

(様式第7号) (要綱第12第1項関係)

令和4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5年2月1日

長野県教育委員会教育長 様

学校名 長野県伊那北高等学校
学校長名 埴橋浩

令和4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4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
理数科探究的授業の横断的取り組み
- 2 事業実施対象者
1年理数科 40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水素酸化細菌に関する講義をしていただくことにより、細菌培養に関する基本的な知識と技能を修得しつつ、「水素のエネルギーを用いて炭酸固定を行うことのできる細菌がいる」という意外性によって興味深い題材に触れることで、自然科学に関する興味関心を持つことである。

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て研究計画書作成して検証実験を行う。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
7/26 (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 二酸化炭素固定菌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
8/25 (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	55分
9/1 (木)	ミニ理数探究 I ② ・生徒による実験計画書の修正, 完成	55分
9/8 (木)	ミニ理数探究 I ④ ・生徒による実験	55分
9/22 (木)	ミニ理数探究 I ⑤ ・生徒による実験データ整理, 考察	55分
10/6 (木)	ミニ理数探究 I ⑥ ・生徒による実験データ整理, 考察	55分
10/13 (木)	ミニ理数探究 I ⑦ ・生徒による実験の考察とプレゼンテーション準備	55分

10/20 (木)	ミニ理数探究 I ⑧ 時間 12:00~16:00 会場 本校同窓会館 生徒による研究発表 (中間発表) 講評 信州大学農学部伊原正喜先生	4 時間
10/27 (木)	ミニ理数探究 I ⑨ ・生徒による実験計画の修正	5 5 分
11/10 (木)	ミニ理数探究 I ⑩ ・生徒による実験	5 5 分
11/16 (水)	ミニ理数探究 I ⑪ ・生徒による実験データ整理, 考察, 発表資料作成	5 5 分
11/17 (木)	ミニ理数探究 I ⑫ ・生徒による発表資料作成	3 時間
11/17 (木)	ミニ理数探究 I ⑬ 時間 12:00~16:00 会場 本校同窓会館 生徒による研究発表 (本発表) 講評 信州大学農学部伊原正喜先生	4 時間

③ミニ理数探究I研究テーマ

- 1 班 水素酸化細菌が自然界にて繁殖する際の必要条件について
- 2 班 水素酸化細菌の培養と振動の関係性について
- 3 班 伊那北高校校舎内の細菌分布と時間経過による変化量
- 4 班 身近な漬物に含まれる乳酸菌量の違い
- 5 班 飲用可能な水の調査
- 6 班 水素酸化細菌がつくる栄養の有用性
- 7 班 体内で菌同士の関係を調べる
- 8 班 水素酸化細菌とイシクラゲの炭素固定量の比較
- 9 班 水素酸化細菌の増殖に関わる環境条件
- 10 班 大腸菌がおかれている気温と紫外線殺菌の効率の関係

④生徒の感想 (主なもの)

(学んだこと)

- ・どんな結果が出てても仮説に偏りすぎないで考える事が大事.
- ・分からないというのも一つの結論.
- ・わかりやすいスライドを作ることでより活発な議論ができる.
- ・自分達以外の人に伝えるには工夫が必要.
- ・考察を考える時により深く掘り下げて考えていくと面白い.
- ・なぜこの実験を行うのかという理由
- ・行おうとしている実験は調べたいことを本当に調べられる実験なのかということ
- ・わからないことや仮説と違う結果が出た時にさらにいろいろな資料を読み込むなどし, さらに理解できるようにすること
- ・実験で出てきたデータをもとにどのようなことが言えるのかを考えより具体的なことを理解していくこと

(感想)

