

AMCoR

Asahikawa Medical University Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

旭川医科大学紀要(一般教育)(2014.03) 第30号:57～74.

サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト支援による中学生のための基礎
医科学実習の評価

林 要喜知、春美 達郎、津村 直美、中村 正雄

サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト支援 による中学生のため基礎医学実習の評価

Evaluation of A Basic Medical Lab Course for Junior High School Students
Supported by The Science Partnership Program

林 要喜知、春見達郎、津村直美、中村正雄
Yokichi Hayashi, Tatsuo Harumi, Naomi Tsumura, and Masao Nakamura

ABSTRACT

As one of the activities sponsored by Science Partnership Project (SPP) in the Japan Science and Technology Agency, we performed this activity entitled “Let’s perform scientific experiments to understand a human body: a lab course for basic medical science in junior high schools” in Asahikawa city. The activity is also regarded to be the coordinating science education between junior high school and universities, and more than 180 students in three junior high schools participated in this activity. The experimental contents included “mouse learning experiments using Morris water maize and T letter maize”, “human taste test with miracle fruit and Gymnema tea”, “indoor forest bathing”, “DNA extraction from apple juice” and “cutaneous sensation test”. We divided students into several groups to take a short lecture about each experiment. In most case, students did well cooperate to perform tasks and summarize their results. They also discussed with supervisors when they completed every task. We performed an inquiry survey to analyze how students’ motivation was enhanced through the lab course. The survey revealed that more than 98% of students felt them quite intriguing and understandable, whereas only the 35% had troubles to summary and make reports on experimental results they obtained. The discrepancy between these figures showed that they did not experience much lab courses and not accustomed to be engaged in such works according to their data. However, the kind of lab courses seems to provide good educational experiences to students who would learn how to reason logically with their experimental data. Therefore the activities we planned in three junior high schools suggest that if this kind of education activities is aimed especially for first and second year-students, it would positively fulfill some roles to halt the trend that students in Japan are moving away from the sciences, and that there are still some points needed to make this program fit more to junior high school students.

キーワード：サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト、中学・高校・大学連携教育、
学生の動機づけ、実践教育、アンケート調査、
Science Partnership Project (SPP), Coordinating Science Education Among Junior High Schools,
Senior High Schools and/or Universities, Students’ Motivation, Education Practice, Inquiry Survey

旭川医科大学生命科学 email: yokichi@asahikawa-med.ac.jp

I. はじめに

最近、10月になるとノーベル賞受賞の話題が年中行事のニュースになってきている。2008年から2013年までの6年間で7名の日本人受賞者を輩出している実績があるからであり、その結果として人々の間に科学に対する関心も高まっているからであろう。そのような目覚ましい日本の活躍は日本の科学技術立国として日本の根幹をになうものであり、基礎科学研究の水準が近未来の製造業を中心とした経済活動にも直結すると考えられている。そのため、将来の科学立国の礎をなす次世代育成のための学校教育のあり方も毎年のように大きな話題となっている。

一方、ここ数年の各国からの研究論文の発表数をみると、アジア地域では中国、インド、韓国、台湾、シンガポールなどの国々で増加傾向が著しい¹⁾。また、若手研究者レベルの状況を比較すると、大学院進学者や学術研究のための海外留学者が韓国や中国など他のアジア諸国では増加しているにもかかわらず、我が国ではどちらも著しい減少の実態が明らかになっている。世界は様々な面でグローバル化している。様々な国籍の人々が、どの国でも、同じ地域に共存する未来型都市をイメージすれば、日本でもそのような時代にあった人材育成を掲げ、英語や科学教育を中心とした、合理的あるいは論理的な物の見方や考え方を育む教育が、日本の将来構想における優先課題となっている。

そのような状況の中で、小中高校から大学・大学院までの教育連携と各段階の充実強化を進めるため、独立行政法人科学技術振興機構（JST）は様々な理科教育プログラムを促進する新たな取り組みを進めている。その一つに、平成18年度にスタートした独立行政法人科学技術振興機構（JST）によるサイエンス・パートナーシップ・プログラム（SPP）がある。SPPでは、高校生までの子供達に科学技術、理科、数学に対する興味・関心と知的探究心等を育成し、進路意識の醸成さらには科学技術関係人材層の形成を進めることを目標としている。この体験型学習活動の有効性が明らかになるにつれ、中・高校教育の現場に次第に浸透してきている。

筆者がSPP教育に初めて関与したのは、平成18年に市内高校で行われていたSPP講座に講師として参加した時である。その後、SPPの実施者として平成20年から3年間旭川医科大学でも高校生を対象におこなってきた²⁾。平成22年に中高理科教員の座談会に参加したおり、「大学教員として中学の理科教育にも協力してほしい」との要請があった。平成23年からは、同僚の教員と共に中学生のためのSPP活動を始めたのである。これらの実習は、旭川医科大学教員有志（生命科学、解剖学、化学の3講座）が2010年度より継続して実施している中学生のための出前型理科実験³⁾がその出発点である。

本年度のサイエンス・パートナーシップ・プログラム（SPP）：ヒトの体を科学しよう！～中学生のための基礎医科学実習（AD130095）（以下、基礎医科学実習とする）は、平成25年7月～平成26年2月に渡って実施された。筆者らは、平成23年度のSPP採択を切っ掛けにしてこの2年間中学生に対する理科教育活動を行ってきたが、それらのノウハウを活かしながら、今回の基礎医科学実習を実施した。

今回の実習テーマは、中学や高校の教科書等に記載されている実験内容や最近の話題から北海道にあったテーマを厳選し、中学生向けにアレンジして実施したものである。具体的には、マウス学習実験、味覚実験、皮膚感覚実験、森林浴実験、DNA観察実験、および、生細胞観察実験を本講座の内容とした。また、私達が行った中学校での実習教育は、従来からの講義や実習形式をとっているものの、常に生徒と同じ目線にたち、生徒への呼びかけや問題提起をしながら、各テーマを実施していった。まだまだ成熟した教育方法とはいえないが、受け身中心の普通の授業とは異なる方式を生徒に楽しんで体験してもらいたいという狙いがあった。今年度は3中学校で延べ180名をこえる生徒と直接触れ合いながら、本講座を無事に終えることができた。本稿では、それらの実験内容と生徒の反応などを一つの結果としてまとめ、3学年のアンケートを比較分析したので、それらの結果を紹介する。

II. 材料と方法

1. 皮膚の2点弁別法による閾値測定

【内容】

皮膚の微細な触覚は表皮直下に存在するマイスナー小体と呼ばれる感覚受容器で感じている。2点弁別法は、皮膚の2か所の同時刺激が2点として感じるか1点として感じるかをもとにした、皮膚感覚の鋭敏さ（すなわちマイスナー小体の分布密度）を調べる実験である。そこで、各生徒自身が実験者および被験者となり、マイスナー小体の分布が一樣かどうかを、手や腕を例にして調べた。

【生徒がおこなう手順】

実験は実験者と被験者、二人一組で行なった。どちらも必ず着席し、中腰にならないよう、椅子に深く腰かけた。

- ① 楊枝と2,4,8,16,32mmの間隔のディバイダーとアイマスクを用意した。
- ② 被験者はアイマスクをし、右手を開いて前に出し、実験者と向き合って座った。
- ③ 実験者は各ディバイダーか楊枝（1本）を被験者の右手の指示された場所、1番の位置（人差し指先端）に軽くあて、「1本ですか？2本ですか？」とたずねた。被験者は、楊枝を当てられたように1点と感じれば「1本」、2点と感じれば「2本」と答えることとした。
- ④ ディバイダーを用いた時、2点と認識できた最も間隔の小さいディバイダーのmm数を2点弁別の閾値とした。
- ⑤ 続いて③からの操作を、支持された測定場所である2、3でも同様に繰り返した。

2. ヒト味覚実験

【内容】

味覚は、口腔内の特に舌に存在する味蕾にそれぞれの味の分子が結合することにより、その味のインパルスが生じ、脳に伝わる。一方で、味覚は、種々の物質によって本来の味覚とは異なった味に変化する。本実習では、ミラクルフルーツとギムネマ茶を用いて味覚変化を実際に体験した。

