

せいりけん ニュース

Vol.32 2013.3

カラダの不思議をのぞいてみよう
【特集】パーキンソン病を治療する
脳深部刺激法の仕組み
神経の情報伝達を遮断することで治療効果が生まれる!



DBS治療がパーキンソン病に効果があるのはなぜ?

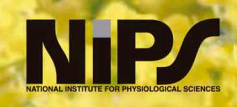
プレスリリース1
報酬の量を予測しやる気につながる脳の仕組みを発見

プレスリリース2
褒められると上手になることを科学的に証明

列高SSHの科学実験室 第1回
不思議な凍結の実験



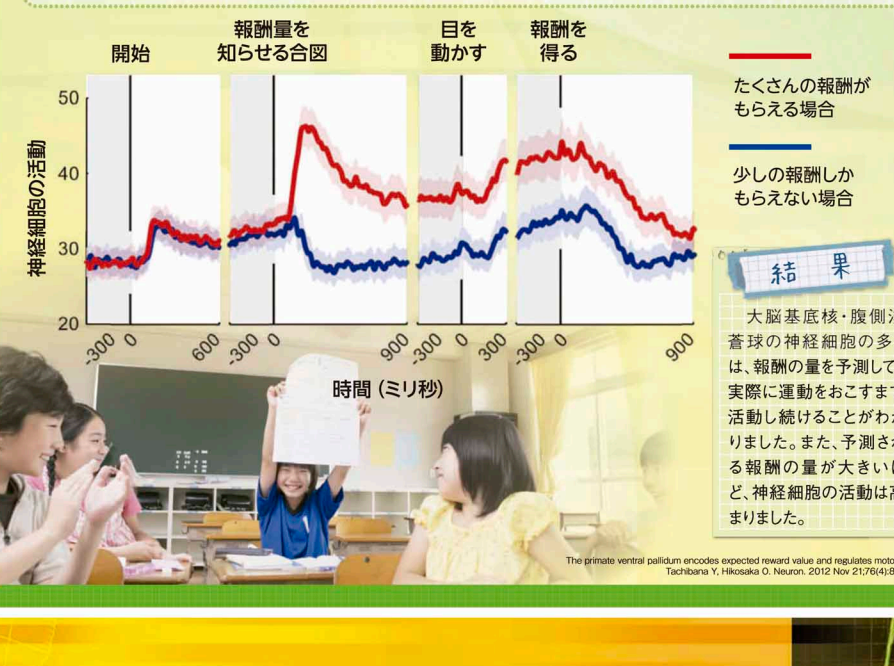
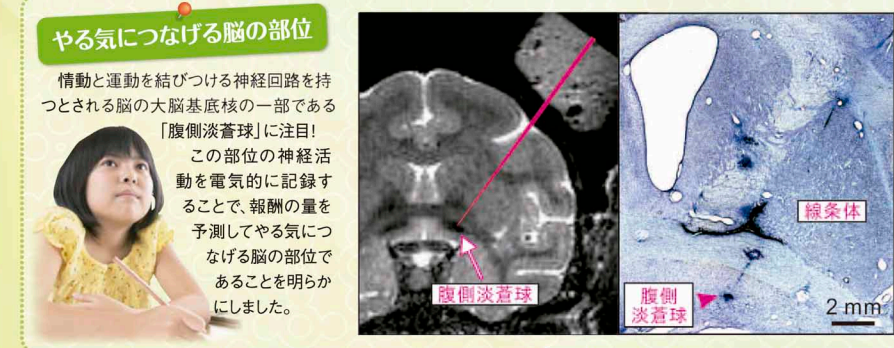
災害時の
帰宅困難者支援協定を締結
2012年12月18日
自然科学研究機関 防災・危機管理 連携センター 広域連携推進室
〒444-8585 岡崎南大寺町字西中38番地 TEL:0564-55-7700 FAX:0564-52-7913
E-mail: pub-edm@nips.ac.jp



NIPS プレスリリース 1

報酬の量を予測しやる気につながる脳の仕組みを発見!