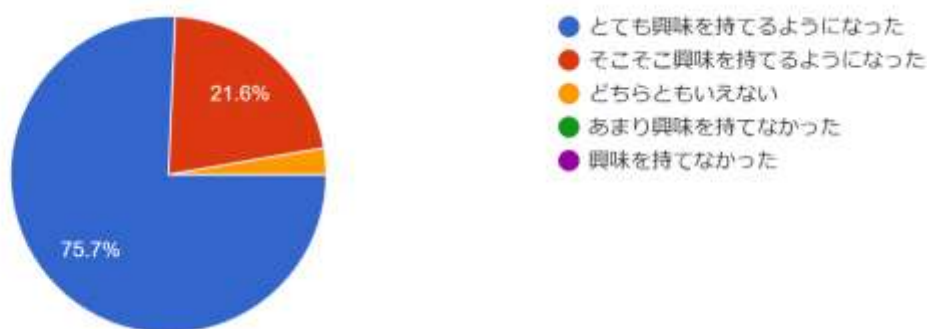
- ・細菌培養の方法や振動に関する知識をほとんど無い状態からのスタートでしたが, 班の人たちや先生との議論を進めていく中で, 細菌培養に興味を持ったり, 超音波や振動に関しての知識をたく

さん身につけられたので嬉しかったです。また、1から自分達で実験やまとめまでできたことは良い経験になったと感じられました。次の探求でも今回の反省などを活かして進めていきたいです。

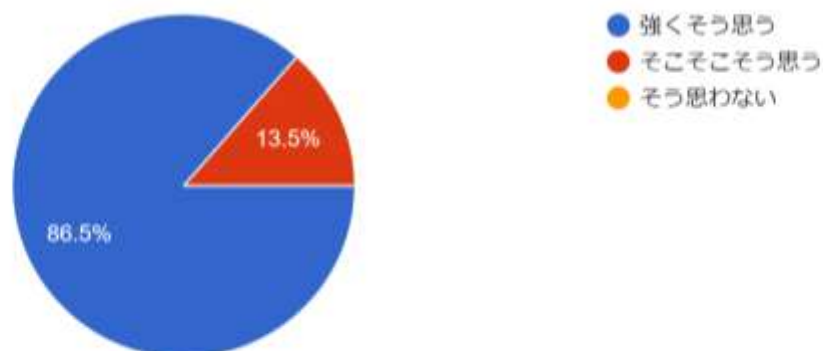
・うまくいかないことや予想と違うデータが出てきたりなどしたが、そこからいろいろなことを考えて考察をまとめることができ新たな疑問も持つことができた。実験の計画の段階で先生と自分達との間で認識の差があったので先生とのコミュニケーションを大切にしていきたい。考察をもっと深いところまでできるようにしたかった。

・自分たちで実験について考えそれを実行し、発表するという中で色々な能力が必要だし、色々なものが欠けていると感じた 抽象的なものになってしまっているがその能力がこれからの社会でより必要とされている力であると思う こう言うものは教科書に書いてあるものではないし、誰かに教えられるものでもないの今回これを通して気づけたこととその能力を少し伸ばせたことはかなりプラスになった これからも初心を忘れず研究を行いたい。

<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

97.3%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。材料として水素酸化細菌が非常に魅力的であったことが積極的になれた理由だと考えられる。ただし、教員の負担と伊原先生の負担が非常に大きいので、事業を継続するための工夫が必要である。

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ければならぬ。

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経験し、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
11/18 (金)	数学に関する探究活動 講義および実習 時間 9:00~12:00 会場 本校 1F教室 化学教室 内容 群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	3 時間

③ 生徒の感想 (代表的なもの)

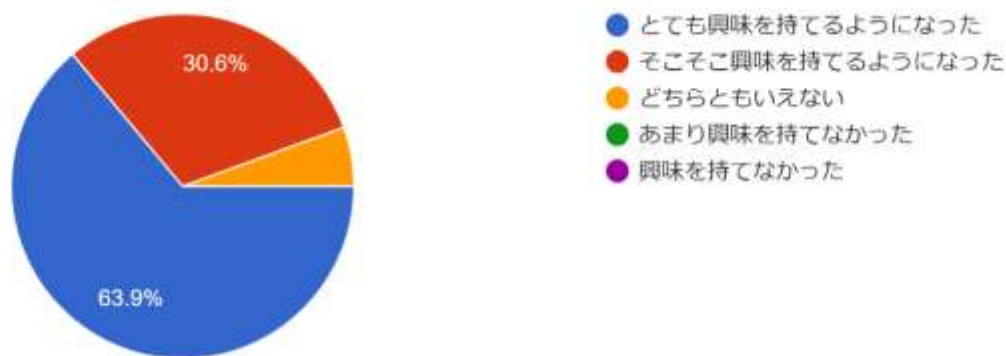
(学んだこと)

