



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

旭川医科大学紀要(一般教育)(2009.03) 第25号:61～84.

旭川医科大学と地元高校によるSPP高大連携理科教育の取り組みとその有効性の評価

佐藤裕基、萬木 貢、林要喜知

旭川医科大学と地元高校による SPP 高大連携理科教育 の取り組みとその有効性の評価

Coordinating Science Education Based on SPP between Asahikawa
Medical College and High Schools and
its Stimulatory Effect on Enhancing Student Motivation

佐藤 裕基、萬木 貢、林 要喜知
Hiroki Sato, Mitsugu Yoroki, and Yokichi Hayashi

Abstract

The Science Partnership Project (SPP), sponsored by the Japan Science and Technology Agency, is one of several novel programs that link science education between high schools and colleges. This program is basically aimed to encourage students to have a real desire to learn science and other subjects during their high school days and prepare them for their future. Seven years have passed after it started including a four years consultation period. There is some evidence that clearly shows this program is effective for some high school students. This was also our experience. This program is not, however, effective for all students who take part in the program. The inquiry survey indicates that there are at least three groups of students in any given area, and only one or two work functionally within the program, suggesting that high school students have various needs from this kind of science program. To accommodate these needs, in Hokkaido, for instance, both colleges and universities selected as educational providers have moved more closer together to prepare several different types of activities, where students can select one such activity freely according to his or her own interests. If this turns out to be effective, a similar approach may be applicable to both general and professional education at university level.

キーワード：サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト、高大連携理科教育、学生の
動機づけ、評価、アンケート調査

Science Partnership Project (SPP), Coordinating Science Education
between High Schools and Colleges or Universities, Student Motivation,
Evaluation, Inquiry Survey

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

1. はじめに

「中高生の理科離れ」が叫ばれる現代においては、児童・生徒の科学技術、理科、数学に対する興味・関心と知的探究心等を育成するとともに、進路意識の醸成さらには科学技術関係人材層の形成することが大きな社会的要請として求められている。そのような取り組みを確実に教育現場で実現していくことは、教育改善の最良の手段であると考えられる。この目標に対する一つのアプローチとして、文部科学省は4年間の調査研究をふまえ、平成18年度より独立行政法人科学技術振興機構によるサイエンス・パートナーシップ・プロジェクト事業(SPP)をスタートさせた。今年はSPPの開始後4年目にあたり、中・高校教育の理科教育の現場にも、その効果が次第に浸透してきている¹⁾。

しかしながら、SPPの有効性を評価したり検討したりすることはあまり行われてこなかった。おそらく、教育効果を定量的に把握するのは難しく、また、簡単に利用できる客観的な評価指標が必ずしも存在しないためと推察される。ただ、この状況が続くと、SPP実施後のレビューが単に実施担当者側の自己満足に終わり、教育現場に必ずしもうまくフィードバックされない可能性が危惧される²⁾。

SPPの活動においては、実施毎に参加生徒に対してアンケート調査が行われている。この調査資料は、参加者側の生の声を聞く唯一の資料であり、かつ生徒の率直な意見が多くみうけられる事³⁾から、ある程度はSPPの実施効果を反映している⁴⁾。それゆえ、SPP参加者からのアンケートは、学習効果の指標、中高生の動機付け効果の指標として、今後のSPPの改善に大いに活用できると考えられる。

旭川医科大学生命科学では、平成19年度の旭川東高校および平成20年度の旭川西高等学校で実施されたSPPに参画しながら様々な協力をしてきた。この2年間における共通テーマとして「脳・神経研究入門—細胞培養から機能解析へ—」を企画した。そして、このテーマを2つのパート、すなわち、「鶏胚の観察と神経細胞の培養～金属イオンが細胞に与える影響～」および「培養細胞への遺伝子導入実験」に分け、それぞれ基本的な細胞生物学に関わる実験実施に関わるすべてのステップを支援した。

今回、平成20年度のSPPの実施内容や生徒からのアンケート結果を踏まえ、SPPの意義はどこにあるのか、その実施の効果はどうであったか、そして、SPPの開催目的はどこまで達成されているのかなどを、SPP実施者やその協力者の間で検討した。本稿では、SPPの実施内容と結果を概説し、生徒のアンケート結果を開催日毎にまとめた。さらに、これらの結果を解析し、幾つかの考察を加えた。

2. 実施概略

<第一回目>

テーマ：「鶏胚の観察と神経細胞の培養～金属イオンが細胞に与える影響～」

開催期日：2008年7月26日(土)～28日(月)

開催場所：北海道旭川西高等学校(2年生40名、理数科)

第1日目：「7日齢胚の観察と大脳ニューロンの培養」

第2日目：「培養ニューロンに及ぼす2価イオンの影響の検討」

第3日目：「電気泳動と細胞染色によるイオン処理効果の検討」

<第二回目>

テーマ：「培養細胞の遺伝子導入実験」

開催期日：2008年8月20日(水)～21日(木)

開催場所：北海道旭川西高等学校(2年生40名、理数科)

第1日目：「用具・器具の説明と遺伝子導入試薬／溶液の調整および培養操作」

第2日目：「培養細胞の固定／染色と観察」

3.実施内容と実験手順

3-1. 第一回目開催 「鶏胚の観察と神経細胞の培養 ～金属イオンが細胞に与える影響～」

3-1-1. 第1日目：「7日齢胚の観察と大脳ニューロンの培養」

第1日目は、2日目や3日目の前段階の実験でもあるため、第一回目 SPP の中で最も重要な部分でもある。ここでは、実際に鶏卵から胚を取り出し、分散させた脳細胞を培養した。

まず、滅菌した器具を使って有精卵の殻をやぶり、鶏胚（7日齢胚）を無菌シャーレに取り出し、観察した。その胚から脳を切り取るのが難しかったので、「大脳」ではなく「胚の頭部」そのものをピンセットでつまみだすように指導した。その大脳部分を遠心チューブに移した後、ピペッティングによって脳細胞の懸濁液を作製した。その後、予め培養液を加えた培養皿に移し、CO₂ インキュベーターで24時間保温した。

これらの作業は本来クリーンベンチ内で行なうものであるが、クリーンベンチの台数や時間的な制約から理科実験室の机上でおこなった。しかし、どの班も心配していた微生物の混入が起こらなかった。これは、培養液に加えた抗生物質が作用した事に加え、湿度の低い北海道では空中に浮遊するカビや酵母などの菌類が少ないためと考えられる。ただし、クリーンベンチを使った通常の無菌操作やその効果（無菌処理）については、実験前に受講者に説明した。

3-2-2. 第2日目：「培養ニューロンに及ぼす2価金属イオンの影響の検討」

第2日目の実験は、前日培養を始めた脳細胞に、2価の金属イオンを加えてその効果を観察するものである。まず、前日から24時間培養した神経細胞を観察するため、実体顕微鏡を用いてみた。しかし、解像度や倍率が不十分であったので、旭川医科大学生命科学の研究室から持参した倒立顕微鏡（1台）を順番に使い、各グループが培養した神経細胞を観察した。24時間の培養では神経細胞がどのように突起を伸展させたか、また、神経細胞同士の相互作用がみられるかなどを中心に観察した。その後、各培養皿に金属イオン（Cu²⁺、Zn²⁺、Fe²⁺、1つはコントロールとして保存）のどれかを加え、再び24時間培養を続けた。

また、翌日 SDS ポリクリルアミドゲル電気泳動（SDS-PAGE）を実施するため、各グループごとにポリアクリルアミドゲルを作製した。

3-3-3. 第3日目：「電気泳動と細胞染色によるイオン処理効果の検討」

金属イオンが神経細胞にどのような影響をもたらすかを調べるため、顕微鏡による形態的变化を観察すると共に、電気泳動法による蛋白質の分析が、第3日目の実験内容である。

SDS-PAGE についてはこれまで経験したことがない生徒が多かったので、まず器具の扱い方や電気泳動の基本概念を説明した。その後、3種類の金属イオンで処理した培養神経細胞の抽出液を作製し、ポリアクリルアミドゲルの穴に各サンプルをのせた。電気泳動が終了した時、ゲルを取り出し、染色や脱色操作により蛋白質バンドを可視化した。

3-2. 第二回目開催「培養細胞の遺伝子導入実験」

3-2-1. 第1日目：「用具・器具の説明と遺伝子導入試薬／溶液の調整および培養操作」

ここでは、培養細胞（Chinese hamster Ovary Cells：CHO 細胞：チャイニーズハムスター卵巣細胞）に導入試薬（FuGene）を用いて β -ガラクトシダーゼ遺伝子を遺伝子導入する実験をおこなった。本実験の第 1 日目では、主に試薬分注作業が中心となる時間となるので、マイクロピペット操作の練習をした。扱いに慣れたところで、 β -ガラクトシダーゼ遺伝子を発現するプラスミド DNA を 4 本（#1、#2、#3、#4 と命名）にいれ、導入試薬である FuGene は別の 4 本（#5、#6、#7、#8 と命名）に入れた。その後、#5 と #1、#6 と #2、#3 と #7、#4 と #8 を混ぜ合わせ、これら混液を各培養皿（カバーグラスが入っており、その上の CHO 細胞が乗っている）にそれぞれ滴下法で加えてた。

3-2-2. 第 2 日目：「培養細胞の固定／染色と観察」

第 2 日目には、遺伝子導入細胞の検出をおこなった。前日に遺伝子導入し、約 24 時間培養し、細胞の固定や染色処理をおこなった。この作業の始めには、培養皿からカバーグラスをとりだし、固定液に浸した。その後、洗浄し、 β -ガラクトシダーゼという酵素の働きで基質が青色に変化する色素を加えてた。十分細胞が青色に染色した段階で、さらに洗浄してカウンター染色（ヘマトキシリン染色）をおこない、再び洗浄をした。この後、スライドグラス上に染色済みのカバーグラスを乗せ、正立顕微鏡で観察した。酵素活性染色は良好であった。しかし、カウンター染色が弱かったため遺伝子非導入細胞の観察は容易ではなかった。