私たちの行動や運動におけるやる気は、予測される報酬の量により、強く影響を受けます。しかし、これまでの研究では、脳のどの部位が報酬の量を予測して、行動・運動に結びつけるのかよく分かっていませんでした。
せいりけん 橋 吉 (たけはな よしひこ) 助教は、米国 国立衛生研究所の彦坂 興秀 (ひこさか おきひで) 博士と共同で、サルを用いた研究によって、大脳基底核の一部である腹側淡蒼球と呼ばれる部位が、この過程に強く関与することを明らかにしました。



科学三昧 in あいち 2012

— 愛知県内の科学教育先進校と大学等が大集結 —
2012年12月26日開催
会場：岡崎コンファレンスセンター
主催：あいち科学技術教育推進協議会
愛知県立岡崎高等学校
せいりけんからは生命科学の展示ブースを出展!
愛知県内の科学・技術・教育に携わる高校・大学や研究機関などの交流の場として毎年開催されている「科学三昧」も第4回の開催となり、発表演壇も回を追うごとにレベルが向上しています。
せいりけんは今年も生命科学の展示ブース(BMI:ブレイン・マシン・インターフェイスの体験)を出展し、その楽しさを多くの生徒さんにアピールしました。

脳の信号をマシンにつなぐ新しい技術

私たちが手足を動かす時は、脳がその命令を出し、手足に伝えます。BMIではその脳の活動を計測して解析することで、筋肉をどのように動かす命令なのかを推定し、同じようにロボットアームなどのマシンを動かします。こうして、自分の意思のとおり、マシンを動かします。
また、私たちが手で何かを触ったときの、手触り、物の形などの感覚は、それらの情報が脳へ伝わることによって感じています。BMIでマシンからの情報をもとにこれらの感覚を推定し、信号を作って脳に伝えることで、マシンで触れた感覚を、感じるすることができます。

せいりけんニュース ■ Vol.32 2013.3
発行日: 2013年3月1日
編集発行: 自然科学研究機構 生理学研究室 (せいりけん) 情報総局・発信センター 広域連携推進室
〒444-8585 岡崎南大寺町字西中38番地 TEL:0564-55-7700 FAX:0564-52-7913
E-mail: pub-edm@nips.ac.jp

NIPS プレスリリース 2

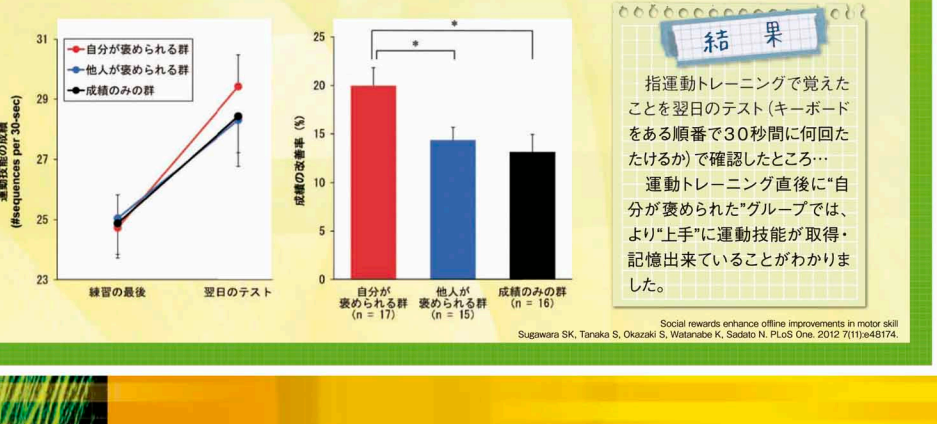
褒められると上手になることを科学的に証明!

せいりけん 定藤 規弘 (さだとう のりひろ) 教授と菅原 瑠 (すがら りゅう) 大学院生、名古屋工業大学の田中 信志 (たなか しんじ) テムニオ・トラック准教授の研究グループは、東京大学先端科学技術研究センターの渡邊 亮 (わたなべ たくあき) 准教授と共同で、運動トレーニングを行った際に他人から褒められると、「より上手に」運動技能を取得できることを科学的に証明しました。

実験の方法

キーボードをある順番で連続的にたたき指運動トレーニングを行い、その後、被験者を図のような3つのグループに分けて「褒められ」実験を行いました。そして、翌日に、覚えたことを披露してもらうテスト(キーボードをある順番に30秒間に何回たたけるか)を行いました。

