

Horikawa SSH Reports

平成15年度
京都市立堀川高等学校 スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告書
(第2年次) 要約版

探究基礎

課題設定能力を育む実験・演習カリキュラムの研究開発/大学院生・研究生による実験・演習補助/統計(誤差・検定)教授教材の研究開発/具体的な目標設定

日常的に科学に接する場

自然科学部

微気圧計の作成/クイズラリー企画
プラネタリウムの展示発表/飛騨合宿/科学の祭典「星をつかむ」

「探究する力」測定法の開発

Purpose

SSH研究開発事業の目的

「探究基礎」から「科学の担い手」を育成するため
 継続的・発展的な大学・研究機関との連携のあり方と
 将来を展望した理数系教育の環境と指導法に関する研究開発



伊吹山頂上で大接近中の火星と記念撮影。
 生徒が自然への理解を深めることを目的としたフィールド
 ドワーク「伊吹山夜間登山」(2003. 8. 22-23)における
 天体観望。この他にも高山植物の観察・地質の解説が行
 われた。「何故、塩酸でとけない石と、とける石はあるの
 か(参加生徒・事後アンケート・不思議に思ったこと)」

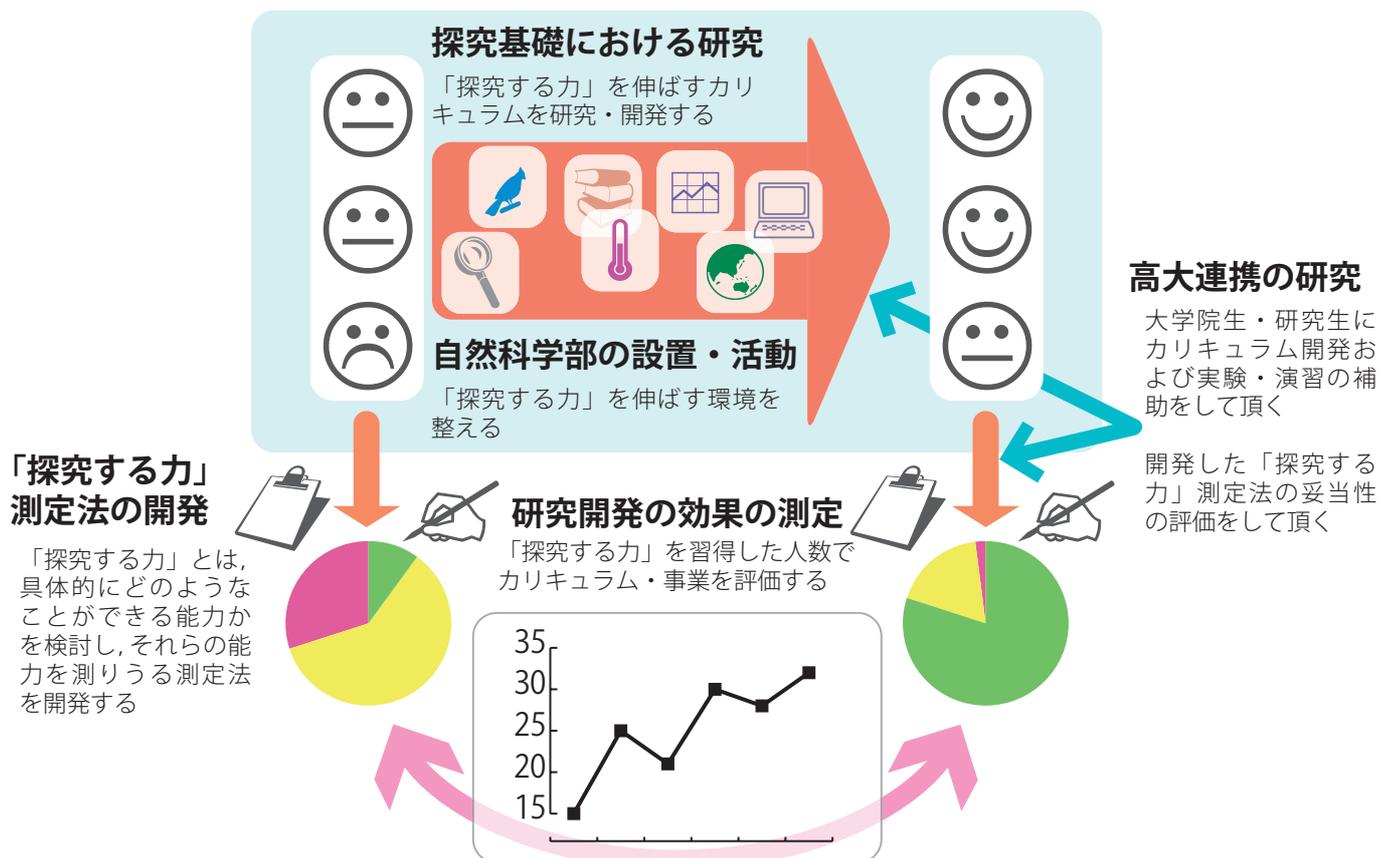
堀川高校では、京都市立高等学校改革のパイロット校として
 の位置付けのもと、わが国の科学・文化の新たな担い手の育
 成を目指す新しいタイプの専門学科「人間探究科」「自然
 探究科」を新設しました(平成11年)。