【生徒が行う手順】

- ① 参加生徒にレモンの細片をまず舐めて、その酸味を感じた。
- ② 次に、ミラクルフルーツの種皮（凍結乾燥品 1/4 個相当）を舌の上に置き、3分位転がすように舐めた。
- ③ ミラクルフルーツを取り去り、再び、レモンを舐めた。その際、どのように感じたかを、一人ずつ発表あるいは記述した。
- ④ さらに、希望者には舌の上に食用酢酸を滴下した。液体の酢は、ミラクルフルーツに含まれるミラクリンが結合している部分では甘く、それ以外の部分では強い酸味を感じてしまうかどうかを判断した。
- ⑤ 次に、ギムネマ茶を約 50ml 口腔内に含んだまま 3分経過まで待った。その後、うがいをした。
- ⑥ チョコレートの細片を舐め甘味の味覚がどのように変わったかを記録した。

3. 口腔内上皮細胞観察

【内容】

ヒトの体を構成する細胞を観察しようとする、多くの場合、体を傷つけたりする必要

がある。唯一、口腔内の上皮細胞は、非侵襲的に細胞を取り出すことができ、その構造を観察するための非常に良い標本である。本実習では、各生徒たちが自分の上皮細胞を取り出し、顕微鏡で観察するまでの手順を体験した。

【生徒が行う手順】

予めスライドグラスにシランコートをした。洗浄済みスライドグラスを1%

3-Aminopropyltriethoxysilane/アセトン溶液に浸し、80°Cで風乾した。

- ① 生徒には口腔内に食物の遺残が無いように、各生徒の口腔をゆすいだ。
- ② 各生徒は左右の口腔内上皮を綿棒で強くかきとり、シランコート済スライドグラスになすりつけた。
- ③ スライドグラスを100%メタノールに3分間浸し、上皮細胞を固定した。
- ④ スライドグラス上に酢酸カーミン液を滴下し、5分静置することで染色した。
- ⑤ 光学顕微鏡で観察、写真撮影を行なった。

4. DNA抽出実験

【内容】

DNAは親から子に伝わる遺伝子の本体として働く。中学校理科でもDNAが取り上げられている。まだ、その学習を行っていない1年生においても、SPPに参加した生徒は全員「DNAを知っている」あるいは「DNAについて聞いたことのある」と答えていた。

身の回りの生物からDNAを抽出しようとする、その加工過程にかなりの時間を費やすことになる。そこで、限られた実習時間でDNAの存在を明らかにするため、市販の100%ジュースを用いてDNAの抽出を行った。

【生徒がおこなう手順】

- ① まず、市販の100%リンゴジュース（非濃縮果汁還元）を5ml遠沈管に加えた。
- ② スポイトで100%アルコールを遠沈管内に滴下させ、総量が15mlになるまで加えた。
- ③ ジュースのアルコールの界面を破壊しないように、遠沈管を両手でゆっくりと90度転倒させ、また元に戻した。この操作はジュースとアルコールの界面の面積が広がり、DNAの抽出がより効果的に行わせる為である。
- ④ 遠沈管を30分間試験管立に静置した。その間に「DNAの構造やDNAの遺伝子暗号に関する講義」を受けた。
- ⑤ 講義途中にも時々遠沈管を観察し、時間経過にともない遠沈管内でDNAがアルコール層中に現れ始めることを観察した。

5. マウス学習実験

【内容】

生まれて初めてであってもマウスは泳ぐだけでなく、明確に学習する。これらのことを知らない生徒は多い。ここでは、簡単なモーリスの水迷路学習系⁴⁾を用いてマウスが学習することを実際に観察し、学習成立の条件について考察した。

【生徒がおこなう手順】

実験1：モーリスの水迷路学習

- ① まず、マウスの尻尾を持ち上げ、水を入れた丸いタライの決められた場所で静かに放した。
- ② 水につかって泳ぎ始めたマウスが浅瀬に到達するまでの時間をストップウォッチで測定した。
- ③ 2分たっても浅瀬を見つけられなかった場合は、浅瀬に10秒間のせ、その周囲の状況をマウスに覚えさせた。
- ④ 毎回の水泳後、水からマウスをとりだし、乾いたタオルで水分を取り除き、ケージで

しばらく休ませた。

⑤ ①～④を数匹のマウスでそれぞれ5回繰り返して、結果をグラフにまとめた。

実験2：T字型水迷路実験

予め①～③のトレーニングを大学研究室でマウスに行わせたものをトレーニングマウスとした。

① 毎回、トレーニングしたマウスや非トレーニングマウスのどれか1匹をT字迷路の中央部に放した。

② 泳ぎ始めたマウスが左右どちらに曲がるかまで観察し、その結果を記録した。

③ この実験もそれぞれのマウスで数回繰り返し行った。毎回の水泳後は、タオルでマウスの水分を拭き取り、ケージ内で十分マウスを休ませた。

6. 室内森林浴実験

【内容】

北ヨーロッパでは、森林浴が健康法の一つとして人々の生活の中に定着している。これには、主として針葉樹林から揮発する油性成分がヒトの体内にも入り、様々な効果をもたらすからと考えられている。緑豊かな旭川では森林浴の機会が多い。本実験では、生徒達が被験者となり、実際に森の香りを室内で体験した。

【手順】

① まず、室内森林浴を体験する前に、血圧、唾液アミラーゼ活性、鏡文字テスト、計算能力などを調べた。

② 次に、小さめの部屋の中で針葉樹林の小枝をやかんにいれ、ガスコンロで沸騰させながら水蒸気蒸留をおこなっている小部屋に移動した。あるいは、市販のデイフューザーに針葉樹の精油を入れた装置で水蒸気蒸留をおこなった部屋に移動した。それらの部屋で約40分間静かに座り、パワーポイントを使った森林浴の説明を聞いた。

③ また、途中、抽出濃縮してある揮発性オイル数種類（ピネン、リモネン、カレン）の臭いを嗅ぎ、それぞれが何の臭いかを記録した。

④ 40分経過後、再度①の測定を行ない、森林浴前後の各自のデータを記録用紙に記録した。

7. アンケート調査と分析方法

全ての講義や実験が終了した後、生徒に図1にある質問事項のアンケート調査をおこなった。エクセルを使った単純集計あるいはクロス集計し、単純解析を行った。また、必要に応じて一部のデータにはMann-Whitneyの検定をおこない、 $P < 0.05$ を有意差ありと判定した。

中学生・高校生用アンケート

お願い
このアンケートは、今後の講座をより良くすることを目的として実施するものです。
各項目についてもっとも当てはまるもの一つを選び、○を塗りつぶしてください。

<p>◎ 注意事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・濃い黒鉛筆又は黒いサインペン等でしっかり記入してください。 ・記入例に従い丁寧にマークしてください。 ・訂正する場合は消しゴムで完全に消してください。 ・用紙を汚したり折り曲げたりしないでください。 ・余白に書き込みしないでください。 	整理番号		
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">記入例</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">良 悪 悪</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">● ○ ○</td> </tr> </table>	記入例	良 悪 悪
記入例			
良 悪 悪			
● ○ ○			
実施機関名			

中学1年 中学2年 中学3年 高校1年 高校2年 高校3年

■ Q1 あなたの学年を教えてください 0 0 0 0 0 0

■ Q2 あなたの性別を教えてください 0 0
男性 女性

■ Q3 今回のSPPの講座のような大学・研究機関などの研究者による授業を受けるのは、
 今回で何回目ですか。 0 0 0
1回目 2~3回目 4回以上

*** 各項目に当てはまるもの一つを選び○を塗りつぶしてください。**

1 そう思う	2 どちらかといえば そう思う	3 どちらかといえば そう思わない	4 そう思わない
-----------	-----------------------	-------------------------	-------------

■ Q4 今回の講座は、おもしろかったですか。 1 0 2 0 3 0 4 0

■ Q5 講座の「内容」はわかりましたか。(理解できましたか。) 1 0 2 0 3 0 4 0

■ Q6 今回の講座を受けて、「知りたいこと」を自分で調べてみようと思うようになりましたか。 1 0 2 0 3 0 4 0

■ Q7 今回の講座を受けて、「科学技術」や「理科・数学」に興味・関心をもちましたか。 1 0 2 0 3 0 4 0

■ Q8 講座の中で、「課題を発見する」ことができましたか。 1 0 2 0 3 0 4 0

■ Q9 講座の中で、「課題を解決するために「情報を集める」ことができましたか。 1 0 2 0 3 0 4 0

■ Q10 講座の中で、集めた情報を利用して「考える」ことができましたか。 1 0 2 0 3 0 4 0

■ Q11 講座の中で、他の人と積極的に「話し合う」ことができましたか。 1 0 2 0 3 0 4 0

■ Q12 講座の中で、グループの人と「協力」して実験を進めることができましたか。 1 0 2 0 3 0 4 0

■ Q13 講座の中で、実験・観察の結果を使って、「レポート作成」や「発表」ができましたか。 1 0 2 0 3 0 4 0

■ Q14 今回のような講座があったら、「参加したい」と思いますか。 1 0 2 0 3 0 4 0

1	2	3	4	5
受ける前も思っ ており、 受けた後はもっと 思うようになった	受ける前も思っ ていたが、 受けた後もあまり かわらない	受ける前は思っ ていなかったが、 受けた後は思う ようになった	受ける前は思っ ておらず、 受けた後もあまり かわらない	受ける前より思 わなくなった

