

脳PRO Newsletter



文部科学省 “社会に貢献する脳科学”の実現を目指して
脳科学研究戦略推進プログラム
Strategic Research Program for Brain Sciences
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology - Japan

Vol.12, October, 2014

発行元

脳科学研究戦略推進プログラム事務局

愛知県岡崎市明大寺町西郷中 38 生理学研究所内
tel: 0564-55-7803,7804 fax: 0564-55-7805
website: <http://brainprogram.mext.go.jp/>

平成 26 年 10 月 31 日発行 / October 31, 2014

©2014 MEXT SRPBS Printed in Japan

本書を無許可で複写・複製することを禁じます

脳プロは “社会に貢献する脳科学” の実現を目指し、平成 20 年度からスタートした国のプログラムです。

CONTENTS

- 1 コラム：脳プロの “技術”
神経活動を光で自在にコントロール 「光遺伝学」
- 2 特集：出張授業・施設見学アフターレポート
- 3 江戸川区子ども未来館 子どもアカデミー
生理学研究所 見学 (高田高等学校)
出張授業・東京大学ラボツアー (樹徳高等学校)
- 4 シリーズ：「これが私の生きる道」
実験動物中央研究所 応用発生学研究センター
佐々木 えりか センター長 編



Information!

第7回脳プロ公開シンポジウム

育ち・暮らし・老い
～人生を支える生涯健康脳～

体験展示もあります！

日時：2015年2月7日(土)

場所：学術総合センター (東京都千代田区一ツ橋)

12月上旬より脳プロウェブサイトでご案内いたします！

コラム 脳プロの “技術”

神経活動を光で自在にコントロール 「光遺伝学」

脳内には複雑に絡み合う無数の神経ネットワークが存在します。その中から、目的とする神経細胞の活動だけ操作することができれば、個々の神経ネットワークが担う詳細な機能を明らかにすることができます。今回は、光を用いてそれを可能にした研究技術「光遺伝学」についてのお話です。

光遺伝学は 2005 年に開発された全く新しい技術です。この技術が論文発表されてから、瞬間に神経科学研究分野に広まり、今では必要不可欠な技術となっています。

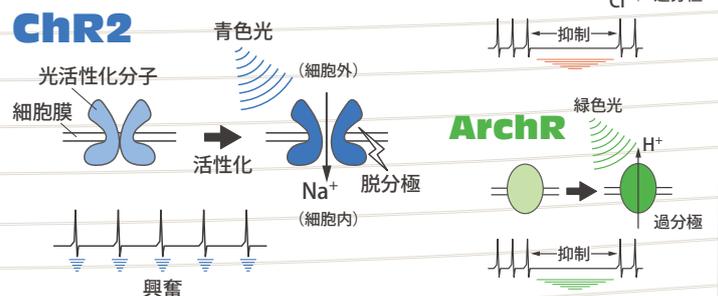
この技術には光活性化分子が用いられます。光活性化分子の一つであるチャンネルロドプシン 2 (ChR2) は、青色光を感知すると活性化され、細胞外の Na^+ (ナトリウムイオン) が細胞内に流入、脱分極 (膜電位※がよりプラス側になること) することで、活動電位が発生し、神経を興奮させることができます。反対に、神経活動の抑制には、橙色光で活性化するハロロドプシン (HaloR) や、緑色光で活性化するアーキオロドプシン 3 (ArchR) が用いられています。HaloR は細胞内に Cl^- (塩素イオン) を汲み入れ、また、ArchR は細胞外に H^+ (水素イオン) を汲み出すことでいずれの場合も過分極 (膜電位がよりマイナス側になること) を起こし、神経活動を抑制します。

※ 活動していない時の電位は細胞外に対して細胞内が約 -60mV

これらの光活性化分子を 2 種類以上組み合わせ、同じ神経細胞に遺伝子導入・発現させ、照射する光を変えることで、その神経活動の興奮 / 抑制を瞬時 (ミリ秒単位) に切り替えることができます。

このように、光遺伝学を用い、目的とする神経ネットワークの活動のみを正確にコントロールすることができるようになったことで、これまで困難であった、動物の行動変化と神経活動との因果関係を明らかにする研究を行うことが可能となりました。

脳プロでも、光遺伝学をマウスに適用し、神経伝達物質の一種であるセロトニンを産生する神経細胞の活動の働きについて調べ、辛抱強さや不安行動との関係を明らかにしました。これらの成果は、うつ病などの精神疾患のメカニズム解明につながる事が期待されます。



図：光活性化分子には、ChR2のようにイオンチャンネルと呼ばれる扉が開いてイオンを通すものや、HaloR や ArchR のように、イオンポンプがイオンを移動させる働きをするものがあります。

雲一つない
真っ青な夏空の下、
江戸川区子ども未来館にて
開催いたしました!



