

Smart Science Seminar

女子中高生の理系進路選択支援プロジェクト 2021 年度報告書



「スマート・サイエンス・セミナー」は、女子中高生のための未来を、進路を共に考えるプロジェクトです。

科学の楽しさを実感するワークショップや理系の道の魅力に触れる先輩女性の講演、大学生・院生との交流会など、多様なプログラムを用意しています。



ホームページも見てね

<https://sites.google.com/shitennoji.ac.jp/sss>

2021 年度のイベント

1) 講演会・キャリアを考える交流会

職場で活躍している女性の姿を見て、職業について学び、自分の進路を主体的に考える機会にしましょう。

【挨拶】吉祥瑞枝(サイエンススタジオ・マリイ主宰)

【講師】小泉美子(ダイキン工業株式会社)

【演題】人生の岐路その時々にとどのような判断を行い歩んできたのかー研究者の一例として紹介ー

2) サイエンスフォーラムと交流会

科学の不思議さ、面白さに触れて、科学の大切さを実感しましょう。講演後は講師の先生とのフリートークタイムも。

【講師】藤原敏道(大阪大学タンパク質研究所)

【演題】新型コロナウイルスの増え方を分子の形から見てみようータンパク質分子の形を調べる科学ー

3) 実験ワークショップ(クレオ大阪)

ふだんの授業とは違う角度から、科学の不思議さ、面白さを追求します。終了後は先輩の女子大学生とのトークタイム。

- ① 解き明かせ！釜鳴りの謎
- ② ずっと使える！電子回路超入門
- ③ 岩石から探れ！日本列島誕生の歴史

4) 実験ワークショップ(四天王寺大学)

大学の理科室で実験や工作。わくわくする楽しい時間をすごしましょう。終了後は先輩の女子大学生とのトークタイム。

- ① 液晶の作成・導通検査キットの作成
- ② キレート滴定～ミネラルウォーターの硬度測定～
- ③ ぶつからない車を作ってみよう！
- ④ 燃え続ける水素/試験管で楽しむアンモニアの噴水

5) プログラミングワークショップ Let's try programming!

プログラミングを学び、技術に対する理解を深め、課題を解決していくための技法を身につけましょう。

- ① キュートなペットロボットをつくろう
- ② かわいいお天気ロボットを作ってみよう

6) イベント「サイエンスキッズ広場」

女子中高生の皆さんから来場者の子どもたちへ科学実験・工作を伝える科学実験イベントです。「科学の楽しさ」を伝える「わくわく、どきどきの体験」をしてみませんか。

7) 成果発表会

これまでに SSS イベントに参加した女子中高生対象。自分で実施してみたこと、考えたことなど、自由なタイトル、内容でプレゼンをしてみませんか。

参加無料

主催：四天王寺大学スマートサイエンスセミナー(S・S・S)プロジェクト 共催：大阪市立男女共同参画センター(クレオ大阪)

●このプロジェクトは、四天王寺大学共同研究の助成を受けて運営されています。

目次

巻頭言	2
イベント内容	
1) 講演会・キャリアを考える交流会	6
2) サイエンスフォーラムと交流会	10
3) 実験ワークショップ（クレオ大阪）	
① 解き明かせ！釜鳴りの謎	12
② ずっと使える！電子回路超入門	16
③ 岩石から探れ！日本列島誕生の歴史	20
4) 実験ワークショップ（四天王寺大学）	
① 液晶の作成・導通検査キットの作成	24
② キレート滴定～ミネラルウォーターの硬度測定～	25
③ ぶつからない車を作ってみよう！	26
5) プログラミングワークショップ Let's try programming!	
① キュートなペットロボットをつくろう	27
② かわいいお天気ロボットを作ってみよう	30
6) 科学イベント「サイエンスキッズ広場」	32
7) 成果発表会	34
アンケート集計結果	36
あとがき	38

★2022年2月5日に実施予定していた「実験ワークショップ（四天王寺大学）④燃え続ける水素/試験管で楽しむアンモニアの噴水」は新型コロナ感染拡大のために中止いたしました。

巻頭言

スマート・サイエンス・セミナー代表

四天王寺大学 佐藤美子

女子中高生の理系進路選択を支援することを目的として、2021年8月より「スマート・サイエンス・セミナー」を四天王寺大学共同研究助成金により実施してまいりました。開始に際しては、一般財団法人大阪市男女共同参画のまち創生協会様のご協力を頂き、クレオ大阪3会場での実験ワークショップを共催実施として、スタート致しました。取組は多岐にわたり、関係機関・関係者の皆さまのご協力により、様々なプログラムを実施することができましたこと、深くお礼申し上げます。

活動は、女子中高生の理系科目への苦手意識を払拭し、科学への関心を高め、高校での理系科目を学修すること、またその上で、将来のキャリアを考えた大学選びを行ってほしいという願いを込めて実施しています。理系を学ぶことで、将来の選択できる職業の幅も広がります。どんな仕事がしたいのか、しっかりと考えることが必要です。文系理系いずれの道に進むことになっても、理系で学んだ科学的素養は生かされます。これから社会は大きく変化していきます。少子化による2040年問題もコロナ禍によって、急速に進んでいると言われていいます。2040年頃、どのような職業が必要とされるのか、考えると同時に、社会の発展のためには男女共に活躍する社会であることが必要であり、女子の能力を引き出すことができるように、特に理系分野への女子の進出が切望されます。このプロジェクトの取組をとおして、すべての女子中高生が職業を考え、就きたい仕事にチャレンジできる環境を整え、提供したいと考えます。

現在、文部科学省は、先進的な理数教育に力を入れた取組を行う高等学校を、SSH(スーパー・サイエンス・ハイスクール)と指定して、理系科目への興味・関心を引き出す取組に力を入れています。また、独立行政法人科学技術振興機構(以下、JSTと記載)が主催する「ひらめき★ときめきサイエンス」も同様に、小学5年生以上・中学生・高校生を対象に科学的好奇心を刺激し、科学のおもしろさを感じてもらうプログラムを実施しています。佐藤もこの取組に賛同し、継続した実施をしてまいりました。その中で、感じていることは、何度実施しても女子の参加者が少ないことです。なぜ、女子の参加者が少ないのか、考えました。小学校低学年を対象とした科学館や地域の公民館等で実施している科学実験講座には女子も男子も半々ぐらい、内容によっては女子の参加が多い時もあります。しかし、高学年になるにつれて、科学実験講座への女子の参加が減っていきます。女子の理系への関心が薄らぐ原因について探ってみました。

数学的リテラシーと科学的リテラシーについて、下記のOECDによる生徒の学力到達度調査(2018)の結果

OECD加盟国(37か国)における比較				OECD加盟国(37か国)における比較			
読解力	平均 得点	数学的リテラシー	平均 得点	科学的リテラシー	平均 得点		
1	エストニア	523	日本	527	エストニア	530	
2	カナダ	520	韓国	526	日本	529	
3	フィンランド	520	エストニア	523	フィンランド	522	
4	アイルランド	518	オランダ	519	韓国	519	
5	韓国	514	ポーランド	516	カナダ	518	
6	ポーランド	512	スイス	515	ポーランド	511	
7	スウェーデン	506	カナダ	512	ニュージーランド	508	
8	ニュージーランド	506	デンマーク	509	スロベニア	507	
9	アメリカ	505	スロベニア	509	イギリス	505	
10	イギリス	504	ベルギー	508	オランダ	503	
11	日本	504	フィンランド	507	ドイツ	503	
12	オーストラリア	503	スウェーデン	502	オーストラリア	503	
13	デンマーク	501	イギリス	502	アメリカ	502	
14	ノルウェー	499	ノルウェー	501	スウェーデン	499	
15	ドイツ	498	ドイツ	500	ベルギー	499	
16	スロベニア	495	アイルランド	500	チェコ	497	
17	ベルギー	493	チェコ	499	アイルランド	496	
18	フランス	493	オーストリア	499	スイス	495	
19	ポルトガル	492	ラトビア	496	フランス	493	
20	チェコ	490	フランス	495	デンマーク	493	
	OECD平均	487	OECD平均	489	OECD平均	489	

全参加国・地域(79か国・地域)における比較					
読解力	平均 得点	数学的リテラシー	平均 得点	科学的リテラシー	平均 得点
1	北京・上海・江蘇・浙江	555	北京・上海・江蘇・浙江	591	北京・上海・江蘇・浙江
2	シンガポール	549	シンガポール	569	シンガポール
3	マカオ	525	マカオ	558	マカオ
4	香港	524	香港	551	エストニア
5	エストニア	523	台湾	531	日本
6	カナダ	520	日本	527	フィンランド
7	フィンランド	520	韓国	526	韓国
8	アイルランド	518	エストニア	523	カナダ
9	韓国	514	オランダ	519	香港
10	ポーランド	512	ポーランド	516	台湾
11	スウェーデン	506	スイス	515	ポーランド
12	ニュージーランド	506	カナダ	512	ニュージーランド
13	アメリカ	505	デンマーク	509	スロベニア
14	イギリス	504	イギリス	504	スロベニア
15	日本	504	ベルギー	509	イギリス
16	オーストラリア	503	フィンランド	507	オランダ
17	台湾	503	スウェーデン	502	ドイツ
18	デンマーク	501	イギリス	502	オーストラリア
19	ノルウェー	499	ノルウェー	501	アメリカ
20	ドイツ	498	ドイツ	500	スウェーデン

結果をご覧ください。37 か国の加盟国における比較(表 1-1)においても、全加盟国・地域における比較(表 1-2)においても、日本の学力は、上位に位置していることがわかります

表 1-1 OECD 加盟国(37 か国)における比較 表 1-2 OECD 全加盟国・地域(78 か国)における比較

次に、15 歳の生徒の数学的リテラシーと科学的リテラシーについて、次の表2および図1を見てみましょう。

	数学的リテラシー			科学的リテラシー		
	男子	女子	性差	男子	女子	性差
日本	539.3	525.5	13.8	545.1	531.5	13.6
韓国	520.8	527.8	-7.0	511.2	520.8	-9.6
アメリカ	473.9	465.4	8.5	499.6	492.9	6.8
イギリス	498.2	486.6	11.6	509.6	508.8	0.7
ドイツ	514.1	497.5	16.6	514.3	503.8	10.5
フランス	495.9	490.0	6.0	495.9	494.0	1.9
スウェーデン	492.8	495.1	-2.2	491.2	495.7	-4.6
フィンランド	507.5	515.0	-7.5	521.5	540.5	-19.0

表2 理系リテラシーのジェンダー差

この表 2 と図1は舞田俊彦著「データで読む教育の論点」より引用しています。表 2 のデータ「性差」とは男子の平均から女子の平均を引いた値を示します。科学的リテラシーにおいて、男子は 545.1、女子は 531.5 と、男子の方が 13.6 上回っていることを示します。この性差の値を座標軸に当てはめたのが次の図1になります。

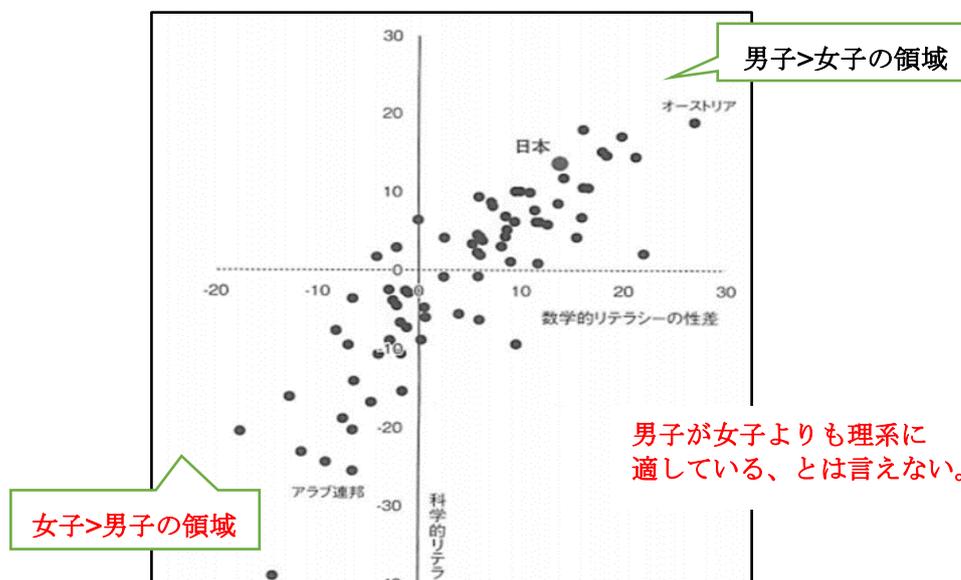


図1 上記表 2 の舞田俊彦氏によるグラフ化した図 (注釈は佐藤が加筆)

よく、男子の方が女子より理系に向いていると考えられがちですが、この表 2 と図1を見る限り、女子>男子の国も多数あり、決して男子が女子よりも理系に向いているとは言えないことがわかります。

さらに、どのくらいの得点で理科が好きと思うのか、「理科が好きと得点の関係」について、TIMSS2019 国際数学・理科教育動向調査から、日本の小学 4 年生と中学 2 年生を国際平均と比較した表より数値をグラフ化しました。図 3 で示される数値 1~4は好きだと思う割合を示し、その時の平均得点が折れ線グラフとなります。

