

# 日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 4 回 助成期間：平成 19 年 11 月 1 日～平成 20 年 10 月 31 日（期間 1 年間）

テーマ： 人体の仕組みを工学で科学する！

氏名： 中村 匡徳 所属： 大阪大学MEIセンター 登録番号： 07202

## 1. 課題の主旨

科学技術の発展につれて、科学は細分化の一途を辿っている。高等教育においても、理科は生物、地学、化学、物理と分けて教えられ、高校生も自身の興味などに基づいてそれらから1つないしは2つを選択して勉強している。現在、この傾向は専門家を重用する社会的風潮から助長されているように思える。

しかしながら、1つの科目で全てを説明できるほど自然現象は単純ではない。細分化された学問を相互に関連付け、あるいは、統合することによって初めて理解される事象の例は、枚挙に暇がない。種々の分野の知識を横断的に用い、様々な視点に立つことが、人に対して優しく、安全で快適な世界を創成する鍵ともいえる。

本教育プログラムでは、人体の仕組みを医学や生物学ではなく、工学的視点に立って学んでもらうことで、これまでとは異なる理科学的視点から生体の不思議さ・楽しさに触れてもらうことを目的としている。また、同時に、高校生の医工学分野への興味を喚起するとともに、細分化された科学知識を統合的に用いることの重要性について認識させることを目的とする。

## 2. 準備

### 1. イベント運営に関する準備

最低2週間に一度、運営会議を開き、イベントのスケジュールや広報の方法等について話し合った。広報に関しては、高校生・高専生を主の対象として、関西圏の200超の高校、10程度の高専、また10校ほどの予備校にポスターを各学校3枚ずつ送付し、約1ヶ月前より受講希望者の募集を行なった。

### 2. 授業教材の開発

本イベントでは大別して、5つの実習プログラムを用意した。各プログラムに対して責任者をつけて、実習内容をまとめ、座学と実習の部分のバランスをうまく取るように、プログラムを洗練していった。また、実際に実習で作成する予定の模型などを試作して会議に持ち寄り、作成するものの科学的妥当性、作成時の楽しさや難しさ、安全性などについてお互いに批評しあうことで、授業教材の開発を行った。

## 3. 指導方法

受講を希望するプログラムに応じて、応募者を5つのグループに分け、各グループに対して責任者1名、技術補佐員4-5名程度を配備した。どのプログラムにおいても、初め30分程度を座学にあて、説明を行った。その際、単に座って聞いているだけでは飽きてしまうので、クイズなどの要素も取り入れたり、説明する物を受講生に回覧して触ってもらうなどの工夫を凝らした。その後は、実習を行った。実習では、物作りを中心として、完成したものがどのような物理的あるいは生物学的な意味を持つのかということ随時説明することにより、インタラクティブな授業を心がけた。個々のプログラムの内容については4. 実践内容を参照いただきたい。

## 4. 実践内容

### 1. 歩くって何？ ～歩行のメカニズム～（参加人数 10 名）

前半は、歩行のメカニズムとリハビリテーション工学について説明した。まず、力学的な視点から歩行のメカニズムを解説し、歩行シミュレーションの映像から如何にしてヒトは二足歩行を行っているかを観察してもらった。次に義肢装具について説明し、義足膝継手の設計に関する研究を紹介した。また、実際に短下肢装具や大腿義足に触れてもらい、歩行と福祉機器の関係を体感してもらった。後半は、受動歩行をする二足歩行模型の制作を行った。各自で製作した模型の試歩行を行った後、実際に模型が歩行する様子をビデオカメラで撮影した。その映像から受動歩行に対する考察を行った

### 2. ミクロな生体 ～細胞の世界～（参加人数 8 名）

細胞を構成している要素について簡単に説明した後、“細胞にも骨がある”ということ概要を概説した。その後、細胞培養室で実際に細胞骨格を各種細胞骨格の構造・分布についての特徴に注意しながら蛍光顕微鏡によって観察してもらった。後半はテンセグリティ構造について身近な例を含めて説明を行い、細胞骨格がテンセグリティ構造である可能性を説明した。その後、6本の圧縮材と6本の引張材を用いた正20面体の細胞構造模型を作製し、圧縮材の直径と引張材の初期張力が構造全体に与える影響について模型を用いて調べた。

### 3. ヒトとロボットはどう違うのか？（参加人数 8 名）

ヒトの運動の分類方法や制御メカニズム、ヒトとロボットの違いに関する講義を行った後、ヒトとロボットの運動同調実験や生体信号の計測実験の2種類の体験実習を行った。運動同調実験では、モーションキャプチャ・Windows-Linux 間通信を用い、二足歩行ロボットにヒトの運動を追従させ、ヒトが何気なく行っている姿勢制御が実は精巧に行われており、そのままロボットが行う事の困難さを体験してもらった。生体信号の計測実験では、反射速度および筋電波形の計測を行った。反射速度の計測からは刺激や運動部位による運動発現の時間遅れの違い、筋電波形の計測からは運動部位や運動内容による波形の違いを体験してもらった。

