

(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4年 11月 28日

長野県教育委員会教育長 様

学校名 長野県飯山高等学校
学校長名 湯本 武利

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
名古屋サイエンスツアー世界を変える研究の最前線！これからの社会と地球の未来を考える
- 2 事業実施対象者
飯山高校生徒12名
- 3 実施主担当者職氏名
教諭 中村 英
- 4 実施内容と成果
別紙添付
別紙 名古屋サイエンスツアー実施報告書

①令和4年度サイエンス・アソシエーション・プロジェクト事業の概要

(1) 企画名

名古屋サイエンスツアー世界を変える研究の最前線！これからの社会と地球の未来を考える

(2) 目的・目標

本校はSSH指定校として「豊かな感性で地域の明日・地球の未来を創造する科学技術系人材の育成」をテーマに掲げ、全校生徒が課題研究に取り組んでいる。特に探究科は理系の専門性が高い研究が多いが、一つの研究分野にとらわれて視野が狭くなりがちである。また、本校における科学的リテラシーに係る意識調査では「科学と社会、人類との関係について考えるようになった」が60%台と低調である。我々を取り巻く科学技術・イノベーションは急速に進展しており、高校生が人間や社会の在り方と科学との関係を意識することは重要である。名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所 (ITbM) は“融合研究”を合言葉に社会や生活を大きく変える研究を行っている。生徒が自身の研究について異分野との連携や社会への貢献について地球規模の視点を持って考えることができるようになることを目的に本研修を企画した。

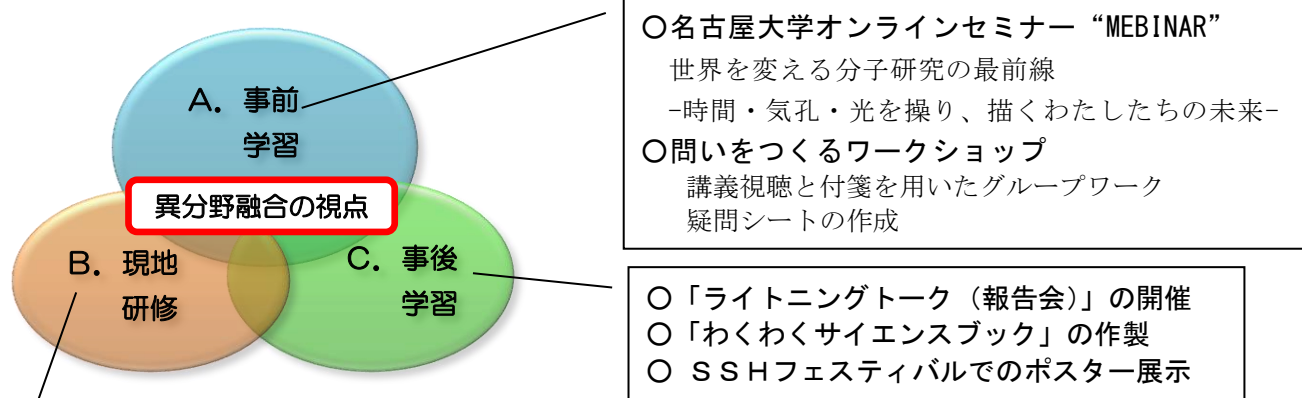
名古屋大学では課題研究の集大成として研究成果を発表し、研究者との対話を通して、新たな課題や研究テーマを発見し、大学での研究など次のステージに向けて目標を設定し、科学館では生命館、理工館、ノーベル賞受賞者記念室など多分野の研究を学び視野を広げ、高い志と国際性を涵養する。

(3) 企画の概要

<連携機関>

- ①名古屋大学大学院理学研究科 生命理学専攻 植物生理学グループ 木下研究室
- ②名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所 (WPI-ITbM)
- ③名古屋市科学館

<研修内容>



1日目 名古屋大学 ①木下研究室 ②ITbM	○講義とサロン 研究者らと交流し分子でトランスフォームした世界を考える。 ○本校生徒による研究発表と指導助言 課題研究の集大成として成果発表を行う。
2日目 ③名古屋市科学館	○プレゼンテーションタイム 科学コミュニケーターとして科学の成果を社会に伝える役割を実践的に学ぶ