*棒グラフ

好きと思う～思わないまで4段階表示

*折れ線グラフ

1～4の度合いにおける平均得点

1 強く思う

2 そう思う

3 そう思わない

4 全くそう思わない

図3 理科が好きと得点との関係

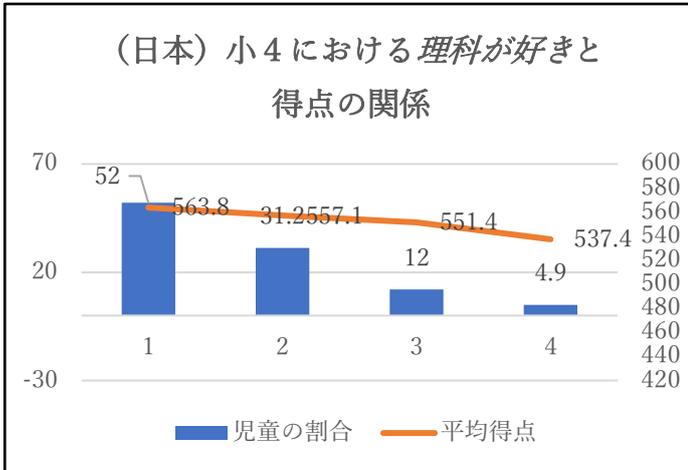


図3-1 日本の小学4年生

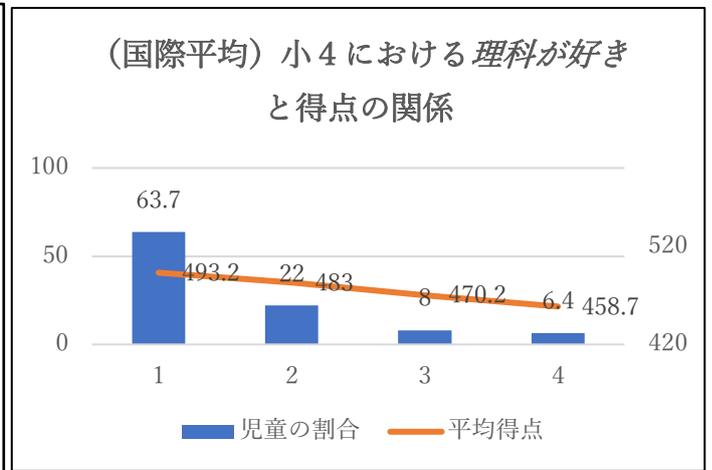


図3-2 小学4年生の国際平均

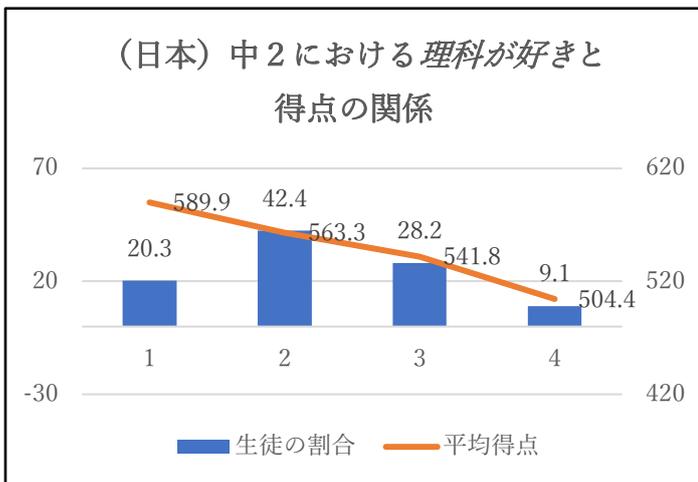


図3-3 日本の中学2年生



図3-4 中学2年生の国際平均

表1の学力到達度調査にも示されていたように、上の図3からも、小学校4年生、中学2年生共に国際平均よりも得点が高いことが読み取れます。また、高得点を取っていても理科が好きだと思えない傾向があることもわかります。特に中学生はその傾向が顕著で、高い得点の人が必ずしも理科が好きだとは限らないこと、また、国際的には、低い得点であっても好きだと答えていることも示されています。日本の理科を好きだと思わない(4番)を選択している児童生徒の平均得点は好きだと思っている国際平均の値よりも高い結果になっています。つまり、日本の子どもたちは高得点を取っていても、得意だと思えず、理科を好きになれない、親しみを感じられない傾向があること、好きか嫌いかと得点との相関関係は中学2年生の図からも、必ずしも一致していないようです。このことは、すでにOECDの調査結果からとも言われているように、日本の生徒は、科学的スキルや能力がある生徒でも、科学の楽しさや理科を学ぶことの有用性を感じていないこととも一致しています。

次に、高校生について、進路に悩む度合い、悩んだ時に誰に相談するかを調査した図を見てみましょう。高校生の進路調査での悩みについて、文系と理系、また男女で比較した下の図 4 より、文系男子、理系男子は 55～64%ぐらいの人は特に悩まないと答えています。一方、女子については、文系の女子は 40%ぐらいの人は特に悩みを持たず、理系の女子は悩みが特にないのは、20%程度です。それ以外の人は、学力のことや、適性のこと、将来についてなど、様々な悩みを抱えていることが読み取れます。また、図5より、高校生が進路に関して相談する相手は、母親が一番多く、教師と父親が続くことが示されています。

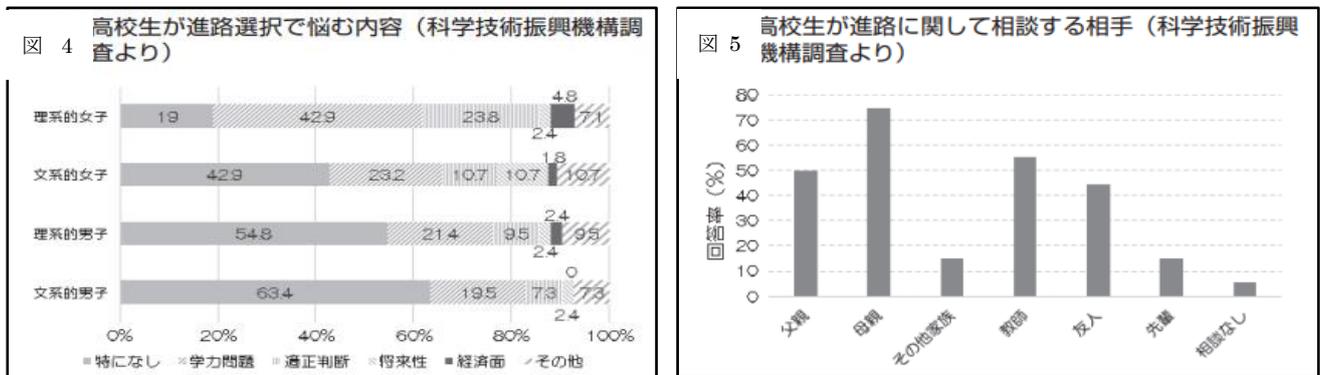


図 4・5. かながわ政策研究・大学連携ジャーナル No.10 より 2016.6

ところで、大学入学者に占める、理系分野の女子学生の割合は OECD 加盟国の中で日本が最も低いとされています。日本の児童生徒の理系科目の学力は男女ともに世界の上位を占めていますが、学力があっても理系の進路に、また職業に結びつけて考えることができないのは様々な不安があるからだと理解できます。

これまでの資料から、見出さる課題は

1. 理系科目を得意と思う気持ち(親近感)を醸成させること
 2. 理系を学ぶ女子の進路への不安を軽減する対策を講じること
 3. 相談相手となる母親、父親、教員が進路についての適切な助言ができるように様々な情報を獲得すること
- これらをとおして、女子が自身の能力を発揮できるような環境を作っていくことが必要であると考えます。

すなわち、本プロジェクトにおいて、取り組むべき事項は

1. 理系科目への苦手意識を払拭し、科学への興味・関心を高める活動
2. 将来の進路について、また職業について情報を提供する場を設定

具体的には、実験ワークショップや講演会、サイエンスフォーラムなどを実施します。特に、キャリア形成に関しては、大学についての情報や職業について、職種・働き方・希望する職種に就くために学んでおくべきことなどを先輩となるロールモデルの方々から職業についてお話を伺う機会、また、もっと身近な女子大生から大学生活や就職情報などを聴く機会を設けることで、やってみようという気持ちを高めていくことにつながることでしよう。

プロジェクトへの取組には、産官学民のたくさんの方のご協力、お力添えにより進めてまいることができます。

今、コロナ禍により、世の中は大きく変わろうとしています。2040 年問題と言われる少子化もコロナ禍の影響により、さらに加速傾向にあります。今後、世の中がどのように変化し、どのような職業が必要とされるのか、企業の様々な分野の方からお話を伺うなど、未来の社会について考え、その中で女子中高生が活躍の場を見出すための環境づくりを検討し、女子が自分の能力を発揮できる社会づくりに貢献していきたいと思っています。

私たちの活動が、理系進路に迷っている女子中高生に自分の興味・関心のある分野へ進んでいけるよう、背中を押してあげられる取組になることを願って実施していきます。

講演会・キャリアを考える交流会

【日時】2021年10月30日(土) 14:00 ~ 17:00

【場所】四天王寺大学

【講師】1. オープニングご挨拶 吉祥 瑞枝
2. 講演会 小泉 美子

【参加者】 zoom 参加

1. オープニングご挨拶 吉祥 瑞枝

サイエンススタジオ・マリー SSM ・元東京理科大学 理数教育研究センター

本日は2021年スマートサイエンスセミナーに、お招きいただきまして有り難うございます。キュリー夫人の研究者の吉祥瑞枝と申します。2019年秋に、日本理科教育学会大会で、佐藤美子先生(四天王寺大学)に初めてお目にかかり、キュリー夫人ファンということで、その後、先生が海外教育研修時にロンドンの街角の本屋で“キュリー夫人を見つけた。”とメールをいただきました。

皆さまもご存じのキュリー夫人(Marie Skłodowska=Curie 1867~1934)はポーランド生まれで、向学心に燃えたマリーはパリ留学をめざしました。パリ・ソルボンヌ大学を見事な成績で卒業して、出会った研究者であるピエール・キュリーと家庭をもちました。女性科学者としてラジウムとポロニウムの2つの元素を発見して、ノーベル賞を2度受賞しました。さらに、二人の娘のうち、長女も後年ノーベル賞を受賞しました。



供:パリ・キュリー博物館と明記

1901年にノーベル賞創設以来、今日まで、マリー スクウォドフスカ=キュリー-母娘受賞の記録は唯一なので。

キュリー夫人は世界の女性科学者のロールモデルです。英国でのロールモデルは化学のホジキンスです。イタリアの偉大な女性科学者はモンタルチャーニーです。では、日本初の女性博士を御存知でしょうか? 植物細胞学・遺伝学の保井コノです。お名前だけでも憶えておきましょう。キュリー夫人は科学研究と同様に情熱をそそいだものがあります。それは科学教育でした。奇跡的にも2003年に、その授業を受けた子どものノートが発見されて『キュリー夫人の理科教室』と題して出版されています。9~13歳の子どもを対象に、キュリー夫人自身が編みだした年10回の簡潔な実験授業です。理科教育こそ力なりです。日本においてこそ、学ぶことは多いでしょう。

最後に、理系、理工系の進路選択において、中高の女性教員の果たす役割は少なくありません。本日の講演会・キャリアを考える交流会のご盛会を祈念し、ご挨拶とさせていただきます。

2. 講演

【講師】 小泉 美子 専門は高分子化学及び放射線化学。
2008年大阪大学にて博士号を取得し、化学メーカー勤務を経て
理化学研究所研究員、兼大学の教員として従事。その後、
ダイキン工業(株)にて研究を担当し、2020年度より現職。



【講話】

「人生の岐路、その時々でどのような判断を行い歩んできたのか —研究者の一例として紹介—」

幼少期からいままで、どう考え人生の選択を行ってきたかについて、ロールモデルの一例として、紹介した。講演者は、高校時代に実際に理系への進路を選択する前の小学生の頃から理系志向であり、大学では工学研究科の応用化学を選考した。専門分野は、高分子化学と放射線化学である。恩師のアドバイスもあり、博士後期課程まで進学し2008年に修了した。当時、同じ専攻のコース内で博士課程に進学した9名のうち、女性は一人であった。その後、化学メーカーへ就職し、有機薄膜太陽電池に使用される有機半導体材料の開発に携わった。2011年に一度目の転職として理化学研究所の研究員として採用され、同時期に恩師の研究室の招へい教員として採用され兼務した。ここでも有機薄膜太陽電池用半導体材料の開発とその導電性評価について研究し、その他、学部生対象の小さなセミナーを担当するなど学生の教育にも力を入れた。国の研究機関で研究員として過ごせたことは、大きな知的刺激を得られ、他大学の先生や学生との交流が一番活発な時期となった。また、大学教員としては、「学生を育てること」と「研究を進めること」の両立を心掛けた。2012年12月に、現所属のダイキン工業株式会社へ二度目の転職をした。ダイキン工業は空調企業であるが、1割ほどフッ素化学に特化した化学部門を有する。それまで講演者は、フッ素化合物を扱った経験はあるものの、フッ素化学の分野には全くの素人であったため、専門分野の幅を広げる良い機会であるとの考えが転職理由であった。転職後数ヶ月は、フッ素系紙用撥剤の開発を行ったが、すぐに、ダイキン工業としてはほとんど参入していないバイオ・ヘルスケアの分野での新規開拓を行う部署へ転属となり、新規事業テーマの立ち上げを担当した。所属部署が、化学的機能付与による表面改質用途の材料開発を行う部署であったため、新規テーマとして「細胞の接着非接着を制御する」表面の開発を行った。一方で、前述の通り新規テーマであるため社内で事業化への環境が整っていなかった。従って、この中の1つのテーマについて事業化を試みるために、2019年に、(株)Phoenixiの提供する「起業家育成プログラム」へ第一フェローとして参加し、一年間、事業化実現のために活動した。この間は、社内外から自身と自身の事業テーマを見つめなおす良い機会であり、また、様々な企業へのヒアリングにより事業テーマが必要とされていることを再確認できた。その後企業判断により、事業の実現は社内外どちらも困難との結論には至ったが、一企業にはなかなか出会えない方々との交流により人脈形成と視点の多角化が促進された。2020年4月より、公益社団法人関西経済連合会へ2年間の出向となり