- ・ただ授業を受けてわかった気にならず、疑問を持っていること。
- ・疑問を持つには、知識が必要だということ
- ・物事の「動き」について表す数学の学問が「群」であることが分かった。
- ・全ての元を書かなくても、動きとその関係式で全てを表すことが出来ると分かった。
- ・ $m \times n - 1$ パズルでは互数の数が偶数か奇数かで、可解性を知ることが出来ると分かった。

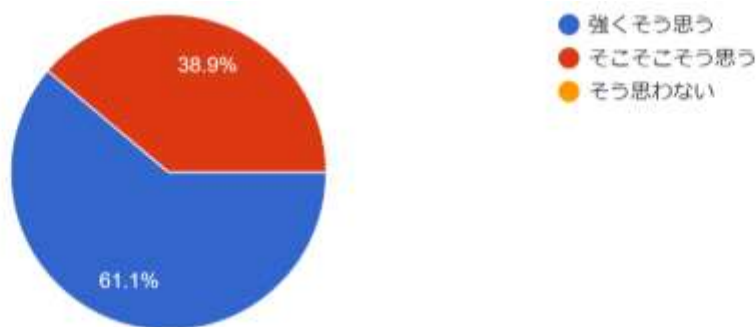
(感想抜粋)

- ・かなり進むペースが早かったけど、一つ一つ理解していくととても面白い授業だった。
- ・分からないことも隣の人と話しながら理解して深めることもできたので意義のある授業だったと思います。
- ・正直、最初の方は自分がスッと内容に入っていけないところがありましたが、実際にパズルが解けるかどうか、などの検証が行えることなど、具体的な、実生活での例や、規則性を知ることにより関心を持って取り組むことができました。 とても面白かったです

< 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？>



⑤考察

94.5%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論理的な思考力を得たと回答している。実際、群論という難易度の高いテーマであったが、粘り強く取り組んでいた。論理的思考力については、成長をしているとは思いますが、繰り返し指導をする必要がある。

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
1 1 / 1 8 (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 1F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
12/8(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 5 (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 2 (木)	ミニ理数探究II③ ・生徒による実験	110分
1/12(木)	ミニ理数探究II④ ・生徒による実験	110分
1/19(木)	ミニ理数探究II⑤ ・生徒による実験のまとめと考察	110分
1/26(木)	ミニ理数探究II⑥ ・まとめと発表資料作成	110分

1/28(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
2/9(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 水は二酸化炭素を吸収するのか
- 2班 藻類の水量の多寡による光合成量の差
- 3班 日常生活で使用する容器の気密性の調査
- 4班 換気の効率
- 5班 本当に同じ大根? ~気体からみた、大根の上部と下部の違い~
- 6班 一年草と多年草の光合成について
- 7班 二酸化炭素濃度とデンプンの関係
- 8班 息止め能力と酸素吸収能力の関係
- 9班 運動量の変化と呼気内のCO2濃度との相関性
- 10班 換気による室内環境の変化

④生徒の感想

(研究を行う上で大事なことは何か?)

- ・ひとつの事に囚われて考えるのではなく、色んな可能性を考えて一つ一つを潰していくって言うのが大事
- ・先生の話から囚われない自由な発想が研究を始める上でとても大切だとわかった。
- ・グラフなどの結果の細かい変化にも着目して考察すること
- ・第三者側からなど様々な視点から考えてみる
- ・都合のいい事実だけを取るのではなく、結果が出なかったものについてもしっかりと考える。結果がないのも結果だと思う
- ・ひとつの要素だけで考えず、関係する色々な要素から考察する
- ・実験の結果から考察をいくつもの視点から考えること。たくさんの可能性に気づくこと。
- ・得たデータからわかることを最大限考えてみる
- ・データの管理 (いつどんな目的でやったか、細かい条件などを添付のメモにでも明示しておく)
- ・想定した実験が出来なさそうな時の創意工夫