グループ	褒められる群 (n=17)	他人が褒められる群 (n=15)	成績のみの群 (n=16)
練習の最終	25	25	25
翌日のテスト	29	27	27

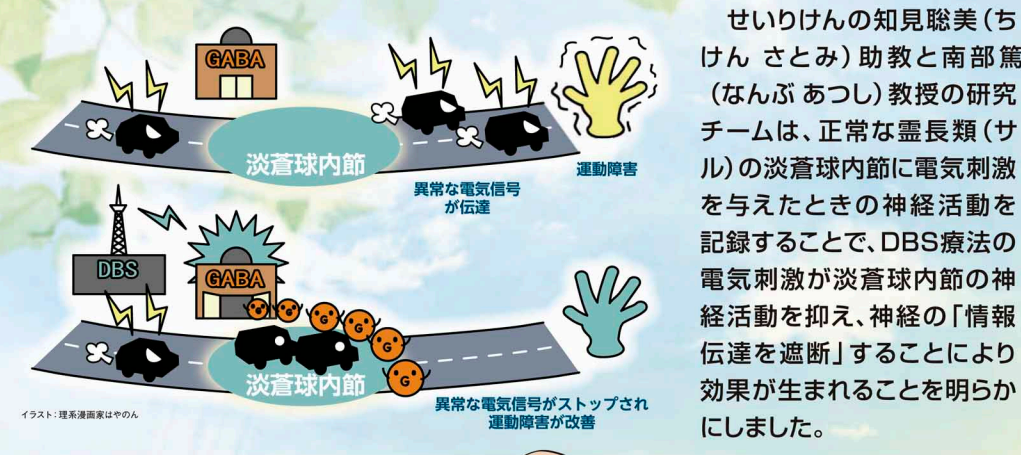


結果
指運動トレーニングで覚えたことを翌日のテスト(キーボードをある順番で30秒間に何回たたけるか)で確認したところ、運動トレーニング直後に自分が褒められたグループでは、より上手に運動技能が取得・記憶されていることがわかりました。

パーキンソン病を治療する脳深部刺激法の仕組み

神経の情報伝達を遮断することで治療効果が生まれる!

パーキンソン病やジストニアといった運動障害の外科的治療の一つとして、脳深部刺激療法(Deep Brain Stimulation, DBS療法)があります。
DBS療法は、脳の基底核の淡蒼球内節や視床下核と呼ばれる部分に高周波連続電気刺激を与えることで、運動障害の症状を改善することができます。しかし、この方法でなぜ症状が改善されるのか、その作用メカニズムは明確にはわかっていませんでした。



パーキンソン病はどんな病気?

パーキンソン病は、脳の基底核のうち黒質と呼ばれる部分にあるドーパミンを作る神経細胞が減ることによって、筋肉がこばり手足が動かさなくなるなどの症状をきたす神経難病です。
治療法としては、減ったドーパミンを薬によって補充するという方法がありますが、病気が進行して薬によるコントロールがうまく行かなくなった場合は、大脳基底核に刺激電極を入れて電気刺激を加えるDBS療法が行われます。
逆に手足、首などの筋肉が持続的に収縮して、ねじれるような運動を示す神経難病にジストニアがあります。原因も不明のことが多いので、なぜこのような症状を示すのかもよくわかっていません。治療法としては、飲み薬もありますが、筋肉にボツリヌス毒素を注射して緊張を取ったり、全身性の場合はDBS療法も用いられます。

DBS療法(脳深部刺激療法)

脳深部刺激電極
脳の深部(視床、淡蒼球、視床下核)に電極を設置し、微弱な電気刺激を与えて機能改善を図る治療法です。
完全埋込型刺激装置

* せいりけんニュースVol.25にもパーキンソン病に関連した特集が掲載されています。

淡蒼球内節の電気刺激で神経活動を抑える

淡蒼球内節に電気刺激を与え、その付近の神経活動を記録しました。
DBS療法のように、100ヘルツ(1秒間に100回)の高周波連続電気刺激を与えると、神経活動が高まるのではなく、逆に淡蒼球内節の自発的な神経活動が完全に抑えられました。
また、通常は、手や足を動かす脳からの運動情報の発信源である大脳皮質を電気刺激すると、淡蒼球内節で反応が見られますが、DBS療法によって淡蒼球内節の神経活動が抑えられると、このような反応も見られなくなりました。これは、DBS療法によって淡蒼球内節を経由する情報伝達が遮断されたためと考えられます。

GABA (ギャバ) が神経活動を遮断していることを発見!

次に、記録している淡蒼球内節の神経細胞の近くに、抑制性の神経伝達物質であるGABAの作用を抑える薬を微量投与したところ、「DBS療法による神経活動の抑制」が見られなくなりました。このことから、GABAの作用によって淡蒼球内節の神経活動が抑えられていることがわかりました。

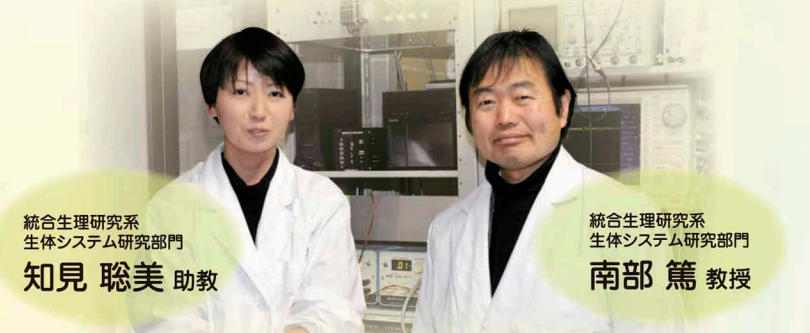
GABAってなに?