右図の2府8県の関西経済への貢献、特に、科学技術系の取り組みに対する支援を行っている。具体的には、「関西の公設試験研究機関の連携促進のための仕組みづくり」や、「関西文化学術研究都市（けいはんな）」や、関西のベンチャーエコシステム形成に関する活動支援」を担当している。これらの活動を通して、関西経済を一企業からだけでなく、府県、地域、関西、国へと視点を変えて見つめることで、これまで利用してきた仕組みの表裏を感じることができ、関西の経済界を支える意見発信、また、取り組みを仕掛ける機関としての重要性を認識した。



今後も、一企業人ではあるが、広く貢献できるよう活動を行っていきたいと思っている。振り返ると、女性、としては珍しいロールモデルであるとは思いますが、一度きりの人生、自分を信じて、良いと思う道を選択して歩むことが後悔は少ないように思う。

3. 女子大生との交流会

当日は zoom に 3 名の女子大生の方に入って頂いた。

3 名の方の学生生活や、就職状況、今後について語って頂いた。

- ・関学理工学部生命医科学科バイオインフォマティクス科 4 年 柳瀬美月さん、中高時代を振り返って
- ・愛媛大学農学部農業土木専攻 4 年 大槻ちひろさん 来春に農林水産省に入省予定 大学情報の提供
- ・信州大学理学部化学科 1 年 石川帆乃果さん コロナ禍での大学生活、今後に向けて実施すること

Memo

サイエンスフォーラムと交流会

【日時】2021年10月30日(土) 14:00 ~ 17:00

【場所】四天王寺大学理科実験室

【講師】 第1部：サイエンスフォーラム

大阪大学蛋白質研究所 藤原敏道

第2部：やってみよう！ 実験コーナー

担当講師：藤原敏道・奥野晃久

【参加者】女子中高生 会場4名 zoom 16名

【サイエンスフォーラム講師紹介】 藤原敏道氏

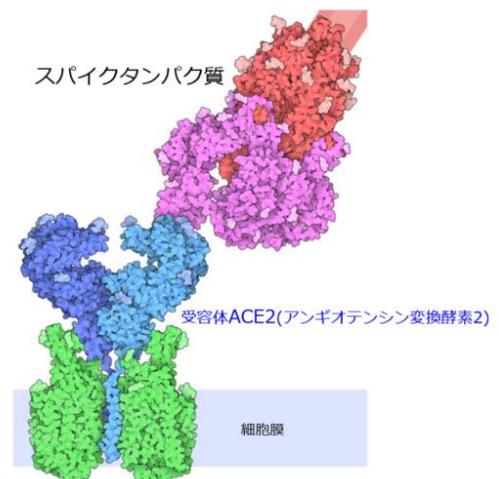
専門はタンパク質構造生物学。1985年に大阪大学理学研究科を修了して理学博士、その後、日本電子(株)、横浜国立大学を経て現職。

Smart Science Seminar
～女子中高生の理系進路選択支援プロジェクト～
2021年度版
未来を 進路を 考えよう!
「スマート・サイエンス・セミナー」は、女子中高生のための未来を、進路を共に考えるプロジェクトです。科学の楽しさを実感するワークショップやサイエンスフォーラム、講演会など、様々なプログラムを用意しています。下記のホームページをご覧ください。
サイエンスフォーラム&交流会
日時：令和3年10月30日(土) 14:00～17:00
場所：羽曳野市・四天王寺大学
第1部の講演はzoom配信あり(多数の方の参加可能)
対象：中学生・高校生男女 計20名(会場参加・付添い可)
第1部 講演
「新型コロナウイルスの増え方を分子の形から見てみよう
—タンパク質分子の形を調べる科学—」
藤原 敏道 (ふじわら としみち) 氏
大阪大学タンパク質研究所・教授
専門はタンパク質構造生物学。1985年に大阪大学理学研究科を修了して理学博士、その後、日本電子(株)、横浜国立大学を経て現職。
新型コロナウイルスの感染では、タンパク質が中心的な役割を担っています。そのため治療薬の開発には、タンパク質の構造と機能を知る必要があります。講演では、タンパク質分子の構造と機能、その調べ方を紹介します。また、このような研究がどのように役に立っているのか、お話ししていきます。
第2部 やってみよう! 実験コーナー 参加対象：会場の中高生の皆さん
1. 「タンパク質分子の観察—コンピュータのグラフィック機能を用いて—」(藤原先生)
2. 「タンパク質の性質を調べよう!」(四天王寺高校 奥野先生)
コロナの状況により全席オンライン実施の際は2部の予定を変更とさせていただきます。
お申込み方法 下記ホームページURL、またはQRコードから。
申込みフォームにアクセスし、必要事項を入力して送信してください。
<https://sites.google.com/shtennoj.ac.jp/sss>
お問い合わせ 四天王寺大学教育学部 スマート・サイエンス・セミナー 代表 佐藤美子
TEL:072-966-3911 FAX:072-966-6011

1. 講演「新型コロナウイルスの増え方を分子の形から見てみよう —タンパク質分子の形を調べる科学—」

約60分間の標記の講演を行った。前半では、アミノ酸からできている高分子であるタンパク質の構造と機能の特徴を紹介した。具体的には、「身近にあるタンパク質には何があるか」、「球状タンパク質の典型的なサイズである5ナノメートルは細胞や細胞小器官、ウイルスと比べてどの程度か」、「タンパク質を構成する20種類のアミノ酸の化学的特性」、「典型的な立体構造要素であるヘリックスとシート構造を作る分子鎖の形」、「イオンなどの持つ電気的な力の働き方」、「複数のタンパク質分子や脂質生体膜と作る分子複合体の形」、「酵素化学反応と分子認識などの機能とタンパク質立体構造の関係」、「細胞内でタンパク質分子が巨大で一義的な構造を取ることを必要とする生物学的な理由」などについて紹介した。

前半で紹介したタンパク質分子の基礎的事項に基づいて後半では、新型コロナウイルスの複製サイクルとそれに係るタンパク質分子やRNA、ウイルス複製を阻害するワクチンや薬分子の働きについて紹介した。具体的には、「ウイルスの大きさと構造」、「図に示すようなウイルスのスパイクタンパク質が関与する細胞に侵入する機構」、「細胞内でのウイルスRNAとタンパク質の役割」、「ウイルスが持つスパイクタンパク質、主要タンパク質分解酵素、RNA依存RNAポリマー合成酵素の立体構造と働き」、「免疫分子や薬分子がウイルス複製阻害する分子メカニズム」、「ウイルス変異株の持つタンパク質立体構造の特徴と免疫絵の影響」、「脂質ナノ粒子を用いたモデルナ社のRNAワクチンの働く仕組み」、「タンパク質立体構造が薬分子の開発にどのように役立つか」について紹介した。

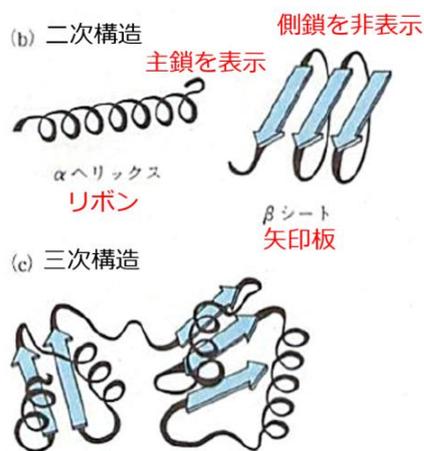


2. 第2部の実験の内容

1) 「タンパク質分子の観察—コンピューターのグラフィック機能を用いて—」 藤原敏道

実験としては、参加者にタンパク質立体構造を、コンピュータグラフィックスを使って調べることを行ってもらった。これによって、第一部の講義で紹介したタンパク質の大きさ、形、分子構造の特徴を操作・観察して、タンパク質構造と機能の理解を深めてもらうことを意図した。タンパク質の立体構造データベースのインターネットサイトとして、タンパク質データバンク PDB がある。ここでは、利用者サービスとして、20 万種のタンパク質について分子の特徴を見るために、検索して様々な方法で表示したり動したりする機能を提供している。この機能は、パソコンやスマートフォンでも利用できる。今回は、参加者はスマートフォンを用いて PDB サイトにアクセスして各自で操作した。

具体的には、典型的な球状蛋白質であるリゾチームやチトクローム、新型コロナウイルスに関するスパイクタンパク質を対象にして、分子の空間充填表示、右図のような主鎖の漫画チック表示による二次構造の観察、アミノ酸のベンゼン環など特徴のある側鎖の発見、タンパク質の大きさ測定、鉄原子などの補欠分子族強調表示による特徴の観察、コロナ変異株の変異位置の確認などを課題にして実験を実施した。



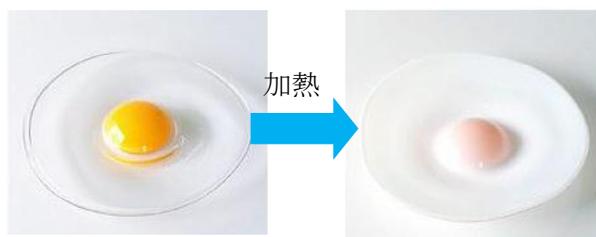
2) タンパク質の性質を調べよう!

奥野晃久

たんぱく質の性質を、実験を通して理解するためにたんぱく質に関する簡単な説明を行ったあと、以下の実験を行った。試料は卵白水溶液（卵白：蒸留水＝1：5に食塩を添加したもの）で行った。

実験1：成分元素の検出（演示実験）

試料に固体の水酸化ナトリウムを加え、加熱することで加水分解反応させた。濃塩酸や酢酸鉛水溶液によってアンモニアや硫黄が含まれていることを確認した。



実験2：変性（生徒実験）

試料を用いて変性の実験を行った。加熱や試薬の追加（エタノール、塩酸、硫酸銅水溶液）によって変性を確認した。



実験3：たんぱく質について呈色反応（演示実験）

ビウレット反応、キサントプロテイン反応、ニンヒドリン反応の3つの呈色反応を行った。



実験ワークショップ「解き明かせ！釜鳴りの謎」

檀上慎二

四天王寺大学教育学部

【日時】2021年8月6日（金）14:00-16:05

【場所】クレオ大阪南館 調理室

【講師】主担：檀上慎二 副担：小川健三

応援学生：田中瑞季（大阪大学大学院基礎工学研究科）

田中さんは後半の進路 Q&A のみ zoom での参加

【参加者】女子中高生 6 名、保護者 1 名



図 1 実験ワークショップのようす

1. はじめのあいさつ（14:00-14:10）

クレオ大阪南館の姫野さんから開会のあいさつとスタッフの紹介があったあと、檀上から挨拶および SSS の趣旨説明を行い、今後の SSS の活動紹介を行った。そのあと、本日の活動内容について説明した。

2. 「解き明かせ！釜鳴りの謎」（14:10-15:10）

2-1 釜鳴りの説明

「釜鳴り」とは、日本のいくつかの神社に古来から伝わる儀式である。釜に蒸し器をのせ、湯を沸かし、中に米を入れると不思議な音が鳴る。この音でお祈りや占いをすることを、「釜鳴り神事」あるいは「鳴釜神事」という。「鳴釜神事」で最も有名なのは岡山県吉備津神社である。吉備津神社の「お籠殿かま」で行われている「鳴釜神事」のようすを、NHK の映像を流して参加者に鳴釜神事のようすを見てもらった。



図 2 吉備津神社お籠殿のかまど

吉備津神社には「キビツ彦の温羅退治」という伝説が伝わっており、桃太郎伝説の原型とされている。この伝説によると、キビツ彦が温羅という鬼を退治した後、何年もの間鬼の首からうなり声が聞こえ、人々が悩まされていたが、キビツ彦の夢枕に温羅が現れ、「私の妻に米を炊かせよ。幸福が訪れるなら釜は豊かに鳴り響き、災いが訪れるなら、荒々しく鳴るだろう」と言い、その通りにすると音がなくなったという。

どのような音が鳴ると幸福が訪れるのかは神事の領域であるが、音が鳴ることについては自然現象である。このあといくつかの実験を通して音が鳴る原理を探り、釜鳴りの音を再現してみたい。

2-2 熱で鳴るパイプの実験（レイケ管の実験）

鉄パイプの中に金網を入れ、金網に近いほうの口をガスの炎で加熱する。金網が十分に赤熱したところで、パイプを鉛直に立てると、ボーッという大きな音が鳴り始める。この実験はヨーロッパでは古くから知られていたものだそうで、このようなパイプをレイケ管という。

この実験では、パイプを立てると音が鳴るが、寝かせると



図 3 熱で鳴るパイプの実験

音が鳴らない。その理由を参加した中高生にグループ討論させたところ、「立てると暖かい空気が上にいくことが関係しているのでは」という意見が出た。つまり対流が関係しているということである。このことは釜鳴りの謎解きに大きな鍵となる。

2-3 熱で鳴る試験管の実験

試験管にイオウの粉末を入れ、管の中ほどにスチールウールを詰めておく。これを下から加熱すると、イオウが蒸発し、スチールウールと反応するが、その際にも同様な音が鳴ることがある。この実験は中学校で鉄と硫黄が化合することを示す実験としてよく行われるものであるが、音が鳴るのはなぜだろうか。

吉備津神社の釜鳴り、熱で鳴るパイプの実験、熱で鳴る試験管の実験の3つに共通しているのは何だろうか。参加した中高生にグループ討論させたところ、「熱がからんでいる」という意見が出た。たしかにその通りだが、もう一つ、いずれもパイプ（チューブ）が存在しているという点も見逃さない。このことも釜鳴りの音を知るうえで大きな要素である。