### 4. 脳と“こころ”の科学 ～生体信号からこころを知る～（参加人数 9 名）

“脳とこころ”というテーマに基づき、自律神経系の交感神経、副交感神経に関する講義と、考えられるシステムの獲得理由を講義形式で説明した。その後、精神動揺による発汗作用を利用した嘘発見機を参加者それぞれに作成してもらい、生体信号とそれを観測する電子回路に関する知識を深めた。最後に腕に電極を貼り付け、筋張力発生時の筋電位を計測する過程を通して、ヒトの生体信号伝達メカニズムを説明した。

### 5. 血液を見る（参加人数 10 名）

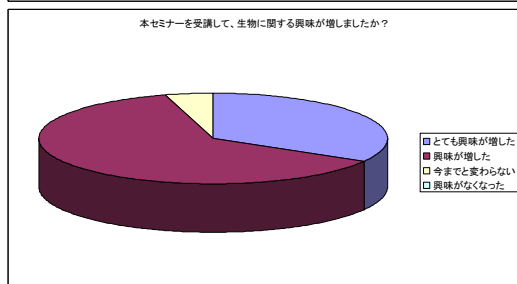
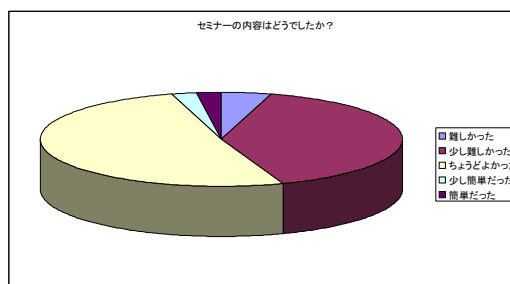
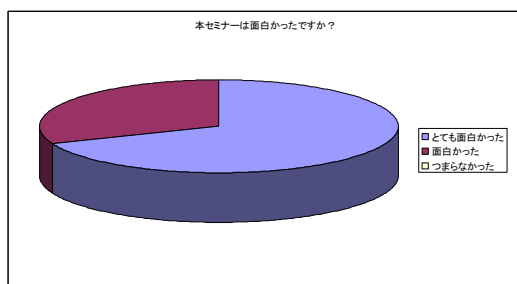
本セミナーでは進化の観点に立ち、なぜ赤血球には核がないのか、また、なぜ赤血球は両側が凹んだ形になっているのかなどについてクイズ形式で赤血球の基礎知識について学習した。その後、紙コップと水滴を利用した簡単な顕微鏡を作成してもらい、顕微鏡の原理について学んでもらった。原理を学んだ後で本物の顕微鏡を用いて、赤血球および模擬赤血球を観察することでの生物としての赤血球を実感してもらい、赤血球膜の構成について学ぶと共になぜ赤血球は両側が凹んだ形になっているのかについて話をした。最後に、大学で行なっている最新のコンピュータシミュレーション研究を紹介し、セミナーを終えた。

## 5. 成果・効果

プログラム受講者全員に対して、受講後アンケートを行ったので、その結果を下に示す。

全体的に受講者は本セミナーのレベルが適度であり、内容も面白いと感じてくれたようである。これは1. に記した本セミナーの大きな目的の一つである“異なる理科的視点から生体の不思議さ・楽しさに触れてもらう”ということを達成できたのではないかと考えている。また、受講によって、生体に関する興味が増したようである。これ

は、本プログラムの2つ目の大きな目的であり、これをきっかけとして、プログラム受講者が医工学分野に従事することを目指し、学問に励んでくれると幸いである。



## 6. 所感

対象を高校生・高専生としたにも関わらず、当日、社会人や中学生で飛び入り参加したいという方がおられた。場所として大学の研究室を使っているため、手狭で材料の数も限られていたが、飛び入りでもほぼ限界まで受け入れることにした。しかし、何名の方かは断らざるをえない状況にあった。また、高校教員や教育委員会の方が見学だけでもさせて欲しいということで何名か来られた。生物と工学(物理学)のマッチングという科目が興味を引いたようである。

全体的に見て、5のアンケート結果にもある通り、ほとんどの受講者には満足いただけたようである。しかしながら、プログラムの内容にはまだまだ改善の余地がある。例えば、“3. ロボットとヒトとの違い”ではロボットを直接動かすものの、工作はない。“5. 血液を見る”では時間が足りなく、予定していたいくつかのものを削らざるを得なかった。また、各講座とも人員が全く足りなかった。安全面に配慮するためには人員のより十分な確保が必要であったと反省している。こうした反省点を踏まえて、来年度での本セミナー開催に活かしていきたいと考えている。

全体を通じては、工学部で生物をやっていることに対して学生の興味を引けたようであり、当初の目的であった当該医工学分野への興味を喚起することもできたと考えられる。

## 7. 今後の課題や発展性について

本セミナーは日産科学財団より助成延長の通知を受けており、来年度はより規模を拡大して、小中学生をも含んだプログラムに発展させることになっている。特に、来年度は講師として日本のみならず、海外からも参加してくれることになっており、単に生命の不思議さや楽しさを学ぶ機会としてだけでなく、一流の科学者との交流を通じて、受講者には科学への憧れの気持ちを抱いてもらいたいと思っている。

## 8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

特になし