(感想)

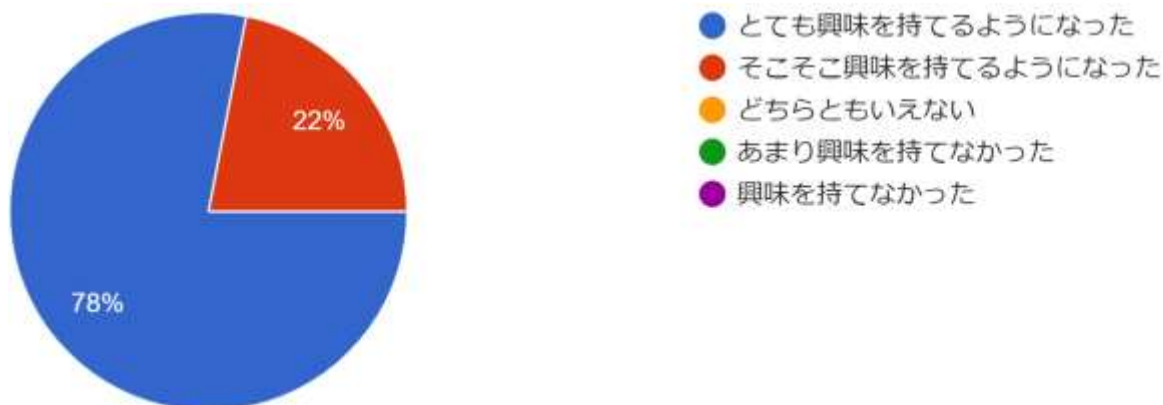
・今回、参考文献を調べてはいけないという状況が自分の成長にとってもプラスだったと思う。考察をする段階では一つ一つ丁寧に考えないといけないので大変だったが、問題集を解く時のようにすぐに答えを教えられるのではなく、やり方を自分で考え抜くことができた。また、最後になりますが協力してくださった全ての人に深く感謝いたします。

・複雑で調べたいことがわからないような結果が出た時に改善した実験をして良い結果を得られたことがとても勉強になった。他の班の実験結果からわかることを考えたり、協力したりなどして実験を進めることができたことはよかった。データが今回たくさんあったので整理するのが大変だったりが班の人の協力もありまとめることができた。

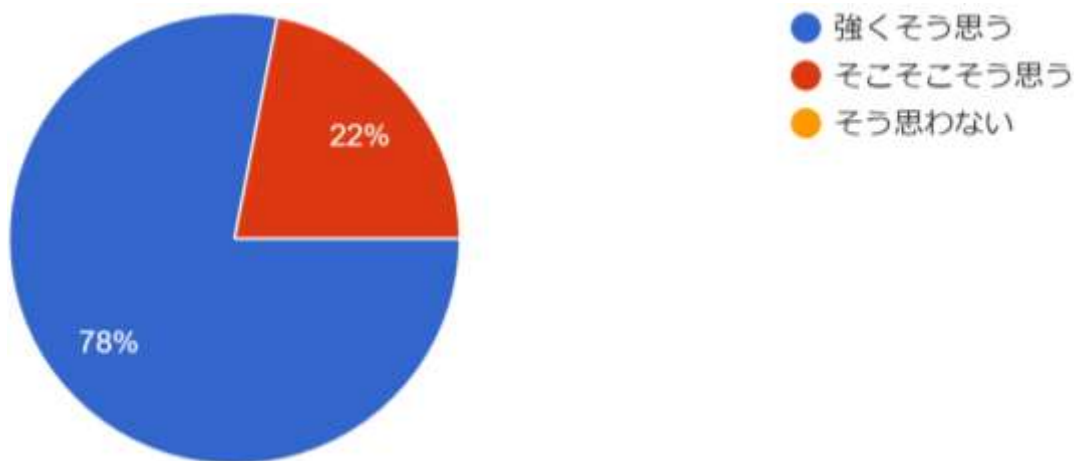
・今まで自分達が実験中には考えられなかったことをみんなの質問やいます先生のコメントなどで気付けてよかった