パイプやチューブを耳に当てると、シューという小さな音が鳴っていることがわかる。パイプの中で生じる共鳴音である。しかしこの音は普通は小さくて外には聞こえない。それが何らかの仕組みで大きな音になっているのではないか。その仕組みに熱が関係しているのではないかと思われる。



図4 熱で鳴る試験管の実験

2-4 ストロー笛の実験

ストローの先を斜めに切り、切り口を覆うようにフィルムをのせ、フィルム的一端をストローに貼る。フィルムを貼っていない方の口をくわえて息を吸うと、「ブー」という音が鳴る。このとき、フィルムが振動しているのが目に見える。この工作実験を参加した中高生一人一人に行わせ、なぜ音が鳴るかを尋ねると、振動が音を作るのだという。振動が音を作る。



図5 ストロー笛の実験

2-5 回るヘビの実験

モールで蛇の形をつくり、紙コップにのせる。紙コップの横には十字の切り込みが入れてあり、ここに紙を丸めて作った筒をさしむ。紙の筒を口にくわえて、「ウー」というと、蛇がくるくると回る。この工作実験を参加した中高生一人一人に行わせ、なぜ蛇が回るのかと尋ねると、声の振動のために回るという。もう少し突っ込んで、声の振動だけでは飛び跳ねることはあっても回ることはないのかと尋ねると、「モールのモケモケがあるから」という。さすがに鋭い。モールの毛羽がランダムだと飛び跳ねるだけだが、毛羽が一方方向にそろっていると、特定の方向に回りだす。



図6 回るヘビの実験

この実験では「音が振動を作る」ということを学びたい。音が振動を作り、振動が音をつくる。この現象が引き続いて起こると、小さな音がだんだん大きな音に成長していくのではないか。ハウリングという現象がある。スピーカーの前にマイクを近づけると、マイクが拾った小さな音が増幅されてスピーカーから出て、その音をマイクが拾って、また増幅されてスピーカーから出ること繰り返す、やがてキーンという大きな音になる。こういうことが、パイプの中で起きているのではないか。

2-6 釜鳴りの謎解き

蒸し器で米を蒸すとき、通常は蒸し器を何段にも重ねて釜の上に乗せる。その際、各段の蒸し器には穴の開いた中底と簀の子があり、それぞれの蒸し器の簀の子の上に米を入れる。しかし、釜鳴り用の蒸し器は、途中の中底がなく、筒のようになっているのではないかと考えられる（図7）。筒であるからその中には小さな共鳴音が鳴っている。しかし通常はその音は小さくて外に聞こえない。

釜の中の湯を沸かし、上から米を入れると、熱い水蒸気と冷たい米の間に温度差が生じる。この両者の間で空気が振動すると、空気は熱い水蒸気に当っては膨張し、冷たい米に当っては収縮し、それを毎秒何百回も繰り返す。この膨張・収縮の運動が新たな音源となって小さな音が大きな音に成長する。それが釜鳴りの音である。このような現象を「熱音響自励振動」という。

マイクのハウリングはそのエネルギー源が電気エネルギーであるのに対し、熱音響自励振動では温度差がエネルギー源となる。釜鳴りでは水蒸気と米の温度差、熱で鳴るパイプでは熱い金網と対流によって下から流入する冷たい空気との温度差、熱で鳴る試験管では反応熱で高温となるスチールウールと周囲の空気との間の温度差。これらの温度差が適切な場所に配置されたときにこのような現象が生じる。

2-7 釜鳴りの再現実験

原理だけではおもしろくないので、実際に会場で釜鳴りの再現実験を行った。まずは大釜と4段の蒸し器を用いた実験。次に空き缶を使ったミニ釜鳴りの実験。いずれも成功し、拍手理に実験ワークショップを終了した。



図7 釜鳴り再現実験用の蒸し器

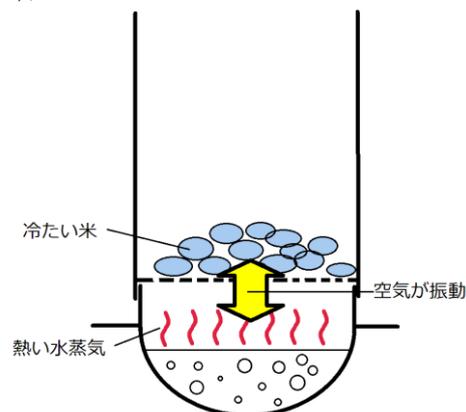


図8 釜鳴りの謎解き



図9 釜鳴りの再現実験



図10 ミニ釜鳴りの実験

3. 進路Q&A (15:20-15:55)

進路Q&Aについては、クレオ大阪の花岡南さんを中心に展開した。

まず応援学生の田中さんに zoom で参加していただき、田中さんから大学院での学生生活のようすについて、写真を画面共有しながら15分ほどお話しいただいた。大学院での研究生生活のようすや、クラブ活動のようすなど、わかりやすくお話しいただいた。

その後花岡さんの司会で、参加した中高生から田中さんへの質疑応答を行った。どうして現在の研究を選んだのかとか、高校生の時の試験に向けた勉強方法などの質問がいくつも寄せられた。田中さんからは、的確かつありきたりにならず、上手に答えていただいた。

4. 終わりの挨拶

15:55 からアンケートに記入いただき、16:05 に終わりの挨拶をして終了した。

5. アンケート集計結果

終了後、17 項目のアンケートに答えていただいたが、対象人数が 6 人と少ないこともあり、詳細は割愛して、特徴的な項目だけピックアップする。



図 11 進路 Q&A のようす

1 1. 理系の進路選択をしたいと思いますか。

①そう思う 3 人 ②どちらかといえばそう思う 1 人 ③どちらかといえばそう思わない 0 人 ④そう思わない 1 人 無回答 1 人

本イベントが必ずしも理系大好き女子ばかりを集めているわけではないのが意外であった、

1 2. 中学生・高校生、また、これから文系・理系を選択する高校生の皆さんに尋ねます。理系の進路選択について、悩みや不安はありますか。下の中から該当するものを選んでください（複数可）。

（回答数が多いもの順に）①興味はあるが、苦手科目もあり、理系を選択して良いかわからない。3 人

⑦ 理系の勉強についていけるか不安 3 人 ②数学が苦手 2 人 ③エネルギー領域（物理分野）が苦手 2 人

⑩ 部活動との両立ができるかどうか不安 2 人 （以下略）

数学と物理が苦手な理系への選択を悩んでいるようすが浮き彫りになった。女子が苦手意識なく数学・物理を学べることが重要であると感じる。

1 3. 文系・理系の選択の決め手は何だと思いますか（複数可）。

①成績 1 人 ②興味・関心 5 人 ③周囲（家族・友人・学校の先生など）の意見 0 人 ④行きたい大学・専門学校 2 人

⑤将来やりたい仕事 2 人 ⑥なれる人・なりたい人 0 人 ⑦その他 0 人

成績等よりも興味・関心や自分の進路を重視する姿勢が強く現れている。

1 6. 理系進路を考えるにあたり、体験してみたいことは何ですか（複数可）。

①企業・会社等の施設見学 3 人 ②大学の研究室の見学 3 人 ③科学館のプログラムへの参加 3 人 ④短期間の職場体験 3 人

⑤大学等からの出前授業 2 人 ⑥その他 0 人

1 7. 理系進路を選択する女性が増えるために必要なことは何ですか（複数可）。

①理系科目の苦手意識を取り除くことが出来るような機会 4 人 ②実験・観察など、科学のおもしろさ、楽しさを知る機会 3 人

③理系進路を選択した際の大学について考える機会 3 人 ④理系の仕事について考える機会 3 人

⑤理系の職業に従事している女性の先輩方のお話を聞く機会 4 人 ⑥その他 0 人

項目間での差異がほとんどみられないのは、すべての項目にチェックを入れる回答者が多かったためである。設問設定としては失敗であったかもしれないが、「何でもやってみよう」という好奇心の現れと見ることもできよう。このようなイベントに参加する女子ならではの結果といえる。

実習ワークショップ「ずっと使える！電子回路超入門」

森本雄一

かがく教育研究所

【日時】2021年8月18日（水）14:00-16:00

【場所】クレオ大阪中央館

【講師】主担：森本 雄一 副担：奥野 晃久

応援学生：佐藤 葵（大阪市立大学理学部4年）

進路 Q&A のみ zoom での参加

【参加者】高校生（2年1名、3年1名）2名

中学生（1年7名、2年2名、3年1名）10名

小学生1名、保護者2名、不明2名計17名



図1 実習ワークショップのようす

1. はじめのあいさつ（14:00-14:10）

クレオ大阪中央館の花岡南さんから開会のあいさつとスタッフの紹介、四天王寺大学の佐藤美子先生からセミナーの趣旨と本日の活動内容について説明があり、引き続いてワークショップを行った。

2. 「回路カード」を使った電子回路の組み立てと実験（14:10-15:10）

2-1 科学研究は安全第一

職業として科学研究に取り組む場合、実験中に事故で怪我をしたり、健康を害してしまうことがないように十分注意しなければならない。また、科学研究の結果生み出されたものが、人々の健康や安全を害することがないように考慮する必要もある。日ごろからこのようなことに留意し、実験をするにあたり、常に「自分の安全と相手の安全」を第一にする心構えをお願いした。

（1）ショート回路は発熱危険！

一人1セットの回路カード実験セットを組み立て、様々な実験を行った。電気回路を扱うにあたって、大切なことは「安全第一」であり、具体的には電気回路の場合ショート回路を作らないようにすることである。

図2（下）のように乾電池の+とマイナスが導線だけでつながる回路をショート回路と呼ぶ。回路を流れる電流は電圧に比例し、抵抗値に反比例する（オームの法則）。導線の抵抗値は非常に小さいので、銅線や電池内部に大電流が流れる。電流による発熱作用（ジュール熱）は電流量に比例するので、ショート回路になってしまうと、導線や乾電池が発熱し温度が上昇する。

図2（下）は、ショートさせたマンガン乾電池をサーモグラフで見た写真で、42.4度まで温度が上がっている。内部抵抗が小さいアルカリ電池を使うと、この数倍の電流が流れる。家庭用コンセントの電圧は100Vなので、ショートした場合、乾電池の67倍もの電流が流れ、発熱量も電流に比例するので発熱温度を超えるほど高温になる。地震による停電復旧

後火事が発生するのは、配線や電化製品のショート回路によることが多い。電子回路でも過電流が流れると部品が発熱し煙を出し焼損することがある。特に回路カードでは、どの位置にでも簡単に電池を置き変えることができるので、絶対に導線上に置かないよう注意することを確認した。



図2（上）乾電池の発熱
（下）ショート回路

2-2 電気回路

参加者は小学生から高校 3 年生までいたので、ゼロから丁寧に説明した。これまでの指導経験から、計算はできても実際に回路を組むことができないという生徒は多くいた。そこでまず、電気（電子）の流れを想像しながら実際に回路を組むことから始めた。絶対に電池を導線上に置き、ショート回路を作ってしまうように注意することを確認した。

- ① 電気（電子）は一方通行 行き止まりで止まってしまう！
- ② 電気（電子）回路 電気（電子）は回り続ける
回路は電気（電子）が回る路
- ③ 電気（電子）は銅の中を流れる（導体）
- ④ 回路が切れたら通れない → 橋をかけよう

電子機器が故障（動作しない）物理的な原因は、以下の 2 つが考えられる。

- ① 回路切れ（振動や外力）、接触不良（腐食による酸化膜の形成）
- ② 大電流による部品の内部焼損（定格を超えた電圧がかかった）

これ以外の場合はプロの領域であるが、初めから電気に対する苦手意識を持ってはいけい。現代の科学研究には電子機器が不可欠であり、その基礎を体験的に学ぶことは将来必ず役立つと言える。

2-3 「回路カード」を使った電気の実験電気の実験

電子回路の基本は「回路」である。回路を理解するための教育実験は、これまでビニル被覆線を使い、クリップやネジで固定していたため、曲がりくねって回路が理解しづらい。プリント基板を使う場合は半田付けが必要になり、技術的なハードルが高い。そこで、開発したのが「回路カード」である。

（1）回路カードの製作実習

参加者は、透明プラスチックシートに 6mm 幅の銅箔テープを貼り回路パターンシート（図 4）を作った。これを黒板（鉄板）ボード上に置き、これに電子部品を固定した部品ユニットを置き、固定・電気接続して電気回路を作った。部品ユニットは、10×30mm の樹脂板の両端にゴム磁石を貼り、その上に銅箔テープを貼り、抵抗やトランジスタなどをはんだ付けしたものである（図 5）。

（2）豆電球点灯回路

電気回路の実験でよくトラブルとなるのは、電池切れ、豆電球切れ、接触不良である。そこで、

- ① 豆電球点灯回路を作り、問題なく点灯するか調べ、電流が一周回る回路になっていることを確認した。
- ② 硬貨が電気を通すかどうか予想した後、銅箔テープの隙間の部分に硬貨を置き実験した（図 6）。

（3）LED 点灯回路

（2）の回路で豆電球の代わりに赤色 LED を使うと点灯しなかった。赤色 LED を点灯させるには 1.6V 以上の電圧が必要なことを説明し、乾電池 2 個を直列に(3.0V)つなぐと点灯した。導通を調べるものとして、抵抗 300Ω、抵抗 1kΩ、コンデンサ、CdS を使い、それぞれの点灯の違いを調べた。