4. 実施のポイントと工夫

4-1. 第一回目開催（『鶏胚の観察と神経細胞の培養 ～金属イオンが細胞に与える影響～』において

ピペッティングに関して、ピペットの取り扱い自体が初めての生徒も多かったため、ピペットの取り扱い方法、ピペッティングの方法（吸い出し操作による懸濁液の作成方法）などを、実際にデモンストレーションした上で、生徒に取り組んでもらった。

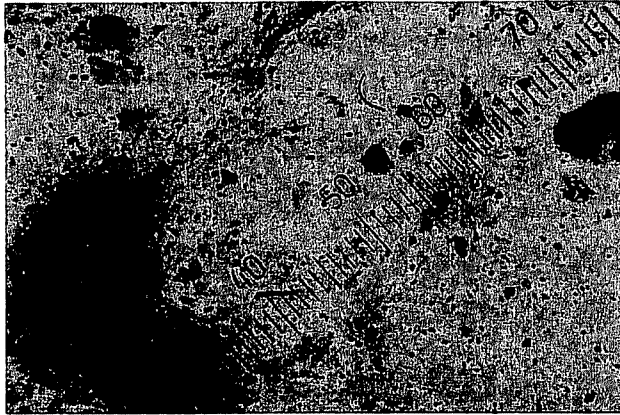
第 2 日目と第 3 日目の金属イオンの添加と電気泳動に関しては、一続きのプロトコールを作り、全体として系統的な実験となるように工夫した。プロトコールは、基本的な方法を記述するのみにとどめ、細かな指示（例えば、イオン添加時のウェルの振り分け方や電気泳動時のレーンの振り分けについて等）をあたえず、それらについては各班の学生達で考えてもらうようにした。

また、電気泳動や金属イオンの添加といった、高校生にとって初めて扱う実験については、その概念や原理を理解することが重要と考えた。このため、実験の待ち時間の間に、その原理について担当講師よりミニレクチャーの形で説明し、概要を理解した状態で以後の実験に取り組んでもらった。

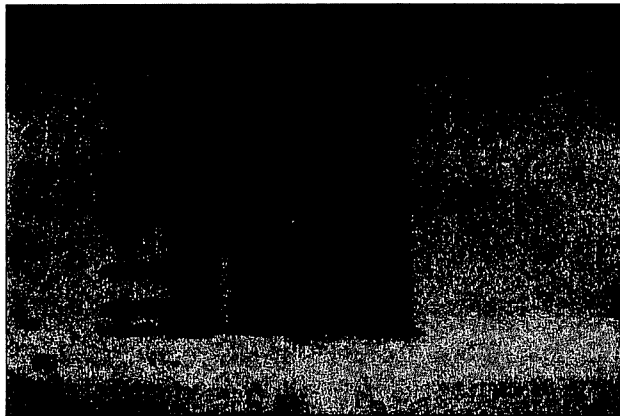
金属イオンの影響を観察したり、電気泳動の結果を比較検討する際には、答えをこちらから提示する事を出来るだけ避け、蛋白質分解産物の読み取り方や観察のポイントなどを提示するにとどめた。これは、実験結果を自分の力で読み取り、考える力を育んでもらいたいという考えに基づくものである。

写真 1 に示すように、イオンを添加した神経細胞ではうまく神経突起の接着が悪くなり、細胞が互いに結合して形成された凝集塊が観察できた。また、電気泳動においては、写真 2 に示すようにイオンを添加した試料のレーンでは蛋白質バンドが broad になって現れており（アスタリスクの位置）、金属イオン添加により神経細胞がダメージを受けた姿が確認された。また、イオンごとに蛋白質の分解パターンにも微妙な差異が認められ、小さい分

子量が非常に多いもの、あるいは大きな分子量から小さな分子量まで均一に broad になっているものなどが観察された。



←<写真 1:イオン添加 24 時間後の培養神経細胞>



←<写真 2:イオン添加 24 時間後の電気泳動写真 (1:マーカー、2:Contorl、3:Cu⁺添加、4:Fe²⁺添加、5:Zn⁺添加。*実験群間で大きく変化がみられたバンド) >

4・2. 第二回目開催 (『培養細胞の遺伝子導入実験』) において

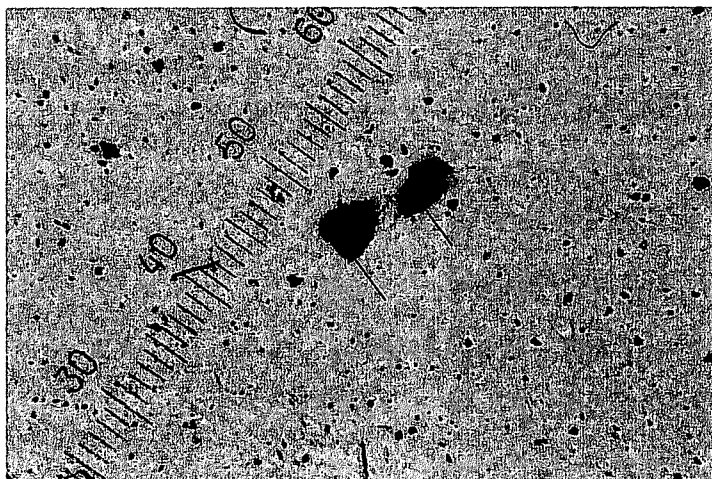
前回の第一回目開催時から約一ヶ月間経っており、後述するような問題点を検討する時間があった。それらの反省点をふまえ、第二回目開催では第一回目に比べて、説明や指導を充実させる事に主眼を置いた。

第一日目は、参加生徒が多い事や第 1 回目開催でマイクロピペットの取り扱いに不慣れた生徒が多かった事をふまえ、マイクロピペットをはじめとする器具の取り扱い方の説明・習熟に多くの時間を割く事とした。これは、マイクロピペットの取り扱いが不慣れたため、第一回目開催ではグループごとに大きな進度の差が出来てしまった事や、分量の取り間違えが多発したためである。習熟への方法としては、各マイクロピペット (1000 μ l 用、250 μ l 用、20 μ l 用、2.5 μ l 用など) の最大計測量やダイヤルの読み取り方などを、パワーポイントを用いて説明するとともに、「練習問題」として計りとりたい量を問題として与え、「その分量を計り取るためには、どのピペットをどの回数、どの分量ごと計り取れば良いか」という形式の出題で知識の定着をはかった。また、実際のピペッティング操作に慣れてもらうため、ビーカーから蒸留水を一定量吸い上げ、それをラップ上に落とし、さらにラップ上に落とした蒸留水を吸い上げるという操作を繰り返し、ピペット操作を練習した。

実験の説明に関しても内容の充実を図るため、それまでは主にプリントのみで説明していたものをパワーポイントでスライドでも説明するようにした。パワーポイントは、図示が容易であるという利点があるため、この利点を最大限に活かすよう、図をメインに提示するものとした。また、第一回目の指導方法が Step-by-Step のみであったのに対し、第二回目では一度実験の流れを全て説明した上で、さらに Step-by-Step の指導を行った。

第二日目以降もパワーポイントを用いた指導を行ったが、特に染色、脱色のステップに関しては、非常に煩雑な手続きが予想されたため、生徒の進捗をよく観察しながら、Teaching Assistant (TA) を多めに配置する等の改善を行った。

実験自体は多くの班で成功し、プラスミド DNA がチャイニーズハムスター卵巣細胞にとりこまれ、細胞が青色に染色している状況が観察された (写真 3)。



←写真 3:矢印はプラスミド DNA が導入されたチャイニーズハムスター卵巣細胞>

5. Teaching Assistant の役割

TA は「実施の際に観察、実験、実習等の指導補助を行う者」という役割が与えられており、実際に講師数名だけでは目の届かない細かな実験の補助をする者である。理科系の実験を行う場合は、小グループ制を取る場合が多く、理解度の差がグループの進捗状況の差として如実に現れる場合が多々ある。今回のように一つの流れとして実験系が組まれている場合は、一つのステップでも理解度が十分でない場合には、それ以降の実験が進まないなど、実験に支障が出る恐れがある。そのため、TA がいわば「サポート役」として、生徒と向き合い、小グループ内でのディスカッションや実験の細かい手順／方法などを指導した。TA 1 名が 2～3 の小グループを担当することとした。

6. 実施後のアンケート調査について

SPP では、各 SPP の企画が実施されるごとにアンケート調査を行う事が義務づけられている。このアンケート調査は大きく 18 項目と性別欄、学年欄から成り立っている（その他に自由記入欄あり）。以下にその内容を記述する。なお、自由記入欄以外はアンケートは 5 択選択の形式である。

