

課題研究を深化させる SSH の取組み

新潟県立長岡高等学校教諭 山崎 健太

1. はじめに

本校は、平成 14 年に初めて SSH に指定され、現在 3 期目を迎えている。SSH 事業の中心として位置づけているのが課題研究である。課題研究を深化・推進するカリキュラムによって、高度な科学技術人材を育成することを目標としている。本校は、この目標を達成するために、5 つの仮説を立て、検証に取り組んでいる。①理数科生徒に対して課題研究実施期間を長くし、十分なテーマ設定時間と複数の発表機会を設けることにより、研究の質が向上する。②普通科生徒に対して課題研究を全員に取り組みせることで、生徒の主体性と課題解決力が高まる。③論理的思考力・批判的思考力およびディスカッション能力を高めることで課題研究のレベルが向上する。④課題研究の手法をもとに、他の授業でも探究的な活動を行うことで、思考力・判断力・表現力等が育成される。⑤生徒が、地域の科学技術・グローバル人材育成の中核拠点の取組みに主体的に関わることで、主体性・協働性が育成されるとともに、地域の理数系教育の推進が図られる。本校は、質の高い課題研究を目指しているが、それは、必ずしも最先端であったり、高価な機材を用いて行うのではなく、高校生らしい視点と発想で、学びを深めていくことである。

2. SSH の取組み

本校は、課題研究の質を高めるために、様々な取組みを行っている。その一部を以下に紹介する。

● 1 年次での取組み

・クリティカルシンキングトレーニング

情報活用や、教科・科目の枠をこえた内容を扱い、論理的思考力・批判的思考力を養うことで、課題研究を深化させるための基礎的技能と思考力等を身につける。

(1) 資料や関連するデータ(以下、「テキスト」)を読み解き、それらに対してのみずからの考えを要約し、それを小グループで発表し相互評価するという活動を複数回行う。

- (2) テキストは国語科、地歴・公民科、数学科、理科など複数教科が連携して提示し、複数の教科の教員が異なる視点での解説を行い、生徒の多面的・多角的、複合的な視点で事象をとらえる力を養う。
- (3) 要約を実際に書くことによって、表現力や反論を含めた論理的思考力を向上させる。
- (4) 発表では「ICE モデル」を活用したルーブリック評価を用い、生徒間での相互評価を行う。
- (5) コンセプトマップ、フィッシュボーン等の思考ツールを用いた思考スキル、また、KJ 法等、発想の発散・収束の方法を学ぶ。

表 1 クリティカルシンキングのテーマ(4 回)

テーマ	担当
1 反論の書き方	国語
2 生命倫理	公民・生物
3 人工知能(AI)	数学・国語
4 環境問題	公民・化学

・SS 情報(スーパーサイエンス情報)

- (1) 情報モラルを身につけ、情報通信ネットワークを有効に活用し情報技術を適切かつ実践的・主体的に活用できるようにする。
- (2) 情報に関する課題を解決する学習活動を通して、問題解決の能力やみずから学ぶ意欲を高めることのできる態度を育てるとともに、グループで共同作業を進めていく方法を学ぶ。
- (3) 論理的な表現力等を育成する観点から、プレゼンテーションソフトを活用して発表する機会を設けることで、効果的なコミュニケーションを行うために必要な知識と技能を習得する。

・科学英語

- (1) 理系分野のプレゼンテーションに必要な語彙、グラフの数値、計算式、形状や位置関係、実験器具、実験装置、グラフの説明など特有の英語表現に慣れ、使用できるようにする。

- (2) 科学的内容を扱う研究や実験について英語でポスターを作成し、研究内容に関して英語でレポートを書く。
- (3) レポートやポスターをもとに、聞き手に伝わりやすいプレゼンテーションを行う。
- (4) 効果的なグループプレゼンテーションを目標に、主体的に課題に取り組み協働して学ぶ姿勢を高める。

・サイエンスイマージョン

科学技術分野の第一線で活躍している海外出身の若手研究者を講師として招き(図1)、研究報告や体験談、質疑応答を通して生徒の科学への関心意欲を育てるとともに、サイエンスとコミュニケーションツールとしての英語という2つの軸を通して、科学を土台にした協働、思考活動、国際的コミュニケーション能力の育成を図る。

