

日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 5 回 助成期間：平成20年11月1日～平成21年10月31日（期間1年間）

テーマ： 科学の力で生命の仕組みに迫る！

氏名： 中村 匡徳 所属： 大阪大学

登録番号： 08257

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。高校教育においても、理科は生物、地学、化学、物理と分けて教えられ、学生もそれらから1つ、2つを選択して勉強している。大学に入ってからには更に細分化され、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る傾向にある。

21世紀は生命科学の世紀であると言われる。しかしながら、1つの理科科目だけで理解できるほど生命は単純ではない。種々の分野の知識を横断的に用い、細分化された学問を相互に関連付け、様々な視点に立つことが、生命の複雑さを紐解く鍵である。実際、全くかけ離れていると思われるような知識や考え方を組み合わせることで、初めて理解された事象の例は、枚挙に暇がない。

我々は本教育プログラムを通じ、生命の仕組みを医学や生物学からの視点だけではなく、物理学・工学・化学など幅広い視点から学んでもらうことで、これまでとは異なる生命の不思議さ・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、様々な科学分野の知識を組み合わせるようなプログラムを展開することで、異なる視点に立つことおよび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感じてもらうことを目的とする。

2. 準備

1. イベント運営に関する準備

本イベントでは3つのテーマにおいて 5 つのプログラムを催行した。各プログラムに対して、専属のワーキンググループを策定し、それぞれにおいて頻繁に会議を持ち、内容について話し合いを行った。また、他のプログラムと同日にまとめて、1つのイベントとして行うため、その運営委員を設定し、3 つのプログラム間で実施内容に大きな差異が発生しないように調整を図った。広報に関しては、関西圏の小中高校や博物館などの公的機関などにポスターを配布し、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

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、内容を洗練していった。今回は、各プログラムを2日に分けて、初日は小学生、二日目は中高生を対象とした。初日は小学生が対象ということで、実習や工作など、体験を通じて、科学に興味を持たせるような教材を開発した。また、小学生ということで、作成するものの難易度および安全性について特に考慮した。一方、2日目の中高生に関しては、最先端の科学に接触する機会を与えることを念頭において、教材を開発した。

3. 指導方法

小学生の参加者に対しては、安全面を考慮し、特に、小学校低学年の児童は保護者同伴を参加条件とした。

各日、各プログラムにおいて参加者を 30 名以内と限定し、実習にあたってはそれを更に少人数のグループに分けて、各グループに対して補佐員1名を配備した。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。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を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. ミクロの世界をのぞいてみよう。からだのふしぎを大探検! (小学生版)

午前中は、生命体は全て細胞でできていることについて説明した後に、細胞を構成している要素について概説した。その後、各自から採取した口腔粘膜上皮細胞を HE 染色し、細胞の構造について顕微鏡にて観察した。また、GFP によって蛍光標識した細胞を観察し、細胞内骨格構造について調べた。午後は、細胞の分化から器官形成、更には iPS 細胞の話題を取り上げ、細胞研究が未来医療に繋がる可能性についての話をした後、カルシウムが細胞機能の発現においてカルシウムがいかに重要な役割を担っているかについてカエルの骨格筋の収縮の例を用いて説明した。最後に、細胞骨格構造のモデルとして、その後、6本の圧縮材と6本の引張材を用いたテンセグリティモデルを工作し、硬い材料でどうして細胞のやわらかい構造ができているのかについて考えた。

2. ミクロの世界をのぞいてみよう。からだのふしぎを大探検! (中高生版)

午前中は、細胞の解剖学を中心に細胞を構成している各要素の名前や機能について概説した。その後、各自から採取した口腔粘膜上皮細胞を HE 染色し、細胞の構造について顕微鏡にて観察した。また、GFP によって蛍光標識した細胞を観察し、細胞内骨格構造について調べた。午後は、細胞の分化から器官形成、更には iPS 細胞の話題を取り上げ、細胞研究が未来医療に繋がる可能性についての話をした後、最後に行う Erwin Neher 教授の講義の予習会を行った。最後に、1991年にノーベル生理学賞を受賞された Erwin Neher 教授に細胞生物学やノーベル賞を受賞したイオンチャンネルの話を中心に、科学の面白さと夢についてご講演をいただいた。

