「あいち科学技術教育推進協議会」合同発表会

科学三昧 in あいち 2011

2011年12月27日
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

今年も愛知県内の科学・技術・教育に携わる方たちの交流の場として、「科学三昧 in あいち」が553名の参加者を集めて開催されました。

せいりけんブース展示のテーマは、「実物の脳や神経を見てみよう」をテーマにヒトやネコ、マウスの脳標本やイカの巨大神経などを展示して科学の楽しさをアピールしました。

提供協力：
発達生理学研究所
生体恒常機能発達機構研究部門
古太郎機技術職員

せいりけんの研究でもイカの巨大神経は大活躍！

イカの巨大神経線維

イカの神経軸索（神経線維）は肉眼でもよく見えるほど巨大なため、せいりけんでも伝授実験室において、ヤリイカやケンサキイカが神経伝達の研究で頻繁に使用されていました。

1963年に、アラン・ホジキン教授とアンドリュー・ハクスレー教授（イギリス）は、このイカの神経軸索に金属製の電極を用いて膜電位とその変化を記録して解析した功績によって、ノーベル生理学・医学賞を受賞しています。

イカ巨大神経線維の実験セット

膜電位ってなに？

細胞は、細胞膜により、その内側と外側とが隔てられています。この細胞膜の内側と外側のイオン濃度の差によって生れる電位（電圧）の差を膜電位といいます。活動していない細胞の膜電位は、マイナス（−60ミリボルト程度）になっていますが、刺激をうけて一時的にプラス側まで変化する現象を活動電位といいます。この活動電位が、神経軸索を伝わっていくことで体の中を信号が伝えられています。

伊根実験室

せいりけんの付属施設として1986年2月、京都府与謝郡伊根町に開設され、2011年3月まで海生生物を用いた生理学の研究を目的とした臨海実験施設として活用されました。イカなどの新鮮な海生生物を良好な状態で迅速に実験に使用するため、実験施設は海辺に建てられました。

画像提供：　細胞群定研究室 機能協関研究部門 矢木田実大助教　脳機能計測・支援センター 機器研究試作室 佐治修平技術係長

第20回 せいりけん市民講座 医学研究最前線 岡崎げんき館「からだの科学」シリーズ⑱

心臓のヒミツ探検隊

2011年12月10日開催

生まれたときから絶えまなく動き続ける皆さんの「心臓」。この心臓、どうやって動いているか、知っていますか？ AEDでの心臓の発作から命が救えるのはなぜでしょう。

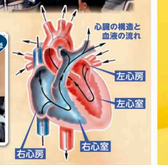
心臓を動かしているのは心筋という特殊な筋肉の細胞です。この心筋が電気信号に従ってリズミカルに伸びたり縮んだりすることで、ポンプのように血液を全身に送り出しています。この電気信号のリズムが崩れてしまうと心臓の発作が起きると、血液を全身に送り出すことが出来なくなってしまいます。

心臓の発作を起こしたら、これまでたくさんの人の命が失われてきましたが、一般の人でも、AEDを緊急的に使用して倒れた人の命を救うことができるようになりました。講座では、実際にAEDの使い方を体験することで、もしもの時に活用できる実践的な知識を学びました。

パート1 心臓のうごくヒミツをさぐる！

■心臓は血液の発着駅

心臓は血管を通して全身に血液を送り出すポンプです。酸素は血液によって全身に運ばれますが、とくに、大量の酸素を必要とする脳は血液の流れが落ちると短時間でその機能が失われます。そのため、心臓はたえず新鮮な血液を全身に送り続けています。血液は、上大静脈と下大静脈という血管から心臓の右心房に戻り、右心室から肺に送り出されています。そして、再び肺から左心房に血液が戻ってきて、左心室から大動脈を通って全身に血液が送り出されています。



パート2 人体モデルでためしてみよう！ AED!!

