

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

番外編

岡崎高校スーパーサイエンス部生物班の取り組み

★生物班の取り組み

スーパーサイエンス部生物班はタンポポ調査を2003年度から毎年4月下旬から5月上旬にかけて行っており、6年間行ってきました。学校周辺の2km四方をさらに細かな枠に分けた調査区で、在来種の「ニホンタンポポ」、帰化種の「セイヨウタンポポ」および「アカミタンポポ」の3種を採取し、アロザイム酵素多型解析で、形態では分からない種を判別しています。酵素多型解析は直接遺伝子DNAを分析しているわけではなく、種間の遺伝子の違いによって生じた酵素を比べることで間接的に遺伝子多型を調べたこととなります。酵素や遺伝子分析の結果、セイヨウタンポポとニホンタンポポ、アカミタンポポとニホンタンポポが雑種化していることが分かります。またこの雑種の多いことに驚かれます。

この調査は新入生歓迎行事も兼ねていて、上級生と3、4人のグループを作り、担当区域を4、5時間かけて歩き回り、サンプリングを行います。最近では温暖化の影響もあってか、この時期はもう初夏の陽気、おまけにタンポポは咲いていないと花を開かず見つけないため、晴天時の調査となるため、汗だくの大変労働です。新入生にとっては意外な洗礼です。その後の分析は愛知教育大学の渡邊幹雄先生の研究室や高校の実験室で行っています。グルタミン酸オキサロ酢酸アミノ基転移酵素(GOT)と6-ホスホグルコン酸脱水素酵素(6PG)について酵素多型を調べ、さらに葉緑体DNAの解析を行います。現在では、SSH指定により学校の実験室で、ある程度の遺伝子分析ができる設備・器具が整ってきています。

★研究成果と展望

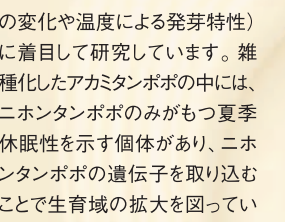
セイヨウタンポポは、調査開始時の2003年に、すでに100%近くが雑種でした。アカミタンポポの雑種率は、2003年以降、2007年までの5年間で20%、30%、40%、50%と大きくなってきています。ここ数年は、「ニホンタンポポの遺伝子を取り込んだアカミタンポポの戦略」と題して、ニホンタンポポのみがもう夏季休眠性(葉の枚数



白いタンポポ(シロハタンポポ)



こんなタンポポを見たことがありますか? (コンナタンポポ)



こんなタンポポを見たことがありますか? (コンナタンポポ)

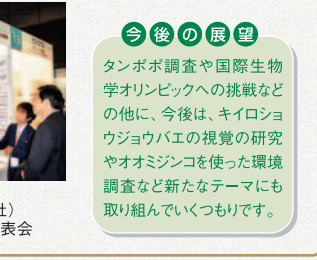
の変化や温度による発芽特性)に着目して研究しています。雑種化したアカミタンポポの中には、ニホンタンポポのみがもう夏季休眠性を示す個体があり、ニホンタンポポの遺伝子を取り込むことで生育域の拡大を図っているのではないかと推測しています。さらに今年は、人工授粉による雑種性アカミタンポポの発生、タンポポの染色体の核型分析などをテーマにしています。しかし、すでにやった人工授粉の実験では、種子がまったく形成されず、野外でみられる雑種性アカミタンポポの誕生を検証する実験は暗礁に乗り上げ(ニホンタンポポは春にしか咲かず、次の機会は来年になってしまう)、核型分析も何百枚もプレパラートを作成してやと染色体数が数えられそうなのが1細胞程度と、先行きまったく不透明、定期考査の勉強もそっちのけで毎日授粉作業や種子の採取に励んでいます。答えのない問題に挑戦し、仮説を立て実験し解決していくことの楽しさ(本当は辛さ?)は何事にも変えられません!!

今年度は生理学研究所での研修もありのいろいろな先生方ともつながりが出来、新たな世界が広がる予感があります。来年度9月にはナディアパークでの神経生理学会のイベントもあり、何を発表しようかとわくわくしています!!