3. 耳ってどうやって聞こえるの? (小学生版)

本プログラムでは、“音”と“聴覚”をテーマに子供に科学イベントを行った。午前中では、音の正体と耳の仕組みをテーマに説明をした。まず、音とは波であることを説明し、音叉や木琴などを使って、高音と低音が波の周波数で、大きさが振幅で規定されることを示した。その後、耳の解剖学的構造について説明し、音伝達の仕組みについて勉強しました。午後は、米国の聴覚生理学の権威である Hucks教授から「耳が聞こえる仕組みについて細胞レベルではどのようなことが起こっているのか」の講義を受け、その後、ストローの長さによって音が異なる笛楽器の工作をした。

4. 耳ってどうやって聞こえるの? (中高生版)

本プログラムでは、“音”と“聴覚”をテーマにイベントを行った。午前中は、音の物理的な意味を説明するとともに、聴覚路の解剖および生理学について講義をおこなった。まず、音とは空気などの媒体の密度差の進行波であることを説明した。また、音の高低が波の周波数で、大きさが振幅で規定されることを示した。聴覚路の解剖

学的構造の説明では、鼓膜から耳小骨を経て蝸牛管までの音伝達の仕組みを耳の巨大模型を用いながら説明した。午後は、より物理的な側面から蝸牛管についてフーリエ変換の概念を用いて説明し、我々の耳の機構は物理学によって非常に深いことが分かることを示した。最後に、人工内耳の機構について説明した後、実際に人工内耳を付けて生活を営んでいる患者さんから人工内耳の素晴らしさについて語っていただいた。

5. 心臓のお医者さんになってみよう！

午前中は、まず、現役の心臓内科医が講師として登壇し、心臓がどのようにできているか、また、我々の血液循環はどのようになっているかなど、解剖学と生理学の基礎について一通り講義した。その後、参加者を4つのグループに分けて、2グループずつ交代で実際に聴診と心エコーをやってみて、日頃、医者が行っている診療の意味について勉強した。聴診では、様々な病態を模擬できる等身大マネキンの心臓病シミュレータ“イチロー君”を用いて、正常な心臓だけでなく、心疾患・不整脈を実際の患者では心音などがどのように変化するかについて勉強した。一方、心エコーのグループは、参加者から代表者一名が患者となり、実際にエコーを体験しながら、エコーでは心臓の動きや血液の流れの情報を得ることが可能で、心エコーを用いることで様々な心臓疾患の診断ができることを勉強した。午後は、心臓移植と人工心臓の開発の歴史に関する講義をしてから、実際に人工心臓模型の工作を行った。最後に、作った人工心臓模型を体外循環回路に繋げて、自分が作った人工心臓模型がどれぐらい動くのか確かめた。

5. 成果・効果

1. ミクロの世界をのぞいてみよう。からだのふしぎを大探検！（小学生版）

本プログラムには小学生23名（男13、女10）、同伴保護者13にご参加いただいた。全体としては、皆、テーマに興味を持ってくれ、子供層における科学への興味を喚起できたと思われる。特に、話として、下村教授のノーベル賞研究やiPS細胞などの最新のトピックの話をしたことで、この細胞の話が未来に繋がるものであるとの印象を受けたようだ。

2. ミクロの世界をのぞいてみよう。からだのふしぎを大探検！（中高生版）

本プログラムには中高生29名（男16、女13）が参加した。中高生になると、細胞という言葉は皆知っておおり、生物を履修している学生は内部器官について詳しく理解しているものもいた。しかしながら、顕微鏡にて細胞を実際に観察したことがある学生はおらず、細胞を実際に観て興奮している様子が見て取れた。また、講義についても話を単なる細胞生物学の基礎で終わらせるのではなく、下村教授のノーベル賞研究やiPS細胞などの新聞で話題となった話に繋げたことにより、学生の興味をひきつけることができた。最後に行った Erwin Neher 教授の講義は完全に英語であったため、この部分を難しいと感じた学生が多かったようである（アンケート参照）。内容が非常に素晴らしかっただけに、この点が悔やまれる。