■ Q15 今回の講座を受けて、「理科・数学」を勉強することは、
 将来自分にとって必要となりそうなので、重要だと思うようになりましたか。 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0

■ Q16 今回の講座を受けて、「科学技術」に関連する仕事につきたいと、
 思うようになりましたか。 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0

■ Q17 今回の講座を受けて、科学は自分の身の回りのことを理解するのに
 役立つと思いましたか。 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0

SPP

図 1 SPP 講座用のアンケート用紙

IV. 結果

本 SPP 講座の実験開始前、各実験の内容と具体的方法を生徒のグループごとに説明した。生徒達はグループメンバーと協力しながら各実験手順に従い実施した。実験終了後には、各自が記録用紙に得られたデータをメモし、それらを板書して全員で発表会や討論会をおこなった。ここでは、これら実験結果の要点をまとめた。

1. 皮膚の2点弁別法による閾値測定

図 2 にこの実験の様子を示した。目隠しで腕まくりをした生徒に安全な爪楊枝ディバイダー(図 3 上)をあて、別の生徒がマイスナー小体と呼ばれる感覚受容器の感覚を調べていった(図 3 下)。皮膚の抑え方に慣れていない生徒は初めぎこちなくやっていたが、時間の経過に従い正確なデータがとれるようになった。若干の差異が個人差として認められたが、指先にはナイスナー小体が密に分布しているという結果を得た。それに比べ手や腕の方は感度が悪く、その差が歴然としていることを改めて生徒達は理解していた。表 1 は全員の結果を平均したものである。

図 2. 2点弁別法実験の様子



図 3.簡易ディバイダー(上)と測定カ所(下)

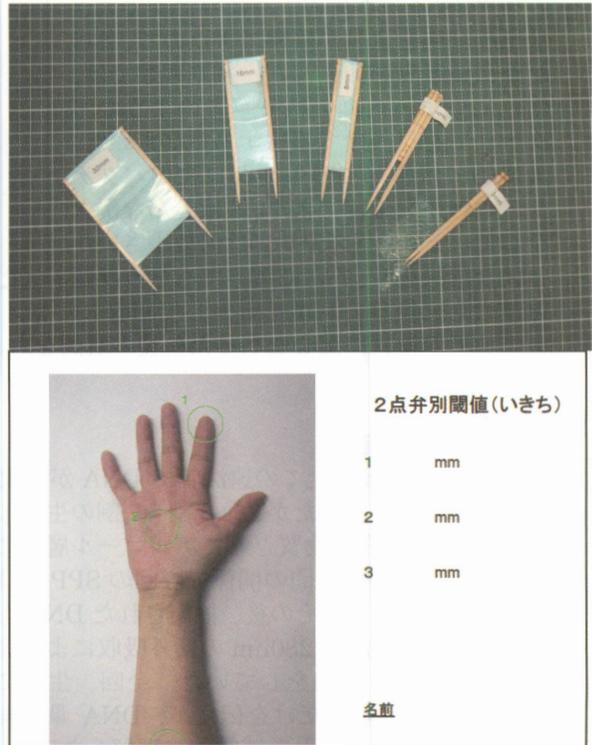


表 1 生徒全員の平均値

指先	2.67 ± 0.26 mm
手掌	6.13 ± 0.96 mm
腕	16.13 ± 3.98

2. 味覚実験

「味覚は個人差が多く、それは個性である」と説明した後、ミラクルフルーツの実験をした。始めに、スライスしたレモンがいつものように酸っぱいことを確認した後、ミラクルフルーツを口に含んでキャンディーのようになめたところ、レモンが口の中で甘くなることを全員が体験でき、皆大はしゃぎであった。酸っぱい食酢も甘く感じたと発表した生徒が多かった。ただ、塩味は変化がなかったと昼食の梅干しでも味が変化したとレポート

に記載した生徒もいた。ミラクルフルーツ自体の味には、ほのかな甘さが感じられたと発表する生徒がいた。

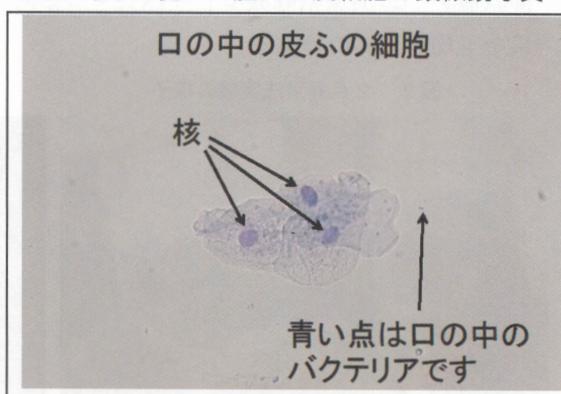
一方、ギムネマ茶の実験では、お茶の苦味に耐えられないように感じた生徒がいた。それらの生徒は、普段から苦味を鋭敏に感じるということであった。その後、チョコレートを食べてまったく甘味がなくなっていたことに驚く、あるいは、落胆する生徒が多かった。これらの実験の結果、ミラクルフルーツは酸味を甘味に変え、ギムネマ茶は甘味を感じなくさせるという体験は、参加生徒全員が経験できた。

次に、これら食品や嗜好品が何に应用可能かというテーマで実験後に討論したところ、カロリーの高いスイーツをとらなくても甘さを感じることができるとことや、甘い食物が美味しくなるなり食生活をとることができるという理由から、ダイエットや健康維持などに使えるという興味深いアイデアがでていた。

3. 口腔内上皮細胞の観察

初めに、顕微鏡の取り扱いや細胞染色の説明をした。その後、実際に自分達の口腔内上皮細胞を採取し、顕微鏡観察した。その結果、図4の写真のように平たくて大きな上皮細胞を全員が観察できたので、各自が顕微鏡写真を印刷した。細胞観察では、紫色に染まった丸い核やゴミのようなバクテリアを見つけて報告する生徒もいた。最終的にはすべての生徒が口腔内バクテリアの存在を確認できた。核はどんな働きをしているか、バクテリアは何故小さいかという議論をし、各自に調べてもらう課題を与えた。後日、レポートとして回収し、コメントをつけて返却した。また、口腔内のバクテリアの役目に関心をもった生徒の質問をもとに更に討論をかさねた。

図4.ある生徒の口腔内上皮細胞の顕微鏡写真

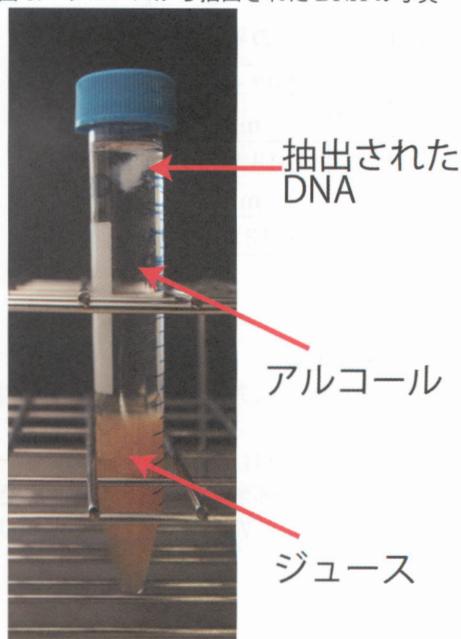


4. DNA 抽出実験

30分の静置後、全ての遠沈管でDNAが抽出されることはなかったが、約6割~7割の生徒の遠沈管にDNAが白い物質としてアルコール層中に抽出された(図5)。時間の関係で今回のSPPでは実施できなかったが、その後、抽出されたDNAを用いて、分光光度計で280nmの紫外吸収による定量実験をおこなう準備をしていた。今回、生徒にはDNAの定量の理論だけを伝え、DNA量を実際に「測定できる」ことを感覚的に理解した。