<連携効果>

- ・生徒が課題研究発表を行い、専門家から指導助言をいただくことで、研究成果を評価する。これまで質問されたことがないことや、最新の科学的知見や助言に基づき、生徒が主体的に新たな仮説や検証方法を考え、研究をデザインできるようになる (①)。
- ・様々な分野の研究者との対話を通して、生徒が自ら新たな課題や研究テーマを発見し、大学での研究など次のステージに向けて目標を設定できるようになる。さらにノーベル賞受賞者の業績に触れることで高い志と国際性を涵養する (②③)。
- ・名古屋大学ITbMのリーフレット (SPL7やSCLの紹介のページ) を参考にまとめの活動を行うことで研究内容をわかりやすくまとめ、表現する力を高めることができる (②)。

②実施報告

(1) 実施内容

日 程 令和4年8月8日(火)～9日(水) 1泊2日

参加者 飯山高校生徒12名(探究科3年生8名、自然科学部1年生4名)

引率教員2名

研 修

A. 事前学習

名古屋大学オンラインセミナー“MEBINAR”から必須①と選択(②または③)の計2本の講義を視聴し、「体内時計」「植物の表皮に存在する気孔」「蛍光イメージング」等に関する最先端の研究知見について学んだ(表1)。質問したいこと、感想および考えたことをノートにまとめ、参加者全員で確認した。事前学習で発見した問いは木下俊則教授ともオンラインで共有した(③資料1)。

表1 事前学習の内容

<p>課題1 名古屋大学オンラインセミナーMEBINAR 世界を変える分子研究の最前線を視聴し研究内容について理解を深め、興味を持ったこと、質問したいことをメモしておきましょう！</p> <p>【必須】時間・植物・光を操り、描くわたしたちの未来 ①- 植物を操る- 植物に学び、秘められた能力を引き出す 登壇者: 木下俊則先生 https://vimeo.com/554693731/42a38ad412</p> <p>【選択】分子で解き明かす！生物が持つ時計と寄生の謎 ②- 寄生植物の謎- 魔女の雑草からアフリカを守る分子技術 登壇者: 土屋雄一朗先生 https://vimeo.com/568107944/90c88c3be8 ③- 植物時計の謎- 育種の歴史に学び、未来に提案する 登壇者: 中道模人先生 https://vimeo.com/568106064/fc9de7d625</p>
<p>課題2 ホームページやパンフレットを読んで名古屋大学について知ろう！</p> <p>①ITbM 名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所 https://www.itbm.nagoya-u.ac.jp/ja/</p> <p>②ITbM パンフレット https://www.itbm.nagoya-u.ac.jp/pdf/2019_ITbM_Brochure_JP.pdf</p> <p>③植物生理学グループ(木下研究室)HP http://plantphys.bio.nagoya-u.ac.jp/index.html</p>

B. 現地研修

日程	内容(活動場所)	時間
8/8(月)	名古屋大学	
11:10 ～12:45	①キャンパス見学・昼食(理学部・工学部・農学部など)	1時間
13:00 ～14:00	②セミナー 本校生徒による研究発表と指導助言(理学部E館) 3年消毒液チーム「セラミドの保湿効果を利用した消毒液の作成」 3年エチレンチーム「Cam植物におけるエチレン誘導性白化現象」 指導助言者: 木下俊則教授、木下悟研究員、林優紀特任助教	1時間
14:05 ～15:20	③講演会「植物の巧みな環境応答」 講演者: 木下俊則教授	1時間
15:30 ～16:30	④サロン(対話双方向コミュニケーション)(実験室、ITbM棟) 研究室見学、実験機器の紹介、実験 担当: 林優紀特任助教、木下悟研究員、ラボの学生さんたち	1時間
8/9(火)	名古屋市科学館	
9:00 ～12:00	①調査と発表準備(生命館、ノーベル賞受賞者記念室など) ②プレゼンテーションタイム	3時間

①キャンパス見学

2008 ノーベル賞展示室、ケミストリーギャラリー、ニュートンのリンゴの木など理学部のノーベル賞受賞者関連施設を中心に自由散策を行った。昼食はキャンパス内の北部食堂やスターバックスなどを利用した。事後学習のために写真撮影を行い、データをオンラインのアルバムにアップロードすることで生徒と教員がシェアできるようにした。



上段左から順に 2008 ノーベル賞展示室、NIC ナショナルイノベーションコンプレックス、理学部 E 館
下段左から順にケミストリーギャラリー、野依記念物質科学研究館、ニュートンのリンゴの木

②セミナー（本校生徒の課題研究発表）

1 チーム 30 分間（発表 10 分間、質疑応答 20 分間）ずつ行った。木下教授、林特任助教、木下研究員、本校生徒が自由に議論し、大学のセミナー形式での学びを体験することができた。先生方が平易な言葉で指摘してくれたことや類似の事象や実験の実施について具体的に提案してくれたおかげで、生徒は今後の研究を推進するために必要なことを整理することができた（**③資料 2**）。