- (1) 生徒は、講師から英語で講義を聞く。講師・出身国の紹介、講師の考える研究課題、研究分野の内容、科学的な研究方法について、パワーポイントを用いてすべて英語で説明が行われる。その後、生徒が講義内容について話しあい疑問点を出しあい、講師に各グループが質問を行う。
- (2) 講師の研究内容に関連した課題が複数提示され、グループごとに1つ選択し、その解決法等を話しあう。その後、講師から科学的プレゼンテーション方法、原稿の作り方、発表法などについて説明を受け、グループ討議をし、プレゼン原稿を作成する。
- (3) 練習後各グループ3分程度でプレゼンを行い、講師や他のグループは発表内容について質疑をする。最終的に講師から今回のプログラムの感想をいただき、研究者としての心構え等を学ぶ。



図1 サイエンスイマージョンの授業風景

・新潟県 SSH 生徒研究発表会

県内外の SSH 指定校や高等学校、さらに、近隣の中学校の生徒が一堂に会して、課題研究の発表や質疑応答による「研究発表交流」を行う(図2)。昨年度は、約900名が参加した。高校生と中学生が一緒になるように班を編成し、協力して実技課題に取り組む「生徒交流会」も行っている(図3)。SSH校の課題研究の改善につなげるとともに、参加各校生徒の相互交流によって、協働的な課題解決力を育成している。また、会の運営や進行を長岡高校の生徒が行うことにより、本校生徒の主体性および協働性を育成している。



図2 ポスターセッションの様子



図3 生徒交流会の様子

・サイエンスツアー

地元の長岡技術科学大学で先生方から講義をしていただいたり、大学の施設設備を見学することを通して、科学や科学技術への興味・関心を高め、その意義や有用性の理解を深めている。

● 2年次での取組み

1年次から継続で科学英語を実施(理数科は3年まで継続)する。新潟県 SSH 生徒研究発表会では、課題研究の中間発表をポスターセッション形式で行っている。

・ディベート

論理的思考力の育成を目的としている。また、多量のデータから最もよいデータを見つけ出す能力を身につける。さらに、聴くコミュニケーション力を向上させ、口頭だけでなく文章で論じる力も向上させる。

・統計学

コンピュータなどの情報機器を用いることで、大量のデータを活用することの有効性に着目し、データを表やグラフに整理する技能を身につける。そして、情報の内容と質を見極めるとともに、データを活用し、正しい判断や価値選択を行う能力を身につける。

3. 課題研究の取組み

本校は対話を重視しているので、基本的に4名程度のグループで課題研究を実施している。普通科は、1年次に半年間、自然科学をテーマに「課題研究基礎」を実施。2年次は1年間かけ自然科学以外に文学や歴史、家政やスポーツなど生徒の興味に応じてテーマを設定し「課題研究」を実施している。理数科は1年次の後半から3年次にかけて自然科学と医療を中心にテーマを設定し「課題研究」を実施している。それぞれ複数の発表機会を設け(図4)、質疑応答などで出た意見を参考にして改良を重ね、最終的には論文にまとめている。また、グループによっては、英語科の指導を受け、発表やポスター作成を英語で行っている。



図4 長岡技術科学大学を会場にした課題研究の発表会(大学の先生方から指導、助言を受ける)

以下、地学分野について、生徒の取組み事例を紹介する。

地学分野「雪庇班」

雪庇とは、建物の屋根に降り積もった雪に風が吹きつけることで、屋根からせり出すように発達した雪を指す。新潟県は豪雪地帯であるため多くの雪が降り、その結果この雪庇が建物の屋根に形成される。

一般的に日本では冬の時期に大陸からの北西の季節風が吹き、南東方向に風が吹き抜けることが知られている。新潟県ではその風の影響を大きく受け、雪庇は風下側の南東側に多くできると考えられている。しかし、2018年に長岡高校の校舎には、雪庇が北側に形成されていた。また、その雪庇を観察すると、普通教室棟では一部に大きな雪庇、管理棟では全体的に小さな雪庇、特別教室棟では全体的に大きな雪庇ができていることに気がついた。雪庇が北側に形成されたことと棟ごとに大きさが違うこと、この2点の原因を追究するために研究を行った。

・調査 降雪時の風向きを調べる

気象庁のホームページから2018年の1月8日から2月8日までの期間、長岡市における風向のデータを入手した。またこの期間中に欠測期間があったため、雪氷防災研究センターからデータを提供していただいた。

・風洞装置の作製

風洞とは人工的に気流を生み出すトンネル型の実験器のことである。この内部に物体を置くことで、その物体が風に及ぼす影響を調べることができる。



図5 作製した装置(左が風洞装置、右が整流器)