理数系統の学習を深め、自然の現象や原理・法則等の探究能
 力と態度を養う専門学科である「自然探究科」では、従来の
 普通科理系における学習内容を数学・理科を中心に高度化・
 深化させ、多彩な学習内容と学習形態及び学習方法を設定し
 てきました。

そこで、本校では、専門科目「探究基礎」をベースとして、生
 徒一人一人の進路目標や将来展望をふまえた探究活動のあ
 り方について研究し、より一層充実した理数系教育の環境と
 指導法について追求するため、スーパーサイエンスハイスク
 ール研究開発課題を上記の通り設定しました。

Overview

研究開発内容の概要



Activity

活動記録

自然科学に対する興味関心を深め、実際に活動する場とすることにより、学校全体に科学的精神を根付かせていくことを目標として平成14年に設置されました。活動内容は以下の通りです。

- 8月 5-8日 高大連携プロジェクト
京都大学 人間・環境研究科にて微気圧計の作成
- 9月 7-8日 文化祭
クイズラリー企画・プラネタリウムの展示発表
- 10月18-20日 飛騨合宿
根尾谷断層記念館 見学
京都大学飛騨天文台 見学・講義
福地化石調査
スーパーカミオカンデ 見学
- 11月 6-7日 科学の祭典・京都大会に参加
「星をつかむ」
銀河系とアンドロメダ銀河の模型作成
都市部で便利な星座早見盤 製作
- 2月13日 宇治田原化石調査
- 2月22日 京都高校生・教員理科学研究発表会





物理分野では、6人のグループで、3つのテーマの実験・実習を行いました。

「力学実験」：「重い球と軽い球、どちらが早く落下するか？」という問いに対し、考察・実験を重ねながら答えを導いていく仮説実験型のカリキュラム。風洞実験装置を用いて、空気抵抗の定量が可能になったため、抵抗力が風速や物体の形状にどのように依存するか、定量的に議論する。

「熱・エネルギー実験」：エネルギー問題→省エネ→熱効率という導入が特徴で、大きな問題や自分の興味のある話題から、実際にアプローチできる課題への細分化を意識させることを念頭においたカリキュラム。熱ロスの測定・燃料電池の効率などを通じて各種センサーとデータロガーの使用法を学ぶ。

「電気実習」：エジソンの電球発明、真空管、トランジスタ、ICと増幅回路の歴史を提示した上で、電子ブロックを用いて電子回路の基礎を学ぶカリキュラム。実習の最後には、生徒自身が自分で設定した通りの動作する回路を考え、それを実際に組み立てる。

Method Basic Inquiry

理数系専門演習の充実

1年次「探究基礎」における

SSH研究開発指定以前から、「探究基礎」では生徒が自分で研究テーマを選び、その成果を論文にまとめていました。しかし、SSH研究開発以前は、理数系進路を考えている生徒の中で、科学的なテーマを自ら選んだ生徒の数は半数を下回っていました。

