

令和7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

- 1 企画名 1年理数科 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学年理数科 40名
- 3 実施主担当者職氏名 教諭 田中 孝志
- 4 実施内容と成果

4-1 概要

本校では、課題を発見し、それを解決する力の育成を学校目標の一つにして教育課程が編成・実施されている。そこで理数科1年生に対して知識・経験（具体）を増やしつつ、それらを活用（抽象化）して、研究課題に取り組む（具体化）学びを実践した。

信州大学との連携では、生徒たちは細菌を対象として知識・経験を増やしつつ、それらを活用して、初めて細菌を研究対象として自ら設定した研究課題に取り組んだ。生徒たちは目に見えない細菌の世界を想像しながら実験を繰り返し、研究の作法を学ぶこともできた。東京大学との連携では、環境問題が多くの変因で構成されていることを学び、細菌の研究で学んだ研究の作法を活用しつつ、チームで研究することの意義を体験した。東京学芸大学との連携では、数学を専門とする大学で学ぶ高度な思考実験に取り組み、紙上から得られる想像や思考の大切さを学んだ。

一年間に渡る本事業を通して、科学的な興味関心を育みつつ、①研究の流れ（序論、目的、方法、結果、考察、結論）や作法と言った研究の進め方を学び、②実験データを整理してその意味を考え、チームで議論することの大切さを学ぶことができた。

4-2 実施内容と成果

A) 細菌培養を用いた研究（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 実施内容

伊原正樹喜准教授による細菌培養に係る講義と実習の授業を導入とした。はじめに細菌培養に係る研究の世界を、伊原准教授が実際に行っている研究を題材として学んだ。つぎに、口内洗浄剤の濃度による大腸菌数の関係を題材として植菌を行い、翌日結果を得て、チームで考察を行った。植菌・結果・考察を実際に行うことにより、興味関心を高めつつ細菌培養に係る技術を学ぶことができた。その後、この実習をもとにして生徒は細菌に係る研究（ミニ理数探究）を行った。生徒たちは5人1班のグループを作り、自ら問いを立て研究計画書を作成し、実験を行った。結果をまとめて考察し、最後に研究成果を信州大学の先生方や学生の前で発表することで、基本的な研究作法を体験した。さらに、チーム内や担当の教員と議論することで、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を育んだ。

② 実施日

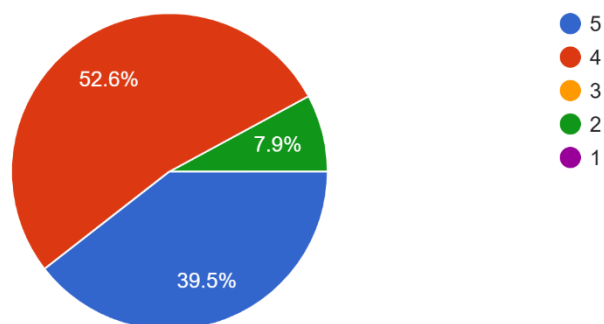
日程	内 容（活動場所も含む）	実施時間
6/12 (木)	ミニ理数探究I(細菌培養の基礎を学ぶ) ① 時刻 6時間目 会場 伊那北高校 化学教室	55分

	<p>内容 細菌とは何か、細菌培養で使用する実験器具の使い方実習 主体 本校職員による講義と生徒による実習 講師 授業担当者</p>	
6/19 (木)	<p>ミニ理数探究I(研究の基本と細菌培養実験の基礎を学ぶ)② 時刻 4～6時間目 会場 伊那北高校 化学教室 内容 研究の心構え、細菌培養に係る研究紹介および植菌実習 主体 講師による講義、生徒による実習 講師 信州大学農学部 伊原正喜 先生 信州大学農学部 大学院生 5名 (TA)</p>	3時間
6/26 (木) ～9/26 (金)	<p>ミニ理数探究I③～⑬ 生徒によるテーマ決定と実験計画書の作成、実験、観察、考 察、発表資料作成(生徒たちは11回の授業では足りず、夏休みや 放課後の時間を活用した。)</p>	55分 ×11回
10/8 (水)	<p>ミニ理数探究I(細菌培養にかかる研究の発表)⑭ 内容 ポスター発表 時刻 13:00～17:00 会場 信州大学農学部ラーニングコモンズ 内容 生徒によるポスター発表 講師 信州大学農学部の先生および学生、地元企業の皆さん 発表テーマ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1班 酸性およびアルカリ性下における大腸菌の増殖について 2班 食器を洗う時、より効果的な洗い方とは何か? 3班 市販ヨーグルトと自家製ヨーグルトの菌の量の違いは? 4班 香辛料による細菌の増え方への影響の違い 5班 砂糖の濃度によって菌の増え方が変わるのか 6班 温度変化による大腸菌の繁殖率の変化 7班 3秒ルールの科学的真実に迫る 8班 緑茶の種類による殺菌作用の差について 	3時間

