

(様式第7号) (要綱第12第1項関係)

令和6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7年1月9日

長野県教育委員会教育長 様

学校名 長野県松本県ヶ丘高等学校
学校長名 腰原 智達

令和6年6月21日付け6 教学第345号で支援金の交付決定のあった令和6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
宇宙や生命の起源に触れてみよう！
- 2 事業実施対象者
1 学年・2 学年希望者 10名
- 3 実施主担当者職氏名
教諭 春日 隆史
- 4 実施内容と成果
別紙添付

松本県ヶ丘高校「宇宙や生命の起源に触れてみよう！」実施報告

表題の件につき、下記の通り、ご報告いたします。

1. 期日

2024年7月30日（火）～7月31日（水）

2. 生徒参加者

1学年希望者10名
計10名

3. 連携期間

理化学研究所生命機能科学研究センター（センター長室・サイエンスコミュニケーター 高橋涼香）

理化学研究所計算科学研究センター「富岳」（理化学研究所計算科学研究推進室 高田 千歳、
広報担当 岡田 昭彦）

神戸大学理学部（理学研究科 物理学専攻 准教授 身内賢太郎、教授 藏重 久弥、教授 藤 秀樹）

4. 実施の目的

本校は、本年度、文部科学省がデジタル分野などの人材を育成する「高等学校DX加速化推進事業」の採択校になった。採択をうけ、本企画では、ものづくりやそれにつながる基礎研究に対する生徒の興味・関心喚起、視野拡大を目的として、神戸大学や理化学研究所神戸キャンパスと連携した体験的・課題解決的な学習を行う。神戸大学は、ノーベル生理学・医学賞を受賞した山中伸弥教授の出身校で基礎研究が盛んな大学であり、今日の研究では、宇宙や生命の起源について、実験・課題探究学習を行う。理化学研究所計算科学研究センター「富岳」は、ソフトウェアでシミュレーションなどを行ったときの計算速度と、ビッグデータの処理性能を示す部門の2つで、世界一となったものであり、その施設を見学し説明を受ける。また、生命機能科学研究センターでは、生物としてのヒトの機能を解き明かし、科学を通してグローバルな課題を解決する生命の課題解決学習を行う。

5. 実施報告

【事前学習1】「細胞分化のしくみ」の概要理解とフィールドワークの課題設定

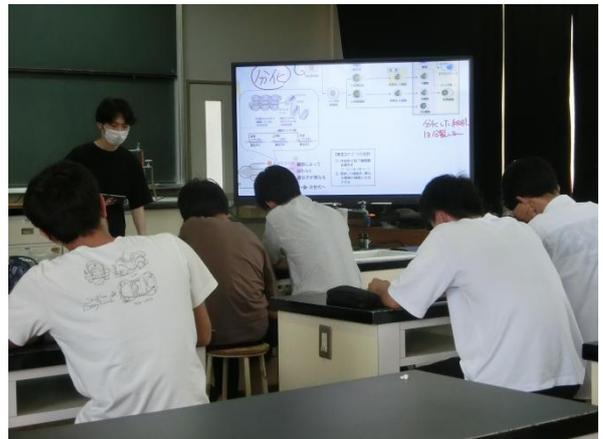
日時：2024年 7月12日（金）15時40分～16時30分

講師：松本県ヶ丘高等学校教諭 小林晃平

目的：①「セントラルドグマ」「転写」について理解する。

②「幹細胞」について理解する。

内容：遺伝情報の発現の過程である「セントラルドグマ」（1958 クリック）における歴史的発展について概説した上で、「転写」「翻訳」のあり方を理解した。さらに、山中伸弥教授のiPS細胞の研究について学習するとともに、小林氏の指導のもと、探究課題をテーマ設定、フィールドワークでの質問事項の検討を行った。