★生物学オリンピックへの挑戦

国際生物オリンピック北京大会(2005年)の銅メダリスト岩間亮先輩、カナダ大会(2007年)の同じく銅メダリスト本多健太郎先輩は、共に生物班でした。そんな先輩方に憧れ、私たち生物班のメンバーは、国際生物学オリンピックの舞台に立とうと日々勉強しています。学校では授業後にオリンピックに向けて学習会をしたり、部屋に置いてある専門書を借りて、自主学習も行っています。3人が全国代表の選考会まで進んだのですが、残念ながら代表には選ばれませんでした。

- これまでの生物班の学会でのポスター発表と各種コンテストでの成績を挙げます。【全国レベルの発表は●印】
- 第47回日本学生科学賞(読売新聞社)「愛知県岡崎市における帰化植物の遺伝子汚染の現状」全国入選1等
 - 日本植生学会ポスター発表(宮崎大学)
 - 第48回日本学生科学賞(読売新聞社)「遺伝子解析に基づく愛知県岡崎市のタンポポの分布調査」環境大臣賞
 - 第49回日本学生科学賞(読売新聞社)「岡崎のタンポポの雑種化と形態的多様性」全国入選1等
 - 国際生物学オリンピック北京大会 岩間亮先輩 銅賞
 - 動物学会中部支部ポスター発表(愛知県立大学)
 - 日本生物教育学会中高生ポスター発表(東京学芸大学)
 - 国際生物学オリンピックカナダ大会 本多健太郎先輩 銅賞
 - 全国理科教育学会高校生ポスター発表(愛知教育大学)
 - JST 理科大好きシンポジウムin 愛知(日本ガソリンフォーラム)
 - JSEC2007(朝日新聞社)「愛知県岡崎市の帰化タンポポの雑種化の変遷〜遺伝子解析に基づく5年間の追跡調査〜」全国最終審査出場 審査委員奨励賞(優秀指導学校部門)
 - 日本生物教育学会高校生ポスター発表(名城大学)
 - ジュニア農芸学会高校生ポスター発表(名城大学)

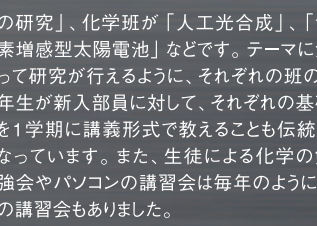


JSEC2007(朝日新聞社) 全国大会発表会

今後の展望
タンポポ調査や国際生物学オリンピックへの挑戦などの他に、今後は、キョウジョウウオウバエの視覚の研究やオオミジンコを使った環境調査など新たなテーマにも取り組んでいくつもりです。

スーパーサイエンス部の紹介

本校は、2002年4月に文部科学省からスーパーサイエンスハイスクール(SSH)に指定されました。それに伴い、それまでの生物部や理化部を統合してスーパーサイエンス部が創設されました。現在部員は25名(1年9名、2年10名、3年6名)です。毎年、2年生が入部希望の新入生に対して研究内容をプレゼンテーションする説明会を開き、その後、顧問の先生方が面接を行い入部が決まります。生物班、物理班、化学班の3班に分かれて活動しており、最近の各研究テーマは、生物班が「タンポポの遺伝子解析による雑種化の調査」や「タンポポの生理的特性」物理班が「熱電対とゼーベック効果」、「比熱



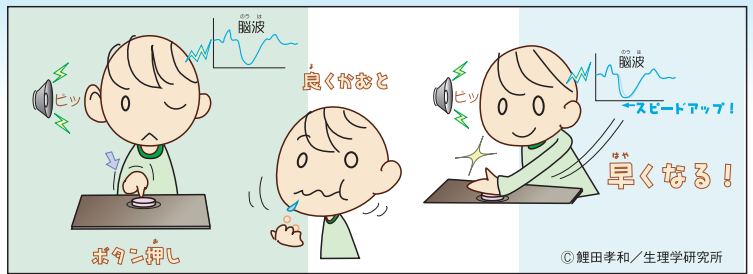
スーパーサイエンス部部室にて

プレスリリース

噛めば噛むほど、脳は活発に

モノを噛むことに効果あり。脳波を使った研究で証明

「良く噛むことは、脳を活発にさせる」ということを、自然科学研究機構・生理学研究所の坂本貴和子研究員は柿木隆介教授のもとで明らかにしました。これは、チューインガムを噛むと脳が活発になることを科学的に証明したものです。顎の運動だけではその効果はなく、ガムなどモノを噛むことで脳を活発にすることが分かりました。坂本研究員は「メジャーリーガーが試合中にガムを噛むことや、車の運転中にガム噛みを行うことによる、脳の覚醒効果の根拠が、生理学的に証明された。ただし、噛むことで“頭が良くなる”という説の裏付けではないので注意が必要」と言っています。



