



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

旭川医科大学紀要(一般教育)(2010.03) 26号:17～34.

旭川医科大学と地元高校によるSPP高大連携理科教育と生徒の動機づけを高めるための改善策

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 と生徒の動機づけを高めるための改善策

Coordinating Science Education Based on SPP between Asahikawa Medical College
and Asahikawa West High School and its Improvement Strategy on Enhancing Student
Motivation

佐藤 裕基、萬木 貢、林 要喜知

Hiroki Sato, Mitsugu Yoroki, and Yokichi Hayashi

Abstract

The Japan Science and Technology Agency has been providing a special program for students in Japan designated as SPP (the Science Partnership Project). SPP started taking on this project eight years ago and is widely regarded as a linkage between senior high schools and colleges. Based on this program, we offered laboratory courses for junior students at Asahikawa West High School in Hokkaido (from the school year of 2008). We also conducted a survey in the form of questionnaire to see whether the programs offered were those what they asked for. We already had preliminary data derived from the course offered in 2008. So we modified several points and tried different ways of experiments carried out in 2010. The students were provided with preparatory courses in advance, not only in order to expand the role of TA as a facilitator of communicative exchanges between students and teachers, but also to use powerful multimedia tools created for complex documents (sound, graphics and animation). As expected, the laboratory course in 2009 turned out to be more effective than that in 2008. Actually, they have great hopes for science and other subjects in their high school days and are, with conviction, preparing for their future. The analyzed data suggest that SPP can play an important role in stopping a current trend in which Japanese students stay clear of learning science, although we, on our side, have to improve ourselves to make this program suitable for them.

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、TA、教育的効果、実践教育
Science Partnership Project (SPP), Coordinating Science Education
between High Schools and Colleges or Universities, Student Motivation,
Evaluation, Inquiry Survey, Teaching Assistant, Educational Effect,
Education Practice

1. はじめに

小学4年と中学2年を対象とした国際数学・理科教育動向調査によって、各国の児童生徒の学力が4年に一度比較、検討される。また、世界の高校生による国際科学オリンピックも開催され、理数科目に優秀な成績を収めた生徒には、金、銀、あるいは、銅のメダルが授与される。これらの成績は、近年、大きな社会的な注目を集めている。この背景にあるものは、我が国の児童生徒の学力が以前ほどふるわないという結果であり、現行の教育制度（ゆとり教育）が内包する問題に帰すると受け止められるからである。

一般に教育システムの一部変更は、教育制度全体が有機的に機能することが前提である。しかし、必ずしもシステムとして期待通りに働かないこともあり、小学から大学までの教育連携に生じるひずみなどがその不具合を反映している。中高でゆとり教育が導入された時、大学教育との連携強化をはかる創意工夫は必ずしも十分ではなかったのではないだろうか。確かに、起こりうる問題を想定して、リメディアル教育、早期体験実習、新入生ゼミなどの大学教育入門コースを展開する大学もあったが、実際に苦慮する問題が生じてから対応にあたる大学も多いのが、実情であろう。

ゆとり教育世代の生徒が大学に入学して、今年で2年目となる。実際、多くの大学は、それまでの学生と比べてこの世代の学生には高い学習意欲が認められず、高校教科の習熟度も必ずしも十分なレベルに達していないとの懸念している。大学学士教育がグローバル化（あるいはユニバーサル化）している現在、このような学生気質は、各大学にとっても見過ごす事のできない教育上の問題となっている。

現在、高大連携教育として様々取り組みがなされているが、その様な教育のきっかけとなった一つは、平成18年度よりスタートした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）であろう。SPPは、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目指している。この体験型学習の有効性は、その後、中・高校教育の理科教育の現場にも次第に浸透してきているばかりか、大学初年時教育を担当する教員にも次第に認知されてきている。

高大連携教育充実の視点からSPP事業に賛同した筆者らも、平成20及び21年度北海道旭川西高等学校で実施されるSPPにも支援や協力をしてきた。平成20年度のSPP受講生（受講直後実施）に対するアンケート結果を元に、受講生である高校生の受講前・受講後の効果や進路、理科・数学に対する意欲に関して解析を行った¹⁾。高校生がSPPを受講した時に予想される学習効果、受講生徒の層別化、そして、個々の受講生に対する目標設定などをある程度明らかにすることができた。同時に、ティーチングアシスタント（以下、TA）や講師が受講生に対して非常に近い位置におり、またSPPから発展したup-to-dateな知識を提供したり、ディスカッションに積極的に参加することが教育効果をさらに高める上で重要であることが明らかとなってきた。

反面、客観的、定量的解析が難しい側面があることも事実である。実施者もどのように教育を工夫し、理科・数学に対する意欲を高め、日本の科学を担う人材として育成するかの方略に関しては幾つかの課題を意識することができたが^{2),3),4),5),6)}、その具体的な解決策は見いだせないままである。そこで、本稿では、平成20年度のアンケート結果から得た新たな改善策をもとに平成21年度事業を実施し、この両年のおけるアンケート結果を精査した。その結果、TAと講師の教育改善の工夫が受講生に対してある種のインパクトをあたえ、しかも教育効果の向上に資する側面を明らかにしたので、報告する。

2. 平成 20 年度のアンケート結果とその反省点¹⁾

平成 20 年度の旭川医科大学生命科学と北海道旭川西校等学校とで行われた SPP のアンケート結果については、先の報告で記述したとおりであるが、これに引き続く平成 21 年度の SPP の改善点をみるに当たって、今一度これを振り返りたいと思う。

2-1. 平成 20 年度のアンケート結果について

まず、SPP に対する全般的感想と関心の度合いとしては、SPP を「面白い」と答えている受講生が多いのに対し、約 30% 程度の受講生は「知りたい」事に消極的であり、研究者を身近に感じたり、研究に具体的イメージを持つことに negative な反応を示していた。また、約 20% の受講生は、実験そのものは面白いと考えている者の、それをさらに発展させて自分の調べたいこと、研究してみたいことを考えるという点には至らなかった。加えて、5~10% 程度の受講生は、「面白くもなく、興味も湧かなかった」と回答していた。

次に、SPP における文章作成能力、情報収集能力、考察能力についてであるが、話し合いに参加する能力、共同作業する能力、課題発見能力については、おおむね 50~70% の受講生が「習得できた」と回答している。一方では、約 40% の受講生は「習得できなかった」「どちらかといえば習得できなかった」という回答をしていた。

また、将来の進路選択と SPP の関連性をみる項では、元々理科系高校生を受講母集団としているため、比較的肯定的な意見が多く寄せられた。しかし、進路に対する意識が明確になったかを問う項では、「明確になったとはいえない」とする回答が 30~40% 程度寄せられた。

さらに、自分の将来像や理科／数学と社会との関わりを問うた項では、おおむね肯定的な意見となったものの、約 30% 程度の受講生は、特に具体的な実験系と理論的背景、そしてそれを取り巻く社会とのつながりを意識しづらかったという結果となった。

2-2. 平成 20 年度のアンケート結果に対する解析と反省点¹⁾

上記のような結果を踏まえ、我々は受講生をおおまかに 3 つの層として大別した。第 1 のグループは「受講に対する意識が非常に高く、実験も非常に意欲的に行う」生徒のグループであり、この層に対しては、理想的な SPP 受講者となり得る一方で、問題意識が高度なために逆に TA や講師が個別のニーズに応えにくくなる可能性、また特定の分野に興味集中し、幅広い視野を養うことができなくなる可能性を指摘した。