エチレンチームの発表

消毒液チームの発表

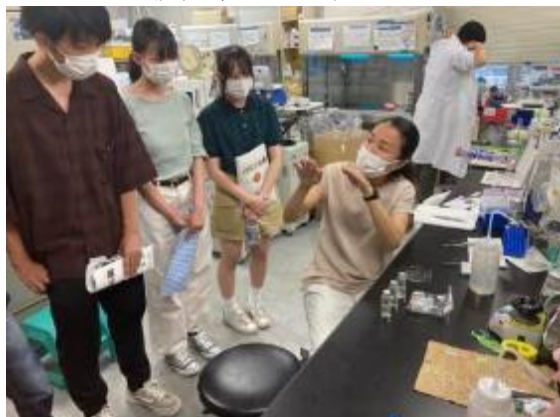
③講演会

木下教授による授業を聴講した。事前学習の“MEBINAR”の内容をさらに詳しく学ぶとともに、遺伝子組み換え作物の実証実験について、中国の南京農業大学との共同研究についてなど最新の研究成果を知ることができた。

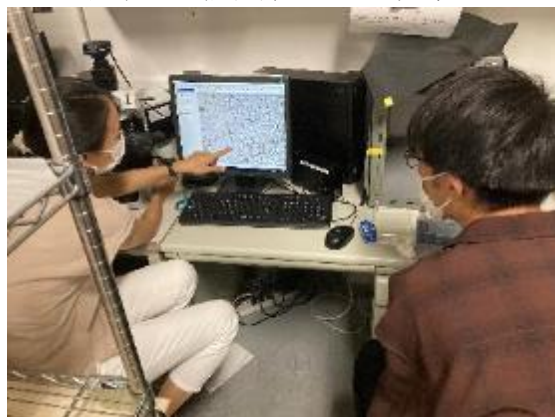


④サロン（実験と施設見学）

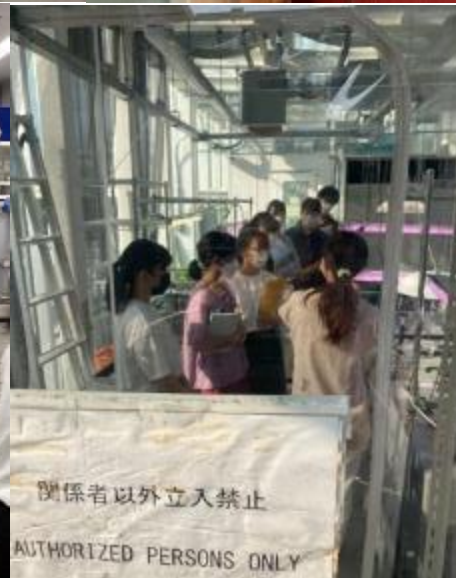
林先生の指導で、本校から持参したコダカラベンケイソウの表皮細胞の観察を行った。ITbMの施設見学では通常立ち入ることができない実験室や植物部屋などを見学させていただいた。



林助教による実験の解説



顕微鏡での気孔開度測定



ITbMの実験室や植物部屋など通常は立ち入ることができないエリアも見学した

C. 事後学習

①研修レポート作製とポスターの展示

名古屋大学ITbMのリーフレット（SPL7やSCLの紹介ページのレイアウト）を参考にしながら、参加者12名で協力して研修内容をまとめた研修レポート(スライド)を作製した。その際、Google driveでファイルを共有し全員が同時編集できるようにした。全員の研修レポートをA0版ポスターとしてまとめ、校内に展示した。

<p>木下教授の研究内容</p> <p>植物の気孔開口の仕組みの解明 →気孔開閉に関わる光受容体や伝達物質は 解明されていなかった</p> <p>効率的なスクリーニング方法を確立し、多くの気孔を観察</p> <p>結果 気孔開口に関わる光受容体を発見</p> <p>応用 遺伝子組み換えによってイネの気孔開口を促進、収量を計測 →通常の稲の収量に比べ30%増加</p> <p>この技術によって 農作物の収穫量を増加させることができるかもしれない！</p>		<p>ITbM Nagoya University</p> <p>名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所</p> <p>「WPI世界トップレベル研究拠点プログラム」に採択された、 化学と生物学の融合研究を行う研究拠点！</p> 
---	---	---

生徒が作製したスライド（左：木下先生の研究紹介 右：ITbM紹介）

②ライトニングトーク（研修報告会）

9月15日(木)7限探究基礎の時間に事後学習の一環として、ライトニングトーク(研修報告会)を開催した。発表者(研修参加生徒)にとっては、限られた時間の中で、話の要点をわかりやすく伝えるトレーニングとなった。また、研修に参加しなかった生徒にとっては名古屋大学や最先端の研究について知る機会となった。