イベント後のアンケート調査を行ったので、その結果を示す。高校生をメインターゲットとしてかなり高度な内容まで説明したので、中学生には多少難しかったようであるが、概ねプログラム内容は面白いと捉えられたようである。

3. 耳ってどうやって聞こえるの？（小学生版）

本プログラムには小学生36名（男20、女16）、同伴保護者19にご参加いただいた。参加者は総じて元々科学に対する関心が強い子供であったとは思いますが、今回のイベントを通じて、科学への興味が更に高

まったようである。特に、本イベントでは目に見えない“音”を対象としたため、これをいかに参加者に伝えるかが鍵であったが、種々の模型を用いたことで、理解度が増したようである。また、これを用意した我々側においても、模型を調達・作成する過程で大変勉強になった。保護者の声を聞く限りでは、大人でも本日の内容は初めて聞くことが多かったようである。その点、本イベントを大人向けに行っても面白いかもしれない。

4. 耳ってどうやってきこえるの？（中高生版）

本プログラムには中高生 27 名（男 10, 女 17）、同伴保護者 3 名にご参加いただいた。イベント後にアンケート調査を行ったので、その結果を示す。ほぼ丸一日のプログラムであったため、プログラムが長いと感じる高校生が多かったようである。イベントの中では、人工内耳の説明を最も面白く受け取ったようである。これは、患者さんに来ていただき、生の声を聞いた部分であったが、科学的説明だけではなく、このようなプログラムもいれることで、プログラムにアクセントを付けられる。今後、このような科学イベントを行う際には、このようなプログラムを取り入れることで、参加者の興味を持続させ、深い内容のものに出来る可能性がある。

5. 心臓のお医者さんになってみよう！

本プログラムには小学生 23 名（男 14, 女 9）、同伴保護者 11 名にご参加いただいた。小学生が対象ということで、説明を少なくして実践的な活動を増やした。それにより、丸一日の長丁場であってもしっかりと最後までやってくれた。小学生ゆえ、なかなかその場では効果についてはわからなかったが、後日、保護者の方から、家に帰っても子供が心臓の話はずっとしており、家でも作成した人工心臓模型で遊んでいるとのメールを頂戴した。このような取り組みを今後続けていくことで、科学への興味を喚起できると思われる。

6. 所感

所感はプログラム、対象ごとに様々であったので、4・5と同様に分けて示す。

1. ミクロの世界をのぞいてみよう。からだのふしぎを大探検！（小学生版）

対象を小学生としていたため、低学年と高学年との予備知識及び理解力のギャップをいかに埋めるかということに苦慮した。本イベントでは、まず、細胞という言葉についての説明から入ったが、高学年の子供は聞いたことがあったものの、低学年の子供にとっては初めて聞く言葉であったようで、ペース配分に苦労した。しかしながら、参加者は皆全てに興味津々であり、質問が随所に見られた。特に、自分の体も細胞から出来ていることについては、信じられない様子であった。顕微鏡についても興味を示し、蛍光標識することによって細胞骨格構造が見えると感嘆の声があがった。途中、難しい内容があったにも関わらず、最後まで参加者が積極的に質問し、いろいろ取り組んでくれたことについては感動すら覚えた。工作も低学年の子供には難しいかと思われたが、時間内にできなかった参加者もイベント終了後まで居残って完成させ、お土産として嬉々として持って帰っていった。今回の内容は、小学生向けとして簡単にしたものであるが、同伴した保護者も初めて知ったことが多かったようで、子供だけではなく、大人向けにもこのようなイベントをやって欲しいとの声も聞かれた。