【事前学習2】「素粒子」の概要理解とフィールドワークの課題設定

日時：2024年 7月23日（火）13時00分～13時50分

講師：松本県ヶ丘高等学校教諭 春日隆史

目的：①「素粒子」について理解する。

②スーパーコンピュータ「富岳」について理解する。

内容：原子の中の原子核を作っている素粒子についての歴史を概説したうえで、宇宙ができたビッグ・バンについて説明を行う。NHKプロジェクトX 世界最速へ技術者たちの頭脳戦～スーパーコンピュータ「京」～の映像を見て、日本の競争力復活を賭けて、スーパーコンピュータ「京」の開発に挑んだエンジニアたちの苦労を学習する。先人からの技術のバトンをつないだ頭脳戦のドラマを見て、スーパーコンピュータ「京」の後継機である「富岳」が出来上がるまでの苦労や努力を理解する。



【フィールドワーク】

1日目 (7月30日 (火) 13時～17時)

理化学研究所生命機能科学研究センター

テーマ：ライフサイエンスに興味・関心を持ち、理解する。

講義：ヒトの理解を目指すライフサイエンス研究

(センター長室・サイエンスコミュニケーター 高橋涼香)

理化学研究所生命機能科学研究センターが行っているライフサイエンス研究について、理化学研究所創設当時の歴史的背景も含めて、以下の内容についてご講義いただいた。

- ・理化学研究所とは
- ・理化学研究所生命機能科学研究センターにおけるライフサイエンス研究について
- ・ヒトはどんな理由で死んでいるのか
- ・健全なライフサイクル制御のしくみ
- ・ヒトの生きている仕組みを明らかにする
- ・細胞から臓器になる仕組みを調べる
- ・臓器の発生メカニズムの解明
- ・受精卵などの全機能幹細胞とES細胞やiPS細胞などの多能性幹細胞との違い
- ・個体の性質を、細胞で調べる。
- ・細胞を観察するための方法として、蛍光ライブイメージングがある。臓器を「見る」ための方法として、透明化技術がある。分子を「見る」ための方法として、細胞内1分子自動観察システム「AISIS」の開発が行われている。
- ・iPS細胞を用いた網膜再生臨床研究は、大阪大学、慶応大学などの世界の病院で行われている。



実験ラボの実習 実験ラボで、以下のような観察・実験を行い体験を行った。

- ・iPS細胞を用いた網膜再生臨床研究では、iPS細胞を用いた網膜を顕微鏡観察した。
- ・一度に48サンプルの実験を行うことができる実験用研究ロボットLabDroid Maholoの動きの観察。
- ・“機能している生体分子”の形を捉えるための研究の説明。タンパク質の構造調べる構造生物学について、タンパク質モデルを使っ



た学習。

- ・冬眠のメカニズムの研究について、パネルによる説明。
- ・透明標本の観察。（前頁 右下写真）
- ・線虫の遺伝子やアポトーシスについてパネルによる説明。
- ・ショウジョウバエのいろいろな形質について試験内のハエを観察。
- ・ニワトリの卵の中の胚の観察。

理化学研究所計算科学研究センター「富岳」

テーマ：理化学研究所計算科学研究センター スーパーコンピュータ「富岳」

講義：理化学研究所計算科学研究センター「富岳」について

（理化学研究所計算科学研究推進室 高田 千歳、広報担当 岡田 昭彦）

理化学研究所計算科学研究センター スーパーコンピュータ「富岳」が行っている研究について、理化学研究所創設当時の歴史的背景も含めて、以下の内容についてご講義いただいた。

