

第5節 高大連携の実践と評価

1 高大連携の概要

本節においては、「北海道大学と北海道札幌北高等学校とのスーパーサイエンスハイスクールの実施に伴う連携・協力に関する協定書」(平成14年11月5日締結)(以下「協定書」)に基づく、北海道大学との連携事業を「高大連携」と呼ぶ。3カ年にわたり数多くの高大連携による実践が行われたが、「高大連携の実践と評価」をまとめるに当り、初めに概要を整理する。

(1) 高大連携の種類

「協定書」には北海道大学(甲)と本校(乙)の間で4つの「連携事業」が上げられている。

2 甲と乙とは、次の連携事業を実施する。

- (1) 甲が主催する公開講座等への乙生徒の参加
- (2) 甲または乙の施設を利用する甲教員による乙生徒対象の講義、講演及び実験
- (3) 理数系教科の指導方法及び教材等に関する研究
- (4) 評価方法及び教育課程に係る高大連携の在り方に関する研究

(資料編「北海道大学との協定書」参照)

この中で、3カ年を通して中心となったのは「(2) 北海道大学の教員による講義・講演及び実験」であり、「(1) 北海道大学が主催する公開講座」「(3) 指導方法及び教材開発及び教材等に関する研究」と「(4) 評価方法及び教育課程に係る高大連携の在り方に関する研究」に特化した取り組みは十分ではなかった。これは4つの「連携事業」が構想段階ではいずれも有力な研究企画として扱われていたが、校内の実情に合わせて、特に「講義・講演・実験」の企画に重点を置いたためである。

「協定書」を支える「研究開発課題」を「大学・研究機関との連携を図りながら理数系教育を充実し、生徒の創造性・独創性を高めるための効果的な指導方法、評価方法及びカリキュラムの研究開発」と設定してあることとの齟齬を来す結果になっていることについては反省すべき点であるが、(2)の実践により、間接的ではあるが、(3)、(4)の研究がめざす目標の一部は達成された者とする。

(2) 高大連携の実績

北海道大学が主催する「公開講座」と「北海道大学教員による講義等」の二つについて3年間の実績を数字で示す。

	講義・講演・実験		公開講座	
	講座数	参加人数	講座数	参加人数
14年度	36	1025	8	44
15年度	52	835	1	100
16年度	36	381	1	30

ア 14年度の実績

(ア) 「講義・講演・実験」で、北海道大学以外に、北海学園大学・酪農学園大学・北海道医療大学・北見工業大学（合計11講義）の協力を得た。

(イ) 参加人数は「希望して参加した数」である。

なお、「講義・講演・実験」では数学の1講義を除いて表に示している。（1年生400人全員が聴講しているため）

(ウ) 「公開講座」は、総合タイトル「21世紀の知と技 世界に発信する北海道大学」という市民向け公開講座のうちの講座である。この講座は有料であったが、大学の好意で高校生（本校生徒以外にも他の数校の生徒が参加した）は無料の扱いとなった。

イ 15年度の実績

(ア) 「講義・講演・実験」にはSAの午後の講義（8講義）を含めていない。SAの午後の講義は全員受講なので延べ2800人を超える参加人数となるため、除いた。

(イ) 前年に引き続き「公開講座」については参加者数は把握していないので、表には含めていない。

この他に北海道大学が主催または共催の次のような講演会について、生徒案内をし、参加を呼びかけた。

- ・「知と技の美 最先端研究に秘められた魅力」（6月）
- ・「ポストゲノム時代の生命科学」（6月）
- ・「北海道大学COE市民キャンパス バイオとナノが拓く北海道」（8月）

生徒が参加した1講座は、市民公開講座の中で「高大連携に期待する化学への夢」と題するシンポジウムで、本校生がシンポジストの一人であったため、一般参加として約100人の生徒が参加した。

