

令和元年度指定

スーパーサイエンスハイスクール

研究開発実施報告書

第2年次



令和3年3月

兵庫県立小野高等学校



## は じ め に

兵庫県立小野高等学校長 前田 哲男

本校がスーパーサイエンスハイスクール (SSH) 指定校としての研究活動を開始して、本年度2年目を迎えました。昨年度は初年度ということもあり、教職員も、生徒たちも、校外からサポートして下さる皆様の助言や支援を頂きながら、がむしゃらに突き進んだ年でありました。今年度はもう少し落ち着いて、これまでの道のりと今後の方向性をしっかりと見据えながら、より活発かつ組織的な研究活動を進めていく計画を立て、年度をスタートするつもりでした。しかしながら、新型コロナウイルス感染拡大という大きな壁にぶつかり、生徒が学校に登校できない日が続き、当初の予定は大きくずれ込むこととなってしまいました。この期間は、本校だけではありませんが、生徒達にとって大変はがゆい期間であったと考えます。

そして学校の教育活動が、徐々に再開され、時間的な制約は受けながらも、生徒たちが探究学習を進めていく様子を見ておりますと、しばらく直接会うことができなかった分、いっそう「仲間と共に学ぶ」ことの喜びを感じている様子を見ることも事実であります。その結果として、本校の様々な探究班が、直接にしる、オンラインという形態にしる、校外に研究成果を発信する中で、スミレ班の研究が、「高校生バイオサミット in 鶴岡」において、見事環境大臣賞を受賞するという快挙を成し遂げてくれました。この研究は、日々の地道な活動がその基盤となっており、またその研究も先輩から引き継いだものに新たな要素を加えていくといったものであるため、まさに小野高校の探究学習のモデルであり、学校全体にも、また他の探究班のメンバーにも大きな勇気を与えるものでした。

また、本年度の特徴を2点ほど挙げるとすれば、一つ目は、英語発表の要素を組織的に取り入れ始めた点、二つ目はICTをこれまで以上に活用して研究及び発表を進めることができている点です。昨年度も部分的に英語による発表は取り入れておりましたが、本年度からは、2年生の創造探究の時間等において、英語によるプレゼンテーションを組織的に進めております。また、全国的もしくは全国的にICTの教育への導入の必要性が叫ばれている中、本校は他校に先駆けて、BYODを今年度から部分的に開始し、令和3年度からは、入学生全員にタブレット端末を持たせる方針を決定しました。その方針の中、本校の探究学習は、ICTに関しては最先端といえる環境が整いつつあります。特に昨年度整備した「探究ルーム」では、超大型スクリーン及びプロジェクターを3カ所に設置し、県から支給されたSurface Go 2が40台常備され、いつでも使える状態となっています。また、そのとなりに整備した「探究ラボ」には、SSH事業の支援もあり、最先端の研究機材が設置されています。

このように、恵まれた環境と生徒、教職員の積極的な姿勢、そして校外の様々な研究者の皆様や企業関係者等のサポートにより本年度行った探究活動の成果をまとめました。まだまだSSH校としては新米ですので、研究内容には物足りない面もあるかもしれませんが、その姿勢やそれに取り組むエネルギーは他の指定校に負けない自信があります。ぜひご覧いただき、ご意見を頂戴したいと考えています。

最後になりましたが、今年度の研究開発に関して、物心共にご支援いただいた文部科学省、科学技術振興機構、兵庫県教育委員会の皆様、また、ご指導、ご協力いただいた皆様すべてに、心より感謝申し上げますと共に、なお一層のご支援をよろしくお願いいたします。

## 目次

### 巻頭言

①SSH研究開発実施報告(要約)	1
②SSH研究開発の成果と課題	7
③実施報告書(本文)	
第1章 研究開発の課題	15
第2章 研究開発の経緯	18
第3章 研究開発の内容	
1. 科学基礎	20
2. 探究基礎Ⅰ	23
3. 探究基礎Ⅱ	27
4. 創造探究	31
5. 理数セミナーと高大連携	36
6. 校外研修など各種プログラム	40
7. メタ認知研究	44
8. 自然科学部の活動	54
9. 科学系コンクール・大会	60
10. SSH学術講演会	64
第4章 実施の結果とその評価	66
第5章 校内におけるSSHの組織的推進体制	69
第6章 成果の発信・普及	70
第7章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向性	72
④関係資料	74

兵庫県立小野高等学校	指定第 1 期目	01~05
------------	----------	-------

①令和 2 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題		科学技術にイノベーションを創出する独創性と北播磨から世界に飛び出すフロンティア精神をもつ人材の育成																																																																																																												
② 研究開発の概要		<p>独創的な課題研究を行うための課題研究カリキュラムの開発、地域の産業・医療機関等と連携して発想力や国際性を育てる連携モデルの開発およびメタ認知を促進するツールを活用して協働性や創造性を自律的に向上させる方法の開発を行う。</p> <p>目標を達成するため、次の3Rプロジェクトを研究開発の柱として位置づける。</p> <p><b>プロジェクトⅠ ONOリサーチカリキュラムの開発</b></p> <p>課題研究を遂行するために必要な知識や技能を学ぶ「基盤カリキュラム」、課題研究を行う「実践カリキュラム」、そして課題研究の成果の発信に関わる「発信カリキュラム」の3つを連動させ、独創的な課題研究を世界に向けて発信する教育課程を開発する。</p> <p><b>プロジェクトⅡ ONOリレーションモデルの開発</b></p> <p>大学、地域の伝統産業企業、最先端企業、医療機関などとの連携によって発想力と国際性の向上を目指す連携モデルを開発する。</p> <p><b>プロジェクトⅢ ONOリフレクションメソッドの開発</b></p> <p>認知行動学の視点から自己の思考や行動を客観的に認識し、評価・修正することで、思考力・発想力・協働性を自律的に高めることができる手法を開発する。</p>																																																																																																												
③ 令和 2 年度実施規模		<p>プロジェクトⅠ 科学探究科、科学総合コース生徒</p> <p>プロジェクトⅡ 科学探究科、科学総合コース、自然科学系の部に属する生徒</p> <p>プロジェクトⅢ 科学探究科、科学総合コース生徒を中心に、全校生徒に拡大を進める</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">課程</th> <th rowspan="2">学科・コース</th> <th colspan="2">1 年生</th> <th colspan="2">2 年生</th> <th colspan="2">3 年生</th> <th colspan="2">計</th> </tr> <tr> <th>生徒数</th> <th>学級数</th> <th>生徒数</th> <th>学級数</th> <th>生徒数</th> <th>学級数</th> <th>生徒数</th> <th>学級数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="8">全日制</td> <td>普通科</td> <td>198</td> <td>5</td> <td>198</td> <td>5</td> <td>194</td> <td>5</td> <td>590</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td><u>科学総合コース</u></td> <td>—</td> <td>—</td> <td><u>40</u></td> <td><u>1</u></td> <td><u>39</u></td> <td><u>1</u></td> <td><u>79</u></td> <td><u>2</u></td> </tr> <tr> <td><u>科学探究科</u></td> <td><u>40</u></td> <td><u>1</u></td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td><u>40</u></td> <td><u>1</u></td> </tr> <tr> <td>内理系</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>118</td> <td>3</td> <td>137</td> <td>3</td> <td></td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>内文系</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>120</td> <td>3</td> <td>96</td> <td>3</td> <td></td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>ビジネス探究科</td> <td>80</td> <td>2</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>80</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>商業科</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>40</td> <td>1</td> <td>40</td> <td>1</td> <td>80</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>国際経済科</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>33</td> <td>1</td> <td>39</td> <td>1</td> <td>72</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="2">計</td> <td>318</td> <td>8</td> <td>311</td> <td>8</td> <td>312</td> <td>8</td> <td>941</td> <td>24</td> </tr> </tbody> </table>								課程	学科・コース	1 年生		2 年生		3 年生		計		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	全日制	普通科	198	5	198	5	194	5	590	15	<u>科学総合コース</u>	—	—	<u>40</u>	<u>1</u>	<u>39</u>	<u>1</u>	<u>79</u>	<u>2</u>	<u>科学探究科</u>	<u>40</u>	<u>1</u>	—	—	—	—	<u>40</u>	<u>1</u>	内理系	—	—	118	3	137	3		6	内文系	—	—	120	3	96	3		6	ビジネス探究科	80	2	—	—	—	—	80	2	商業科	—	—	40	1	40	1	80	2	国際経済科	—	—	33	1	39	1	72	2	計		318	8	311	8	312	8	941	24
課程	学科・コース	1 年生		2 年生		3 年生		計																																																																																																						
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数																																																																																																					
全日制	普通科	198	5	198	5	194	5	590	15																																																																																																					
	<u>科学総合コース</u>	—	—	<u>40</u>	<u>1</u>	<u>39</u>	<u>1</u>	<u>79</u>	<u>2</u>																																																																																																					
	<u>科学探究科</u>	<u>40</u>	<u>1</u>	—	—	—	—	<u>40</u>	<u>1</u>																																																																																																					
	内理系	—	—	118	3	137	3		6																																																																																																					
	内文系	—	—	120	3	96	3		6																																																																																																					
	ビジネス探究科	80	2	—	—	—	—	80	2																																																																																																					
	商業科	—	—	40	1	40	1	80	2																																																																																																					
	国際経済科	—	—	33	1	39	1	72	2																																																																																																					
計		318	8	311	8	312	8	941	24																																																																																																					
④ 研究開発の内容		○研究計画																																																																																																												
第 1 年次 令和元年度	<p>S S H推進部の立ち上げ</p> <p>I ONOリサーチカリキュラム</p> <p>(1) 「科学基礎」の実施と開発</p> <p>(2) 「探究基礎Ⅰ」の実施と開発、次年度課題研究のテーマ決定、班決め</p> <p>(3) 理数セミナーの実施（毎年）…知識の基盤を作り、様々な分野について</p>																																																																																																													

	<p>興味関心を高める。</p> <p><b>II ONOリレーションモデル</b>（毎年）</p> <p>(1) 地域の企業での科学技術研修、伝統産業訪問・研修</p> <p>(2) 医療関係者による講話</p> <p>(3) 医療・薬剤研究所訪問・研修</p> <p><b>III ONOリフレクションメソッド</b></p> <p>(1) リフレクションシートの開発と実施</p> <p>(2) シンキングシートの試行</p>
第2年次 令和2年度	<p>1年目の継続に加えて新たに実施するもの</p> <p><b>I ONOリサーチカリキュラム</b></p> <p>(1) 「探究基礎II」の実施（毎年）</p> <p>(2) 「創造探究」で課題研究の実施（毎年）</p> <p>(3) 国際共同研究の開始</p> <p>(4) 「創造探究」課題研究中間発表会の開催</p> <p>(5) 「創造探究」課題研究成果発表会の開催</p> <p><b>II ONOリレーションモデル</b></p> <p>(1) 伝統産業の科学的な検証（毎年）</p> <p>(2) 病院や薬剤の研究所での医療インターンシップ</p> <p>(3) 地域の先端企業等での科学技術研修</p> <p><b>III ONOリフレクションメソッド</b></p> <p>(1) インターネットを利用した回答・分析システムの構築</p> <p>(2) SSHアンケートの実施</p> <p>(3) リフレクションシートの開発と実施</p> <p>(4) リフレクションシート評価のデータ化と分析</p> <p>(5) リフレクションシートの分析結果のまとめ</p>
第3年次 令和3年度	<p>2年間の継続に加えて新たに実施するもの</p> <p><b>I ONOリサーチカリキュラム</b></p> <p>(1) 「国際探究」の実施</p> <p>(2) 海外の高校とのプレゼンテーション交換</p> <p>(3) 英語論文の作成と論文コンテストへの応募</p> <p><b>II ONOリレーションモデル</b></p> <p>(1) 伝統産業国際化プログラム</p> <p><b>III ONOリフレクションメソッド</b></p> <p>(1) リフレクションシートの完成</p> <p>その他</p> <p>(1) 3年目の取組の検証評価と修正</p> <p>(2) 課題の整理およびプログラム全体の見直し</p> <p>(3) 中間報告書の作成</p> <p>(4) 修正した内容を次年度の1年生～3年生へ反映</p>
第4年次 令和4年度	<p>各プログラムとも、中間評価に基づいて3年目の内容を修正して実施する。</p> <p>3月に4年目の取組の検証評価を実施する。</p>
第5年次 令和5年度	<p>各プログラムとも、4年目の内容を継続しつつ、5年間の生徒の取組成果の分析と評価を行う。最終的に5年間の研究成果全体をまとめた冊子を作成する。</p>

○教育課程上の特例等特記すべき事項

必要となる教育課程の特例とその適用範囲

- (ア) 科学総合コースおよび科学探究科の生徒を対象として、学校設定科目「科学基礎（6単位）」を実施し、それによって「物理基礎（標準2単位）」「化学基礎（標準2単位）」「生物基礎（標準2単位）」の代替とする。
- (イ) 科学総合コースおよび科学探究科の生徒を対象に学校設定科目「探究基礎Ⅰ（1単位）」を実施し、「現代社会（標準2単位）」を1単位減ずる。
- (ウ) 科学総合コースおよび科学探究科の生徒を対象に学校設定科目「探究基礎Ⅱ（1単位）」を実施し、「情報の科学（標準2単位）」を1単位減ずる。
- (エ) 科学総合コースおよび科学探究科の生徒を対象に「創造探究（2単位）」「国際探究（2単位）」を実施し、「総合的な探究の時間（4単位）」の代替とする。

教育課程の特例の適用範囲・対象等は以下の通りである。

学科・コース	開設する科目名	単位数	代替科目等	単位数	対象
普通科・科学総合コース(74回生)	科学基礎	6	物理基礎	2	第1学年
			生物基礎	2	
			化学基礎	2	
科学探究科(75回生以降)	探究基礎Ⅰ	1	現代社会	1	第1学年
	探究基礎Ⅱ	1	情報の科学	1	第2学年
	創造探究	2	総合的な探究の時間	4	第2学年
	国際探究	2			第3学年

○令和2年度の教育課程の内容

④関係資料 1 普通科教育課程表 参照

今年度入学生から普通科科学総合コースは理数科である科学探究科に改編される。

④関係資料 2 科学探究科教育課程表 参照

○具体的な研究事項・活動内容

(ア) 基盤カリキュラム [1年生]

(1)「科学基礎」（1年生 6単位）（学校設定科目）

科学探究科生徒を対象に、基礎を冠する科目の内容についてテーマを設け、科目間で連絡を密にしながら、各分野融合的に授業を行った。2年目は定期的に連携を図り、「探究基礎Ⅰ」とも連携を図った。

(2)「探究基礎Ⅰ」（1年生 1単位）（学校設定科目）

元年度は生物分野、物理分野でミニ探究を行った。また、次年度取り組む課題研究に必要な基本的な知識・技能を学ぶ授業を行った。2年度は「科学基礎」と連携を取りながら、かつ、科目間の調整を行い、「科学基礎」の内容に沿った実験を行い、2年生から取り組む課題研究の基礎を培った。3学期には次年度の「創造探究」に向け、課題研究のあり方について触れた。

(イ) 実践カリキュラム [2年生]

(1)「創造探究」（2年生 1単位）（学校設定科目）

昨年度末に研究班を決定、自主的にテーマを決め、4月スタートで課題研究に取り組む予定であったが、コロナによる休校のため、実際には6月の分散登校明けから班ごとに課題研究に取り組んだ。10月にポスターによる中間発表会を予定したが、1か月遅らせ、本年度から日本語だけでなく英語のポスターを作成、日本語と英語でのポスター発表に取り組んだ。3月末に口頭での成果発表会を予定したが、課題研究の進捗が遅れており、来年度7月へ延期した。

本年度から全グループが「甲南大学リサーチフェスタ」「サイエンスフェア in 兵庫」「人

と自然の博物館「共生の広場」のいずれかの外部発表会に参加した。

(2)「探究基礎Ⅱ」(2年生 1単位)(学校設定科目)

1学期は科学英語論文講読について英語教諭と理科教諭の協力で行き組み、2学期以降は課題研究のデータ分析に有効と思われる高度なエクセル処理、統計ソフトR、バイオインフォマティクス、地理的情報システムに行き組む計画であった。今年度は科学論文講読を物理分野だけに絞り、英語と物理教諭で担当した。7月は「創造探究」の課題研究班ごとに各班の課題研究にかかわる英語論文を講読した。2学期からは予定通りに担当教諭でデータ分析ソフトの実習を行った。

(ウ)発信カリキュラム [3年生](現行の旧カリキュラム)

(1)探究(3年生 1単位)(学校設定科目)

2年生で実施した課題研究成果を論文にまとめる。「Science Conference in Hyogo」は開催されず、英語での発表の機会がなかった。複数の外部論文コンテストに応募した。

(2)国際探究(3年生 2単位)(学校設定科目) 主対象の3年生はおらず、実施なし。

(エ)課題研究支援事業 [3年間通年]

(1)研究ファシリテーター(学校設定科目以外の取組)

大学の教員、医療関係者、企業の研究者や技術者に研究ファシリテーターとして助言して頂いた。昨年度からSSH運営指導委員会の方に、中間発表後、ビデオを見ながら具体的にプレゼンテーションの指導・助言を受けた。「創造探究」では、本校卒業生のかんべみのりさんにロジカルシンキングの視点から継続的な指導助言をしていただいた。昨年度は、直接、大学や研究機関を訪問し、指導助言をして頂いた。本年度は、主にオンラインで指導して頂いた。

(2)理数セミナー

大学の教員、医療関係者、企業の研究者等に来ていただき講義、実験を通して生徒の興味関心を喚起し、また、課題研究に対するテーマ探しやプレゼン等の指導をして頂いた。

今年度に関してはコロナ禍の影響があり、オンラインによるもの、中止したものもあった。

(3)外部研究施設等訪問・研修

プロジェクトⅡ ONOリレーションモデルの開発の一環である医療・生命科学プログラムで令和元年度は以下の施設を訪問し、研修を行った。

- ・ JICA、理化学研究所BDR・神戸医療産業都市・島津製作所京都本社
- ・神戸大学医学研究科青井研究室・北播磨総合医療センター
- ・京都大学理学部・薬学部・工学部・医学部人間健康科など

令和2年度はコロナの関係で訪問できなかった施設が多く、以下の4か所だけ実施

- ・ JICA、エアーウォーター神戸 ・国際フロンティアメッセ
- ・伊東電機 ・神戸医療産業都市

(4)SSH全校講演会の実施

自然科学への興味関心を引きだし、理系生徒を育成するために自然科学の研究者による全校講演会を実施。

令和元年度…国立環境研究所 五箇公一先生

内容：生態系・環境問題(外来動物を通して)

令和2年度…千葉工業大学未来ロボット技術研究センター 古田貴之先生

内容：ロボット技術と未来社会

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

(ア)小野サイエンス教室の実施(令和2年度はコロナ禍のため中止)

地域の小学生を対象とした小野サイエンス教室を実施した。課題研究の過程で学んだ知識や研



究結果をもとに、身近な事象から科学や理数の面白さを地域の小学生に伝えた。

#### (イ) 科学探究科の説明会

課題研究の内容を地域の中学生に発表し、研究の面白さを伝え、本校新学科である科学探究科の活動についてプレゼンを行った。

#### (ウ) 近隣校への普及

- ・兵庫県立北条高等学校生物部へ分子系統解析の実験と地元にある網引湿原の保全について協力をを行う（次年度も継続予定）。
- ・兵庫県立西脇高等学校生物部と Zoom によるプレゼン練習を実施した。バイオインフォマティクス、地理的情報システムの教材を提供した。また、天文部との交流を実施した。

#### ○実施による成果とその評価

1年目は主にSSH事業に基づくカリキュラムについて、科学総合コース1年生を対象に取り組んだ。2、3年生は本校既定のカリキュラムのままの実施となったが、SSH事業で課題研究、理数セミナー等をサポートし、また、自然科学部の活動も支援することによって、外部での発表会への参加数や論文コンテストへの応募数も増加した。

「科学基礎」では、学期毎に大まかなテーマを設け、「探究基礎Ⅰ」でそのテーマに関係したミニ探究を行った。ミニ探究に取り組む際に、課題研究を行うための基本的な事項についても指導した。1年生での理数セミナーでは、課題研究でのテーマの見つけ方について、課題研究の方法等についても触れていただき、2年生から始まる「創造探究」への布石とした。