- ・「富岳」の開発について
- ・富岳の概要
- ・富岳の性能について
- ・富岳の研究利用成果

富岳の施設見学



2日目（7月31日（水）9時30分～14時30分）

神戸大学

キャンパス見学

神戸大学 理学部 自然科学総合研究棟 3号館329教室

テーマ：宇宙の誕生から現在まで、ミクロからマクロな世界を考える。

講義：「素粒子と宇宙」

（神戸大学 理学研究科 物理学専攻 准教授 身内賢太郎）

宇宙の研究について、物理学の歴史的背景も含めて、以下の内容についてご講演いただいた。

- ・物理学とはどのような学問か。
- ・素粒子について、現在の物理2012年に完成した「標準理論」とはどのような理論なのか。
- ・「標準理論」を超えて、ニュートリノ質量、重力波、ダークエネルギー、ダークマター、ヒッグス粒子の解明などまだまだ未解決な問題や課題があり、神戸大学では、ニュートリノ質量、ダークマター、ヒッグス粒子の解明を研究している。
- ・ニュートリノの研究について
- ・ヒッグス粒子について



- ・ダークマターについて
 - ・宇宙暗黒物質の直接探索を地下実験で行っている。
- 研究室・実験室の見学

神戸大学理学部Z棟Z201/202 (Z棟2階)

神戸大学 理学部の紹介

数学科、物理学科、化学科、生物学科、惑星学科の研究について説明を受ける。
入試の種類、卒業後の進路の紹介を受ける。

テーマ：超伝導の現象に触れてみよう。

講義・実習：「液体窒素を使って極低温の世界で遊んでみよう」

(神戸大学 理学研究科 物理学専攻 教授 藤 秀樹)

神戸大学理学部で行われている超伝導の研究を歴史的な背景を含めて、以下の内容についてご講義・実習いただいた。

- ・「超伝導」とは、電気抵抗が0になる現象である。
- ・冷却方法について
- ・マイスナー効果について
- ・超電導の応用について

実習 「超伝導」現象に触れてみよう

- ・風船を使ったエントロピーの実験。
- ・超伝導物質を磁石の上で浮かせるマイスナー効果の実験。
磁石を並べたレールの上で、冷却した超伝導物質が浮いて走る様子の観察。
- ・超伝導物質の温度を室温から下げていくと、電気抵抗が0となり、豆電球が次第に明るく点灯し始めることの観察。



【事後学習】

「サイエンス・アソシエーション・プロジェクト」のまとめ

日時：2024年 8月23日 (金) 13時30分～14時30分

講師：松本県ヶ丘高等学校教諭 春日 隆史

班ごとに感想を話し合い、共有することでサイエンスアソシエーションプロジェクトのまとめを行う。ポスター作製を始める。

【発表】 (予定)

信州サイエンスミーティング

日時：2025年 3月2日 (日)

内容：ポスター発表

【生徒の感想】 抜粋

理化学研究所生命機能科学研究センターBDR

- ・人のことについて、説明を受ける前はiPS細胞やES細胞の研究が進みすぎており、倫理上の問題(クローンや個体の開発)が発生していることから、研究に区切りがつけられるのではないかと思ったが、説明を聞いて、人についてはわからないことだらけで、研究に終わりはないと確信した。その中で、少しでも現代の社会に役立つ発見は、ちゃんと医療に有用されるという研究の仕組みがあることがわかり、安心した。聞いていてとてもワクワクした。
- ・最近わかってきた分野も多く教科書に載っている内容でも仕組みが近年分かったというものがとても興味深いと思いました。また将来的にはiPS細胞を利用して臓器移植が可能になると言っていたことも科学技術の発展を感じました。
- ・バナナと自分たちにも遺伝情報の繋がりが大きいというのは驚きだった。自分は、あまり理系の分野に興味を持って深めてきた経験はないが、絶対に自分では思いつけないような新しい知識や考え方を得ることができるともいい機会になった。自分の興味関心を広げることができた。
- ・人間でも冬眠したら寿命が伸びるというのには驚いた。また、ねずみは体温が5度になり代謝が落ちたとしても生きていることに驚いた。また、人の7割は線虫と一緒にいるにはある意味ショックだった。将来、臓器の一つや二つはiPS細胞から作って交換できるとするとすごいと思った。ぜひ実用化されてほしい。
- ・唯一の自然科学に対する総合研究所として幅広い分野を扱っている理研ですが、まず思ったことは生命機能だけに焦点を当てただけでもこんなにも専門的かつ細かい部分まで研究できているのかという点です。その中で、生命の共通構造に関しては強く関心を持ちました。マウスとヒトとでは、体を構成する一つ一つの細胞からの遺伝情報が、97%も一致している、という、単純だけど、生物の根幹そのものを見たような感覚になって、非常に楽しく感じた。
- ・話を聞くだけでなく、実験室の見学や模型の見学もさせてくれて充実した講義だった。より、生物への関心が高まり、これからの授業が楽しみになった。ガチャガチャが嬉しかった。
- ・理化学研究所でどのような研究をしているのか、とても分かりやすくお話して頂いて、興味を惹かれました。現時点で(スナップ写真のような)特定の時間ごとの生命の仕組みは分かっていますが、その流れを知りたいと仰っていて、何故だろうと疑問に思いました。それは幼少期にしたことが、成人してから、また中高年になってから身体に現れることもあるからだと知って、非常に納得しました。また、線虫やマウスなどと生命の元の部分はかなり似ていて、動物実験をすることで人間について分かるのがなぜか理解できました。研究内容や研究の仕方について学ぶことができ、実験室などでモチベーションも高められました。とても興味深い講義・見学でした。