そこで「探究基礎」1年次後期において、理数系生徒の興味・関心、そして探究心をより伸ばすための手段として、五分野（昨年度は七分野）の理数系専門演習・実験カリキュラムを開発し、生徒が自分の興味にあわせて選択できるようにしました。

生物分野では、3つのテーマに分類された実験・実習を行いました。

「平板法による微生物の単離実験」：生徒が自分自身で設定した条件（場所・身体の部位など）で、どのような菌が見つかるか考えながら、実際に平板培地を用いて確認し、培地の作り方や対照実験の計画などのスキルを身に付けるカリキュラム。

「動物に関する実験」：動物の行動の特徴や構造を理解するために、簡易な実験を通して生徒の理解を深めるためのカリキュラム。アフリカツメガエルの解剖、酵素の性質を理解するためのウミホタルの発光実験、ヒトの学習曲線を考えるための鏡像描写を行う。

「植物に関する実験」：さまざまな花の解剖を通して比較考察することで植物の構造や分類の考え方を理解するためのカリキュラム。また今後遺伝子組換え実験を行う生徒のための基本実験としてタマネギ、ニンジン、ダイコンなどを用いてDNAを抽出をする。





化学分野では、数人のグループで、3つのテーマの実験・実習を行いました。

「土壌のイオン交換作用に関する実験」：「雨水のpHは一年を通じて大きく変動するにも関わらず川の水はほぼ中性である」という観測事実を示し、「その原因は土壌のイオン交換作用による」という仮説を立て、その検証を行うカリキュラム。その過程で液体クロマトグラフィーの使用法も習得する。

「食用植物油を原料としたバイオディーゼル燃料（脂肪酸メチルエステル）の合成」：現在着目されている低公害で持続可能な自動車燃料であるバイオディーゼルの合成を行いながら、有機化学実験の実験技法を習得するカリキュラム。

「中和反応による水酸化鉄沈殿の生成とそれに伴うリン酸の除去」：酸性の河川である「酢川」は岩石を溶かし、その中に含まれているリン酸を多量に溶かし込んでいる。しかし、酢川が流れ込む猪苗代湖は貧栄養湖である……様々な状況証拠と化学の知識から仮説を立て、それを実験で確認するカリキュラム。

効果的な指導法の研究開発

Results 探究心の向上

この結果、理数系進路を考えている生徒のテーマ設定は、それ以前のものに比べ科学的なものが圧倒的に多くなりました。これは専門的な演習・実習によって、科学的なものへの興味・関心・探究心が高まったため、と考えられます。

今後は、今年度開発したカリキュラムが生徒の論理的思考力、実験計画能力、実験技能を本当に伸ばしているかを分析し、より効果的な研究実践カリキュラムを目指し、研究と改良を行っていきます。

地学分野では、2つの実験・実習を行いました。

「スペクトル観測実習」：天体の発する光には、様々な情報が含まれていることを示し、その光を分析すれば、どのような情報が得られ、またその情報から何がわかるのかを、実際に観測・分析を行うことにより習得するカリキュラム。また、この実習を通じて、スペクトルの概念・CCDカメラの原理・天体望遠鏡の使い方・天体画像の処理方法を身に付ける。

「太陽観測実習」：もっとも身近な恒星である太陽の観測を通じ、「光のデータ」からどのようなことがわかるかを体得し、そして太陽が非常にダイナミックな星であることを認識することを目的としたカリキュラム。花山天文台への訪問・昼休みを利用した太陽の観察などを含む。



Products

研究開発の成果

重要な研究課題である「探究する力」測定法の研究開発の結果、抽象的な表現の目標を、より具体的な行動目標に置き換えることができました。それに伴い、生徒に対し明確に課題を示すことができるようになりました。

「探究する力」に関する目標：

探究基礎の目標（一部抜粋, 開発中）

- ：
- ：
- 3. データの分析・解釈に関する目標
 - 3-1. 実験データを整理し、まとめることができる
 - 3-1-1. データからグラフの作成ができる。
 - ：
 - ：
 - 3-2. 関数関係としてデータを捉えることができる
 - 3-2-1. グラフから2つ以上の変数の関係を大雑把（比例, 反比例, 指数関数的, 周期的）に推測できる
 - 3-2-2. 関数関係の傾向から, 具体的な関数形（近似式）を見出すことができる
 - ：
 - ：