第 2 のグループとして、「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が、それ以上に何かに取り組んでみたい、あるいは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」というグループとした。このグループでは、与えられた実験課題をこなすことに対しては意欲を燃やすものの、「興味本位のおもしろさ」から「学問的興味」へと結びつけるへ発展してはいないというグループと解析した。SPP の目標の一つである「理科／数学に幅広い興味、関心を養う」ことはできているものの、それ以上に発展させる事がいかに難しいかを示した結果となった。

第 3 のグループは、「理科／数学に関する興味・関心が薄い」層とした。平成 20 年度のアンケート結果からは、受講者中約 10~20% の割合で存在した。SPP は本来、理科・数学に興味や関心を養い、さらにそれを発展させて、将来の日本の科学技術に資する人材を育成することが目的であるため、もっとも

アプローチの難しいグループであると考えた。しかし、一方で「興味・関心」というスタートラインにたてさえすれば、あとは自律的に上記の第2、第1のグループへと自らを伸ばすことができる層でもあると考えた。

これらの層別化においてもなお、受講者の間には、それぞれ個別のニーズがあり、それらに対応するためには、一律的なプログラムでSPPを実施するのではなく、柔軟にプログラムを構成する必要性があることを論じた。第1のグループのような、きわめて探求心の強いグループに対してはより発展的な内容を課題とし、逆に第3のグループのような、理科・数学に対する興味を持てないままにいるグループに対しては、より平易で一般的な内容とできる柔軟性を与えるためには、講師やTAがその時々に応じてグループディスカッションに参加して生徒の「気づき」を促したり、自らも *educator/facilitator* としての研鑽を積む必要があるとした。^{7), 8), 9)}

3. 平成21年度SPPの概要

- 1) 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～」
- 2) 開催期日：平成21年6月
- 3) 開催場所 北海道旭川西高等学校（2年生）
- 4) 実施内容

本講座は3回の連続講座として行われた。第1回目の開催では、鶏胚を有精卵（7日齢胚）から滅菌器具を用いて、慎重に取り出し、無菌シャーレに取り出し、それを肉眼、ルーペおよび双眼実体顕微鏡を用いて観察し、時間に余裕のある受講生にはこれをスケッチしてもらった。

その胚から、脳全体（頭部）をピンセットで摘むように切り離し、大脳を含む部分として遠心チューブ内でピペッティングにより攪拌して懸濁液を作成させた。この懸濁液を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うものであるが、クリーンベンチの数や時間的制約から使用することが出来なかった。しかしながら、24時間保温後も懸念された微生物の混入が起らなかった。これは、培養液に加えた抗生物質に作用によるもの、また湿度が低い北海道では、菌類が空中に飛散しにくい点などが考えられる。クリーンベンチなどの使用法については、実験前に説明し、実際の実験ではどのように行うかを、同じくビデオやマルチメディア教材を用いて説明した。

第2回目の実験では、培養した脳細胞に、2価の金属イオンを加えてその効果を検討した。また、24時間後に、培養神経細胞の突起がどのように伸長したかを、同じく双眼実体顕微鏡、ならびに旭川医科大学生命科学から持ち込んだ倒立顕微鏡、位相差顕微鏡を用いて観察してもらった。

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）をそれぞれ加え、さらに24時間培養を継続した。

第3回目では、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、電気泳動法によるタンパク質の分析を行った。SDS-PAGE、あるいは電気泳動そのものについても、これまで経験したことのない受講生が多かったため、電気泳動の原理や、SDS-PAGEの原理について、スライドショーやビデオを用いて、概念的な説明をまず行った。その後、器具の説明や、具体的な方法論について同じくマルチメディア教材を使って行った。実際に電気泳動を行うゲルについては、*premade* のものを用いることで、できるだけきれいな結果が得られるようにし、また時間的な節約も図った。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成し、電気泳動を行う事で、染色・脱色の過程を経てタンパク質バンドを可視化することに成功した。

4. 平成 21 年度 SPP の改善点

平成 20 年度の SPP では上記のような課題が発見されたため、平成 21 年度の SPP ではこれを緩和すべく、以下のように SPP を改善した。

1) 講義に用いる資料はあらかじめ、TA、実施校、あるいは受講生に事前に配布し、予習を行える環境を整えた。特に TA に対しては、実施前にあらかじめ予備実験に立ち合わせるなどして、SPP 実施時には、実験に係わる背景や社会で用いられている先端技術とのつながりを意識させた。

2) 講義では、ビデオや視聴覚機材を用いて、より視覚的、動的な講義とした。さらに、時には TA や講師が実際にデモンストレーションを行い、実験を行う際の手順が「実際の動き」として理解できるように心がけた。

3) 講師は、単に講義や実験の概略を説明するだけではなく、受講生徒とのコミュニケーションを取るように心がけ、細かいニーズに対応すると共に、受講生徒それぞれの疑問や質問に up-to-date な知識を提供しながら解決する役割を担うこととした。

4) TA は、実験の技術的、知識的サポートをするだけではなく、受講生の小グループを各 2~3 グループずつ割り当て、ほとんどの時間を専従することにして、受講生が気軽に相談できる環境を整えた。また、小グループで作業を行う場合は、受講生のおのおのがディスカッションを行いながら作業したり、スムーズに連携が行えるように facilitator としての役割を担うようにした。

5) TA に対しては、実施前のブリーフィングで、当日の役割を講師や TA チーフから説明し、同時に facilitator としての技能を身につけてもらうために、どのような「気づき」が必要であるか、実験の教育的効果はどこにあるのかを説明した。

6) 実施中、実験が遅れるグループ、実験が失敗したグループが生じた場合には、あえて TA を集中的に配置するのではなく、自分自身で課題を解決し、あるいはどうして失敗してしまったのかを考えてもらう

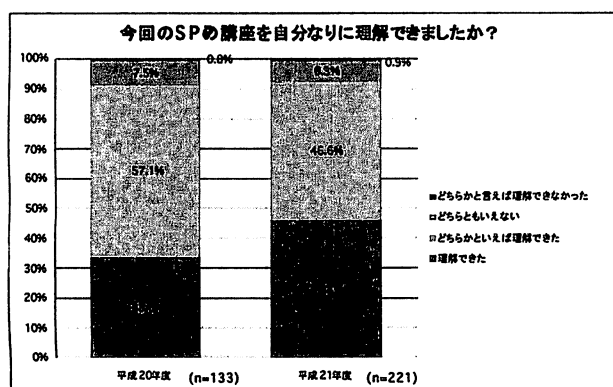
こととした。

7) 各 SPP 実施後には、TA、講師、実施校教員を交えた反省会を行い、アンケートを共有したり、実施時の受講生徒の様子や教育的効果がどれほど到達できたのかをディスカッションした。

8) SPP の実施時には、実験からどのような結論が導かれるのか、また実験にはどのような意義があるのかを、グループ内でディスカッションする機会を設けると共に、時間に余裕のある場合は、これを他のグループの前で発表する機会を設けた。

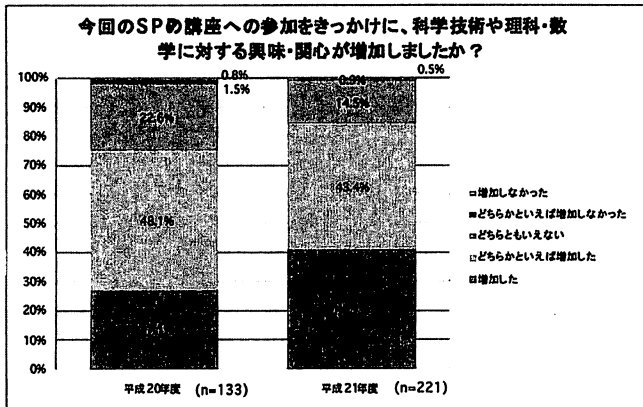
以上の点をふまえ、平成 21 年度の SPP

を実施したが、いずれも、物的・人的なリソースが増えたわけではなく、実施に当たる構成員一人ひと



↑<図1:『今回のSPPの講座を自分なりに理解できましたか?』のアンケート結果>

りの役割を明確化して、受講生に対して包括的なアプローチを行ったことが改善点である。特に TA は、今までは、ある程度講師側で準備してきた講義や実験をサポートするという役割にとどまっていたが、