理化学研究所計算科学研究センター「富岳」

- ・富岳を実際に見てみて、最初は少し寂しい感じがしたが、そのコンピューターの中身や、コンピューターを冷やす空調や水冷の仕組みがぎっしり詰まっていることを知り、日本が国を挙げて行った成果を目の当たりにして感動した。次のスパコンは、この富岳の性能を40倍にしようとしているという話を聞いて、正直想像がつかないくらいすごいことだなと思った。
- ・日々進化していくスパコンの世界で4年経った今でも2つの部門で世界一をとっていて富岳という名前に負けていない性能をしていて驚いた。
- ・思っていたより壮大な光景が広がっていた。プロジェクトXでもスパコンの開発現場を見ていたので、そういった方々の努力の結晶を目の当たりにして感動した。今後のスパコン開発についても質問して知ることができてよかった。
- ・CPUが158,975個ついていることには驚いた。しかし、富岳自体は思ったよりも小さかった。「京」からTofuインターコネクが引き継がれているのにはTofuがそれだけすごい技術だったんだと感動した。また、開発費が1100億円かかっているのには大金だったが思ったよりも少ないと感じた。
- ・まず、ノードなどの情報に関する単語が多く登場してきた。そのような複雑な理解と知識から生まれたスパコンが、ただ一つの計算分野だけにとどまらず、創薬や社会構想にまで発展していくのかと考えると、分野ごとは分断して考えるのではなく、逆に繋げて考えていくことが大切なのかと感じた。また、その超高精密なコンピュータを維持するために必要な物理的な環境の話も、非常に面白く感じた。
- ・世界的なスパコンを間近で見ることができて、めったにできない体験で感動した。富岳の管理が思っ

ていたより大変で驚いた。設計などの詳しい話も聞けて非常に良い体験だった。

- ・事前学習で京について詳しく知り、多くの人の努力によってスーパーコンピュータができていると分かりましたが、実際に見てみると、想像よりもずっとスケールが大きく感銘を受けました。数年前に作られたものにも関わらず、現在も第一線で活躍し続けていて、開発の際のソフト担当とハード担当の意思疎通がとても大切なのだと分かりました。富岳は色々な人が安定して長く使える工夫やシステムができおり、様々な研究に役立っているのだなと思いました。次はさらに性能を上げたスーパーコンピュータの開発を目指しているようなので、今後の動きにも注目していきたいです。