ウ 16年度の実績

(ア) 15年度同様に「講義・講演・実験」にはSAの午後の講義（8講義）を含めていない。

(イ) 前年に引き続き「公開講座」については、参加者数は把握はしていないので、表には含めていない。

(ウ) 公開講座の1講座は本校を会場とした計測学会の出前講義「人間と機械の共生」

である。

(3) 高大連携の評価

ア 北海道大学との協力関係

「協定書」に基づく連携であったが、「高大連携」に期待する大学教員の熱意を感じた。詳細は「2 高大連携の実践と評価」で述べるが、概括的なことをいくつか拾い出すと、

(ア) 全面的な協力が得られ、本校からの依頼には十二分に対応してもらえた。

(イ) 一部に、本校教員の出身学科など個人的なつてに頼る企画もあった。

(ウ) 実験に当たっての危険防止などの配慮も行兎ることができた。

イ 大学側からの評価

大学教員の「評価」は概して好意的であった。具体的な評価内容は第3章第2節以降に掲載している。

ウ 「実績」に表れた講義数・参加者数の減少

S S Hの取組が年次を追って深まるにつれて、力点の置き方が変わり、受講者を集めるばかりが研究ではないという考え方が定着していった。そのため受講数の「減少」は、生徒の関心が薄れたとか、大学教員による講義の必要性が薄れたということを示すものではない。むしろ、積極的な取り組んだ結果という側面が大きい。

エ 今後の課題となること

(ア) 双方向の連携

高校の要請を大学が受けて、最大限の便宜を図って貰ったというのが、本校のS S Hにおける高大連携の実態である。便宜の供与の流れが一方向的であり、大学と高校の双方向的な連携が必要ではないか。今後、高校と大学の間で、カリキュラムの連続性をどのように作っていくかということが課題として考えられる。

(イ) 大学の一元的な窓口

研究指定終了後の、北海道大学と本校との連携、規模は小さくなるかもしれないが、連携は続けたいと考えている。北海道大学等と連携して授業の改善等に役立てたいと考えている道内の高校はたくさんあり、高校側のニーズは大きい。

そのためには、大学の窓口が一元化していると取り組みやすい。また、教育委員会も要望・要請のある高校への支援が可能となるような体制づくりを検討してほしい。

2 高大連携の実践と評価

(1) 平成14年度の高大連携

37の講義の内訳は次の表の通りである。講義は大きく2種類に分類できる。1年

次の「報告書」に基づいてまとめる。

高大連携講義の内訳(平成14年度)

分類	科目	講義数	参加数	備考	
教養講義		20	609		
発展講義	物理	5	196		
	化学	講義	3	41	
		実験	2	55	
	生物	5	84		
	数学	講義 1	1	400	1年生全員
		講義 2	1	40	
合計		37	1425		

ア 教養講義

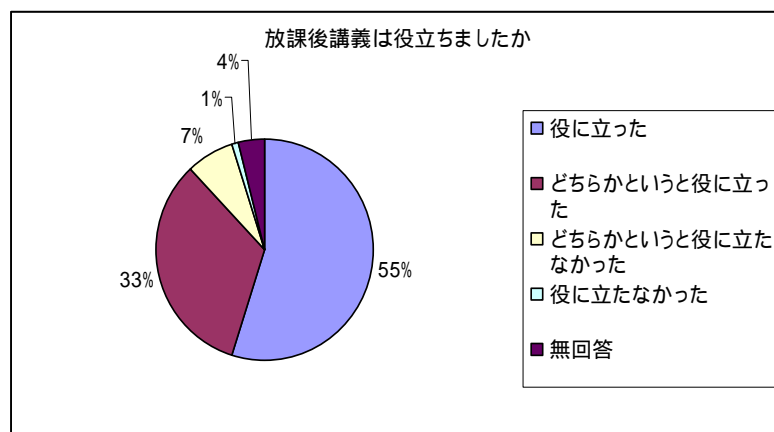
(ア) ねらい

先端研究に触れることで科学を広い視野で捉えられる生徒を育てる。

(イ) テーマ

特定のテーマを設けずに単発の講義を多数実施した。その際、人文科学、社会科学、言語など自然科学を研究するための背景・手段となる領域の講義も重要だと考えて計画に組み込み、全部で20講義を計画した。

なお、講師の所属大学は、「協定書」以前から準備していた関係もあり、11講義が北海道大学以外で、9講義が北海道大学である。学部は北海道大学に限ってみても理学部だけでなく、医学部・薬学部・水産学部・文学部・教育学部など多彩であった。