④生徒の感想

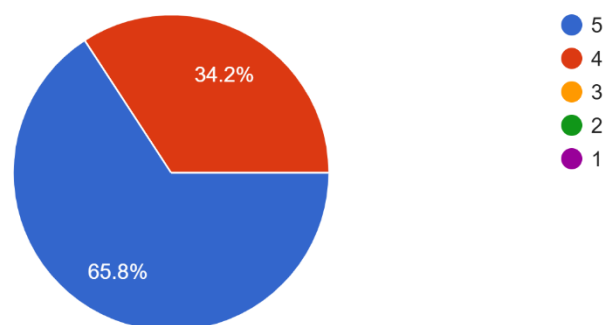
1 この研究について、自分の力を班のために発揮できましたか。

- 5 自分の持てる力をよく発揮できた
- 4 まあまあ発揮できた
- 3 どちらでもない
- 2 あまり発揮できなかった
- 1 まったく発揮できなかった



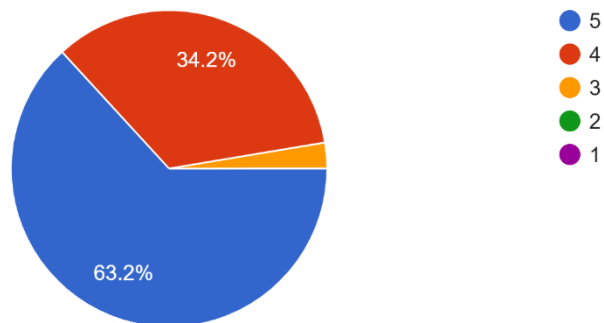
2 この研究を通して、研究活動というものに対する興味関心が増したと思いますか？

- 5 とても増した。
- 4 少し増した。
- 3 どちらともいえない。
- 2 あまり増さなかった。
- 1 まったく増さなかった。



3 この研究を行ったことで、自分の知識・技能が向上し、論理的に思考する力が育まれたと思いますか。

- 5 とてもそう思う
- 4 少しそう思う
- 3 どちらでもない
- 2 あまり思わない
- 1 まったくそうは思わない



4 研究活動について（自由記述）

- ・実験は失敗したことが多かったけれどそこから得たものも多かった。
- ・自分の気になったことを調べ、それを元にさまざまな観点から考察することでより意見が深まったところがとても面白かった。
- ・最初は大腸菌について何も知らなかったけど調べていくうちに楽しくなっていった。他の班の研究を通して気になることやもっと調べたいことも増えた。純粋に楽しかった。
- ・実験を自分たちで考えることの楽しさを学べたけれど、自分たちもよくわからなさ過ぎることも気が付いた。
- ・さまざまな意見を貰ったり、体験したりして一つ一つの工程、特に仮説を立てることの大切さ