© 鎌田幸和/生理学研究所

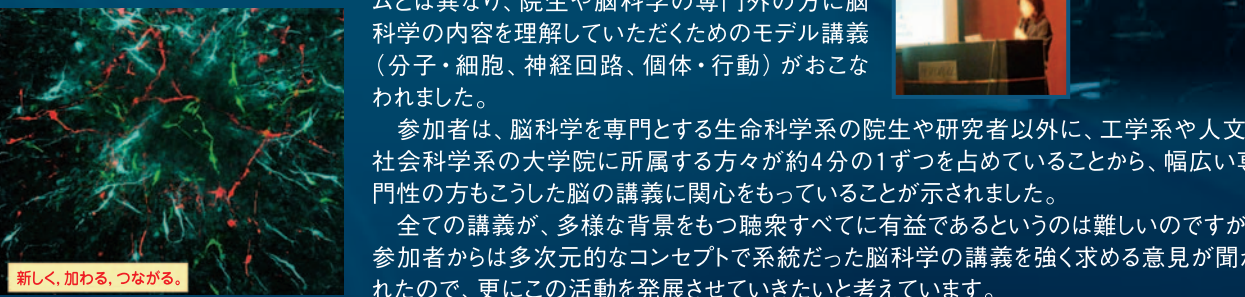
せいりけん トピックス

■ 多次元共同脳科学推進センターシンポジウム 開催 12月6日

12月6日虎ノ門バストラルホテル(東京)において、生理学研究所主催の多次元共同脳科学推進センターシンポジウム「総合的に脳科学を理解する人材育成に向けて」が開催されました。このシンポジウムは、最新の研究内容を紹介するよきあるシンポジウムとは異なり、院生や脳科学の専門外の方に脳科学の内容を理解していただくためのモデル講義(分子・細胞・神経回路、個体・行動)がおこなわれました。

参加者は、脳科学を専門とする生命科学系の院生や研究者以外に、工学系や人文・社会科学系の大学院に所属する方々が約4分の1ずつを占めていることから、幅広い専門性の方もこうした脳の講義に関心をもっていることが示されました。

全ての講義が、多様な背景をもつ聴衆すべてに有益であるというは難しいのですが、参加者からは多次元的なコンセプトで系統だった脳科学の講義を強く求める意見が聞かれたので、更にこの活動を発展させていきたいと考えています。



新しく、加わる、つながる。

■ 英国ニューカッスル大学等の研究者らがせいりけんを見学 2月10日

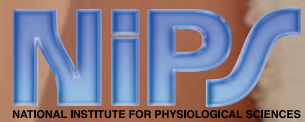
英国のニューカッスル大学の神経科学研究所長のコリン・イングラム教授など英国の脳科学研究者の皆さんが、視察のため、生理学研究所を訪れました。伊佐正教授の研究室ではブレイン・マシン・インターフェース研究の現場を見学したり、せいりけん広報展示室では生理学研究所の最近の広報の取り組みなどを熱心に聞き入っていました。



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 ノーベル賞の輝き! 緑色蛍光タンパク質



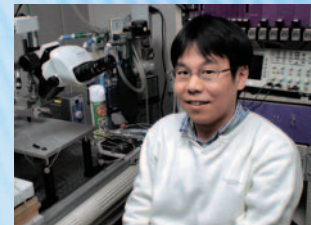
「せいりけんお嬢さん! どうして光っているのかな?」

ブレイン・ミステリーβ

東京大学 立花隆ゼミ 酒井寛

■ 篠原先生の研究

脳は左脳と右脳の2つに分かれているのは皆さんご存知の通り。形だけで見るとただの左右対称な右脳と左脳なのですが、実は分担している役割が違う、なんてこともご存知でしょうか? 脳の左右差は有名で、左脳は言語や計算など論理的な働きを担当し、右脳は音楽や空間学習など感性に関わる働きの担当するという話はみなさんも聞いた事があるかもしれません。この「脳の左右差」はかなり昔から知られていて「言語を処理する部分は左脳にある」に至ってはなんと150年も前から知られています。ただ、「脳の左右差の原因は一体何なのか?」がずっと不明なままだったのです。しかし、今回紹介する篠原良章先生はその謎を解く糸口をついにつかみました。一体何を、どのようにして発見したのでしょうか?