自動体外式除細動器（AED：Automated External Defibrillator）

AEDとは、心室細動を起こして倒れた人を、その場で使用して命を救うことができる機器です。AEDは、2004年7月1日から一般の人でも使用することができるようになりました。

心室細動ってなに？

心臓がけいれんしてポンプの役割を果たせず、酸素を多く含んだ血液を体内に送り出せない状態が心室細動です。何も治療が施されないと、心臓が電気的に活動してない状態の心静止へと変化しています。

心室細動を電気ショックで取り除くことを、除細動といいます。

● 心停止：何らかの原因で心臓が血液を送り出せなくなった状態。
● 心静止：心臓の電気的な活動ができなくなった状態で、心停止の一因となります。

救命処置の流れ

協力：日本光電中部株式会社　岡崎市中消防署本署

NIPS Channel 生理研チャンネル　講座内容は、せいりけんホームページの「せいりけんドットチャンネル」から動画でご覧いただけます。

大学共同利用機関シンポジウム2011 万物は流転する

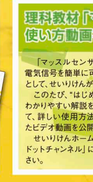
宇宙・生命・情報・文化の過去・現在・未来

知の拠点群「大学共同利用機関」が拓く科学の広大なフロンティア

2011年11月26日開催
ベルサール秋葉原 イベントホール

多様な研究分野における全国大学共同利用機関がリードする最先端の研究を、より多くの皆様に知っていただき、ご理解と ご支援をいただくための取り組みとして開催されました。せいりけんからも先端研究の展示が行われ、多くのご来場をいただきました。

せいりけんのブース展示



理科教材「マッスルセンサーI」の使い方動画を公開！

NIPS Channel 生理研チャンネル

「マッスルセンサー」は、ヒトの筋肉の電気信号を簡単に可視化できる理科教材として、せいりけんが開発した装置です。

このたび、「はじめて使用する場合でもわかりやすい解説を！」という声にお応えして、詳しい使用方法や注意事項を解説したビデオ動画を公開いたしました。

せいりけんホームページの「せいりけんドットチャンネル」にアクセスしてご覧ください。

せいりけんニュース ■ Vol.26 2012.3
発 行 日／2012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.0564-52-7700 FAX.0564-52-7913
印　刷／（有）イワミ印刷所

■「せいりけんニュース」は、購読料と送料を無料でお送りしています。
ご希望の方は、ホームページからお申し込みください。
せいりけんニュース 検索

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。

ISSN 1882-4838

生理学・医学のかがく情報誌

せいりけんニュース

SEIRIKEN News Vol.26 2012.3

特集 カラダの不思議をのぞいてみよう
脳が生み出す理不尽な痛み
慢性疼痛の脳内メカニズムに迫る

心と体の科学 第17回
ヒトの体から出ている電気を測ってみよう

科学三昧 in あいち 2011

第20回 せいりけん市民講座
心臓のヒミツ探検隊

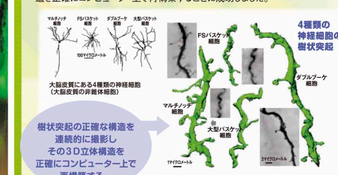
2011年12月6日
トヨタグループ研究所を訪問
岡田幸伸せいりけん所長ら岡崎3研究所スタッフが、豊田テクノロジー基礎研究所、梅園田中研究所を訪問しました。

NIPS NATIONAL INSTITUTE FOR PHYSIOLOGICAL SCIENCES

NIPS プレスリリース

最先端の電子顕微鏡技術で神経細胞の微細な突起構造の3D立体画像構築に成功

せいりけんの窪田芳之（くぼた よしゆき）准教授らの研究チームは、ラットの脳の大脳皮質にある4種類の神経細胞（大脳皮質の非錐体細胞）の樹状突起の正確な構造を、最先端の電子顕微鏡技術を駆使して連続的に撮影し、その3D立体構造を正確にコンピューター上で再構築することに成功しました。



マウスの脳の神経細胞
提供：鎮韋淳一教授

脳の神経細胞って？

脳の中には千億ともいわれる数の神経細胞が存在し、情報である電気信号を伝える電線の役割をはたしています。この電線が、さまざまなつながり（シナプス）をもってつながることで、脳の様々な機能が生まれています。