2年目は「科学基礎」では科目間の連携を強化し、また「探究基礎Ⅰ」とのつながりも考えて計画した。「探究基礎Ⅰ」では各分野の実験を行い、結果、分析、考察を丁寧に指導、プレゼンテーションまで結び付け、2年生から「創造探究」で始まる課題研究の基礎作りを行った。また、1年生が普通科科学総合コースから、理数科の科学探究科と改組するに伴い、実験室の整備と科学探究科生徒全員に surface Go 2 等を持たせた。これにより授業のICT化が進み、理数セミナーや「探究基礎Ⅰ」での情報処理からプレゼンテーションまで、生徒たちがより積極的に実験に取り組み、発表を行うようになった。

アンケートの結果を見ると、実験に対して積極的に協力しながら取り組むことのできる生徒、PCを使ってデータ処理をし、主体的に取り組むことのできる生徒が増加した。また、身の周りの現象や最近のニュースに興味をもち、発展的な内容にも興味を持つことのできる生徒が増えている。一方、探究活動の課題設定については、研究テーマを主体的に見つけることができる生徒は少なく、最適なテーマ設定までの道のりを含めた「探究基礎Ⅰ」の取り組みを計画していきたい。

令和2年度から始まった「創造探究」では、コロナ禍で研究の開始が大幅に遅れることとなったが、「探究基礎Ⅱ」で最初に科学英語に取り組んだことにより、中間発表のポスター発表では日本語と英語のポスターを作成し、英語でのプレゼンテーションも行った。課題研究が遅れたことと、来年度から新しく「国際探究」（2単位）が始まることもあり、実施計画を見直し、探究発表会は次年度の6月末に変更することとした。「探究基礎Ⅱ」も本年度から新しく始まった科目である。科学英語に取り組んだ後、エクセルでの統計処理、より高度な統計処理ソフトRによる主成分分析、フリーソフトMEGAを用いたバイオインフォマティクス、QGISによる地理的情報システムの実習を行った。課題研究における実験結果等のより高度な処理の習得を目指したものである。アンケートの結果、生徒たちはこれらのソフトや処理技術に対する興味関心を示しており、積極的に使用したいとする生徒もおり、課題研究の実施に役立っていくと思われる。

#### ○実施上の課題と今後の取組

令和元年度は1期1年目で、様々な面で計画をこなせない部分があった。令和2年度になり「科学基礎」（6単位）、「探究基礎Ⅰ」（1単位）は連携して、2年生から始まる「創造探究」の基礎作りに効果を発揮できる科目となりつつある。本年度はコロナ禍のため事業の実施に至らなかったものもあるが、次年度は内容を見直しながら、基礎作りのための科目として確立していきたい。

また、新しく「探究基礎Ⅱ」、「創造探究」が始まった。計画通りに実施できなかったが、「探究基礎Ⅱ」については計画通りに実施できれば、より高度な課題研究が「創造探究」で行うことができるものと考えている。「創造探究」は3年生で取り組む「国際探究」とのつながりを含めて日程を計画し、3年生で探究発表会を行い、より進化した課題研究の発表の場となるように計画していく。来年度は中間発表会の時期を見直し、普通科の探究的な学習の時間で取り組んでいる課題研究の発表会と合同で行うことを模索している。

プロジェクトⅢのメタ認知に関する研究について、探究活動におけるメタ認知アンケートの実施では、生徒のパーソナリティの個人差によって、メタ認知が歪むことがわかり、自己評価に切り替え、探究的な学びに関するアンケートで、メタ認知に影響を与える因子である思考活性志向、自己効力感などを評価した。今後、ONOプロジェクトⅠ・Ⅱや探究活動を通して、どのように変化するか経年比較する。授業の振り返りとして、メタ認知ルーブリックを授業で実践した。しかし、実施回数が少なく、サンプルサイズが小さいため統計的検定での誤差は大きい。そのため、来年度は多くの教科・科目で複数回実施する。理科、数学を中心にメタ認知を意識した授業の実践に取り組み、各教科・科目の特性に応じて、シンキングシートを作成した。

次年度以降、特に以下の項目について取り組みを充実させていきたい。

- (1) 「科学基礎」における各分野間の融合的な取り組みの発展
- (2) 「探究基礎Ⅰ」の内容と実施計画の再検討。特に「科学基礎」との連携と2年生で行う「創造探究」での課題研究実施のための基礎的内容、テーマ探しを含んだ実施計画を作成する。
- (3) 主対象である科学総合コース、科学探究科の生徒を対象としてプロジェクトⅢを実施、さらに全校生へと広げていく。
- (4) 自然系科学部の活動の活性化
- (5) 課題研究の外部での発表、論文応募をする生徒を主対象生徒全体へ広げていく。
- (6) 次年度はSSH指定3年目となり、全学年でSSHの教育課程も実施される。教育課程の3年間を見通した見直しや職員の研修の充実を目指したい。
- (7) 海外の高校との交流が全く進んでいない。次年度は可能性を探りたい。
- (8) 授業振り返りとして、メタ認知ルーブリックを全ての教科・科目で実施する。タブレットを利用しての評価に切り替える。
- (9) メタ認知を意識した授業の展開を考え、メタ認知力の向上を目指す。

#### ⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

- (1) 今年度取り組んだSSHカリキュラムの「科学基礎」「探究基礎Ⅰ」「創造探究」「探究基礎Ⅱ」すべてで計画変更が余儀なくされ、取り組みの中止や延期、短縮を行った。
- (2) 特に「創造探究」で生徒たちが取り組んだ課題研究については前年度に班の決定、テーマの仮決定をしていたにもかかわらず、論文探索、実験計画を当初行うことができず、スタートが大幅に遅れた。そのため、中間発表を1か月遅らせた。内容も実験結果が得られていない班もあり、実験計画・予定を発表するにとどまった班もあった。2年生の「創造探究」の探究発表会は次年度6月に計画変更した。3年生「探究」の成果発表会は中止となった。
- (3) 海外ハワイ研修は実施不可能となり、中止した。
- (4) 理数セミナーについては、医学、工学、数学、経済、心理学のセミナーを中止し、植物、農学、生態分野のセミナーはオンラインで実施した。
- (5) 外部施設見学については、病院関係の施設訪問、理化学研究所、大学の研究室、企業の研究室が訪問できなかった。
- (6) 外部発表会は、3月の日本生態学会、分子生物学会などは中止となったが、それ以降、多くはオンラインまたはオンデマンドで開催され、課題研究が進んでいる個人、班が参加した。
- (7) 論文コンテストは坊ちゃん科学賞（東京理科大）については中止となった。

兵庫県立小野高等学校	指定第 1 期目	01~05
------------	----------	-------

## ②令和 2 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

### ① 研究開発の成果

SSH推進部の立ち上げ（令和元年度）

主対象となる普通科科学総合コースを中心に、進路指導部から独立してSSH推進部を平成30年度から立ち上げ、校内の組織を再編した。働き方改革の取り組みとの関係もあり、校内業務の精選、統合が迫られる中、一部兼部職員を含む4名で立ち上がった。令和2年度には全員専部となり、他に兼部ではあるが助手2名、事務2名の協力体制で行っている。

1年目の令和元年度では、元年度入学生の普通科科学総合コース1年生において、SSH申請カリキュラムの新しい「科学基礎」、「探究基礎Ⅰ」で研究開発を行い、生徒の課題研究能力の育成を目指した。また、従来のカリキュラムによる普通科科学総合コース2年生「探究」（2単位、学校設定科目）、同コース3年生「探究」（1単位）においても、コース生徒を中心にSSH事業の支援を受け、外部での発表会への参加、論文コンテストへの応募などを行い、より積極的に課題研究を行った。コース以外の生徒においても、大学や医療関係施設・研究所の見学に取り組み、科学への興味関心を高めている。

2年目の令和2年度には普通科の科学総合コースを理数科である科学探究科に改編、同時に商業科、国際経済科もビジネス探究科と改編された。また、普通科において「総合」で課題研究が正式にスタートした。1年生科学探究科ではSSHカリキュラムの「科学基礎」「探究基礎Ⅰ」を昨年度の反省を活かして推進した。2年生普通科科学総合コースでは今年度からSSHカリキュラムの「創造探究」（2単位）、「探究基礎Ⅱ」（1単位）に新しく取り組んだ。旧カリキュラムである3年生同コースでは「探究」（1単位）で昨年度生徒たちが取り組んだ課題研究を論文にまとめ、探究論文集を作成、1チームのみ外部発表会、論文コンテストに応募した。

今年度から科学探究科1年生を中心に授業等のICT化にも取り組んだ。県による校内のWi-Fi環境強化工事を受け、科学探究科1年生、ビジネス探究科1年生全員にタブレット端末の購入を進めた。科学探究科生徒には校内にあるウィンドウズPCとの連携を図り、実験や課題研究のプレゼンテーション等推進に利用しやすいようにSurface Go2を推奨した。また、2年生科学総合コースの生徒が課題研究に利用できるように40台のSurface Go2を準備している。

「創造探究」「探究基礎Ⅰ、Ⅱ」、理数セミナー専用「探究ルーム」として1教室を整備し、高度な課題研究に対応できるように研究室「探究ラボ」を設置した。

以下にプロジェクトごとの成果を示す。

#### (1)プロジェクトⅠ ONOリサーチカリキュラムの開発

課題研究を遂行するために必要な知識や技能を学ぶ「基盤カリキュラム」、課題研究を行う「実践カリキュラム」、そして課題研究の成果の発信に関わる「発信カリキュラム」の3つを連動させ、独創的な課題研究を世界に向けて発信する教育課程を開発する。

##### (ア) 「基盤カリキュラム」

令和元年度から「基盤カリキュラム」として「科学基礎」（6単位）、「探究基礎Ⅰ」（1単位）の2つの新しい学校設定科目の研究・開発に取り組んでいる。

##### (1) 科学基礎（6単位）

基礎を冠する科目の内容を中心に分野融合的に学ぶ。テーマを設け、生物、物理、化学各分野でテーマに関する事象を扱い、研究の基盤となる理論や法則を現実の概念として習

得させる。融合的に基礎3分野をすべて学ぶことによって、次年度から取り組む課題研究の基盤を習得させる。3人の教師で担当しているが、令和元年度は科目間の連携が取れず、また、「探究基礎I」との連携もうまくいかなかった。

令和2年度からは可能な限り科目間の担当教師で連携を図り、また、テーマに併せて「探究基礎I」での実験実習を行った。また、ICT化を進め、3科目ともコロナによる休校時から動画配信、Zoomによる授業を開始、2学期からは全員にSurface Go2等のタブレット端末を持たせることにより、ロイロノートなどを使い双方向の授業に取り組んでいる。各自が考えたことをタブレット端末で全員に送信しながらプレゼンを行い、授業でも発信する能力を養っている。

アンケートによると科目間のかかわりや共通している基本的な原理や仕組みをよく理解できたとしている生徒が多くおり、つながりの分かりやすい「単位」などのテーマに関しては科目間のつながりをよく理解できているようであった。「構造」についても生物や物質は「それぞれに役割をもったたくさんのものからできている」などの共有する点を挙げ、科目間の融合を意識して3教員で授業を行ったが、1つの自然現象を科目融合的に多角的に捉える力を身につけるといった目的を達成できている生徒も育ってきていると思われる。

#### ④関係資料 3基盤カリキュラム 「科学基礎」内容 参照

### (2) 探究基礎I (1単位)

科学基礎と結びつけながら、高校理科の基本的な実験を題材として、実験の計画立案、準備、結果やデータの収集、考察、レポート作成など、探究に必要な基本的な知識・技能を学ぶ。令和元年度は教師間の連携ができず、ほぼ一人で担当した。1学期は生物分野でタマネギの鱗茎を実験材料としてグループごとに仮説を立て、実験、考察を行い、レポート作成、ミニ探究発表会を行った。2学期からは物理分野で重力加速度の実験を「誤差」をテーマに実験考察を行った。3学期は化学分野、そして次年度の「創造探究」で行う課題研究のテーマ探しに取り組んだ。

令和2年度は元年度の反省を活かして、「科学基礎」担当の3教諭で連携、計画的に実験に取り組んだ。テーマごとに関係する実験を各科目交代で行ったが、単なる教科書に沿った実験を行うのではなく、生徒自身が結果をまとめ、きちんと考察してプレゼンテーションまで行うことで、2年生から取り組む自主的な課題研究の基礎作りを目指した。特に2学期以降は各自のタブレットを使用し、データ分析から発表まで取り組んだ。

具体的な内容を以下に抜粋して示す。

- 5月12日 ガイダンス (Zoomで3年間の概略、目的説明)
- 5月19日 ミクロメータの使い方(1)…細胞の大きさの測定方法について学ぶ。
- 6月2日 ミクロメータの使い方(2)…オカナダモの細胞と葉緑体、ヒトの赤血球測定
- 6月16日 測定データのばらつきと統計処理(1)…ノギスを用いてヤマトシジミ(貝殻)の大きさを測定する。測定データのばらつきについて、度数分布表とヒストグラムの作成に必要な項目を設定する。
- 6月23日 重力加速度の測定…単振り子の周期から重力加速度の大きさを測定する。10周期、100周期から求めた重力加速度の分散を求める。また、地球以外の天体表面で行った場合について、地球と比較させる。
- 6月30日 理数セミナーI…菌類について、特徴や分類、研究内容などについて。
- 7月7日 硫黄の同素体…粉状の硫黄から硫黄の同素体を作成、観察。今後行う化学実験のために実験器具の扱い方を再確認。
- 7月14日 ガイダンス…課題研究とは、テーマ探しについて “「課題研究メソッド(岡本

- 尚也 著) を使用し、課題研究の概要を説明、夏期休業に向けてテーマ探しを意識させる。
- 8 月 25 日 スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会のポスター発表から学ぶ令和 2 年度 SSH 生徒研究発表会ポスター発表を閲覧し、発表を 2 件選ぶ。それらについて、課題の設定や研究方法、結果と考察のまとめ方の工夫などについて分析し、レポートにまとめる。
- 9 月 1 日 運動の法則 (1) …質量一定のときの力と加速度の関係及び、力一定のもとでの質量と加速度の関係を調べる。そして、その結果が運動の第二法則と一致しているかどうかを検証する。
- 9 月 15 日 運動の法則 (2) …前回測定したデータをもとに、エクセルを利用して表とグラフを作成する。結果・考察をまとめてレポート提出。
- 10 月 6 日 化学反応における量的関係…炭酸カルシウムと塩酸の反応において発生する二酸化炭素の質量を測定し、R を用いて値をプロットし、グラフを作成して化学反応式と量的関係を確認した。
- 10 月 27 日 理数セミナーⅡ…法律についてその仕組みと科学とのかかわり
- 11 月 10 日 ナッツ類の熱量測定 (1) …水温の変化を利用して単位質量当たりのナッツ類の熱量を測定する。
- 11 月 17 日 ナッツ類の熱量測定 (2) …前回測定したデータをもとに、エクセルを利用して表とグラフを作成する。その表とグラフをワードに張り付け、実験レポートを作成。
- 11 月 24 日 理数セミナーⅢ…科学が地球と人類を救う。科学と医療、環境、人類の生活について、新型コロナウイルスにも触れ、「新型コロナウイルスで考えたこと」で、ショートコメント作り、自己紹介とショートプレゼンを行う。
- 12 月 1 日 力学的エネルギー保存則 (1) …鉛直面内を円運動させたときの最下点での物体の速さを実験により求め、その結果が力学的エネルギー保存則の結果と一致しているか検証する。また、相対誤差まで求める。
- 12 月 15 日 力学的エネルギー保存則 (2) …物体を水平投射させ、物体の落下位置を予測させた。等加速度直線運動、力学的エネルギー保存則を適用し、落下距離を求める式を導き出させ、検証した。
- 12 月 22 日 中和滴定…食酢に含まれる酢酸のモル濃度を分析する。基礎的な定量分析方法を学び、誤差の取り扱いも含め、課題研究に利用できるようにデータを分析し、レポートを作成した。
- 1 月 12 日 理数セミナーⅣ…環境と植物の変化。Zoom による講義と実験。実験で気づいた疑問点をオンラインで質疑応答。
- 1 月 19 日 & 26 日 探究ガイダンス 次年度「創造探究」で取り組む課題研究のテーマを考えるワークショップなど。
- 2 月 2 日 理数セミナーⅤ…Zoom による講義。農学部伝統的な研究分野である「天然有機化合物の分子解析やその有効利用」について。女性研究者による大学での研究、子育て、出産、育児など、女性が研究者を目指すために。
- 3 月 9 日 理数セミナーⅥ…環境、生態系、土壌の構造、呼吸から極地の環境を調べる。本年度は、理数セミナーの振り返りではなく、感想を書くのではなく、メタ認知を意識させるため、自分の中で講義の前後で変化したことを、箇条書きでリストアップするようにした。また、アンケートでは一貫性を持たせるため、理解度、興味・関心、意欲、授業への取り組み方の評価をした。実験においては、レポートを必須として評価をした。今後、プレゼン発表する機会を設け、主体性をさらに高めたい。

(イ) 「実践カリキュラム」

令和元年度は新しい SSH カリキュラムの「創造探究」(2 単位) と「探究基礎Ⅱ」(1

単位)の対象生徒がおらず、旧カリキュラムの学校設定科目「探究」(2単位)で課題研究に取り組んだ。ただし、(エ)の課題研究支援事業でふれる研究ファシリテーター制度や理数セミナーを活用し、より高度な課題研究に取り組ませた。また、中間発表をポスター発表で行い、事後には株式会社ブレイン社長の神戸氏よりビデオによる指導、また、卒業生のかんべみのりさんにロジカルシンキングの視点から、ポスターについて指導をいただき、以後の外部発表ではプレゼンに進歩が見られた。外部発表は全グループが「甲南大学リサーチフェスタ」、または「サイエンスフェア in 兵庫」のどちらかに参加し、各自の課題研究を発表した。一部のグループはこれらの他にも様々な発表会に参加し、「バイオサミット in 鶴岡」では**審査員特別賞**、「サイエンティストアワード“夢の翼”」では**最優秀賞**を受賞した。3月には成果発表会で口頭での発表に取り組んだ。

#### ④関係資料 6 73回生課題研究テーマ一覧 参照

令和2年度は「探究」がSSHカリキュラムの「創造探究」に代わり、また、新しく「探究基礎Ⅱ」(1単位)に取り組んだ。「探究基礎Ⅱ」は「創造探究」で取り組む課題研究をより深化させ充実したものとするためのカリキュラムである。予定では1学期は科学英語に取り組み、2学期以降はデータ分析の手法の習得を計画した。1学期前半は英語教師と理科教師による物理分野、化学分野、生物分野の科学英語論文講読、後半では各課題研究班それぞれが課題研究の参考文献とする英語論文の和訳、2学期以降はエクセルの高度な使用法、統計ソフトR、分子系統解析ソフトMEGA、地理的情報システムQGISの実習計画をした。

実際にはコロナの関係で6月まで続いた休校のため、科学英語論文講読は物理分野だけ行い、7月いっぱいには班ごとに参考文献の和訳に取り組ませた。実際に参考文献の内容を元にして課題研究が進んでいる班もあり、昨年度より高度な課題研究に取り組んでいる班も育ってきている。

2学期以降はほぼ計画通りに実施、統計ソフトRについては理数セミナーでも取り上げ、関西学院大学の古澄教授にPythonとともに説明をしていただいた。他は本校教師による実習を行った。現在のところ校内での発表会が行われていないため、効果が出ているかどうかは不明であるが、生徒の興味関心は高く、次年度の外部発表会等では発表内容に変化があるのではないかと期待している。

「創造探究」もコロナの影響で課題研究が大幅に遅れているが、1か月遅らせてポスター発表による中間発表会を実施した。今年度から中間発表会では日本語だけでなく英語での発表にも取り組んだ。また、コロナのためにオンラインないしはオンデマンドでの開催となったが「甲南大学リサーチフェスタ」、「サイエンスフェア in 兵庫」、「兵庫県立人と自然の博物館主催 共生の広場」ですべての班が外部発表に取り組んだ。

アンケート結果を見ると、「創造探究」に取り組むことで90%以上の生徒の興味関心が深まり、研究の楽しさを感じたと回答しており、研究をする際にアイデアを出し合って探究活動を行ったと回答している。また、義務づけた3発表会に関して、65%の生徒が積極的に自分たちの研究内容を発信し、約90%の生徒が「創造探究」での活動が充実して満足であったと回答している。コメントにも「班で協力して実験を計画的に進めることができた」「研究内容を分かりやすくプレゼンできた」「班員と楽しみながら内容のある議論ができた」など、課題研究を楽しんでいる様子がわかる。しかし、実際にはまだまだ研究結果が出てない班が多い中でのアンケートであり、課題研究が発展し、次年度には各班が積極的に外部発表会や論文コンテストに応募し活動してくれるものと期待している。

課題研究を行うことで、好奇心が育ち（約 60%）、実験への興味がわき（45%）、班の中で協力して研究している姿が感じ取れる。しかし、問題を解決する力が育ったと回答している生徒が 0%という結果も出ており、今後詳細な分析と検討が必要である。