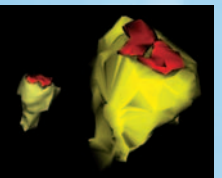
篠原先生

それ数えるという手法をとったのです。数える、といってもそれはとても過酷なもので、なぜなら数える相手が大きいものであれば簡単なのですが、相手がnm単位のもの…つまり10億分の1メートル程度というきわめて小さいもので困難を極めました。そのあまりの小ささに、数を数えるなど技術的に不可能に近いとすら言われていたのです。しかし、篠原先生は解明のため凄まじい執念で膨大な時間をかけて実験を重ねます。また、ただでさえ小さいマウスの脳を手術し、そして脳のほんの一部に過ぎない海馬の部分を取り出してさらにそれをμm単位の小さい層にして、観察する…「正直、気が狂いそうでした」と篠原先生は振り返ります。

篠原先生の研究のキーワード

その前に、篠原先生の研究を知るためのキーワードについてお話ししましょう。

①シナプス&スバイン…脳の中では情報の伝達はすべて神経細胞を通して行われていて、細胞同士で情報を一方通行でリレー…しています。その神経細胞同士のバトンタッチは「シナプス」という部分で行われます。)受け取る方は「スバイン」という神経細胞にある小さいゲのような部分が担っています。



電子顕微鏡でみた海馬のシナプスの形
画像提供/生理学研究所 篠原良章研究員(脳・神経科学研究科、東京第一病院)

②マウスの海馬…マウスの海馬は比較的簡単な神経のつながり方をしている、形はロールケーキのような形をしています。様々な部位に別れています。脳に入って来た情報を「EC→GC→CA3→CA1→EC」の順にぐるぐるまわして処理し、情報を記憶するかどうかの選別をしているのですが、途中で左右の海馬がつながってCA3からCA1に情報を渡すときに、同側のCA1に情報を渡すだけでなく反対側のCA1にも情報を渡すことがわかっていました。

③グルタミン酸受容体…脳の細胞間での情報のバトンとして働く重要な物質で、受け渡しに使われるバトンの80%がグルタミン酸です。

これまでマウスの脳の左右差について分かって来た事、そして謎

マウスの海馬は途中、左右で情報を交換するのですが、左右の海馬の連絡を切断してしまうとその神経回路は分解されてなくなってしまい、同側との連絡回路だけを残す形となります。このようにして左側の海馬、右側の海馬をそれぞれ神経のつながり特徴を調べることが出来るようになりました。その結果、ある特定のグルタミン酸受容体の働きを薬で止める実験から、左右の海馬ではグルタミン酸受容体の量が違う可能性が浮かんできました。しかし、「本当に左右の脳で受容体の量の差が生じているのか」という謎が残ったのです。

篠原先生の壮絶な戦い

他の研究者によって得られたグルタミン酸受容体の左右差に関するデータを見た篠原先生は「こんなにきれいにデータが出てくるのだから、絶対に受容体量の左右差があるに違いない」と思ったそうです。ここから篠原先生の戦いが始まります。脳の神経細胞の左右差の解明に篠原先生がとった手法とは…なんと、「数える」ことでした。篠原先生は左脳と右側の海馬の連絡を切断したマウスの、右脳と左側の海馬CA1部位にある各種のグルタミン酸受容体の数をそれ

