

(様式第7号) (要綱第12第1項関係)

令和5年度
サイエンス・アソシエーション・プロジェクト事業実績報告書

令和6年3月29日

長野県教育委員会教育長 様

学校名 伊那北高等学校
学校長名 埋橋 浩

令和5年6月28日付け4教学第291号で支援金の交付決定のあった令和5年度サイエンス・アソシエーション・プロジェクト事業を以下のとおり実施しました。

- 1 企画名
理数探究を用いた課題解決能力の育成
- 2 事業実施対象者
1年理数科 41名
- 3 実施主担当者職氏名
教諭 安達 隆太
- 4 実施内容と成果
別紙添付

(様式第 7 号) (要綱第12第 1 項関係)

4 実施内容と成果

4-1 概要

本事業の目的は、A～Cの期間の先生方と連携を図りながら教科横断的に探究的な授業を行うことにより、自然科学に興味を持つこと、科学的な直観力を養うこと、科学的な手法を身に着けることを目的とした。本事業の成果としては、科学的な興味関心、科学的な手法については高い効果を得たと考えられる。具体的には研究の流れ（序論、目的、方法、結果、考察、結論）を学んだこと、実験データを取得して整理して意味を考えること、について大きな前進があった。

4-2 実施内容と成果

A) 細菌培養を用いたミニ理数探究I

(連携機関および指導者) 信州大学農学部 伊原正樹喜 准教授

① 目的

講師の伊原正喜先生に細菌培養に関する講義と実習をしていただくことにより、細菌培養に関する研究の世界を示しつつ、「納豆菌と大腸菌の相互作用」を題材とした実験を行い、結果について観察と考察を行った。実験・観察・考察を具体的にを行うことにより、興味関心を高めつつ研究の技術的なことを学ぶことができる。

生徒たちが自ら行うミニ理数探究では、4人1班のグループを作り、生徒が自ら問いを立て研究計画書作成して検証実験を行った。実験結果をまとめて考察をし、研究成果を発表することで、基本的な研究の手法を身に着ける。さらに、担当の教員と議論をすることで、考える力、要約する力、質問の主旨を理解して的確に応答する力、などを養うことである。

結果の分析には授業後のアンケートを用い、科学的な興味と思考に関する主観的な達成度を評価した。

② 実施内容

日程	内 容 (活動場所も含む)	実施時間
7/25 (火)	ミニ理数探究I:細菌培養を用いた理数探究 講義 時間 12:40~15:50 会場 本校 1F教室 化学教室 内容 細菌培養に関する講義と実習およびグループワーク 講師 信州大学農学部伊原正喜先生	3 時間
8/24 (木)	ミニ理数探究 I ① ・生徒によるテーマ決定と実験計画書の作成	5 5 分
8/31 (木)	ミニ理数探究 I ② ・生徒によるテーマ決定と実験計画書の作成	5 5 分
9/7 (木)	ミニ理数探究 I ④ ・生徒によるテーマ決定と実験計画書の作成	5 5 分
9/21 (木)	ミニ理数探究 I ⑤ ・生徒によるテーマ決定と実験計画書の作成	5 5 分

10/5 (木)	ミニ理数探究 I ⑥⑦⑧ ・生徒による, 細菌培養の実験	3 時間
10/12 (木)	ミニ理数探究 I ⑨ ・生徒による実験の考察	5 5 分
10/19 (木)	ミニ理数探究 I ⑩ ・生徒による実験計画の作成 (2 回目の実験)	5 5 分
10/26 (木)	ミニ理数探究 I ⑪ ・生徒による実験計画の作成 (2 回目の実験)	5 5 分
10/29 (火)	ミニ理数探究 I ⑫⑬ ・生徒による実験 (2 回目)	2 時間
11/2 (木)	ミニ理数探究 I ⑭ ・生徒による実験の考察・発表資料作成	5 5 分
11/16 (木)	ミニ理数探究 I:細菌培養を用いた理数探究 発表 時間 9:00~16:00 会場 信州大学農学部ラーニングcommons 内容 午前はポスターセッションによる発表 午後は口頭発表 講師 信州大学農学部伊原正喜先生	6 時間