一つの神経細胞には、樹状突起と呼ばれる突起があり、その樹状突起上にあるたくさんのシナプスで信号を受け取り、その電気信号を統合して機能を生み出しています。

3D立体構築した樹状突起の360度回転画像

1マイクロメートル（1ミリメートルの千分の一）よりも細かい解像度で3D立体構築することによって、微細な樹状突起の太さの違いなど、突起の形状の詳細を明らかにすることができました。

マルチノッチ細胞樹状突起

神経細胞にある信号を受ける突起（緑）が中央に見えます。そこからさらに小さい突起（緑）がたくさん出ています。また、前の神経からの信号をだす部分（青）が、その突起についているのが見えます。

3D画像をみてみよう！

上の図はステレオグラムになっています。ステレオグラムとは目の焦点を意図的に前後にずらして合わせることで立体的にみることができる画像のことです。右の絵を右目、左の絵を左目で見る並行法をつかうと、こちら側に飛び出して立体に見えます。

この実験で用いた最先端の電子顕微鏡技術

生理研の誇る世界有数の連続電子顕微鏡立体再構築技術に用いた透過型電子顕微鏡（TEM）

大脳皮質の神経細胞が信号を受ける突起（樹状突起）の構造を正確に3次元再構築（3D立体構築）しました。

写真提供：
株式会社
日立ハイテクノロジーズ

新型の集束イオンビーム走査型電子顕微鏡装置（FIB-SEM クロスビーム装置）（ドイツとの共同研究）

ドイツとの共同研究で開発された技術です。樹状突起の中にある細胞骨格（微小管）の走行の様像を解析しました。

写真提供：
Carl Zeiss NTS GmbH

未来への展望

電子顕微鏡による立体再構築技術を他の神経細胞に応用

今回の電子顕微鏡による立体再構築技術は他の神経細胞に応用することもできます。各種の脳変性疾患において樹状突起の微細な形状がどのように変化しているのか分かれば、その病態解明にも貢献できる可能性が考えられます。

大阪市立大学大学院医学研究科 分子脳形態科学講座
窪田 芳之 准教授

Conserved properties of dendritic trees in four cortical interneuron subtypes.
Kubota Y, Karube F, Nomura M, Gulledge AT, Mochizuki A, Schertel A, Kawaguchi Y. Scientific Reports, 1: No 89.

National Institute for Physiological Sciences　せいりけんニュース Vol.26

脳が生み出す理不尽な痛み

慢性疼痛の脳内メカニズムに迫る

せいりけんの鍋倉淳一（なべくらじゅんいち）教授の研究グループは、脳が生み出す痛み"慢性疼痛（まんせいとうつう）"の際に脳の神経回路が盛んに組み換わってしまうことを、最先端の二光子レーザー顕微鏡技術を使用して明らかにしました。

慢性疼痛ってなに？

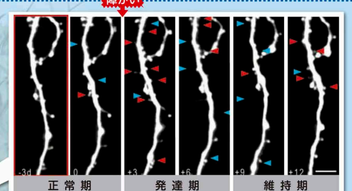
「脳が生み出す理不尽な痛み」とも呼ばれる慢性的な痛みのことで、傷をおってすぐの急性期の痛みが過ぎたあとも、三か月以上にわたって続くのが特徴です。その長く持続する痛みのため、時に精神的な苦痛も感じ、日常生活に支障をきたすなど、社会的な問題にもなっています。これは、脳の中に痛みを長く感じさせるような仕組みが生じるからであると考えられていましたが、脳の中で実際にどのような神経回路の変化が起こっているのかについては解明されていませんでした。