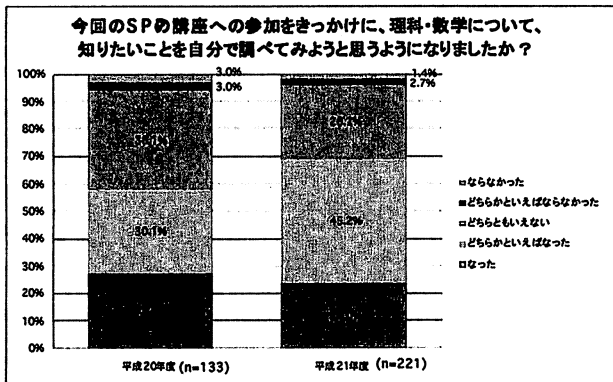


↑<図2：『今回の SPP の講座への参加をきっかけに、科学技術や理科・数学に対する興味・関心が増加しましたか？』のアンケート結果>

ト結果を比較し、我々の SPP 実施時における改善点が、結果としてどの程度現れているかについて検討する。

5-1. SPP に関する全般的感想・興味や関心の度合い

まず、受講者集団における理解の程度が図1からわかる。これでは「理解できた」とする生徒が前年度(平成20年度)比で10%以上増加している。逆に「どちらかといえば理解できた」と回答している層は



↑<図3：『今回の SPP の講座への参加をきっかけに、理科・数学について、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？』のアンケート結果>

している。中間の回答である「どちらかといえば増加した」、「どちらともいえない」という回答は、それぞれ、48.1%が43.4%へ、22.6%が14.5%へと大きな変化はなかった。全体的には、「増加した」とする回答が、positive な回答の割合を押し上げているものと推測される。

3番目の項目として「今回の SPP の講座への参加をきっかけに、理科・数学について、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？」という項目がある。これは、比較的 SPP の間接的な

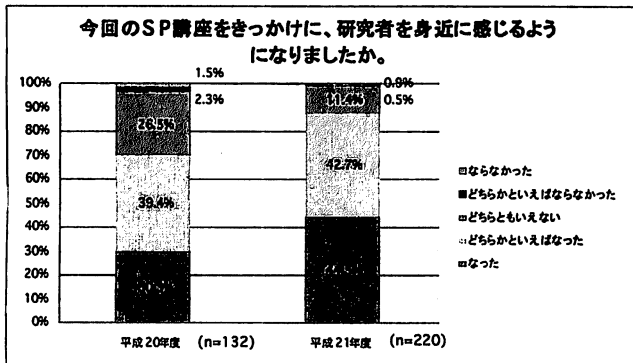
それを平成21年度より見直し、より受講生とコミュニケーションをとる機会を増加させた。また、講師や TA は事前に、SPP の効果についてよく検討することで、どの点を受講生に理解させ、あるいは知識として提供するか、そしてどの点を受講生に「気づいて」もらうかについて一同で共有した。

5. 平成20年度—平成21年度の SPP アンケート結果の比較

この項では、平成20年度実施のアンケート結果と、平成21年度実施のアンケート結果を比較し、我々の SPP 実施時における改善点が、結果としてどの程度現れているかについて検討する。

10%程度減少している。この2つをの合計の割合は90%で変化がないため、「どちらかと言えば理解できた」と回答していた層が「理解できた」との回答へ移行したものと考えられる。また、「どちらともいえない」、「どちらかと言えば理解できなかった」と回答した層は6.3%と特別の変化はない。

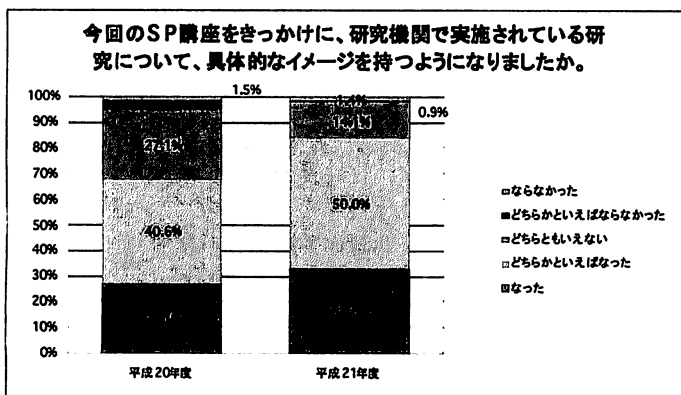
次に、科学技術や理科・数学に対する興味・関心の増加については、「増加した」とする回答が27.1%から40.7%へと増加



↑<図4:『今回のSPP講座をきっかけに、研究者を身近に感じるようになりましたか。』のアンケート結果

られる。「なった」とする回答が漸減しているが、中間層がより positive な方向へと転化している事が伺われる。

4番目の項目として、「今回のSPP講座をきっかけに、研究者を身近に感じようになりましたか。」という項目がある。この項目では、研究者が中高生にとって、どちらかといえば「遠い」存在であるという前提の元に、研究者と同じような思考のプロセスを追体験できたかどうか、あるいは研究者（または研究）に対して親近感を持つようになったかどうかの一つの指標となりうると考える。比較的 positive な回答といえる「なった」、「どちらかといえばなった」とする回答が、総計で70%程度から90%程度まで上昇しており、教育に対する配慮が効果的に現れたと考えられる。



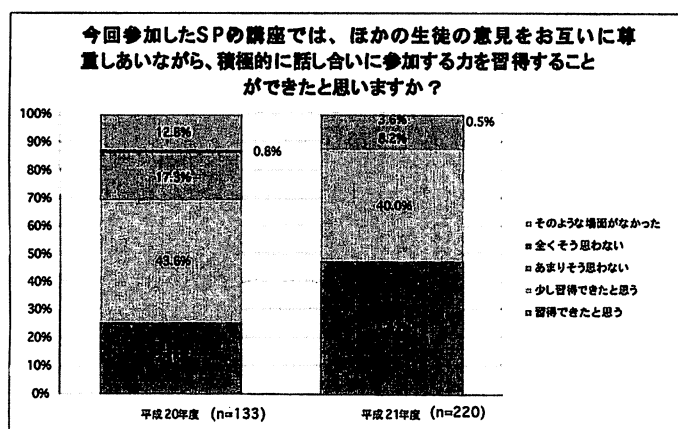
↑<図5:『今回のSPP講座をきっかけに、研究機関で実施されている研究について、具体的なイメージを持つようになりましたか。』のアンケート結果>

るとともに、「どちらかといえばなった」とする回答が平成21年度では約50%を占めている。これらの中間層が全体において positive な回答を押し上げていると考えられる。