11 月 16 日 (木) 発表テーマ

- 1 班 雑巾を用いた清掃による細菌数の変化
- 2 班 乳酸菌の増殖とビタミン C 量の関係
- 3 班 床の素材と布の種類の違いによる菌の付着量の関係性を調べる！！
- 4 班 小腸に生息する乳酸桿菌に対するビタミン類が及ぼす影響.
- 5 班 電流発生菌は身近な土壤に生息するのか.
- 6 班 その水飲んで大丈夫！？～日常の相棒！アイツの正体とは！？～
- 7 班 牛乳の大腸菌の培養
- 8 班 菌を利用した汚染水の水質改善
- 9 班 飲み物を飲んだ後の細菌量の変化

④生徒の感想 (主なもの)

・理数的な探求の進め方や考え方, 計画の立て方が分かった. 今後も理系で行く予定なので今回学んだことをいかしつつもっと深めていきたい.

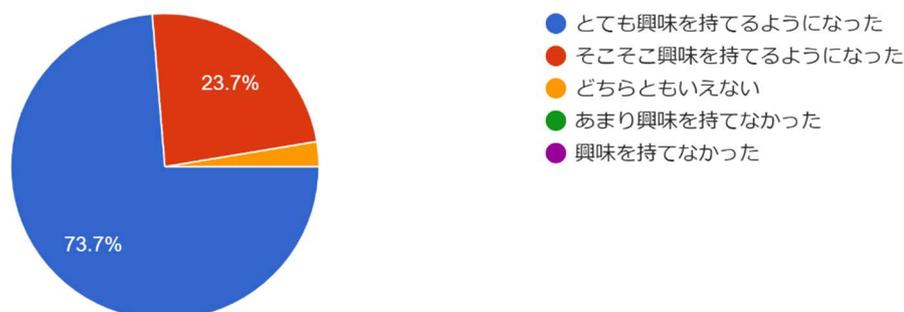
・はじめは自分たちに本当に探求を行えるのかとても不安でしたが, やり遂げることができて良かったです. 今回は実験が 2 回しかできず, 分かったことが限られていたので, このテーマを突き詰めてもっと深く研究していくと, より役立つものになると思いました.

・仲間と連携が上手くいかないことが多く, 手探りのような研究で, とても大変だったが, 乗り越えるために努力するという経験をして, やりがいがあったと思う.

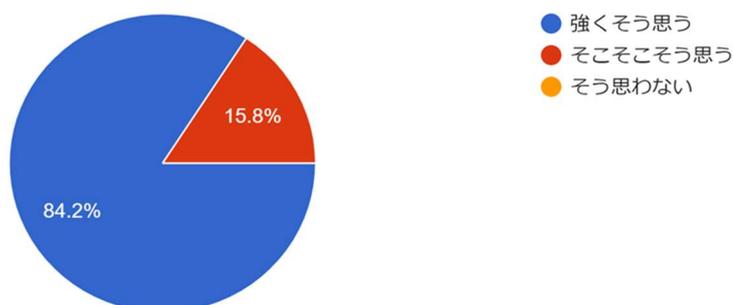
研究する・探究するという事は, 成果を出すことが大切だと思っていたが, 間違っていた.