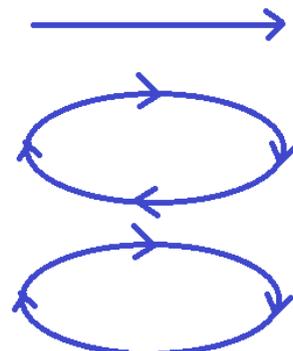


図 3 回路の簡単な模式図

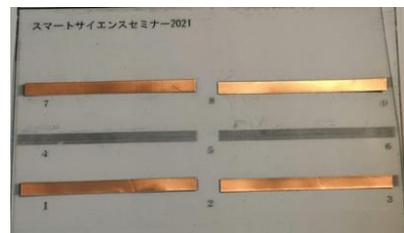


図 4 回路パターンシート



図 5 回路カード実験セット



図 6 豆電球点灯回路

(4) トランジスタ増幅回路 一人間は電気を通すか？

家庭用電源コンセントに金属を差し込んだりすると感電して危険だということは、参加者全員が理解していた。人体は電気を通すのか？そこで、LED点灯回路で、指が電気を通すか予想して実験した。LEDが点灯するためには10mA程度の電流が必要なことを説明し、1mA程度の電流でも動作する電子ブザーに取り替え実験した(図7)。それでも鳴らないのを確認した。

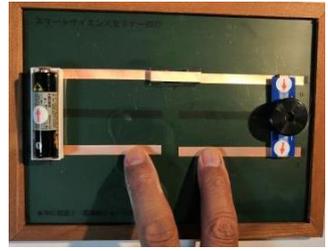


図7 電子ブザー導通回路

次に、感度を100倍にするトランジスタ増幅回路を作成した。トランジスタ(NPN型)は、図8のように、B(ベース)からC(コレクタ)に向かってベース電流 I_b が流れた時、CからE(エミッタ)に向かって I_b の100倍程度のコレクタ電流 I_c が流れるようになっている電子部品である。

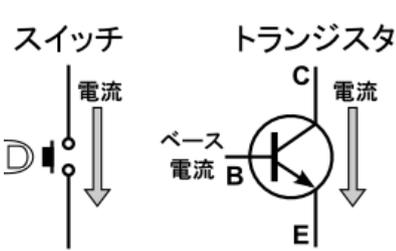


図8 トランジスタの働き

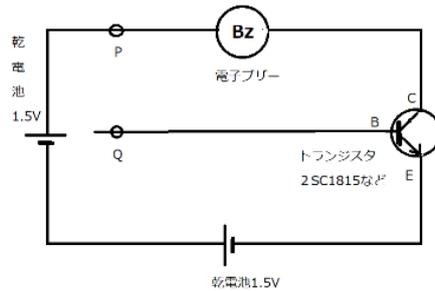


図9 トランジスタ増幅回路図

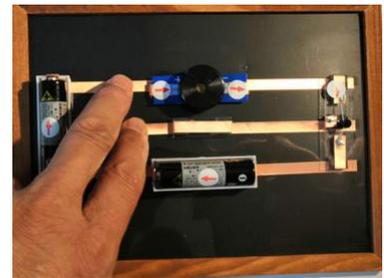


図10 回路カードでの回路

図9は、1石トランジスタ増幅回路図であり、回路図のままにボードの銅箔テープ上に、電気部品を置くことで、電子回路が完成する。

図10は図9の回路を実際に組んだものである。P点とQ点を同時に指で触れることにより、人体(指)を通してPとQの間にわずかな電流が流れる。この電流は、 $P \rightarrow Q \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow P$ の回路に流れるので、これを I_b とする。この時、トランジスタの電流増幅作用により、回路 $P \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow P$ に、 I_b の約100倍の大きさの電流 I_c が流れ、電子ブザーを鳴らすことができる。

(5) スイッチング回路 LED自動点灯(消灯)回路

① 暗くなるとLEDが点灯する回路

暗くなると街灯が自動的に点灯する設備は、日常的に使われている。その原理を回路カードを使って簡単に実験することができる。



図11 暗所点灯回路

図11は暗所点灯回路を回路カードを使って組み立てたものである。図12の回路図で、CdSと表示された部品は、フォトレジスタとか、光導電体と呼ばれる。硫化カドミウムに光が当たると抵抗値が小さくなることを利用した電子部品である。

部品により異なるが、このCdSは明るい場所では抵抗値が $10k\Omega$ より小さい。もし、この時CdSの抵抗値が $10k\Omega$ だとすると、PとGの間にかかる電圧は3.0Vなので、Q点の電位(G-Q間の電圧)は1.5Vになる。これがトランジスタのBとEの間の電圧(BE間電圧)になる。トランジスタはBE間電圧が0.7Vを超えると、ON状態になり、CからEに向かって電流(コレクタ電流)が流れる。それでLEDに電流

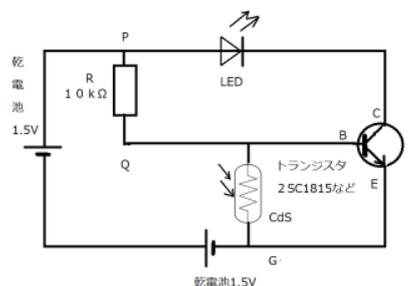


図12 暗所点灯回路図

が流れて点灯する仕組みである。しかし、CdSに光を当て、CdSの抵抗値が仮に $2k\Omega$ になったとすると、BE間電圧は $3.0 \times 2 / 12 = 0.5V$ になり、この場合コレクタ電流は流れず、LEDは点灯しない。

② 明るくなるとLEDが点灯する回路

10kΩの抵抗と、CdSの位置を置き換えると、明所点灯回路ができる。回路カードのメリットは、部品ユニットを置き変えるだけで、簡単に回路を作り変えることができることである。この回路は原理を確認するためなので、CdSにライトの明るい光を当てないと点灯しないが10kΩの抵抗と直列に可変抵抗を入れると、抵抗値を調整して、任意の明るさで点灯する実用的な回路にすることができる。

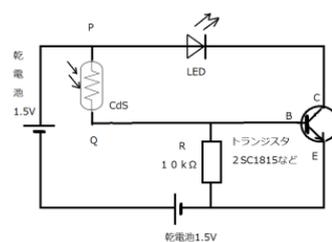


図 13 明所点灯回路図

2-4 ワークショップを終えて

小学生、中学生、高校生を対象に、これまで説明した「回路カード」を使った電子回路の組み立てと実験のワークショップを、1時間で実施した。高校でも学ばないような、トランジスタ回路の実験まで行ったが、参加者は全員熱心に取り組み、回路を完成し、実験で動作を確かめることができた。

終了後のアンケート（13名が回答）の一部を示す。

	A	B
1. ワークショップは楽しかったですか。	12人	1人
2-1. ワークショップを体験して自分にとって発見がありましたか。	11人	2人
3. またワークショップに参加したいと思いますか。	10人	3人

A そう思う

B どちらかというとそう思う

上記の質問に対して、回答者全員が、そう思う、どちらかというとそう思う、と非常に肯定的に回答していた。

「2-2.上の質問で、①を選択された方にお尋ねします。可能な範囲でどんな発見があったか教えて下さい」という質問では、以下のような回答があった。

- ・電子回路で使用されている部品などを知ることができた。
- ・身の回りには、意外と回路になるものがある。
- ・人同士が電気を通すことが分かった。
- ・小学校の時よりも、電気という授業の楽しさを感じられた。
- ・中3と高1の時物理が苦手で、生物を選択したのですが、意外と楽しいということに気づきました。

実施前は、わずか1時間で時間で一人一人がこれだけの実験をして、理解できるだろうかという思いがあったが、アンケートの結果を見て、参加者全員が楽しく発見があったということで、生徒たちにとって、有意義なワークショップになったと思われる。

あと1時間あれば、今回と同じ実験について、デジタルテスターを使って、電圧や電流を測定し、定量的な理解を深める実験ができると思われる。機会があれば、ぜひ今回の続編として実施したい。

3. 進路Q&A (15:15-15:55)

進路Q&Aについては、クレオ大阪の花岡南さんを中心に展開した。まず応援学生の植田彩吹さんにzoomで参加していただき、植田さんから大学生活の様子やご自身が理系に進んだ経緯などを語っていただいた。勉強の仕方や進路などについて、いくつか質問があり、親身になって回答してもらえ、参加者には、身近に感じられ、参考になったと思われる。

実習ワークショップ「岩石から探れ！日本列島誕生の歴史」

ほしもと 格

かがく教育研究所

【日時】2021年8月19日（木）14:00-16:00

【場所】クレオ大阪東館 調理室

【講師】主担：髯本格 副担：寺戸真 見学：井畑智子

応援学生：植田彩吹（四天王寺大学教育学部3年）進路Q&Aのみ zoom での参加

【参加者】女子小学生3名、女子中学生2名、保護者2名

1. はじめのあいさつ（14:00-14:10）

クレオ大阪中央館の花岡南さんから開会のあいさつとスタッフの紹介があった。佐藤美子さんからセミナーの趣旨と本日の活動内容について説明をした。



図1 実習ワークショップのようす

2. 「日本列島の生い立ちを語る岩石実物図鑑」をつくる実習（14:10-15:10）

2-1 用意した岩石

最終的には「岩石実物図鑑」を完成させることを目指すので、その枠組みに入る3cm前後の岩石。

岩石の種類は、火成岩（①花こう岩②流紋岩③安山岩④玄武岩）、堆積岩（⑤砂岩⑥頁岩⑦凝灰岩⑧チャート）、変成岩（⑨結晶片岩）の9種類のうち、玄武岩・安山岩（サヌカイト）・凝灰岩以外は、淡路島の西海岸淡路市平林海岸で集めてきた。河原のレキは藻類や泥で汚れているのに対し、海岸のレキは、磨きがかかっていて表面が鮮明であり、さまざまな大きさがあるために目的の大きさのものを選ぶことができる。淡路の海岸では多様な岩石（流紋岩、チャート、花こう岩、閃緑岩、頁岩、砂岩、サヌカイト、結晶片岩）だが、サヌカイトと結晶片岩は極めて稀である。玄武岩（豊岡市）、安山岩（大阪府）、凝灰岩（神戸市）は大きなサンプルをハンマーで割って適切な大きさにそろえた。これ以外に平林海岸で採取した白い石（石英）を入れた。



図2 淡路市 平林海岸

2-2 岩石の仲間わけ

参加者を各3人のグループに分け、9種類の岩石をトレイに入れていきます。

- ・まず、そこにある石を手にとって触ってみましょう。
 - ・どんな色や模様の石があるでしょう。
 - ・自分が気に入った石を1個手に取りましょう。
 - ・グループの人と相談しながら、同じ石を集めて、仲間分けをしてみましょう。
- *仲間分け（分類）した岩石について、それが正解であるかどうかはあえて言わず、どのような理由で分けたかを聞いた。

3-3 岩石を探し、見分ける

(1) チャート

・チャートという石があります。色は茶色や赤、緑、白、灰色さまざまですがとても硬い石で、白い帯模様があることが多いです。チャートを見つけて、一つを手にとってください。

・見つけたら私に見せてください。

・チャートがどこでできたのでしょうか？→太平洋の深い海の底です。

・どうやってできたのでしょうか？

予想 (1. 火山灰 2. サンゴ 3. 砂や泥 4. プラントン)

・正解は「放射虫というプランクトンがたまって」です。

・何年前にできたのだろうか？

予想 (1. 3 万年前 2. 300 万年前 3. 3000 万年前
4. 3 億年前)

・正解は、3 億年前の古生代ペルム紀という時代です。

・どうしてここにあるのだろうか？ 考えを出してみよう。

・チャートは丹波層群と呼ばれる地層に含まれていて、赤、茶、黒、緑、白などいろいろな色のとてもかたい岩石です。

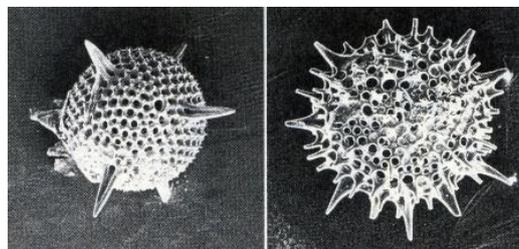


図3 チャートをつくる放射虫化石

海にすむプランクトンである放射虫が堆積してできた石です。大陸からはなれた太平洋の深い海の底に長い時間をかけて (1000 年で 0.6mm)、放射虫が降り積もってできました。古生代 (3 億年前) に堆積したものです。1 年に数 cm の速さ (髪の毛が伸びる速さ) で動くプレートにのってやってきて、中生代ジュラ紀 (2 億年前) に海溝でプレートが沈み込むときに日本列島に付け加わりました。

(2) 砂岩と頁岩 (泥岩)

・2 億年前にチャートが日本列島に付加していたころ、大陸の方からやってきた砂や泥がたまってできた石が砂岩や頁岩 (泥岩) です。砂岩はざらざらしていますし、頁岩はつるつとしていて真っ黒です。探してみましょう。

(3) 流紋岩と花こう岩

・流紋岩が分かりますか？ 白っぽい石で、流れた模様か、小さな鉱物・粒が見えることがあります。

・どうやってできたのでしょうか？

・正解は、火山が爆発してできました。

・流紋岩は恐竜のいた中生代白亜紀 (7000 万年前) にできました。アジア大陸の東のはしでは、激しい火山活動がおこり、マグマが地表にふきだしてできたのが有馬層群です。マグマが流れて固まったのが流紋岩で、火砕流堆積物が固まったのが溶結凝灰岩です。