1. SPP 講座の受講は何回目ですか。
2. 理科、数学についてどのように思うようになりましたか。

3. 今回の SPP の講座は面白かったですか。
4. 今回の SPP の講座は理解できましたか。
5. 今回の講座をきっかけに、理科／数学に関する興味、関心が増しましたか。
6. SPP をきっかけに理科／数学について知りたい事を自分で調べようと思うようになりましたか。
7. SPP をきっかけに研究者を身近に感じるようになりましたか。
8. SPP をきっかけに研究について具体的なイメージを持つようになりましたか。
- 9-1. SPP では話し合いに参加する力がつきましたか。
- 9-2. SPP では共同作業する力がつきましたか。
- 9-3. SPP では課題を解決するための情報収集能力、活用能力がつきましたか。
- 9-4. SPP を通して課題の発見能力を習得できましたか。
- 9-5. SPP では課題を比較検討して解決する能力を習得できましたか。
- 9-6. SPP では試行錯誤を通して課題を解決する能力がつきましたか。
- 9-7. SPP ではデータを考察、説明、レポート作成につなげる能力がつきましたか。
10. SPP をきっかけに自分の進路について考えるようになりましたか。
11. SPP をきっかけに将来、科学を必要とする職業につきたいと考えるようになりましたか。
12. 参加前／参加後の志望進路
- 13-1. SPP への参加を通して進路に関する目的、意義を考えるようになりましたか。
- 13-2. SPP をきっかけに希望進路の業種／職種は明確になりましたか。
- 13-3. SPP をきっかけに進路選択の情報を集めようとするようになりましたか。
- 13-4. SPP をきっかけに研究者、大学生、大学院生の意見を参考にする度合いはどのように変化しましたか。
14. 理科／数学を勉強する事は将来の仕事の可能性を広げてくれると思いますか。
15. 理科／数学を勉強する事は重要だと思うようになりましたか。
16. 理科／数学で学んだ考え方が社会の各分野で活かされていると理解できるようになりましたか。
17. 勉強する事の目的／意義を自分なりに理解できるようになりましたか。
18. また参加したいと考えますか。
19. 性別
20. 学年

筆者らは、これらの項目を大きく 5 つのパートに分けて考察した。

Part1 : 1.~8.のパートであり、これらは、全般的な SPP に対する感想として捉えた。すなわち、「SPP が楽しかったか」、「興味を持つような内容であったか」、そして「きっかけ作りとして役立ったか」、である。

Part2 : 9-1.~9-7.のパートである。これは、SPP の具体的な効果についての設問である。すなわち、「文章作成能力、情報収集能力、考察能力の育成に効果があったかどうか」、である。

Part3 : 10.~13-4.のパートである。これは「将来の進路選択に対し、SPP がどのような効果をもたらしたか」を考察するものである。

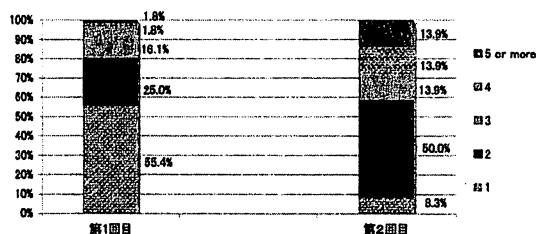
Part4 : 14.~17.のパートである。Part3 が比較的狭義の「進路」、すなわち、大学進学に関する項目群であるのに対し、このパートはより広い「進路」すなわち、「自分の将来像や理科／数学と社会との関わりを感じ取ったか」といった項目群として捉えた。

Part5：その他

7. アンケートの調査結果

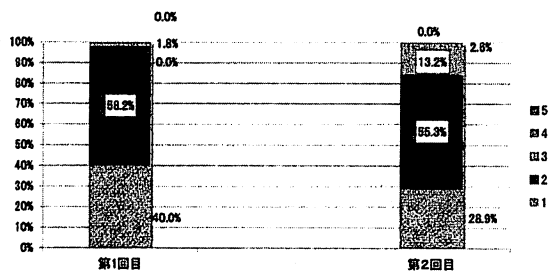
7-1. Part1：SPP に対する全般的感想及び興味、関心の度合い

SPP講座の受講は何回目ですか。



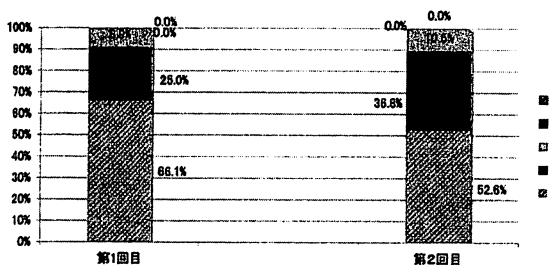
←図1：SPP 受講回数>

理科／数学についてどのように思うようになったか？

←図2：理科／数学に関する理科、数学について
どのように思うようになりましたか。>

- 1: 受講前も好きだったが、受講後はより好きになった
- 2: 受講前も好きだったが、受講後もあまり変わらない
- 3: 受講前は好きではなかったが、受講後は好きになった
- 4: 受講前は好きではなかったし、受講後もあまり変わらない
- 5: その他

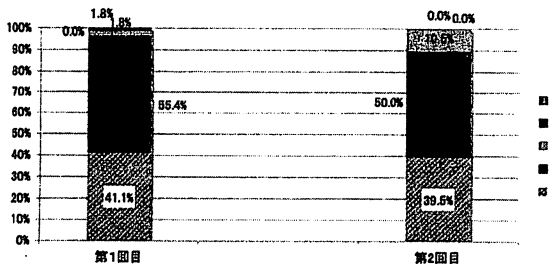
今回のSPP講座は面白かったか？



←図3：今回のSPP の講座は面白かったですか>

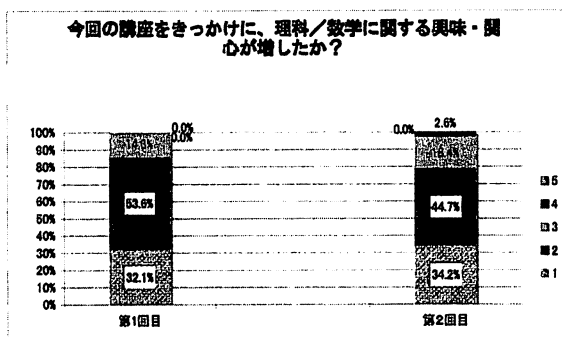
- 1: 受講前も好きだったが、受講後はより好きになった
- 2: 受講前も好きだったが、受講後もあまり変わらない
- 3: 受講前は好きではなかったが、受講後は好きになった
- 4: 受講前は好きではなかったし、受講後もあまり変わらない
- 5: その他

今回のSPP講座は理解できたか？



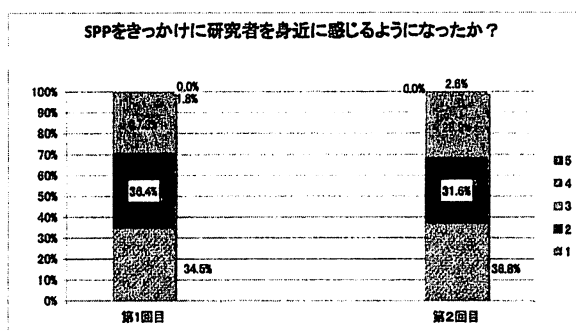
←図4：今回のSPP の講座は理解できましたか。>

- 1: 理解できた
- 2: どちらかといえば理解できた
- 3: どちらともいえない
- 4: どちらかといえば理解できなかった
- 5: 理解できなかった



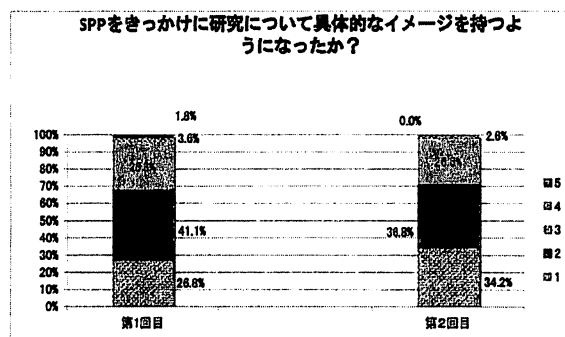
←図 5：今回の講座をきっかけに、理科／数学に関する興味、関心が増しましたか。>

- 1: 増加した
- 2: どちらかといえば増加した
- 3: どちらともいえない
- 4: どちらかといえば増加しなかった
- 5: 増加しなかった



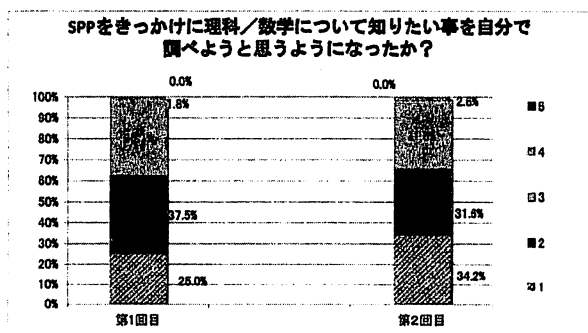
←図 6：SPP をきっかけに理科／数学について知りたい事を自分で調べようと思うようになりましたか。>

- 1: なった
- 2: どちらかといえばなった
- 3: どちらともいえない
- 4: どちらかといえばならなかった
- 5: ならなかった



←図 7：SPP をきっかけに研究者を身近に感じるようになりましたか。>

- 1: なった
- 2: どちらかといえばなった
- 3: どちらともいえない
- 4: どちらかといえばならなかった
- 5: ならなかった



←図 8：SPP をきっかけに研究について具体的なイメージを持つようになりましたか。>

- 1: なった
- 2: どちらかといえばなった
- 3: どちらともいえない
- 4: どちらかといえばならなかった
- 5: ならなかった

以上の8つのグラフからもわかるとおり、おおむね全ての項目に対して、半数以上の生徒が「SPPが自分達の学習に役に立った」、「効果的であった」、「面白かった」と回答して