(ウ) 効果

1・2年生の40%の生徒が1回以上参加しておりアンケート結果から、自然科学への興味・関心が高く、学習意欲の喚起にも効果があったと評価できる。また、生徒の受講姿勢を見ると、事前に講義リストを案内として配布したことによ

り、自分の興味・関心に従って受講できたケースが圧倒的に多かった。さらに、医学、心理学等今日的な社会問題を反映する領域は好評であり、学問の背後にある研究者の学問観や倫理観にも触れさせることができた。

また、講義がどれほど理解できたかという点では概ね良好であるとの結果を得た。これは、講師が専門性に基づいたトピックスを主眼に置いて、工夫して話しをしてもらえたおかげでもある。本校生徒の場合、理解しやすいように工夫をすることで先端科学の難しい内容でもかなり理解できるため、大学教員のダイナミックな講義が生徒に知的な好奇心を喚起する効果は大きい。

(I) 課題

テーマに統一性を設けることで、生徒が自らの興味・関心に応じて受講しやすくなる一方、複数の視点から講義どうしの関連性や連続性を生むことが可能になる。

なお、文学部や教育学部による講義を企画することはSSHの趣旨に反するという指導があり、第2年目からはこれらのタイプの講義を取り入れないこととした。しかし、新規指定のSSHの主たるテーマが、高大連携と国際化にあるので、文系講義の活用についても検討する必要がある。

イ 発展講義

理科では、物理・化学・生物の3科目、それに数学がこのタイプの講義を実施した。全体に共通する部分と科目によって異なる部分に着目して実践と評価を整理する。

(ア) 考え方

いずれの講義も、高校の学習内容と大学の研究との関連性を図ることを第一に考えている。その上で、「基礎」部分の理解に重点を置く科目と、先端科学・大学の高度な研究内容の紹介をめざす科目にわかれている。科学を体系的に理解せるといった目的は共通だが、基礎と応用のどちらから迫るか、あるいは両方から迫るかという点で若干の違いがあった。

(イ) テーマ

授業内容に即したテーマを設定することでは共通しているが、生物においては、3年間を見通して「細胞・進化・遺伝・遺伝子」を中心に据えるとともに、物理では教科書から発展させた内容とするため、初年度に3年間分の13テーマを設定した。どちらも講義形式とした。化学は講義と実験の2系統を考えたため、講義は大学が他の高校で実施したことのある手慣れたテーマ、実験は「学生実験」に類似のテーマとした。次年度以降の方向性や設定テーマの分化を見込んだ計画であった。数学は、二つの講義とも整数論という共通点はあるが、対象人数と、各回の授業形態で変化を試みている。

(ウ) 効果

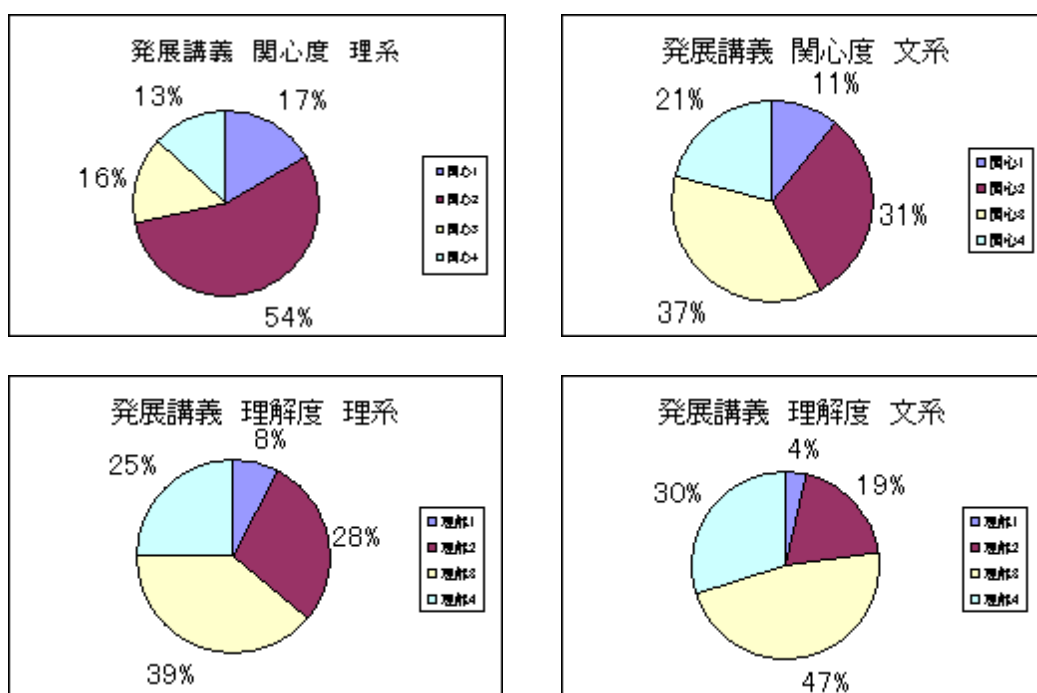
16の講義で1講義あたり平均26人の参加であった。教養講義との同日実施でどちらを受講するか迷うような状況の中での参加人数としては、十分な数であり、生徒の関心をよんだと考える。