を感じた。

- ・実験後の考察や、1回目の結果を踏まえて2回目の実験の計画を組み直すなど、改善していくのが楽しく、興味が湧いた。また考察や発表スライドなど中学校での探究活動など自分の経験を活かして班に貢献できた。
- ・実験の仕方を話し合っているときに、いろいろな人の意見がしれて面白かった。
- ・特に実験手順について、先生方や大学生、同級生の意見質問を聞いて、とても幅広く進めることができることに気づいた。
- ・研究には、考慮することがたくさんあるけど色々な人に聞いてもらうたびに色々な仮説や見方が広がっておもしろい。
- ・いろいろな班の研究を聞いて、たくさんの視点での結果を聞けたし、もらった質問に対しても新たな視点を得られた。
- ・理科の研究で自分たちでテーマを決めるのは初めてで面白いと思えた。
- ・初めての本格的な研究で、実験をして改良する、というのが面白かった。
- ・探究に対して果てしなく疑問ができて研究はこういうものなんだと知ることができました。おもしろいと思いました。
- ・元々あまり興味がなかった分野の研究だったが研究を進めていくうちに段々興味が湧いて楽しみながら研究をすることができた。
- ・計画書作りや実験、考察、スライド作りなど多くの面で班に貢献できました。計画書作りやスライド作りで自分の意見を積極的に出したり、実験の過程でうまくいかなかったことがあっても多角的な視点をもって考えられる原因を粘り強く模索したりなど初めての研究にきちんと向き合うことができました。また、中学生までは与えられた実験をそのままこなすことがほとんどでしたが、実際に自分達でテーマを決めて仮説を立てて検証する過程を経験することで、失敗を含めた研究の面白さや科学的な思考への興味がさらに高まりました。
- ・1回の実験をするだけでもこんなに手間がかかって大変なんだと感じた。でも研究が終わった時の達成感がとても気持ちよく感じられた。
- ・先生に強制されて始めたが、始めてみると意外に好奇心が刺激された。
- ・班の人と協力して、テーマを決めたり実験方法を考えたりおかしな数値になった考察をしたりと、何かを追究する楽しさが知れた。

5 信州大学農学部ラーニングコモンズで発表を行ったことについて（自由記述）

- ・大学生や、教授の方々、保護者の皆様からの私たちにはなかったような新たな視点をいただき、より深まった研究になり、とても面白かった。また、伊原教授にスライドの作り方、文章の書き方など、研究発表の基本的なところ等も教えていただくことができ、とても勉強になった。
- ・信大生の質問が鋭くてとても勉強になった
- ・大学生や教授の先生に発表を褒められたことが嬉しかった。質問や意見について考えが浅かった。

たところがあったから発表をして意見を貰えて良かった

- ・思ったよりも素朴な質問が多くて、たくさん答えられたので嬉しかった
- ・大学生の前で発表するのはとても緊張したが、実際に学びを深めている人からの意見をもらえたため貴重な経験をしたと思う。
- ・割と想定してた質問が来たけれど、それでもスムーズに答えられなかったから、もっと場数を踏みたい
- ・どうやったら分かりやすく楽しく聞いてもらえるかを工夫してできた。
- ・緊張したが頑張れた。的確な質問が来たのでさらに対策が必要だと感じた。
- ・皆優しかったし、いろいろアドバイスなどもくれて興味深かった
- ・大学生は、1度聞いてグラフなどを見ただけで、たくさん質問をしてくださったり、こんなことも考えられるんじゃない？と言っていただけて、最終的にわたしもそんなことができるようになったらいいなと思いました

6 研究活動を行っていくうえで大切なことは何だと思いますか。(自由記述)

- ・それがあってるとか、間違っていると関係なく、たくさん可能性を出し合って考えることが、大切だと思いました。
- ・自分の視点だけでなく班のみんなの視点からの意見や先生方などの意見もたくさん参考にして進めていくこと。
- ・実験の流れを頭の中でイメージすることで実験器具の準備不足などが減る。
- ・どの班も1回目は失敗しているところが多かったけど、2回目はそれを改善していたから、失敗することもあるけどその反省を生かして次の研究をすることが大切だと思った。
- ・失敗しても、その理由を考察して実験を改良していくこと。
- ・考察が特に大切だと思いました。考察で時間がかかって実験に対してよく考えたらからです。
- ・実験結果について、さまざまな原因を考察する力。実験の方法を考える上で、どんなことを導き出したいのか考えること。
- ・気になったことはどんどん発言していくことが大切だと思った。理由は多くの意見を出すことで視野が広がりいろんな視点で研究を進めることができるから。
- ・班員とのコミュニケーションが大切だと思う。コミュニケーションをとることで視野が広がるし、良い実験ができるし、楽しくできるから。
- ・実験の結果がそうなったのは色んな理由があると思うので、色んな角度から物事を考えること。
- ・班の人としっかりコミュニケーションをとって、協力して進めることと、実験内容をきちんと把握して、準備などをしておくことが大切だと思います。
- ・今回の研究では、実験内容を決めるのが期限のギリギリになってしまい大変だったので早いうちに積極的に話し合いを行い、班員全員が理解を深められるようにすることだと考える。
- ・研究活動を行う上で大切なことは、まず計画性をもって取り組むことだと思いました。計画を