江戸川区子ども未来館 子どもアカデミー 脳の不思議を大研究! ～味覚マップと触覚マップをつくろう～

8月6日
1日

舌で感じる「味覚」について調べる実験を行いました。実験では、「甘い、塩辛い、酸っぱい、苦い」の四つの味について5段階の濃度の溶液を用いました。それらをスポイトで自分の舌にのせて、どのような味を感じたかを記録します。どの濃度の溶液でどんな味を感じるか、溶液をのせる場所によって味の感じ方が異なるか、などを調べました。参加者の皆さんそれぞれが何を知りたいのか、自分自身で実験方法を考えて決め、実行してもらい

ました。一通り実験が終わったあと、まとめとして、どのような実験を行い、それによってどんな結果が得られたか、お互いに発表してもらいました。同じ種類で同じ濃度の溶液に対しても、「味覚」の感じ方が人によって異なっていることや、とても濃度の濃い溶液は、味が強だけでなく、その味の感覚が長時間続くこと、また、痛みを感じる場合があることなどが分かりました。



8月7日
2日

皮膚で感じる「触覚」について調べる実験を行いました。直径0.4mmのナイロンテグスを用いて、同じ強さで刺激した場合の、場所による感じ方の違いを調べました。手や足よりも顔や首の方がやや鋭い痛みを感じることや、くすぐったく感じる場所があることなどが分かりました。次に、2mm角のマス目が縦5つ×横5つ並んで



子ども未来館の
館長さんも実験に参加
してくれました!

いる網目状のスタンプを使い、マス目にしたが、25か所刺激を行い、「触れている」、「痛い」、「何も感じない」などの感覚についての分布を調べました。触覚や痛覚などを感じる神経の分布は、身体の場合ごとに異なることが分かりました。



今回のイベントでは、脳の働きの一つである「感覚」について、自らが被験者となり体感することにより、脳に興味を持ち、科学を身近に感じてもらえるきっかけになったのではないかと思います。ご参加いただいた児童の皆さんや、江戸川区子ども未来館のスタッフの皆様、誠にありがとうございました。

自然科学研究機構 生理学研究所 見学 (高田高等学校) からだと脳の仕組みを探る 最先端研究所!

2014年8月21日(木)、自然科学研究機構 生理学研究所(愛知県岡崎市)に、新潟県立高田高等学校の2年生37名をお招きし、施設見学を実施いたしました。お弁当休憩をばさんで丸一日のプログラム、様々な企画に取り組んでまいりました。

Yukio NISHIMURA



生理学研究所のトビラは
いつでも誰にでもオープン!
未来の研究者の誕生を
楽しみにしていますよ!

特集：出張授業・施設見学 アフターレポート

今年の夏休みは皆さんいかが過ごされましたか?
脳プロでは、小学生から高校生の皆さんに、脳科学に触れていただく機会をたくさん持つことができました。これからも、若い世代の方々に向けた企画を進めてまいります。ご要望・ご依頼をお待ちしています!

Taku NAGAI



将来の目的や
夢に向かって、実現でき
そうな短期の目標を立て、
達成していく。やる気を出
すコツだよ!

生理学研究所は、人体の生命活動の総合的な解明を目指し、人のからだと脳の働きを大学と共同で研究し、そのための研究者を育成している研究機関です。

生理学研究所及び、脳プロの事業内容のご紹介後、まず始めに、脳プロ「BMI技術」課題の西村幸男 准教授に、ブレイン・マシン・インターフェース(BMI)についての講義をしていただきました。

BMIとは、脳と機械を直接つなぐ技術のことです。特に医療分野では、失われた脳・身体機能の代替・回復に役立つ技術開発のほか、精神・神経疾患の治療を目指した研究への取組も進められており、脳プロでも推進しています。今回の講義では、西村先生が研究者を目指したきっかけについてお話しいただくとともに、研究の実際の様子など、動画を交えてご紹介いただきました。