生徒の受講態度も大学の教員が驚くほど良好であった。理解については数学のデータ（下記のグラフ）から、関心度と理解度の両方とも理系志望者の方が高い数字を出しており、文系と理系での違いの大きさが浮かび上がった。

これらのことから、SSH校内推進委員会としては、講義内容にテーマ性を取り入れることなどSSHの次年度の課題をどのように解決するかという方向を示すことができた。

【参考 グラフ 数学】

1年生全員対象の発展講義「部屋割り分割論法と有理数」に関するアンケート結果理系志望者と文系志望者に分けて整理した。「関心度」「理解度」ともに1が高く4が低いを表している。



アンケート結果から、文系は理系に比べて、関心及び理解できたか否かの自己評価が低いことが分かった。

(I) 課 題

高校の学習内容と大学の研究との関連性を図るため、高校生の持つ知識のレベルについて大学教員と十分に情報交換及び協議を行い、こちらのねらいを明確に

説明することが必要である。また、深みのある大学の教員の講義を生徒に根付かせるためには、高校教員の事前の指導や事後のフォローアップ、少人数化なども重要である。これらは、いわば計画段階で解決がつくことであるため、毎年度改善を図ってきた。

しかし、高校の学習内容と大学の研究の関連性をどの場面で指導すべきなのかという点については簡単な問題ではない。大学の研究室で積み重ねられた研究が高校の授業内容とどのように結びつくのかを、体験的及び、理論的に生徒が理解するための方策を検討する必要がある。

改善のための取組を整理すると次のようになる。

1	S A	全員必修の学校設定科目として、第2年次からスタート
2	テーマ型講義	第1年次は「教養講義」と呼んだものの改善形態
3	授業発展型講義	第1年次は「発展型講義」と呼んだものの継続形態
4	研究型活動	テーマを持った研究活動など継続して個人の能力を伸す活動

次項から4つの取組のその後の経過をたどる。その際、1のS Aについては第4節で主題的に取り上げたので割愛する。2・3・4については15年度・16年度の2年間の経過を説明する。

なお、2・3・4の高大連携には以下の共通点がある。

講義のテーマなどを、授業との連続性を考慮しつつ発展的に設定していること。

受講対象者を、希望者に限定していること。

実施時期・時間では、前・後期の授業日の放課後、土曜日・夏冬休みなどに実施しており、「授業時間」を用いていないこと。

これらの共通点をもちながら、それぞれ特色のある「高大連携」の取組となった。

(2) テーマ型講義と高大連携

平成15年度報告書に詳細を載せているので、ここでは簡潔に記述する。

ア 改善の方針

講義内容の系統化を図り、テーマ性を持たせることが改善策の中心となった。また、生徒の興味・関心を引きつけられることや、高校の授業と大学の基礎研究との関連性があること、大学の教員と十分協議すること、テーマが今日の話題であること、連携先として理学部以外の学部になってもよいことなどに留意して計画した。