・前回の課題研究の時も思ったけど、「CO2計を用いた実験」というテーマだけで、たくさんの面白い実験が出てきたことがすごいなと思った。植物相手に実験をしたけど、やっぱり生物相手だと思った結果と違う結果が出るんだなと実感した。

<自然科学に関する興味が増したか？>



<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

100%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。生徒は放課後毎日残って実験をしていたし、発表1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。ミニ理数探究Iに比べて、実験回数を増やし、生徒同士や生徒と担当教員との間でのデータに対する議論を活発に行ったことで、「実験結果をよく見て考える」部分に取り組むことができた。

4-3全体を通した結果と考察

4-3-1事業の目的に対して

本事業の目的は「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」であった。A~Cの事業に関するアンケートによれば、94%を下らない生徒が「興味関心を持った」「科学的な手法が身についた」と回答している。特に、ミニ理数探究IとIIでは、自分たちが行った研究を大学の先生の前で発表して直接指導を貰ったことが、評価の高い要因であったと考えられる。特に、ミニ理数探究Iでは、生徒が伊原先生の研究室を度々訪問して、実験をしたり質問をしたりしたため、非常に効果が高かったと思われる（質だけではなく、頻度(量)も大きかった。）。地域連携の効果を最大限に生かすことができたと確信している。

しかし、科学的な手法を学んで1年程度の生徒たちであるため、今後も引き続き（繰り返し）指導をする必要がある。「知っているはず」ではなく「おそらく忘れている」という感覚で指導を行うことが

重要である。

科学的直観については、「面白いテーマであるか」というかなり主観的な要素を含んだ評価しかできないが、継続して理数探究の授業や通常授業の中で経験を積ませて育ててゆきたい。

4-3-2 1年間の流れについて

本事業の前半のミニ理数探究I(細菌培養)では、先行研究を調べたうえで新規性があるような研究テーマを選択した。さらに、研究のおよその流れに従った研究計画を立てることに注力したため、実験回数は多くならなかったが、研究テーマを選択して研究計画を立案する部分に集中して取り組んだ。

本事業の後半のミニ理数探究II(C02)では、先行研究を調べなかったし、生徒が取り組みたいテーマに取り組ませた。その代わりに、実験回数を多くしてデータを沢山取ることや先生および生徒同士で結果について議論をすることに集中して取り組んだ。

細菌培養のテーマならシャーレを観察する手法で結果を議論することができる。C02のテーマは計測器のデータをグラフにしたり計算をしたりして結果を議論する。従って、細菌培養のテーマのほうがより直感的に議論をすることができるため、細菌培養が先、C02が後とした。結果としては無理なく研究のプロセスを学ぶことができたので、来年度も同様の年間計画を立てようと考えている。

4-3-3 2学年の課題研究への接続

本年度の1学年課題研究では、研究の一連の手法(テーマ設定、研究計画立案、実験、結果、考察、結論)を学ぶことができた。対照実験を入れることや実験の目的(問)を明らかにする手法を学ぶことができた。また、グループで意見を出し合って課題を解決することができた。発表についても、資料の作成や質疑応答など、一通りできるようになった。

しかしながら、1年生で修得した(と思っている)知識と技能が2年生でそのまま活用できると考えていない。なぜなら、現2年生が課題研究を実施する際、1年生で学んだことの大部分を忘れていたからである。同様の現象が現1年生についても予見できるため、指導者側は「知っているはずだ」という思い込みを捨て「おそらく忘れているから繰り返し指導をする必要がある」という認識を持って課題研究の指導を行う必要がある。

具体的には、本年度作成した「研究指導メモ」の内容を折々に触れて生徒に伝え、注意を促す。例えば、比較実験をする際は変数を1つだけ変えて実験をしているか?本当に変化したのは1つか?など。

4-4 結論

①伊那北高校1年生40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、1年生で学んだことを繰り返し復習しながら取り組む必要がある。