GABA (γ-アミノ酪酸/Gamma-Aminobutyric Acid) は、大脳や小脳などに存在し、抑制性の神経伝達物質として興奮を鎮める役割があります。

GABAの作用によって淡蒼球内節の神経活動が抑えられていると考えられる。

高周波連続電気刺激
GABAの作用を抑える薬を投与する
淡蒼球内節の自発的な神経活動は抑えられない!

せいりけんニュース Vol.32



パーキンソン病にかかわる神経回路とDBS療法

大脳皮質は手や足を動かす脳からの運動情報の発信源です。大脳基底核は、この運動情報を受け取り、運動を円滑に行うための調整を行っています。パーキンソン病は、大脳基底核の神経回路で異常な電気信号が発生し、体に伝えられてしまうためにおこると考えられています。
DBS療法は、電気刺激によってGABAの放出を促し、大脳基底核の出口にある淡蒼球内節の活動を止めることで、異常な電気信号が体に伝わらないようにしていると考えられます。



～未来への展望～
今回の研究によりDBS療法のメカニズムが明らかになったことで、より有効なDBS療法や、薬剤の局所注入による情報伝達遮断など新たな治療法の開発につながるものと期待されています。

列高SSHの科学実験室 第1回

不思議な凍結の実験

1. ムベンバ効果

「お湯が水より早く凍る!」
[特定の状況下では、お湯が水より早く凍る]という現象をムベンバ効果といいます。
単純に考えれば、お湯は水よりも冷やすのに時間がかかるはずですから、この現象を不思議に思われるかもしれません。ムベンバ効果には、実に複雑な要素がからんでいると考えられています。たとえば、次のようなことが考えられます。
●お湯は水よりも蒸発しやすいため、気化熱により多く熱が水から奪われます。
※気化熱...液体が気体になるときに必要な熱で、周りに奪われます。
●お湯は水よりも対流が激しく、その対流が冷えてからも続き、水よりも効率よく温度が下がります。
●水道水で実験をおこなった場合、お湯は温めることで溶けていた気体が抜け、凍りやすくなります。
しかし、現段階でムベンバ効果の物理過程は特定されておらず、再現性も乏しいです。

ムベンバ効果とは
エラスト・B・ムベンバ氏 (タンザニア) が1963年に発見した現象です。彼がこの現象に気付いたのは中学生の時の、調理の授業中にアスクリームミックスを熱いまま凍らせたことによる。冷ましてから凍らせたものよりも先に凍ることに気付きました。その後、彼は進学したタンザニアの物理学の講義に招かれていた、デニス・G・オズボーン教授にこの現象について話したところ、最初は半信半疑だった教授も、検証した結果それが事実であることに驚いて研究を始めた。
※水でも同様の結果が得られるため、水で実験が行われています。

ムベンバ効果と温度の関係
列高SSH部では、さまざまな温度の水を冷凍庫に入れて冷やしその温度変化を記録することで、ムベンバ効果の再現性の確認と物理過程の解明を目指して研究を行っています。
○は凍り始め、●は凍り終わりを表しています。

実験から現在確認できていること
10℃まで低下するのにかかる時間は、実験開始時の温度に伴って増えますが、増える量は少ない。
※20℃と40℃でかかる時間が2倍になるというように、単純には比例しません。これは、冷凍庫内と水の温度差が大きいが効率よく冷やされるためです。
2凍り始めから凍り終わりまでにかかる時間が実験ごとに変化します。
特に、低温のほうが凍り始めから凍り終わりまでにかかる時間がばらつき傾向があります。
ムベンバ効果の要因のひとつは、凍り始めから凍り終わりまでにかかる時間が常に一定でないことであると考えられます。

2. 過冷却

過冷却の実験は家庭でも手軽にできる実験です。
皆さんもご存じのように、水は0度で凍ります。しかし、0度にならなければ凍るのかというと、決してそうではありません。0度になっても水が凍らない状態を「過冷却」といいます。これは、水が凍るきっかけを失ってしまっている状態ですが、失ってしまっているといっても一時的なもので、揺らしたりすることで凍り始めます。

水のタワー

この水のタワーは過冷却を利用して作ったものです。まず、ペットボトルに入れた水をマイナス5度で十分に冷やし、その冷たい水をゆっくりと冷凍庫から取出しお皿に注ぎ、お皿に落ちる衝撃で水が一気に凍り、タワーができていきます。

地球上の生命にとって最も身近な物質「水」、ムベンバ効果の様に不思議な現象が解き明かされれば、さまざまな分野に応用できるかもしれません。