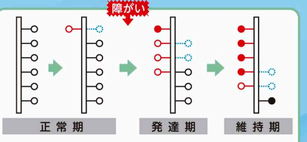
脳の中の神経回路をつくる神経と神経のつながり「シナプス」

脳の中には、千億を超える神経細胞があり、無数のシナプスでつながっています。これによって複雑な神経回路を作っています。

発達生理学研究系
生体恒常機能発達機構研究部門
鍋倉 淳一 教授

慢性疼痛が生まれるとき、脳の神経回路が組み換わる



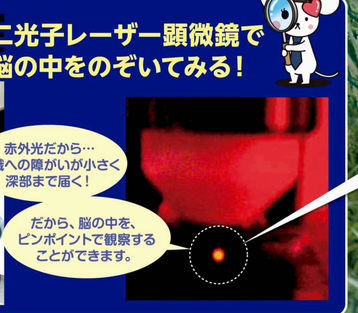


赤色は新しいシナプス、青色（点線）は無くなるシナプス

神経と神経のつながりであるシナプスを観察したところ、末梢神経障がいの後、慢性疼痛の発達期（1週間以内）には盛んに神経回路の組み換えが起きていることがわかりました。赤矢印は新しくできたシナプス、青矢印は無くなったシナプスです。慢性疼痛が生まれるとき、異常感覚によって脳の神経回路が盛んに組み換わり、異常な痛みを伝える神経回路が作られてしまうことがわかりました。

赤外フェムト秒超短パルスレーザー光（赤線）を用いた最先端の二光子レーザー顕微鏡技術を応用

二光子レーザー顕微鏡で脳の中をのぞいてみる！



未来への展望

慢性疼痛を引き起こす脳内メカニズムの解明へ

今回の研究成果により、慢性疼痛の際には、脳の神経回路が組み換わってしまっていることがわかりました。とくに、脳の感覚野の神経細胞の過剰な痛み反応が、痛みの認知や情動にかかわる部位（前帯状回）に伝わることで、慢性疼痛の痛みの持続を引き起こしていることがわかりました。こうした神経回路の可塑的な変化に着目した新たな慢性疼痛治療戦略の構築ができるものと期待されます。

1) Rapid synaptic remodeling in the adult somatosensory cortex following peripheral nerve injury and its association with neuropathic pain. Kim SK, Nabekura J. J Neurosci. 2011 Apr 6;31(14):5477-82
2) Inter-regional contribution of enhanced activity of the primary somatosensory cortex to the anterior cingulate cortex accentuates chronic pain behavior. Eto K, Wake H, Watanabe M, Ishibashi H, Noda M, Yanagawa Y, Nabekura J. J Neurosci. 2011 May 25;31(21):7631-6
3) Phase-specific plasticity of synaptic structures in the somatosensory cortex of living mice during neuropathic pain. Kim SK, Kato G, Ishikawa T, Nabekura J. Mol Pain. 2011 Nov 9;7:87.

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！

関連サイト 一歩一歩学ぶ「脳とこころの不思議」Webで公開中！
せいりけん広場 検索

第17回 ヒトの体から出ている電気を測ってみよう

岡崎市立北中学校の生徒さんが体の電気信号について学びました。

ヒトの体もデンキウナギのように電気を発生します。摩擦電気や、雷の電気、1円と10円硬貨でできる電気など、電気にもいろいろありますが、もともとは同じものです。電気の共通点を、みんなの心臓からの電気を測って考えてみよう。

世界ではじめてつくられた電池（ボルタの電池）をためしてみよう！

アルミと銅と塩水でできる「ボルタの電池」をつくってみました。

■用意するもの

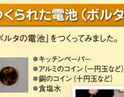
●キッチンペーパー
●アルミのコイン（一円玉など）
●銅のコイン（十円玉など）
●食塩水

■作り方

ボルタの電池は銅と亜鉛の板に薄い紙類を使用しますが、ここでは簡単に銅とアルミニウムのコイン、食塩水を使用しました。

銅のコイン→キッチンペーパー→アルミのコイン→キッチンペーパー→銅のコイン…と順番に重ねて固定します。そしてキッチンペーパーに食塩水をしみこませます。

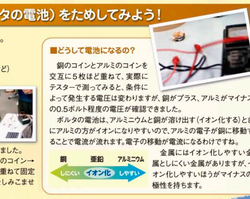
■どうして電池になるの？



銅のコインとアルミのコインを交互に5枚ほど重ねて、実際にテスターで測ってみると、条件によって発生する電圧は変わりますが、銅がプラス、アルミがマイナス約0.5ボルト程度の電圧が確認できました。

ボルタの電池は、アルミニウムと銅が溶け出す（イオン化する）ときにアルミの方がイオンになりやすいので、アルミの電子が銅に移動することで電流が流れます。電子の移動が電流になるわけですね。