大切なのは、研究に取り組む姿勢や、結果までの過程が重要だと学ぶことができた本当によかったです。

<自然科学に関する興味関心が増したか？>



<自然科学に関する知識・技能・論理的に思考をするプロセスを学ぶことができたか？>



⑤考察

97.0%の生徒が自然科学に対する興味を持てたと回答し、100%の生徒が科学的な手法を学ぶことができたという回答している。実際、毎日放課後に実験を繰り返し行ったり、信州大学の伊原先生にメールで質問したり、研究室に訪問して質問したり実験したりするなど、非常に積極的に活動することができた。科学的論理性については、確かにほぼ0の状態からスタートしたので成長はしているが、引き続き指導をしなくてはならない。

昨年度「水素酸化細菌」を用いた実験を行ったときは、効果も負担も大きいと感じた。今年度は水素酸化細菌を扱わず、実験の回数を2回に制限してその中でわかることを明らかにするという方針で生徒と教員の負担を減らしつつ教育効果を上げることを目指した。

信州大学農学部ラーニングコモンズでポスターセッションを行った際は、信州大学農学部の先生方や学生さんが来てくださり、研究内容に対する助言や専門家でないと言いえない研究の世界を示して下さい、大変有意義な発表会となった。来年度も継続したい*。

*信州大学農学部さまHP

<https://www.shinshu-u.ac.jp/faculty/agriculture/news/2023/11/post-405.php>



QRコード

B) 群論を用いた数学的探究活動

(連携機関および指導者) 東京学芸大学自然科学系 数学講座数学分野 相原琢磨 准教授

① 目的

群論について、生徒が知っている内容を導入として扱い、徐々に大学や産業で用いられている群論へと内容を深めていく講義を行った。そのあと、出題された課題に取り組んでディスカッションをすることで、興味関心を引き出すとともに大学の数学の奥深さを体験し、科学的思考を高めることを目的とした。結果の分析には授業後のアンケートを用い、科学的な興味と思考に関する主観的な達成度を評価した。

② 実施内容

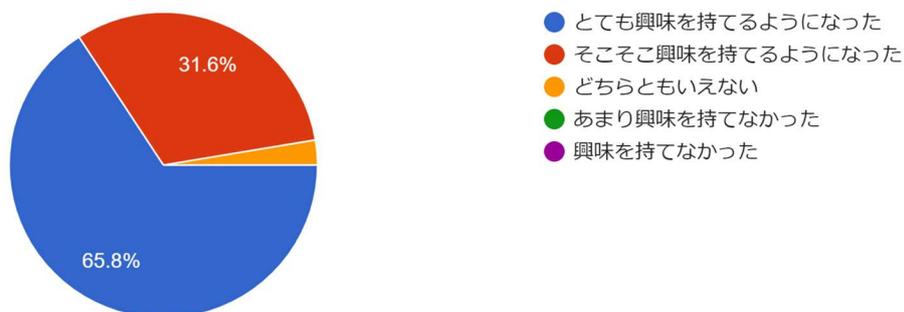
日程	内 容 (活動場所も含む)	実施時間
11/15 (水)	数学に関する探究活動 講義および実習 時間 9:00～16:00 会場 本校1G教室 内容 「整数論」「方程式と作図」「集合論」を用いた 数学的探究活動 講師 東京学芸大学自然科学系数学講座数学分野 相原琢磨先生	6 時間

③ 生徒の感想 (代表的なもの)

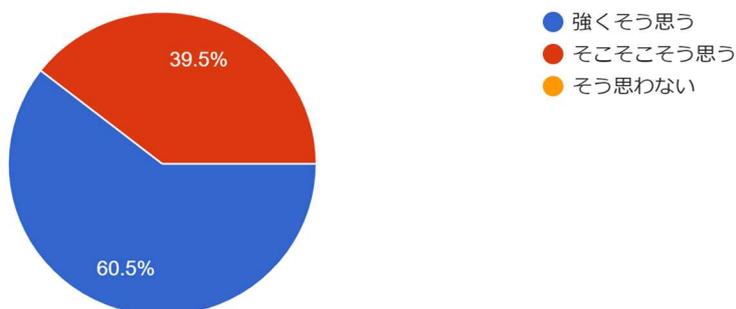
(学んだこと)