*ライトニングトーク

話す内容や目的を1つに絞り、それを5分以内で発表することによって聴衆に的確に伝える手段



(2) 研修の成果

多様な方法でのアウトプットを経験することで情報発信力が高める目的で、本校の教科「探究」の授業等で取り入れている「セミナー」、「サロン」、「プレゼンテーションタイム」の3つのプログラムを大学と連携して実施することができた。

○セミナー（本校生徒による研究発表と指導助言）

昨年度名古屋大学の研究者らと「若き研究者との対談」（オンラインでの研究交流の機会）で交流した2チームの3年生は研究を支援してくださった研究者に向けて課題研究の成果報告を行うことができた。1チームあたり20分間の質疑応答を確保したことで活発な議論が行われ、多くのアドバイスをいただくことができた。生徒の感想文でも課題研究に関するものが多くあったことから重要なプログラムであったといえる（**③資料3**）。

○サロン（対話双方向コミュニケーション）

サロンでは“融合研究”を合言葉に世界のトップを走るITbMの最先端の研究に関する講義やサロンを通して、生物が持つ様々な謎を解き明かしながら、私たちの新たな未来について生徒、大学の先生、高校教員が一緒になって議論し「わたしたちの生活は、社会は、今後どうなるのだろうか?」「分子でトランスフォームした世界とは?」等について考えることができた。

○プレゼンテーションタイム

名古屋市科学館の生命館の「3階 生活のわざ」、「5階 生命のひみつ」および「地下2階：あいち・なごやノーベル賞受賞者記念室」を中心に調査活動を行った。プレゼンテーションタイムでは、生徒同士がお互いの調査結果を発表し学び合い、科学コミュニケーターとして科学の成果を社会に伝える役割を実践的に学ぶ機会となった。

③関連資料

資料1 事前学習で発見した問いQと感想I

Q.普通のイネよりも大きく育った過剰発現イネから取れるお米は味などに違いはあるのか。
Q.現在の段階でコストはどのくらいかかるのか。
Q.プロトンポンプがなぜ水素を排出するのか気になりました。
Q.17種の必須元素とは？
Q.植物はなぜ赤色光よりも青色光に反応するのか？
Q.どうして気孔の開口を大きくすることでバイオ燃料用植物の生産量増加に繋がるのか？
Q.なぜ窒素量を変えて過剰発現イネの生育をしたのか。
I.植物は、青色光に反応して気孔を開口させる。気孔の開口を促進、抑制することの両方に使い道がある。
I.プロトンポンプが過剰発現することで、窒素量が少なくても収穫量を増やせる。
I.気孔を大きく広げてCO ₂ を多く取り込んだり、根からの養分吸収を増やしたりでき、稲の収量が3割以上も増えるのはすごいと思いました。
I.遺伝子組み換えでなく、ゲノム編集技術や化合物で細胞膜プロトンポンプを増やすことができるようになって社会での実用化がされるようになるのが楽しみです。
I.気孔を大きく広げることによってCO ₂ の吸収量を増やすといい発想がすごいと思いました。
I.小学生の時に自由研究で大豆からもやしを育てたけど、ヒマワリからもできることに驚いた。
I.気孔の開閉をコントロールしたり、地球温暖化の解決の糸口となるような植物の開発など、こうなったらいいな、というのがどんどん現実になっているんだなという風実感した。
I.研究室だけでなく実際にフィールドで実験を行ったり、だんだん私たちの生活に近いところでの実用が見えてきている感じがしてとても面白かった。
I.植物が光のあるほうに成長するのは、光合成をするための本能的な行動なのかなって思っていたけど、光の色で陰に入っているかを判断していると知って考えていたより植物は賢いと思いました。
I.様々な化合物等で操作できることが驚きました。動画を見て難しいことがいっぱい植物について知らないこと、わかっていないことがたくさんあることあっておもしろいって思いました。
I.イネの収量を30%以上に増加でき、また窒素量を半分程度に出来るということで、少ない肥料で多くのものを生産することは地球温暖化防止の1歩になりこれからの地球に必要なことなので実用化されていくといいなと思いました。
I.あまり知らない人のために、植物と光の関係をグラフやノーマンさんの行ったことを例として説明したあと、気孔の仕組み、人為的な気孔の制御を説明していてとても分かりやすかったです。

