究室でのトレーニングを通じて若手研究者の交流も深まりました。



インフォメーション

せいりけん一般公開「心と体の不思議を解き明かす」

日時 平成20年11月1日(土) 入場無料
場所 山手キャンパス(1～3号館) 岡崎コンファレンスセンター
内容 ●研究紹介(20以上の研究を大公開)
●「脳と心 - 脳科学の未来 -」
●小中学生夏休み自由研究発表会「せいりけん未来の科学者賞」
●脳波を使った最新鋭の聴覚見聞実験
●岡崎高校・岡崎北高校のプレゼンテーション
詳しい内容は
ホームページ <http://www.nips.ac.jp/open/>
携帯ホームページ <http://www.nips.ac.jp/open/mobile/>
お問い合わせ先: 自然科学研究機構 岡崎統合事務センター総務課企画評価係
〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中38番地 TEL.0564-55-7700



せいりけん ニュース ■ Vol.5 2008.9

発行日 2008年9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) 情報処理・発信センター 広報展開推進室
〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中38番地
TEL.0564-55-7722・7723 FAX.0564-55-7721
印刷(有) イヅミ印刷所
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

第3回 せいりけん市民講座 医学研究最前線 7月26日開催

岡崎げんき館「からだの科学」シリーズ③

ほめて育てるを解き明かす ～「ほめられる」ことは脳のご褒美になる～

今回の岡崎げんき館でのせいりけん市民講座「からだの科学」は、せいりけん定藤教授による「ほめる」と「脳」の関係を明らかにした研究内容についてでした。定藤教授は、脳の働きを画像で記録するfMRI装置を用いて「ほめられる」ことが脳にとってお金と同じ「報酬」になることを明らかにしました。今回の研究そのものは子供を対象とした研究ではないのですが、子供の脳の中でも同じように褒められることが褒美になっている可能性があると考えられます。また、講演の第二部として、育児の中で子供をどう褒めるのが効果的か、「実践!子供のほめ方講座」を、中山幸子保育士からいただきました。保育士として経験豊かな中山先生ならではの具体的なアドバイスに、会場に集まった200人以上の観衆が熱心に聞き入っていました。なお、今回の研究内容については、日経BP社の「日経Kids+」9月号の記事として掲載されています。

定藤 規弘 教授

中山 幸子 保育士

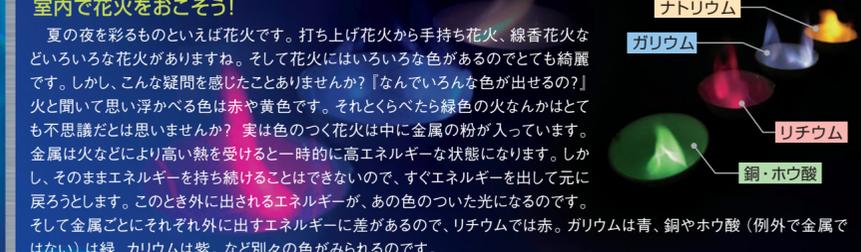
Q 「ほめる」だけでなく「しかる」ことも子育てでは必要だと思うのですが、その効果や違いは知られているのでしょうか?
A 子育てにおいては「ほめる」も「しかる」もどちらも大切であるかと想像できますが、残念ながら、今回の研究は「しかる」ことは対象に行っていません。「しかる」効果はまた別の脳の仕組みだろうと思われれます。今回の成果は、人間の脳が、根源的に、「ほめられる」ことを欲している(報酬として受け取る)ことがわかったということは強調できます。

岡高の科学実験工房

岡崎高等学校 スーパー・サイエンス部

第1回 炎色反応

室内で花火をおこそう!
夏の夜を彩るものといえば花火です。打ち上げ花火から手持ち花火、線香花火などいろいろな花火があります。そして花火にはいろいろな色があるのでとても綺麗です。しかし、こんな疑問を感じたことありませんか? 「なんでいろいろな色が出るの?」火と聞いて思い浮かべる色は赤や黄色です。それとくらべたら緑色の火なんかはとても不思議だとは思いませんか? 実は色のつく花火は中に金属の粉が入っています。金属は火などにより高い熱を受けると一時的に高エネルギーな状態になります。しかし、そのままエネルギーを持ち続けることはできないので、すぐエネルギーを出して元に戻ろうとします。このとき外に出されるエネルギーが、あの色のついた光になるのです。そして金属ごとにそれぞれ外に出すエネルギーに差があるので、リチウムでは赤、ガリウムは青、銅やホウ酸(例外で金属ではない)は緑、カリウムは紫。など別々の色がみられるのです。それではこの現象を屋内で再現してみよう。用意するのはメタノールと塩化リチウムや硫酸銅などの薬品です。少量のメタノールを陶器の皿に入れ、先の薬品を少量加え溶かします。あとはそこに火をつけるだけです。どうですか? カラフルな炎が見えたでしょうか? 花火で見られるような鮮やかな色です。ちなみにこの実験は炎色反応と呼ばれています。次に花火を見るときは、この花火にはどんな金属が入っているのかを考えてみるのも面白いかもしれません。