- ・難しそうな問題でも少しずつステップを踏んでいけば、解くことができるという数学の解法のプロセスを学ぶことができた
- ・1つの問題が分かったあとに、「高次元化したらどうなるだろう?」というように発展して新たな問いを出していくことが、探究において大切であることを学んだ
- ・数学六時間講義と聞いて正直乗り気ではありませんでしたが、講義を受けて知らないことだらけで難しい!と思ったのと同時に、とても面白い、もっと頑張りたいという気持ちになりました。
- ・難しい内容も一つ一つ紐解けば理解できるということを知って少し嬉しく、数学に対して前向きに考えることが出来た
- ・ほかの班の発表を聞いて身近には沢山数学に関わっていることがあって面白かった
- ・話し合う上で数字というのはわかりやすいものだった

<数学に関する興味関心が増したか?>



<数学に関する知識・技能・論理的に思考をするプロセスを学ぶことができたか？>



④考察

97.4%の生徒が数学に対して興味を深く持つようになり、100%の生徒が数学に対する「知識・技能・論理的に思考をするプロセス」を得たと回答している。実際、高校数学の範囲を超えている内容であったが、粘り強く取り組み、論理的に思考することで理解をしたり議論をしたりすることができることを実感したと思う。

午前中は講義を中心とした学習であった。午後は自分たちでテーマを決めて発表をする時間であった。午後の活動において、生徒が自分で考えたテーマを自分たちで解決することにより、生徒の意欲と能力を向上させることができると感じた。

C) 二酸化炭素濃度計を用いた理数探究（ミニ理数探究II）

（連携機関および指導者） 東京大学 大気海洋研究所 今須良一 先生

①目的

はじめに今須先生から大気中の二酸化炭素濃度を調査する研究について最先端の研究や、東京大学の1年生が行った研究について講義をして頂き、生徒が大気中の二酸化炭素濃度を調査する研究について興味を持ち、意義を認識した。

指導の目的は、生徒が4～5人1組のグループで二酸化炭素濃度計（以降CO2計）を用いたミニ課題研究に取り組むことにより、実験計画（問い、仮説、実験方法）を立てること、実験を行ってデータを分析すること、成果をまとめて発表することなど、課題研究の基本的な手法を学ぶことである。結果の分析には授業後のアンケートを用い、科学的な興味と思考に関する主観的な達成度を評価した。

②実施内容

日程	内 容（活動場所も含む）	実施時間
11/17 (金)	内容 ミニ理数探究II CO2濃度計を用いた理数探究 時間 12:45-15:50 会場 本校1G教室 活動 講義およびグループワーク 主体 講師による講義とグループワーク 講師 東京大学 今須良一先生	3時間
12/7(木)	ミニ理数探究II① ・生徒によるテーマ決定と実験計画書の作成	55分

1 2 / 1 4 (木)	ミニ理数探究II② ・生徒によるテーマ決定と実験計画書の作成	55分
1 2 / 2 1 (木)	ミニ理数探究II③ ・生徒による実験	110分
1/11(木)	ミニ理数探究II④ ・生徒による実験	110分
1/18(木)	ミニ理数探究II⑤ ・生徒による実験のまとめと考察	110分
1/25(木)	ミニ理数探究II⑥ ・まとめと発表資料作成	110分
1/27(土)	内容 ミニ理数探究II 時間 9:00-12:00 会場 本校生物教室 活動 研究発表, 講師による助言指導 主体 生徒による発表 講師 東京大学 今須良一先生	3時間
2/8(木)	理数探究基礎まとめ ・生徒による研究の振り返りと意見表明	55分

③研究テーマ

- 1班 気温と水の二酸化炭素吸収の関係
- 2班 植物の光合成量と光の波長の関係
- 3班 活性炭の二酸化炭素濃度の変化
- 4班 水の塩分濃度の変化による二酸化炭素の吸収率の変化
- 5班 植物の生育と二酸化炭素濃度の変化
- 6班 鉄による二酸化炭素の吸着
- 7班 サボテンを用いた日照時間による光合成の変化
- 8班 土による二酸化炭素濃度の変化
- 9班 身近な包装材の二酸化炭素透過量

④生徒の感想

(学んだこと)