実験後の討論会では様々な質問ができたことから、生徒達のDNAや遺伝子に関する関心の高さが感じられた。具体的は、何故DNAがアルコールでみえてくるようになるのか、リンゴジュースのDNAは私達の栄養になっているのか、白い物質がDNAであることをどのように証明したら良いか、DNAと遺伝子は同じものか、などであった。質問

図5. ジュースから抽出されたDNAの写真



の答えはプリントにして、全員に配布した。

5. マウス水迷路実験

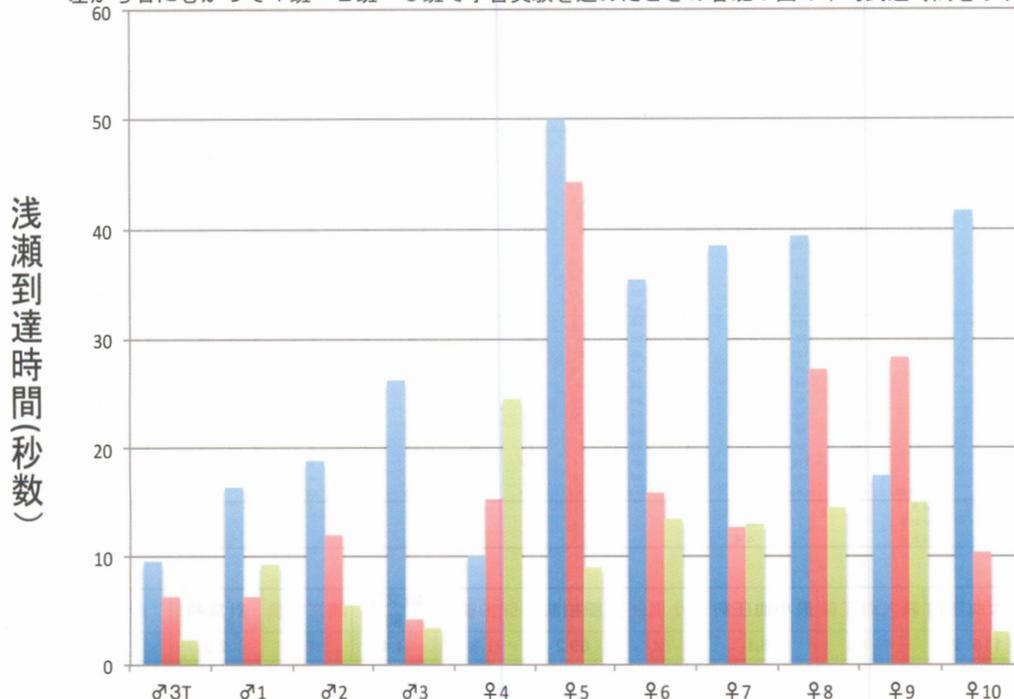
けなげに泳ぐマウスの様子に可愛いと連呼する中学生は多かった(図6)。生徒各自が両方の学習実験を体験した。モーリスの水迷路学習では、何回か泳ぎを経験させるうちに最短コースで浅瀬に泳ぎつく時間が短くなっていったことを、皆のデータを合わせることで実証できた(図7)。

図6. マウス学習実験の様子(左:T字型迷路、右:モーリス迷路)



また、T字型水迷路実験では、トレーニングをうけたマウスが70-90%ほどの確率で決まった方向に曲がって行くことを確認できた。記憶に関する簡単な説明をした後、各グループの代表に自分達の実験結果をまとめさせた。その後、全体で討論会をもった。学習成立の一つの条件が反復経験であることを理解できた生徒は、自分達の学習でも復習が大切だと発言した。また、マウスの学習実験装置が何に利用できるかに関する議論ではなかなか意見が出にくかったので、アルツハイマー病などの認知症の評価やその予防研究などに使われていることを解説した。マウス実験も、基本的には中学校で実施可能と判断された。

図7. モーリス水迷路実験にマウス学習実験の結果。横軸は各マウスの性別と個体番号。3つのカラムは左から右にむかって1班→2班→3班で学習実験を進めたときの各班3回の平均到達時間を示す。



6. 室内森林浴の体験実験

生徒が水蒸気蒸留の実習室に入ると（図 8）、針葉樹の香りに様々な反応を示した。3種のオイルに対しても、木の香り、オレンジ、清涼剤、塗り薬などを思いつく、などの指摘があった。この実験の前後にはあまり激しい動きをせず落ちついた状態で測定すると（表 2）、森林浴前後のデータでは平均値の比較で幾つかの変化が観察された。森林浴後では血圧は低めになり、脈拍も安定する傾向があった。また、鏡文字テストの正解率が森林浴後では上昇していたが、計算の正当率はむしろ低下していた（表 2 B）。これらの健康マーカーやストレス値の森林浴後の変化は、身体がよりリラックスの方向に変化したことを示唆している。しかし、計算能力が低下したのは、疲れや飽きがきて集中力を欠いた為と考えられる。

図 8. 室内森林浴中の生徒の様子



森林浴は季節により、また、個人差もあることを理解した上で、今回の結論を生徒に説明した。予想通り、中学生は健康そのものであるのではっきりとした効果がでにくかった。今回も平均値では差異があったが、統計的には有意差がなかった。この実験の対象者としては必ずしもふさわしくない。そこで、森林浴はどのような方に適しているかとの質問をきっかけにして討論を始めたところ、高血圧や生活習慣病の人々が良いのではないかという結論にまとまった。健康を意識する大切さを考える時間となった。また、冬期の室内森林浴は、中学 1, 2 年生にとって取り付きにくいと思えたが、1 年生で植物について学んでおり、光合成や二酸化炭素の固定など環境問題と絡めて理解していた。森林浴と健康の関係についての関心は、まだそれほど強くなかった。

表 2 室内森林浴前後における血圧・脈拍や記憶力作業結果の比較

A (A は各人のデータ、B は全体のまとめ：△増加、▲微増)

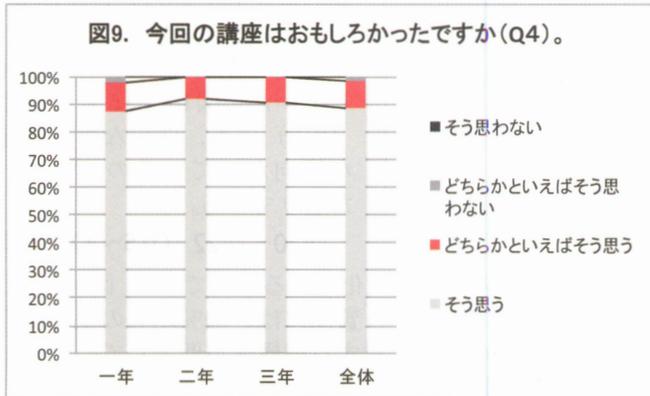
生徒	最大血圧前	最大血圧後	最小血圧前	最小血圧後	脈拍前	脈拍後	鏡文字前	鏡文字後	計算前	計算後						
2年生	1	105	108	3	57	68	11	78	77	△ 1	4	5	1	2	3	1
	2	120	115	△ 5	57	80	23	96	77	△ 19	2	4	2	3	3	0
	3	133	104	△ 29	75	86	11	87	76	△ 11	3	5	2	3	3	0
	4	108	90	△ 18	79	68	△ 11	114	98	△ 16	5	5	0	3	3	0
	5	124	92	△ 32	73	59	△ 14	97	79	△ 18	4	5	1	1	3	2
	6	116	83	△ 33	75	57	△ 18	72	62	△ 10	5	5	0	3	3	0
	7	96	100	4	68	67	△ 1	79	68	△ 11	5	5	0	3	3	0
	8	122	107	△ 15	87	78	△ 9	91	62	△ 29	5	5	0	3	2	▲ 1
	9	120	121	1	70	67	△ 3	72	72	0	3	5	2	3	3	0
1年生男子	10	106	164	58	75	124	49	108	66	△ 42	3	2	▲ 1	3	3	0
	11	137	121	△ 16	87	73	△ 14	71	57	△ 14	5	4	▲ 1	3	3	0
	12	112	89	△ 23	56	64	8	60	51	△ 9	5	5	0	3	3	0
	13	109	92	△ 17	81	68	△ 13	99	70	△ 29	5	5	0	3	1	▲ 2
	14	113	97	△ 16	76	68	△ 8	79	61	△ 18	5	5	0	3	3	0
	15	125	115	△ 10	81	91	10	103	76	△ 25	5	5	0	3	3	0
	16	122	118	△ 4	58	66	8	89	82	△ 7	5	5	0	3	3	0
	17	126	100	△ 26	102	70	△ 32	73	87	14	5	5	0	3	3	0
	18	123	128	5	94	79	△ 15	102	63	△ 39	5	5	0	3	3	0
	19	142	87	△ 55	90	56	△ 34	114	54	△ 60	5	5	0	3	3	0
	20	113	188	75	81	58	△ 23	77	46	△ 31	2	5	3	3	2	▲ 1
	21	152	110	△ 42	88	80	△ 8	103	60	△ 43	3	5	2	3	2	▲ 1
1年生女子	22	95	102	7	74	66	△ 8	84	71	△ 13	5	5	0	3	3	0
	23	102	86	△ 16	51	65	14	99	71	△ 28	5	5	0	3	2	▲ 1
	24	108	106	△ 2	85	85	0	99	76	△ 23	5	5	0	3	3	0
	25	110	99	△ 11	79	61	△ 18	115	104	△ 11	5	5	0	3	3	0
	26	nd	59	nd	nd	36	nd	nd	36	nd	5	5	0	3	3	0
	27	99	88	△ 11	71	60	△ 11	90	84	△ 6	4	4	0	3	2	▲ 1
	28	105	96	△ 9	87	74	△ 13	99	71	△ 28	4	5	1	3	1	▲ 2
	29	92	86	△ 6	62	65	3	80	71	△ 9	5	5	0	3	3	0
	30	95	106	11	54	60	6	89	66	△ 23	5	5	0	3	1	▲ 2
	31	132	118	△ 14	97	95	△ 2	102	87	△ 15	5	5	0	3	1	▲ 2
	32	121	128	7	92	89	△ 3	46	65	19	3	4	1	3	3	0
32名の平均		115.6	106.3	△ 7.8	76.2	71.3	△ 3.7	89.3	70.3	△ 17.9	4.4	4.8	0.4	2.9	2.6	▲ 0.3
2年生				△ 14			△ 1			△ 13			1			0
1年生男子				△ 6			△ 6			△ 25			0			▲ 0
1年生女子				△ 4			△ 3			△ 14			0			▲ 1