イ 講義テーマ

15年度の「テーマ型講義」は次の二つのテーマに基づき、合計10の講義で構成した。

テーマ1 生命と情報シリーズ

- 1 粘菌細胞にインテリジェンスを探る
- 2 磁場で観察する脳の活動
- 3 神経細胞と情報通信・・・コオロギに学ぶ新技術
- 4 自然の中に潜む数理・・・フィボナッチ数列・黄金比・松ぼっくり
- 5 散逸構造と材料工学

このシリーズでは、さまざまな生命現象、自然現象を情報科学、電子工学等の方法を駆使して解明している研究を紹介することをねらいとした。計画に当っては、電子工学、化学、医学、数学、材料工学を利用したさまざまな生命・自然現象のしくみを紹介することに主眼をおいた。

テーマ2 北海道から発信する宇宙開発の未来シリーズ

- 1 宇宙の利用とNASAでの無重力実験
- 2 ハイブリッドロケット
- 3 人工衛星
- 4 宇宙で元気に暮すには
- 5 北海道から発信する宇宙開発の未来・・・シンポジウム形式

このシリーズでは、宇宙関連の学生サークル「Space School SPlead」を主宰し札幌市立青少年科学館などと協力して多くのボランティア活動を行っている工学研究科修士課程1年に在籍する大学院生（本校の卒業生である）と共同で、企画立案を行った。

テーマ1では本校の教員と大学教員間での協議であったが、テーマ2では、本校教員と大学教員に大学院生も加わった。

大学における研究室見学や新しい方法での講義等についても試みた。

大学院生達の自発的な活動の姿が生徒の自発性を刺激し、気づきにくいが高大連携の、長続きする、新しいアイデアにあふれた重要な実質（一方的な流れでなくて、相互性）を生み出す可能性さえはらんでいると考えた。

一つのテーマを軸にさまざまな研究者がそれにアプローチするこの講義をシリーズとして聴講することを通じて、学際領域や応用学問など、物理・化学・生物・地学・数学の領域を融合した内容を学ぶことを主眼においた。生徒が広さや深さを実感し、切り口の多様さは学問の無限大を示すことへの気づきがあれば理想的である。

ウ 実践の評価

(ア) テーマ性について

同一テーマによる講義を複数回実施することにより、講義への関心や理解を高めさせることが目標であった。5回のうち3回以上受講した生徒の数は両テーマとも数名であり、目標を達成したとは言い難い状況であった。開催の間隔が長いため、前回の講義で高めた興味・関心や学習意欲を持続できなかったことなどが原

因と考えられる。シリーズ実施期間の短縮や、専門知識の習得に必要な基本事項についての予習・復習を実施するとともに、一人の講師が連続して複数回講義を行う時の講義内容を一層系統化するなど、改善策が考えられる。

(イ) 講義内容の関連性について

結果として、各講義は単発的な内容であることが多く、講義間の関連性が薄かったために、シリーズ全体として大きなテーマにもとづいた総合的な理解を深めさせることができたとは言えない面があった。次年度は、年度当初に講義内容を詳細に検討した上で講義を実施することとした。さらに、内容を検討するにあたっては、大学教員と本校担当教員の他に、興味・関心の高い生徒を募り、三者がテーマや内容についてのアイデアを出しあって講義シリーズを組み立てていくことも必要と考える。生徒のニーズや興味・関心に一層適した内容の講義を計画し実施することで、生徒の科学的思考力や探究心を総合的に育てていくことができるものとする。

エ 平成16年度の実践

上記ウに基づいて改善するとともに、安定して生徒が集まるよう一つのシリーズに絞って計画することとした。しかし、予想以上に担当教員の負担が大きく、思い通りの企画ができなかった。また、立案のための組織作りが十分でなかった。そのため、平成16年度はテーマ型講義の開設ができなかった。大学とのスケジュール調整がつかなかったことはもとより、高校のテーマ設定力や、プロデュース力、教員の協働意識の不足なども原因として考えられる。

オ テーマ型講義のまとめ

テーマ型講義の課題は、生徒の興味・関心の領域を広げるといふねらいと、テーマ性により興味・関心を深めるねらいの、相反するねらいを同時に解決しようとしたことである。このような課題の現れ方はS Aの2年目の課題に酷似している。

