

実施期間：平成 29 年 3 月 27 日～3 月 30 日

脳科学ライフサポート研究センター 世話人：丹羽治樹 特任教授

1. 経過および準備

- 平成 28 年春～夏：実施案の作成。昨年度同様に高校生を対象とし、実施時期は平成 29 年 3 月 27-30 日の 4 日間とした。1 テーマ 2 日間で 1 日の実験時間は 4.5 時間とし、下記 2 テーマと担当者を選定した。
 - テーマ 1. 聴こえを見る (担当：小池卓二 教授)
 - テーマ 2. ホタルの光を作ってみよう (担当：牧 昌次郎 助教)
- 9 月中旬：参加申し込みは社会連携センターの公開講座の申し込みシステム (WEB、メール) を利用し、参加申し込み事務を研究推進課に委嘱。
- 10 月初旬：参加者募集用の A4 版ポスターを作成。
- 10 月中旬：アドミッションセンターに対し、高校にスプリングスクールの紹介をして参加者募集の協力を依頼。
- 12 月 1 日：大学ホームページ (HP) と脳科学ライフサポート研究センター HP に開催案内を掲載。
- 12 月 1 日：応募受付を開始。平成 29 年 3 月 14 日に受付を終了。申込者は 19 名。
- 平成 29 年 1 月：各テーマ 1 日 3 名の TA を決定。実験マニュアルの作成依頼。
- 3 月中旬、配布資料 (参加者リスト、担当者・連絡先リスト、会場案内地図、実験マニュアル、アンケート) と名札を準備。
- 開催日直前：行事傷害保険加入手続き。

脳科学ライフサポート研究センター

スプリング スクール

脳科学研究の最前線を体験しよう!

1. 聴こえを見る：音刺激による脳波と耳音響放射の計測
2. ホタルの光を作ってみよう

- 音を聞いているときの自分の脳波の活動や、耳から出てくる音を計測したり、ホタルの発光基質ルシフェリンを有機合成して発光させる実験を用意しました。
- 皆さんが自ら実験を行い、脳科学研究の最前線を実感してみませんか？

開催日 平成 29 年 3 月 27 日 (月) ～ 30 日 (木)
(2 テーマ、計 4 日間)

時間 13:00 ～ 17:45

講師 小池 卓二 (電気通信大学大学院 機械知能システム学専攻)
牧 昌次郎 (電気通信大学大学院 基盤理工学専攻)

対象 高校生 10 人 先着順 (1 テーマ、2 日間のみ参加可。
希望者はお問い合わせください)

受講料 無料

会場 電気通信大学 東 4 号館 1 階実験室および東 6 号館 7 階実験室
(東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1、京王線調布駅北口より徒歩 5 分)

申込 ホームページ、電話、または E-メールで
<http://www.ccr.uec.ac.jp/activity/kouza/index.html>
TEL: 042-443-5880 (電気通信大学 研究推進課) E-Mail: kenkyo-k@office.uec.ac.jp

締切 平成 29 年 3 月 10 日 (金)

2. 実施状況

平成 29 年 3 月 27 日 (月) ～ 30 日 (木) の 4 日間、脳科学ライフサポート研究センター スプリングスクール 体験型授業を実施した。参加者は 17 名で、全員 1 つのテーマに 2 日間参加した。参加者の内訳は豊島岡女子高等学校 (2 名)、芝高等学校 (4 名)、渋谷教育学園渋谷中学高等学校 (4 名)、東京工業大学附属科学技術高等学校 (2 名)、南多摩中等教育学校 (1 名)、日本工業大学駒場高校 (1 名)、多摩