数えるという手法をとったのです。数える、といってもそれはとても過酷なもので、なぜなら数える相手が大きいものであれば簡単なのですが、相手がnm単位のもの…つまり10億分の1メートル程度というきわめて小さいもので困難を極めました。そのあまりの小ささに、数を数えるなど技術的に不可能に近いとすら言われていたのです。しかし、篠原先生は解明のため凄まじい執念で膨大な時間をかけて実験を重ねます。また、ただでさえ小さいマウスの脳を手術し、そして脳のほんの一部に過ぎない海馬の部分を取り出してさらにそれをμm単位の小さい層にして、観察する…「正直、気が狂いそうでした」と篠原先生は振り返ります。

壮絶な作業を重ねた結果、事実が少しずつ解明されていきます。左右の連絡を切断する手術をしなくても密度に左右で差がないのですが、手術をした場合、グルタミン酸受容体の中でもNR2Bと呼ばれる受容体の密度が、左脳のほうが右脳より高く、逆にGluR1と呼ばれる受容体の密度は右脳の方が左脳より高いという結果が出ました。また、何百枚とあるシナプスを写した電子顕微鏡写真に目を通した時、ある事実が気がつくのです。「左右のスバインの大きさが違うのではないのか?」

この事に気づいた篠原先生は、またしても壮絶な時間と手間をかけて観察を行います。平日は埼玉県和光市で実験し、土日になると愛知県岡崎市にある生理学研究所まで移動し、また実験…そして平日になればまた和光市で実験。大変な実験を行い、右側のスバインの方が大きいという事を証明しました。そしてどうとう一つの重要な結論にたどり着きます。それは「受容体の種類ごとに分布の傾向に差がある」ということです。具体的に言うとNR2Bはスバインの大小に関係なく1つのスバインには決まった数だけ存在し、GluR1はスバインの大きさが大きいほど、1つのスバインの上に存在する数が多くなる、ということです。言い方を換えれば、スバインが大きければ大きいほどNR2Bの密度は小さくなり、GluR1は密度が高くなる傾向があるということなのです。

どこまでわかる? 脳の機能の違いの原因

この発見を足がかりに研究すれば、将来、右脳と左脳の働きが違う理由を科学の力で説明できるようになるかもしれません。研究者が不屈の努力と執念で生み出す発見が、私たちの好奇心を強くくすぐる…脳科学ってやっぱり奥が深い!!

せいりけん ニュース ■ Vol.8 2009.3

発行日/2009年3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

※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。

ノーベル賞の輝き！ 緑色蛍光タンパク質

見て・感じて・知ってみよう！

下村脩さん（ノーベル化学賞受賞）が発見して一躍有名になった緑色蛍光タンパク質（GFP）は、生命解明の研究で幅広く活用されています。いまでは、緑色だけでなく、様々な色に光る蛍光タンパク質が開発され、遺伝子改変技術で、様々な生き物の神経細胞を色々な色で光らせることができるようになりました。



オワンクラゲのGFP発光のしくみ

オワンクラゲに刺激を与えると、緑色蛍光タンパク質（GFP: Green Fluorescent Protein）という物質の働きによって傘の縁が緑色に光ります。発光のしくみは次の通りです。GFPは、オワンクラゲの生体内で、イクオリンという別のタンパク質と複合体を形成していますが、このイクオリンが細胞内のカルシウムイオンを感じると青色に発光します。この時のエネルギーがGFPに移ることによってオワンクラゲは緑色に発光するのです。