#### (ウ) 「発信カリキュラム」

令和元年度、2年度ともに「国際探究」（2単位）の対象生徒はいない。旧カリキュラムの学校設定科目「探究」（1単位）で、当該学年が2年次に取り組んだ課題研究を論文にまとめた。英語科教諭の指導のもと、Abstract を英語で挿入した。一部のグループは論文コンテストにも応募し、令和元年度は東京理科大学の「坊ちゃん科学賞」で**佳作**と**奨励賞**を、第18回神奈川大学「全国高校生理科・科学論文大賞」では**努力賞**を受賞した。

令和2年度も外部発表会、論文コンテスト、科学オリンピックへの参加を推奨した。東京理科大学の「坊ちゃん科学賞」は中止となったが、「科学の芽」賞（筑波大学）では**努力賞**、第18回高校生高専生科学技術チャレンジでは**入選**、第19回神奈川大学「全国高校生理科・科学論文大賞」では**優秀賞**に輝いた。

#### (エ) 課題研究支援事業

##### (1) 研究ファシリテーター（学校設定科目以外の取組）

大学の教員や医療関係者、企業の研究者や技術者に研究ファシリテーターとして助言していただいた。分子系統解析を行っている植物班は兵庫教育大学、山形大学、神奈川大学の先生方、医療系のDNA分析班は神戸大学医学研究科の先生、また、AI研究班は脳ブレインの研究者の方に指導していただいた。グループによっては、直接大学へ出向き、指導助言を頂いた班もある。

令和2年度からはさらに広島大学、兵庫県立人と自然の博物館の研究員の方にも指導・助言をいただいている。

##### (2) 理数セミナー

令和元年度も令和2年度も、大学の教員や医療関係者、企業の研究者等に来校いただき、講義や実験を通して生徒の興味関心を喚起し、また、課題研究に対するテーマ探しやプレゼン等の指導をしていただいた。できるだけ様々な分野の方に依頼して、生徒たちがいろいろな分野からテーマを探せるように企画している。令和2年度は本校に来ていただけなかった方もあり、一部は中止、一部はオンラインで行った。ただし、探究専用の探究ルームができたことと、科学探究科1年生には全員サーフェイス go2 を持たせたこともあり、対面に近い効果はあったのではないかと考えている。

#### (2)プロジェクトⅡ ONOリレーションモデルの開発

○伝統産業プログラムでは、商業科・国際経済科と連携して「そろばん発信活動」を令和元年度から始めた。主に「そろばん」を軸とした地域ブランディング活動の実践研究、そろばん学習を進めるための動画の開発、また、そろばんを行うことによる脳の活性化等の探究活動を開始した。しかし令和2年度は活動ができず、また、探究グループも止まっている。来年度は連携をし、活動を再開できればと考えている。

○医療・生命科学プログラムでは、以下の施設を訪問、研修を毎年計画している。

令和元年度は計画通り行えたが、令和2年度は特に医療系施設見学はできなかった。

##### ・ JICA、理化学研究所BDR（1年科学探究科）

JICAでは、海外で活躍されている医療系の研究者による理系研究者・技術者の海外での活動等についての講義を計画している。理化学研究所では、事前レポートを作成し、生命科学に関する説明と研究施設の見学を行う。令和2年度はBDRが見学できず、エアー

ウォーターグループの手術室関連の施設見学を行った。

- ・神戸医療産業都市、神戸大学医学部大学院科学技術イノベーション研究科青井研究室（2年生生理系希望者）

神戸医療産業都市では、キメックセンターで神戸市の担当者から医療産業都市構想の意義等の説明をしていただく。神戸低侵襲がん医療センターでは、オプジーボを含むがん治療の最先端治療について研修を受け、国際くらしの医療館・神戸 - エア・ウォーターでは、最新の手術室を見学、その仕組みを説明して頂くことに加え、歯茎の細胞からの再生医療について研修を行う。神戸大医学部大学院科学技術イノベーション研究科では例年青井研究室を訪問、医師であり研究者である先生方とはぼマンツーマンで研修を行い、iPS研究室の見学を行っている。令和元年度は計画通りに実行できた。令和2年度はキメックセンターとその関連施設で医療産業都市構想について説明を受け、青井教授にはセンターで講義を行っていただいた。病院関係は見学不可、エアウォーターのみの見学となった。しかし、後日、神戸大学、神戸医療産業都市から未来の医療産業都市構想と神戸大学医学研究科の神戸市との連携、高度医療学科構想の説明に来ていただき、多数の生徒が講義を受けた。

- ・北播磨総合医療センター（1年科学探究科）

小野市の協力で最先端の治療を誇る北播磨総合医療センターで、医療ロボット「ダビンチ」の説明、検査機器のPET等の説明、病院全体についても研修を行う。

令和元年度は予定通り、令和2年度は見学できず。

- ・京都大学見学（1年生理系進学希望者）

理工学部・医学部人間健康科、薬学部、経済学部の4コースを設け、コースごとに学科説明、研究に関する講義を受け、研究室、資料館などの見学を行った。このプログラムの影響か、医療系進学希望者が増え、特に医学科希望者が増えている。

令和元年度は予定通り、令和2年度は実施できず。

### (3)プロジェクトⅢ ONOリフレクションメソッドの開発

令和元年度は主に、科学的探究活動において、真のメタ認知を捉えることを課題として、「科学的探究活動におけるメタ認知をどのように評価していくのか～オフラインメソッドによるメタ認知の評価～」に関する研究を高知大学の草場研究室と共同して行った。生徒による自己評価、研究グループメンバーによる他者評価、研究グループ担当教員による評価により、メタ認知を捉えることを試みた。結果としては、生徒のパーソナリティの個人差によって、メタ認知が歪んでしまい、正確に測定することができなかった。それを踏まえて、本年度は「探究的な学びに関するアンケート（自己評価）」を実施した。理科に対する興味、実験・観察に対する興味、理科に関することに加え、メタ認知に影響を与える因子である、方略、思考活性志向、自己効力感などを評価した。

自己の思考を可視化するための「シンキングシート」の開発は、継続的に、「科学基礎」、「探究基礎」、「数学」を中心に担当教員が行っている。生徒の思考過程が授業前後で、どのように変わるのかがわかるような工夫がされている。生徒の見方、考え方の変化を捉え、思考を可視化させる。また、実験操作を必要以上に明記せず、与えられた状況において、的確に判断し行動できるような働きかけ、生徒が常に主体的に考えるよう工夫した

授業の振り返りとして、メタ認知ルーブリックを授業で実践した。しかし、実施回数が少なくサンプルサイズが小さいため、統計的検定での誤差は大きい。そのため、来年度は多くの教科・科目で複数回実施したい。



#### (4)SSH全校講演会の実施

自然科学への興味関心を高め、理系生徒を育成するために自然科学の研究者による全校講演会を実施している。令和元年度は国立環境研究所の五箇公一先生に講演を依頼し、「私がダニを愛したわけ～生物多様性研究の人生」の演題で、生態系・環境に関する講義をして頂き、生態系・環境に関する生徒の興味関心を喚起した。

令和2年度は千葉工業大学未来ロボット技術センター所長古田孝之先生に講演を依頼。「ロボット技術の未来社会」の内容で理系生徒には対面で、文系生徒は教室へのZoom配信で講演会を実施した。また、令和2年度より未来ロボット技術センターから研究者に講師に来ていただきロボット実習を毎年行うことにした。

#### (5)研究成果の発表と普及(毎年)

##### ① 小野サイエンス教室(7月、12月)

小野市内の小学生中心に科学実験教室を開催。毎年多くの小学生と保護者が参加しており、地域の人たちの科学に関する興味・関心の向上に寄与している。

##### ②五国SSH連携プログラム

兵庫咲いテク事業の一環で、県内SSH校で研修を企画、他のSSH校や、それ以外の高校生に参加してもらって研修会を行っている。今年度は講師の先生に来ていただくことができず、本校は行えなかった。毎年、本校が得意とするバイオインフォマティクスの分野での開催を企画している。

##### ③兵庫県北播磨地区高等学校生物部の連携

現在、兵庫県北播磨地区の兵庫県立北条高等学校、兵庫県立西脇高等学校生物部と研究、フィールドワーク、発表会に向けてのプレゼンテーション練習など連携を進めている。特に本校の探究ラボでの実験や、フィールドワークでの協力、オンラインでの発表交換を令和2年度から行った。

#### (6)各種大会・コンテスト・科学オリンピック・学会への参加推奨

科学探究科・科学総合コースだけでなく、自然系部活動はもちろんのこと、外部発表会や科学オリンピックなどへの参加を常に呼びかけている。

日時 大会名 成績/備考

5/30 第67回日本生化学会近畿支部例会

8/26 第10回高校生バイオサミット in 鶴岡 **環境大臣賞※**

9/6 第22回日本進化学会

9/21 日本植物学会第84回大会

11/1 TAMAサイエンスフェスティバル in TOYAKU2020 **優秀賞最終候補(敢闘賞)**

11/8 第44回兵庫県高等学校総合文化祭自然科学部門発表会

**生物部門最優秀賞/令和3年度全国大会出場決定**

12/4 第43回日本分子生物学会年会

12/20 令和2年度中谷科学教育振興助成成果発表会

12/20 甲南大学リサーチフェスタ2020 **クリエイティブテーマ賞**

1/24 第13回サイエンスフェア in 兵庫

2/11 第16回兵庫県立人と自然の博物館“共生の広場”

2/28 第10回サイエンス・インカレ **ファイナル審査進出**

3/14 京都大学サイエンスフェスティバル2020

3/16 第62回日本植物生理学会年会

3/19 日本農芸化学会2021年度仙台大会

3/20 CIEC春季カンファレンス2021

※環境大臣賞受賞に対し兵庫県教育長から“ゆずりは賞”をいただきました。

## ② 研究開発の課題

1期2年目となり、1年生で取り組む「科学基礎」「探究基礎Ⅰ」については見直しも行ったが、まだまだ、修正していかなければならない点も多い。新しく始まった「創造探究」「探究基礎Ⅱ」に関しては以前より課題研究の深化に結果は出てくるものと考えているが、改善点も多い。来年度3年目では新しく「国際探究」と「探究応用理科」「探究応用数学」が始まる。プロジェクトⅢについても、まだまだ取り組みが不十分で、より多くの教員を巻き込んで、連携しながらの実施が必要である。

### (1)プロジェクトⅠ ONOリサーチカリキュラムの開発について

昨年度から始まった「科学基礎」において、今年度は教師間の連携ができるようになり、各分野間の融合的な取り組みは進んだ。しかし、従来型の授業から抜け出すことができず、基礎内容全体を学習するために授業の進度等の関係から分野間の融合がうまくできなかったところもある。これは、反転学習を取り入れるなどして対応したい。また、互いの授業を公開して、進捗状況を確認するなど、さらに連携を強化したい。「探究基礎Ⅰ」についても、今年度は見直しを行い計画的な取り組みができた。さらに、パフォーマンス課題を与え、メタ認知の評価やプレゼン発表の機会を設けるなど、発信力を育成したい。

2、3年生の課題研究では、大勢の生徒が外部発表に参加したが、学会等の発表会への自主的な参加は変わらず少数のグループに限られた。また、論文コンテストの応募も一部のグループのみである。コロナの影響が大きかったが、SSHカリキュラムの効果が出てきて、次年度は外部発表会への参加も、論文コンテストへの応募も増えると考えている。新しく「国際探究」が始まる。海外の高校との連携や海外研修はまだ難しいと考えられるが、可能性を探っていきたい。国内でもALTの活用や日本学術振興会サイエンス・ダイヤル事業等を利用して英語でのプレゼン力強化を図っていきたい。

### (2)プロジェクトⅡ ONOリレーションモデルの開発

今年度は伝統産業プログラムに関して停滞してしまった。商業科、国際経済科も今年度からビジネス探究科と改組したことを機に確立していきたい。産業技術プログラムは(株)ブレインの協力と今年度からは伊東電機との連携が始まった。今後、生徒たちの課題研究の中でさらなる連携を模索している。医療・生命科学プログラムはコロナの影響を一番受けたが、その中でも神戸大や神戸医療産業都市の協力は得られており、コロナが収束次第、計画通り行えると考えている。

### (3)プロジェクトⅢ ONOリフレクションメソッドの開発

科学的探究活動におけるメタ認知アンケートにより、真のメタ認知を捉える新たな方法論を検討した。来年度も継続して行うとともに、新たな方法論を検討したい。また、授業中においても、メタ認知を捉えるためのリフレクションシートの開発をする。

### (4)その他

SSH委員会をほぼ週1回開催し、運営指導委員会を年3回行う予定であったが、運営指導委員会については1回中止し、2回となった。「創造探究」「探究基礎Ⅱ」での英語教師の協力が得られるようになったが、職員全体の協力と理解がまだまだ得られておらず、「創造探究」担当職員や科学探究科、科学総合コースに関係がある職員の協力しか得られていない。また、課題研究指導のための教員の資質向上も課題である。これらの課題解決に向けて、来年度からまず、普通科の「総合」における課題研究とリンクさせ、さらに積極的に取り組んでいきたい。

自然科学部の活動に関しては部員がやや増加、ないしは研究に興味を持つ生徒が増加しており、来年度は外部への発表件数も増加すると予想している。また、それら自然系科学部の近隣校との協力体制、成果の普及を拡大していきたい。

### ③実施報告書 第1章 研究開発の課題

#### 1 研究開発課題

科学技術にイノベーションを創出する独創性と北播磨から世界に飛び出すフロンティア精神をもつ人材の育成

#### 2 研究開発の目的・目標

##### (1)目的

独創的な課題研究を行うための課題研究カリキュラムの開発、地域の産業・医療機関等と連携して発想力や国際性を育てる連携モデルの開発およびメタ認知を促進するツールを活用して協働性や創造性を自律的に向上させる方法の開発を行う。

##### (2)目標

##### ① プロジェクトⅠ ONOリサーチカリキュラムの開発

「基盤カリキュラム」では、「科学基礎」において課題研究を遂行するための基礎的な知識を身につけ、「探究基礎Ⅰ」では課題研究を行う手法を学ぶことができた。「実践カリキュラム」、「発信カリキュラム」については、該当する「探究基礎Ⅱ」「創造探究」「国際探究」の対象生徒はいないが、現行のカリキュラムの「探究」(2年2単位)と「探究」(3年1単位)において研究ファシリテーター制度や理数セミナーを行うことによって、独創的な課題研究を行う生徒が育ってきた。

##### ② プロジェクトⅡ ONOリレーションモデルの開発

地域の伝統産業企業との研究等は商業科・国際経済科が取り組み、「そろばん発信」と銘打って、伝統産業であるそろばんに関する実践活動やそろばんに関する課題研究を行った。AIに関する課題研究は、地元の最先端AI企業ブレイン(株)の協力を得てスタートした。医療・生命科学プログラムでは、医療機関や研究所に多くの生徒が研修に赴き、神戸大学医学研究科のファシリテーターの指導助言を仰ぎながら、高度な課題研究も実施することができた。

##### ③ プロジェクトⅢ ONOリフレクションメソッドの開発

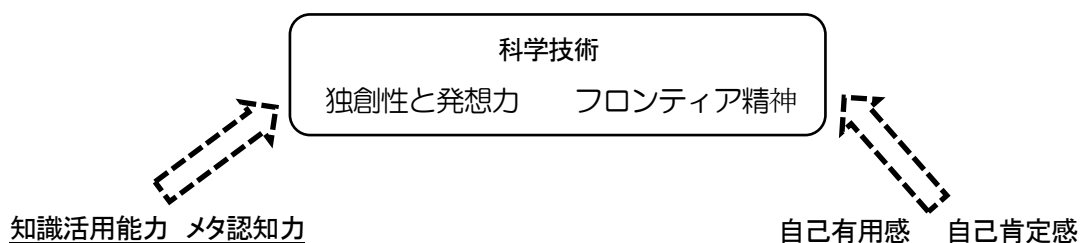
メタ認知の研究者である高知大学の草場実 准教授との共同研究により、科学的探究活動におけるメタ認知を評価することに取り組んだ。生徒による自己評価、研究グループによる他者評価、研究グループの教員による評価から統計を用いることにより、真のメタ認知を捉える新たな方法論について検討した。

シンキングシートの開発は、主に「科学基礎」と「探究基礎Ⅰ」、数学を中心に担当教員が独自に作成した。生徒の思考過程が、授業の前後でどのように変化するかが視覚的にわかるように工夫されている

#### 3 研究開発の仮説

[仮説1] 科学技術における独創性と発想力の育成には、知識を活用する力とメタ認知力の育成が有効である。

[仮説2] 科学技術におけるフロンティア精神の育成には、研究における自己有用感および自己肯定感の育成が有効である。



#### 4 実践および実践結果の概要

##### ◇ I リサーチプロジェクト ONOリサーチカリキュラムの開発

①(ア)基盤カリキュラム[1年次]:課題研究実施に必要な知識や手法の習得			
研究開発	対象生徒	実践の内容	実践の結果
科学基礎	1年生	物理基礎、化学基礎、生物基礎の内容を分野融合型で実施。[6単位]	探究活動を進めるために必要な理科全般の基礎的な概念や内容を総合的に理解することができた。
探究基礎 I	科学探究科 1年生	科学基礎と連携。実験観察、探究活動に必要な手法を学ぶ。[1単位]	科学基礎との連携により効果的な実験実習ができた。探究に必要なスキルを知ることができ、その習得の効果があつた。
①(イ)実践カリキュラム[2年次]:課題研究の実施、中間発表、成果発表、外部発表			
探究基礎 II	科学総合コース 2年生	科学英語論文の講読。統計ソフトRなどを使った情報処理。[1単位]	英語論文に慣れることができた。PCを利用した統計処理の概要を学ぶことができ、探究活動への応用がしやすくなった。
国際共同研究	普通科・科学探究科の1年生・2年生	海外ハワイ研修	コロナ禍のため今年度は中止
①(ウ)発信カリキュラム[3年次]:論文作成、コンテスト応募、外部発表など			
探究	科学総合コース 3年生	2年次に取り組んだ探究活動の成果を論文にまとめる。[1単位]	各探究班が研究成果を論文にまとめ、論文集を作成した。要約は英語で記載した。論文コンテストに1件応募した。
②課題研究支援[3年間]			
研究ファシリテーター	科学総合コース 2年生	2年次の探究活動に関する指導、助言をさせていただく。	課題設定、活動の進め方など探究活動に関するさまざまな場面で指導、助言を頂いた。中間発表ではプレゼンに関する助言を得た。
理数セミナー	科学探究科1年生 科学総合コース 2年生	研究者など各分野の専門家による講義により視野を拡大させる。	自然科学、人文科学、社会科学など様々な分野の専門家による講義を通じて、生徒の学問分野における知識が増加した。
③ 研究施設等見学・研修等			
施設見学	科学探究科1年生 科学総合コース 2年生	研究所、大学、企業の見学や実習など	JICA、理化学研究所、神戸医療産業都市、島津製作所、神戸大学、京都大学、伊東電機など多数の施設、機関を訪問した。

##### ◇ II リレーションプロジェクト ONOリレーションモデルの開発

④ 伝統産業プログラム			
研究開発	対象生徒	実践の内容	実践の結果
播州そろばんと脳の活性化	科学総合コース 2年生	地元産業であるそろばんと脳科学の融合の研究促進	1年目は探究班を組織し研究を開始したが、2年目は取り組みがなかった。

⑤ 産業技術プログラム			
地元最新技術企業の見学	科学探究科 1年生	地元企業である伊東電機の見学	全国で使われている最先端のモーターから技術と社会の関連を学んだ。
AI企業ブレインと連携しての課題研究	科学総合コース2年生、物理部	地元企業の株式会社ブレインの開発技術者による探究活動の支援	探究活動AI班の取組に助言を頂き、研究が進展した。また、物理部のAI班の活動にも助言を頂いた。
国際フロンティア産業メッセ	科学総合コース2年生	各企業、自治体による産業技術展示の見学	たくさんのブースを見学し、技術者との対話もできた。
⑥ 医療・生命科学プログラム			
北播磨総合医療センター	科学総合コース・科学探究科1年生	地域拠点病院を訪問し、医療の現場を見学した。	医療の現場から、医療の実際を知ることができた。
神戸大学医学研究科と神戸医療関連機関訪問	科学総合コース・科学探究科2年生	神戸大学医学研究科の研究施設と神戸医療産業都市の見学	研究室の実際を知るとともに、研究者との対話から研究者としての生き方を学んだ。先端医療技術を学んだ。