5-2. SPP 対する具体的な効果 ～文章作成能力、情報収集能力、考察能力～

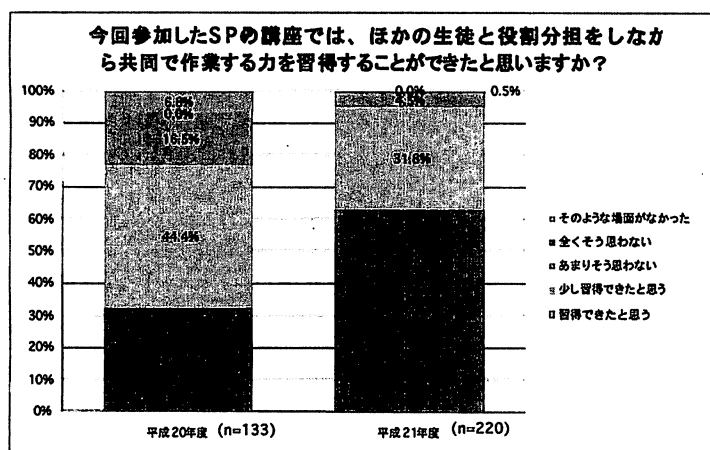
効果を推し量る指標として有効と考えられる。すなわち、SPPを通じて、理科・数学に対して「自発的に」興味を持ち、授業・実験に対して、さらにその内容を発展させようというモチベーションが湧いたかどうかを問うている。「どちらかといえばなった」とする項目が前回に比べて15%程度増加しており、また「どちらともいえない」とする項目が同じ割合で減少している点から、「どちらかといえばなった」へと移行したものと考える。

図5として、「今回のSPP講座をきっかけに、研究機関で実施されている研究について、具体的なイメージを持つようになりましたか。」という項目がある。これについても、研究という思考のプロセスの追体験の是非を推し量る指標となると共に、実際に研究がどのようなものであるのか、SPPを通じて具体的なイメージとして湧いたかどうかを問うている。SPPの一つの重要な効果を推し量る指標と考えられる。この項目でも、図4、図3と同様の傾向が見られる。これについては、「なった」とする回答が5%程度上昇している。



↑<図6:『今回参加したSPPの講座では、他の生徒の意見をお互いに尊重し合いながら、積極的に話し合いに参加する力を習得することができたと思いますか。』のアンケート結果>

とする回答が全体の positive な回答比率を上昇させており、80%以上の学生が、程度に関わらず「習得できた」と回答する結果となった。



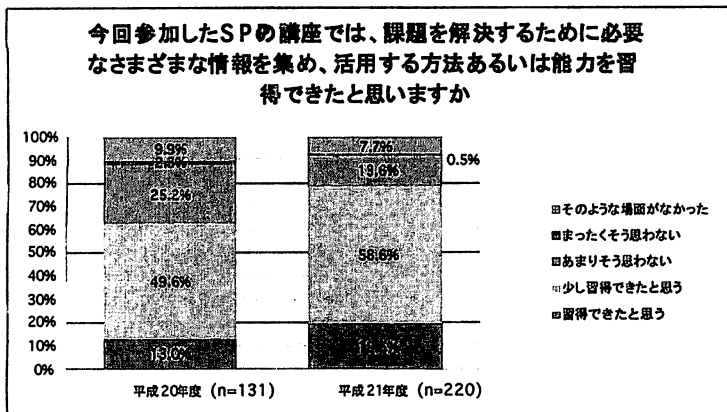
↑<図7:『今回参加したSPPの講座では、他の生徒と役割分担しながら、共同で作業する力を習得することができたと思いますか。』のアンケート結果>

図8の「今回参加したSPPの講座では、課題を解決するために必要な様々な情報を集め、活用する方法あるいは、能力を習得できたと思いますか。」の項目では、課題解決に至るプロセスを、実験という一つの「情報」を他の情報（文献や、他の研究成果など）と統合的に処理し、それらを一つの結果として活用できる能力について問うたものである。平成20年度に比して、「習得できたと思う」と回答する層が、13.0%から19.5%に漸増している。また、「少し習得できたと思う」とする層も49.5%から58.6%へと同様に漸増している。また、それに伴った「あまりそう思わない」、「まったくそう思わない」と回答

図6で取り上げた「今回参加したSPPの講座では、他の生徒の意見をお互いに尊重し合いながら、積極的に話し合いに参加する力を習得することができたと思いますか。」という質問では、積極的にディスカッションに参加できたかどうかを問うている。すなわち、実験前～後において、その内容や結果についてディスカッションを効果的に行うことができたかどうかの一つの指標として有効と考えられる。この項目では、「習得できたと思う」とする回答が25.6%から42.7%へと増加している。「少し習得できたと思う」とする回答は漸減しているが、「習得できたと思う」

また、図7の「今回参加したSPPの講座では、他の生徒と役割分担しながら、共同で作業する力を習得することができたと思いますか。」という質問を取り上げた。これは、他の生徒と役割分担をしながら、共同・協力して実験に望むことができるかという姿勢を問うたものであり、グループディスカッションの際にも、共同作業に全員が参加できることは重要な要素と考えられる。この項目では、図6で見られた傾向がさらに顕著に現れている。すなわち、「習得できたと思う」とする回答が、32.3%から63.2%へとほぼ倍増している。

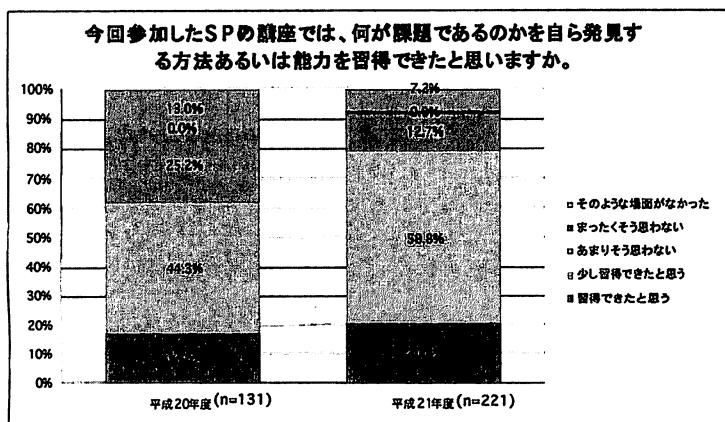
する層が減少していた。



↑<図8:『今回参加したSPPの講座では、課題を解決するために必要な様々な情報を集め、活用する方法あるいは、能力を習得できたと思いますか。』のアンケート結果>

回答が25.2%から12.7%へと減少しており、この両者を合わせた量は大きく変化していないものの、「あまりそう思わない」から「少し習得できたと思う」への移行が多かったと考えられる。

図10では、「今回参加したSPPの講座では、課題を解決するために様々な選択肢を比較検討する方法、あるいは能力を習得できたと思いますか。」という項目があげられており、課題解決に至るプロセスの中で、適切な選択を比較検討、あるいは選び出すことができる能力について問うている。「習得できたと思う」、「少し習得できたと思う」とする回答の合計は、平成20年度でも55.4%であったが、平成21年度ではさらに増加し、68.5%となった。有意な結果であるかどうかについては議論の余地が残るが、習得できたとする回答は増加していることが伺われる。これについては、「あまりそう思わない」とする回答が26.9%から17.4%へと減少している点にも表されている。