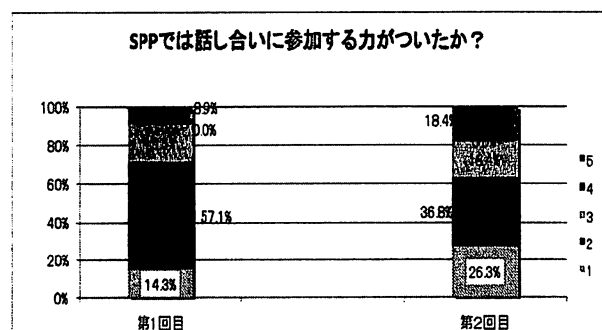
いる。多くの生徒はSPPの受講が1回～2回であり、生徒にとって数少ない実験的な学習体験であったことが、大きく寄与していると思われる。その根拠として、図2、図3のように、多くの生徒がSPPを「面白いもの」として捉えている、また、「面白い」という体験をもとに、理科／数学に対する興味、関心が増加している点も注目に値する(図5)。

しかし、一方で、その「面白さ」からさらに発展させ、「知りたい事を自分で調べる」「研究の具体的イメージを持つ」といった回答(図7、図8)においては、やや他の回答と比べてネガティブな反応であった。約30%の生徒は「知りたい」(図6)事に消極的であり、「研究者を身近に感じ」(図7)たり、「研究に対して具体的イメージを持つ」(図8)事につながらなかったようである。これらのことから、図6で3, 4, 5の選択肢を選んだ生徒は、図7、図8のアンケートでも同じく3, 4, 5の選択肢を選んでいると推測される。この根拠は、グラフの選択肢解答構成が図6、図7、図8間で似通ったパーセンテージを示していることにある。

図2～図5までの項目では3～5の選択肢を選んだ生徒は多くとも20%であり、約20～30%程度の生徒は「実験そのものは面白いと思った」が、それから「さらに発展させ、自分の調べたい事、自分の研究をしてみたい」という意欲にまでは結びつかなかった」という回答をしたと推測される。今後の課題としては、「面白くなく、興味もわかなかった」という5～10%ほどの生徒に対するフォローを現場でどのように行うべきかという対策である。これらの生徒が、単に「面白い」という点にとどまらず、研究や科学が面白いとか生活にとっても有用だと感じるような動機づけが望まれる。

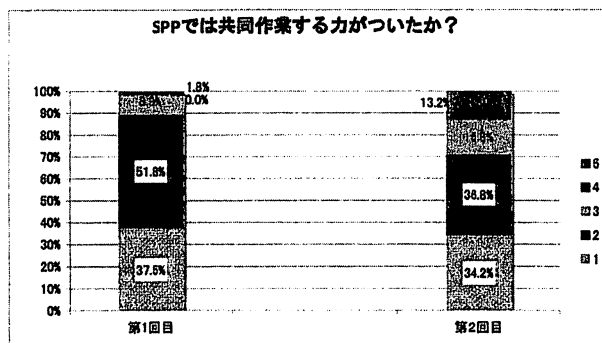
また、パワーポイントを使用したにもかかわらず、第2回目開催時のアンケート結果においても「SPPが面白かった」「SPPが理解できた」と解答している生徒、「理科／数学に対する関心が増加した」と回答している生徒があまり増えていない(漸減している項もある)。パワーポイントの利点として図を映写できる点が挙げられるが、必ずしもパワーポイントの使用が、教育的な効果を発揮できていない点も問題である。むしろ、実験自体の大まかな流れが理解できていない生徒も多かったと考えられ、そのような生徒に対してはむしろパワーポイントを用いた一律的な指導はかえってマイナス要因となった可能性もある。

7-2. Part2 : SPPの具体的な効果 ー文章作成能力、情報収集能力、考察能力ー



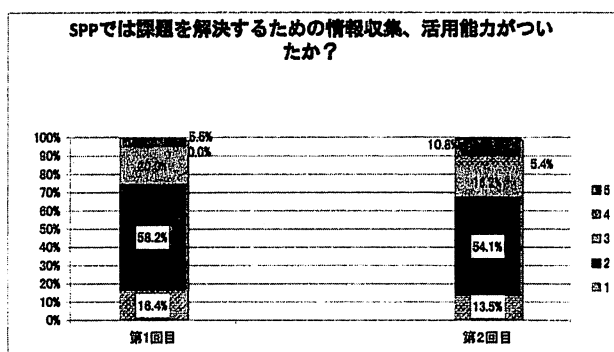
←図9 : SPP では話し合いに参加する力がつきましたか。>

- 1: 習得できたと思う
- 2: すこし習得できたと思う
- 3: あまりそう思わない
- 4: 全くそう思わない
- 5: そのような場面がなかった



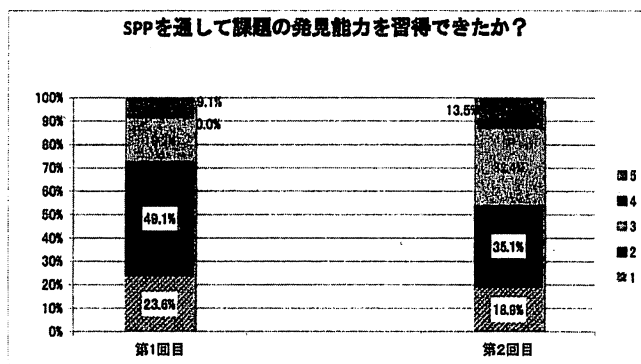
←<図 10：SPP では共同作業する力がつきましたか。>

- 1: ついた
- 2: どちらかといえばついた
- 3: どちらともいえない
- 4: どちらかといえばつかなかった
- 5: つかなかった



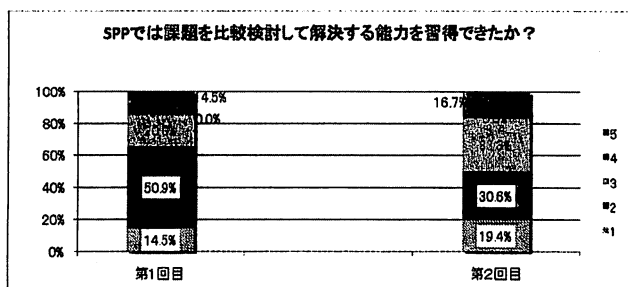
←<図 11：SPP では課題を解決するための情報収集、活用能力がつきましたか。>

- 1: ついた
- 2: どちらかといえばついた
- 3: どちらともいえない
- 4: どちらかといえばつかなかった
- 5: つかなかった



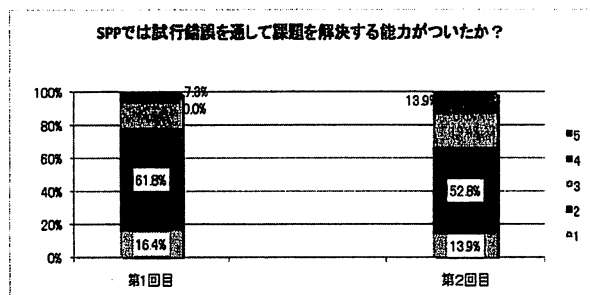
←<図 12：SPP を通して課題の発見能力を習得できましたか。>

- 1: できた
- 2: どちらかといえばできた
- 3: どちらともいえない
- 4: どちらかといえばできなかった
- 5: できなかった



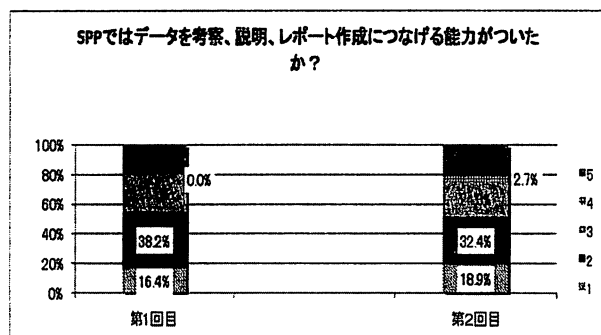
←<図 13：SPP では課題を比較検討して解決する能力を習得できましたか。>

- 1: できた
- 2: どちらかといえばできた
- 3: どちらともいえない
- 4: どちらかといえばできなかった
- 5: できなかった



←< 図 14 : SPP では試行錯誤を通して課題を解決する能力がつけましたか。 >

- 1:できた
- 2:どちらかといえばできた
- 3:どちらともいえない
- 4:どちらかといえばできなかった
- 5:できなかった



←< 図 15 : SPP ではデータを考察、説明、レポート作成につなげる能力がつけましたか。 >

- 1:できた
- 2:どちらかといえばできた
- 3:どちらともいえない
- 4:どちらかといえばできなかった
- 5:できなかった

以上の結果から、SPPの具体的な効果に対する検討は、個別項目によってややばらつきがあるといわざるをえない。「話し合いに参加する力」に関する質問項目(図9)では両開催時とも、約60~70%の生徒が「習得できた」と回答しているが、約30~40%の生徒は「そう思わない」と回答した。これは、あえて実施プログラムに「ディスカッションの時間」を設けなかったことにも起因すると考えられる。ディスカッションを時間的に考慮しなかった理由としては、ディスカッションは実験の最中／終了後を問わず随時行われるものであり、実験を行う中でその手法や結果について、自発的な話し合いを期待したことがある。特に今回の場合は、待ち時間が多かったため、この時間を生徒、講師、TAが有効にディスカッション時間として利用できると予測していた。しかし、期待したような効果は必ずしもあがっていなかった(図9)。

「SPPでは共同作業する力がついたか」(図10)という項では、第1回目開催の方が肯定的な意見が多かった。この理由としては、第1回目開催は、金属イオンの添加や電気泳動といった、比較的グループ内で分担しやすい作業が多かった事(第2回目でも分担可能となるよう配慮したが、混同を避けるため、1試験管／1ウェルあたりに1人の固定とする必要があった)が挙げられる。一見、分担可能と考えられる実験系でも、例えば一つのウェルの担当者を決めてしまうと、互いの作業に無関心になりがちである事にも注意する必要があった。