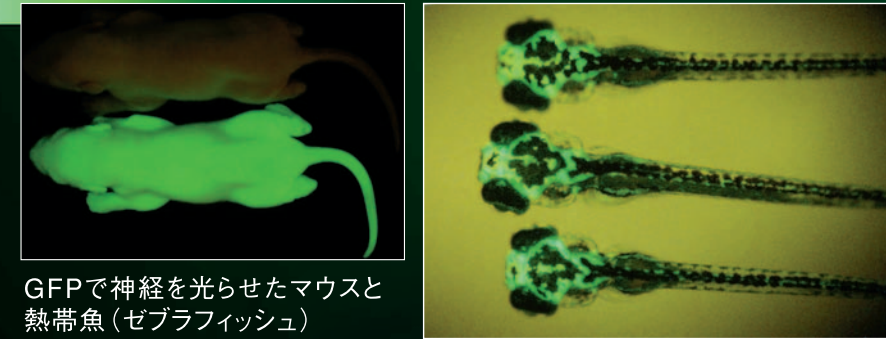
GFPを研究するせいりけんの教授達



鍋倉淳一 教授 根本知己 准教授 東島眞一 准教授

医学発展に貢献するGFP

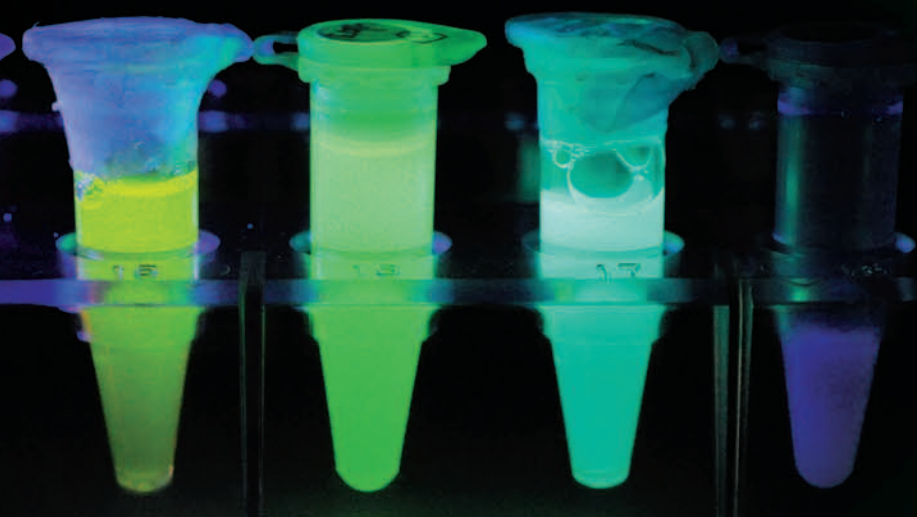
下村脩さんは、オワンクラゲを研究材料として、GFPの発見と発光機構の解明に成功し、さらにGFPの分離・精製にも成功し、これを医療に役立てたのです。例えば、GFPをガン細胞に組み込むと、そのガン細胞が緑色の光を放つようになるため、転移などによる体内での動きを観察できるようになったのです。これは生命科学の分野で大きな発見となりました。



GFPで神経を光らせたマウスと熱帯魚（ゼブラフィッシュ）。せいりけんでは、こうした光るマウスや熱帯魚を使って神経とからだの仕組みを研究しています。

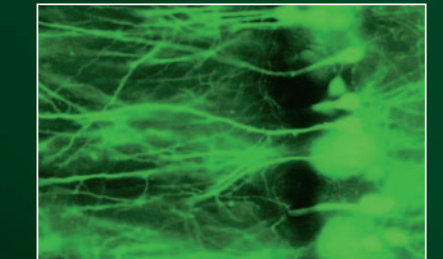


生きたままの細胞を見ることは、とてもスゴイことなんだって！

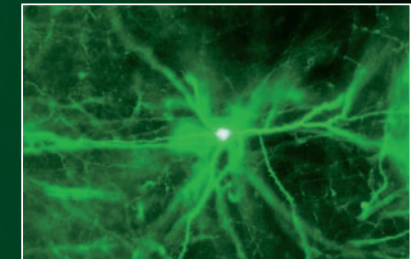


じつは、蛍光タンパク質にはいろいろな色があって、これを遺伝子導入することで、見た場所を顕微鏡下で色分けして見ることができます。GFPのGは緑色（GREEN）蛍光タンパク質のGですから、赤色の場合は赤色（RED）蛍光タンパク質でRFPといいます。

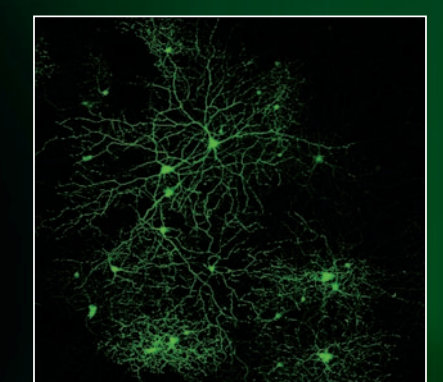
GFPで細胞を見てみよう！



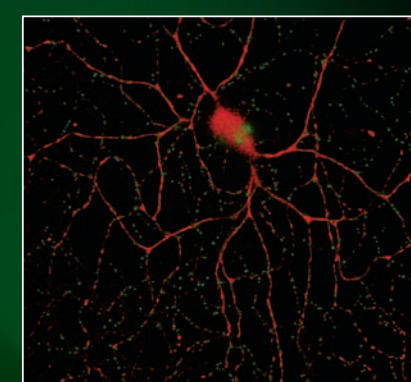
マウスの海馬の神経細胞
記憶をつかさどる脳の海馬の神経細胞です。神経細胞から伸びるたくさんの線維が複雑にからまっているのがわかります。