### ◇Ⅲ リフレクションプロジェクト ONOリフレクションメソッドの開発

⑦ 評価に関する研究開発			
研究開発	対象生徒	実践の内容	実践の結果
メタ認知評価	主に科学総合コース2年生と科学探究科1年生	授業や課外の取り組みについてアンケート形式で調査し、分析した。	探究的な学びに関する調査を実施し、メタ認知に影響を与える因子の評価を行った。
⑧ 自然科学系部活動			
自然科学系部活動	物理部、化学部、生物部、天文部の部員	実験・観察、オープンハイスクール、実験教室、科学系コンクールなど	それぞれの部ごとに特色ある活動を展開した。部員数が増加し、活動は次第に活発になってきている。
⑨ 研究成果の発信・評価			
科学系コンクール・大会	科学総合コース2・3年生、自然科学系部活動	探究活動や部活動での研究成果をまとめ、発表した。	科学系コンクールでは生物部が環境大臣賞など全国レベルの大会で入賞した。各種大会でのポスター発表を行った。
⑩ SSH事業の校内拡大			
SSH講演会の実施	全校生徒 教職員	理数系分野の専門家による講演会	学問研究がもつ魅力や科学の楽しさに全校生徒が触れ、科学を身近に感じられた。
⑪ 地域の児童生徒への成果普及			
小野サイエンス教室	小野市内の小学校児童	小学生を対象とした実験観察教室の開催	SSH指定1年目は2回実施し、科学の楽しさの体験と観察することの大切さなどを学ぶ機会を提供できた。自然科学部員が活躍した。

## 第2章 研究開発の経緯

リサーチ・プロジェクト					
	科学基礎	探究基礎Ⅰ (SSH指定1年目)	探究基礎Ⅱ (SSH指定2年目)	探究、創造探究	理数セミナー (SSH指定1年目)
4月	<b>テーマ:単位</b> 単位換算 有効数字・長さ・質量	<b>ガイダンス</b>	<b>ガイダンス</b>	<b>ガイダンス(2、3年)</b> テーマ決定 (2年) 論文作成開始(3年)	生命科学 : (5/30) 1年
5月	測定方法など 数字の取り扱い	<b>生物分野</b> <b>細胞の観察実験</b> 細胞の種類 細胞の構造 細胞の大きさ	<b>科学英語論文講読</b> (1)3つの分野の論文	文献探し (2年) テーマ決め (2年) 課題研究開始 (2年) 研究 ファシリテータ探し (2年)	
6月	<b>テーマ:構造</b> 様々な基本構造 物質・遺伝子・力	<b>ミニ課題研究</b> 仮説の設定 実験方法を考える データ処理 仮説の検証 レポートまとめ	(2)創造探究のテーマ に関連した英語論文	論文abstract英訳(3年) 論文完成(3年) 論文応募開始(3年)	A I : (6/5) 2年 生命科学 : (6/19) 2年
7月					哲学 : (7/17) 3年
8月					
9月	<b>テーマ:変化</b> 化学物質 生物の変化 力	ミニ探究発表	<b>PCを利用したR実習</b> 統計分析 データ処理	論文最終チェック(3年) 論文集印刷	法学 : (10/3) 1年
10月		<b>物理分野</b> 重力加速度測定 誤差	<b>Excelを利用した実習</b> グラフ作成 データ処理	<b>中間発表会 (2年)</b> ポスター発表 各種学会 高校生発表会応募	経済学 : (10/10) 1年 生態学 : (10/16) 2年
11月	<b>テーマ:エネルギー</b> 各分野を融合して エネルギーをとらえる 運動エネルギー、 熱、化学エネルギー	<b>化学分野</b> 滴定実験を中心に ミニ探究	<b>MEGAを利用した実習</b> DNAシーケンス解析 分子系統樹の作成		化学① : (10/30) 1年 医学 : (11/13) 1年
12月				<b>甲南大学リサーチフェスタ</b>	化学② : (11/21) 2年
1月	<b>テーマ:環境</b> エネルギーとその利用 化石燃料、原子力 エネルギーの循環	<b>次年度「創造探究」に むけて</b> テーマ探し 探究班分け テーマ決定 文献検索	<b>QGISを利用した実習</b> 地理的情報の処理 分布図作成など	<b>サイエンスフェアin兵庫</b>	数学① : (1/23) 2年 電子工学 : (1/24) 1年 数学② : (2/4) 1年 農学 女性研究者 : (2/5) 1年
2月					
3月				<b>成果発表会(2年)</b> 口頭発表	

リレーション・プロジェクト			リフレクション・プロジェクト	
	伝統産業プログラム	産業技術プログラム	医療・生命科学プログラム	メタ認知に関する研究
4月		株式会社ブレインと打合せ A I 研究班研究開始	神戸大学医学研究科 青井先生との打ち合わせ 医療研究班研究開始	メタ認知ルーブリックの 実施
5月	そろばん発信活動 研究班発足 研究開始		島津製作所京都本社研修 分析機器施設見学	
6月				
7月		ブレイン研究者による 指導助言	J I C A、B D R 研修	
8月	世界そろばん（武道館） フェスティバル （運営スタッフ）	S S H 発表会	京都大学キャンパス研修	
9月	兵庫チャレンジファスタ in三木 そろばん普及活動 数字記憶力実験	国際フロンティアメッセ		探究活動におけるメタ認知 アンケートの実施
10月		中間発表会指導助言		
11月		京都大学高大連携発表会  ブレイン研究者による 指導助言	北播磨医療センター研修	SSH事業全校生徒アンケート
12月			科学技術講演会（薬学）  S S H 学術講演会（生態）	高知大学草場先生との打ち合わせ （Zoomによるオンライン会議）
1月			神戸大医学研究科研修 神戸医療産業都市研修	高知大学草場先生との打ち合わせ （Zoomによるオンライン会議）
2月	兵庫県商業高等学校 生徒研究発表会参加			
3月		S S H 成果発表会指導助言		高知大学草場先生との打ち合わせ （電子メールによる指導助言）

# 1 科学基礎

## 1 目的・仮説

平成31年度入学生（74回生）までは、普通科学総合コースであったものが、令和元年度入学生（75回生）から理数科の一つである科学探究科に移行した。「科学基礎」はSSHカリキュラムで、令和元年度から取り組んでいる。理数科となっても普通科とは別のカリキュラムで、基礎を冠する科目の内容を中心に分野融合的に学ぶ。理論と実際に起こる現象を結びつけ、物質の変化、エネルギー、環境といったテーマごとに学習することで、研究の基盤となる理論や法則を現実の概念として習得させる。2年生から取り組む課題研究を行うにあたって、どの分野の研究を行う際にも必要な基礎となり、また、課題研究そのものも一つの分野内にとどまるのではなく、より広く深い内容の研究が行えるものとする。

## 2 実施内容・方法

### (1) 授業に関する基本的事項

令和元年度は科学総合コース1年生を対象とし、令和2年度は理数科の一つとなった科学探究科1年生40名を対象とした。物理基礎（2単位）、化学基礎（2単位）、生物基礎（2単位）の代替科目（6単位）として実施し、理科教員3名で指導した。

①担当者 令和元年度 上月義昭（物理） 長尾浩平（化学） 藤原正人（生物）  
令和2年度 藤原 頌（物理） 藤原正人（化学） 稲葉浩介（生物）

②活動場所 令和元年度：HR教室、物理教室、化学教室、生物教室

令和2年度は探究専用探究ルームが完成、夏休みにはWi-Fi工事が行われ、校内のICT化が進む。2学期から75回生科学探究科40名はSurface Go 2などのタブレット端末を全員購入。

### (2) 授業内容

基礎を冠する科目の内容を中心に分野融合的に扱う。期間を区切ってテーマを設け（テーマ例 「単位」・「エネルギー」・「環境」・「構造」・「変化」）、物理、化学、生物において別々に学んだ内容を結び付け、その関連性を探り理解させる。令和元年は初めての取り組みで「物理基礎」、「化学基礎」、「生物基礎」の担当教諭で科目間の連携がほとんどできなかった。また、「探究基礎Ⅰ」との連携も十分に行うことができなかった。

令和2年度は科目間の連携を取り、テーマを意識して「探究基礎Ⅰ」の時間も計画的に実験を行った。新型コロナによる休校のため授業が遅れたが、ICTを利用して動画やZoomによる授業を進めた。また、2学期最初にSurface Go 2などのタブレット端末を40台揃え、授業で使用を開始、10月には全員に購入を勧めた。

Surface Go 2などのタブレット端末を個々に持つようになってからは、ロイロノートによる双方向授業を始め、端末を使つての発表や、データの処理等も行った。ロイロノートの使用で、各自が問題演習に積極的に取り組み、生徒間の考え方の違いが明瞭に把握できるようになった。また、各自の問題の解き方を簡単にその場でクラス生徒にプレゼンすることができ、発表する機会を増やすこともできた。さらにロイロノートでは授業の内容を残すことができ、生徒たちがいつでも復習することができる。また、Zoomと使用することで休校中でも授業を双方向で行うことができるようになった。

## 3 効果・評価・検証

従来、理科の各科目の授業は別々に行われるが、学んだ知識を有機的に結びつけられている生徒は決して多くない。例えば、化学で学ぶ金属結合と物理で学ぶ熱運動や電気の伝導性との関連を明快に説明することのできる生徒は少ない。「科学基礎」の授業を通して、1つの自然現象を物理的に、化学的に、そして生物的に多角的に捉える力を身につけることがその狙いであるが、設定したテーマに対して望まれる活動がある程度できたと評価する。



アンケートによると「科目間のかかわりや共通している基本的な原理や仕組みを意識できたか」の問いに対して、「できた」「よくできた」の生徒が65%を占めており、つながりの分かりやすい単位」のテーマに関しては科目間のつながりを「よく理解できた」「理解できた」の生徒が80%を超える。

「構造」については「糖やアミノ酸の結合は化学物質の結合と同じく形が美しい」「物質も細胞も小さな世界で成り立っている」「それぞれに役割をもったたくさんのものでできている」などの共有する点を挙げ、「変化」というテーマでは「物質変化(物理と化学)、生物の物質の循環には化学の授業で出てきた物質が重要になる」という回答があり、1つの自然現象を科目融合的に多角的に捉える力を身につけるという目的を達成できている生徒も育ってきていると思われる。「エネルギー」というテーマについては「視点の違い」「観点の違い」で3つの科目に共通に関係することがらであることが理解されている。

「科学基礎」で伸ばすことができた能力では、「好奇心」75%、「理論・原理への興味」「実験への興味」が約50%、「考える力」「協調性」が30%となっている。しかし、「自主性」「問題発見力」は10%と低く、「観察への興味」は25%程度に留まっている。

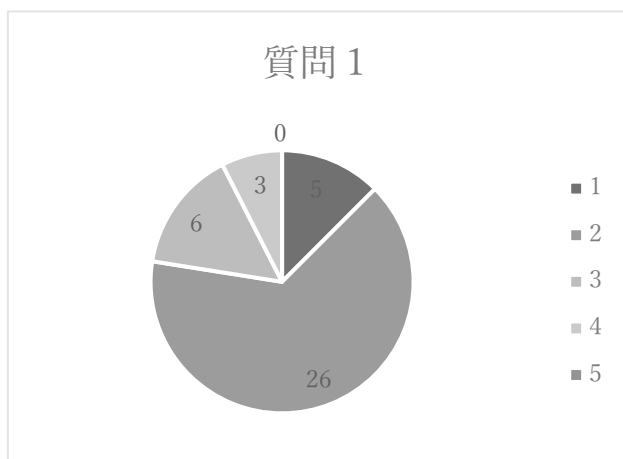
次年度は3科目の教師間で進度・教材など横の連絡をさらに密にし、また、「探究基礎Ⅰ」の内容との連携をはかり、さらに興味関心を深め、「問題発見能力」の向上も目指したい。



Surface Go 2を用いての授業の開始

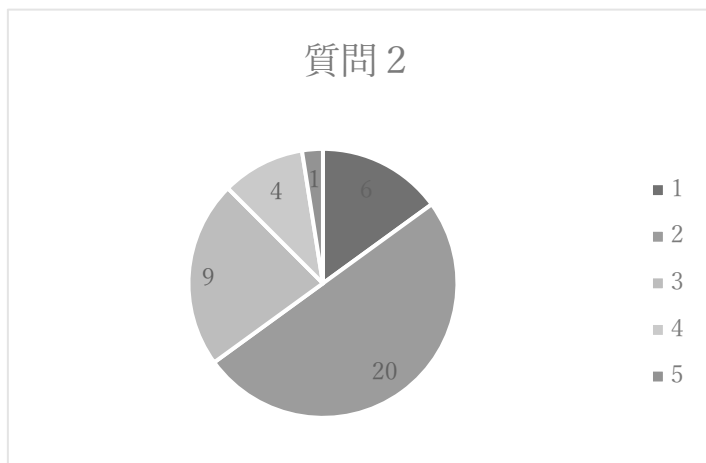


生徒の回答を解説

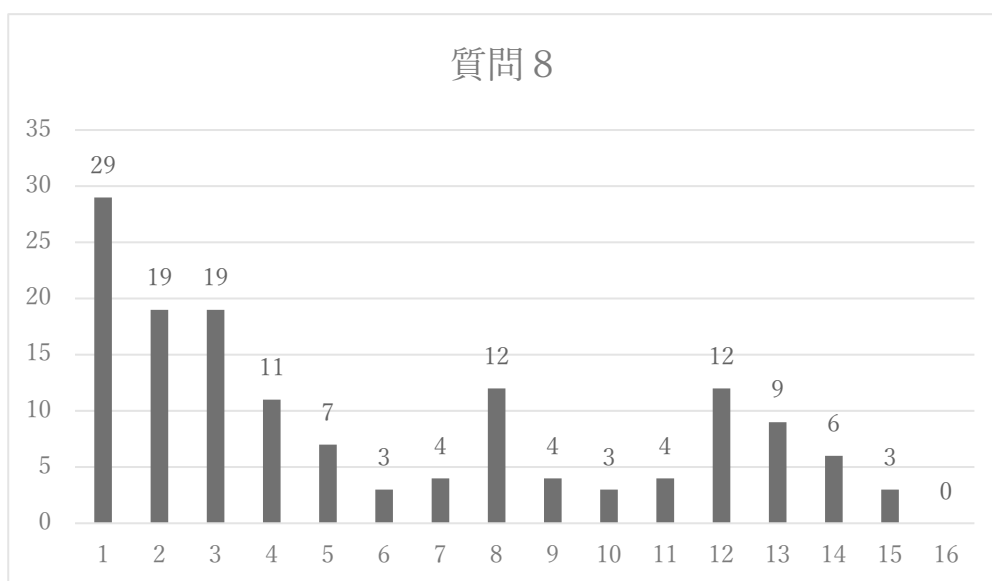


**図1 2年生から学ぶ各専門教科の基本的な現象の原理やしきみ、法則などを理解できましたか。**

- ①よくできた    ②できた  
 ③どちらともいえない  
 ④あまりできなかった



**図2 科目間の融合を意識して授業を行いました。科目間のかかわりや共通している基本的な原理や仕組みを意識できましたか。**  
 ①よくできた ②できた  
 ③どちらともいえない  
 ④あまりできなかった



**図3 「科学基礎」を通じて伸ばすことができた能力は何ですか。次のうちから当てはまるものを最大4つまで選び、番号で教えてください。**

(1) 未知の事柄への興味 (好奇心)	(2) 理科・数学の理論・原理への興味
(3) 理科実験への興味	(4) 観測や観察への興味
(5) 学んだことを応用することへの興味	(6) 社会で科学技術を正しく用いる姿勢
(7) 自分から取り組む姿勢 (自主性、やる気、挑戦心)	
(8) 周囲と協力して取り組む姿勢 (協調性、リーダーシップ)	
(9) 粘り強く取り組む姿勢	(10) 独自なものを創り出そうとする姿勢 (独創性)
(11) 発見する力 (問題発見力、気づく力)	(12) 考える力 (洞察力、発想力、論理力)
(13) 真実を探って明らかにしたい気持ち (探究心)	(14) 問題を解決する力
(15) 成果を発表し伝える力 (レポート作成、プレゼンテーション)	
(16) 国際性 (英語による表現力、国際感覚)	

【4】関連資料 資料3 基盤カリキュラム「科学基礎」参照

## 2 探究基礎 I

### 1 目的・仮説

高校理科で扱う基本的な実験・観察を通じて、実験の計画立案、準備、結果やデータの収集、考察、レポート作成など、探究に必要な基本的な知識・技能を学ぶことを目的としている。このような活動を通じて身につけたスキルは、2年次に取り組む科目「創造探究」での研究活動に役立ち、活動内容がより充実したものになることが期待できる。そのためには、探究基礎 I で実施するプログラムがこれらのスキルの養成にどの程度有効であるか、検証する必要がある。

仮説を次のように設定した。

探究基礎 I での学習活動を通じて、「創造探究」の取組に必要なスキルを養うことができる。

### 2 実施内容・方法

#### ◇SSH指定1年目

1 学期・・・生物分野「タマネギの鱗茎を用いて」(図1)

グループごとに仮説を立て、実験検証を行い、ミニ探究発表会(図2)を行った。

<仮説の例>

- ・外側の鱗片葉の細胞の方が、核が大きい。
- ・1枚の鱗片葉で細胞の大きさは、中央部>下部>上部となっている。

2 学期・・・物理分野「重力加速度の測定」

誤差を少なくするための工夫をテーマとして、各グループで実験・討議を行った。

3 学期・・・化学分野「滴定実験」

実験操作を学んだあと、定量的に実験を行うための手法を各グループで考えた。結果や考察を実験レポートとしてまとめた。

#### ◇SSH指定2年目

1 学期・・・【共通テーマ】単位、構造

生物分野では細胞の大きさの測定実験を、物理分野では重力加速度の測定実験を実施  
科学実験で扱う数値データにある単位を意識させる。

単位に関連して、測定の誤差について、有効数字の扱い、読み取り精度の大切さを扱った。  
構造について、化学結合、分子の構造、構造式、酵素活性と構造などを扱う

2 学期・・・【共通テーマ】変化、エネルギー

化学反応における量的関係、エネルギー保存則、環境変化と恒常性など、状態変化と平衡、  
安定の概念を統一的にとらえることを目標に、授業を展開した。

3 学期・・・【共通テーマ】環境

地球環境、環境中の物理化学的現象など、関連性を探しながら授業を展開した。生物分野  
では生態系の概念そのものに環境が含まれているのでやりやすい。

#### ◇基盤カリキュラムの特徴 「科学基礎」と「探究基礎 I」の連携

ONOリサーチプログラムの基盤カリキュラムのコアとなる科学基礎と探究基礎 I は互いにリンクして展開するよう工夫した(1 科学基礎の項も参照)。期間ごとに共通テーマを設定すること、共通テーマの視点に立った授業を展開することなどである。教科内容中心の展開が科学基礎、実験観察・セミナー中心の展開が探究基礎 I で、この点の区別は明確だった。一方、共通テーマへの焦点化の程度、生徒への意識づけには、有効な教材が見つからない場合やテーマ設定の妥当性など、今後、検討すべき課題が見つかった。

◇探究基礎Ⅰ 年間授業の記録【今年度(SSH指定2年目)】

期間	テーマ	内容	
1 学期	5月12日	ガイダンス	1年間の進め方など
	5月19日	生物実習(1)	マイクロメータの使い方(1)
	6月2日	生物実習(2)	マイクロメータの使い方(2)
	6月16日	物理実習(1)	測定データのばらつきと統計処理(1)
	6月23日	物理実習(2)	重力加速度の測定
	6月30日	理数セミナー	菌類の世界
	7月7日	化学実習(1)	硫黄の同素体
	7月14日	創造探究	課題研究とは何か。テーマ探し
2 学期	8月25日	SSH全国発表会	SSH生徒研究発表会のポスター発表から学ぶ
	9月1日	物理実習(3)	運動の法則
	9月29日	ICT	ロイロノートの使用実習
	10月6日	化学実習(2)	化学反応における量的関係
	10月13日	生物実習(3)	対向流系にみる体内環境の変化と恒常性
	10月27日	理数セミナー	法律と科学
	11月10日	生物実習(4)	ナッツ類の熱量測定(1)
	11月17日	生物実習(5)	ナッツ類の熱量測定(2)
	11月24日	理数セミナー	地球環境、プレゼンテーション実習
	12月1日	物理実習(4)	力学的エネルギー保存則(1)
	12月15日	理数セミナー	生命科学、科学のものの見方
	12月22日	化学実習(3)	中和滴定
3 学期	1月12日	生物実習(6)	乾性遷移
	1月19日	創造探究	創造探究ガイダンス(1)
	1月26日	創造探究	創造探究ガイダンス(2)
	2月2日	理数セミナー	天然化合物、女性研究者の生き方
	2月9日	創造探究	シンキングツール実習(ポスター作成)
	3月9日	理数セミナー	土壌と環境