(83ページ参照)

「興味・関心の対象を広げるための高大連携」は本校のSSHの基本に関わるテーマであるが、大勢の生徒を対象に据えて、興味・関心を掘り起こしていく基本方向を見失わず、可能な範囲で興味・関心を「深める」ことを追究するという折衷的な考え方で取り組むべきであった。

生徒が、さまざまな講義を聞き続け、興味・関心の対象を広げていく楽しさに気づくためには、受講した内容を生徒自ら整理することはもとより、普段の学習計画の中に組み込むことや部活動との調整など生徒自身の努力も必要である。生徒にとっては簡単にできることではないので、一定以上の講義を受講した生徒には、単位認定をしてこの努力を評価する方法が考えられる。3年目を終わるに当たっての解決策の一つと考える。

(3) 授業発展型講義と高大連携

授業の発展型講義（見学や実験も含む）には、高校の授業では扱えないができれば扱いたい領域やテーマについて、学ぶ機会を与えるという意義がある。講義を通して先端的な研究の息吹を感じ、科学の体系に触れたり、思考力を高めるための刺激となるなどの効果が期待できる。高校の授業と連続しているが、大学で教育を受けるための単なる下準備には決してならないよう配慮することも必要である。

希望者対象だが、授業の発展という性格から、その科目を選択している生徒にはできるだけ受講してほしいということを教科担当者は考えていた。テーマや講義水準をどのように設定するか迷うところであり、「連続性」や「発展性」をどう捉えたかによって、科目による違いが生まれた。それらをいくつかのパターンとて整理してみる。

ア 授業との一体化型

地学の授業で大学の教員とのチーム・ティーチングを実施する予定（平成17年3月）である。「回転水槽実験」として「傾圧不安定波の可視化」を主題とする。発展型講義の基本は「放課後・希望者」であるが、「授業内・履修者全員」という在り方となる。地学の選択履修者が一クラスだけと数が少ないために実施できるという側面もあるが、授業の効果が測れるなど、多くの利点がある。「授業内・履修者全員」という取組は、SSHの中でも、「協定書」の「(3) 指導方法および教材等に関する研究」の取組として注目している。

イ 授業準拠型

化学・地学が周到に準備し、実験的に取り組んだ。例えば、平成15年度の化学の放課後講義の第1回目は「燃料電池の化学」というテーマである。高校にはない燃料電池の実験装置を大学から持ち込んで、教科書に記載されている原理と反応式の知識をもとに発電の実験を行った。3年生が触媒等の学習を終えた直後に行ったので、時期の設定もよかった。引き続き残り4回のテーマも教科書との連続性が十分に踏まえていた。平成16年度においては、新教育課程の2年生が主たる対象であるため、2年生の授業の進度に応じた講義テーマを決めなどの改善を図った。授業では扱えない内容によって授業を発展させる点で重要である。しかし、参加者が期待ほど増えないという現実もあり、その要因を的確に分析する必要がある。

ウ 同一テーマ反復型

生物・物理・地学で行なった。例えば、平成15年度の生物の放課後講義テーマをキーワードで示すと「神経行動学・遺伝子・進化・種の分化・生殖」であり、平成16年度では「動物の行動・遺伝子・植物の生き方・海中の無名の生き物・子孫を残す仕組み」である。2年間に涉り進化・遺伝といった「種族維持」に関するテーマを反復して学習している。「種族維持」は生物の大きな特徴であり、生徒の興味・関心も高いので、毎年にも多様なテーマとなり反復することは、当然のことである。

研究施設の見学についても、毎年同じような内容で実施されているが、高校も大学も積み重ねによって指導技術が向上するので、反復して行くことも大切である。

エ 3年完結型

物理が採用した型である。3年間で物理の単元を全て網羅することを考え、13のテーマを設定した。単元内容の連続性は考慮するが、毎回の講義のテーマは異なる。3年間全て受講すると、全体的な理解が深まるように構成されている。SSH 1年目から在籍した1年生は、広く浅くという制約があるものの、13の講義を体系的に受講することで、物理の最先端の研究にまで触れることができた。しかし、SSH 2年目から入学した生徒は事業が途中で終了してしまい部分的な受講になった。