大学目黒中学（1名）、淑徳与野高等学校(1名)、千葉市立稲毛高等学校(1名)で、都内在住者15名、千葉市在住者1名、つくば市在住者1名であった。

各テーマでは1日当り4.5時間の実験を2日間に亘って行い、各テーマとも前半日程と後半日程で2回開講した。

●テーマ1：聴こえを見る

場所：電気通信大学 東4号館730、507実験室

担当：小池卓二 教授

Teaching Assistants：李 信英、佐藤美帆、黒田亨太、吉村友汰

●テーマ2：ホテルの光を作ってみよう

場所：電気通信大学 東6号館837実験室およびSVBL408実験室

担当：牧 昌次郎 助教

Teaching Assistants：北田昇雄、盛満 玲、鉢呂佳史

●前半日程

日時：2017年3月27日（月）13:00-17:30 および3月28日（火）13:00-17:30

参加人数：テーマ1に5名、テーマ2に4名

●後半日程

日時：2017年3月29日（水）13:00-17:30 および3月30日（木）13:00-17:30

参加人数：テーマ1に3名、テーマ2に5名

実施したスプリングスクールの様子を以下に示す。

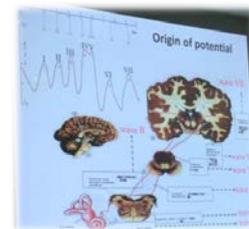
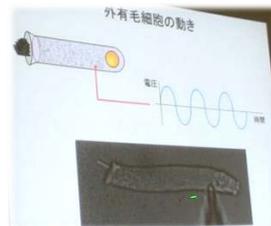
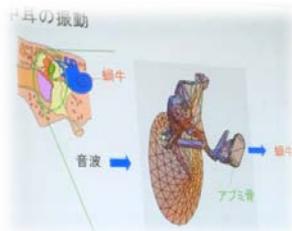
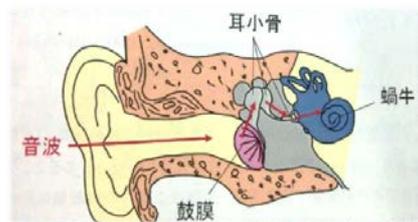
●受付と開校式

東3号館7階ロビーにて受付。当日配布資料と名札を手渡す。受講者は開校式が始まるまで、控え室にて配布資料に目を通す。午後1時より2テーマ合同で開校式。副センター長の小池卓司教授が挨拶。脳科学ライフサポート研究センターの紹介と担当教員、TA、参加者が簡単な自己紹介。その後、テーマごとに分かれて授業を開始。



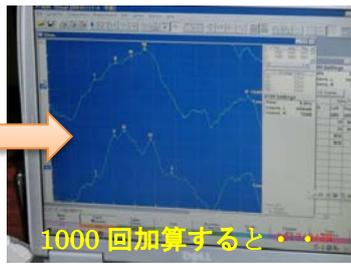
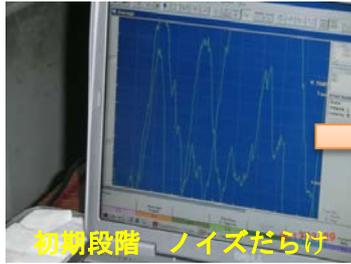
●テーマ1. 聴こえを見る (担当: 小池卓二 教授)

1 日目はまず小池先生による耳の構造と音が聞こえるメカニズムの講義。鼓膜に伝わった音の振動は耳小骨を経て蝸牛にある有毛細胞に伝達され、そこで音の振動が電気信号 (神経信号) に変換されること、その神経信号は脳幹を経て大脳皮質の聴覚野に伝えられることにより、音が聞こえることを学ぶ。この音刺激に呼応した神経活動は頭部表面における微弱な脳波 (聴性脳幹反応) として計測できる。これを計測しようとするのが今回の実験である。耳は眠らない器官と呼ばれ、眠っていても音刺激に応じて聴性脳幹反応が計測できるため、新生児の聴覚検査にも利用されているとのこと。受講生は緊張した面持ちながら興味深く脳と聴覚の話に聞き入る。話の中身は濃い。

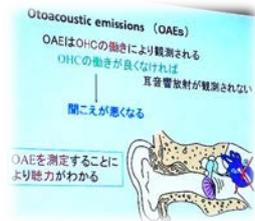
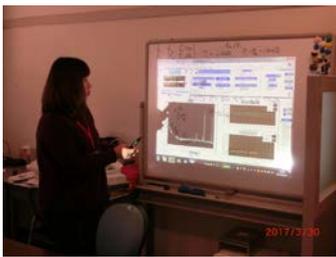


実験に先立ち、無音響室で、全く音の無い、真っ暗闇を体験する。ついで参加者全員が聴力検査を受ける。続いて大学院生のティーチングアシスタント (TA) さんから「聴性脳幹反応」の計測原理と機器操作を学ぶ。電極を頭部に張り、イヤークリック音を聞きながら脳波の変動を計測する。微弱な脳波を計測するため電極の張り方で実験の成否が決まる。始めのうちはノイズだらけの信号だが、1000回、2000回と計測を重ねるうちに音が聞こえる時に見られる特有の波形が浮かび出てくる。測定成功。使用する測定機器は研究用のもの。実験の合間に TA さんと歓談。大学生活や研究についていろいろ質問したり、院生の案内で実験室見学をする。太い丸太を見つけて質問。振動で害虫駆除をする研究に使用とのこと。振動センサーの話で盛り上がる。