B

最大血圧前	最大血圧後	最小血圧前	最小血圧後	脈拍前	脈拍後	鏡文字前	鏡文字後	計算前	計算後
115.2	107.6	76.1	72.4	89.2	71.3	4.4	4.8	2.9	2.5

7. アンケート調査とその評価の解析

本実習内容に対する評価と解析は、SPP事務局から提供されているアンケート用紙(図1)のうち、講義実習の内容に関わるQ4~Q17の14項目について行った。評価の対象者は、本講座のどれかに一つ以上に参加した生徒すべてとした。ここでは、各学年単独のデータや全学年のデータを比較してみた。ただ、入試が近い3年生の参加は少なかった。そのため、



各学年の参加人数には大きなばらつきがでてしまい、正確さにかける面がある。しかし、各学年間の比較から生徒の意識の変化を推測する資料としては重要と考え、その調査分析を中心に行った。アンケートの分析結果を 図9~図22としてまとめたが、それぞれQ4~Q17に対応している。参考までに、図のタイトルとしてアンケートの質問内容とアンケート番号を記した。

図9~図12 (Q4~Q7) の4項目は面白さ(Q4)、理解度(Q5)、関心度(Q7)および理科数学への積極性の獲得(積極性(Q6))を評価する項目である。これらの項目については、「そう思う」や「どちらかといえばそう思う」という肯定的な意見がどの学年でも90%を越えており、予想外の高評価であった。図9(Q4)にあるように、今回の実験テーマは高い興味を中学生全体に与えたことから、設定したテーマは中学生に適したものであったと考えられた。図10(Q5)の理解度や図12(Q7)の理科科目や科学技術に対する興味・関心では、2年生が一番良かったという結果がでて

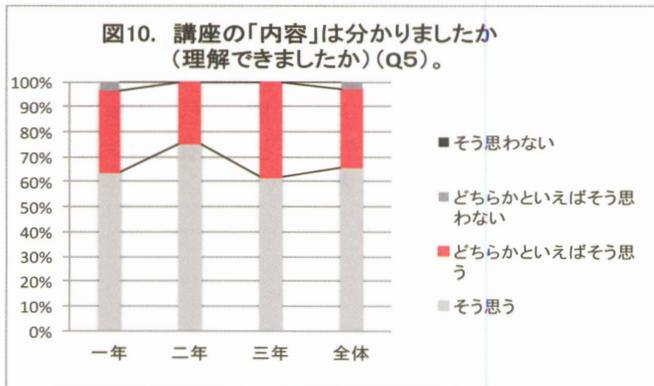
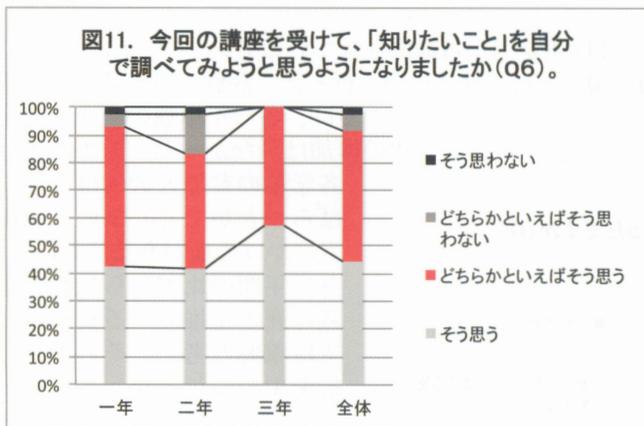


図9~図12 (Q4~Q7) の4項目は面白さ(Q4)、理解度(Q5)、関心度(Q7)および理科数学への積極性の獲得(積極性(Q6))を評価する項目である。これらの項目については、「そう思う」や「どちらかといえばそう思う」という肯定的な意見がどの学年でも90%を越えており、予想外の高評価であった。図9(Q4)にあるように、今回の実験テーマは高い興味を中学生全体に与えたことから、設定したテーマは中学生に適したものであったと考えられた。図10(Q5)の理解度や図12(Q7)の理科科目や科学技術に対する興味・関心では、2年生が一番良かったという結果がでて

いる。興味あることは、図11(Q6)の結果である。知りたいことを調べようとする意識は、2年生よりむしろ3年生に高かった。図13~図18(Q8~Q13)の項目は、課題発見(Q8)、情報収集(Q9)、考察力(Q10)、コミュニケーション(Q11, Q12)および発表がうまくできたか(Q13)を問うものである。これらの項目でも学年により差異がみられる項目

が目立っていた。図13(Q8)の課題発見能力に関しては、やや3年生に良い傾向がみられた。総合的な学力の高い3年生には、理論的なものの見方や考えが身に付いているためであろう。この傾向は、図14(Q9)の情報収集、図16(Q11)のグループメンバーとの積極的な話し合い、図17(Q12)のグループメンバーとの協力関係にも現われていた。図14(Q9)は図11(Q6)と同じような資質を尋ねていることになるから、同様の傾向であった。また、図16(Q11)と図17(Q12)は、実験班のグループダイナミクスが、3年生では下級生より巧く機能することを示唆している。図18(Q13)の発表力は議論や討論で結論を導く能力に比例しているから、3年生には有利な作業であったといえる。

図19(Q14)のSPP講座に再度参加したいかどうかの設問では、どの学年も「参加したいと思う」や「どちらかといえば参加したいと思う」という合計は、



驚くべきことに、どの学年もほぼ同じ90%を越えていた。しかし、残念なことに、積極的に参加したいと思う割合が学年と共に低下しているだけでなく、「参加したいと思わない」という生徒の割合が3年生で増加していた。図10(Q5)や図12(Q7)にも、弱いながら同様な傾向がでているのは前述した通りである。

図20～図22(Q15～17)の項目は、SPP講座参加前後において科学技術に対する心情の変化をみる項目である。図20(Q15)では、理数科目が将来にとって重要な科目であるかという質問には、80%以上の生徒はそう思うと回答していたが、やはり3年生にはその思いに対する積極性が低下していた。おそらく、図19(Q14)の項目と共通した思いから判断された結果であろう。