図1 生物分野の実習



図2 ミニ探究発表会

### 3 効果・評価・検証

#### ◇実施内容について

探究活動に必要なスキルの習得は、探究的な実験や実習、観察を通じて育成される、という仮説に基づき、授業時数の半分を実験実習、観察に当てた。残りの時数は理数セミナー、創造探究（2年次に履修予定）への接続プログラムなどに割り当てた。一方、実験観察の種類を増やすことを重視したため、1年目に行ったミニ探究発表会を2年目には行わなかった。生徒の自己評価を見ると、『考察したことを発表したい』、『プレゼンテーションまでやってみたかった』という指摘があった。言語活動を含む生徒の主体的活動の教育効果を期待し、来年度はぜひ導入してみたい。

#### ◇取組の効果について

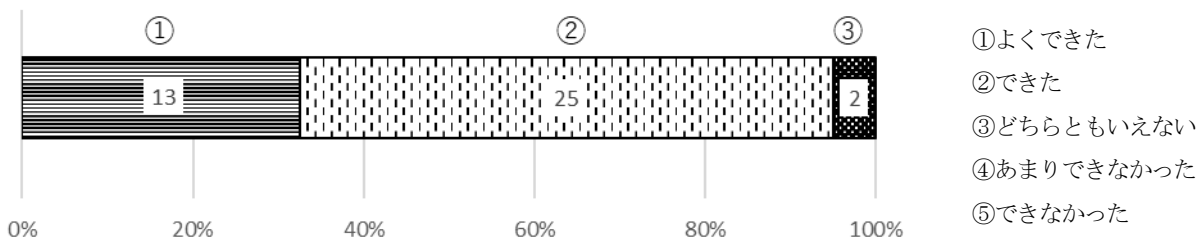
物体の運動、物質の粒子性と化学反応、細胞、エネルギーなど、探究基礎 I では科学の基礎的概念を深く理解する（知識で知っている段階から思考の前提となる段階へ）ことを目標としたが、1の回答では、このような概念に対する理解を深まったといえる。一方、2について、探究活動に必要なスキル習得の要素は授業中の活動に盛り込まれているにもかかわらず、よくできたとの回答がやや少なく、どちらともいえないとする生徒がやや多い。授業の狙いを明確にし、生徒が自覚できる工夫が必要だ。共通テーマによる活動の総括を学期ごとに実施するなどの工夫も必要だ。

理数セミナーでは、新しい知識や疑問に関する気づきが多く生まれ、また、学問領域に関する視野の拡大という自己の変容を認識（メタ認知）した生徒がほとんどであり、効果が大きい（詳細は5理数セミナーと高大連携の項を参照）。

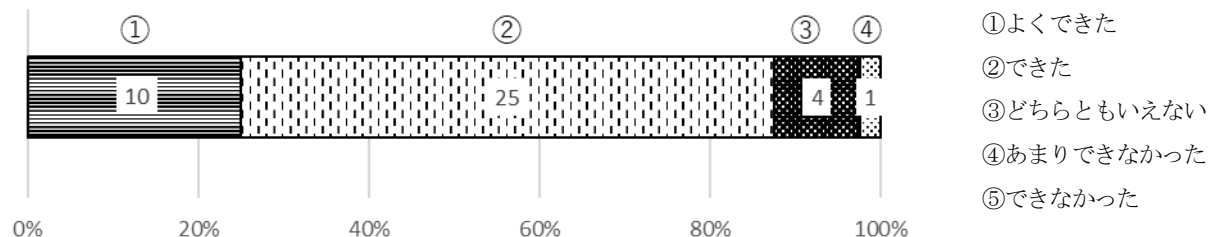
探究基礎 I では、生徒の好奇心、科学の理論や原理、しくみへの興味、実験観察への興味の3つを高めるのに効果があるといえる。

#### ◇探究基礎 I の取り組みを振り返って(生徒の自己評価)

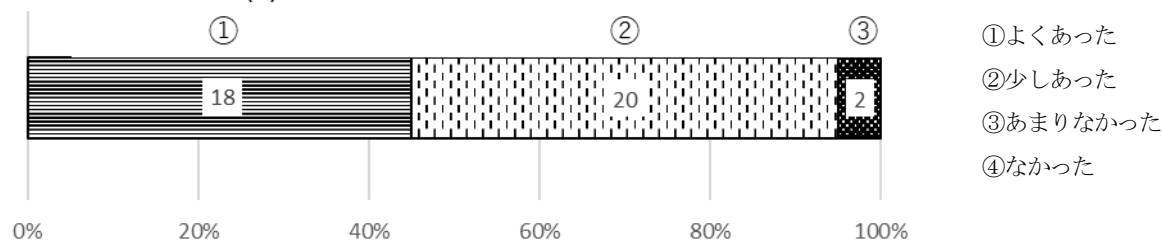
##### 1. 科学的現象の原理やしくみ、法則の理解



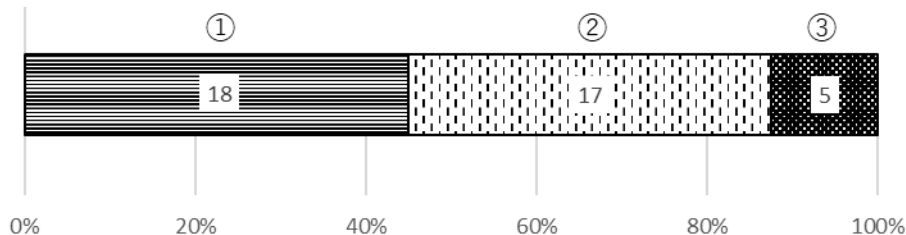
##### 2. 探究活動の基本的知識・技能の習得



##### 3. 理数セミナー (1) 疑問や課題の気づき

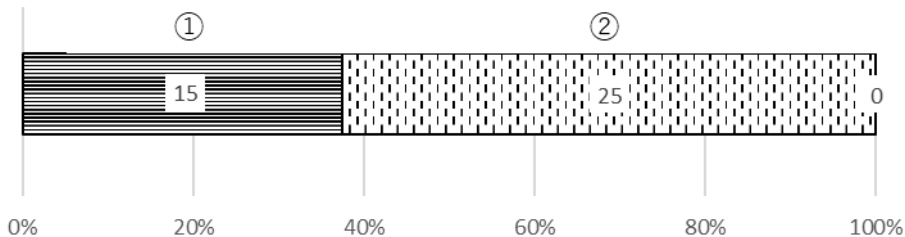


### 3. 理数セミナー (2)様々な分野の知識・見識

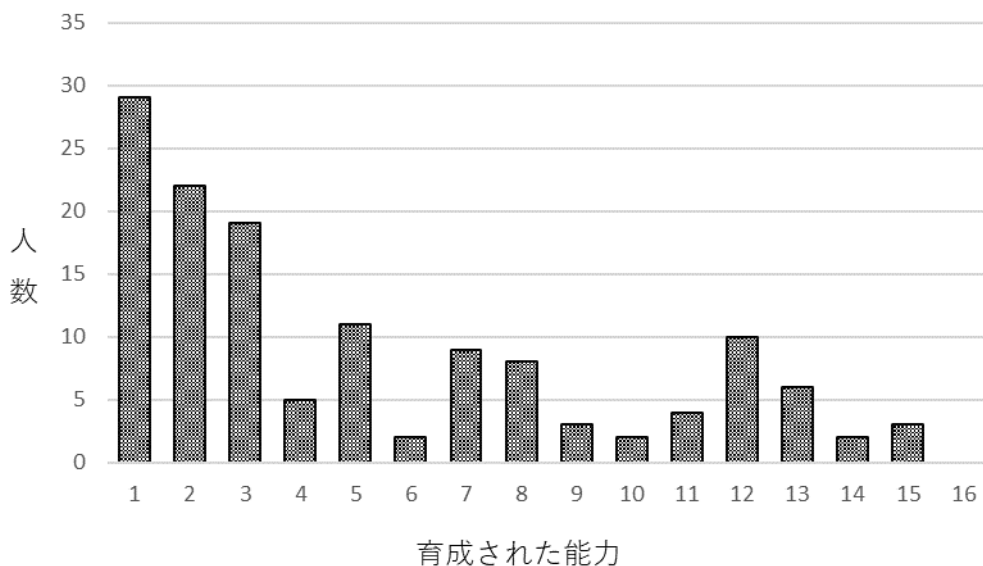


- ①よくできた
- ②できた
- ③どちらともいえない
- ④あまりできなかった
- ⑤できなかった

### 4. 全体総括



- ①充実していた
- ②だいたい充実していた
- ③どちらともいえない
- ④あまり充実していなかった
- ⑤満足できるものはなかった



- |                                    |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|
| (1) 未知の事柄への興味 (好奇心)                | (2) 理科・数学の理論・原理への興味         |
| (3) 理科実験への興味                       | (4) 観測や観察への興味               |
| (5) 学んだことを応用することへの興味               | (6) 社会で科学技術を正しく用いる姿勢        |
| (7) 自分から取り組む姿勢 (自主性、やる気、挑戦心)       | (8) 周囲と協力して取り組む姿勢 (協調性)     |
| (9) 粘り強く取り組む姿勢                     | (10) 独自なものを創り出そうとする姿勢 (独創性) |
| (11) 発見する力 (問題発見力、気づく力)            | (12) 考える力 (洞察力、発想力、論理力)     |
| (13) 真実を探って明らかにしたい気持ち (探究心)        | (14) 問題を解決する力               |
| (15) 成果を発表し伝える力 (レポート作成、プレゼンテーション) | (16) 国際性 (英語による表現力、国際感覚)    |

### 3 探究基礎Ⅱ

#### 1 目的・仮説

令和2年度はSSH主対象の令和元年度入学生（74回生）が2年生となり、「探究基礎Ⅱ」が新しく始まった。「探究基礎Ⅱ」は「創造探究」で行う課題研究をより深化させるために、課題研究の参考文献を探し、和訳して内容を課題研究に生かして、研究を充実させる。また、実験で課題研究をより深化させることを目的としている。

参考文献をきちんと読むことで、過去の論文に実験手法を学び、解決されていない問題点を発見し、より興味関心が高まり主体的に研究に取り組むことができる。また、コンピュータを駆使して高度な、かつ、他者に分かりやすい分析を行い、より深い考察とより分かりやすいプレゼンテーションができるようになる。と考える。

#### 2 実施内容・方法

1学期の前半は英語科教諭の協力のもと科学英語論文講読に取り組む。本年度は、基礎的な物理の英語論文を講読させる。この論文はAL Tの卒業論文を抜粋したもので、物理専門のAL Tが解説の授業を行った。「創造探究」で課題研究のテーマが決まり、本格的に研究が始まった頃に、研究班ごとに課題研究に係るある科学英語論文を探し、1学期後半は英語教師やAL Tの協力も得てその論文の和訳を行う。

2学期は関西学院大学より古澄教授に来ていただき、主成分分析等統計処理を行うフリーソフトRについてセミナーを開いた。その後、本校物理教諭がソフトRの実習を行った。その他、下記の表のように、エクセル、分子系統解析ソフトMEGA、地理的情報システムソフトQGISなどのソフトの実習を計画している。

表 2学期以降の取り組み

実施計画月	ソフト名	分野	目的	担当
9月	R	統計分析	多量のデータの複雑な処理技術を習得する	藤原 頌
10月	エクセル	グラフ作成、データ処理	エクセルの高度な処理を体得、効率的なデータ処理技術を体得する	高橋直久
11月	MEGAなど	バイオインフォマティクス	DNAなどのシーケンス解析を行う技術を身につける	藤原正人
1～2月	QGIS	地理的情報システム	分布図作成、地域ごとの集団構造グラフなどの作成方法を学ぶ	藤原正人

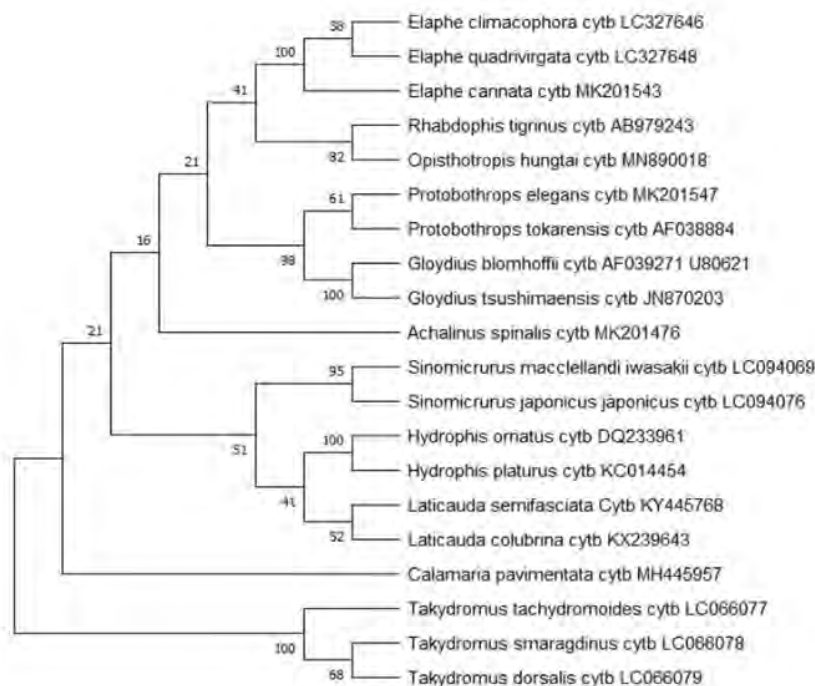


図1 生徒が作成したヘビ類の系統樹(バイオインフォマティクス)

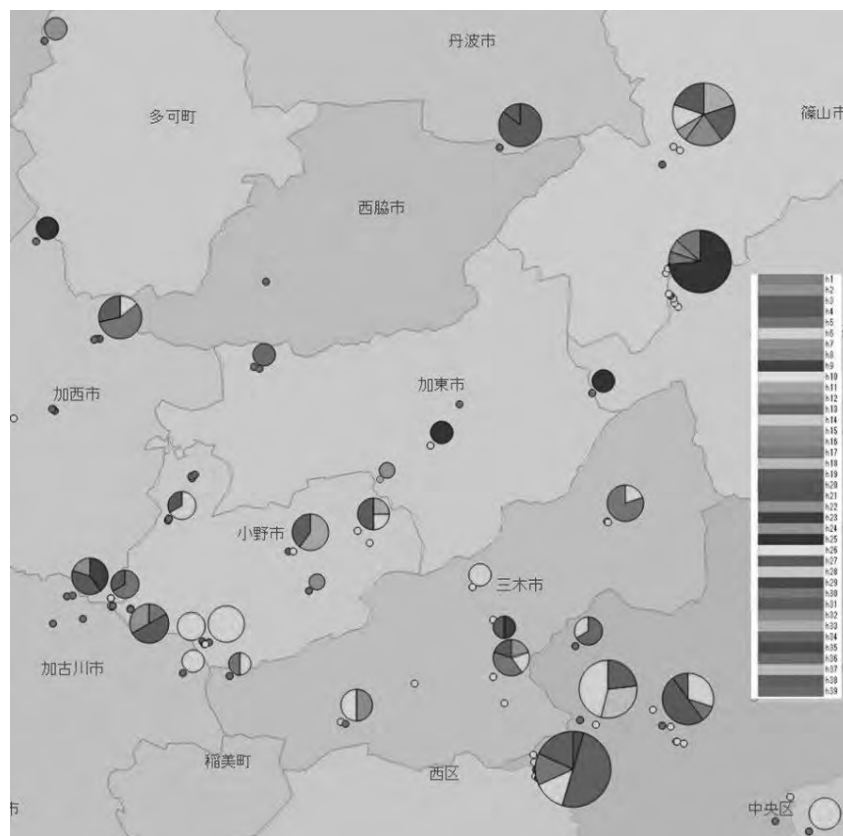


図2 生徒が作成した遺伝子集団構造図(地理的情報システムQGIS)

### 3 効果・評価・検証

今年度は6月までの休校の影響で前半の英語論文講読練習を物理分野のみとした。その後は夏休みの短縮等で時間をかけることができ、1学期後半は課題研究班ごとに自分たちの研究に関連した参考論文の検索、和訳に取り組んだ。1学期の評価は担当した英語教師がテスト問題を作成、評価した。

2学期からはほぼ予定通りに実施した。ただし、ソフトRに関しては当時まだネットワーク環境も悪く、パッケージ等のダウンロードが上手くいかなかった関係で主成分分析まで進まなかった。現在は1年生から各自自分のSurface Go 2等のタブレットを持っているので、来年度は予定通り実習ができると考えている。

「探究基礎Ⅱ」に関して行ったアンケートの結果を次ページに示す。また、実際に行ったアンケート用紙を付録1に掲載した。

科学論文の内容理解や英文ポスター作成の手法の習得について、図3に示すように科学論文の内容理解やポスター作成ができるようになったと多くの生徒が答えている。また、2学期から取り組んだ情報処理ソフトについては80%の生徒が理解できたと回答しており(図4)、その中でも、どの情報処理実習に興味関心を持ったかを聞いたところ、バイオインフォマティクス、地理的情報システムに半数を超える生徒が興味を示している(図5)。

内容別に行ったアンケートでは、約半数の生徒がバイオインフォマティクスに関心を示し、地理的情報システムQGISには2/3の生徒が関心を示した。60%を超える生徒がもっと自分で調べ、使ってみたいと答えている。「もっと早い時期に実習を受けていたら、課題研究の内容も違ったものになったかもしれない」というコメントもあり、来年度は実習の順番を考慮したいと考えている。



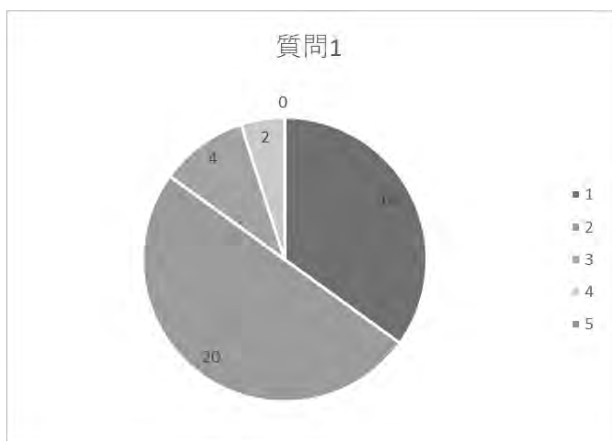


図3 科学論文作成など1学期の取り組み結果  
科学論文の内容理解や英文ポスター作成に必要な基本的知識や手法を身につけることができたか。

1:よくできた 2:できた 3:どちらともいえない  
4:あまりできなかった 5:できなかった

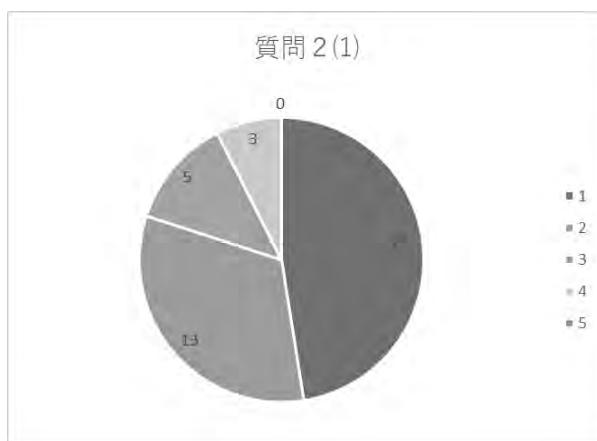


図4 探究活動に必要な基本的な知識や技能を身につけることができたか。

1:よくできた 2:できた  
3:どちらともいえない 4:できなかった



図5 実習に取り組んだ情報処理技術の中で興味を持ったもの

1、エクセル、2、R  
3、バイオインフォマティクス  
4、地理的情報システム

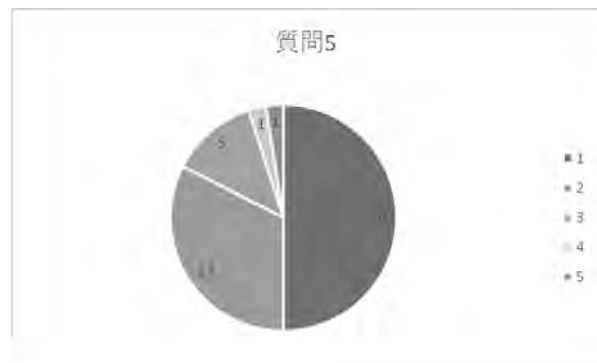


図6 「探究基礎Ⅱ」の活動全体を総合的に振り返ると

1:よく取り組むことができ充実していた  
2:まずまず取り組むことができ、大体満足している。3:どちらともいえない

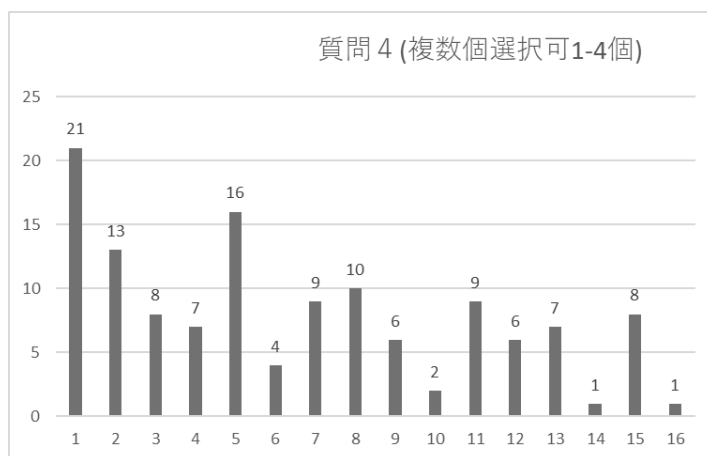


図6 科目「探究基礎Ⅱ」を通じて伸ばすことができた能力は

(1) 未知の事柄への興味(好奇心)  
(2) 理科・数学の理論・原理への興味  
(5) 学んだことを応用することへの興味  
(8) 周囲と協力して取り組む姿勢(協調性、リーダーシップ)  
(11) 発見する力(問題発見力、気づく力)  
(15) 成果を発表し伝える力(レポート作成、プレゼンテーション)