↑<図9:『今回参加したSPPの講座では、何が課題であるのかを自ら発見する方法あるいは能力を習得できたと思いますか。』のアンケート結果>

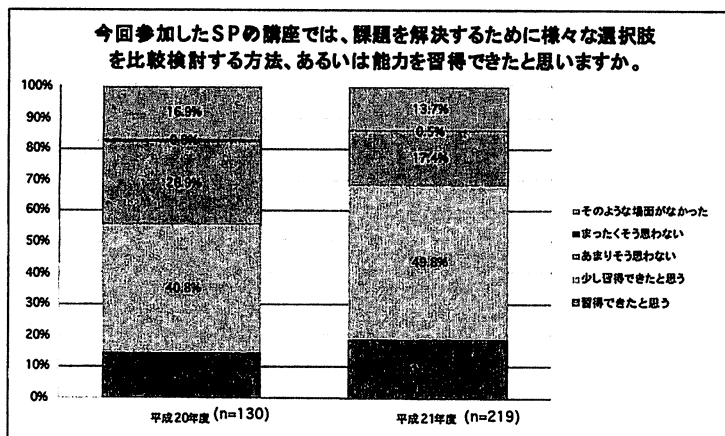
図9では、「今回参加したSPPの講座では、何が課題であるのかを自ら発見する方法あるいは能力を習得できたと思いますか。」については、SPPの個々の実験内容がどのような目的（教育的効果の是非とは別に、実験自体どのような事を解き明かそうとしたか）について、自分自身で正しく内容を解釈する能力がついたかどうかを問うている。この項目では「少し習得できたと思う」とする層が44.3%から58.8%へと増加している。また、「あまりそう思わない」とする

図11では、「今回参加したSPPの講座では、試行錯誤を繰り返して、課題解決に繋げる方法あるいは、能力を習得できたと思いますか。」という項目を取り上げた。この点では多項目と異なり、平成20年度ー平成21年度を通じて、各項目間で変化が殆ど観察出来なかった。「そのような場面がなかった」とする回答も依然として15%前後存在する。しかしながら、図10、図

9の回答はどちらも positive な選択肢が増加傾向にあるのに対し、図 11 の「試行錯誤を繰り返して、課題解決に繋げる」という回答は横ばいで推移しており、SPP の問題点が浮かび上がった結果といえる。

5-3. 将来の進路選択

図 12 では、「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。」という点を問うており、受講している授業（SPP 講座）と自身の将来が有機的に結びついているかどうかを考える項目とな

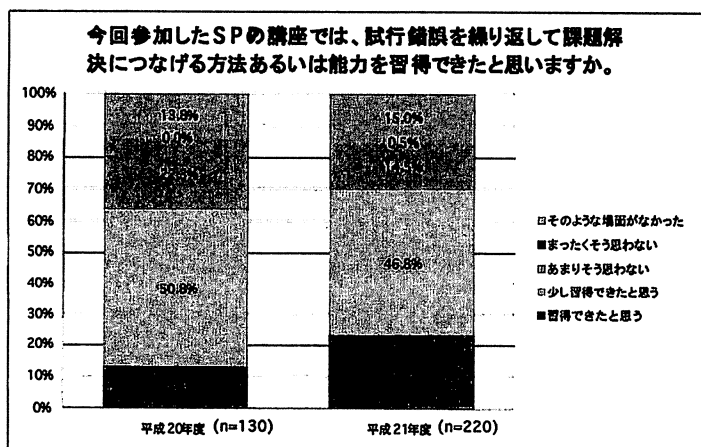


っている。「以前も考えていたがより考えるようになった」とする回答が、平成 20 年度の 32.1%と比べて平成 21 年度では 54.6%まで増加している。一方では、「以前は考えていなかったが、考えるようになった」とする回答は、平成 21 年度の 52.7%から 25.0%へと減少している。両者 2 つの合計は、両年度とも 80%程度と大きな変化はない。

↑<図 10：『今回参加した SPP の講座では、課題を解決するために様々な選択肢を比較検討する方法、あるいは能力を習得できたと思いますか。』のアンケート結果>

図 13 では、「今回の SPP の講座をきっかけに、将来、科学に関連する職業につきたいと思いましたか。」という項目を取り上げた。この項目については、昨年度と特別の変化はないが「そのほか」の回答が、ほぼ消失している。

その他の回答については、ほか 3 つの選択肢に当てはまらない解答群として設定されており、例えば

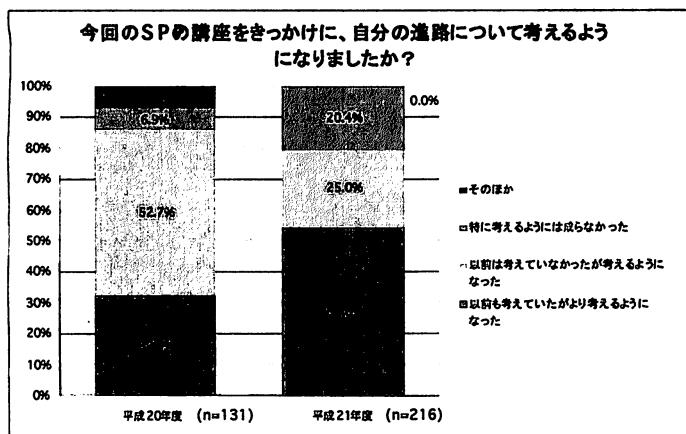


「逆につきたいとは思わなくなった」、あるいは「変化しない」といった回答群が当てはまると考えられる。すなわち positive な選択肢が来ない場合に選択されることが多く、実質的に、本項目の選択肢に限れば、「その他」の回答の現象は、平成 21 年度の結果が平成 20 年度に比して positive な結果となっていることを示していると考えられる。

図 14 では、「今回の SPP の講座への参加をきっかけに、進学あるいは就職の進路選択に当たって、現場の研究者や大学生、大学院生などの

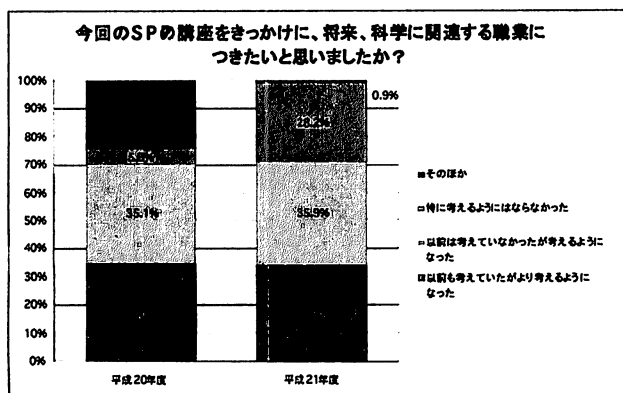
↑<図 11：『今回参加した SPP の講座では、試行錯誤を繰り返して、課題解決に繋げる方法あるいは、能力を習得できたと思いますか。』のアンケート結果>

意見を参考にする度合いは、どのように変化しましたか。」という項目を取り上げた。これは、SPP の講座をきっかけに、研究者や TA である大学生（大学院生）を身近に感じたか、身近に感じたとすれば、それが自身の進路に対してどの程度影響を与えうる存在であったかを総合的に判断する指標として用いることが考えられる。全体的には、大きな変化はないといえるが、「以前は参考にしていなかったが、参考に



↑<図 12:『今回の SPP の講座をきっかけに、自分の進路について、考えるようになりましたか。』のアンケート結果>

自身の将来にとって有益な効果をもたらすことを実感したかどうかを問うている。項目中では、「より思うようになった」とする回答が 42.7%から 61.4%へ、参加前後で特に変わらないとする回答が 35.9%から 37.3%へ増加しており、より思わなくな



↑<図 13:『今回の SPP の講座をきっかけに、将来、科学に関連する職業につきたいと思いましたか。』のアンケート結果>

るが、これは、事前資料の配布や、実験の方法論に比重をおいた実験前講義によると考えられる。特に、実験前の講義資料の配布は、受講生にとって、実験への心構えやモチベーションを高める上で有効であったと考える。「予習」というと抵抗のある受講生でも、カラー資料などで比較的気軽に閲覧できる資料作りを心がけることで、興味や関心を増加させることができたと考える。理科・数学分野では、「事前に予習をする」というと、(特に苦手分野を抱える受講生にとっては) それだけでモチベーションの低下を