脳科学の未来Ⅱ

—リハビリテーションと脳—

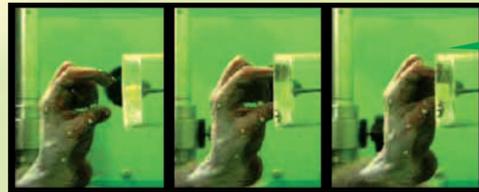
我が国には現在約150万人の脳卒中の患者さんと10万人の脊髄損傷の患者さんがおられます。ハンディキャップを抱えたまま生活されている患者の皆さんの運動機能をいかにして改善し、生活の質を向上させるかが社会全体にとって大変重要な課題になっています。

これまで、肝臓や筋肉の細胞とは違い、脳の細胞はいったん死ぬと再生しない、損傷を受けた脳の機能は回復しないと考えられてきたこともあり、リハビリによる機能改善の効果を科学的に解明しようとする研究は大きく遅れてきました。私たちは、脳や脊髄の一部が損傷を受けた際に、リハビリによって残された脳や神経がどのようにして失われた機能を学習して回復させるかについて、研究を行っています。

実験にはサルを用いていますが、実験動物が不必要な苦痛を感じないように、実験動物の福祉には細心の注意を払っています。幸い、私たちのサルは損傷を受けても、麻酔がさめれば起き上がって元気に活動します。翌日からは餌も普通に食べられます。損傷を受けた側の手や足に一時的に麻痺が生じますが、足の麻痺は1週間程度、手の麻痺も1か月程度でほぼ回復します。これは実に驚くべきことです。

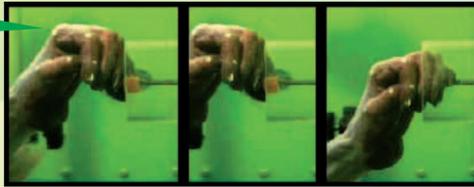


普段なにげなく使っている手。それが上手く使えなくなってしまったら…とても大変だ！



損傷前

これは正常な状態のサルが、餌を食べるためにつまみ取っているところです。



損傷直後

頸髄の一部(手の運動を制御する皮質脊髄路)を損傷してしまうと、損傷を受けた側の指先を自由に使えなくなり、食物をつまむことができなくなってしまいます。

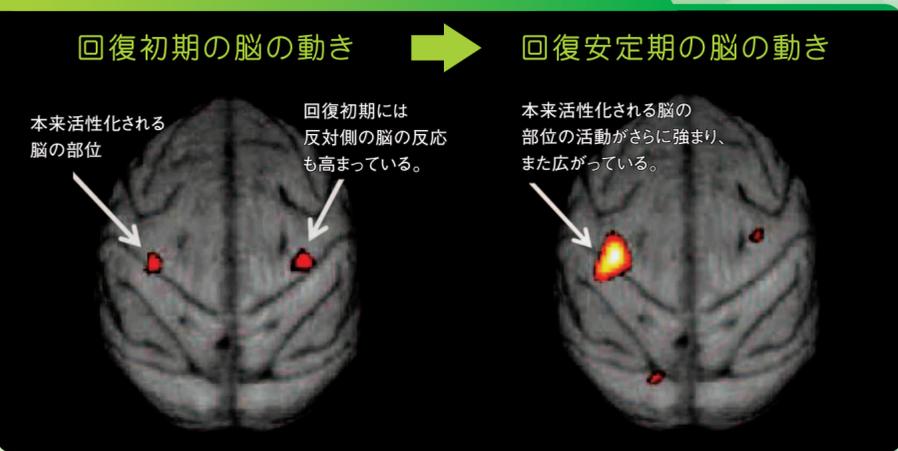


3ヶ月後

リハビリを繰り返した1~3ヶ月後には、元通り指先を上手に使って食物をつまみとることができるようになります。

頸髄損傷直後から指先でつまむリハビリテーションを繰り返し行くと…

この時脳では、こんなことが起こっているよ!



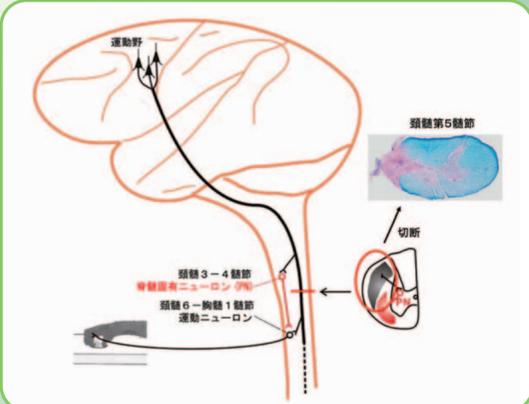
リハビリによって、元通りに手を使えるようになるんだね! この時脳では何が起きているんだろう?

