

平成27年度  
ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI  
(研究成果の社会還元・普及事業)  
実施報告書

HT27108 細胞の「死」が、生命（いのち）を支えていることを学ぼう



開催日：平成27年12月25日(金)  
実施機関：東邦大学  
(実施場所) (東邦大学医学部大森キャンパス)  
実施代表者：中野裕康  
(所属・職名) (東邦大学医学部生化学講座・教授)  
受講生：中学生19名(男子9名、女子10名)  
関連URL：[www.med.toho-u.ac.jp/lab/lab\\_biochemi/lab\\_biochemi.html](http://www.med.toho-u.ac.jp/lab/lab_biochemi/lab_biochemi.html)

【実施内容】

本プログラムは、私たちの体の中でも毎日たくさんの細胞が死んで新しい細胞と入れ替わっており、そのことが生物の健全な生育環境を維持するのに重要であることを、講義と実験を通して理解してもらうことを目的としました。まず講義では、細胞はどのようなときに死ぬのか、細胞が死ぬと何が起こるのか、といった点についての最新の知見を出来るだけ専門用語を用いずに分かりやすく説明し、生物が元気に「生きる」ためには細胞の「死」が不可欠であることを理解できるようにしました。さらに動画を見せて、細胞が死ぬときには細胞の形態が変化し、核の状態が変化する事を視覚的に理解できるようにしました。また実験では、講義の内容と密接に関連し、参加者が自分で行うことのできる2つの実験「アポトーシスを起こした細胞からの DNA 抽出と電気泳動」と「アポトーシスを起こした細胞核の観察」を行い、実験の面白さと楽しさを感じてもらえるように努めました。そのために中学生にも理解しやすく分かりやすく楽しい手引書を作製し配布したうえで、参加者2名をスタッフ1名が指導する体制を取り、実験に不慣れな中学生でも不安無く、またスタッフと気さくに質問や会話をしながら楽しく実験が出来る状態にしました。さらに実験の手引書には、実験結果や考察を記入する欄を設け、中学生が自主的に考えることで実験が「やりっ放し」に終わらないように配慮しました。

当日のスケジュール

時間	内容
9:00 - 9:30	受付(東邦大学医学部大森キャンパス1号館1階)
9:30 - 9:50	開講式(挨拶、オリエンテーション、科研費の説明)
9:50 - 10:35	講義『細胞の死は生物の生存に必要なことを学ぼう』 (『細胞死』の動画の上映を含む)
10:35 - 10:45	休憩
10:45 - 12:20	実験:アポトーシスを起こした細胞からのDNA抽出と電気泳動 (1時間ごとに10分休憩)
12:20 - 13:50	昼食と施設見学
13:50 - 15:30	実験:アポトーシスを起こした細胞核の観察 (1時間ごとに10分休憩)
15:30 - 15:50	クッキータイム(大学院生などとの歓談)
15:50 - 16:30	実験のまとめとディスカッション、質疑応答
16:30 - 17:00	修了式(未来博士号授与、アンケート記入)
17:00	終了・解散

講義の様子



## ・実施の様子

### 【講 義】『細胞の死は生物の生存に必要なことを学ぼう』

この講義では、細胞はどのようなときに死ぬのか、なぜ細胞は死ぬ必要があるのか、細胞が死ぬと何が起こるのか、といった点についての最新の知見を分かりやすく説明し、生物が元気に「生きる」ためには細胞の「死」が不可欠であることを理解してもらうようにしました。これらは中学校の理科の授業ではまだ教えられていないようで、内容が「やや難しい」と感じた参加者もいたようですが、皆真剣に講義に聞き入り内容を理解しようと努めていました。また、中学生に「細胞が死ぬ」ことについての具体的なイメージを与えるために、動画を見せて細胞が死ぬときには細胞の形態が変化し、核の状態が変化する事を視覚的に理解できるようにしました。その結果、「中学校では学べない新しい知識が得られてとてもよかった」という感想を述べる参加者もいました。また生と死は対立するものとして捉えられがちですが、本講義を聞いたことで、生物の「生きる」を支えるために、細胞が自ら「死んでいく」ことがあるのだ、という新鮮な知識を得られた参加者も多くいました。

### 【実 験①】『アポトーシスを起こした細胞からの DNA 抽出と電気泳動』



既述のように、参加者に分かりやすく楽しい実験の手引書を配布しましたが、さらに実験前に十分な説明を行いました。そして参加者2名にスタッフが1名ついて、実験技術だけでなく安全についても十分な指導を行いました。その結果、始めは緊張した様子でぎごちなかった参加者たちも、次第に実験器具や試薬の扱いに慣れていきました。また指導するスタッフにも慣れてくると、積極的に質問や会話をするなどして、真面目ながらも和やかな雰囲気の中で実験は行われました。また私たちスタッフに対して「普段どんな研究をしているのですか」「(実験を行った)実習室では、医学生はどんな実習をしているのですか」「医学部のカリキュラムはどのようなものですか」「研究者になるにはどうすればいいですか」など活発に質問をしました。それらの質問に対して私たちスタッフは出来る限り丁寧に答えるようにしました。