図20～図22(Q15～17)の項

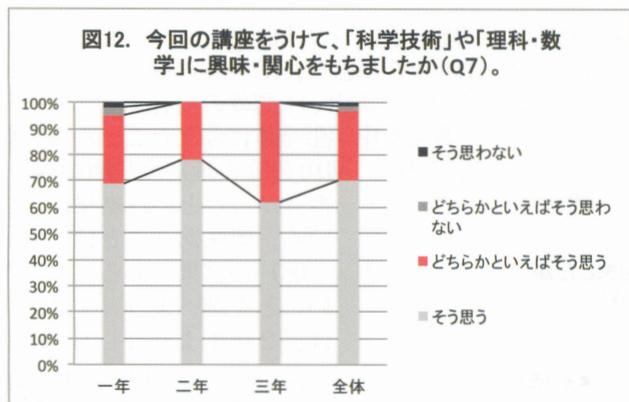


図21(Q16)の職業選択に関しては、より直接的に理数科目の苦手意識や理科離れを反映していたと推察される。しかし、自分が科学技術を活かした仕事をしなくてもそれらの重要性を認識している生徒が多かったことは、図20(Q15)や図22(Q17)で現われていた。

図22(Q17)の科学が身の回りのことを理解するのに役立つかという問いは、予想どおりに75%ほどの生徒が始めからそう考えていた。

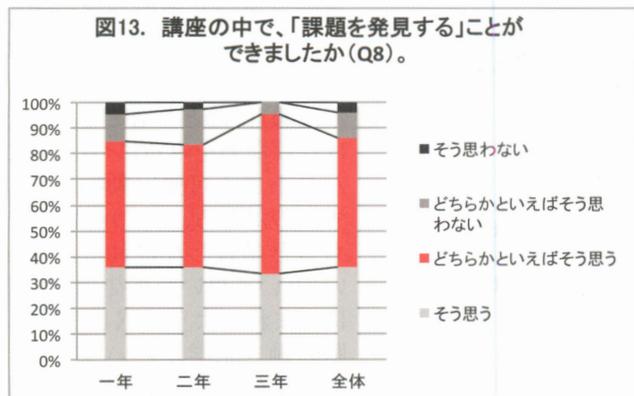
V. 考察

生徒が実施した実験

2点弁別法では、皮膚と感じ方に明確な差異があることは全ての中学生にも理解できたようである。そして、そのことが皮膚感覚の鋭敏さと指の動きの細やかさと関係していることを指摘した生徒達には、神経系の働きまで想像できてきたのは大きな成果であった。また、怪我をしやすい腕の外側が内側と比べ疎の分布をしていることが実利的であるとコメントする生徒がいた。このことから、具体系な経験をすることが講義で学ぶ内容を十分に補完する役割があると感じられた。指先と同様にこの感覚が鋭敏である所が他にあるかという質問では、舌であるという答えも導きだされた。この鋭い考察は、普段舌でいろいろなことができる生徒の実体験が今回の実験と結びついた結果と考えられる。ただ、実験道具としては極めて単純であるため、最後はこれらのディバイダーである爪楊枝で遊んでしまう光景もみられた。

味覚実験は、生徒が最も興奮した実験の一つである。レモンが甘くて美味しくなる現象は、生徒全員にとって初めての経験であったため、強烈な印象を与えたようである。同じ

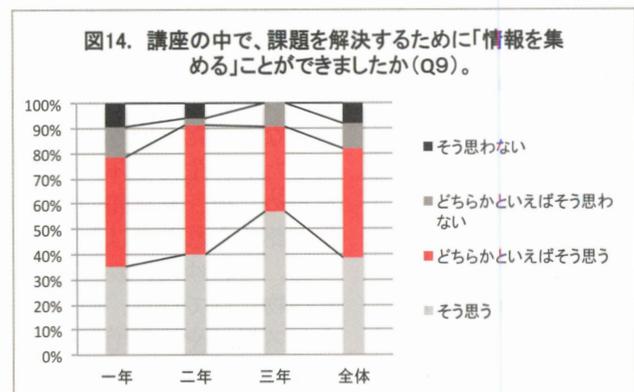
味覚の攪乱物質であるギムネマ茶に関しては、甘いチョコレートが無味乾燥になったショックが大きく、逆の意味で印象に残ったようであった。生徒には、何故味覚が変化したのか、その現象がどのようなことに応用できるか、また、自分達と同じように味覚を感じなくなる人がいるのかということにまで話が及んだ。味覚の変化という生理学実験が契機となって、健康を維持することや人生の楽しみである感覚を大切に思う人生観にまで考察が及んだの



は、本実験が感性豊かな中学生には強烈な印象をあたえる実験であったと推察される。それゆえ、是非、全国の中学生にも体験してもらいたい実験の一つと考えられる。

口腔内上皮細胞の観察実験は、全員が自分の細胞を初めて観察する体験となったため、生物の体を構成する細胞の話につながったのは興味深い。おそらく、中学理科では水性生物の顕微鏡観察の機会はあるだろうが、同じように自分の細胞を観察できることを理解した生徒には、強く印象に残る実験となったのであろう。反面、この実験は固定染色手順や顕微鏡の操作などに時間を使うため、結果がでるまでは生徒には少し単調な実験に思えたかもしれない。最後には、うまく、自分の細胞を観察し、印刷された顕微鏡写真を手にした生徒達には、大切な宝物を得た少年少女のような純真さが感じされた。さらに、自分の体が細胞から出来て

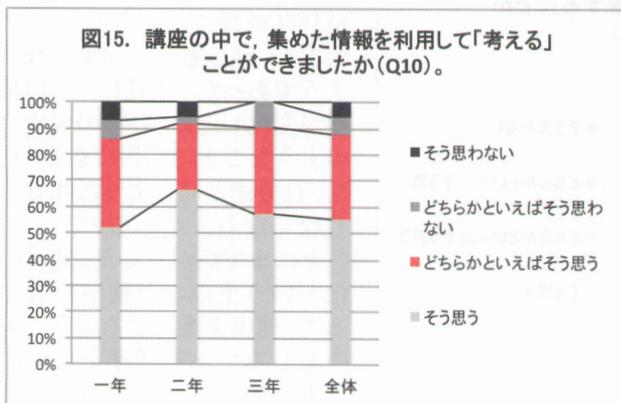
いるという証拠を他の組織（例



例えば髪の毛や血液)でも観察したいという生徒の要望がでてきたことから、さらに、電子顕微鏡をつかった実験なども今後計画して行きたいと考えている。

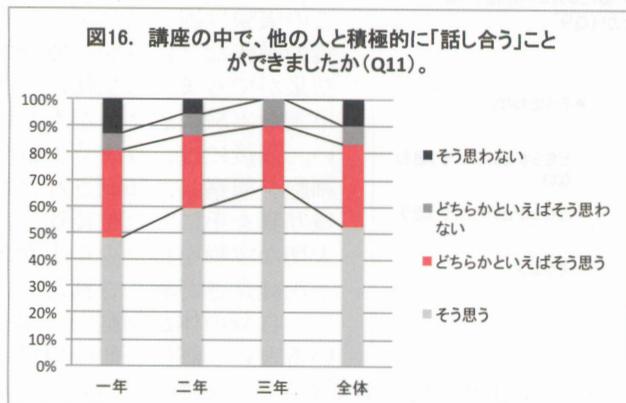
DNA抽出実験は、DNAや遺伝子とはなにかという素朴な疑問に答えるための実験として用意したものであった。小学校や中学校ではなかなか物質レベルで説明できないためか、遺伝子の構造や機能についておこなう実験としてはとても難しいとみなされていた。しかし、実際にDNAを抽出し可視できる状態になって始めてそれがどのような生物にも含まれていることを提示できたことから、生物の種類によって含まれているDNAの量や働きをもつ遺伝子の種類が異なるという説明につなげていくことが可能であると考えられた。そのため、より身近な生物からDNAを抽出し、染色、定量、あるいは、制限酵素処理による分析など様々な実験に発展させて行く必要性を実感させられた。DNA(遺伝子)が生物種ごとの違いを生み出すものになることを感覚的に理解し、さらに、生命の連続性を理解するレベルまでの実験ができれば、生命倫理の問題にもせまっていけるという手応えが得られると推測された。

一方、マウス学習実験は、学習という現象を考えてもらう良い機会を生徒に与えることになったと考えられる。この種の実験を脳の働きとして説明すると、多くの生徒には小難しい現象だと敬遠してしまったであろう。しかし、実際にトレーニングを受けたマウスが



中学でも実施できることから、味覚実験と同様に重要な動物実験とみなされる。

室内森林浴実験では明確な差異が認められなかったが、香りとリラクゼーションに興味をもった生徒には印象深いものであったと推察される。針葉樹林の多い北海道、特に、旭川地区では必ずしも特別な経験ではなかったかもしれないが、様々な検査をすると大きな違いとなってあらわれることを生徒達は体験し、驚いていた。勿論、これらの反応に対し