にするようになった」とする回答の割合が 36.4%から、51.8%へと増加しており、これは図 12 とは逆の結果となっている。

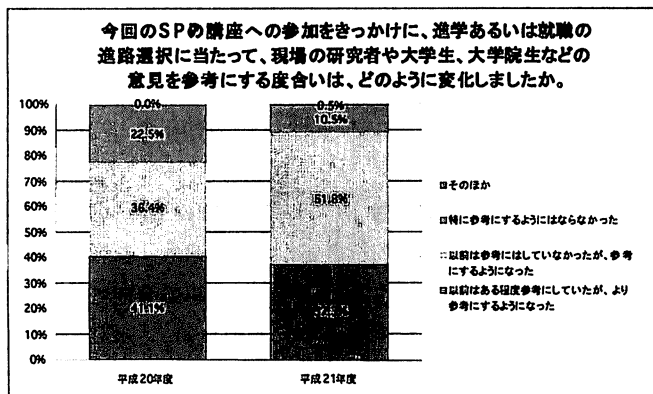
図 15 では、「今回の SPP の講座への参加をきっかけに、理科・数学を勉強することは、将来の仕事の可能性を広げてくれるので、自分にとってやりがいがあるとおもうようになりましたか。」を問うた項目であり、自身がその時点で受講した SPP が、自身の将来像（将来の仕事）にとって、有益なものであり、なおかつ、理科・数学を学習すること自体が

6. 平成 20 年度—平成 21 年度の SPP アンケート結果に関する考察

6-1. SPP に関する全般的感想・興味や関心の合い

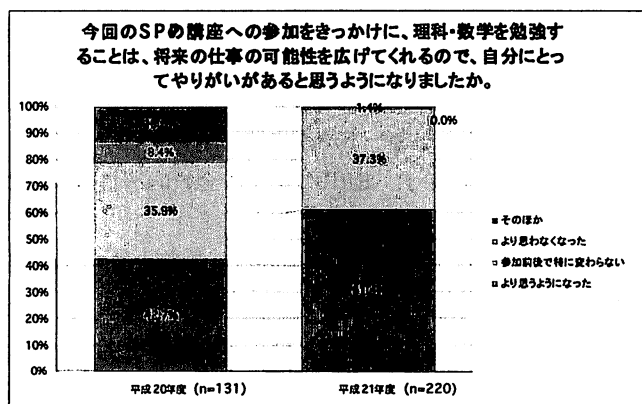
SPP に関する、全般的感想・興味や関心の度合いの指標（図 1、図 2、図 3、図 4、図 5）では、平成 20 年度に比して positive な回答が増加している。図 1 では、「理解できた」とする回答が増加してい

招く場合が多い。なおさら、大学レベルでの講義や実験を行うとなると、それを助長してしまう結果となりがねず、しばしば問題として浮上する。しかしながら、適切な資料作りや、マルチメディア教材を用いることで、理解の助けとなることが予測される。本講座では、平成 21 年度より実験の方法、やり方を示したビデオを作成した。これにより、



↑<図 14:『今回の S P P の講座への参加をきっかけに、進学あるいは就職の進路選択に当たって、現場の研究者や大学生、大学院生など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。』のアンケート結果>

増加させることにあり、それは個人単位でも、集団として興味をもつ人の割合を増やすことでも重要である。平成 20 年度も up-to-date な知見を紹介する講義を S P P 開催中に行ったが、時間的な制約もあり、必ずしも効果的に紹介できたとは言い難い側面もあった。平成 21 年度では、実験の方法論の紹介などは、マルチメディア教材などの利用で効果的、かつ効果的に行うようにして時間を節約した反面、講義にある



↑<図 15:『今回の S P P の講座への参加をきっかけに、理科・数学を勉強することは、将来の仕事の可能性を広げてくれるので、自分にとってやりがいがあるとおもうようになりましたか。』のアンケート結果>

ている。

受講生が実際にどのように手を動かしたら良いのか、材料はどのタイミング、時間帯に取り出すべきなのかを理解することができ、実験そのものもスムーズに運ぶことができた。これらの工夫の結果が、図 1、図 2 として現れていると考えられる。

また、図 3 の結果では「どちらかといえばなった」とする回答が増加していた。実際の問題として、受講生である高校生が、理科・数学に対して、「自ら調べてみよう」、「自ら実験してみよう」という意識を持つことは難しい。S P P の講座の第一の狙いは、そのモチベーションを増

加する程度に時間を割くことができた。

図 4 では、研究者を身近に感じる事が出来たかについて問うているが、これも positive な回答が増加傾向にある。今回、講師や TA は、班分けされたグループをそれぞれ 2 グループ程度受け持つこととし、実験の準備などの用意を除いて、できるだけその班に固定できるように配慮した。これにより、受講生は、特定の TA や講師を身近な存在として認識することができたと考える。実験の合間などに行う講義やディスカッションの際にも、特定された TA は、その場所でディスカッションに参加することとしたため、より参加者との距離が縮まったものと考え

また、研究に対して具体的なイメージが湧いたかどうか調査した図 5 では、「どちらかと言えばなった」とする回答が 50%と半数を占めた。研究機関の研究について、詳細まで紹介することは未発表データなどの関係、あるいは極めて限定された分野の研究である場合も多く、必ずしも完全な形で紹介することは難しい。一方では、そのような最先端の science を紹介することが、受講生の科学に対する興味や関心を増加させる上ではキーとなる場合も多い。この点では、具体的なイメージとともに、ぼんやりとした形でも、受講生一人一人の内面でそれぞれの段階に合ったイメージが形成されることが重要であると考えられる。

6-2. SPP に対する具体的な効果 ～文章作成能力、情報収集能力、考察能力～

この章では、SPP を通して養成できる具体的なスキルについて考察する。図 6 では、主にディスカッションの能力の養成について調査している。「習得できたと思う」とする回答が、平成 20 年度に比べて増加している。実験前講義の際には、実験の問題点、実験で「明らかにしたいポイント」などを指し示し、それらをグループ内でディスカッションしながら実験を進めてもらうこととした。これにより、グループ内でディスカッションする機会が増えたとともに、TA の介入でそれらが促進されたと考える。TA は事前に実験のポイントや理解のポイントなどに関して打ち合わせを行うこととしたため、適切な介入のポイントを各 TA が見つけやすかったといえる。

図 7 では、共同作業能力について調査しているが、これについても「習得できたと思う」とする回答が著明に増加している。これは、共同作業する実験のステップが多かったことも起因していると思われるが、できるだけ、実験の説明の際に、「ステップ A とステップ B は同時進行で行えるので、班内で役割分担をしてほしい」などの指示を一言加えることで、より受講生が役割分担を意識しながら実験を進めることができたものと思われる。役割分担を行う事は、実験をスムーズかつ効率的に進めるという効果だけではなく、受講生全員が実験を行う一員であり、結果に至るプロセスの一部を担っているという責任と自覚を与えることにつながり、SPP の中ではきわめて重要な要素といえる。

図 8 の問題解決の能力の項では、「あまりそう思わない」と回答する層が減少する一方、「少し習得できたと思う」とする層が上昇している。また「習得できたと思う」とする層は漸増している。問題解決をいわば、SPP 中のプログラム内で担当講師や TA が、誘導的に問題解決を図ることは、一見簡単のようで実は難しい側面がある。つまり、実験を行う場合には、そのステップ一つ一つにどのような意味があり、それが結果にどのような影響を与えるかを理解していないと、最終的な結果を正しく解釈できないからである。担当講師や TA はその答えをしっているが、それを紹介しすぎると、受講生自身が「問題を解決した」という実感につながらない。しかし、受講生のみに問題解決を任せるやり方では、いずれ行き詰まってしまうため、これら両者のバランスを取ることが「受講生の問題解決能力の育成」には重要な要素である。時間的にも短く、またどちらかといえば実験それ自体に比重を置きがちである SPP の中で、これらの要素を完全に取り込むことは難しいが、受講生に「問題解決の実感」を与える講座であることが、SPP の本来の目的としては重要である。