今年度の探究基礎Ⅱの取り組みを総括するためにアンケート調査を実施します。この一年間の活動を振り返り、きちんと記入してください。

1. 探究基礎Ⅱの時間に実施した英語の論文講読について、科学論文の内容理解や英文ポスター作成に必要な基本的知識や手法を身につけることができましたか。

①よくできた ②できた ③どちらともいえない ④あまりできなかった ⑤できなかった  
[ ]

2. 探究基礎Ⅱの時間に取り組んだエクセル、統計ソフト R、バイオインフォマティクス、地理的情報システムの実習を通して、(1)探究活動を行うために必要な基本的な知識や技能を身につけることができましたか。

①よくできた ②できた ③どちらともいえない ④あまりできなかった ⑤できなかった  
[ ]

- (2) 1:エクセル、2:統計ソフト R、3:バイオインフォマティクス、4:地理的情報システムの実習の中で、興味を持ったもの、ほぼ理解できたものを番号で選びなさい(複数回答可)

興味を持った [ ] およそ理解できた [ ]

3. 年間に数回程度を理数セミナーの実施にあてました。

- (1)理数セミナーを受講して、新しい疑問や課題に気が付くことができましたか。

①よくあった ②少しあった ③あまりなかった ④なかった  
[ ]

- (2)自分の興味関心がある分野だけでなく、多様な分野の知識や見識を身につけることができましたか。

①よくできた ②できた ③どちらともいえない ④あまりできなかった ⑤できなかった  
[ ]

4. 科目「探究基礎Ⅱ」を通じて伸ばすことができた能力は何ですか。次のうちから当てはまるものを最大4つまで選び、番号で教えてください。

- (1) 未知の事柄への興味 (好奇心) (2) 理科・数学の理論・原理への興味  
(3) 理科実験への興味 (4) 観測や観察への興味  
(5) 学んだことを応用することへの興味 (6) 社会で科学技術を正しく用いる姿勢  
(7) 自分から取り組む姿勢 (自主性、やる気、挑戦心)  
(8) 周囲と協力して取り組む姿勢 (協調性、リーダーシップ)  
(9) 粘り強く取り組む姿勢 (10) 独自なものを創り出そうとする姿勢 (獨創性)  
(11) 発見する力 (問題発見力、気づく力) (12) 考える力 (洞察力、発想力、論理力)  
(13) 真実を探って明らかにしたい気持ち (探究心) (14) 問題を解決する力  
(15) 成果を発表し伝える力 (レポート作成、プレゼンテーション)  
(16) 国際性 (英語による表現力、国際感覚) [ ]

5. 科目「探究基礎Ⅱ」の活動全体を総合的に振り返ると、あなた個人としては次のどれに該当しますか。

①よく取り組むことができ充実していた ②まずまず取り組むことができ、大体満足している  
③どちらともいえない ④満足できる点もあったが、総じてあまり取り組むことができなかった  
⑤満足できる取り組みはなかった。 [ ]

6. 科目「探究基礎Ⅱ」の活動で、取り組んでみたかったこと、取り組んだらよいと思うことがあれば、具体的に述べてください。

74回生 2年G組 [ ] 番 氏名 [ ]

## 4 創造探究

### 1 目的・仮説

生徒が自分の興味関心に基づいて課題研究のテーマを探し、高大連携や企業連携を活用しながら、地方の高校においても実現可能な支援体制として研究ファシリテーター制度を運用し、独創的で専門性の高い課題研究の実践を目指す。生徒の興味関心を元にテーマを決め、1年生で取り組む「探究基礎Ⅰ」また、同時に行われる「探究基礎Ⅱ」、さらに大学や企業等の研究者による指導助言を得ることで、より深化した課題研究を行うことができると考える。また研究内容が深くなることでその研究を進めるために基礎となる理科、数学、英語等の学習がより主体的になる。

### 2 実施内容・方法

#### (1) 令和元年度の取り組み

令和元年度の取り組みは旧カリキュラム「探究」（2年生2単位、3年生1単位）での実施で、SSHカリキュラムの1年次「科学基礎」「探究基礎Ⅰ」、2年次「創造探究」「探究基礎Ⅱ」を経験していない普通科科学総合コース2年生、3年生が対象であった。

##### (a) 2年生「探究」（2単位）

2年生は「探究基礎Ⅰ」を学んでいないので、テーマ探し、課題研究班の決定から始まった。昨年度末からガイダンスを行ってきたが、なかなか課題研究のテーマが決まらず、夏季休業前になっても課題研究が本格化しなかった班もあった。また、文献検索も不十分であった。研究ファシリテーターを活用し、また、理数セミナーでも課題研究について指導していただいた。10月の中間発表後には運営指導委員、およびOGの研究者の方に動画を見ながらプレゼンテーションとポスターについて指導していただいた。その結果、その後の外部発表会では格段にプレゼンテーション力は向上した。校内では10月にポスターによる発表会を行い、3月に口頭発表を計画したが新型コロナの感染拡大により中止した。

##### (b) 3年生「探究」（1単位）

2年次に「探究」（2単位）で取り組んだ課題研究を論文にまとめ、探究論文集を作成した。旧カリキュラムでは論文作成の指導時間を設けておらず、各担当教諭それぞれに委ねている。担当教諭によって指導方針がばらばらであり、改善の余地がある。論文は書式を統一、abstractを英文で書き、SSH担当の英語教諭に添削をお願いした。

#### (2) 令和2年度からの取り組み

##### (a) 「創造探究」（2単位）

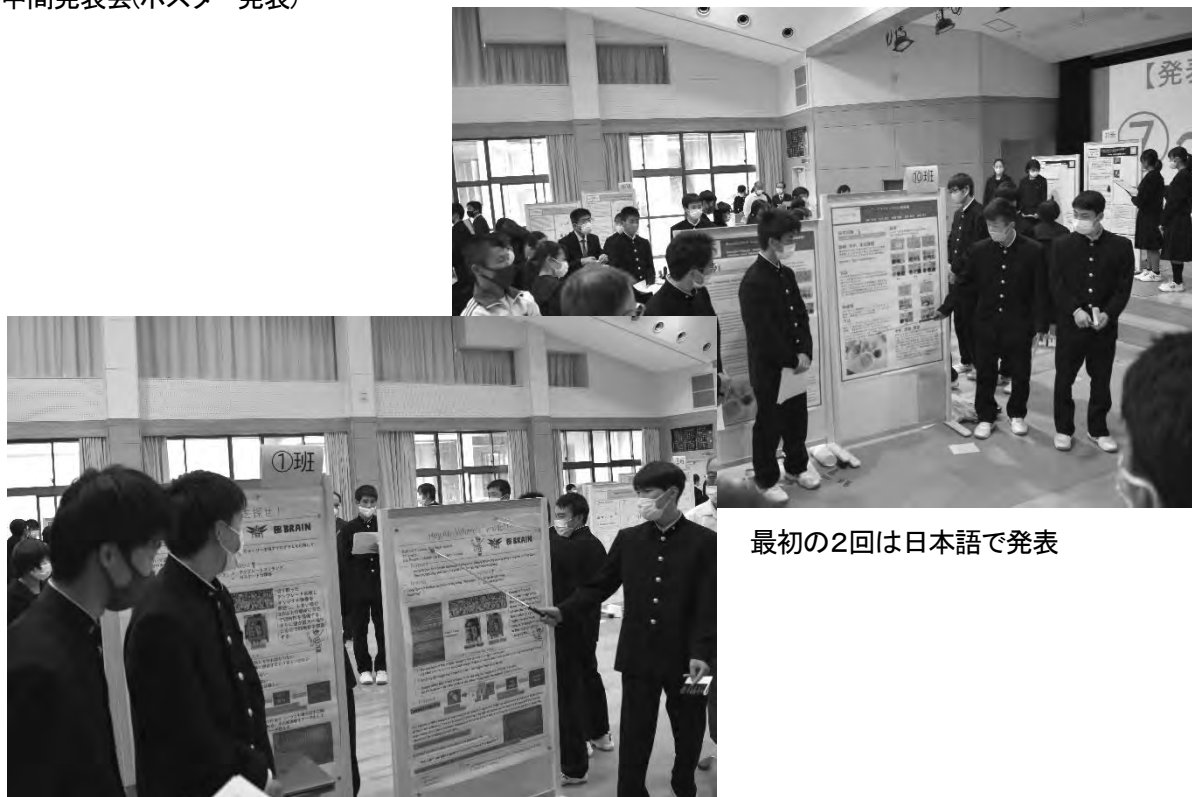
令和元年度入学生（74回生）までは、普通科科学総合コースであったものが、令和2年度入学生（75回生）から理数科である科学探究科に改編されたことにより教育課程が変更になった。また、令和元年度にSSH指定を受け、2年目となる今年度から普通科科学総合コース2年生で、SSHカリキュラムの「創造探究」がスタートした。1年生の「探究基礎Ⅰ」でミニ探究を行い、2年生では「探究基礎Ⅱ」で課題研究に関連した参考文献を和訳し、課題研究の参考にしてより根拠のある研究を行わせる。また、得られたデータ等の処理技術を「探究基礎Ⅱ」で学んだことにより、プレゼンに活かし、より深い考察を行えるように計画した。

「創造探究」では従来の「探究」より担当教諭を英語強化で一人、英語科教員を増やした。「探究基礎Ⅱ」でも英語科教員に入ってもらい、科学英語の強化を図った。「探究基礎Ⅱ」では論文講読を強化したが、「創造探究」では英語でのプレゼンテーションに取り組んだ。ポスター発表による中間発表会ではすべての課題研究班で日本語と英語によるポスターを作成、プレゼンテーションも日本語で2回、英語で1回行った。英語の発表では英語の先生だけでなくALTにも指導に入っていた。また、中間発表会では発表の様子を動画撮影し、後日動画を見ながら運営指導委員等の外部の専門家にプレゼンテーションの指導、ポスターの指導の機会を設けた。

課題研究の成果を発表する成果発表会は例年3月に行う予定で取り組んできた。しかし、今年度の新型コロ

ナによる休校の関係と、次年度から3年生で「国際探究」(2単位)があり、「国際探究」で科学英語等の取り組みについて課題研究を継続しながら行えることから、次年度から成果発表会は6月末に変更した。

### 中間発表会(ポスター発表)



最初の2回は日本語で発表

最後の1回は英語のポスターを用いて英語で発表

#### (b)「探究」(1単位)旧カリキュラム

73回生(3年生)は最後の旧カリキュラムでの実施で、1単位で前年度「探究」(2単位)で取り組んだ課題研究を論文にまとめた。従来通りabstractを英文で書き、年度末には探究論文集を作成した。また論文コンテストへの応募を勧めたが、昨年度末からの休校等の関係で成果発表会も中止され、また、課題研究も最後まで実験が進んでいない班もあり、早くから課題研究に取り組んでいたスマイレ班以外の参加はなかった。

④関係資料 5 科学総合コース(73回生) 探究テーマ一覧 参照

### 3 効果・評価・検証

旧カリキュラムの73回生「探究」では、1年生で探究について何も学んでおらず、テーマを決定するのに大変時間がかかったグループが多かった。また、時には夏休み後にテーマを変更したグループもあり、SSHカリキュラムはその点でも有効である。74回生は1年生の「探究基礎Ⅰ」で3学期には課題研究のテーマ、グループ分けが済んでおり、早いスタートがきれる予定であった。しかし、その後のコロナによる休校で課題研究のスタートは例年よりもさらに遅れた。

中間発表会は1か月延期して行った。中間発表会では前半英語のポスターも作成し、英語での発表にも取り組んだ。しかし、課題研究そのものが中間発表を行った11月でも実験結果が出ていない班も多く、発表は研究計画の発表にとどまった班もあった。また「探究基礎Ⅱ」で論文講読を行った関係で高度なテーマが増えたが、その反面、実験も高度になり、失敗が続き課題研究が進んでいない班もみられた。

今年度は「甲南大学リサーチフェスタ」(12月)、「サイエンスフェアin兵庫」(1月)「兵庫県立人と自然の博物館、共生の広場」(2月)のいずれかの外部発表会に参加を義務づけた。しかし、どの発表会もオ

ンラインまたはオンデマンドでの発表会となり、今一つプレゼンテーション能力が向上しているか疑問である。今後、学会等の高校生大会への参加を働きかけているが、しばらくは対面での発表会はなさそうで、ポスター制作・プレゼンテーション技術指導の機会を設けたが、その成果を図ることは難しい。

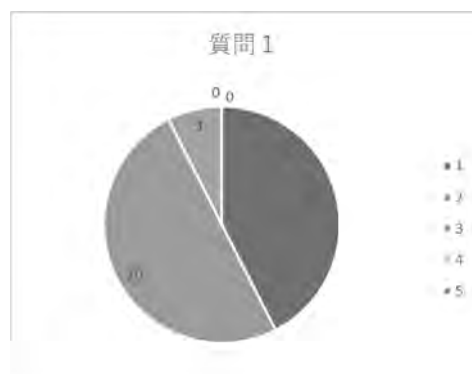
「創造探究」は中間発表会での運営指導委員による審査結果、「創造探究」の時間における課題研究への取り組み状況の担当の先生からの報告、外部発表会への積極的な参加状況等を参考にして評価している。しかし、本年度は義務づけた3発表会以外の参加はコロナの影響もあり全くなかった。

旧カリキュラムの「探究」(1単位)では論文作成を行ってきた。論文コンテストの応募を呼び掛けたが、前述のとおり、論文作成も大幅に遅れたためスマレ班以外に応募した班はなかった。スマレ班の論文「コミヤマスマレの謎を追う」(生物部共同研究)は第15回「科学の芽」賞努力賞、第18回高校生・高専生科学技術チャレンジ入選、第19回神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞優秀賞に輝いた。また、「第10回高校生バイオサミットin鶴岡」に参加、最優秀賞の一つである環境大臣賞を受賞した。

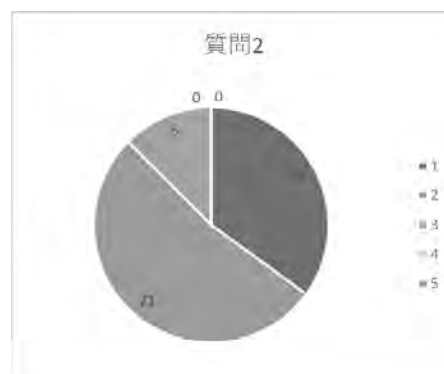
「創造探究」の初年度にあたって、その効果を知るためにアンケートを行った。アンケートを付録1に示す。アンケート結果を見ると、「創造探究」に取り組むことで90%以上の生徒の興味関心が深まり、研究の楽しさを感じたと回答しており、研究をする際にアイデアを出し合って探究活動を行ったと回答している(図1、図2)。また、義務づけた3発表会に関して、65%の生徒が積極的に自分たちの研究内容を発信し(図3)、約90%の生徒が「創造探究」での活動が充実して満足であったと回答している(図4)。コメントにも「班で協力して実験を計画的に進めることができた」「研究内容を分かりやすくプレゼンできた」「班員と楽しみながら内容のある議論ができた」など、課題研究を楽しんでいる様子がわかる。しかし、実際にはまだまだ研究結果が出てない班が多い中でのアンケートであり、課題研究が発展し、次年度には各班が積極的に外部発表会や論文コンテストに応募し活動してくれるものと期待している。

課題研究を行うことで、好奇心が育ち(約60%)、実験への興味が湧き(45%)、班の中で協力して研究している姿が感じられる(図5)。しかし、問題を解決する力が育ったと回答している生徒が0%である。課題研究においてまだ実験結果が得られておらず、まだまだ、考察仮説検証ができていない班がほとんどであることが原因かもしれないが、次年度に向けて詳細な分析が必要と思われる。

今年度は担当教師を英語教師1人増員した。また、ロジカルシンキングコーディネーターであり、MBA漫画家と活躍されている、かんべみのりさん(本校の卒業生)にしばしば生徒たちの活動をサポートしていただいた。しかし、探究担当教諭の関わり方や指導助言に関して様々な考え方があり、あまり関わらない教員もおり、今後、教員の指導力向上にも取り組む必要があると思われる。



**図1 興味や関心、探求、研究の楽しさを経験することができたか。**  
①よくできた ②できた  
③どちらともいえない



**図2 独創的な発想やアイデアを出し合い、活動に反映できたか。**  
①よくできた ②できた  
③どちらともいえない

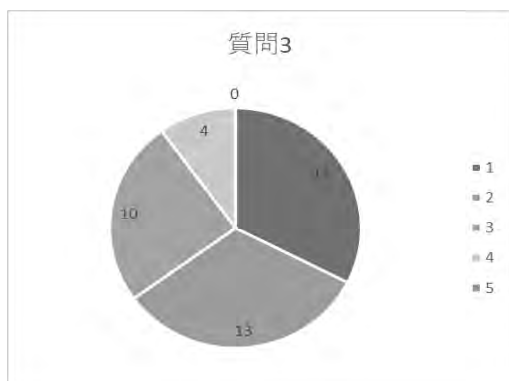


図3 調査・研究の成果を積極的に発信しましたか。

- ①よく発信できた
- ②大体発信できた
- ③どちらともいえない

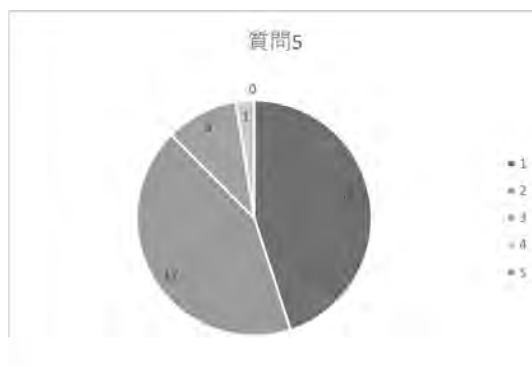


図4 活動全体を振り返ると、あなた個人としてはどれに該当しますか。

- ①よく取り組むことができ充実していた
- ②まずまず取り組むことができ、大体満足している
- ③どちらともいえない

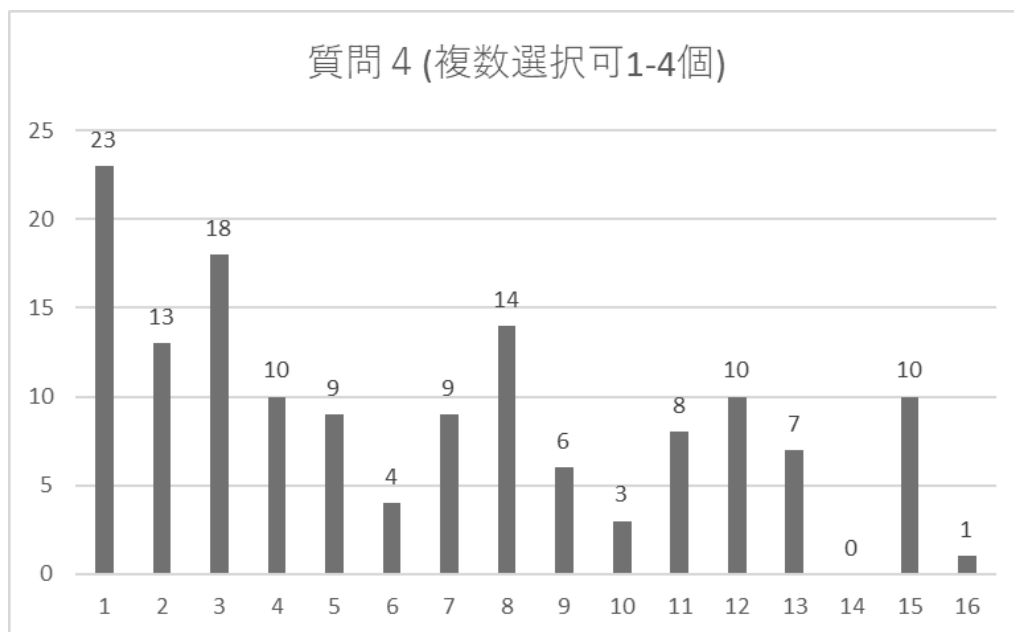


図5 伸ばすことができた能力は何ですか。

- (1) 未知の事柄への興味 (好奇心)
- (2) 理科・数学の理論・原理への興味
- (3) 理科実験への興味
- (4) 観測や観察への興味
- (5) 学んだことを応用することへの興味
- (6) 社会で科学技術を正しく用いる姿勢
- (7) 自分から取り組む姿勢 (自主性、やる気、挑戦心)
- (8) 周囲と協力して取り組む姿勢 (協調性、リーダーシップ)
- (9) 粘り強く取り組む姿勢
- (10) 独自なものを創り出そうとする姿勢 (独創性)
- (11) 発見する力 (問題発見力、気づく力)
- (12) 考える力 (洞察力、発想力、論理力)
- (13) 真実を探って明らかにしたい気持ち (探究心)
- (14) 問題を解決する力
- (15) 成果を発表し伝える力 (レポート作成、プレゼンテーション)
- (16) 国際性 (英語による表現力、国際感覚)