風洞を実験に使用するためには安定した気流の確保が不可欠であるため、風洞内部に整流器を設置する必要がある。整流器には一般には正六角柱を敷き詰めたハニカム構造が用いられる。しかし、購入す

るには非常に高価であったこと、また自作するには均一な正六角柱構造の製作は困難であることの2つの理由から、別の構造を用いた整流器の自作をすることにした。身の回りにあるもので、かつ均一な形状で多数用意することのできる、トイレットペーパーの芯(円柱構造)を敷き詰めて整流器を作製した(図5)。

風洞内の気流の安定性を確認するため、風洞内部の面を5×5の25の区画に分割し、各区間の中心での連続1分間の平均風速を計測した。整流器なしの場合とありのそれぞれの場合において、平均風速0.1m/sごとに結果をまとめた。整流器を設置することで風速の差を少なくできることが確認できた。

・研究 校舎の模型を用いた気流の観察

方眼紙を用いて縮尺150分の1の校舎の模型を製作し、この模型と風洞を用いて、校舎の形状が風に及ぼす影響を調べた。

実験では、気流を可視化する必要がある。そのため「旗を用いた手法」と「煙を用いた手法」の2つの方法を用いて、気流を可視化し、観察を行った。

「旗を用いた手法」では、紙でつくった旗を虫ピンに取り付け、それを校舎模型の屋上に多数設置した。この旗のなびく方向は、風が吹き抜けた方向に相当する。当時、長岡市に吹いていた風の方向(南→北)に対して、普通教室棟と管理棟では逆向きの風(北→南)が生じていたことがわかった(図6)。特別教室棟では風の吹いていた方向にそのまま風が吹き抜けていた。

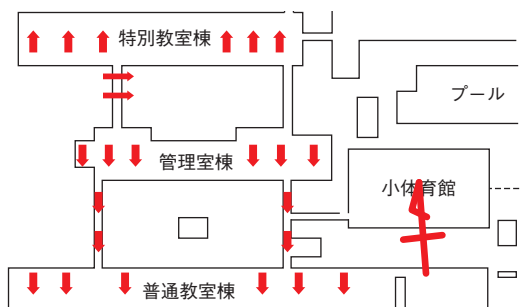


図6 旗のなびいた方向

「煙を用いた手法」では校舎の棟と棟の間に流れる風に注目した。校舎の棟と棟の間に火をつけた線香を置き、その煙の流れを観察した。普通教室棟と管理棟の間に置いた線香の煙は、普通教室棟の壁にぶ

つかることで反射し、渦を巻くような風が形成されていることがわかった。

・考察

図7は長岡高校の校舎を側面から見た模式図である。矢印は風の吹く方向を示していて、普通教室棟は風下側に管理棟が、管理棟は風下側に特別教室棟がそれぞれある。2つの実験から、風下側にある壁に反射された風が渦を巻く風になり、これが普通棟と管理棟において雪庇の形成を妨げたと推測される。また管理棟のみが三階建てで他の2つの棟(四階建て)より低いためにその影響が大きい可能性がある。

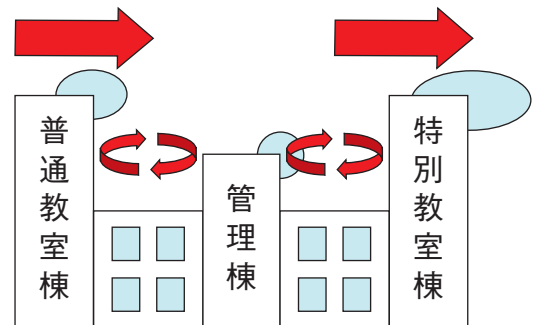


図7 風と雪庇発生の関係

4. おわりに

課題研究を深化させるために、様々なプログラムを関連づけて教育活動を行うことで、理数教育の推進や、生徒の論理的思考力の育成のみならず、生徒が主体的に学ぶ内発的欲求が高まってきていると感じている。また、全校体制でSSHに取り組むことで、教員の資質・能力も向上し、通常の授業に関しても、新たなチャレンジが発生している。今後も、SSH事業を実施する際に立てた仮説を検証しながら、さらに充実した教育活動を推進していきたい。

参考HP

- 1) 新潟県立長岡高等学校
<http://www.nagaoka-h.nein.ed.jp/>
- 2) スーパーサイエンスハイスクール(SSH)
<https://www.jst.go.jp/cpse/ssh/>
- 3) 雪氷防災研究センター
<http://www.bosai.go.jp/seppyo/>
- 4) 気象庁
<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>