非経験してほしい実験といえよう。

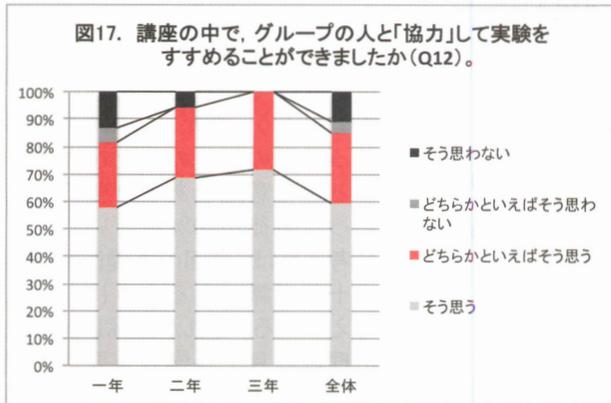
アンケート調査

2年生あるいは2年生終了直前の生徒は、実験に対する理解力に関して最も自己評価が良かったと判断された。中学1年生が中学理科の全体の1/3ほどしか履修していない状況ではまだまだ基礎学力が不足であり、3年生は受験直前であるため実験を楽しむゆとりが無かったためと推察される。ただ、どの学年でも一部の生徒で理数系・文系科目の好き嫌いや得意・不得意という苦手意識が出現しており、その傾向は学年進行とともに大きくなっていると考えられる^{5) 6)}。もし、そのような意識が感じられる前に、本講座のような実験型理科教室を各学校で開催できたのであればどうかであろうか。最終的な理科離れを防ぐことができなくとも、生徒のモチベーションを高めることにつながると考えられる。

毎回必ず同じ方向に泳いでいったことをみる、あるいは、最短コースでプラットフォーム(浅瀬)にたどり着こうとするけなげな姿をみるにつけ、「こんな小さく可愛い動物も学習するのだから、日頃から私達もっと学習しなければならない」という思いが生徒達の脳裏に刻まれたように感じられた。脳の働きを学ぶという実験から道徳的な価値観にまで影響をあえるものであった。また、このような簡単な実験は、どの

では個人差があること、また、測定操作になっていないこともあって、必ずしも正確な実験でなかったということを説明したが、生徒全体のデータを集めた所、有意差のある変化が認められたのは驚きであった。それゆえ、森の恵みが食べ物だけでなく、様々なストレス軽減や健康増進につながるという説明に納得する生徒も多かった。是非、東京、大阪、名古屋など首都圏とその周辺地区の中学生には、是

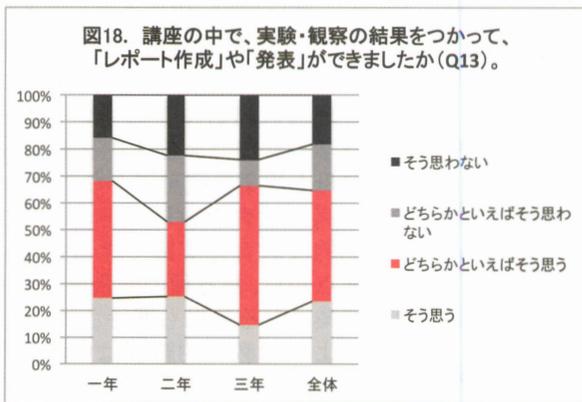
もう1ヶ月足らずで高校受験をひかえる3年生には、今回の講座がどのように映ったであろうか。おそらく、受験勉強の日々を過ごしている中学校生活で、いつもとは異なる授業として楽しんだ生徒が多かったという印象を主催者側として受けた。3年生には、受験勉強を通じてよくわからない



ことを自ら調べようと姿勢が身に付いていると想像される。それゆえ、調べることを作業に取り込める実験テーマがより3年生の状況に合致しているのかもしれない。そのような刺激が気分転換になった生徒もいたであろう。また、各実験の内容が今学んでいる内容とよくリンクするものがあり、より興味を感じた生徒もいたであろう。一方では、自分には理数科目は得意でないが、今回

の活動は興味深いと感じた生徒も少なからずいた。この最後の群に属する生徒は教科書だけをつかった授業では理解できなかった、面白くなかったと感じた理科の存在が、身体をつかって実験することで新鮮な興味と映ったのかもしれない。

発表やレポート作成に関しては、論理的あるいは科学的な課題を討論する上で情報収集能力が長けている3年生には有利であったのであろう。ただ、どの学年も難しいためか、

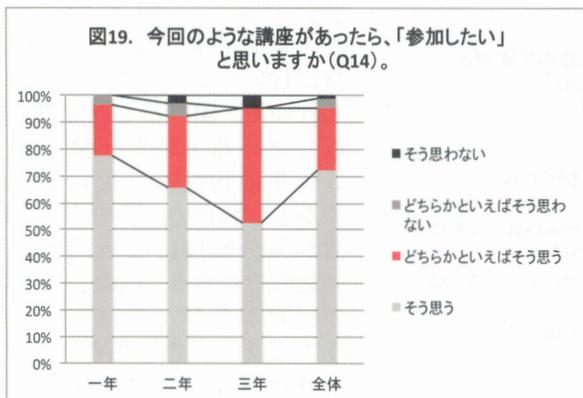


うまくできたという割合は70%前後であった。1年生も3年生と同様に高く、2年生が相対的に低くなっている理由とはよくはわからない。しかし、各学年がまとめたレポートや考えを記した記録を比較すると、1年生がおしゃべりの延長上の書き言葉でまとめられており、3年生ではより根拠を重視した論理性にもとづく課題作成ができていたと判断される。この傾向が本当であるならば⁷⁾、2年生はその両者の能力の変換期であり、自己表現が一過性

に停滞する時期であるのかもしれない。

理科離れがアンケートに反映される質問も随所にある。そのような苦手意識をもった生徒数が学年進行と共に進んでいるとアンケートの幾つかの質問から考えられる。もし、このよう生徒が苦手意識をもつ前にSPP講座を経験できれば、それが彼らの理数科目へのモチベーションを高めるきっかけとなったかもしれない。逆に、理数教科目の重要性を認識していない生徒が1年生に3%ほどいたが、学年進行とともに0%となった。これは、1年生では理数科目の内容を十分に理解していなかったため、学校の授業などでそれらの重要性を次第に認識していったためと想像される。理科嫌いになる生徒数が減少するか否かということは大きな問題ではあるが、理数科目を得意とはしないが、その重要性を理解する社会人として、理科嫌いの生徒が成長して行くなれば、それは一つの教育効果であると考えられる。

中学生は科学技術というイメージをどのように描いているのであろうか。最先端のテクノロジーや大学や研究所での専門的研究というイメージであるとすれば、自分達には手の

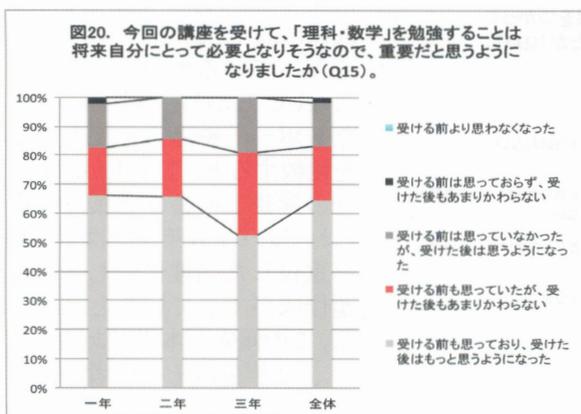


届かない世界の話であると、やや敬遠気味に感じているのかもしれない。そうであっても、生徒は、日常生活でも様々なところで科学の恩恵を受けていることを理解しているであろう。ただ、これまで科学によって身の回りのことを理解しようとする意識をあまり強くもたなかった生徒が20%ほどいたことから考えれば、今回の基礎医学実習で十分意識できるようになったと考えられる。それが95%以上の生徒が理数科目や科学の重要性を理解する結果につながったと想像される。

それゆえ、本講座によってそのような教育効果が働いたと考えられる。

実験講座がもたらす教育効果

実験型理科教室を継続的に実施することは、理数科教育の充実を図る意味では不可欠なことである。様々な高等教育機関と連携しながら、全国の中学校でこのような実験講座が拡大していくことが望ましい。その結果、正規のカリキュラムの中でおこなう特別実習と