論文の内容に関する目標：

理系論文の構成および留意点（一部抜粋）

要約 (Abstract)

何の為に何をし、どのような結論が得られたかをわかりやすくまとめる。

序論 (Introduction)

具体的な問題提起や仮説提示をする。
現在認識されている問題や, 設定された課題を明らかにする。
その上で, 何故この実験・観測を行ったかを明確にする。
実験・観測によって何をどこまで明らかにするかを示す。
過去の関連研究と, それらと自分の研究の関係について簡単に触れる。

手法 (Methods)

背景となる理論の解説をする。
誰もが再現できる形で手順を示す。
概念図などを用いて実験機器などを解りやすく示す。
他人の手法を模倣する場合に, その文献を引用する。
計算方法などの解説をする。

結果 (Results)

得られた実験・観測データを, グラフや表などにし, 見やすく示す。
考察の対象となるデータを強調する。
客観的な事実のみを記す。

論文の形式に関する目標：

堀川高校版 論文の書き方（一部抜粋）



Prize

研究の質に対する外部評価

SSH研究開発で研究・改良された「探究基礎」を通じて培った探究能力に対する外部評価として、外部コンテストに応募しました。



ボーダフォン・モバイル・エコスクール
2年生共同研究が応募、グランプリを受賞
松下瞬、藤田英里香、今井貴彦、岩崎哲也、植田準子、木村優介
多点観測によるヒートアイランド現象と雲の姿

第1回 ジャパン・サイエンス&エンジニアリング・チャレンジ
3件が1次審査を通過

井上拓也 「酸塩基の逆滴定」
岩崎哲也 「ツバメは巣を作る場所を選ぶのか」
笠嶋慶純 「分子の『ゆらぎ』を見る」

第47回 日本学生科学賞

6件が読売賞を受賞
植田準子 「宇宙は膨張しているのか」
木村優介 「簡易吸光光度計を用いたリン酸の測定」
谷垂由美 「ニュージーランドの水の分析」
林 映里 「琵琶湖における外来魚問題」
藤田英里香 「京都のヒートアイランド現象を調べる」
横井陽馬 「圧力と温度の関係について」

第8回京都サイエンスコンテスト

5件が入賞、学校賞「優秀校」
京都市立高等学校理化研究会会長賞
谷垂由美 「ニュージーランドの水の分析」
京都市立高等学校生物教育研究会会長賞
岩崎哲也 「ツバメは巣を作る場所を選ぶのか」
京都市青少年科学センター化学賞
井上拓也 「酸塩基の逆滴定」
佳作
橘 鮎郎、濱中 僚 「風洞実験機の製作」
赤水希衣 「球状星団の観測から銀河系の誕生の時期を探る」

Conclusion

まとめ

今年度は、「専門の実験・演習により生徒の探究心は高まる」という仮説を、生徒の設定した課題のジャンルに注目することにより、肯定的に立証できました。より正確・精密に教育活動評価を行うために「探究する力」測定法の開発・検証に一層力を入れていきます。また、探究基礎における研究開発の成果である「探究する力」についての具体的な目標は今年度、本校普通科における「総合的な学習の時間」において利用されました。しかし、新たに開講された科目だったため、前年度との教育効果の比較ができませんでした。こういった場合も事前・事後調査で生徒の到達度がどのように変化したかを推定することのできる測定法が開発できれば、教育活動の評価にとって大きな助けとなるでしょう。

またSSH研究開発を通じて、教育活動の効果をより客観的に検証していくことの重要性が、改めて確認されたことは、本校にとって大変に有益であると考えます。

来年度の目標

「探究する力」測定法の研究開発を継続して行う
測定法の妥当性について外部評価を受ける
測定法を用い、より客観的な内部評価を行う
「教育目標を具体化し、行動・数値目標に置き換え、教育活動に客観的評価を与える」という手法を学校全体で活用していく