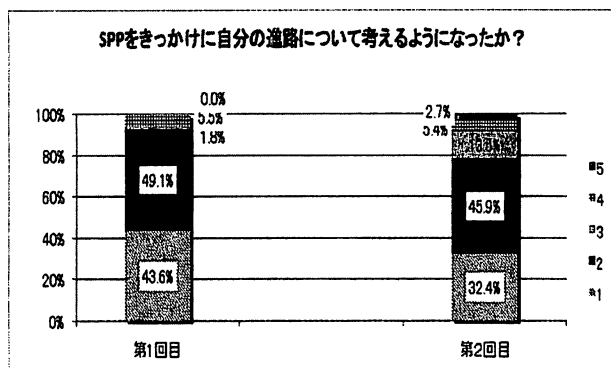
「SPPでは課題を解決するための情報収集、活用能力がつけましたか。」という項目(図11)では約70%程度の生徒が「ついた」と回答している。主に、ミニレクチャーやTAによる実験の予備知識をサポートした事が影響していると思われる。これに対し「SPPを通して課題の発見能力を習得できましたか」という項(図12)では特に第2回目において約半数の生徒が「どちらともいえない」、あるいは「(課題発見能力を習得)できなかった」

と回答している。つまり、与えられたテーマに対してそれを解決する情報収集やその活用はできるものの、課題そのものを自分から発見するまでには至っていないことがわかる。

「SPP では試行錯誤を通して課題を解決する能力がつけましたか。」という項(図 14)では、60~70%の生徒が「ついた」と回答しているが、この設問では「(全く)ならなかった」と回答している生徒が約 10%存在する。これは、実験が非常にスムーズにいったため、むしろ「試行錯誤」というよりは「マニュアル的」な実験に終始したためであると推測する。すなわち、試行錯誤は、「成功」の前にならず「失敗」が伴うことが前提であるため、試行錯誤を実感できなかった生徒は、むしろ実験が「成功」した生徒であるという、やや相反する状況が生まれている。指導側としては、時間的制約、その他に鑑み、「一回で実験を成功させる」事に重点をおきがちであるが、その一方でそれだけでは生徒の学習効果としては乏しいものになる事を念頭におかねばならない。

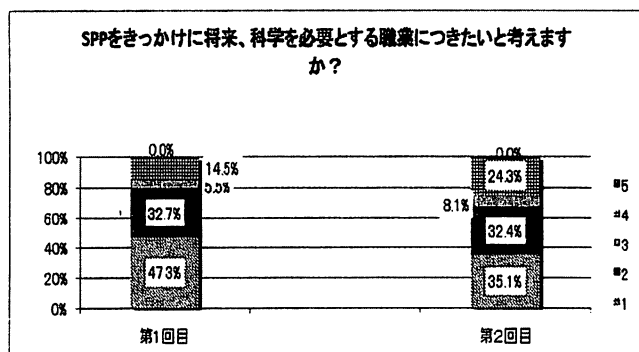
最後の「SPP ではデータを考察、説明、レポート作成につなげる能力がつけましたか。」という項(図 15)では、約半数「どちらともいえない」または「ならなかった」と回答している。この理由としては、生徒にレポート作成を義務づけなかった事や、全体の前で実験結果について発表する場を設けなかったことが要因であろう。加えて、上記の「課題発見能力」や「試行錯誤」といった、生徒の「考える力」に訴えるような指導が必ずしも十分ではなかった事も、この結果に影響したと考えられる。

7-3. Part3 : 将来の進路選択



←< 図 16 : SPP をきっかけに自分の進路について考えるようになりましたか。 >

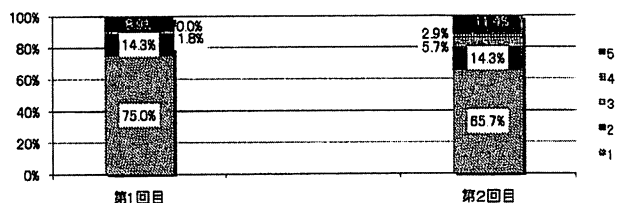
- 1: 受講前も考えていたが、受講後はより考えるようになった
- 2: 受講前も考えていたし、受講後もあまり変わらない
- 3: 受講前は考えていなかったが、受講後は考えるようになった
- 4: 受講前は考えていなかったし、受講後もあまり変わらない
- 5: その他



←< 図 17 : SPP をきっかけに将来、科学を必要とする職業につきたいと考えますか。 >

- 1: 受講前も考えていたが、受講後はより考えるようになった
- 2: 受講前も考えていたし、受講後もあまり変わらない
- 3: 受講前は考えていなかったが、受講後は考えるようになった
- 4: 受講前は考えていなかったし、受講後もあまり変わらない
- 5: その他

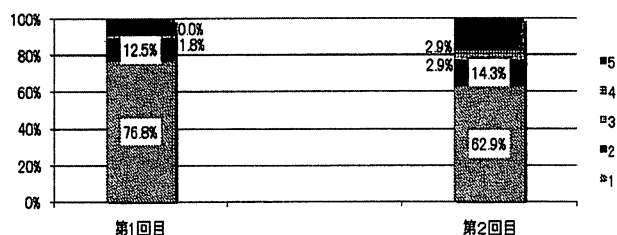
志望進路（参加前）



←< 図 18：参加前の志望進路 >

- 1: 大学・短大(理系)進学
- 2: 大学・短大(文系)進学
- 3: 専門学校進学
- 4: 就職
- 5: 検討中
- 6: その他

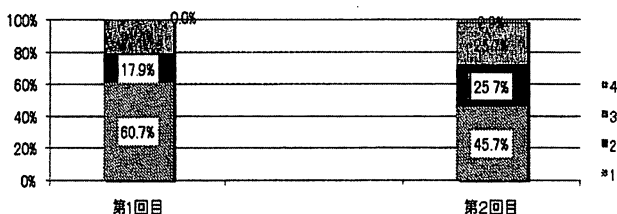
志望進路（参加後）



←< 図 19：参加後の志望進路 >

- 1: 大学・短大(理系)進学
- 2: 大学・短大(文系)進学
- 3: 専門学校進学
- 4: 就職
- 5: 検討中
- 6: その他

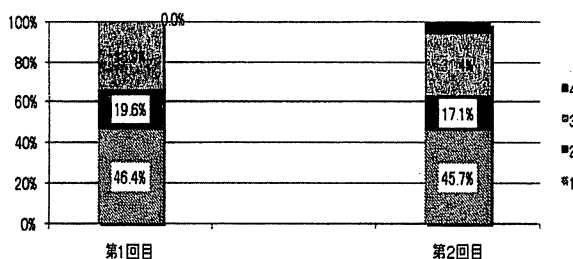
SPPへの参加を通して進路に関する目的、意義を考えるようになったか？



←< 図 20：SPP への参加を通して進路に関する目的、意義を考えるようになりましたか。 >

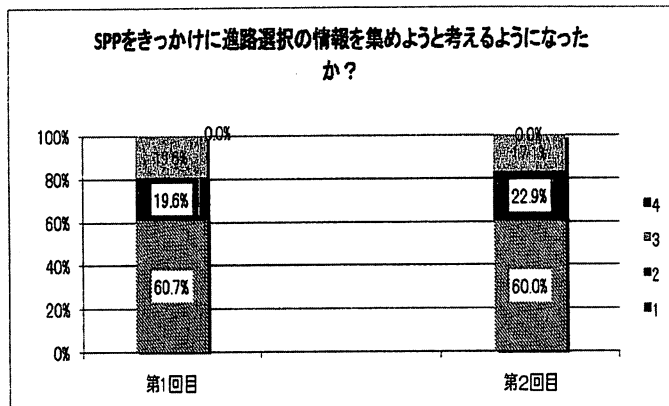
- 1: 以前から考えていたが、より考えるようになった
- 2: 以前は考えていなかったが、考えるようになった
- 3: とくに考えるようにはならなかった
- 4: その他

SPPをきっかけに希望進路の業種・職種は明確になったか？



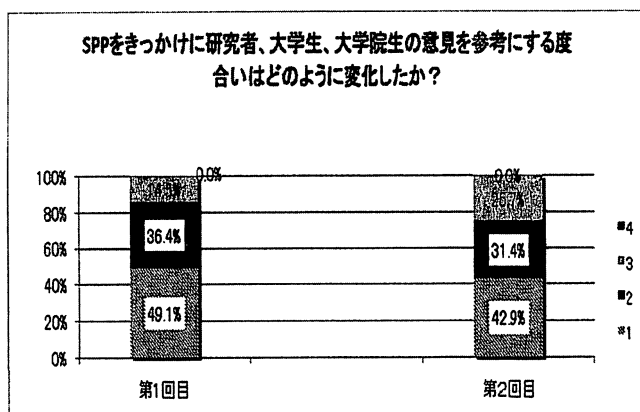
←< 図 21：SPP をきっかけに希望進路の業種、職種は明確になりましたか。 >

- 1: 以前からある程度は明確であったが、より明確になった
- 2: 以前は明確ではなかったが、明確になった
- 3: とくに明確にはならなかった
- 4: その他



←< 図 22：SPP をきっかけに進路選択の情報をあつめようと思ったようになりましたか。>

- 1: 以前から考えていたが、より考えるようになった
- 2: 以前は考えていなかったが、考えるようになった
- 3: とくに考えるようにはならなかった
- 4: その他



←< 図 23：SPP をきっかけに研究者、大学生、大学院生の意見を参考にする度合いはどのように変化しましたか。>

- 1: 以前から ある程度は参考にしていたが、より参考にするようになった
- 2: 以前は参考にはしていなかったが、参考にするようになった
- 3: 特に参考にはならなかった
- 4: その他