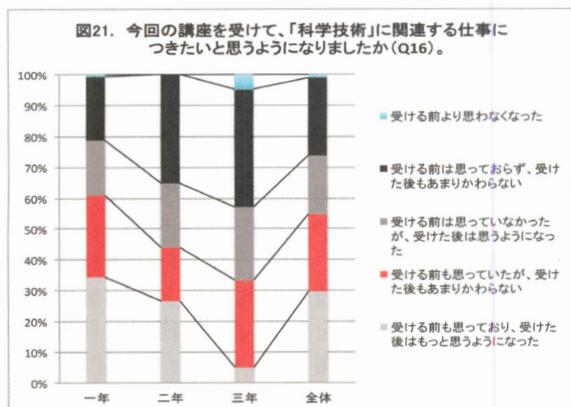


なっていけば、実習を受ける生徒だけでなく、理数科担当教員や保健体育や家庭技術の教員、さらには、管理職教職員や手のすいた教員も見学や参加できるメリットはある。父母も授業参観可能となれば、大学や高等教育の教員がどのくらい理想的な教育を実践できるかという観点から、ある種の緊張感をもった授業になる効果も期待されよう。このような教育的経験は中高教員にとって新たな教育経験となり、この種の教育の拡張性も高まる。また、大学教員にとっては、大学生とは年

齢が離れた小中高生にふれることで、大学での講義を理解しやすいものに改善するヒントが得られると期待される。

今回、3中学校の3学年を対象として基礎医学実習を行ったアンケート調査は、各中学校間での比較解析も可能であった。ただ、この種のデータは安易に取り扱えば、学校間のレベル格差を吹聴するだけとなったであろう。今回、各中学校では参加生徒の動機やきっかけに大きな差異があった。そのため、参加生徒の行動やアンケートは各中学の生徒全体、即ち母集団を性格に反映していないと考え、学校間の比較を行わなかった。一方、各学年の参加者数にはばらつきがあるが、各学年間の比較から生徒の意識変化を推測する資料としては重要と考えられたので、今回のアンケートを学年比較の観点から分析した。

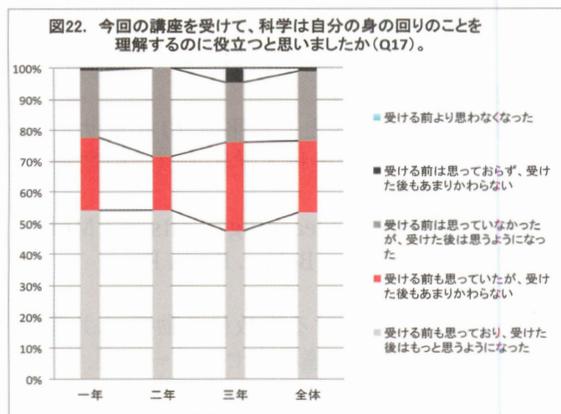
本講座が中学生の興味や関心を高め、理数科目に意欲的になっていく効果があるとすれば、どの学年を対象におこなうべきであろうか。実習後のアンケート結果では中学2年生が最も効果的であると考えられたが、1年生の後半から3年生の前半までの期間に開始する



のが教育効果を高めると判断された。理科離れがそれほど進まない1年生の後半から⁵⁾、理科の履修内容に関連した実習テーマで実験講座をすすめることが現実的で最も望ましい対応と考えられるからである。また、2年生の前半であれば、テーマ内容をかなり広範なものに設定できるメリットがあると考えられる。

開講時期についていえば、北海道では1や2年生終了後の春休みが望ましい期間といえよう。3月は次の学年の移行期であり、しかも野外ではまだ雪が残っており、生徒の課外活動の大

会が少ない時期である。それゆえ、どの学年でも自由な時間を課外活動にあてる充電期間となりうる期間であり、実験型理科教室などの講座などの出張講座を展開する最適な時期といえよう。JST-SPPの予算執行がこの時期でも可能になるようなルール改正を願うばかりである。



VI. まとめ

SPP講座として本実習(皮膚二点弁別、味覚、DNA抽出、マウス学習、室内森林浴をテーマとした実験)を3校で実施した。実験実施にあたっては十分な説明事前におこなった。説明を十分聞かず自分勝手に実験する、あるいは、グループの他のメンバーに依存するような生徒も少数認められたが、そのまま生徒の自主性を尊重しながら実験を進めてもらった。これは、中学生の現状を出来る限り忠実に把握したいと思っ

たからである。そのため、自主性尊重と引き換えに、どの実験でもグループや各個人が得たデータにばらつきが多くなってしまった。統計的処理をしても有意差が出なかった実験が多かったが、幸いなことに、すべての生徒のデータをとりまとめると、幾つかの各実験で幾つかの傾向が認められた。また、この最後のまとめの段階で、実験遂行上での不注意や不適切な対応となった様々な問題点を指摘し、今後の反省に活かしてもらうように改めて実験を進める上での問題を指摘した。実験結果を提示しながらの説明であったため、不注意な行動がどのような形で実験に影響を及ぼし、それがどんな問題を生じさせたかを生徒は理解できたようであり、教育的な効果もあったと考えられた。

一方、今回の講座に対する生徒のアンケート調査を分析したところ、各課題は中学生として適切であり、興味や関心も持てたという意見が大半を占めた。ただ、実験データを取りまとめ、それらの結果を考察する作業に関しては、難しいと感じた生徒は多かった。これは、日頃のスクーリング中心の学習方法とは大きく異なるため、作業自体に慣れていな

かったためと推察される。学年別の差異に注目すると、2年生では実験に対する理解度が最も良かったことから、2年生が本講座の対象学年としてふさわしいと考えられた。ただ、学年が進行するにつれ理数科嫌いや理数科離れが認められたことから、そのような苦手意識が強くなる前の段階、即ち、1年生後半から2年生にかけて、本講座のような活動を実施することが生徒の意欲向上をはかるよいタイミングと考えられる。

VII. 謝 辞

基礎医学実習で用いた溶液、器具、動物、あるいは、機器類の調整・準備は、予め旭川医科大学各研究室で行い、マウスの学習トレーニングでは学生諸氏にお世話になった。これらを中学校に理科室に運び入れ、本SPP講座を実施した。このような対応で本講座をスムーズに実施することができ、感謝にたえない。また、科学技術振興機構との実施協定締結により、大学事務局が本講座の事務作業を担当した。紙面をかりて、教務部教務課、産学連携係、教務部入試課、総務部会計課の方々のご協力に感謝したい。一方、SPP事業実施にご尽力頂いた旭川市教育委員会や各中学校のご支援も大変心強いものであった。お陰で、無事、本講座のすべてのプログラムを終了でき、本稿をまとめることとなった。

VIII. 参考文献

- 1) 桑原輝隆. 《科学研究費事業データベース (KAKEN) と論文データベース (Web of Science) の連結によるデータ分析》第7回科学技術・学術審議会研究費部会資料.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/030/shiryo/icsFiles/af/fieldfile/2013/03/19/1331868_03.pdf.
- 2) 佐藤裕基、萬木貢、春見達郎、林要喜知. 《3年間のSPP 高大連携理科教育の総評と提言》旭川医科大学紀要 (一般教育). Vol. 27, 43-58, 2011.
- 3) 春見達郎、津村直美、林要喜知. 《中村正雄.中学生を対象とした平成23年度サイエンスパートナーシップ・プロジェクト (SPP) の実施》旭川医科大学紀要 (一般教育). Vol. 28, 45-71, 2012.
- 4) de Bruin JP, Swinkels WA, de Brabander JM. 《Response learning of rats in a Morris water maze: involvement of the medial prefrontal cortex》 Behav. Brain Res. Vol. 85, 47-55, 1997.
- 5) 大家まゆみ、藤波康彦. 《小学校から中学校への移行期における理数科の動機づけ-算数・数学の動機づけ尺度の作成-》お茶の水女子大学こども発達教育センター紀要. Vol. 4, 75-81, 2007.
- 6) 鈴木豪. 《小・中学生の学習観とその学年間の差異:一学校移行期の変化および学習方略との関連》教育心理学研究. Vol. 61, 17-31, 2013.
- 7) 端名秀雄、石田明美. 《伝え合う力を高める学習指導の追及 : 理論的な表現力の育成》研究紀要/金沢大学教育学部附属中学校. Vol. 48, 32-44, 2005.

はやしようきち (生命科学教室)

はるみたつお (解剖学講座)

つむらなおみ (化学教室)

なかむらまさお (NPO 北海道森林療法研究会)