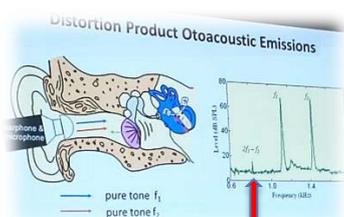




2日目は「歪成分耳音響放射の計測」実験を行いました。耳に音刺激を加えると、蝸牛にある有毛細胞が機械的な音の振動を増幅し、電気信号に変換し、聴神経へと伝える。その一方で増幅された音の振動は蝸牛→耳小骨→鼓膜へと音を聞くときの逆の経路で外耳道に伝えられ、音として放射される。この現象を「耳音響放射」というが、今日はその現象を利用した「歪成分耳音響放射」を計測する。有毛細胞の働きが悪いと歪成分耳音響放射が弱くなり、聴こえが悪くなるので聴覚検査の一つとして利用されているとのことでした。TAさんから計測原理と機器操作を学ぶ。イヤークリップとマイクロホンが一体となった計測用のプローブを耳に装着し、周波数を変えて音を入力し、発生した耳音響放射をマイクロホンで受信し、データ処理を行う。計測を行ったところ、受講生の皆さんは耳音響放射が強く、聴こえが良いことわかりましたが、耳音響放射の周波数特性（聞こえ方）に個性があることがわかりました。



OAE: 耳音響放射

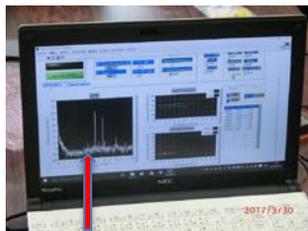


歪耳音響放射



計測中

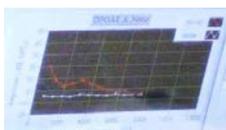




歪耳音響放射が見える



A 君



B 君



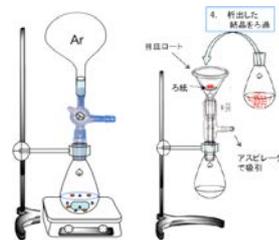
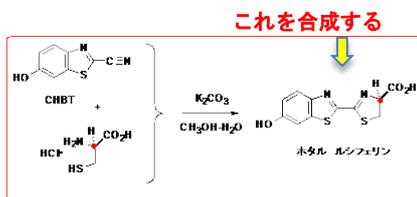
C 君

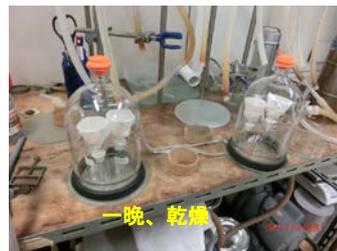
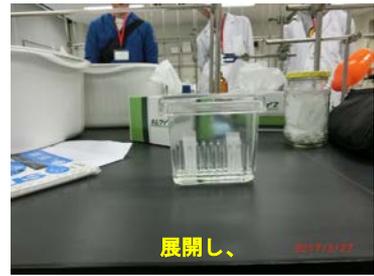
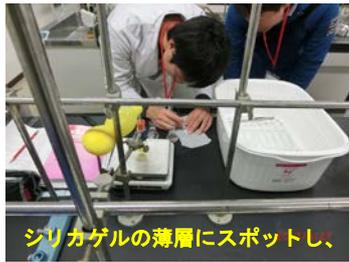


D 君

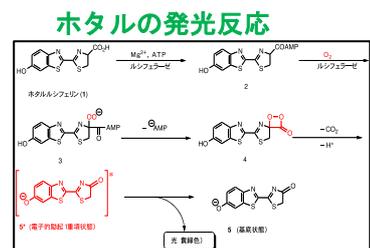
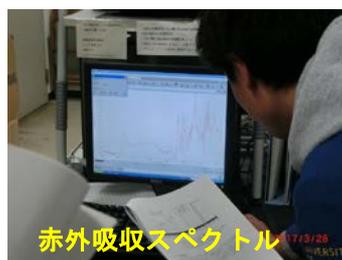
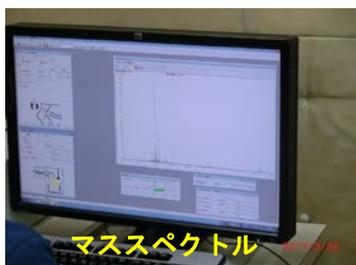
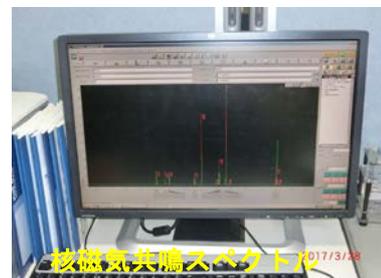
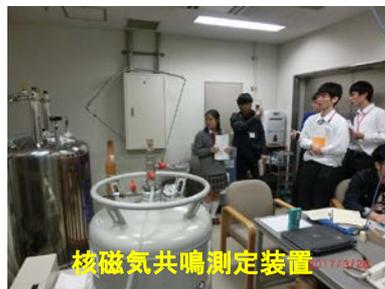
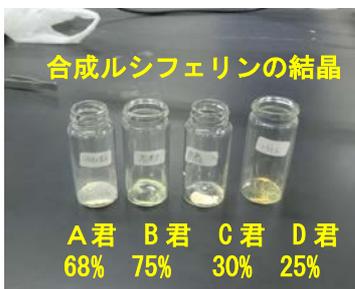
●テーマ2. ホタルの光を作ってみよう (担当: 牧 昌次郎 助教)