- ・結果としてでてきたものを要因毎に分析し、本当に知りたい情報だけを取り出す
- ・外部からの情報に囚われすぎず、一度ニュートラルな状態で自分の考察をしてみる
- ・答えを見つけることだけにこだわるのではなく、自分たちで考えることを大切にする
- ・発表のときに考察のプロセスが分かりやすく相手に伝わるように、研究のことを知らない人にも理解できる説明をする

(感想)

- ・CO₂ 測定器などの専門的な機械を使う実験形だとこのような機会があるということはとても

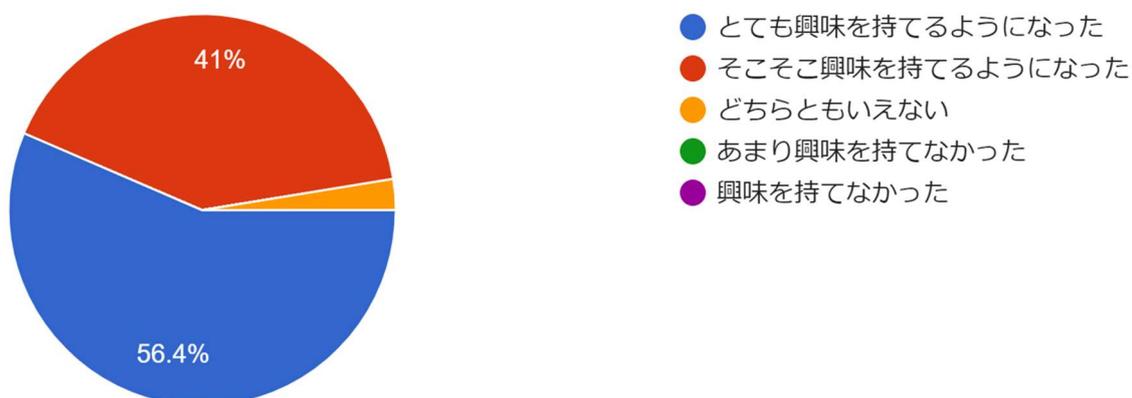
有難いことだし、なかなか個人の方ではできることでは無いので、今回の機会はありがたかったと思います。しかし、実験期間などの関係上、やりたかったことはまだまだ沢山あるので、来年の1年を通した理数探究に期待したいと思います。

・今回は短い時間の中で自分たちの知りたいことややりたい実験をやらなければ行けなくて大変だったけど、その分よく考えたり半で協力したりすることができたと思う。最後に頂いた好評では色んなことを教えて頂き、今後の理数探求や大学などでも生かせると思った。

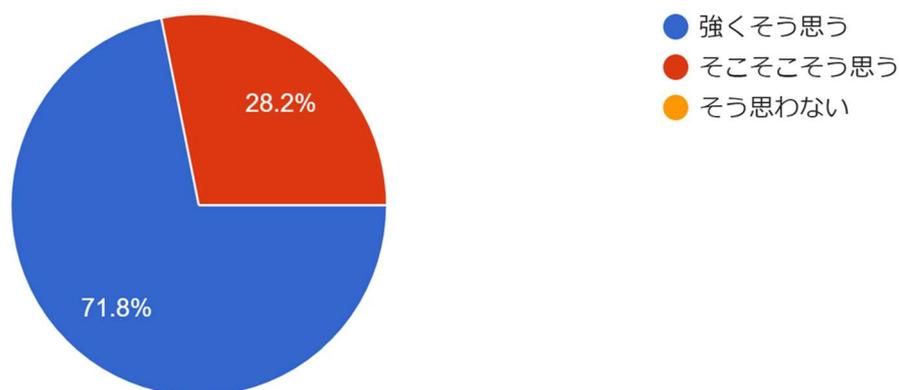
・期間が短すぎたため、思うようにできなかった。もっと余裕を持った日程にしてほしい