ここでは、主に、「直接的な進路選択」、すなわち「大学進学」や、「その先の自分自身の就職」といった項目について議論する。ここでの進路選択に関する項目では、主に高校 2 年生、さらに理数科の生徒が対象であり、やや限定的な対象となる事を念頭において議論する必要がある。「SPP をきっかけに自分の進路について考えるようになりましたか」(図 16)、「SPP をきっかけに将来、科学を必要とする職業につきたいと考えますか」(図 17)といった項目では、80%程度で肯定的な意見が得られている。特に、「受講前も考えていたが、受講後はより考えるようになった」という意見、「受講前は考えていなかったが、受講後は考えるようになった」という意見が合わせて 40%程度あることは、実施者として喜ばしい結果である。一方で、「受講前も考えていたし、受講後もあまり変わらない」といった意見が多かった(約 40%)。これは、比較的母集団が限定されており、元々理科/数学に意欲のある生徒が多い事も一因であると考えられる。

図 18 及び図 19 の様な志望進路に関する設問では、殆ど「参加前—参加後で変化がない」であった。これも、母集団が理数科の生徒であることが大きく寄与しているものと考えられる。約 70%の生徒は大学・短大(理系)進学を希望しており、元々サイエンスをテーマとして行われる SPP がこの希望進路を「変える」ような動機付けにはならない。しかし、「その希望進路に対する意欲・意識がどこまで深まったのか」について、SPP の実施時に配慮が十分になされるべきである事は前述(7-1、7-2)の結果より明らかである。

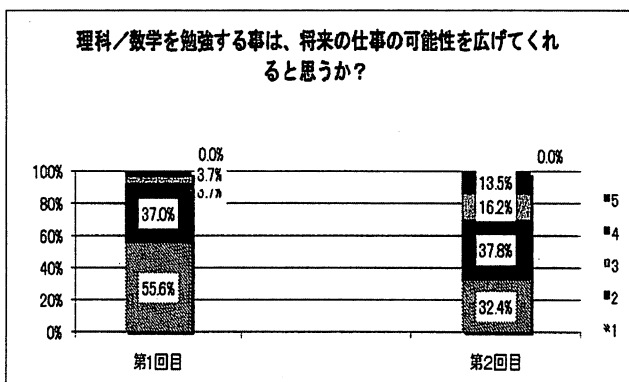
図 20-22 に代表される「進路に対して意識が明確化しましたか」を問う設問では、お

おまかに、「明確になった」とする生徒が約 70~80%、「そうでない」生徒が約 30~40%という結果となった。TA は医学部の学生が殆どであり、テーマも生命科学を主とした SPP であった。生物系の進路選択には有利に働いたとしても、例えば数学などを志望する生徒にはやや物足りない側面があったかもしれない。

今回の SPP では対象は生物を扱うものであるが、その解析(電気泳動など)においては、物理化学的手法が用いられている点があった。ただ、このことを意識できた生徒は必ずしも多くなかったことから、生命科学的な結論ばかりに焦点をあてるのではなく、実験手法における物理化学あるいは数学的な法則についても言及すれば、さらに包括的な指導になったものと考えられる。

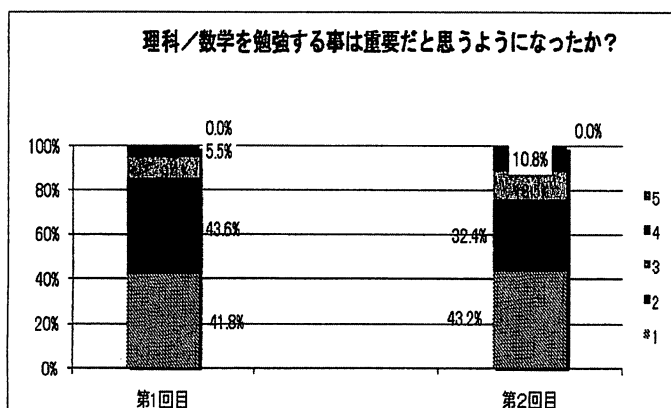
最後に図 23 として、「SPP をきっかけに研究者大学生、大学院生の意見を参考にする度合いはどのように変化しましたか。」という項については、おおむね 70%以上の生徒が「参考になった」と回答している。しかし一方で、1 回目では 14.5%、2 回目では 25.7%の生徒が「特に参考にならなかった」と回答している。これについては、TA や指導講師との会話の中からも「参考にする意見が得られたかどうか」が大きく影響したためと推察される。今回は、TA や指導講師が生徒の自主性を尊重するあまり、彼らのディスカッションに深入りを避ける場面が少なくなかったと反省している。

7-4. Part4：自分の将来像や理科／数学と社会との関わり



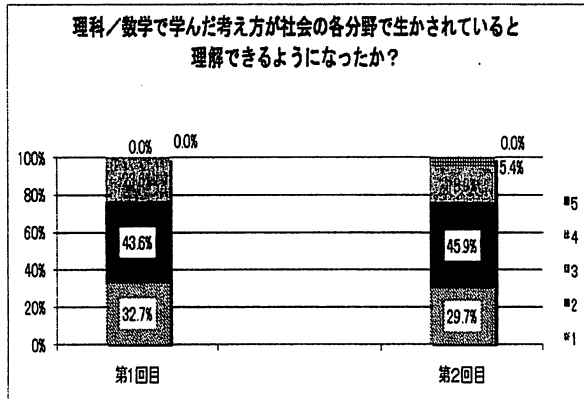
←図 24：理科／数学を勉強する事は将来の仕事の可能性を広げてくれると思いますか。＞

- 1: 受講前も思っていたが、受講後はより思うようになった
- 2: 受講前も思っていたし、受講後もあまり変わらない
- 3: 受講前は思っていなかったが、受講後は思うようになった
- 4: 受講前は思っていなかったし、受講後もあまり変わらない
- 5: その他



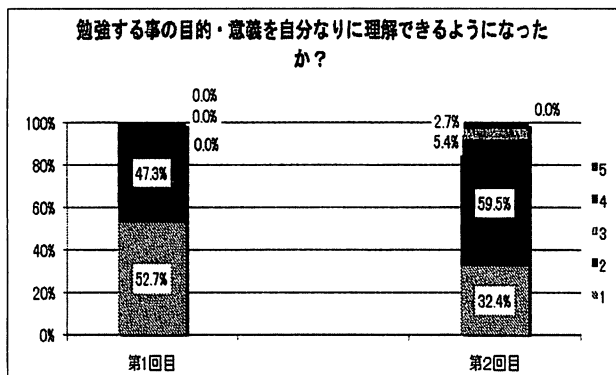
←図 25：理科／数学を勉強する事は重要だと思うようになりましたか。＞

- 1: 受講前も思っていたが、受講後はより思うようになった
- 2: 受講前も思っていたし、受講後もあまり変わらない
- 3: 受講前は思っていなかったが、受講後は思うようになった
- 4: 受講前は思っていなかったし、受講後もあまり変わらない
- 5: その他



← 図 26：理科／数学で学んだ考え方が社会の各分野で活かされていると理解できるようになりましたか。＞

- 1: より理解できるようになった
- 2: 理解できるようになった
- 3: 参加前後で特に変わらない
- 4: より理解できなくなった
- 5: その他



← 図 27：勉強する事の目的・意義を自分なりに理解できるようになりましたか。＞

- 1: より理解できるようになった
- 2: 理解できるようになった
- 3: 参加前後で特に変わらない
- 4: より理解できなくなった
- 5: その他

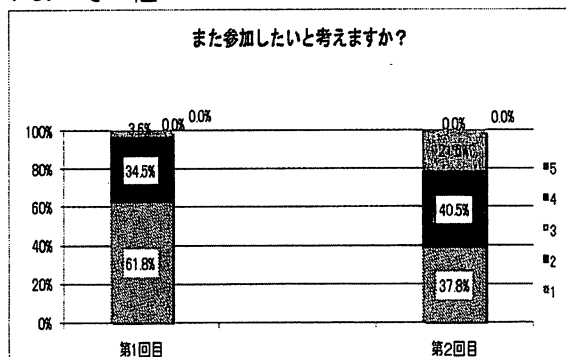
「理科／数学を勉強する事は、将来の仕事の可能性を広げてくれると思いますか」（図 24）という問いと、「理科／数学を勉強する事は重要だと思ようになりましたか」（図 25）の問いでは、解答比率が似た割合を示しており、「理科／数学を用いる将来の仕事像を描けたかどうか」という点と「理科／数学の重要性を理解できたかどうか」という点が密接な相関を示している。「将来の仕事の可能性」（図 24）に対する設問では、第 2 回目開催の方がやや劣った結果を示している。第 1 回目の実験では、実験材料や実験手法の点で、比較的高校生に目新しいもの次々と用いたのに対し、第 2 回目の実験では、実験手法は比較的限定的で、染色／脱色といった比較的地味なステップも多かったためと考えられる。第 2 回目の実験は、第 1 回目比べて「一つの系を完成させる」という趣旨に近いものがあったが、高校生にとって（特に「面白み」を求める生徒にとって）は、それに対し「将来における自分達の関わりを感じにくかった」ということがあったのかもしれない。

勿論、今回の SPP では、電気泳動や遺伝子導入といった手法が、先端生命科学の分野でどのように用いられているか、具体例（iPS 細胞や遺伝子導入の話など）を挙げて説明した。一方、アンケートの「理科／数学で学んだ考え方が社会の各分野で活かされていると理解できるようになりましたか。」（図 26）では、「理解できた」と解答している生徒は約 70% である。多くの生徒は、私達が提示した具体例と SPP 実験のつながりを理解できたようであるが、約 30% の生徒はそれを感じ取れなかったようである。