1日目の最初に丹羽先生から実験テーマ概要説明を受ける。発光生物の紹介やホタルの発光メカニズムを解説してもらう。ホタルの発光は酵素反応であり、発光には酵素ルシフェラーゼと発光基質ルシフェリンと ATP と酸素が必要なこと、ホタルの光は生命科学で広く利用されていることなどを学ぶ。今日はこの発光基質ルシフェリンを有機合成実験するというので、実験操作や手順の具体的な説明を受け、実験のイメージをつかむ。ついで学生実験室に移動し、TAさんの指導で有機合成実験を開始。見るものやることすべてが初体験。mg (1gの1000分の1)単位での原料となる試薬の秤量に戸惑いながら必要量を量り取る。実験装置を組み立て、駒込ピペットを用いてフラスコに順次、試薬を加え、反応開始。ピペット操作にはやや緊張。30分後に反応の進行具合を薄層クロマトグラフィーでチェック。指導を受けながらシリカゲルの薄層に毛細管で反応溶液と使った原料などをスポットするのだが、意外と難しい。スポットした薄層を展開溶媒で展開してブラックライトでモニターする。シリカゲル上に青白く光るスポットが浮かび上がる。順調に反応が進行し、ホタルルシフェリンがうまく合成できている模様。反応の後処理を行い、吸引ろ過装置を用いて、ホタルルシフェリンを結晶として取り出す。結晶は真空乾燥して明日のホタル発光実験に使用。



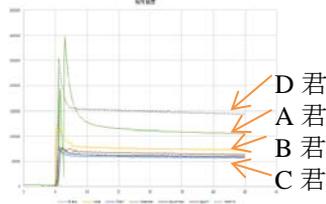


2日目は昨日合成したルシフェリンの秤量から、重さを量り収率を計算(構造確認は後述)。実際に実験してみると同じ原料を用い、同じ実験器具を使い、同じ操作をしても収率にばらつきが出る。実験操作の微妙な違いが収率に影響することがわかる。次は合成したものが目的物かどうかを確認するため、各自が合成したサンプルで核磁気共鳴スペクトル、質量分析、赤外吸収スペクトルを測定して構造を確認。使用する装置は研究室で日常的に使用している最先端測定機器。TAさんから測定原理とデータの見方の説明を受ける。スペクトル解析から得られたものは目的物のホタルルシフェリンと確認。最後に合成したルシフェリンとあらかじめ用意した発光用の酵素ルシフェラーゼを用いてホタルの発光反応実験を行う。マイクロピペットを用いて μL (1 Lの100万分の1)単位のごく微量のルシフェリン溶液、酵素溶液、最後にATP溶液を量り取り、発光量と発光スペクトルを測定。最後は十分量の合成ルシフェリンと酵素、ATPをマイクロピペットを使って混ぜてホタルの光を作り、自分の目で見てみる。黄緑色のあまりの美しさと明るさに、「オー」と声が出る。実験終了。





収率が低いD君がも
っともよく光った！



●閉校式

開校式の部屋で合同閉講式。アンケート回収後、修了証を授与、記念撮影してスクール修了。

◎前半日程（3月27-28日）グループ記念撮影



テーマ1のグループ



テーマ2のグループ

◎後半日程（3月29-30日）グループ記念撮影



テーマ1のグループ



テーマ2のグループ

平成28年度スプリングスクール アンケート結果

【2】このスプリングスクールに参加したきっかけを教えてください。

1.どのようにしてこの講座を知りましたか。(複数回答可)