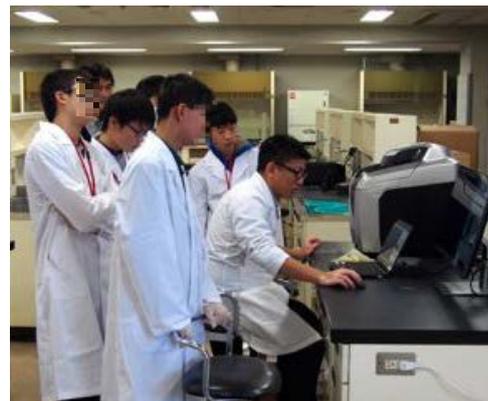
実験の結果についてですが、全員が無処理の非アポトーシス細胞からは高分子染色体 DNA を、アポトーシス細胞からは切断されてラダー状になった DNA を抽出することに成功しました。ゲル電気泳動後の DNA は肉眼では見る事は出来ませんが、紫外線を照射することによって DNA ラダーが見えるようになり、写真が撮れることに感心した様子でした。



## 【実験②】『アポトーシスを起こした細胞の観察』



非アポトーシス細胞では細胞膜の表面にわずかしかな存在しないリン脂質フォスファチジルセリン (PS) が、アポトーシス細胞では細胞膜表面に多量に存在するようになることを利用して、膜表面の PS を染色する実験を行いました。その結果、無処理の細胞ではわずかしかな染まらないのに対して、アポトーシス細胞では膜表面の PS が染色されたことによる緑の強いシグナルが蛍光顕微鏡で観察されました。この結果には、参加者たちも満足そうな様子でした。指導するスタッフにとっても、事前に予備実験、条件検討などを行っていたので、参加者たちが良い結果を得られたことは喜びでした。



さらに、アポトーシス細胞の PS を染色する実験では、実際には細胞膜だけが染色されていることを理解させるために、高解像度の共焦点レーザー顕微鏡を使って、PS の緑の染色シグナルがリング状に見えることを観察させ理解させました。同レーザー顕微鏡のある部屋には、他にも FACS、PCR、電子顕微鏡、DNA シークエンサーなどの実験機器がありますので、それらを見学することも中学生にとってよい経験になったものと思われます。

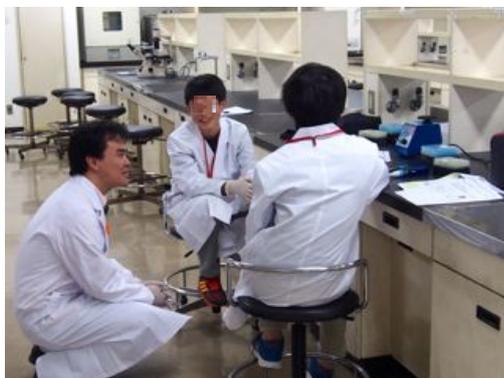
## 【昼食・施設見学】



昼食にはお弁当を用意し、参加者と実施代表者、分担者、協力者が歓談しながら食事を取りました。そのころには初対面の参加者たち同士もうちと



けて仲良くなっており、参加者同士の間でも色々な話をしていました。右上の写真は、参加者たちがシュミレーションラボ（医学生が、人体模型を使って脈拍の測り方、血圧の測定、AED の使い方などを学習するラボ）で、聴診器を使ってロボットの心音を聴いているところです。昼休みに続けてこのような時間も取り、参加者が実験とはまた別の初めての経験ができるように工夫しました。



## 【修了式】

上記の全課程を修了した参加者に対して、アンケートに記入していただいたうえで、実施代表者・中野裕康教授より「未来医学博士号」を授与しました。（次頁写真）

### ・事務局との連携

東邦大学学事統括部が委託費を管理し、医学部学事課が発注した物品の検収などを行うかたちで連携して本プログラムを行いました。

### ・広報活動

本プログラムの告知チラシを作製し、都内の中学校183校に郵送しました。また東邦大学医学部のホームページでも告知を掲載し広報活動を行いました。

### ・安全配慮

参加者が安全に実験を行えるようにするために、事前に実験内容と安全について十分な説明を行いました。（実験室内は飲食厳禁であること、実験の際は必ず白衣を着用すること、指示されたときには手袋もつけること、など。）そのうえで参加者2名をスタッフ1名が指導し、常に参加者に目が行き届いている状態で実験を行ない、事故がないように配慮しました。

### ・今後の発展性、課題

今回は、実施者にとって初めてのプログラムであり、中学生に実験の指導をするのも初めてのことでした。そのため、やや手探りの状態でありましたが、今回で中学生の理解度を把握できたので、今後はより分かりやすい内容の講義や実験の説明を行うことができます。一方、実験の際のゲル電気泳動の写真撮影をもう少し効率化し、参加者をあまり待たせないですむようにすること、さらに「実験のまとめ」の時間を充分取り、実験と講義の内容とのつながりを改めてよく理解させるようにすることが今後の課題と考えています。



#### 【実施分担者】

山崎 創 医学部・准教授  
土屋 勇一 医学部・講師  
三宅 早苗 医学部・講師  
出口 裕 医学部・助教  
村井 晋 医学部・助教  
中林 修 医学部・助教

#### 【実施協力者】 7名

#### 【事務担当者】

林 誠司 学事統括部・課長