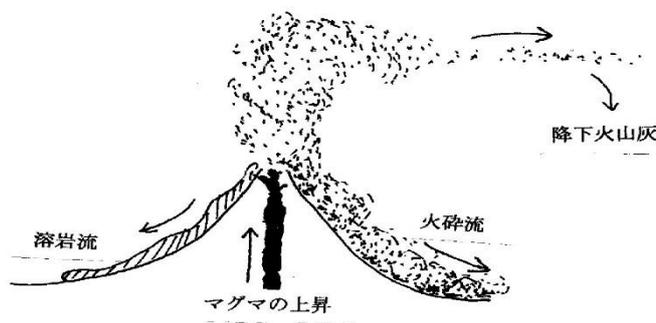


図4 流紋岩は火山爆発でできた

・流紋岩ときょうだいの石はどれでしょう。探してみましょう。

・正解は、花こう岩

・有馬層群が地表で噴出していたときに、地下数 km の場所にあった「マグマだまり」がそのまま固まっ

てできたのが花こう岩です。六甲山地は花こう岩からできています。別の名前は「御影石（みかげいし）」といいます。花のように美しく、山（崗）をつくっている石で、六甲山地や生駒山地をつくっている石です。大阪城の石垣は花こう岩です。

(4) 玄武岩

- 兵庫県の北の方の豊岡市に玄武洞があります。みごとな柱状節理の玄武岩からできています。この玄武岩は黒い火山岩です。ハワイのキラウエア火山では玄武岩の溶岩が今も噴き出しています。海洋底をつくっている石で、火星も金星も月もこの石からできています。



図5 玄武洞（豊岡市）

(5) 凝灰岩

- 神戸から三田にかけての地域に、3500万年前に「古神戸湖」という大きな湖がありました。この湖底と周辺の川原や湿地にたまったのが神戸層群です。10mもの厚さの火山灰が固まった石＝凝灰岩が特徴で、みごとな植物化石が見つかるので有名です。白い凝灰岩を見つけてください。

(6) サヌカイト

- 大阪と奈良の県境に二上山という山があり、サヌカイトという石が見つかります。真っ黒な石で割るととても鋭い割れ口になり、石器の材料になりました。ちょっと変わった安山岩の一種です。

(7) 結晶片岩

- 海洋プレートの沈み込みに伴って地下深くに押しこめられて、大きな圧力を受けて変成したのが結晶片岩です。キラリと光る鉱物が特徴で、薄くはがれるような筋模様があります。

2-4 岩石実物図鑑をつくる

- それぞれの岩石が語る大地の歴史、日本列島の生い立ちを思い浮かべながら、グルーガン（ホットボンド）を使って、ファイルケースに入れたシートに岩石を張り付けていきましょう。
- ケースの中に白い石が入っていますね。これはこすると光る不思議な石です。石英という鉱物からできていて、半透明であるためにこすり合わせるとオレンジ色の光を出して輝きます。真っ暗な部屋でやってみましょう。
- 地球の中心に向かって穴を掘っていくと内部は美しい緑色に輝いているそうです。誰もまだそこまで行った人はいないのですが、マントルをつくっている岩石は「橄欖（かんらん）岩」で高い温度で光を出していると思われます。カンラン石が集まって橄欖岩ができます。カンラン石は宝石名は「ペリドット」と言います。これをプレゼントします。



図6 できあがった岩石実物図鑑

2-5 大阪の地質岩石標本プレート

・大阪府のどこにどんな地質・岩石があるのかが分かるミニ標本プレートです。次の 11 種類の岩石がセットになっています。

古生代 (砂岩 s、泥岩 m、チャート ch、石灰岩 Lm、玄武岩 B)

中生代 (はんれい岩 ga、花こう岩 gr、流紋岩 rh、泥岩 mI、砂岩 sI、礫岩 cg)

・岩石鑑定マニュアルをつけていますので、自分で確認しながら完成してください。

2-6 ワークショップを終えて

岩石は私たちの身の回りであって、ありふれた存在である。石ころは海岸や河原にいけばどこにでも落ちているし、石垣や縁石としてたくさん使われている。

にもかかわらず、「岩石の学習はむづかしい」「岩石はわからない」という人が多い。小学校の教師、中学校の理科の教師で子どもたちが持ってきた石ころの岩石名を自信をもって言いあてることができる人は稀である。地球科学を専門とする研究者でも初めての岩石名を正確には判定できない場合が少なくない。

小学校では堆積岩 (碎屑岩) の名称とでき方を学び、中学校では、やや詳しく堆積岩と火成岩の分類・名称とでき方を学ぶ。その学習は子どもたちにとって、多くは退屈な暗記学習になっている。

地域と日本列島と地球の生い立ちの学習の中に岩石の学習を位置づけ、子どもたちが生き生きと楽しく学べる岩石の学習として展開することができないだろうか。ほんとうに身近なものとして親しまれる岩石とすることができないだろうか。

そのための基礎になるのが、石ころがいっぱいある海岸や河原に連れていき、石に親しみ、石で遊びながら、石を観察する原体験である。また、実際の露頭で地層や岩石を観察する学習が理想である。しかし、現実にはとても困難である。とすれば、子どもたちの前に、多様な石を用意し、一人一人が直接手に取って観察できるようにすればいいのではないか。そこから壮大な日本列島の生い立ちや地域の大地の歴史にまで迫るロマンあふれる楽しい岩石学習をしたい、そんな思いを持って取り組んだワークショップだった。

当初、中学生と高校生の参加を想定して準備をしていたが、ふたを開けると小学生と保護者・教員の参加者が多いので戸惑った。参加者の年齢は 8 歳から 40 歳までと幅広いので、どこに焦点をあてて進めるか迷った。その全員に「退屈でない」「楽しい」「わかりやすい」「実感をともなった」学びの機会を提供できただろうか。それを検証するアンケートやインタビューをすることができなかったが、皆さんがとても熱心に岩石を手に取り、観察していたことは確かだ。嬉しそうに「岩石実物図鑑」「大阪府の地質岩石標本プレート」を持ち帰っていただいたことも確かだ。

3. 進路 Q&A (15:15-15:55)

進路 Q&A については、クレオ大阪の花岡南さんを中心に展開した。

まず応援学生の植田彩吹さんに zoom で参加していただき、植田さんから大学生活の様子やご自身が理系に進んだ経緯などを語っていただいた。



図7 大阪府の地質岩石標本プレート

実験ワークショップ「液晶の作成・導通検査キットの作成」

小川 健三

親和中学校・親和女子高等学校

【日時】2021年9月4日（土） 14:00 ～ 16:30

【場所】四天王寺大学 理科実験室からオンラインにて実施

【講師】主担：小川 健三 副担：佐藤 美子

応援学生：柳瀬 美月（関学大 理工 4年）

【参加者】女子中学生5名（中1・2名、中3・3名）

1. 実験の内容

*コロナの影響で、急遽オンライン実施となったため、その内容を当初の予定から大きく変更することとなった。まず、**安全**であること、**簡単**にできることなどの条件を満たした上で、対象者の**興味・感心**を引く内容であることを勘案しテーマを決めた。一項目の実験では2時間必要ではないので、四天王寺大学の佐藤美子先生に協力をお願いした。また、実験の材料や手順書などは事前に送付しておいた。

最初に、佐藤先生からこのプログラムの趣旨に関して説明があった。

1-1 ヒドロキシプロピルセルロースを用いた（コレステリック）液晶の作成（小川）

初めに、パワーポイントを用いて液晶について簡単に説明した。次に、あらかじめ送付済みの材料を用いて、2種類の濃度の液晶を作成した。計量済みの水が入ったサンプル瓶に計量済みのヒドロキシプロピルセルロースを入れ、竹串でしっかりかき混ぜた。

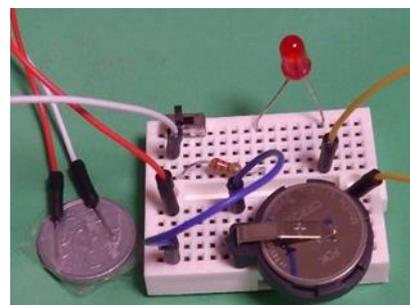
その後、内容物が均一になるように1日に数回、瓶を逆さにする（繰り返し）ように指示した。ちなみに、液晶の色は、温度によっても変化するが、（65%・赤～緑、70%・青～紫）となる。



1-2 ブレッドボードを用いた導通検査キットの作成（佐藤）

初めに、パワーポイントを用いて、ブレッドボードの仕組みについて説明した。次に、電池、抵抗、LED、スイッチなど同封の部品をブレッドボードに接続する方法を指示した。

回路が完成の後、同封の試料（金属、プラスチックその他）についての導通のテストを行った。初めての作業に手間取っている参加者もあったが、結果全員が完成、導通の確認ができた。



2. 進路Q&A

初めに、柳瀬さんに自己紹介も含めて、中学高校時代をどのように過ごしたか（ハンドボール部所属）、大学ではどのように取り組んでいるか（サークル活動も）、将来をどのように考えているか（化学系の会社に就職したい）などをパワーポイントを用いて話をさせた。また、参加者からは、部活と勉強の両立（通学の電車内の時間を活用する）、塾の利用などについて質問があった。

3. 参加者の反応

オンラインなりの難しさがあったが、全員完成することができた。また、応援学生のコーナーでも真剣に向き合っているようすが感じられた。事後のアンケートにおいても、いい評価が得られた。

実験ワークショップ「キレート滴定～ミネラルウォーターの硬度測定～」

吉田 正

四天王寺東高等学校・中学校

【日時】2021年10月23日（土） 15:00 ～ 17:00

【場所】四天王寺大学 理科実験室

【講師】主担：吉田 正 副担：檀上 慎二 佐藤 美子

応援学生：森本摘希（Zoomによるオンライン参加）

【参加者】女子中学生 1名（1年）、保護者 0名

1 実験の内容

EDTAを使ったキレート滴定の手法で、各種の市販飲料水（ミネラルウォーター）の硬度を測定する。水中に含まれる Ca^{2+} や Mg^{2+} は pH10 で EDTA と物質質量比 1:1 で反応するので、その反応量から硬度（ Ca^{2+} と Mg^{2+} の合計量）を求めることができる。滴定の終点は EBT 指示薬の色の変化した点（赤→青）で判定する。硬度は、水中のカルシウムイオン（ Ca^{2+} ）とマグネシウムイオン（ Mg^{2+} ）の合計量で、これを炭酸カルシウム（ CaCO_3 ）の量（mg/L）に換算して表したものである。 Ca^{2+} や Mg^{2+} が多く含まれる水を「硬水」少ない水を「軟水」という。硬度は水が触れてきた土壌（岩盤）に影響される。火山が多く、花崗岩質の土地が多い日本では一般的に硬度は低く、石灰岩質の土地が多い国では硬度が高いことが知られている。

2 進路Q&A

理系分野に興味を持ち始めた時期など、理系学部を目指すきっかけや、中学、高校時代の学習方法や大学での生活全般について。

3 参加者の反応

中学生にとっては、高等学校の化学基礎で学習する実験器具については、見るのも初めてだった。しかし、実験については器具の操作に慣れるのが極めて速く、予定よりも多くの種類のサンプルの測定を行うことが出来た。測定値から計算で硬度を求めたが、商品に表示されている数値と大きな差は見られなかった。本格的な化学実験の操作や、測定結果から計算で目的の数値を求めること自体が初めてで、大変貴重な経験となった。

進路 Q&A については、中学生側から多くの質問が出され、理系学部 に在籍中の大学生からの体験談には、非常に興味を示している様子であった。



実験ワークショップ「ぶつからない車を作ってみよう！」

上橋 智恵

かがく教育研究所

【日時】2021年11月20日（土） 15:00～17:00

【場所】四天王寺大学 理科室

【講師】主担：上橋智恵 副担：檀上慎二

応援学生：荒木優里奈

【参加者】女子中高生4名、引率の教師 1名

1. 実験の内容

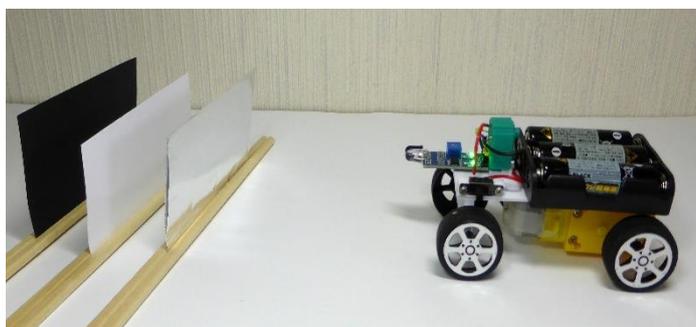
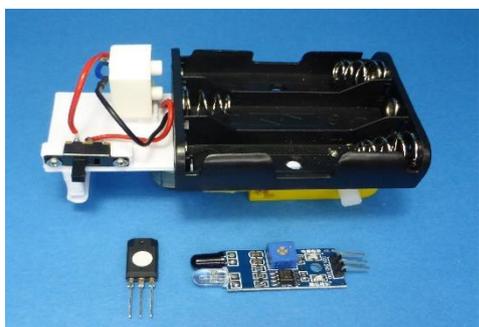
反射型赤外線センサーモジュール・トランジスタ等の電子部品を使って、前方の障害物に反応して止まる車の工作を行いました。

工作完成後には実際に車を走らせ、壁の色や素材によって停止する距離が変わることを確認しました。

その後の考察では

- ・なぜ前方の障害物を認識して停止するのか？
- ・なぜ壁の色や素材によって停止する距離が変わるのか？

について行いました。



2. 進路Q&A

応援学生の荒木さんから、大学生活や進路を選んだきっかけなどについて、お話がありました。

3. 参加者の反応

最近、実用車にも搭載が増えてきた自動ブレーキシステムですが、簡単に工作出来ることに驚いた様子でした。前方の壁はアルミホイル・白い紙・黒い紙の3種類を準備しておりましたが、それらの壁に向けて何度も走らせて、止まる距離の違いに興味を持たれ、最後の考察も熱心に聞いて下さりました。