資料2 セミナーでの質疑応答記録

①エチレンチームの質疑応答	
1	エチレンによる白化は、C3では起きないのか？
2	この濃度の意味は？内在性のエチレンの濃度はどのくらいか？
3	乾燥させると促進するということはABA処理ではどうなるの？
4	気孔が閉じているからエチレンが吸収できなかったというのは違うかも。エチレンはクチクラ層を通過するから。
5	植物ホルモンはしばらく効果が持続するので、乾燥処理後に水耕栽培しても気孔は閉じているかもしれない。乾燥した時点で黄緑色だったので早くなったのでは？
6	エチレンによって白くなるのは、どのような感じ？→緑色のものが白くなる
7	エチレン処理しても新芽は緑色が出てくる。上の方が緑なのはなぜか？茎頂分裂組織はエチレンに対して強いのでは？
8	白くなった個体だけでなく、段階的にちょっとずつサンプリングしてクロマトグラフィーを行えばクロロフィル分解の順番がわかるかもしれない。
9	クロロフィル以外の色素も分解されるの？
10	進化上、子宝弁慶草はエチレンに暴露される防御機構を持たない可能性があるのでは？
11	ゼニゴケ、シダ植物ではどうなるの？→やってない
12	でっかい個体では白化は起きるの？→まだやってない
13	塩害とマンニトールでの応答（エチレン誘導クロロシスの抑制）はすごいヒントかもしれない。
14	本当に真っ白なのでおそらくクロロシスだろうが、プラスチドという状態で止まっているなら光を当てると緑に復活する。白化植物がどの時点からなら緑に戻れるか試す。

②消毒液チームの質疑応答	
1	被験者は家族ですか。自分たちで作って効果まで見れたのはすごいですね。
2	トウモロコシの「しん」は粉々にした方が良かった。しんから糖が作ればバイオエタノールが実現できる。
3	リンゴに含まれるトレハロースとか他の物質の影響がある可能性もある。確かに、セラミドだけではない！構造が似ているものがある。
4	セラミドが入っていることは確認できるの？ →クロマトグラフィーでできます。
5	リンゴの葉っぱもセラミドを含んでいるのでは？
6	落下してしまった小さい個体はとうが含まれているのでそこから同じ方法で実験したら良いのでは？
7	セルロースから作るのはコスト（莫大な電力）がかかる。それを未だ回収できない。

資料3 生徒感想 課題研究に関するもの

木下先生方の質問から次にやらなくてはいけない実験を知ることが出来たので良かったです。
大学生活の雰囲気を感じることが出来た。発表では、貴重な意見をいただいて新しい視点を知ることができてすごく勉強になった。ニュートンのりんごの木があることを知って驚いた。
質疑応答の中でアドバイスして下さったことはどれもなるほどなと思うことばかりでした。最初果物からエタノール作れたらいいよねという話もしていたので私たちはもう新しく何かをすることは出来ないけど、もし誰か来年継いでくれる人がいたらぜひやって見て欲しいなと思いました。
大学もすごくオープンな感じできれいな校舎で、勉強のモチベーションにもなったし、とても楽しかったです。木下さんの講演も、とても面白かったです。植物のみる目が変わりました。とても頭のいい生物だと思いました。研究室も、ちゃんと見たのは初めてでしたが、すごく面白かったです。
実験室を見て自分もやってみたいと思いました。図書館もすごく大きくて、本屋みたいでした。勉強しやすい環境も整ってて、すごくいいと思いました。
発表では皆さん興味を示しながら聞いてくれて、アドバイスはとてもためになったし皆さんとても素敵な方で自分の憧れの研究者だった。研究者はやはり初めての発見を求めてやっていてカッコいい！
初めて大学の施設や研究室をじっくり見させてもらって、設備の良さにとても驚いた。特に暗室や植物の部屋はすごかった。コダカラベンケイソウの気孔は初めて見れて、塩害、浸透圧で気孔は開いていることがわかった。とても名古屋大学に行きたくなりました。
顕微鏡で様々な条件下のコダカラベンケイソウの気孔を見たり、木下先生方の話を聞いたり、とても貴重が体験ができて良かったです。これからやるべき実験について知れたことや、名古屋大学を見学できたことを活かしていきたいと思いました
名古屋大学は想像よりも大きかったです。発表をして、教授方に質問を頂きました。自分たちでは気づけなかったことが多かったです
名古屋大学の見学をしてインキュベーターや PCR などの実験道具を見れたり、実際に気孔を見れたりしていい経験になりました。
飯山とは空気とか街並みとかが全然違って新鮮だった。名古屋大学の方がすごく丁寧に案内してくださいってとても貴重な経験ができたと思う。特に暗室や蛍光顕微鏡など、ここだからこそ見れる設備が見れてよかった