立てずに進めると、時間が足りなくなったりデータが不十分になったりすることがあります。あらかじめ目的や手順，期間を整理しておくことで，効率よく実験や考察を進めることができます。2つ目は仲間と協力することが大切だと思います。班のメンバーそれぞれが得意分野を生かして協力することで，より正確で多面的な結果が得られると感じます。また，意見を出し合うことで新しい発想や改善点に気づくことができるからです。3つ目は粘り強く試行錯誤を続ける姿勢です。思ったような結果が出ないことも多いですが，原因を考え，やり方を工夫して改善していく中で理解を深めていきたいです。4つ目は先入観や憶測を強く持たないことです。今回予想通りにいかなかったことがあり，無意識のうちに「良くない結果だった」などの発言をしてしまいました。予想通りの結果でなくても結果を結果として受け止めること，そこから考えられる考察を探し見出すことを大切にしたいです。

- ・実験の準備や、発表の準備など事前に想定して行うこと。度々手順を確認しながら行うこと。
- ・チーム全員の良さをできる限り引き出す事で、その班独自の良い研究ができると思う。私達の班の場合、スパイスに詳しい人がいたのでスパイスを使った実験になり、リーダーシップがある人を中心に計画を作り、プログラミングが得意な人がコロニーの解析を独自の方法で編み出した事で、この班でしかできない発表ができたと思う。

7 全体を通して。(自由記述)

- ・最初はどうか不安でしたが、最終的には興味深い実験を行えたのではないかと思います。また、他の班の発表も全て面白く、とても楽しかったです。
- ・私は、私たちの生活の身近にあるものの方が、かけ離れているものよりも実験に対する興味が湧くと思っています。なので、身近であるCO₂についても、もっと知りたいと思える次も楽しく研究をしたいです。
- ・大学の講師、先輩方の意見を吸収し、より研究に深みとおもしろさを重視し、アグレッシブに取り組みたい。
- ・もっとコミュニケーションをとって、実験中の自分の失敗を最小限にして細かいところまで論理的に結果を出したい。
- ・綺麗にデータが出なくても諦めず、それを上手く活用できるようになりたいです。
- ・班員との連携を大事にしつつ、実験全体をよく理解してのぞみたい。
- ・テーマ決めをもっと慎重に行いたい。実験前に色々調べて実験後にああすればよかったというのを減らしたい。
- ・いままでの理科の実験とはちがい、思ったとおりに結果がでなくて、さまざまな試行錯誤を繰り返さないといけないことを実感できた。
- ・次はいっぱい調べて知識をふやして2年の理数探究につなげたい。
- ・今回の研究のミスで生かせることがあったら活かしてカツカツにならないようにやっていきたい。積極的に話し合いに参加したい。
- ・本格的な実験や発表は初めてだったが、不安もありながら楽しむことができた。次回のCO₂実

験では、実験の目的にあった、正確な実験ができるようにしたい。

- ・自分たちでテーマを決めて、実験の仕方も考えてやるのはとても大変だったけど、その分、終わった時の達成感もあり、楽しかったです。あと、色んな方向から考えることや色んなことを丁寧にする力が着いたと思います。今回の実験で学んだことを活かして二酸化炭素の実験をしたいです。CO₂濃度の実験も、細菌の実験の時のようにみんなで協力してやりたいです。発表は緊張したけど、新たな視野を増やすとても良い機会だと思うので次回も頑張りたいです。

⑤考察

多くの生徒にとって初めての経験となる、チームで行う一連の研究であった。ここでは、「研究班のために自分の力を発揮できた」と自分の活動を肯定的に答えた生徒は90.0%であった。また、自由記述では「班のメンバーそれぞれが得意分野を生かして協力することで、より正確で多面的な結果を得ることができると感じます。」と、チーム活動の意味を実感したコメントがあった。

「この研究を通して、研究活動というものに対する興味関心が増した」と、研究に対する興味を増大させた生徒は100%であった。この後続けて行うCO₂濃度に係る研究への興味関心の醸成という点で意味がある。