プログラミングワークショップ「キュートなペットロボットをつくろう」

高橋 脩

大阪信愛学院小学校

【日時】 2021年7月21日（水）9:10～14:45

【場所】 四天王寺大学 4号館 PC ルーム

【講師】 主担：高橋 脩 副担：佐藤先生 森田先生 金川先生 株式会社ナリカ 小田様

応援学生：なし

【参加者】 女子中高生 2名、保護者 1名

【配布資料】 高橋作成のマニュアル1部

1. プログラミングの内容

micro:bit と cutebot の各種センサーを使ったペットロボットの作成を通して、センサーの使い方、シンキングツールでの考え方を学んだ。

1-1 micro:bit の紹介・Microsoft MakeCode の紹介

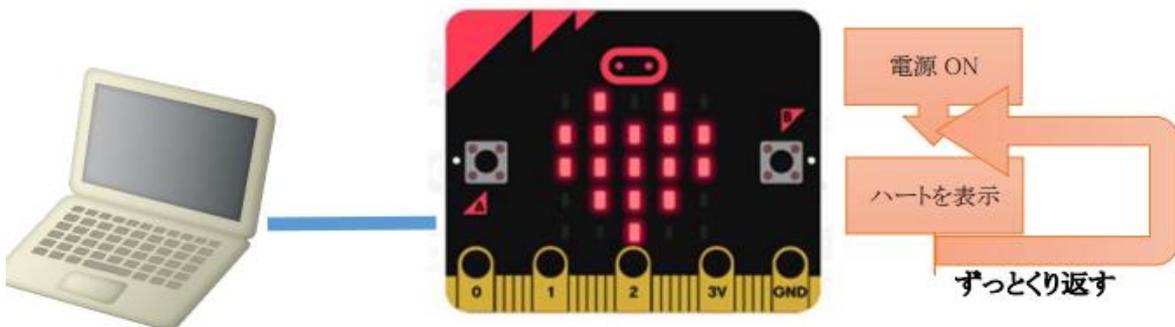
micro:bit はイギリスの BBC が主体となって作られた教育用マイコンで、世界中で広く使われている。多くのセンサーが搭載されており幅広いプログラミングを行うことができる。

Microsoft MakeCode は micro:bit 用に用意されているクラウド型のプログラミングツール。スクラッチと同じようなブロック型のプログラミングで各種センサーなどを使うことができる。



1-2 プログラミングの体験

Microsoft MakeCode を使ってプログラミングを体験してもらった。現在の中高生はプログラミングを使った経験がない可能性があるため、基本画面から micro:bit へのダウンロードまで説明を行った。テキストに従って PC 版のプログラミング豊富とダウンロード方法を確認した。この時、例題の流れ図を示し、プログラムが順番に行われていることを確認した。



※正確なフローチャートではないのは、プログラムの流れをつかむためわかりやすさを優先したため。

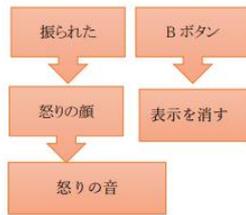
1-3 micro:bitにある機能を体験

micro:bit の使い方がわかったところで、次から micro:bit にある様々な機能を紹介します。(一例)



上記のように、様々な micro:bit の機能の一部をプログラミングで体験した。狙いとしては、micro:bit の機能を体験すること、何度もプログラミングして実装することで MakeCode のプログラミング自体に慣れること、問題と同時にテキストに例示する流れ図を確認していくことで流れ図での考察に慣れることの3点である。

<micro:bit を振ると怒る音を出す>



など

どの機能を使ってどんな動きにするのか。丁寧に流れ図をたどりながらプログラミングしていきけるように気を付けて作業を行ってもらった。なるのかをそれぞれ一つづつ

1-4 CuteBot でプログラミング

CuteBot は micro:bit を専用のスロットに挿すことでモーターや超音波センサーなど micro:bit の機能を拡張できるモジュールである。

micro:bit の学習からの流れ、同じプラットフォームでプログラミングできるの各学校の授業でも連続性を保ちやすい。また、非常に安価である点も学校で導入しやすい点として挙げることができる。

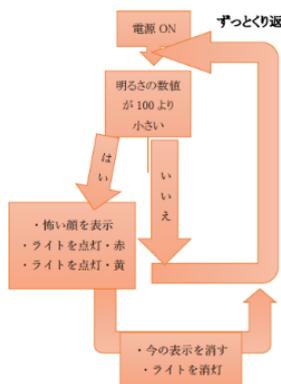
本講座では、ペットロボットをプログラミングすることを目標に、まずは例示した3パターンのプログラミングと流れ図を見て CuteBot へプログラミングしてもらった。(例示したプログラム)



- cutebotのブロックには
- ★タイヤの動き
- ★超音波センサー (きょり)
- ★光 (LEDライト) があります。

<暗くなったらライトを点灯する。+怖そうな顔>

〇急に周りが暗くなって怖くなったペットの動きを表しています。これに、声を足してみるやうろうろ動き回る(次のプログラム参照)を入れてもいいかもしれませんね。

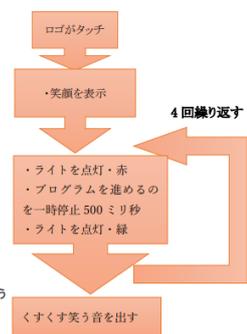


<タッチすると喜んで声を出す+光る>

〇ロゴにタッチされた(撫でられた)ら喜んでライトを点灯して声を出すペットです。ライトを複数回点灯させるときは一時停止を使うと光の変化が分かりやすいです。



もう一度試すときは micro:bit 背面の「リセット」ボタンを押しましょう



1-5 自分なりのペットロボットを考察

本日の内容を合わせて、自分なりのイメージをプログラミングで表現することに挑戦してもらった。

ここまで行ってきたプログラミング作業と流れ図から自分のイメージに近い動きのペットロボットをプログラミングできるかがポイントになった



紹介した機能

・microbit の基本機能

光る(正面LED)、振る、押す、鳴る、触る

・CuteBotの基本機能

モーター(動く)、距離を測る(超音波センサー)

光る(LED 多色発光)、

あなたはどんな動きをしてほしいですか？

今までの動きを組み合わせて、新しいペットロボットを作成
しましょう！

2. 参加者の反応・終了して。

参加者の中にはプログラミングの経験のある生徒もいて、上記の内容を踏まえた上で人を見つけると近寄っていくペットロボットを作成していた。いつもはスクラッチでPC上のみで動くプログラミングを行っているとのことだったが、実機を動かす楽しさを知ってもらえたと思う。他の参加者も流れ図を見ながら、自分なりに光の色を変えたり、音を変えたりとロボットプログラミングを楽しんでいただいたと考えている。

今回は参加者が少なかったが、よりプログラミングに触れていただけるようにより魅力を伝えやすい内容を考えていきたい。

プログラミングワークショップ「かわいいお天気ロボットを作ってみよう」

金川弘希

大阪市立苗代小学校

【日時】2021年11月3日（水）10:00～12:30

【場所】羽曳野市・四天王寺大学 パソコンルーム1・2

【講師】主担：金川弘希 副担：佐藤美子 森田英俊 高橋脩

【参加者】女子中高生2名、保護者2名



図1 実習ワークショップようす

1. プログラミング「かわいいお天気ロボットを作ってみよう！」

1-1 LEGO ブロックを使用したアイスブレイク

LEGO ブロックを1人に6ブロック配布し、各自が考えた「アヒル」を組み立て交流させた。この際、ブロックの組み立てには様々なパターンがあることを、写真を示しながら伝えた(図2)。また、ブロックの組み立て同様にプログラムには様々なパターンが存在し1つに決まっていなことを伝え、この後に行う演習でプログラムを作成する際にも、多様な考えが容認され独創的なアイデアが生まれやすいようにした。

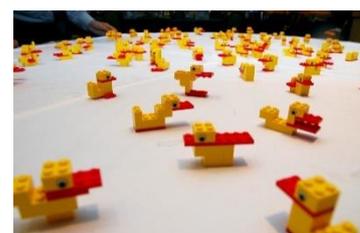


図2 アヒルの組み立て例

1-2 ccの組み立て・タブレットとの接続

SPIKE プライムは、使いやすいハードウェアと Scratch ベースの直感的なプログラミングを融合し、問題解決型のプロジェクトを通して楽しみながら実社会で役立つスキルを育むことを可能にしたものである。そのSPIKE プライムを1人に1台配布し、タブレットのアプリケーション内の組み立て手順書を見ながら「お天気ロボット」を組み立てた(図3)。手順書は図のみで表されており、ブロックを組み立てることで空間把握能力や立体図形の認識についての力の向上につながると考えられる。また、組み立てたロボットはタブレットと Bluetooth 接続し、タブレットで作成したプログラムが瞬時にロボットに転送されるようにした。



図3 お天気ロボット

1-3 SPIKE プライムを使用したプログラミング

①指定したロケーションの気温を表示させる

指定したロケーションの気温情報をプログラミングしてインターネットから取得し、ロボットに表示させるサンプルプログラムを提示し、プログラミングを行った(図4)。

その後、各自で様々なロケーションを設定したり、表示の仕方を変えたりしてプログラミングを行った。



図4 サンプルプログラム(気

②指定したロケーションの天気によってロボットを動かせる

指定したロケーションの天気が晴れならば傘を下ろすサンプルプログラムを提示し、プログラミング

を行った(図5)。参加者たちは、プログラムとロボットの動きを見比べ、どのプログラムによってロボットがどのように動くのかを考えていた。

その後、天気によってサングラスを上下させたり、傘を上下させたりするプログラムを各自で考え、プログラミングを行った。参加者は、制御プログラムを使ったり、ロボットの動くスピードを調節したりして、自分が思い浮かべたお天気ロボットになるように改良を加えた(図6)。

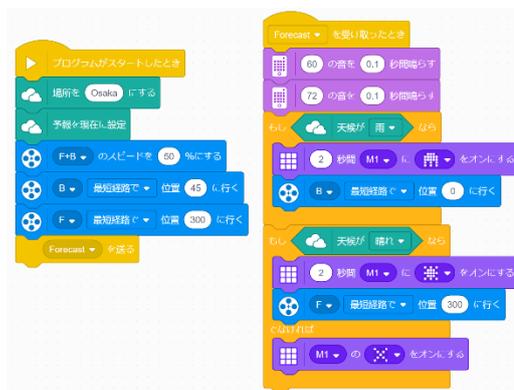


図5 サンプルプログラム(天気)



図6 プログラミングのようす

2. 参加者の反応

演習当初は、初めて SPIKE プライムを使用したためプログラミングに戸惑っている参加者もいたが、サンプルプログラムを提示し、スモールステップで行うことによって自信をもち、自分一人でプログラミングを行えるようになった。完成したお天気ロボットは、天気によってサングラスや傘を動かすプログラミングを、順次処理、反復、条件分岐を組み合わせることで、自分がイメージするプログラミングを行うことができ、楽しみながらも充実感を感じていた様子だった。

科学イベント「サイエンスキッズ広場」

檀上 慎二

四天王寺大学教育学部

【日時】2021年12月18日(土) 14:00~17:00

【場所】キッズプラザ大阪

【講師】親和女子高等学校より、高校生4名(顧問教員:小川健三、今村珠美)

大谷高等学校より、高校生3名(顧問教員:豊田将章)

四天王寺大学より、大学生2名(顧問教員:檀上慎二)

【参加者】キッズプラザに来場した子どもたちおよび保護者数十名

1. イベントの特徴

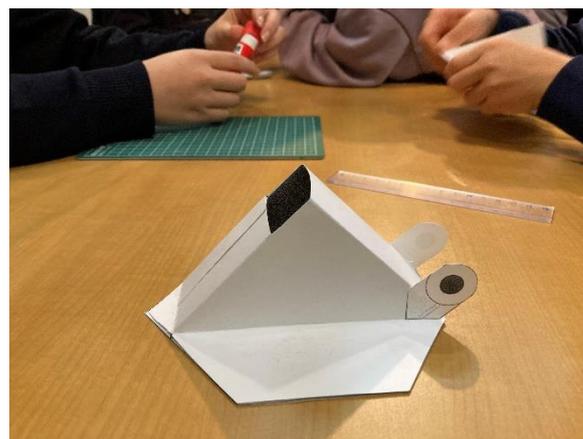
「教えることは最大の教育である」との言葉があるように、自分が見つけたことを他者に教えることによって、あいまいだったところも補強され、学びがより深まることが多い。その趣旨から、今回は女子中高生が講師として子どもたちに理科の実験を教えるイベントを行った。

呼びかけに応じていただいたのは大谷高等学校、親和女子高等学校の科学クラブの高校生7名、および顧問の先生方3名であった。それに加えて四天王寺大学から2名の大学生が参加した。

2. 実験の内容

2-1 かたつむり型の分光器を作ろう

CDと紙製の箱を用いた分光器の製作。できあがりの形がカタツムリに似ているところから、「かたつむり型の分光器」としている。高校生たちは小川先生、今村先生の指導のもと、来場した子どもたちに、工作と光の分光の仕組みを熱心に教えていた。



2-2 バンデグラフを使ったおもしろ静電気実験

自作のバンデグラフを用いて、各種の静電気実験を行った。

- ① 細長く切ったティッシュを近づける
- ② おかず入れのアルミカップを浮かせる
- ③ 静電気の力でものをまわす
- ④ 装置にさわって髪の毛を逆立てる etc.

大谷高校の高校生たちは、「青少年のための科学の祭典」で同じ実験を行っており、手慣れている。しかし、顧問の豊田先生のお話では、昨今の新型コロナの影響



Smart Science Seminar
～女子中高生の理系進路選択支援プロジェクト～
2021/12/18(土) 14:30-16:30
会場: キッズプラザ大阪

未来を 進路を 考えよう!