## 5 理数セミナーと高大連携

### 1 目的・仮説

大学等の研究機関や企業と連携し、講義や実習を通して、科学技術に関する興味・関心を高め、探究活動に積極的に取り組む姿勢や意欲をもった生徒を育てる。日常にありふれている自然現象に目を向ける科学の芽を養うための素養を身につけることができる。課題研究のテーマ探しの参考になるだけでなく、実験実習も行ってもらうことで、実験方法を学び、結果を発表することでプレゼンテーション力の向上を図る。

### 2 実施内容・方法

#### (1) 理数セミナー

大学教員や企業等の専門家、地域医療従事者など様々な分野から講師を招き、研究や職業に関する講義をしていただいた。さらに可能な内容であれば実験観察、および実習を指導していただいた。多くの生徒が知的好奇心を高めることができ、新たな視点にも気付くことになり、課題研究のテーマの参考にし、今後の進路について考える機会となった。また、研究者の姿勢を学び、研究の面白さについて知る機会になり、探究活動への意識を高めることもできた。

表 理数セミナー一覧（中止は新型コロナ拡大により実施できなかったもの）

対象	月	実施状況	分野	講師		所 属	備 考
1年	5月	対面	生物	奥田康仁	主任研究員	菌茸研究所	菌類(分解者)について
	6月	11月 zoom	生物	柘植知彦	准教授	京都大学化学研究所	植物の環境適応
	7月	中止	医学	藤中亮輔	外科医	北播磨総合医療センター	医師を目指すには、手術の実際
	9月	対面	法学	岡田知之	弁護士	京町法律事務所(神戸)	科学と法律
	10月	中止	経済	川邊 裕	JETRO	JETRO神戸	海外貿易と科学企業
	11月	対面	化学	馬場正昭	教授	京都大学大学院理学研究科	環境と化学
	12月	中止	工学	原田真二	元研究所長	元パナソニック研究開発グループ	電子デバイスの進歩
	1月	中止	数学	吉川昌慶	准教授	兵庫教育大学理数系教科	連分数
	2月	zoom	農学	田村純一 武田尚子	教授・PD	鳥取大学農学部	生物が持つ体内物質の利用 女性研究者の道
2年	5月	対面	A I	神戸 壽 かんべみのり	社長	ブレイン(株)	A I の利用
	6月	3月 zoom	生物	吉竹晋平	専任講師	早稲田大学教育総合科学学術院	生態系、分解者と環境、 土壌呼吸の測定
	7月	11月対面	脳科学	七五三木聡	教授	大阪大学大学院医学系研究科	視覚、錯覚と運動機能
	9月	対面	統計	古澄英男	教授	関西学院大学経済学部	主成分分析と統計処理ソフトR
	11月	対面	化学	馬場正昭	名誉教授	京都大学大学院理学研究科	炎色反応、沈殿反応実験と 実験結果発表プレゼン練習
	1月	中止	数学	吉川昌慶	准教授	兵庫教育大学理数系教科	誤り訂正符号と情報伝達
3年	7月	中止	心理学	森 秀樹	教授	兵庫教育大学社会系教科	探究を終えて



視野逆転眼鏡による実験1



視野逆転眼鏡による実験2





実験から「意識」と「反応（運動）」について解説



Zoomでの観察実習と講義風景



実験で得られた結果と考察のプレゼン練習

## (2) 高大連携学プログラム

毎年、京都大学ELCAS（科学体系と創造性がクロスする知的卓越人材育成プログラム）、大阪大学SEEDS（世界適塾の教育研究力を活かしたSEEDSプログラム）、神戸大を中心としたRootsの3つの大学プログラムへの参加を呼び掛けている。成績が優秀でないと参加できないが、令和2年度は3年生2名、1年生2名が参加した。

本校ではこの事業の一環として1年生で京都大学訪問、2年生で東京キャンパスツアー、大学出張講義を行っている。令和2年度は大学出張講義を除いて、中止となった。大学出張講義では、多くの講師の先生にオンラインで講義をして頂いた。また、令和2年度には兵庫教育大学理数系教科マネジメントコース笠原研究室に協力してもらい、生物選択者に対して遺伝子に関係したより高度な実験実習を行った。

(a) 京都大学訪問

目的 京都大学を訪問し、大学全体についての案内や学部説明、また、研究室を訪問することにより、大学での学問研究や学びについて理解を深め、高校での課題研究や学習との接続を考える。卒業生との交流を通して、自己の進路を深く考える機会とする。

訪問先 京都大学吉田キャンパス、京都大学薬学部キャンパス、京都大学医学部人間健康学科  
内容 吉田キャンパス本部見学

京都大学全体説明（場所：吉田キャンパス）

：京大理学研究科教授 馬場正昭先生

「薬学部コース」

薬学部の概要：薬学研究科長

薬学部での創薬研究の話：薬学研究科教授 高須先生

「人間健康系コース」希望者

災害看護（DMAT）について…佐藤隆平 助教（医学部人間健康科学科）

医学部人間健康科学科について

「理工系学部コース」

自然科学の専攻選択と化学専攻の紹介…馬場正昭 教授（理学研究科化学専攻）

理工学系研究室見学

各コース説明終了後

OBの構内案内、OBとの交流会など

(b) 東京キャンパスツアー

目的 大学見学、キャンパスツアーへの参加、卒業生との交流会などを通して、大学についての知識を深め、将来の進路選択にいかす。

訪問先 東京大学、慶應義塾大学、早稲田大学 等

内容（概略）：東京大学のキャンパス見学、または慶應義塾大学、早稲田大学等のオープンキャンパス参加、夜OB・OGを囲んでの交流会、年によっては研究室見学

(c) 大学出張講義

目的 複数の大学・学部の先生方に講義をしていただき、志望大学・学部を決める参考とし、また、先生方の分野の研究内容を聴くことで、生徒の興味関心を育てる。

令和2年度 74回生 大学出張講義一覧

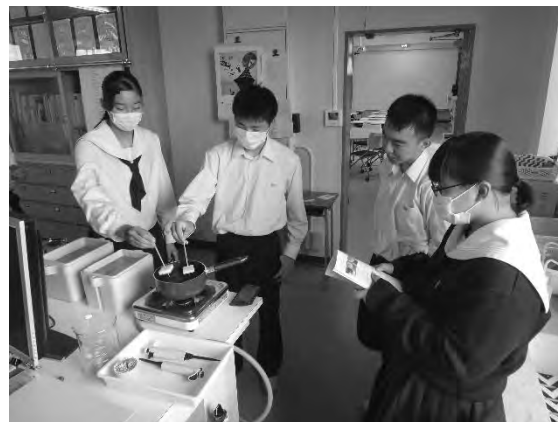
講座	文理	大学	学部(学科)	予定講義内容・先生のご専門	形式
1	文	神戸	法	刑法 ～事故と犯罪～	オンライン
2	文	神戸	国際人間	気候変動・海洋環境・炭素循環	オンライン
3	文	神戸	経営	ゲーム理論(組織の経済学)	対面
4	文	大阪	人間科学	グローバリズムと教育	対面
5	文	大阪	外国語	アジアの言語(タイ語専攻)	対面
6	文	兵庫県立	国際商経	組織行動論(人的資源管理論)	オンライン
7	文理	甲南	教職センター	教育学(教職教育)について	オンライン
8	文理	兵庫県立	看護	食べるしあわせを支える看護	オンライン
9	理	静岡	農	応用昆虫学(食う-食われるの相互作用)	対面
10	理	神戸	工	機械工学とエネルギー利用	対面
11	理	大阪	基礎工	細胞について(生物発想化学工学)	対面
12	理	京都	理	植物の生存戦略	オンライン
13	理	大阪	薬	薬剤学(薬物治療の最適化)	オンライン
14	理	神戸常盤	医療検査	臨床検査技師とは？ 死後硬直とは？	対面
15	理	神戸常盤	診療放射線	放射線を用いて、身体の中を見る！	対面

#### (d) 兵庫教育大学との連携

本校は兵庫教育大学と提携を結んでおり、大学院生の実験実習の受け入れや、本校の課題研究に対する指導助言、また、兵庫教育大学での実験実習も行っている。今年度は兵庫教育大学院生、向陽先生のもとでPCR法の原理を理解する実験や形質転換に、制限酵素等の実験を行い、その内容をオンライン授業支援ソフトのロイロノートを用いて、お互いに意見交換、考察を行い、内容を深めた。



実験結果はSurface Go 2で撮影記録共有する



PCR法の原理を学ぶ

### 3 効果・評価・検証

SSHの初年度の令和元年度は予定通り理数セミナーを行い、多数の大学教員や企業の専門家による講義、実習を行うことができた。令和2年度は上記の表のように新型コロナ拡大のため、多くの理数セミナーが中止となり、また、対面での開催ができず、おもにZoomを用いたオンライン講義となった。しかし、オンラインでも実験実習をプロジェクターから聞こえてくる指示に従い、また、講師の先生の手元の動きに注目し、実験観察を行うことができた。生徒はタブレットを一人一台持っているため、Zoomで画面共有することで、双方向でのやり取りが可能になる。対面に勝ることはないと思われるが、今後のセミナーのあり方も工夫次第でオンライン開催という方法も一つの方法になると思われる。特に海外の大学や、高校との連携を進めていく良い方法の一つと思われる。

今年度も生徒が科学の最先端に触れることで、関心や興味を広げることができた。そして探究することの大切さを直に感じ取り、非対象生徒より熱心に探究活動に積極的に取り組むようになったと思われる。理数セミナーでは毎回同じアンケート内容に答えさせたが、どのセミナーでも、表の2の項目(興味関心)においては①とてもよく当てはまる、②やや当てはまる の2つで100%に近い値となっている。また、5の項目ものの見方・考え方についても理数セミナーを受けることによってほとんどの生徒が変化している。SSH校に志望してくる生徒は、もともと物事に興味関心が強い生徒が多いとも思われるが、引き続き、主体的に学び、探究活動を行い、将来の研究者となるように計画していきたい。

#### 【自己評価】アンケート

1. 理数セミナーの内容を理解できましたか。  
①よく当てはまる ②やや当てはまる ③あまり当てはまらない ④当てはまらない ⑤わからない
2. 理数セミナーの内容に興味関心を持ちましたか。  
①よく当てはまる ②やや当てはまる ③あまり当てはまらない ④当てはまらない ⑤わからない
3. 自分なりに、物事を考えてみる事ができましたか。  
①よく当てはまる ②やや当てはまる ③あまり当てはまらない ④当てはまらない ⑤わからない
4. 実習では積極的に取り組むことができましたか。  
①よく当てはまる ②やや当てはまる ③あまり当てはまらない ④当てはまらない ⑤わからない
5. 講義・実習を通して、ものの見方や考え方が変わったと感じますか。  
①大きく変わった ②少し変わった ③特に変わらない ④わからない

## 6 校外研修など各種プログラム

### 1 目的・仮説

#### ■目的

物事を多面的に見て斬新な発想ができる創造性と地域から世界を俯瞰できる国際性とを有する人材の育成を目指し、本校国際経済科、北播磨地域の伝統産業企業、最先端企業、医療機関と連携した実践・研究モデルを開発する。

#### ■仮説との関係

目標や発想などの異なる様々な人との連携を通して、多様な価値観や考え方に触れ、物事を多面的に見て豊かな発想力が育つ。また、国際的な取組・連携を通して、北播磨地域の伝統産業企業、最先端企業、医療機関が世界との緊密なつながりの上に成り立っていることを体験することで、地方から世界を俯瞰する視点が持てるようになる。さらに、医療機関との連携を通して、医療や生命科学についての素養および使命感・倫理観が育成される。

#### ■期待される成果

世界を舞台に行動することに対する自信と意欲が高まり、将来、様々な組織と連携しながら、世界をリードする研究者や技術者が育つ。あわせて、科学技術と社会、経済活動との関係を熟知したバランスの取れた人材が育つ。

### 2 実施内容・方法

#### ◇令和元年度実施

#### (1) 脳・血管等分析体験研修

日 時：令和元年5月22日(水)

研修先：島津製作所 本社三条工場

対 象：第1・2学年 科学総合コース希望者8名

内 容：分析機器を用いて、脳やその他の組織の血流量や反応を探る方法を研修する。課題研究の際に、脳の働きや筋肉の動きに関して分析機器を用いて研究をしようと考えている生徒が、分析方法を体得し、課題研究での分析機器を用いた研究の可能性、また、その機器の使用方法等を島津製作所の専門家の方から学んだ。



#### (2) JICA関西・理化学研究所BDR研修

日 時：令和元年7月16日(火)

研修先：国際協力機構関西国際センター

理化学研究所生命機能研究センター

対 象：第1学年 科学総合コース 40名

内 容：JICAでは理系、医療系の海外協力隊員の講義を受講し、理化学研究所BDRではiPS細胞、発生生物学の研究の講義、研究室を見学して、研究への興味・関心を喚起させる。事前学習を行い、研究に関係する基礎知識について学んでおくようにした。



#### (3) 京都大学キャンパス研修

日 時：令和元年8月26日(月)

研修先：京都大学 吉田キャンパス、薬学部キャンパス 医学部人間健康学科 経済研究所

対 象：第1学年 希望者 80名

内 容：生徒の興味・関心を喚起し、自己の進路実現をより深く考える一助とするための各学部・研究所研修である。京都大学の歴史や求める人材についての全体説明後、本校OBである京都大学の学生に分野の違う4つのコースを案内してもらい、各コースの教授による授業体験、研究所の研究内容や機器について学んだ。



(4) 国際フロンティア産業メッセ2019研修

日 時：令和元年9月6日(金)

研修先：神戸国際展示場1号館・2号館

対 象：第2学年 科学総合コース 40名

内 容：産業メッセには県内だけでなく多数の企業がブースを設け、各企業の研究や新製品の紹介、また、最先端機器の説明等聞き、指導助言を受けて、キャリア形成の一助とし、また、現在すすめている課題研究をさらに高度な研究へと発展させる参考とした。



(5) 北播磨総合医療センター研修

日 時：令和元年11月17日(日)

研修先：北播磨総合医療センター

対 象：第1学年 科学総合コース 40名

内 容：北播磨総合医療センターの最新設備を見学することにより、自己の進路を深く考える機会とする。また、現在の最先端の医療設備について理解を深め、高校での学習との接続を考える。

◇令和二年度実施

(6) JICA関西、国際くらしの医療館・神戸研修

日 時：令和2年8月7日(金)

研修先：国際協力機構関西国際センター、国際くらしの医療館・神戸

対 象：科学探究科1年生40名

内 容：国際くらしの医療館では、歯髄再生治療(歯髄幹細胞による健康な歯の再生)の概要説明をして頂き、周術期医療に関する研究、開発説明、最先端の手術室・ICU、NICU展示室を見学した。JICA関西では、青年海外協力隊経験者の津田かおり先生から、マラウイ共和国での経験、日本の国際貢献について教えて頂いた。

	よくあてはまる	ややあてはまる	あまりあてはまらない	あてはまらない	わからない
1.内容は理解できたか	84.8%	15.2%	0.0%	0.0%	0.0%
2.内容に興味関心を持ったか	84.8%	12.1%	3.0%	0.0%	0.0%
3.自分なりに、物事を考えることができた	78.8%	21.2%	0.0%	0.0%	0.0%
4.平素の授業への取組みに対する意欲が高まった	84.8%	15.2%	0.0%	0.0%	0.0%
5.自分でもっと調べてみたいという意欲が高まった	81.8%	18.2%	0.0%	0.0%	0.0%



(7) 伊東電機施設見学研修

日 時：令和2年8月21日(金)

研修先：伊東電機株式会社 加西工場

対 象：第2学年 普通科科学総合コース 40名

内 容：加西市を拠点に国内外で物流を展開する伊東電機によるパワーモータ技術を見学した。

パワーモータとは制御基板で起動・停止、スピードの可変、回転方向変更、エラー出力信号のアウトプットなど制御が充実した最先端機器のDCモーターで、最先端の技術について説明して頂いた。

生徒の感想

- ・最新の商品リモートでも、動かせるということで、効率の向上を常に目指されていました。画期的な商品を制作するには、新たな発想と課題を発見し、分析、改善を一つずつ丁寧に行い、商品の精度を着実に上げていくことが重要だと思いました。また、他社にはない強みを取引先にいかにアピールできるかという面では営業の仕事の役割は大きいと思いました。これは研究において、発表を頑張り、研究成果をわかりやすく伝えることと一致していました。

	よくあてはまる	ややあてはまる	あまりあてはまらない	あてはまらない	わからない
1.内容は理解できたか	60.9%	39.1%	0.0%	0.0%	0.0%
2.内容に興味関心を持ったか	73.9%	26.1%	0.0%	0.0%	0.0%
3.自分なりに、物事を考えることができた	60.9%	39.1%	0.0%	0.0%	0.0%
4.平素の授業への取組みに対する意欲が高まった	52.2%	43.5%	4.3%	0.0%	0.0%
5.自分でもっと調べてみたいという意欲が高まった	52.2%	39.1%	8.7%	0.0%	0.0%



#### (8) 国際フロンティア産業メッセ2020研修

日 時：令和2年9月4日(金)

研修先：神戸国際展示場

対 象：科学探究科1年生40名

内 容：企業や大学・研究機関による先端技術の紹介や新事業創出の基盤となる製品展示を中心に基調講演、特別講演が行われた。生徒らは、興味を持っているブースに自由に参加し、企業・大学の研究開発者と直接触れ合う機会となり有意義な一日となった。

	変化を実感した	やや変化を実感した	どちらともいえない	あまり変化を実感していない	変化を実感していない
1.大学や企業の取り組みが社会とどのように関わっているか、考えるようになった。	71.1%	26.3%	2.6%	0.0%	0.0%
2.大学や企業の人とコミュニケーションをすることで自分の知識や視野が広がった。	60.5%	26.3%	13.2%	0.0%	0.0%
3.学問や研究に対する興味関心が高まった。	71.1%	28.9%	0.0%	0.0%	0.0%
4.日常の授業へ取り組み意欲が高まった。	39.5%	39.5%	15.8%	5.3%	0.0%
5.自分でもっと調べてみたいという意欲が高まった。	52.6%	31.6%	15.8%	0.0%	0.0%



#### (9) 神戸医療産業都市見学、最先端医療研修

日 時：令和2年9月4日(金)

研修先：伊東電機株式会社 加西工場

対 象：第2学年医歯薬・生命科学系の進学希望者

内 容：神戸大学の青井貴之先生から、これまでの医師、研究者としての経験をお話し頂き、生徒らにとってよい機会となった。青井先生は、京都大学再生医科学研究所（山中伸弥研究室）にて2005年からiPS細胞に関する研究をされており、iPS細胞応用分野について熱心に教えて頂いた。