さらに、「この研究を行ったことで、自分の知識・技能が向上し、論理的に思考する力が育まれた」と、この研究を通して自身の学力の向上を意識した生徒は97.4%であった。本校の教育目標にかかる部分であり、この活動が評価できる。

生徒たちは放課後等を活用して実験の打ち合わせや考察を行ったり、実験を繰り返したりするなど、大変主体的に活動し、どんだんのめり込んでいく様子が見られた。科学的論理性について、無に近い状態からスタートしたのでこの活動を通して成長が認められる。

信州大学農学部ラーニングコモンズで行ったポスターセッションでは、信州大学農学部の先生方や学生、地元企業の方、保護者、報道など多数の方が来てくださり、研究から発表に至るまでの助言や専門家でないと言いえない世界を示して下さい、大変有意義な発表会となった。

B) 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 教授

① 実施内容

今須良一教授による空気中の二酸化炭素に係る講義を導入とした。はじめに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、その意義を学ぶために今須先生から大気中の二酸化炭素濃度にかかる先端の研究や現状、東京大学の1年生が授業で行った同様の研究について講義をいただいた。その後、生徒は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、実験を行い、仮説に照らしてデータを分析し、成果をまとめて発表することなど、研究の基本的な作法を体験した。

② 実施日

日程	内 容 (活動場所も含む)	実施時間
10/16 (木)	ミニ理数探究II (CO ₂ 濃度計を用いた理数探究) ① 時間 12:45-15:50 会場 本校1G教室 内容 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 (研究テーマについて) 講師 東京大学 今須良一先生	3時間
10/23 (木)～ 1/29 (木)	ミニ理数探究II ②～⑫ 生徒によるテーマ決定と実験計画書の作成、実験、解析、考察、発表資料作成 (生徒たちは15回の授業では足りず、休日や放課後の時間を活用した。)	55分 ×11回
1/31 (土)	ミニ理数探究II ⑬ 時間 9:00-12:00 会場 本校生物教室 内容 研究発表、講師による助言指導 主体 生徒による発表 (発表7分、質疑応答3分) 講師 東京大学 今須良一先生	3時間
1/31 (土)	理数科課題研究発表会見学 (来年度の理数探究に向けて) ⑭ 時間 12:30-16:00 会場 本校同窓会館 内容 研究発表見学、講師による助言指導 講師 東京大学 今須良一先生、信州大学 伊原正喜先生	3.5時間
2/5 (木)	理数探究基礎まとめ ⑮ ・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 より良い換気をする方法
- 2班 土壌(腐葉土、赤玉土、黒土)の種類による二酸化炭素吸収、放出量の違いについて
- 3班 溶媒のpHと二酸化炭素の溶解度の関係
- 4班 光の照度及び波長と光合成の相関関係について
- 5班 CO₂増加量から読み取る！1G生徒が熱中している教科とは？
- 6班 植物には二酸化炭素中毒があるのか
- 7班 紫の葉の光合成に適した光の種類は？
- 8班 冷凍時間による、解凍後のキャベツの呼吸量の違い

④生徒の感想

(学んだこと)

- ・実験の方法を考える上で、その方法は現実的か変数は多すぎないかを検討する
- ・班の人と役割分担して、誰か1人に押し付けることがないように協力する
- ・予備実験を行って、本当にやりたい実験で無駄をなくすこと
- ・考察がかなり時間がかかることがよくわかったので、それを考えて実験すること

・発表のとき初見の人もわかるようにわかりやすい文にする、スライドが見やすいように文字少なめにする、ゆっくり言う

・実験できる期間が限られているときは実験がどういう結果になるかある程度予想して、失敗を繰り返して改善していくより、知りたい結果を得られる実験して、追加でできる実験をたくさんしたほうが、より深いとこまで追求できていいと思った。時間があるときは失敗繰り返すほうが新しい発見できていいと思った

・データの処理方法…今回はデータの処理の仕方について本当に勉強になりました。よりデータを効果的に用いるにはどうしたらよいか、聞き手にとって見やすいグラフは何グラフが適切なのか、そこを考えるのが難しかったです。何を示したいのかを熟慮して目的に沿ったグラフを適用することの大切さを痛感しました。