図 9 の「課題発見能力」の項でも、図 8 と同様の傾向が見られる。課題発見能力は、SPP の当初の実験に対して（実施者が課題を開示せずに）、受講生に課題を発見させる場合、そして、SPP の実験からさらに発展させる事により受講生が自ら課題を発見する場合の 2 通りが考えられる。SPP はどちらかといえば、最初に課題を与える（実験を用意する）場合が多い。そのため、前者の課題発見は、実験の中で

自ずと明らかにされうる。しかし、後者の課題発見は、受講生それぞれの視点から発見されるものである。したがって、SPP からさらに発展した課題を発見する能力を養成することが、SPP 講座後の展開として重要になると思われる。

同じく図 10 で検討した課題解決のための能力であるが、これも図 9 と関連していると考えられる。すなわち、課題を発見した上で、はじめて、それに解決する能力を養成することができるからである。従って、課題の解決能力は、図 9 の調査項目に、ある程度依存的に現れることが予想される。しかしながら、課題の解決能力については、たとえ課題が「提示された」ものであっても、そのプロセスを自分なりに考えることが可能であるため、実施者側の工夫がより前面に押し出されうる。その点では、「少し習得できたと思う」という回答は、ある程度 positive な改善の方向へ向かっていると考えられるが、図 9 の割合とあまり変化がみられない点を見ると、さらなる工夫の可能性を示唆していると考ええる。

図 10、図 11 を比較すると、こちらも大きな変化がみられないことがわかる。試行錯誤は、平成 20 年度の SPP でも課題となったように、「一度失敗させる」ことが前提となるため、短い時間内で、失敗を経験させることが可能かどうかは議論があるところである。一方では、各小グループごとに実験を行っているため、例えば実験が失敗した班、実験が成功した班の両者を比較し、どこに失敗の原因があったのかを考えさせることで、これは代償することができるかもしれない。今回の SPP では、3 グループほどで 1 名の TA を配置していたが、その 3 グループを同時に一つのテーブルで議論させることが、これらの項目の課題解決の鍵となる可能性が考えられる。

6-3. 将来の進路選択

図 12 では、「以前も考えていたがより考えるようになった」とする回答が著明に増加している。生徒の母集団の違いから、「以前は考えていなかったが、考えるようになった」とする生徒が減少し、元々進路に対する意識が高く、さらに SPP を通して進路への意識が高まったとする生徒（『以前も考えていたがより考えるようになった』と回答した生徒）がより優位を占めたと考えられる。今回の SPP の講座では、旭川医科大学のキャンパスライフや授業の一部の様子などを、電気泳動の待機時間などを利用して紹介した。これは、受講生が自分たちの行っている実験が、大学生や大学院生、さらには研究者のレベルでも日常的に使われている手法であることを意識してもらうための工夫であった。SPP が、直接的に特定の大学への進学につながるのかどうかは、未知数の部分も多いが、実験手法が、受講生である高校背にとって「難しく」感じるものであっても、それが第一線の研究者も用いている手法であることが理解できれば、理系への興味のある受講生にとっては、それが科学への興味・関心を高める一助となる可能性がある。しかし、図 13 によって「そのほか」と回答する受講生、「特に考えるようには成らなかった」とする受講生との合計が平成 20 年度、平成 21 年度間で特段の変化がなかったことは、SPP が約 30% 程度の受講生には、自分の将来像とのつながりを意識できていない結果と捉えることもできるため、依然として課題といえる。

図 14 では、自分の将来の進路選択に当たって TA や講師の意見が参考になったかどうかを示している。「以前は参考にしていなかったが参考にするようになった」と回答した受講生が増加した。TA は、平成 21 年度より特定のグループに専属的な配置とした。これにより、大学生がより身近な存在で担ったと共に、TA である大学生が将来の自身の **role model** としての役割を担うようになったとも考えられる。このポイントまで到達すると、**role model** である大学生の意見を参考にすることは、きわめて効果のある

教育的手法と考える。

図 15 では「より思うようになった」とする回答が増加している。この項については、「より思うようになった」とする回答が増加している。また、「より思わなくなった」、「そのほか」の回答が減少している。自分の将来像とのつながりを意識することは SPP を主宰する上では一つの重要な要素である。図 13 では「そのほか」と回答する受講生も多かった一方で、図 15 では、「そのほか」と回答する受講生はほとんどいない。すなわち、科学と直接関係のある職業に就く予定はない（あるいは就くかどうか分からない）が、理科・数学を勉強しておく、自分の将来の選択肢は確実に広がるという解釈ができる。また、図 15 ではやりがいについても同時に問うている。これは、高校での理科・数学の基礎が大学生、研究者にとって、いかに重要であるかを講義中に紹介することにより、「やりがい」と、「将来像との重ね合わせ」を可能にした結果と解釈することもできる。

6・4. 総合的考察

平成 20 年度の解析では、受講者集団を大きく 3 つのグループに分けることとした。すなわち、「科学に対する興味・関心が広く、自身で課題を発見できる受講生」、「理科・数学に対する問題意識、課題解決意識は一定程度あるが、実験課題を自ら発見するまでには至らない受講生」、「理科・数学に対する興味・関心は必ずしも高くなく、受講しても効果が得られない受講生」のグループ集団である。

今回の解析結果は、平成 20 年度の結果を follow していると考えられるが、割合にかなりの変化が生じたことにも注目したい。

まず、SPP に対する全般的感想・興味の度合いに関しては、モチベーションが向上した、興味が向上したと回答した生徒が全体ではおおまかに 10%以上の割合で増加している。次に、SPP に対する具体的な効果としての文章作成能力、情報収集能力、考察能力では、共同作業、ディスカッションに関しては、習得できたとする受講生が 20%以上増加しており、また中間層がそれに伴い減少している。課題発見能力、及びそれに伴う解決能力は大きな変化はないものの、中間層（『少し習得できた』）が増加している。

進路選択においては、他の項目、セクションに比べて特段の変化に乏しいが、「より考えるようになった」とする前向きな回答の増加が目立つ結果となった。

今回の変更点は、4. の項で示した通りであるが、特に、モチベーションに関しては、実験に関わる TA や講師の間で、先端技術や第一線の技術とのつながりを意識させるという共通の合意を形成したために、開催時に受講生により効果的にこれらの情報が伝わったことが寄与しているものと思われる。また、また、実験の細かい説明などはビデオなどを放映することで効果的、効率的に行う事で、これらの説明に十分な時間を取ることができたことも寄与していると考えられる。受講生にとって、高校の授業の延長線上にある「実験」と、現代の科学技術とのつながりを意識することは、必ずしも容易ではないが、受講者の内面でこれらのつながりが形成されれば、受講生の SPP に対する姿勢は大きく変化することが示唆される。

また、SPP の具体的な効果に関しては、特にディスカッションを積極的に促進した事が効果として挙げられる。特に TA は、これまで、facilitator としての特別な訓練を受けることなしに SPP の講座に望むことが多かったが、本年度は、打ち合わせなどで、facilitation のポイントなどを TA 明示することで、議論を円滑に進めることが可能であったと考える。また、他のグループの前で結果を発表する、という目標を設けると、それが意味でのプレッシャーとなり、何としても結果を解き明かそうとする姿勢