金属にはイオンになりやすい金属としにくい金属がありますが、イオン化やすいほうがマイナスの極性を持ちます。


生理研研究所 都筑研究 村上 政隆 准教授

自分の心臓から発生する電気（心電図）を測ってみよう！

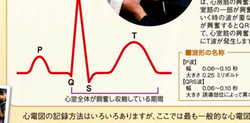
ヒトの体は電気や化学物質（神経伝達物質）によって信号を伝達しています。筋肉を動かす時に発生する筋電位は信号ではありませんが、筋肉が興奮すると周囲に電流が流れることにより電圧の差（電位差）が発生します。

心臓は刺激が心臓の筋肉（心筋）に伝わることで拍動（収縮と弛緩）を繰り返しますので、心臓が拍動するときにも電圧と呼ばれる電気的な活動が見られます。

心電図は、1903年にウィレム・アイントホーフェン教授（オランダ）によって測定されましたが、この業績によって1924年にノーベル生理学・医学賞を受賞しています。

実際に自分の心臓の動きが波形で確認できました！

■心電図の波形



＊PまたはQ周辺の一部が興奮を始め心房全体に伝わる間に起こる波です。心房全体が興奮するとPまたはQとなります。QRS波は、心房間の興奮が回復するときの波で、心室間の一部が興奮を始めて全体に広がっていく時の波が重なったものです。心室全体が興奮するとQRSまたはQとなります。やがて、心室間の興奮が治まり回復していくときに下波が発生します。

■波形間の各時

[P波]		[T波]	
幅	0.06〜0.10 秒	幅	0.10〜0.25 秒
大きさ	0.25 ミリボルト（0.05 ミリボルト）	大きさ	0.5 ミリボルト（0.05 ミリボルト）
[QRS波]			
幅	0.06〜0.10 秒		
大きさ	誘導部位によって異なります		

心電図の記録方法はいろいろありますが、ここでは最も一般的な心電図である双極肢誘導という電極のつけ方をしました。

電極は、右手首に赤色、左手首に黄色、右足首に黒色（アース）、左足首に緑色の電極をつけます。両手の電極間で計測した電圧の差（電位差）をⅠ誘導、右手と足の間の電位差をⅡ誘導、左手と足の間の電位差をⅢ誘導といいます。

＊心臓の詳しい仕組みは、せいりけん市民講座の項を参照してください。

未来への研究者に夢をたくす

岡崎市立北中学校の生徒さんの感想

生理学研究所で、使は2つの実験をさせていただきました。1つは、身近なもので電気を発生させる実験で、もう1つは心電図をとりました。この心電図では、心拍数などがわかり、医療の場でも利用されていると知りました。他にも人の体にも電気が流れており、その電気はかなり小さいなど、色々な話を聞かせていただきました。その中で多くの興味深い話も聞きました。どの興味深いを生活の中で感じて疑問を研究していることが分かりました。僕も身近な疑問を調べていきたいと思いました。（中根 直哉）

生理学研究所で「人体に流れる電気信号について」のお話を聞かせていただき、改めて人体のしくみはすごいと思いました。電池は、金属がとけたイオンの中、一によって電流が流れるしくみになっていて、また似たようなしくみで、人体に電流が流れていることを知りました。そして、電気は細胞で作られ、心臓まで伝わり、心臓が動いていることも知りました。私は、今回学んだ細胞の働きをもっと深めていき、これからは不思議と思ったことは調べていきたいと思います。（榛土 沙弥）

生理学研究所で、イオンやコントロ（リ）ルなど専門的な話を聞きました。難しい内容でしたが、新しい知識を知る良い機会でした。学んだことを、もう一度調べて理解を深めたいと思いました。これから人体にちょっと興味を持って生活していきたいと思いました。（中根 詩歩子）

人間の体から出ている電気をとらえるというのは、体にたくさん機械をつけるのかと思いました。しかし、手首と足首に電極をつけるだけで、電気がとらえられることがわかりました。体に電気が流れる仕組みはイオンの移動が関係していて、電気ウナギはこれをうまくコントロールしているのには驚きました。今回の見学はすごく貴重で楽しい体験でした。（西 淳平）