「スマート・サイエンス・セミナー」は、女子中高生のための未来を、進路を共に考えるプロジェクトです。科学の楽しさを実感するワークショップやサイエンスフォーラム、など、様々なプログラムを用意しています。

参加してね! サイエンス・キッズ広場
女子中高生のお姉さんたちと一緒に楽しむ実験広場
日時: 令和3年12月18日(土) 14:30-16:30
会場: キッズプラザ大阪

3つの実験・工作を用意しています。きてね。

- 1. かたつむり型の簡易分光器を作ろう!**
コンパクトディスク(CD)を用いて「分光器」を組み立てます。CD分光器を使って、太陽や身のまわりの光(蛍光灯など)を分解して、観察しましょう。
- 2. バンデグラフを使ったおもしろ静電気実験**
バンデグラフを使って静電気を作ろう。静電気に関係するおもしろい実験メニューをたくさん用意していますので、ぜひ体験してくださいね!
- 3. きらきら☆まんげきょうづくり**
光には、いろいろな色が含まれています。不思議なシートを使って、写真のような「きらきら☆まんげきょう」を作りましょう。

プロジェクトの活動内容は、下記ホームページURLからご覧ください。たくさんの方にご支援により運営実施しています。ご賛同いただけますようお願い致します。
<https://sites.google.com/shitennoji.ac.jp/sss>

主催: 伊予市 四天王寺大学教育学部 スマート・サイエンス・セミナー代表 佐藤美千代
Marifeの応援 谷村裕之 sato@shitennoji.ac.jp TEL: 072-956-3181(FX) FAX: 072-956-6811

により、対面での実験教室の機会が減少していた中、生徒たちにとって今回は貴重な体験の機会だったとのこと。

2-3 きらきらまんげきょうづくり

紙コップに小さい穴をいくつも空け、そこから漏れる光を分光シートに通して、虹の色に分光した光を観察する実験。紙コップを回すと、虹色の光が踊って美しい！

今回、子どもたちの指導に当たったのは大学生で、2人とも教育学部で小学校教員を志望しており、小学生に理科を教えるよい経験となった。



3 参加者の反応

来場した子どもたちはどの実験も目を輝かせて体験していた。参加した中高生は、子どもたちに実験をしたことによって、より一層科学の内容を深く理解することができた。



成果発表会

檀上 慎二

四天王寺大学教育学部

【日時】2022年3月12日（土）14:30～15:30

【場所】zoomによるオンライン開催

【参加者】女子中学生3名

教員：上橋智恵、小川健三、高橋脩、佐藤美子、檀上慎二

3. イベントの概要

これまでSSSのイベントに参加した女子中高生が、①SSSで今までやったこと、②そこから学んだこと、③SSSでの経験を踏まえてこれからどんなことをしたいについて、一人3分程度で発表するのがこの「成果発表会」の趣旨である。この趣旨に賛同して3名の女子中学生の皆さんが参加し、お互いに自分の思いを話し合った。

当初対面で実施する予定だったが、新型コロナウイルス感染対策のために、zoomでオンライン開催とした。

4. 内容

2-1 主催者あいさつ

主催者を代表して、四天王寺大学スマートサイエンスセミナー(S・S・S)プロジェクトの佐藤美子から、挨拶を兼ねてSSSの活動の趣旨について話した。

OECDの学力調査では、日本は数学も理科も上位に位置している。しかし、男女差についてみると、ある調査では、日本では男子の方が女子に対して600満点で13.6ポイント上回っている。他の国では男女差はもっと少ないか、女子が上回っている国もある。日本ではよく「女子は理科や数学には向いていないのよね」と言われるが、世界各国の男女差分布をみると、決して「男子が女子よりも理系に適している」とは言えない。

また、理科が好きかどうかと理科の成績の関係を、日本と国際平均で比較したとき、海外で理科が大好きな生徒の得点は、日本の理科が嫌いだと思っている生徒よりも低い得点である。つまり、理科が好きと思う度合いと点数とは関係ない。日本では理科が嫌いだと思っても点数はいい。理科が楽しいと思ったら、楽しみながらどんどんやってみたらいいと思う。

一方、高校生の進路に関する調査では、理系男子よりも理系女子の方が進路選択で悩む高校生が多い。自分は理系についていけるかどうか、自分はそもそも理系に合っているのだろうかと悩んでいる。また、進路についての相談相手は母親が多いが、相談相手も女子の理系に進路に理解をもっているといい。

以上のことから、女子が理系を選択しやすくなるためには、①理科に親近感を持つこと、②進路への不安を軽減すること、③相談相手が情報提供できることが必要。そのため、私たちは、実験やプログラミングのワークショップを実施し、ロールモデルとなる先輩女性のお話をきくなどの活動を行ってきた。

理系分野での女性の活躍はこれから。女子が自分の能力を発揮できる社会をめざして、これからも私たちは女子中高生の皆さんが自分の興味・関心のある分野へ進んでいけるよう、取組みをしていきたい。

2-2 各参加者からの発表

(1) Aさん

実験ワークショップの「ぶつからない車」と「光の万華鏡」に参加した。「ぶつからない車」では白、黒、アルミのフェンスをかざすと、それぞれ止まる距離が違うのが興味深かった。車を作るときに、い

ろんなパーツを手作業で組んでいくのが楽しかった。将来は支援学校の先生になりたい。

(2) Bさん

パワーポイントが大好きなので、パワーポイントを使いながら発表します。

「サイエンスフォーラムと交流会」では新型コロナウイルスの構造について知ることができたのでよかった。

実験ワークショップでは、「ミネラルの定量」とぶつからない車に参加した。ミネラルの定量はすごく楽しかった。海外や国内の市販の飲料水のミネラルを量った。見た目

同じ水でもミネラルが違うのが神秘的でおもしろかった。海外の飲料水はミネラルが多めでなめらかな舌触り、一方日本の飲料水はミネラルが低めでとげとげとした舌触りだった。「ぶつからない車」は、フェンスを白、黒、アルミ以外でするとどうなるかなど、自分で工夫する余地があって楽しかった。

プログラミングワークショップでは、お天気ロボとペットロボを作った、Scrach でプログラミングした。Scrach は自分でゲームを作るときに使ったことがあるが、社会に使える実用的なプログラミングの体験ができて役に立つなと思った。

その他にも、電気回路の実験、アンモニアの噴水の実験、液晶の実験を行った。

全体のまとめとして、将来役立つことをたくさん学べてよかった。来年もこのプログラムに参加したい。将来は医学系、薬剤師か内科医になりたい。

(3) Cさん

実験ワークショップの「ぶつからない車」と「光の万華鏡」に参加した。身近な材料で理科について深く知ることができるんだなあと思った。もっと他にも試してみたい。苦手意識があった理科に興味を持てたし、もっといろんなことを知りたいと思った。また機会があればこのようなイベントに参加したい。将来の進路は保育士さんになりたい。

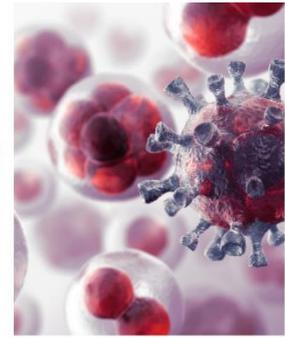
このあと、参加した各先生から感想が述べられ、参加者への質疑応答があった。最後は檀上が閉会のあいさつを述べた。

2. 参加者の反応

いずれの参加者も、興味の対象や将来の夢は違うが、経験したイベントを楽しかった、また参加したいと語っていた。本プロジェクトの効果が感じられた。

サイエンスフォーラムと交流会

内容	やったこと	感想
新型コロナウイルスの構造・特徴について	先生の説明 アプリを使っての分子の構造について調べる	新型コロナウイルスについてニュースでたまに出てくるけれども、コロナの構造については全然知らなかったなので、この機会に知れてよかった
分子の形を調べる	説明後のちょっとした実験	
新型コロナウイルスの増え方		



アンケート集計結果

全日程集計（回答数 25 人） 対象：SSS イベントに参加した女子中高生

内訳：8/6 実験 WS4 人、9/4 実験 WS5 人、9/25 フォーラム 15 人、11/20 実験 WS1 人

1. ワークショップは楽しかったですか。

① そう思う 20 ② どちらかといえばそう思う 5 ③ どちらかといえばそう思わない 0 ④ そう思わない 0

2-1. ワークショップを体験して自分にとって発見がありましたか。

① あった。 17 ② 特になかった 8

2-2. 上の質問で、①を選択された方にお尋ねします。可能な範囲でどんな発見があったか教えてください。

回答内容を後述

3. またワークショップに参加したいと思いませんか。

① そう思う 14 ② どちらかといえばそう思う 8 ③ どちらかといえばそう思わない 0 ④ そう思わない 0

4. 友達にも勧めたいと思いませんか。

① そう思う 10 ② どちらかといえばそう思う 11 ③ どちらかといえばそう思わない 2 ④ そう思わない 2

5. あなたは次のうち、どれにあてはまりますか？

① 中学 1 年 3 ② 中学 2 年 11 ③ 中学 3 年 5 ④ 高校 1 年 6

⑤ 高校 2 年 0 ⑥ 高校 3 年 0 ⑦ それ以外 0

6. 理科の勉強は好きですか。

① そう思う 16 ② どちらかといえばそう思う 4 ③ どちらかといえばそう思わない 1 ④ そう思わない 4

7. 実験や観察をすることが好きですか。

① そう思う 21 ② どちらかといえばそう思う 3 ③ どちらかといえばそう思わない 0 ④ そう思わない 1

8. 動物や植物の世話をするのが好きですか。

① そう思う 15 ② どちらかといえばそう思う 6 ③ どちらかといえばそう思わない 3 ④ そう思わない 1

9. 日常生活で理科は役に立つと思いませんか。

① そう思う 15 ② どちらかといえばそう思う 10 ③ どちらかといえばそう思わない 0 ④ そう思わない 0

10. 理科の内容は難しいと思いませんか。

① そう思う 4 ② どちらかといえばそう思う 13 ③ どちらかといえばそう思わない 6 ④ そう思わない 2

11. 理系の進路選択をしたいと思いませんか。

① そう思う 14 ② どちらかといえばそう思う 6 ③ どちらかといえばそう思わない 2 ④ そう思わない 2

12. 中学生・高校生、また、これから文系・理系を選択する高校生の皆さんに尋ねます。理系の進路選択について、悩みや不安はありますか。下の中から該当するものを選んでください（複数可）。

* エネルギー領域（物理分野）とは、電流・運動。力学的エネルギーなどの分野、粒子領域（化学分野）とは、化学変化・イオン・電池などの分野、生命領域（生物分野）とは、動植物・細胞・成長と遺伝などの分野、地球領域（地学分野）とは、地層・火山・天気・天体などの分野を含みます。

① 興味はあるが、苦手科目もあり、理系を選択して良いかわからない。 9

② 数学が苦手 8 ③ エネルギー領域（物理分野）が苦手 10 ④ 粒子領域（化学分野）が苦手 4

⑤ 生命領域（生物分野）が苦手 6 ⑥ 地球領域（地学分野）が苦手 5

⑦ 理系の勉強についていけない不安 12

⑧ 理系を選んだあとの大学選びや就職先などのことが気になる。 7 ⑨ 将来の夢がはっきりせず選べない 8

⑩ 部活動との両立ができるかどうか不安 4 ⑪ 大学の何学部を選択したらいいかわからない 7

あとがき

巻頭言の佐藤先生のお話にあるように、男女間では数学・理科の成績に 600 点満点中 13.6 点の差があるという。100 点満点に換算して 2 点の差となる。過去の大学入試センター試験（現・共通テスト）でも同程度の男女差があると報告されている（旺文社調べ）。これを「2 点も差があるのか」と見るべきか、「2 点しか違わないのか」と見るべきか。39 年間中学・高校で物理を教え、そのうちの 20 年は女子校で勤務した私の目で見ると、後者だといいたい。小さい頃から「女子は理系に向かない」とさんざん周りから言われ、その影響を受けながら育ちつつも、なおかつ 2 点の差しかないのである。

理系分野に才能を持つ女子はたくさんいる。彼女たちが理系の社会でその能力を発揮できるよう、スキルアップすることは大切なことだ。そう思って仕事をしてきた私にとって、今回の SSS のプロジェクトは「我が意を得たり」というべきものであった。

今回、何人もの女子中学生・高校生が SSS の趣旨に賛同してイベントに参加してくれた。彼女たちは例外なく、実験を楽しみ、理解を増やして帰っていった。彼女たちのすべてが理系に進むとは限らないが、理系進路を選んだ時、自身の力を発揮して未来を切り拓いてくれることを望んで止まない。

来年度もこのプロジェクトは引き続いて進めていきたい。そこでは今年度よりさらにたくさんの中高生が参加することを期待する。

このプロジェクトの発案、推進の中心になった四天王寺大学佐藤美子先生には、大きな感謝をささげたい。また、このプロジェクトに賛同し、助成していただいた四天王寺大学および関係者の皆様、共催していただいたクレオ大阪の皆様、協力していただいたたくさんの先生方、保護者の皆様、そして何より参加していただいた女子中高生の皆さんに感謝を申し述べたい。ありがとうございました。

2022 年 3 月

檀上慎二（四天王寺大学）

Smart Science Seminar

女子中高生の理系進路選択支援プロジェクト 2021 年度報告書

発行日：2022 年 3 月 31 日

発行者：四天王寺大学スマートサイエンスセミナー(S・S・S)プロジェクト

(代表 佐藤美子)

y-sato@shitennoji.ac.jp

Smart Science Seminar