が助長されるため、より SPP に対して積極的な姿勢が形成され、結果として受講生の能力育成につながると考えられる。TA は単に、受講者や講師の技術的補助を行う役割を担うだけではなく、自身の知識や技術を生かし、受講生に円滑なディスカッションや解釈を促進する役目を担うべきである^{9), 10), 11)}。いわゆる、**peer-teaching** の手法を導入することによって、受講生と共に、同じ目線で議論に参加したり、物事を考えることができるようになる^{12), 13), 14)}。このように、様々な立場の人が一緒に議論する場合は、普段の学校生活では得られがたい部分があり、受講生である高校生にとって、様々な価値観や多面的な見方を育成するきっかけとなりうる。これは TA にとっても有益な効果をもたらすはずである。共に議論に参加することは、単位答えを与えると言うだけではなく、そのやりとりの中で、意見の多様性を認め、効果的にそれらをフィードバックできる¹⁵⁾。このような機会は、TA である大学生にとっても、自身を振り返る一つのきっかけとなるであろう。

進路に対しては、今回、大学紹介などを盛り込むなどの工夫を行ったが、特段の変化に乏しい面があった。一方では、中間層が着実に増加している点から、将来の科学技術者層の形成に SPP が有効であるということが証明されつつある。受講生である高校生の年代を考えると、進路（すなわち、大学・短大・専門学校進学、就職）と将来像との重ね合わせが難しい部分がある。医学系では比較的、医師という明確なビジョンを描きやすいといえるが、理系と一口に言っても、経済や環境といった学際的な分野から **molecular biology** の分野まで多岐にわたる。これらの分野について、一つ一つを詳細に説明するのはほぼ不可能に近いが、課題としては、まず、理科・数学が将来に「役立つ」ものであることを認識してもらうと同時に、科学に対して貢献する意識を持つこと、そしてその背景に私たちの生活がいかに関与しているかを自覚することにあり、今後の教育効果を検討する上で重要な要素である。

6-5. TA や講師に関して

今回のアンケート結果からは、教材の工夫や講師・TA のアプローチ方法を工夫することにより、教育的効果を得ることができることが分かった。特に講師や TA が特定の小グループを担当することによって、短い授業時間内であっても、受講生徒の距離が縮まり、教育的効果をさらに増加させることが明らかとなった。特に TA については、**peer-teaching** の手法を用いることが重要である。すなわち、自身が勉強したことを受講生に還元する事により、受講生から得られるフィードバック（質問など）¹⁶⁾によって、自身の理解不足やスキルの不足部分が明らかになるからである。これは、TA にとっても、自身の学問に対する姿勢を問い直すきっかけとなる良い機会である。TA の責任感と自覚を持つことは、将来自身合せ気になる立場に就くためのトレーニングの場となる^{10), 11), 12), 13), 14)}。また、受講生からは比較的年代の近い TA が **role model** となりうるため、そこに自身の将来像を重ね合わせることが可能であり、これは進路に対する意識付けやスキルを磨く上での大きなモチベーションとなる。

講師も、声のかけやすい環境作りにより、単なる講座の実施担当者としてではなく、より受講生徒のコミュニケーションを取りやすい講師像を探究する必要があると思われる。

両者の連携そして、受け入れ学校の教員とのディスカッションが、効果的な SPP の実施にはきわめて重要であり、この三者が効果的に受講生にアプローチすることが、SPP の成否を握っているといえるだろう。このような講師像、TA 像を探究する上で、環境教育の事例が手本になると考えている。環境教育では、フィールド活動と理論的（科学的）裏付けをどのように結びつけるかが長年の課題であるが、これは SPP の中での実験と理論とをどのように結びつけるかという問いと共通する部分があり、実験から

理論への展開といった、「気づき」を促す必要性を論じる上ではきわめて重要な知見を与えてくれるものと期待できる。試行錯誤的作業を体験させることの重要性は、本来この「気づき」を促すことにありと考えられ、時間的制約のある中で効果的に最大限の教育的効果を挙げるためには、他分野であれ、事例や手法を学ぶとすることが必要である。

6-6. 教材の工夫

教材は今回はビデオを事前に作成し、実験の流れを可視化した。また power point をはじめとしたマルチメディア教材を用いることで、受講生に実際の実験の流れをよりわかりやすくする工夫を行った。

ビデオ教材は、実際の手の動かし方や、道具、器具の配置の仕方、タイミングなどを考えるのに有効であり、また文章からだけでは伝わりにくい細かなポイントが明示されやすい。いわば、実験の段取りの部分がビデオでは効果的に受講生に伝えることができたと考える。

また、power point には、一律的指導を招くという結果があったものの、図などを用いる場合には power point での紹介が不可欠である。特に、図や写真を多用することで、実験における大まかな流れを受講生に理解させることが可能であったと考える。

7. おわりに

平成 20 年および 21 年度に実施した SPP のアンケート解析をもとに、教育的効果の変化について論じてきた。今回は、TA や講師、そして受け入れ学校の教員との役割や事前の打ち合わせを明確にすること、さらに教材や講師、TA のアプローチ方法に工夫を加えることにより、受講生にとって良い学習効果を与えることができたと考えられる。

教材の工夫点や TA のアプローチ方法には、まだ議論の余地があり、また教育事例を収集することが SPP の展開の可能性を探る上で重要であると考えられる。本稿では、平成 20 年度のアンケート結果を基に、平成 21 年度の教育的効果を検討し、良好な結果を得た。このようなフィードバック機能が、様々な教育現場で採用されれば、現代の理科離れを食い止める一つのヒントとなりうるし、教育が机上で教科書を読むことだけではないことも自ずと明らかになるものと期待している。

8. 謝辞

アンケートのご協力くださった北海道旭川西高等学校の 2 年生の皆様、SPP の開催にご尽力くださった旭川医科大学の各教職員や旭川西高等学校の教職員の方々には多大なご配慮を頂き、感謝にたえません。また、SPP 活動の支援に対して JST（科学技術振興機構）に心からお礼を申し上げます。

<参考文献>

- 1) 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. 旭川医科大学紀要（一般教育）. 25(1). 61-84.2009.
- 2) 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？〕
- 3) 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.
- 4) <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

- 5) 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.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) 山田洋一, 高梨里子, 黒鷗英輝, 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.
- 9) Dolores J., Loraine J. Spenciner. What do Pre-Service Teachers See as Their Roles in Promoting Positive Social Environments? "I see Myself as a Facilitator of Acceptance" Early. Childhood. Educ. J. 35: 445-450. (2008)
- 10) Elizabeth K. Wilson. The impact of an alternative model of student teacher supervision: Views of the participants. Teaching and Teacher Education. 22. 22-31. (2006)
- 11) Gary Wilson, John I'Anson. Reframing the practicum: Constructing performative space in initial teacher education. Teaching and Teacher Education. 22. 353-361. (2006)
- 12) Jaap Buitink. What and how do student teachers learn during school-based teacher education. Teaching and Teacher Education. 25. 118-127. (2009)
- 13) Anthony Clarke, Steve Collins. Complexity science and student teacher supervision. Teaching and Teacher Education. 23. 160-172. (2007)
- 14) Andrew J. Hobson, Patricia Ashby, Angi Malderez, Peter D. Tomlinson. Mentoring beginning teachers: What we know and what we don't. Teaching and Teacher Education. 25. 207-216. (2009)
- 15) Sylvia Yee Fan Tang, Alice Wai Kwan Chow. Communicating feedback in teaching practice supervision in a learning-oriented field experience assessment framework. Teaching and Teacher Education. 23. 1066-1085. (2007)

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 (旭川医科大学生命科学)