「素粒子と宇宙」神戸大学 理学部 物理学専攻・准教授 身内 賢太郎 講義

- ・宇宙の95%が未だに解明されていないことに驚いた。
- ・ダークマターという名前しか聞いたことがなかったけれど実際にはまだ観測されていなくてあるのではないかという段階だったことに驚いた。実際に観測されていないのに質量があることや銀河を巻きつけていることが予想されていてこれが実際に観測されればノーベル賞が取れるのではないかと思った。
- ・ダークエネルギー、ダークマターという、とても大きい世界の話と、とても小さい世界の話聞いて自分では想像がつかないような考えやモノの存在に圧倒された。地下で実験を行うなど、工夫がされていて、人々の知恵がすごく詰まっているなと思った。
- ・難しい話だったけど楽しく学べた。物理の中から更に範囲を絞って学ぶのも面白いなと思った。宇宙はわからないことが多いから勉強したり、新しいことを知れるのが楽しい。
- ・素粒子の分野ということもあり、とても難しい講義でしたが、同時にとてもおもしろかったです。原子や原子核の元を辿っていくと、クォーク、そして未発見の暗黒物質になるそうで、この暗黒物質について研究をされているそうです。暗黒物質はまだ確認されておらず、世界各地にある地下実験施設に装置をおいて確認しようとしているそうです。暗黒物質は見えないので、視認することで確認するのではなく、波や光、熱などの何か反応が起きたら、あるとみなせるそうです。また、地下で実験をするのは、違うものに反応しないようにするためだそうで、特に実験施設の場所に条件はないそうです。原子→原子核→……→クォーク→暗黒物質のように小さくなっていき、もしかしたら暗黒物質を構成するものが今後見つかるかもしれないそうです。とてもワクワクする講義でした。

研究室訪問 神戸大学 理学部 物理学専攻

- ・見たこともない機械が多く、単純にすごいと感じた。また、学生が自分で機械を作ったり回路を組んでいることを聞いて、電気の知識や物理の知識も必要ですごい人たちだと思った。
- ・なんのための装置かわからないものが多かったけれどロマンがあり将来は僕も研究などを行ってみたいので具体的なイメージができたので良かった。
- ・すごい機械がたくさんあって、素人目線ではとてもすごいことをしているようで面白かった。
- ・高校とはレベルが違う研究器具とかが置いてあって圧巻だった。
- ・研究室には色々な設備があって楽しかったです。また、学生さんが作ったものでも良いものがあれば神岡やイタリアなどの地下実験施設に持っていったり、徹夜で研究室にこもるといのは基本なかったりするそうで、学生のことを大切にされた研究室なのだと感じました。装置も大きいものから小さいものまであり、目的に合わせたものを作っているのだなと思いました。また、講義を受けたあとだったので、大学生があんなに難しい分野について研究しているのかと、より驚きました。

「液体窒素を使って極低温の世界で遊んでみよう」神戸大学 理学部物理学専攻・教授 藤 秀樹 講義

- ・絶対零度になると電気抵抗が0になるという便利なものをどうやって生活に生かして便利な社会にするのかなどまだまだ問題があるけど実現したらエネルギーに革命が起きると思った。超伝導の状態をどうやって維持するのかなどまだまだ問題はあっても面白い研究だと思った。
- ・液体窒素の実験は一度見たことがあったが、原理はよく知らなかったので勉強になった。
- ・低温の世界には分子の運動やエネルギー、磁力にも関係があることがわかってびっくりした。風船を使ったエントロピーの実験が印象的で、あんなに身近に温度のことがわかるんだなと思った。
- ・まず物性物理学について簡単にお話をして頂いたのですが、自分の興味のある分野にぴったりでとても驚きました。物理には原子くらいの小さな大きさで電子程度に軽い質量のミクロな世界があり、ここでは粒子の性質と波の性質が同時に現れてくるそうです。粒子性と波の性質を併せ持ったものを量子といい、量子電磁気学という分野で超伝導について研究しているそうです。現在は液体窒素を使って冷却し、超伝導状態を作っているそうですが、今後金属でも冷却できるようになるかもしれないそ