	テーマ1(聴こえ)	テーマ2(ホタル)	計
	回答者 7名	回答者 9名	16
1. 調布市報(手配せず)	0	0	0
2. 大学に掲示していたポスター	0	0	0
3. 市の公共施設に掲示していたポスター(手配せず)	0	0	0
4. 大学からのダイレクトメール(手配せず)	0	0	0
5. 電通大ホームページ	1	1	2
6. 家族・友人・知人からの情報	1	3	4
7. その他 ・高校のポスター掲示	4	5	9
・高校の教師の紹介	1	0	1

2.このスプリングスクールに参加した動機は何ですか。(複数回答可)

1. 興味があったから	6	5	11
2. 自分の一般的知識を広げたかったから	2	2	4
3. 自分の専門的知識を広げたかったから	3	0	3
4. 人から勧められたから	1	2	3
5. その他 ・大学や学生の様子を知りたかったから	1	1	2
・将来進みたい分野だから	1		1
・将来の進路が見いだせていなので		1	1

【3】今回のスプリングスクールについてご感想をお聞かせください。

4.講座内容について

イ.良い	5	8	13
ロ.どちらともいえない	2	1	3
ハ.難しい	0	0	0

5.スプリングスクールについて良かった点、改善が望まれる点がありましたら

ご記入ください(複数回答可)。

・ 大学でどのような研究をしているかよくわかって満足	2		2
・ 自作(?)のプログラムを用いていて、中身が気になった	1		1
・ 専門的な機材に触れられた点	1		1
・ TA大学院生に直接質問できてとても参考になった	1		1
・ 学んで欲しいことを詳しく説明してくれたところがよい		1	1
・ とても分かりやすい解説、説明をしてくれた		1	1
・ ただ実験するだけでなく実験の考察について話してくれた点		1	1
・ TA大学院生の説明もわかりやすく、とても丁寧に手伝っていただきました		1	1
・ TA大学院生の年が近く、気楽に受けられた		1	1
・ 参加者とTA・講師の数がほぼ同じだったので一人に対して一人で面倒を見てもらえ、心強かった		1	1

・ 普段実験する機会がないので、いろんな実験器具がつかえて楽しかった		1	1
・ 牧先生の話が面白かった		1	1
・ 大学の研究室を高校生が直接つかえる機会に恵まれてよかった		1	1
・ 研究室の人がどういう雰囲気か知ることができ、大学の参考になりました		1	1
・ 女のTAさんがいてもよかったのでは		1	1
・ 時間通りに終わってほしい	1		1
・ ディスカッションを増やしてほしい	1		1
・ もう少し脳の回路/構造に触れてほしかった	1		1
・ 時間の割に学べる内容が少なかった	1		1
・ 脳科学と書いてあるのに今回のテーマは脳科学と関係が薄かったのでもう少し関係のあるテーマにした方がよい		1	1
・ 1テーマ2日間と気が付かなかった。1テーマ2日間、2テーマ4日間と明記してほしい		1	1

【4】このようなスクールで、今後受講されたい内容をご記入ください(複数回答可)。

・ AR, VRの研究	1		1
・ 自動車のメカニズム	1		1
・ 目のメカニズム	1		1
・ 音楽系	1		1
・ パソコンを用いたプログラミングのの授業	1	1	2
・ ロケットを飛ばしてみよう		1	1
・ ニューロンの発火現象の観測		1	1
・ 実験テーマ1(聴こえを見る)のような、脳に直接関連のある内容だともっと多くの高校生の興味を引き付けたと思います。高校生にもっと直接関係のあるテーマを選ぶ工夫もできるかと思います		1	1
・ 化学的なこと		1	1

【5】スプリングスクールについてその他ご意見等ございましたらご記入ください。

・ 最初は難しいものかと思っていたが、しっかり解説してくれ、なおかつ大学生活や学部の内容について話が聞けて良かった。ありがとうございました	1		1
・ とても楽しかった。大学の研究というものを知る良い機会となった。また都合がつけば参加したい	1		1
・ 来るのに時間がかかるので昼食時間を外してほしい		1	1
・ 特にないがありがとうございました		1	1

【6】他大学のこのようなスクールに参加したことはありますか？

1. ない	5	6	11
2. ある 東工大:	1		1
日本女子大:	1		1

東京大:東大公開講座		1	1
大学名不明:物理体験教室		1	1
大学名不明:		1	1
	回答者 7名	回答者 9名	16
	テーマ1(聴こえ)	テーマ2(ホタル)	計