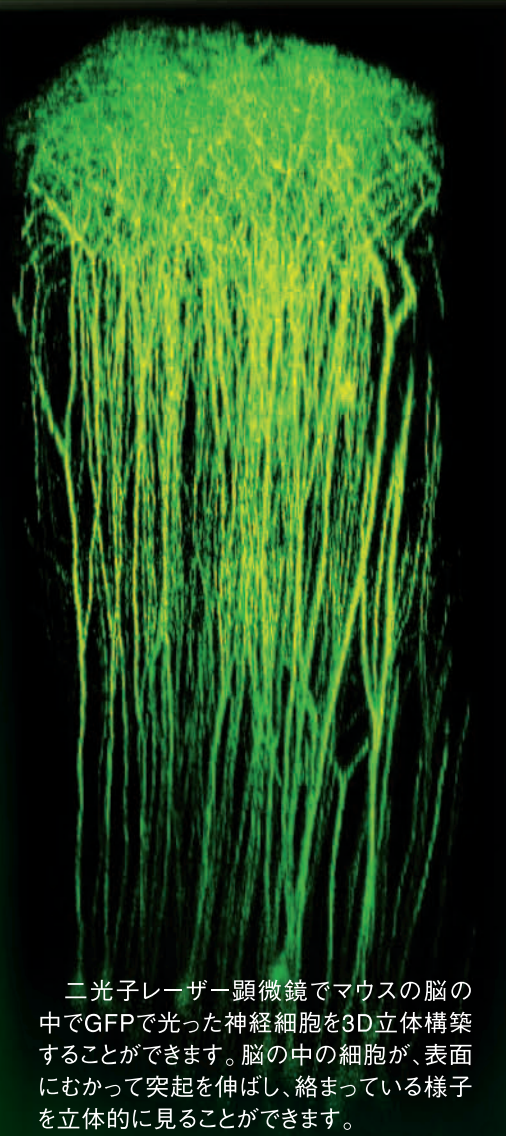
マウスの大脳の神経細胞
脳の表面近くにある大脳皮質の神経細胞がGFPで光っています（真ん中）。そこから四方に線維が伸びています。



網膜の中には、さまざまな形の神経細胞があって、色や形など、さまざまな視覚情報を処理しています。GFPを遺伝子導入すると、いろいろな形の細胞が染まって見えます。



神経細胞は、他の神経細胞とシナプスというつながりを作っていますが、GFPを使うと赤色の蛍光タンパク質で光っている細胞の樹状突起という突起上に、緑色で光っているシナプスのつなぎ目がたくさんできていることを確認することができます。



二光子レーザー顕微鏡でマウスの脳の中でGFPで光った神経細胞を3D立体構築することができます。脳の中の細胞が、表面にもかって突起を伸ばし、絡まっている様子を立体的に見ることができます。