オ 利益追求型

数学のとった方法である。大学教員による講義が毎回、必ずしも生徒のニーズに合致するとは限らないため、取り上げるテーマや講義内容の構成を工夫して、入試との関連を持たせつつ数学の一番基本になる考え方、論理性を理解させようとした。数学が純粋学問であると同時に、理科の世界の道具としての機能も持つ応用数学でもあるという二重の意味を生徒に理解させる手だてとして、有効であった。

以上のように、教科・科目が検討を重ねた結果、放課後講義の方法が考案された。今後はこれらの型を組み合わせることも必要と考える。

(4) 研究型活動と高大連携

本校は、将来研究者となる可能性を持った素質のある生徒がたくさん在学しており、大学レベル以上の勉強に打ち込める教育内容を用意することもSSHにおける高大連携の大切な取組の一つである。本校では「少数・深く」という方向を追求する「研究型活動」に取り組んだ。この高大連携による取組をいくつかのタイプに分けて、次の通り整理し、まとめた。

ア 部活動をベースとした連携

このタイプの高大連携は従来からの部活動を基本とし、必要に応じて大学からアドバイスをもらうという連携である。必要に応じて門戸が開かれているような連携の在り方である。部活動そのものは生徒の自発的な活動であるが、活動が活発になると大学レベルでの知識や研究に関する情報が必要になることがある。そのため常時パイプがつながっている必要はないが、必要なときに問い合わせに応じてもらえるような連携が必要である。具体的には、生物部が「メダカと藻」や「サンショウウオ」の研究の際に、専門の研究者にアドバイスを貰ったケースなどが該当する。

イ 部活動と大学が常時接続している連携

物理化学部が2年続けて大阪大学研究施設（レーザー核融合研究センターなど）見学を行なったケースが、この方に該当する。先端的な研究施設での講義や見学を、部活動の年間計画の中に組み込んで実施したケースである。専門的な研究者から知識を吸収するレベルにとどまらず、生徒自身の進路希望大学の決定や、学びたい学問領域の明確化などの効果がもたらされた。関心のある生徒がいること、コーディネートできる教員がいること、大学に受け入れ態勢があることなどいくつかの条件がかみ合うことが必要だが、大学と常時パイプがつながっていることで大きな成果が期待できる連携の在り方である。

ウ 生徒を育てながら取り組む連携

愛好会を作り、生徒のニーズに合わせてその時々に必要な連携を模索する型で、数学愛好会が該当する。「数学部」という部活動は本校には存在していなかったため、数学に関心のある生徒を発掘した上で「数学愛好会」を立ち上げた。高大連携を活用しながら、生徒の数学に対する興味・関心を一層高めることができた。

北海道大学の夏期集中講義に参加して関心を深めさせ、学問としての数学の世界をかいま見させるなどした。生徒自身が成長し関心や興味の分化が始まると画一的な対応が難しくなるという課題はあるが、数学系で能力の高い生徒を見つけて伸ばしながら、高大連携を深めていく方法は、無理のない現実的な取組方である。

エ プロジェクト実験による連携

この連携では、研究テーマと研究計画を高校と大学で十分協議した上で、高校生が大学の研究室に通い、合計すると数十時間にもなるような研究計画を作成することとした。いわば生徒が大学の先生の元に弟子入りする格好である。未知の研究テーマに対して、生徒が理解できるような計画を示し、全校生徒から参加者を募った。研究成果を得ることが目的ではなく、未知の課題を探究する時のときめきを大事にしている。科学的な考え方や研究を進める方法を大学院生や助手、教授の指導のもとで体験的に身につける取組である。

オ まとめ

本校のSSHにおいては、ア～エのようなさまざまな高大連携による取組が生まれた。

また、北海道大学の研究領域や研究水準がトップレベルであり、高校側の要望を可能な限り受け入れようという配慮は連携先としては望みうる最高のものであった。SSHの研究指定が終了した後も、引き続き高大連携に取り組みたいと考えている。