「勉強する事の目的・意義を自分なりに理解できるようになったか」（図 27）の結果では、他の項目に比べて良好な結果を示していた。多少なりとも、勉強に対する動機付けはそれなりに向上したと考えられ、今回の SPP がそれに資することができたのは、実施者側

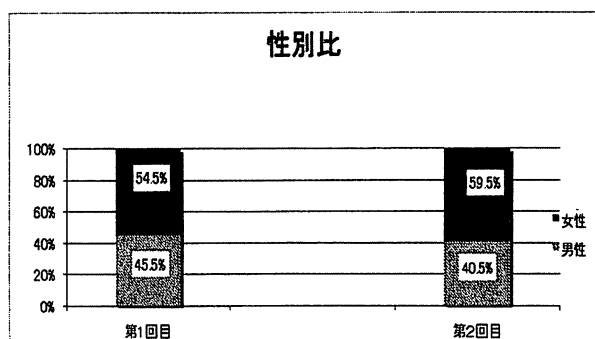
として大きな収穫である。

7-5. その他



←< 図 28：また参加したいと考えますか。>

- 1: 参加したい
- 2: どちらかといえば参加したい
- 3: どちらともいえない
- 4: どちらかといえば参加したくない
- 5: 参加したくない



←< 図 29：性別比>

「また参加したいと考えますか。」(図 28) という設問では、「参加したくない」と回答した生徒が 0%で、80%程度の生徒は「参加したい」という反応であった。実施担当者側としては良好な結果といえるが、第 2 回目開催時の結果では「どちらともいえない」という生徒が 20%程度もいたことは、今後の大きな課題である。

7-6. アンケート自由記入欄の主な記述とその分析

アンケートには自由記入欄が存在し生徒の率直な意見が記されている。一部を抜粋し、ここに掲載する。

7-6-1. 第 1 回目開催時のアンケート自由記入欄より (抜粋)

- 普通の授業では出来ないことだった
- 実際に実験できて(手を動かして)楽しかった
- 大変だったけど楽しかった
- 胚を扱うのに緊張した
- 命の大切さがわかった
- 複雑で理解が大変だった
- 胚はちょっと扱いづらい
- 何を見ているのかよく判らない

7-6-2. 第2回目開催時のアンケート自由記入欄より（抜粋）

- 普段の授業では教科書でしか判らない事が、実験的に理解できた
- 面倒と思っていたが、意外と楽しかった
- 遺伝子がどんなものかわかった
- 実際にどんな作業が研究で行われているのか判った
- マイクロピペットの扱いが判った
- 手順が複雑で途中からよく判らなくなりそうだった
- 結果の解釈が難しい

8. アンケート解析に関する考察

今回のアンケート結果から興味ある事実が明らかとなった。それは、SPP 受講者を理科や数学に対する動機付けの高さから大きく3つのグループに分けられるという事である。1つ目は、「意識が非常に高く、実験も非常に意欲的に行う」生徒のグループである。この段階の生徒は、理科を将来に役立てようとする意識も高いため、Part1 に対する回答として「実験が理解できた、面白かった」と答え、なおかつ「SPP をきっかけに研究を身近に感じるようになった」と回答している。さらに、Part2 や Part3 でも「課題を発見、考察する力がついた」「将来、科学を必要とする職業に就きたいと思うようになった」と回答している。結果的に Part4 のアンケートでも理科／数学に対する自分の可能性を SPP によって見だしている生徒である。今回の SPP では、受講者全体の約 30~40%が該当すると思われる。

2つ目は、「理科／数学に対する問題意識、課題解決意識は一定程度あり、実験に至っては、与えられた課題は解決しようと努力する。しかし、それ以上に自分自身で何かに取り組んでみたい、実験課題を自ら発見—解決しようという熱意は必ずしも大きくない」というグループである。この生徒達は Part1 のアンケート項目では「SPP が面白かった、理解できた」という反応であったが、Part2 では「話し合いに参加する能力、課題発見能力、データを考察する能力は少しついた」と回答している。また Part3 では「将来、科学を必要とする職業は、前々から考えていたし、これからもその意識は変わらない」と答えている。また Part4 において、「希望進路や業種は以前から念頭にあったが、より明確になった」あるいは「希望進路や業種については以前明確でなかったが、今回かなり明確になった」と回答した。このグループは全体の 40~50%程度ほどにあたる。

最後のグループは、理科／数学に対する問題意識、課題解決意識なしに、SPP を受講し、受講後もあまり変わらなかったという生徒達である。Part1~Part4 を通して、「SPP は理解できなかったし、課題発見／解決能力もあまりつかなかった、また将来にもあまり結びつくようなものではなかった」と回答していた。アンケート項目にもばらつきはあるが、全体の 10~20%程度を占めると推定される。

さて、ではこれらの各グループに対し、それぞれの問題点を明らかにしたい。まず第1のグループに対しては、一見、理想的な SPP 受講者のように思えるが、問題意識が高度になるにつれ、担当講師と TA はその個別のニーズに応えるのは難しくなる。また、個別の分野に対する問題意識が非常に高いため、ともすれば Narrow-viewing な結論に終始し、本来の SPP の目標である「科学に対する広い見識を持ってもらう」から遠ざかってしまう危険性がある。同時に、彼らの目標に対しては、この SPP 講座とその目標の接点をどのように見つけるべきか、SPP の内容に『つまらない』という不満を持たないかという問題がある。むろん、彼ら自身の問題意識や課題意識も高いため、それらの不安は自然と取り除

かれうる（自身でさらに、課題を発展させうる）可能性があるが、そこに、講師や TA が介入できないとなれば、「果たして SPP は効果的なのか」という疑問が依然として残る。

第 2 のグループでは、「実験自体は面白い」と考えている動向が伺われた。また、与えられた課題に対してはそれを解決しようとするため、「必ずしも理科／数学に対する意識が低い訳ではない」と推測される。しかし、第 1 グループのように自分達で課題をさらに発展させたり、広い問題意識をもって課題に取り組むには至っていない。「進路と SPP との接点はある程度見つけられている」ものとみられる。この生徒達の問題点は、「実験（もしくは SPP）が面白い」というのが、「興味本位の面白さ」から「学問的面白さ」へ変化していないという点である。いわゆる、中高生を対象とした「実験講座」などでは、導入として「興味本位の面白さ」を感じてもらう事を第一の目標としているものもあり、その点で第 2 グループが全体の約半数を占めることは、「理科離れ」が叫ばれる中で、SPP の効果を示唆していると言えよう。

しかしながら、「興味本位の面白さ」は決して長続きするものではなく、扱う材料や機材に対する新鮮みが失せた時点で、再び彼らの理科／数学に対する意欲は急激に低下する事を念頭に置かねばならない。その点で、第 2 グループが大きい事は SPP の成功を表していると同時に、その「深み」に対する疑問を投げかけているともいえよう。彼らの自発的な「気付き」に期待したこと結果ともいえるが、一方で受動的な学習に終始する生徒を生んでしまった事は否めない。SPP の主催者側としても、積極的な議論展開を講師や TA とともに展開していく必要があるものと思われる。

第 3 のグループの生徒が抱える問題は、何よりも「理科／数学に対する興味が薄い」という事が挙げられる。これが第 2 グループとの差異でもあるが、「興味／関心」が湧かないということであれば、SPP を実施しても期待できる効果は薄い。したがって、少しでも理科／数学に対する興味・関心を持ってもらう事が、この生徒達に対するアプローチとしては適切であると考えられる。第 2 グループで期待したような「興味本位の面白さから学問的興味へ」という方式を最初からとるのではなく、「まず興味本位の面白さ」を提案する実験テーマの方が、より現実的かつ効果的なアプローチであるといえよう。

9. SPP の将来展望

9-1. 多様なニーズに対する対応策

前項で考察した通り、SPP の受講者といえども、多くのニーズや個性が存在する。したがってそれを一律的にそろえて一つのプログラムで指導する事は必ずしも効果的ではないし、単に能力別のクラス分けをするのであれば、何の意味ももたない。一方、集団で実験やディスカッションを行う場合は、ある程度まとまって系を実行することが必要である。それゆえ、これら 2 つを同時に解決するのは容易ではないが、少なくとも様々な個性を持つ生徒達が互いに刺激し合う事は、生徒達のスキルアップにつながるはずである。

さて、各グループの受講者に対し、具体的にどのような目標を与えるべきであろうか。まず第 1 グループに対しては、何よりもその自発性を尊重する事が優先されなければならない。そのためには、SPP の事後学習を行う事が必須である。既に SPP では事後学習が制度化されており、また平成 21 年度からは「キャリア教育枠」として「理数分野に特化したキャリア教育的内容を具体的に含めた企画」が採択される事になっている。これらの制度を有効に活用する事で、彼らの個々の問題意識や課題を解決するための実験／ディスカッションがより深く行う事が出来ると考える。

第 2 グループには、「学問的興味」を持ってもらう事を目標とする方法や「面白さ」に重

点を置いた指導をする、という二つの方法がある。筆者は、「実験が楽しい、面白い」というのは、その新鮮みに依存する面も多く、それが必ずしも「将来の科学者」を目指す道につながらないと考えるため、「面白さ」を入り口として、その後に「学問的興味」に導く事が重要と考えている。しかし、全ての生徒が、「学問的興味」にまで至らない場合がある。実験を立案実施する担当者としては、より深い理解を持ってもらいたいという希望があるが、入り口の部分の「楽しさ、面白さ」を知ってもらうだけでも、受講生にとって一つの収穫になる事は間違いない。実験に対する理解が不十分な生徒には、事後学習や実験中の空き時間などを有効に利用し、その場でディスカッションや質疑応答を行わせる事が、この生徒達に対するアプローチとしてますます重要性を帯びるだろう。