うで、とても興味を持ちました。元々低温にするのは貴族のシャーベット作りからはじまったそうですが、熱雑音の低下、ガスの凝縮、固化、吸着などメリットがあり、現在も活用されているようです。最初は楽しみからはじまったものが、科学技術に影響を与えている、というのはおもしろいなと感じました。また、超伝導によって電気抵抗を0にできるそうなので、リニアモーターカーなど、今後どのような場所で使われるようになるか楽しみです。

全体

- ・全体を通してネットの情報や教科書からは知れない話ばかりで、新たな知識で溢れる2日間でした。講師の方々の研究に対する熱意を感じたし、将来の選択肢のイメージがはっきりとして新たな見聞を得ることができました。研究に憧れを感じているので将来あのような環境で研究ができればいいなと思いました。
- ・神戸大学が自然に近い場所にあって驚いた。先生方の話も聞いていて興味を惹かれたし、仲間の質問もどんどん話題を深掘りしていったので、なんだか最先端のものに触れられた気がして楽しかった。
- ・私はこの2日間で様々なことを「直接」感じられました。1日目は理化学研究所で高度な研究について知ることができ、生物の研究において大切なことを学ぶことができました。また、実際にスーパーコンピュータを見て感動し、詳しく知りたいと思ったことに関して色々と教えて頂いてとても楽しかったです。そして個人的には、特に2日目が私にとって実りのある時間になったと思います。非常に興味深い講義を2つも受けられて、中学の時 理科にのめり込んでいた頃の気持ちを思い出しました。どうなっているのだろう、どうしてこうなるのだろう、と知的好奇心がくすぐられ、とてもワクワクしました。理科が好きな気持ちが思い起こされ、また進路について考えるきっかけにもなりました。小学校高学年くらいから理科の中でも化学が好きで、今まではそれを活かせる薬学部に進学したいと思っていました。ただ、今回の講義で自分の興味を惹かれる分野は化学よりも物理学（特に物性物理学）が近いと感じました。小さい頃から「なぜ」と考えていたことが、この分野で分かりそうだなと思ったからです。やはりとても難しい学問分野で大変だとは思いますが、進路の視野を広げられたのは大きいと感じました。また、きちんと自分でも勉強をしていった分野は特に楽しむことができ、事前の準備の大切さなど当たり前のことでも学ぶことができました。とても良い時間を過ごせた2日間でした。こういったプロジェクトに参加できたことに感謝していきたいです。ありがとうございました。
- ・非常にたのしく、充実した研修だった。
- ・色んなことを学べて刺激的だった。文理選択やこれからの進路を決めるときに役立つと思う。自分がどんなことを面白いと思うかも知れたし本当に貴重な体験だった。企画、引率をしてくれた春日先生には感謝しかない、ありがとうございました！

【まとめ】

日本において、2024年1月1日、能登半島は地震に見舞われた。死者489名、住家被害も149,724棟に達した。9月20日からの豪雨でも石川県は死者16名、住家被害も1,628棟に上がった。

本校は、12月13日、1年生が首都圏研修に行き、11名が東大地震研究所で研修を行った。研究所では、今回伺ったスーパーコンピュータ「富岳」を使いシミュレーションをし、地震予知に役立てようとしていることを知った。今回のサイエンスアソシエーションプロジェクトが、学校の学年行事に繋がる貴重な企画であったことを痛感した。

生徒は、世界の最先端の自然科学の研究に触れたり、世界一流の実験設備・施設の見学を行うことができた。学校の中では出来ない貴重な経験や体験を積むことができた。自然科学の研究は、世界の研究者が協力しながら推し進めており、世界の国々を駆け回る研究者の姿は、生徒の目には頼もしく映ったに違いない。サイエンスアソシエーションプロジェクトに参加した生徒が、今後の進路選択として研究者の道を選び、課題の探究を続けることを期待したい。

最後に、サイエンス・アソシエーション・プロジェクトのご支援を頂き、本プログラムが実現できたことに深く感謝申し上げます。