< 取組み全体を通じて、自然科学に関する興味関心が増したか？

以下の選択肢から1つ選んでください。 >



< 取り組み全体を通じて、自然科学に関する知識・技能・論理的に思考をするプロセスを学ぶことができたか？以下の選択肢から1つ選んでください >



⑤考察

97.4%の生徒が自然科学に対する興味を持てたと回答し、100%の生徒が科学的な手法を学ぶことができたと回答している。生徒は放課後毎日残って実験をしていたし、発表の直前までデータを取ったり資料を作成したりして非常に熱心に研究に取り組んだ。実験の期間については課題を感じている。来年度は10月中旬から開始できるようにして、1ヵ月期間を延ばしたり、研修旅行期間中にまと

めて実験などができるように工夫したい。授業全体の目的や花きを扱うグループのことを考えると、夏から秋にかけて実験したほうがよいことも考えられるので、細菌培養の実験と本実験の時期を入れ替えることも検討事項になっている。

4-3 全体を通した考察

本事業は昨年度の事業に改善を加えて実践したものであるから、現2学年の理数探究での取り組みの情報を交えつつ全体の考察を行うことで、来年度の2学年理数探究で行うべき指導について提案したい。

4-2の各授業におけるアンケート集計の結果を見ると、生徒は自分たちがやってきたことに手ごたえを感じている。生徒はほぼゼロの知識量および経験量からスタートしているので、1年間いろいろテーマで実験をして発表をしているから、いろいろわかった気になっている。もちろん、その主観としての達成感が必要である。しかし教員からすると、「生徒は全然わかっていない」ように感じる。

具体的には、IMRaDCの流れを理解している。研究テーマを検討する際に先行研究調査を行う。しかし、「先行研究なし」と結論付けた研究テーマに関して、教員が検索したところ、先行研究を3分で見つけたこともある。

あるいは、電流・電圧の数値にばらつきがあることを実験中に目視で確認しているにも関わらず、測定回数を増やして平均値や分散を求めるようなことをしない。そのため2種類の測定データについて、差があると思うor無いと思う、という主観的な議論になり、根拠を持って（つまり数値で）評価することができない。

生徒は、1学年次の理数探究基礎において、教科書で知り、研究をしながら経験しているはずである。アンケートでも●●を学びましたという記述が多数ある。しかし、先ほどの例のように、その後の研究において、知っているはずのことを上手く使いこなせていない。

つまり生徒は、経験したことを抽象的にまとめることができる。しかし抽象化したことを別の具体的事例に適用することができない。実際、データにばらつきがあるけれどどうしたらいい？と聞くと、「データを複数取って平均を取ります」と答えた。抽象度を下げて考えさせるだけで何をしたらいいか分かるから、何も知らないわけではない。適切な抽象度で議論をすれば、効果的に抽象化と具体化を行うことができると考えられる。

我々教員も、Aという具体的事例をそのまま(Aと似たような事例の)Bへ当てはめて解決することはできる。前例を踏襲したほうが仕事は楽に進むことを考えれば納得できるだろう。しかし、Aという具体的事例を抽象化して全く別の事例Cで効果的な仕事をしているとは言えない。大人にとっても抽象化して具体化するということが非常に難しい。だから17歳程度の高校生にとってはなおさら難しい。しかしそれに気づいてトレーニングすれば、抽象化と具体化は不可能なことではない。今後も2学年理数探究の中で、生徒の理解度を見ながら適切な抽象度で考えさせ、抽象化して具体化するトレーニングを積み重ねることにより、よりよい探究ができると考える。

4-4 まとめ

①伊那北高校1年生41名に対して、東京大学、東京学芸大学、信州大学の先生と連携を図りながら理科と数学に関する探究的な授業を教科横断的に行った結果、自然科学に興味を持つこと、科学的な直観力を養うこと、科学的な手法の初歩を身に着けることができたと考えられる。

②来年度の理数探究における指導では、過度な期待をせず、適切な抽象度で生徒と議論をして探究を深めていくとよいと考えられる。