第3グループは、なにより「面白さ、楽しさ」を理解できるところまで達していない点に問題がある。すなわち、SPPの目標到達の「入り口」の部分でとどまってしまっている事である。この生徒達に対しては、何よりもまずその新鮮さや楽しさを身近な題材から味わってもらうのが望ましい。例えば、「自分達の味覚について学ぶ実験」をしてみると、「味覚を感じる場所が舌の部位によって違う」ことに始めて気がつくであろうし、「二点弁別法による皮膚感覚の差異を調べる実験」などでは、「指先が鋭敏なのに腕の方は鈍感である」ことに気がつくだろう。より直感的に実験テーマを理解できると、「何故そのようになってるか」という背景にあるものに気づいてもらえるだろう。それ故、身近なテーマはこのグループにとっては望ましい課題ともいえる。勿論、これだけでは実験を軽々しく扱い遊びに終始してしまうこともあるため、実験に対する真摯な姿勢を学んでもらう工夫がキープポイントとなるであろう。

以上のように3グループにわけてSPP受講者のスタンスの差異を論じてきたけれど、どの地域であれ同じような傾向は存在するであろう。従って、SPPに興味や関心がある生徒ばかりがエントリーしてくるとは限らないのである。したがって、細かいニーズや到達目標に幾つかのゴールを設定しておくことが肝要である。このためには、受講生徒のニーズを事前に把握する事が必要であり、SPPに対する考え方や動機付けに関する事前ヒアリングも考えるべきである。第1グループに対しては、より高い（時にはSPPを超えた）レベルの学習を促進する必要があるが、第2グループでは、SPPの枠内でどれだけ科学への（真の意味での）興味を抱いてもらえるかが大切である。また第3グループには、先ずは自然科学の現象や実験の面白さを伝えていく必要がある。

9-2. 大学におけるSPP教育の可能性

SPPを一つの高校と一つの大学間の連携理科教育と考えるのではなく、より広域の複数の学校やプログラムが関わるものと捉えれば、新たな発想が生まれてくるように感じられる。例えば、旭川地区だけのSPPを視野にいれるのではなく、北海道全体を一つのSPPと考えてみよう。勿論道内の高校は幾つかのブロックを作り、大学も札幌を中心に複数の大学が複数テーマを提供している。これらSPPプログラムのすべてと学生対象グループに関する情報を道内で共有してみよう。生徒は各自の興味や関心にあったSPP活動を自由に選択して、より効果的な教育をうけることが可能となる。また、他校の学生とも交流の場がもてるのである。これは、選択肢が拡大したSPPであり、その究極はティーラーメード型SPPであろう。同じプログラムが何度か同一年度内に開講できる環境であれば、より多くの生徒がSPPの活動で学べることになり、「中高生の理科離れ」により効果的で適切な対応となるであろう。

また、このようなティーラーメード型SPP教育に近いものが功を奏するのであるならば、大学初年度教育に関しても有効であると考えられる。なぜなら、大学入学年度の理科教育も

また、今日、大きな問題となっているからである。幾つかの医学系大学では、自然科学系学科履修に関して入学生の学生間での学力差が広がりつつある。各大学では、独自に補習教育（リメディアル教育）を実施せざるを得ない状況にある。さらに、高校のゆとり教育世代が大学入学を果たしてから3年目にあたるが、学力不足を補うため、複数の医科系大学でチュートリアル教育がなされている。これは少人数教育制を基盤とした自己問題解決型教育であるが、日本ではこの教育が現状に即して機能しているとはいいい難く⁵⁾、新入学生間の学力格差を解消するには到底不十分である。

そこで、チュートリアル教育とSPPプログラムと連動させると、より効果や実効性をともなう教育制度が期待できるかもしれない。具体的には、大学初年度教育にもテーラーメイド型SPP活動を導入する。あるいは、それと連動してチュートリアル型教育を広く他大学の学生の参加のもとで実施するのである。そうすれば、実験から自然科学の法則性を学ぶ体験ができるばかりではなく、そのSPPによる実験結果をもとに結果の解釈や意義についてチュートリアル方式で議論を深めるという発想である。このような教育は、科学研究のプロセスを追体験することに似ており、小学校から大学学部までの教育から大きく削ぎ落とされた部分であるともいえよう。なぜなら、このような教育には莫大な人材と予算を必要とするからである。

大学でのSPP教育の問題点の一つは、例えば、毎週のように異なる大学の学生達が一カ所に集合する事が北海道では現実的ではないことである。そうであれば、夏期休業やゴールデンウィークなどを利用することも考えられよう。また、実験実習は休業期間中に集中的に実施し、チュートリアル型教育は現在岐阜大学が実施しているように、e-learning方式を活用することも可能である。あるいは、「教える立場に立つとよく学ぶ」という考え方があるように、高校生を対象としたSPPにTAとして参加することも一つの選択肢といえよう。大学新入生がSPPに参画することは自学自習のきっかけとなる波及効果が期待できるからである。大学生と高校生によるSPPことが、高大連携教育のもう一つのあるべき姿かもしれない。

ここでは、現行の高大連携SPPに焦点をあてた内容から想像できる考え方の幾つかを提示した。いずれにしても、小学校から大学学部教育にいたるなかでのつなぎ目部分は、互いにリンクしている複雑さが根本にあるため、今後の検討が必要な大きな課題の一つであろう。

9-3. 講師やTAのアプローチ方法

「個別のニーズに応える」問題と、「集団で行う実験における協調性と個性の育成」という、一見相反する要素を解決したり矛盾点を緩和するためには、講師あるいはTAの相互の連携が何よりも大切であろう。特に、TAは各開催時に7受講生に対し1名配置することができるので、グループごとに各受講者の個性を把握する立場にある。また、ディスカッションの促進役として、あるいは新たな視点を受講者に与える役としてTAの役割がますます重要性を帯びることになる。

講師やTAは今まで、どちらかといえば教示的な学習を促進・サポートする役割が大きかった。講師は実験の概要を説明し、TAはその補助をするという図式である。しかし、講師はそれ以外にも自分達の研究テーマに対する解説やup-to-dateな知識の提供をおこない、その上でディスカッションに参加し、自ら課題を与える役割を担うべきである。特に、全体の前で発表させるような場では、講師自らが積極的に質問するなどの取り組みが必要と考える。

TAでは、今までは「補助」であり、単なるアシスタントとしての傾向が強かった。しか

し、チュートリアルでみられるように、グループの一員として自らディスカッションに加わり、特に生徒が課題を自ら発見できるような介入をすることは極めて効果的な教育になることがある。TA は実は最も受講者に近い位置にいるということが、TA にとっての最も重要な役割である事を自覚する必要がある。

ところで、SPP は大学／研究機関等の専門職にある者と高校の講師が共同して実施する色合いが強く、(大学／研究機関等の) 担当講師や TA は必ずしも中高生に対して教育経験がない事が問題となる。したがって、特に TA は開催前に、何らかの educator/facilitator として行動するためのトレーニングの場を提供する必要も考えられる。これは実践的かつ様々な生徒に対応できるような TA を養成するためでもある⁶⁾。

10. おわりに

今まで、SPP や高大連携のあり方、受講者のグループ化、開催者側の姿勢について論じてきた。アンケート結果から、これまで見えてこなかった課題が浮き彫りにされたことは、SPP 活動を改善する資料を得たという大きな収穫でもある。ただ、受講者の SPP に対する動機付けの分析は、今回のアンケート結果では必ずしも十分とはいえない。統計的手法をもとに、より大きな生徒集団で同様の評価を実施する必要性がある。また、これらのアンケート結果を経年的に比較検討することによって受講者の動向を見極めながら、さらなる創意工夫や提言をしていきたいと考えている。

もし、このようなサイクルがうまく機能すれば、その成果が SPP 受講者により効果的にフィードバックされるだけではなく、ひいては、現代の理科離れ現象を変える一助になると期待される。

11. 謝辞

夏休みを中心とした SPP に積極的に参加し、アンケートにご協力くださった北海道旭川東高等学校や西高等学校の皆様には心から感謝いたします。また、SPP 開催にあたり旭川医科大学の各教職員並びに旭川西高等学校の教職員の方々から多大なご配慮を頂きましたことには感謝にたえません。2年間の継続した SPP 活動を支援して下さいました JST (科学技術振興機構) には、心からお礼を申し上げます。

〈注〉

- 1) 柳孝郎, 福島愛子, 松澤哲郎. 2002 年度高等学校-大阪教育大学 (高大) 連携夏期集中講座 [生命科学: ES 細胞からクローン人間へ, そのクローン無性生殖の結果は?] の授業内容分析と今後の高大連携のあり方について. 大阪教育大学紀要 第 V 部門 第 53 巻 第 1 号. 45~58. 2004.
- 2) <調査研究> 高大連携実施の経緯とねらい: 普通科高校の事例検討を中心に. 筑波大学教育制度研究紀要. 3: 37-45. 2002-2003
- 3) 佐々木陽一. 高大連携授業の試み. 高等教育ジャーナル. 11: 73~84. 2003.
- 4) 畦浩二, 鈴木賢一, 林靖弘, 山本卓. 広島大学, 学部・附属学校共同研究機構研究紀要. 36: 459-462. 2008.
- 5) 林要喜知, 中村正雄. 過去 2 年間で行なわれたチュートリアル I 教育の総評と提言. 旭川医科大学研究フォーラム. 4:44~60. 2003.

- 6) 山田洋一, 高梨里子, 黒鵜英輝, 鈴木勲. 高大連携科学実験講座に関するアンケート調査について. 宇都宮大学教育学部紀要第2部. 58: 7-14. 2008.

さとうひろき (旭川医科大学医学部在学中)
よろきみつぐ (旭川西高等学校理科教員)
はやしようきち (神経細胞生物学)