次に、生理学研究所発のベンチャー企業であるテラベース(株)の新井氏、伊藤氏によるスマートフォン顕微鏡 Leye の実習がありました。顕微鏡というと、取り扱いや設定が難しいなどの印象がありますが、Leyeは、拡大倍率30~100倍でありながら、



2 x 6.5 x 0.3cm とスライドグラスほどのコンパクトサイズで、誰でも気軽にミクロの世界に飛び込むことができます。実際にタブレットのフロントカメラに

Leyeを取り付け、ミドリムシや木工用ボンドで写し取った葉の気孔や皮膚などのレプリカを観察しました。想像以上の綺麗な画像に、皆さん熱心にタブレットを覗き込んでいました。



また、国内最先端の研究設備を誇る生理学研究所の超高压電子顕微鏡、二光子励起顕微鏡、MRI(磁気共鳴画像装置)、MEG(生体磁気計測装置)の見学では、これらの技術を用いた近年の脳科学研究の進展の様子などをご紹介しました。



講義や実習、機器見学を通して、多くのご質問をいただきました。研究施設を訪れていただくことで、現場の雰囲気を楽しんでいただけたのではないかと思います。遠い所まで来てくださり、ありがとうございました!

1日 樹徳高等学校で行った出張授業では、名古屋大学の永井拓 准教授より、情動に関わるセロトニンやドーパミンなどの神経伝達物質に関する基礎的な内容から、先生が研究されている遺伝子改変マウスを用いた行動実験のお話まで、盛りだくさんでした。授業後の質問コーナーでは、参加いただいた15名の高校生の皆様から多くのご質問をいただき、授業に関するお話のほか、先生が研究者を目指したきっかけや大学の進路のことなど興味深いお話を伺うことができました。



2日 高校生6名が参加した東京大学ラボツアーでは、二つのラボを訪問し、実際の研究現場の様子を見学させていただきました。医学部にある河西春郎研究室では、柳下祥 助教から脳が情動を記憶する仕組みと、そのメカニズムの解明に向けたマウスの研究についての紹介がありました。その後、生きている動物の脳を直接

出張授業・東京大学ラボツアー (樹徳高等学校) 脳科学を支えるモデル動物研究!

2014年8月29日(金)・30日(土)、群馬県桐生市の樹徳高等学校からのご依頼で、「高校出張授業」と「東京大学ラボツアー」を実施いたしました。2日間にわたって、課題Gの研究者より、専門的には「情動」と呼ばれる、喜怒哀楽などの感情に関する研究内容をご紹介いたしました。



Sho YAGISHITA

のぞける二光子励起顕微鏡を用いてマウスの神経細胞やシナプスを観察しました。神経細胞やスパインを直接観察するのは初めてで、新鮮だったようです。「学食」で昼食をとった後は、



特別な試薬を使用するため黄色い照明の実験室でした。

分子細胞生物学研究所の伊藤啓研究室を訪問しました。伊藤啓 准教授は、ショウジョウバエを用いて神経ネットワークを可視化する研究をされています。このハエは、身体が小さく扱いやすい上に複雑な行動も行う、脳科学研究に適したモデル動物です。研究のご紹介に次いで、特定の神経回路を蛍光標識した3次元脳画像を3D眼鏡で観察しました。顕微鏡がいくつも並んだ実験室では、蛍光標識した脳を顕微鏡で観察したり、生きているショウジョウバエの脳活動をリアルタイムに測定する実験の様子を見学しました。立体的で大変鮮やかな蛍光画像に高校生の皆様も興奮していました。



Kei ITO

2日間を通して、脳科学を支える2種類のモデル動物の多様な研究についてご紹介しました。実際に動物を観察する機会も多かったことから、研究現場を直接肌で感じていただく良い機会となったのではないかと思います。



This is my life

シリーズ：「これが私の生きる道」

実験動物中央研究所 応用発生学研究センター
佐々木 えりか センター長 編

今のお仕事について

マーモセットは南米に住む体長 20cm ほどの小型の猿で、同じ霊長類のアカゲザルなどよりも飼育しやすく、多様な研究を支えるモデル動物として注目されています。私たちは世界に先駆けて霊長類であるマーモセットで遺伝子改変動物を作製することに成功しました。遺伝子改変マーモセットを広く普及させることにより、国内の疾患研究・創薬開発の促進を目指しています。