伊佐 正 教授

もともとスポーツが好きで、手や眼を正確に動かすことができる脳の働きに興味がありました。そのような研究をしている中で、脳や脊髄に障害を受けた動物の運動機能が驚くほどよく回復することに気がつきました。そこでこの機能回復が脳のどのような働きによるのかに興味を持つようになりました。



■ 霊長類の皮質脊髄路から運動ニューロンへの間接経路



PET:ポジトロン エミッショントモグラフィー
非侵襲的な画像診断装置のひとつで、ポジトロン(陽電子)を利用して脳の活動を観察することができる。
写真提供:浜松ホトニクス(株) 中央研究所



脳機能のメカニズムを研究することで、リハビリテーションがもっと効率的になるかも!



「手を動かせ」という指令は大脳皮質の運動野から「皮質脊髄路(CST)」という経路を経て筋肉を支配している反対側の脊髄の運動ニューロン(MN)に直接伝えられます。私たちは、CSTには脊髄の別のニューロン(PN)を介してMNに接続する間接経路があることを見つめました。そして直接経路を切断しても、間接経路によってサルの手指の器用な運動が回復することを見出しました。そしてこのような回復の過程で、上位中枢の大脳皮質の活動も大きく変化することを陽電子断層撮影法(PET)という方法を使って明らかにしました。回復の初期には本来使われている反対側の運動野だけでなく、同側の運動野も使われること、回復が安定してくる3ヶ月以降ではこの同側の活動は消失し、代わりにより高次の運動前野が使われるようになることを見出しました。(この研究成果は昨年11月に米国の科学誌Scienceに発表されました)

リハビリが起きている脳の中では実は神経が突起を伸ばすための遺伝子も増えています。
(GAP-43タンパク遺伝子の発現の増加—産業技術総合研究所・肥後範行博士、京都大学霊長類研究所・大石高生准教授との共同研究)

せいりけん&岡崎市教育委員会 タイアップ事業

心と体の科学

—からだって、すごい!—

第2回

目が見える仕組み

岡崎市立甲山中学校の生徒さんが、小泉周准教授を訪ね、目の神経の並び方など、繊細な網膜の構造について、いろいろな体験をして勉強しました。



目の中には、網膜という神経でできた膜があり、光を感じて周りの世界を「見て」います。目の網膜の神経細胞は、どの細胞も、規則正しく2次元的に並び、その突起で、細かな網目を作っています。

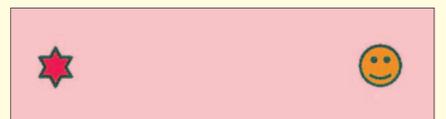


不思議がいっぱいだね!

興味深いなあ~

目の不思議を体感してみよう!

目には普段は意識しない「盲点」という「見えない点」があります。右の図の星印を左目をかくして右目だけみて、紙を前後に動かしてみてください。15cmくらい離れたところで、突然、右の☺が消える!



詳細は、せいりけんHPの「網膜の「網目(あみめ)」を作る物質を発見」
<http://www.nips.ac.jp/news/2007/20080208/> をご覧ください。

『未来の研究者』に夢をたくす

今 日は、目の網膜などのことをいろいろ教えてくださいまして、ありがとうございました。第21染色体がダウン症の解明につながるおっしゃっていましたが、実際にどこまで研究が進んでいるのかがとても楽しみです。先生がおっしゃっていたように、ダウン症のこの悪いところだけではなく、よいところもみつけることは、全ての障害を持って生まれた子にもあてはまると思います。今日は本当にありがとうございました。ダウン症の解明の研究、がんばってください。(古川絵梨)

自 分のからだのことは、自分がいざばんわかっていて思っていたけれど、今回のお話を聞き、人のからだはまだわからないことだらけで、いざばん身近にある不思議だと改めて思いました。その中で目という自分で実感できるのはたつきでも、自分自身はわからなかったことばかりで、驚かされました。「見る」ということは小さな物質のはたつき積み重ねて手に入れることができるすごい能力であり、大切にしたいと思いました。こういった人体を作り上げていく物質の研究が進み、もっと技術が発展して、からだの自由な人々を助けていけたらいいなと思いました。(大矢佑基)

今 回、お話を聞いて、自分が今まで目について全然知らなかったんだと思いました。夜、写真を撮ると目が赤くなる理由とか、目には盲点があることなどの豆知識から、ダウン症の難しい話までとても勉強になりました。ダウン症という病名や症状のイメージはわかってはいたけど、想像していたより高い確率だとは思ってなくておどろきました。盲点の絵も不思議でおもしろかったです。最後に私たちの質問一つ一つにしっかり答えてくださってありがとうございました。(群柳綾乃)

今 回、生理化学研究所に行き、目のつくりや機能を学びました。特に印象が強かった実験が盲点の実験でした。視神経が集中して見えないところという説明を聞いてよくわからなかったけど、実際に盲点を探すためのプリントを使ってみるとあるはずの点がなくなったり、黄色いはずの点も赤くなったりと、普段全然気にならないけど、目にはすごい秘密があることがわかりとても驚きました。またこのような機会があったらぜひ参加したいと思い、理科に今まで以上に興味をわきました。(犬塚達也)