2. ミクロの世界をのぞいてみよう。からだのふしぎを大探検！（中高生版）

小学生と中高生に対して同じ“細胞”というテーマで2日間イベントを行った。小学生に比べ、中高生では細胞の器官の説明などについてもかなり突っ込んだ難しい内容まで取り扱った。そのためか、参加者の間には理解度に大きな差が認められた。また、最後に行った英語の講義についても、単なる科学の理解度の差だけではなく、語学力の問題もあったため、全くついていけない学生もいたようである。

とはいえ、大半の参加者は、細胞の世界に非常に興味を持ってくれたようであり、その点では、今回のイベントは成功であったと考えている。

3. 耳ってどうやってきこえるの？（小学生版）

音とは波であるということを説明したが、小学生にはまず“波”という物理現象を理解することが難しかったようである。今回のイベントでは、バネを用いて波を説明したが、これには改善の余地があるかもしれない。小学生は、授業を黙って聞くという習慣がないので、その点、音叉や木琴を使って諸所に体験コーナーを設け、飽きさせない工夫をした。通常、耳の中身がどうなっているのか、また、どうやって音が聞こえているのかということについて、ほとんど考えたことも無かったようであるが、今回イベントを通じて、参加者は耳の機能性に感動したようである。イベントは朝10時から夕方5時ぐらいまでほぼ丸一日となってしまったが、小学生はそれぞれの授業に一生懸命取り組んでいた。工作も笛が完成すると、嬉々として吹いており、工作をやってよかったと思っている。今回の内容は、小学生向けに調整したものであったが、同伴した保護者からも面白かったとの声が聞かれた。

4. 耳ってどうやってきこえるの？（中高生版）

本イベントでは、科学的な説明だけではなく、聴覚障害を有しながら、人工内耳をつけることで社会復帰できた患者さんに来てもらい、話をしてもらった。これにより、科学がいかにか人類に貢献し、人の生活を変えることができるのかという科学の素晴らしさに、参加者は感動したようである。また、アンケートを見ると、患者から生の声を聞いたことで、科学だけでなく、医療への興味を持った学生もいたようである。これは主の目的とは異なるが、このイベントを人生選択の一つのきっかけとしてくれるのであれば、非常に嬉しい。

5. 心臓のお医者さんになってみよう！

小学生が対象ということで、飽きずにどの程度できるかが焦点であったが、最後までしっかりとがんばってこなしていた。聴診は誰もが一度は受けた事があるので、ある程度、何をしているのかはわかっていたようであるが、実際に聴診をしたことがある参加者はおらず、興味津々であった。午後に行った人工心臓模型の工作では、作業速度に多少の差異が認められたが、全員、時間内に仕上げる事ができた。模型を作ったことで、参加者はお土産を持って帰ることができ、非常に喜んでいただようである。このようなお土産は、家に帰って両親に話をする上で、また、自分自身でも今日の体験を懐古する上で非常に有用である。今後、似たようなイベントを実施する際にも、このようなお土産を重要視していきたい。

7. 今後の課題や発展性について

本セミナーは、若年層に対する医学・工学複合領域への興味を惹起することを目的とした。本イベントだけを見る限りでは、その目的を達成することはできたが、他方、興味を持続させるという点では取り組みを永続的に行っていく必要がある。特に、このようなイベントは一過性に終わってしまう可能性が高い。興味を持ってもらい、本領域への興味が高まった段階で、勉学に励むのが良いのであろうが、大学側からそれを行うことは難しい。や

は、大学と小中高が連携して、連続的に教育を行っていくことが絶対的に必要である。この連携をいかに図っていくかということが、結局のところ、一番の課題であると考え。

とはいえ、本イベントの受講生に医学・工学複合領域の存在を知らしめることができたことは、本分野を活性化させる上で、非常に有益であったと思われる。

8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

本プログラムの様子は、他の聴覚および細胞のセッションを含めて、7月30日のNHK京都版の夕方6時および8時からのニュースにて2回放映された(内容は同じ)。