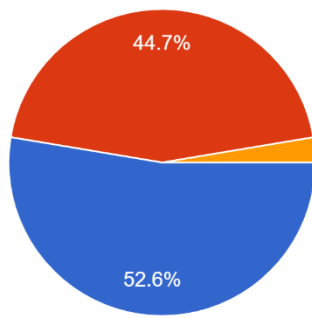
・データの正確な読み取り…最初は立てた仮説に引っ張られて無意識のうちに少し突飛な考察に結びつけてしまうことがありましたが、先生に指摘され、結果は結果として受け取り、得られた結果を素直に分析することの大切さを学びました。また、データの読み取り能力についても気付かされた点が多くありました。例えば箱ひげ図ではコンピュータにつくらせた図の「全体」を見て「データのばらつきが大きい」という考察に結びつけていましたが、そのばらつきは「ひげ」の部分でみたのか、「箱」の部分でみたのかという点を先生に指摘されて、データを細かく分析して、その意味について深く考察する姿勢の大切さを学びました。

・仲間との連携…データ数が非常に多く、今自分の考えは仲間と共通認識のものなのか、他に考えられる視点はないのか、そもそもこのデータのグラフをつくる目的は何かと実験を進めていく過程で混乱が生じた部分もありましたが、そんな時に仲間と言葉を交わすことで、意見や考えがまとまり、新たな視点や考え、そして実験の方向性を再確認することができました。2年次の探究でも挫折や困難が出てくるとは思いますが、行き詰まった時こそ仲間との協力に重きをおいて、自分の視野を広げていきたいです。

・実験結果から得られる考察を丁寧に時間をかけて誰が見ても理解できるようなものにする。「この結果には別の解釈があるのではなか?」「この手法で本当に測りたいものが測れているのか?」ないろんな視点で視野を広げて、実験結果をみること。

・最後、とても忙しくなって、一週間前に実験結果が足りないと言うことに気づいて焦ってしまうことがあったので、しっかり計画を立てて、余裕を持つで実験すること。粘り強さと「面白がる心」←うまくいかないこともたくさんあると思うけど、続けることが大切。都合の悪いデータも無視せず、ありのままに記録すること。すでにあるの研究を徹底的に調べること。誰にでも伝わるように説明すること、スライドを作ること。

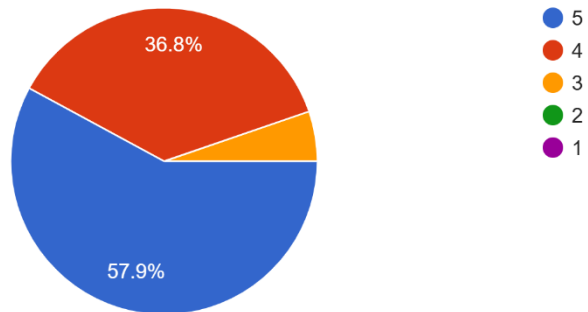
<取組み全体を通じて、自然科学に関する興味関心が増したか?>



- 5 5 : とても興味を持てるようになった
- 4 4 : まあまあ興味を持てるようになった
- 3 3 : どちらともいえない
- 2 2 : あまり興味を持てなかった
- 1 1 : 興味を持てなかった

<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？>

- 5：とても学ぶことができた
- 4：まあまあ学ぶことができた
- 3：どちらともいえない
- 2：あまり 学ぶことができなかった
- 1：学ぶことができなかった



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、94.7%の生徒が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と回答している。生徒は限られた機械を毎日取り合うように実験を行い、発表の直前まで議論を繰り返して非常に熱心に研究に取り組んだ。今年度は10月はじめから実験を開始したことで実験回数と考察の時間が増加した。しかしながら、実験と考察に重点を置きすぎたために発表スライドをあわててまとめることしかできず、成果が十分伝わらなかった。来年度は発表までが研究であることを指導して実施したい。

5 成 果

本校では、課題を発見し、それを解決する力の育成を学校目標の一つにして教育課程が編成・実施されている。そこで理数科1年生40名に対して東京大学や信州大学などの先生方と連携を図りながら知識・経験を増やしつつ、それらを活用して、研究課題に取り組む学びを实践した。その結果、研究作法を体験的に学習しつつ個々の自然科学に対する興味関心を育み、チームで論理的に課題を解決する力をも育むことができた。