研究者を目指したきっかけ

私は、父が研究者で、子供の頃は筑波研究学園都市に住んでいました。また、私のように、親が研究者である友人も多かったため、研究者を特別に思わない環境で育ちました。そうした中で、研究者は自分の好きな研究をすることで生活ができて、それが世の中の役に立つのだから良い仕事だなと思っていました。



また、高校生の頃にマウスに色々な遺伝子を導入する研究を紹介したテレビ番組を見て、発生の運命を変えることができる「発生工学」に大きな興味を持ちました。当時、理系科目は苦手でしたが、そのような研究をしたいと強く思い、大学で発生工学を学べる分野に進学しました。

誰もやらない研究を

大学院に進んだ時、マウスを用いた発生学の研究を行おうと考えていましたが、父に「既にできていることをやっても面白くない」と言われたのをきっかけに、当時誰も成功していなかったニワトリの遺伝子改変に挑みました。その研究はうまくいき、世界で初めて遺伝子改変ニワトリの作製に成功しました。

その後、カナダに留学してニワトリのES細胞に関する研究をしていました。数年後、日本に戻る際にマーモセットのES細胞研究をすることになり、そこで初めてマーモセットに出会いました。マーモセットは霊長類であり高い知能を持ちながらも、性成熟までが約1年半と他の霊長類よりも短く、モデル動物として大きな有用性を感じました。マーモセットではES細胞を

佐々木 えりか Erika SASAKI

1989年 筑波大学第二学群農林学類卒業。1995年 筑波大学大学院博士課程農学研究科卒業。1996年 カナダ国ゲルフ大学博士研究員。2001年 東京大学医科学研究所リサーチアソシエイトを経て、2003年4月 実験動物中央研究所の研究員。2012年4月より現職。

用いた遺伝子改変が難しかったため、ウイルスベクターを用いる方法によって遺伝子改変マーモセットを作製することに成功しました。霊長類の遺伝子改変動物の作製は世界初であり、2009年に念願のNature誌に論文を出すことができました。

将来的に、マーモセットが現在よく使われているマウスのようにメジャーなモデル動物となり、多くの研究の場で使われることが夢です。マーモセットを使った前臨床研究がたくさん行われて新薬の開発につながると良いと思います。

最近嬉しかったこと

最近、研究者の中でもマーモセットに注目する人が増えてきていて、国内外の学会で知り合いが増えることが多く、マーモセットを通じてネットワークが広がっているのが嬉しいです。そういった中から共同研究につながることもあり、とてもエキサイティングです。国や立場が違う様々な人とも、サイエンスの楽しみを分かち合えるのは大きな喜びです。

若い方々へのメッセージ

やりたいこと、好きなこと、面白いと思ったことであれば、勉強ではなくても良いので、諦めずに一生懸命に取り込む姿勢はとても大切だと思います。結果として、自分が面白いと思って徹底的に行ったことが人の役に立つとしたら、さらに素晴らしいことだと思います。私の場合も、大学院に行くことを両親に反対されましたが、研究が好きだったので自分を信じやり通しました。結果は後からついてくるものだと実感しています。

(取材：矢口 邦雄)



佐々木先生の研究 遺伝子改変マーモセットの作出技術の高度化と普及に取り組んでいます！

精神・神経疾患の発症の仕組みを明らかにし、新しい治療・予防法の開発につなげていくためには、ヒトに近いモデル動物を用いた研究が必要不可欠です。佐々木先生は脳プロ霊長類モデルに参画し、マーモセットの遺伝子改変技術の高度化・普及体制の確立、さらに脳科学への応用に取り組んでいます。

詳しくは、脳プロウェブサイト 霊長類モデルのページへ
▶▶ <http://brainprogram.mext.go.jp/missionPrimates/>



事務局通信

こんにちは！脳プロ事務局の矢口邦雄です。ニュースレター第12号、いかがでしたか？今号の特集では、三つの出張授業・施設見学のアフターレポートをお届けしました。小学生から高校生

まで科学に興味を持っていただけたら嬉しいです。脳プロでは、11月7日～9日にお台場の日本科学未来館で開催されるサイエンスアゴラ2014に出展いたします。次号では、その様子をご紹介しますので、どうぞお楽しみに！