写真提供／読売新聞2008年12月1日掲載・読売新聞中部支社 鍋倉淳一教授、根本知己准教授、小泉周准教授、東島眞一准教授（生理学研究所）

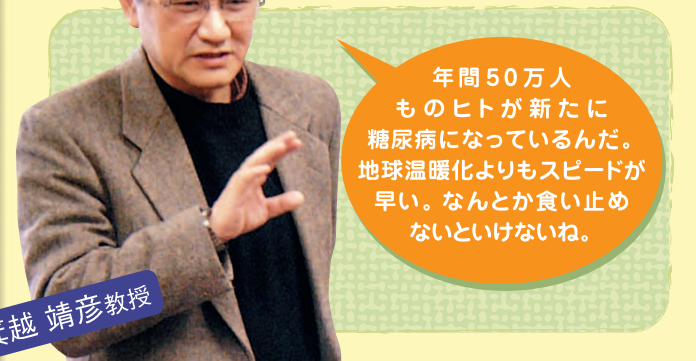
心と体の科学

第4回 糖尿病とインスリン

空腹のときに食べ物を食べると急激に血糖が上昇します。血糖を筋肉などに取り込ませ、上昇を抑える役割をしているのが「インスリン」というホルモンです。インスリンはカラダの中の膵臓で作られます。このインスリンの働きが悪くなると血中のグルコースが多くなってしまい尿の中にも糖が出てきてしまう糖尿病になってしまいます。糖尿病になると、神経の働きが弱まったり、目に障害がおこったり、体中に悪影響がでます。

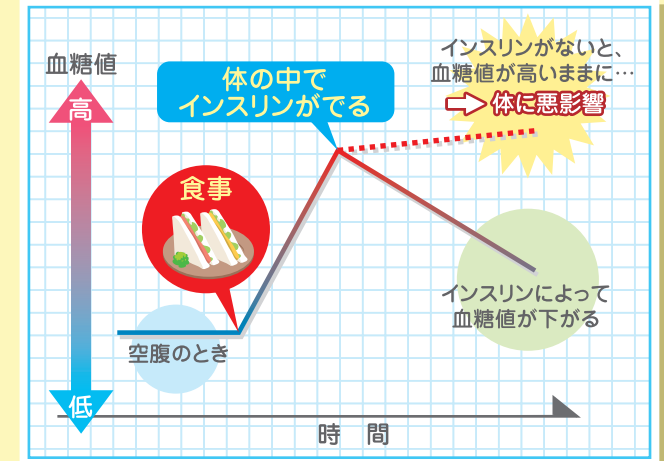


箕越靖彦教授は、メタボリック症候群や糖尿病など、食べ物の代謝とカラダや脳の関係を研究しています。今回は岡崎市立南中学校の生徒さんが、糖尿病の原因である血糖（血液の中の糖＝グルコース）の調節について勉強しました。



箕越 靖彦教授

年間50万人ものヒトが新たに糖尿病になっているんだ。地球温暖化よりもスピードが早い。なんとかが食い止めないとイケないね。



『未来の研究者』に夢をたくす

■マウスの血糖値調べ …… 杉山 純美さん
私が一番印象に残っているのは、マウスの血糖値を測定したこと。動物が相手の実験だったので、とても緊張しました。食後の血糖値は、食前より少し上がるくらいだと思っていたんですが、実際は倍ほどになり、少しびっくりしました。また、しばらくの間上昇していくことにも驚きました。とても貴重な体験ができて、本当によかったと思っています。ありがとうございました。

■「メタボ」から見えるもの …… 鈴木 田くん
メタボリックとはつまり、脂肪の増えすぎで体の機能がおかしくなるというのだと思います。それから引き起こされるもの代表である糖尿病。それに大きく関わっているインスリンという物。それが寿命とも何らかの関係を持っている、最近の研究でわかったとのこと。もしかしら、このことから不死への糸口が見えてくるのかもかもしれません。今回の体験は、私の目に新たな可能性を秘めた一つの過程として映ったのです。

■「メタボ」の本当の意味 …… 藤井 隆輔くん
最近、テレビなどで騒がれていた「メタボリックシンドローム」。聞いたことはあっても、それが一体、どんなものなのかというところは詳しくは知りませんでした。しかし、今回の説明で、どうなったら「メタボ」といわれるのか、なぜそれが起こるのか、なぜそれがいけないのかがわかりました。また、日本人が糖尿病にかかりやすいうことを知り、今回知ったことを、自分の健康のために生かしたいと思いました。

■生活習慣病 …… 杉本 愛さん
生活習慣病はやせすぎの人もなりやすい、ということを知りてすごく驚きました。私たちには理想体重が存在し、それに遠ざかるほど生活習慣病になりやすいということ。赤ちゃんとお腹の中にいるときの環境、生まれた直後赤ちゃんをとりまく環境によって影響を受けて成長した後の肥満の程度を左右することなど、今まで知らなかった、とても興味深いお話を直接聞くことができ、とても良い体験をすることができたなあ、と思いました。