青井先生、神戸大学医学部の学生、神戸薬科大学の本校OB・OGとの座談会では、普段疑問に思っていることや、研究に関すること、進路相談など、生徒の積極的な質問に、熱心に答えて頂いた。

生徒の感想

- ・iPS細胞の更なる可能性を感じたと共に医師になりたいという思いが一層強くなりました。iPS細胞を初めて、知ったときに感じた衝撃は今でも忘れられず、様々な治療が開始されているのでとても嬉しく思います。医学部進学に向けて頑張りたいです。

	よくあてはまる	ややあてはまる	あまりあてはまらない	あてはまらない	わからない
1.内容は理解できたか	70.0%	30.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2.内容に興味関心を持ったか	90.0%	10.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3.自分なりに、物事を考えることができた	90.0%	10.0%	0.0%	0.0%	0.0%
4.平素の授業への取組みに対する意欲が高まった	90.0%	10.0%	4.3%	0.0%	0.0%
5.自分でもっと調べてみたいという意欲が高まった	70.0%	30.0%	0.0%	0.0%	0.0%



#### (10) A I 企業ブレインと連携しての課題研究

西脇市のA I 企業である株式会社ブレインと連携して、神戸壽社長、開発研究者の初田真幸さんに課題研究の指導助言を継続的に頂いた。現3年生の住本圭くんは「冷蔵庫内の食品の解析管理～画像認識システムの実践的利用～」について研究を行い、令和元年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会をはじめ、多数の発表会に参加した。現2年生のA I 班（太田蓮真くん、岸本敬詞くん、後藤心榮くん）は画像認識を用いてウォーリーを検出する手法を開発し、この技術を応用して野鳥のカウントを試みている。A I 班は、甲南リサーチフェスタにおいて、審査員特別賞を受賞した。株式会社ブレインから、画像認識や機械学習をはじめ、さまざまな面で探究活動の指導をして頂いている。

### 3 効果・評価・検証

物事を多面的に見て斬新な発想ができる創造性と地域から世界を俯瞰できる国際性とを有する人材の育成、とい理念に基づき、伝統産業プログラム、産業技術プログラム、A I 企業ブレインと連携しての課題研究、医療・生命科学プログラムを実施した。伝統産業プログラムでは、北播磨の伝統産業である「播州そろばん」と脳の活性化の研究に向けて島津製作所にて、近赤外線脳機能イメージング装置体験に参加した。この研究は、本校のビジネス探究科のコミュニティデザイン類型（地域と連携しながら地域の活性化という手法を学ぶ）と連携して、今後、脳の活性化とそろばんとの関係を探る研究を行いたい。

産業技術プログラムでは、地元最新技術企業である伊東電機株式会社にて、最先端のローラー式モーター工場の見学と制作体験をした。第2学年を対象としたもので、科学技術分野への興味・関心を高めることができた。ブレイン株式会社と連携しての課題研究を継続的に行うことができた。A I に興味を持つ生徒が増え、進学先でも情報工学をはじめ、理系に進学する生徒が増えた。国際フロンティアメッセでは、研究者や技術者と話をする機会が多くあり、同じ時間を共有し、最先端の産業技術について教えて頂いた。学問を学ぶ面白さ、自ら学びたいという主体性を高めることができた。医療・生命科学プログラムでは、北播磨総合医療センター、国際くらしの医療館・神戸、神戸大学医学研究科青井研究室にて、施設見学や講義、質問会を実施した。科学探究科1年生では、臨床医学志向が高くなった（7.メタ認知研究 理科活用性志向③臨床医学志向を参照）。このプログラムを通じて、科学技術分野の興味・関心、理科の活用志向性を高めたい。また、探究活動において、主体的に取り組み、発展させたい。今年度は、新型コロナウイルス感染拡大のため、多くの校外研修活動が中止になったため、来年度は多くの研修を実施できるようにプログラムを考えたい。

## 7 メタ認知研究

### 1 目的・仮説

メタ認知的活動は、メタ認知的モニタリング、メタ認知コントロールの2つの要素に分けることができる。メタ認知的モニタリングとは、認知状態をモニターすることである(三宮、2008)。例えば、「ここがよくわからない」「なんとなくわかっている」といった認知についての気づきや感覚、「この質問には簡単に答えられそうだ」といった認知についての予想、「この解き方でいいのか」といった認知の点検、「この部分が理解できていない」といった評価などがある。メタ認知的コントロールとは、認知状態をコントロールすることである。例えば、「完璧に理解しよう」といった認知の目標設定、「簡単などころから始めよう」といった認知の計画、「この考え方では上手くいかないから、他の考え方をしてみよう」といった認知の修正などがある。また、メタ認知的活動を行うための因子として自己効力感がある。自己効力感とは、課題を達成するための自分の能力に対する期待である。「自分にはできる」という自信を持てば、やる気が出るため、行動を起こし、少々のことでは諦めずに頑張ることができる。自己効力感は、メタ認知的側面の自己調整学習方略だけでなく、動機づけの側面の内発的調整方略を促している。この自己効力感についても分析する。メタ認知力は学習に大きな影響を与えること、すなわちメタ認知を有効にはたかせられる人は問題解決や学習を効率的に遂行できることが明らかになってきている。メタ認知力をつけることが理数的な力の獲得につながることを検証したこれまでの研究(草場2010等)をもとに、認知心理学的なアプローチにより、高い科学的リテラシーを有する人材を育成する。

昨年度に引き続き、本校のSSH運営指導員である高知大学教育学部の草場実准教授との共同研究を実施し、『メタ認知をどのように評価していくのか～オンラインメソッドによるメタ認知の評価』に関する研究を進展させ、『探究的な学びに関する調査』に取り組んだ。また、生徒が自己の行動や思考を客観的に評価する「メタ認知ルーブリック」を開発する。これを用いて日々の授業、課題研究、体験活動等における自己の思考や行動を科学的に分析・評価・修正することで、生徒の思考や行動を検証する。

### 2 実施内容・方法

昨年度、科学的探究活動におけるメタ認知を捉えるために、生徒による自己評価、研究グループによる他者評価、研究グループ担当教員による評価を行った。普通科科学総合コース2年生、3年生の自己評価と教師評価、相互評価の相関係数を示す。

#### ◆ 2年生の自己評価と教師評価、相互評価の相関係数(令和元年度実施)

	仮説設定	検証計画立案	観察・実験実施	結果の処理	考察・推論
自己評価と教師評価の相関係数	0.09	0.44	0.37	0.48	0.47
自己評価と相互評価の相関係数	0.41	0.41	0.57	0.44	0.44

この結果より、2年生の自己評価と他者評価(教師、相互)は、かなりの割合で一致することが分かった。自己評価と教師評価に有意な正の相関が認められたのは、「仮説の設定」を除くすべての科学的探究能力であった。教師は妥当な評価ができていると仮定するならば、多くの生徒は自分の能力を正確に評価できている、すなわちメタ認知ができていると考えられた。

#### ◆ 3年生の自己評価と教師評価、相互評価の相関係数(令和元年度実施)

	仮説設定	検証計画立案	観察・実験実施	結果の処理	考察・推論
自己評価と教師評価の相関係数	-.020	-.110	-.072	-.060	.072
自己評価と相互評価の相関係数	.108	.276	.158	.120	.259

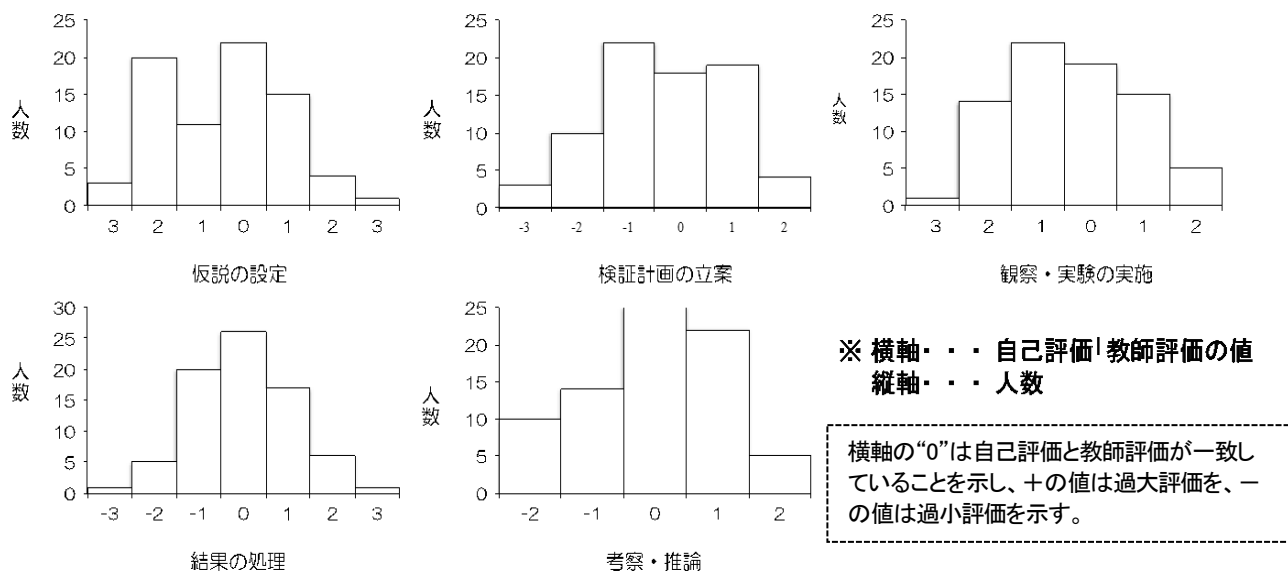
この結果より、3年生における自己評価と他者評価(教師、相互)では、一貫して統計的に有意な相関関係が見出せなかった。教師が正確に生徒の科学的探究能力を評定できているものと仮定すると、自己評価と教師評価が一致していないことは、生徒が自分の能力を正しくメタ認知できていないことを意味する。また、相互



評価も自己評価と一致しない傾向があった。このことは、生徒間での評価も妥当でないことを示唆する。(相互評価と教師評価の間の相関関係も調べたが、すべての組み合わせで有意な相関が認められなかった。)

#### ◆ 自己評価と教師評価のズレの分布

前ページに示したように、自己評価と他者（教師、相互）評価には部分的に正の相関が認められたが、必ずしも強い相関ではなかったことから、自己評価と他者評価が大きくずれている生徒がいることが考えられる。そこで、自己評価と教師評価にどの程度ズレがあるのかを検討した。



この結果より、自己評価と教師評価の差分が0である生徒が最も多いことが読み取れる。そのため、教師が妥当な評価ができていると仮定するならば、割合でいうと正確にメタ認知ができている生徒が最も多いと考えられる。

場面別に見ると、「観察・実験の実施」では過大評価する生徒は少ないことが読み取れる。一方、「仮説の設定」や「考察・推論」では、過小評価する傾向のある生徒から過大評価する傾向のある生徒まで存在することが読み取れる。これらのいわゆる“思考力”を反映していると考えられる場面では、自己の能力を過大評価しやすい傾向があるものと考えられる。

#### ◆ 自己評価のバイアスの一貫した個人差

次に、ある場面で過大評価（過小評価）する生徒は、他の場面においても一貫して過大評価（過小評価）をする傾向があるのかを検討した。分析の方法には因子分析という手法を用いて分析を行った。その結果、ある場面で過大評価（過小評価）する生徒は、他の場面においても一貫して過大評価（過小評価）をする傾向があることが明らかになった。これは個人の特性として考えることができる。また、自己愛傾向が高い生徒ほど、過度に肯定的に歪んだメタ認知を持っていることが明らかになった。このことから、生徒のパーソナリティの個人差によって、科学的探究能力についてのメタ認知が歪んでしまうことが明らかになり、教員評価や相互評価によりメタ認知を正確に捉えることが難しいことがわかった。

昨年度の研究を踏まえて、探究活動や理科の授業を通じた探究的な学びに関する調査を行った。昨年度の観察・実験に対する興味に加え、観察・実験における方略、観察・実験に対する自己効力感、理科の活用志向性についての項目を追加した。観察・実験に対する興味については経年比較と学年間での比較を行った。

### 3 効果・評価・検証

#### I. 探究的な学びに関する調査について

##### (1) 測定変数

##### 1 理科に対する価値

###### ① 興味価値

定義：理科に対する面白さや楽しさ

###### ② 利用価値

定義：日常生活における理科の役立ち

##### 2 観察・実験に対する興味

###### ① ポジティブ感情

定義：観察・実験に対する面白さや楽しさの強度

###### ② 体験志向

定義：観察・実験における体験に関する価値の志向性

###### ③ 思考活性志向

定義：観察・実験における思考活性に関する価値の志向性

##### 3 観察・実験における方略

###### ① 手順遵守方略

定義：観察・実験において教師の指示やルールに従う方略

###### ② 協働的方略

定義：観察・実験において他者と協力する方略

###### ③ モニタリング方略

定義：観察・実験において課題解決の方法を振り返る方略

###### ④ 関連付け方略

定義：観察・実験において既習事項と関連付ける方略

##### 4 観察・実験に対する自己効力感

定義：観察・実験を行うことができる自信や信念

##### 5 理科の活用志向性

###### ① 職業活用志向

定義：理科で学んだことを将来の職業選択に生かそうとする志向性

###### ② 日常活用志向

定義：理科で学んだことを日常の生活に生かそうとする志向性

###### ③ 臨床医学志向

定義：理科で学んだことを医学系の職業に生かそうとする志向性

(2) 測定結果の概要

令和2年度

	とりうる値の範囲		1年生 科学探究科			2年生 理系			2年生 科学総合コース			3年生 科学総合コース		
	最小値	最大値	人数	平均値	標準偏差	人数	平均値	標準偏差	人数	平均値	標準偏差	人数	平均値	標準偏差
理科に対する興味														
興味価値	1.00	5.00	40	4.08	(0.60)	85	4.00	(0.76)	36	3.99	(0.95)	37	3.91	(1.00)
利用価値	1.00	5.00	39	4.29	(0.65)	83	4.02	(0.57)	37	3.75	(0.94)	37	3.87	(0.76)
観察・実験に対する興味														
ポジティブ感情	1.00	5.00	39	4.24	(0.58)	83	4.05	(0.63)	36	4.02	(0.92)	37	3.92	(1.07)
体験志向	-3.00	3.00	39	0.10	(0.31)	83	0.16	(0.28)	36	0.14	(0.24)	37	0.13	(0.28)
思考活性志向	-3.00	3.00	39	-0.07	(0.33)	83	-0.12	(0.32)	36	-0.07	(0.21)	37	-0.07	(0.22)
観察・実験における方略														
手順遵守方略	1.00	5.00	40	4.55	(0.62)	84	4.45	(0.49)	37	4.42	(0.78)	37	4.33	(0.78)
協働的方略	1.00	5.00	40	4.59	(0.50)	84	4.35	(0.53)	36	4.32	(0.77)	37	4.22	(0.75)
モニタリング方略	1.00	5.00	40	3.77	(0.84)	85	3.74	(0.76)	36	3.80	(0.83)	37	3.79	(0.92)
関連付け方略	1.00	5.00	40	4.13	(0.72)	85	3.99	(0.67)	37	3.98	(0.88)	37	3.96	(0.93)
観察・実験に対する自己効力感														
観察・実験に対する自己効力感	1.00	5.00	39	4.00	(0.66)	85	3.97	(0.68)	37	3.92	(0.93)	36	3.88	(0.98)
理科の活用志向性														
職業活用志向	1.00	5.00	40	3.38	(1.03)	85	3.01	(0.97)	36	2.91	(1.39)	37	2.83	(1.29)
日常活用志向	1.00	5.00	40	4.02	(0.56)	83	3.66	(0.70)	36	3.63	(1.04)	37	3.48	(1.08)
臨床医学志向	1.00	5.00	40	2.98	(1.22)	85	2.54	(1.24)	37	2.61	(1.41)	37	2.42	(1.24)

令和元年度

	とりうる値の範囲		1年生 科学総合コース			2年生 理系			2年生 科学総合コース			3年生 科学総合コース		
	最小値	最大値	人数	平均値	標準偏差	人数	平均値	標準偏差	人数	平均値	標準偏差	人数	平均値	標準偏差
観察・実験に対する興味														
ポジティブ感情	1.00	5.00	40	4.19	(0.57)	101	3.83	(0.65)	36	4.10	(0.76)	36	3.96	(0.57)
体験志向	-3.00	3.00	40	0.14	(0.30)	101	0.30	(0.38)	36	0.10	(0.32)	36	0.24	(0.39)
思考活性志向	-3.00	3.00	40	-0.14	(0.30)	101	-0.16	(0.45)	36	-0.03	(0.37)	36	-0.17	(0.40)

※1) 「体験志向」「思考活性志向」の得点は、正の値ならばその傾向が他の志向性よりも相対的に強いことを、負の値ならば弱いことを示す。

※2) 各要素の得点の算出の仕方は以下のとおりである。

(3) 各調査項目の平均値比較（経年比較）

■観察・実験に対する興味の比較

【現2年生 普通科科学総合コース】1年次と2年次の比較

【現3年生 普通科科学総合コース】2年次と3年次の比較

検証方法

・t検定 …2群の平均値について統計的な有意差（実質的に意味のある差）があるかを検証する。

分析方法

→有意差がある場合は「有意差あり」、有意差がない場合は「有意差なし」と記載している。

両側検定とする。

・効果量 …差の大きさを示す統計量（以下の基準を目安としている）

→「効果量 小」  $d = 0.20$

「効果量 中」  $d = 0.50$

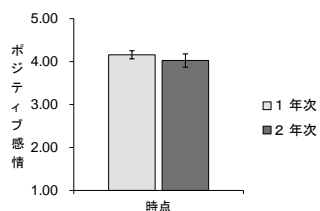
「効果量 大」  $d = 0.80$

◆普通科科学総合コース：【現2年生】1年次と2年次の比較

① ポジティブ感情

t 検定の結果 → 有意差なし

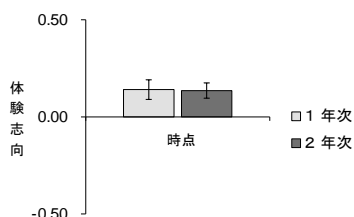
$t(35)=0.91, p=.359, d=0.18$



② 体験志向

t 検定の結果 → 有意差なし

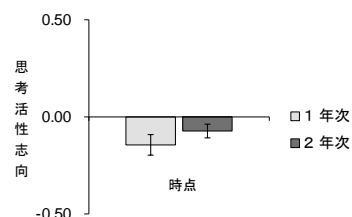
$t(35)=0.11, p=.917, d=0.02$



③ 思考活性志向

t 検定の結果 → 有意差なし

$t(35)=1.28, p=.208, d=0.26$



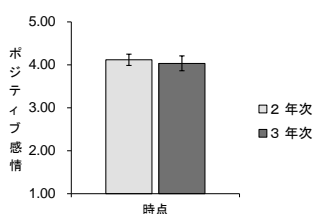
ポジティブ感情、体験志向、思考活性志向のすべてにおいて、有意差は見られなかった。

◆普通科科学総合コース：【現3年生】2年次と3年次の比較

① ポジティブ感情

t 検定の結果 → 有意差なし

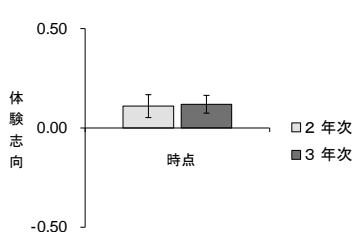
$t(35)=0.52, p=.608, d=0.10$



② 体験志向

t 検定の結果 → 有意差なし

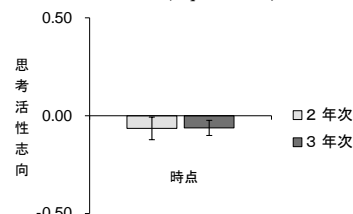
$t(35)=0.15, p=.882, d=0.03$



③ 思考活性志向

t 検定の結果 → 有意差なし

$t(35)=0.03, p=.974, d=0.01$



ポジティブ感情、体験志向、思考活性志向のすべてにおいて、有意差は見られなかった。現3年生も同様に、2年次と変わらない傾向にあることが推察される。

(4) 各調査項目の平均値比較 (学年間比較)

検証方法

・分散分析…3群以上の平均値について、統計的な有意差（実質的に意味のある差）があるかを検証する分析方法

→ 有意差がある場合は「有意差あり」と記載し、有意差がない場合は「有意差なし」と記載している。

・効果量 …差の大きさを示す統計量（以下の基準を目安としている）

→  $\eta_p^2 = 0.01$  以上を「効果量 小」

$\eta_p^2 = 0.06$  以上を「効果量 中」

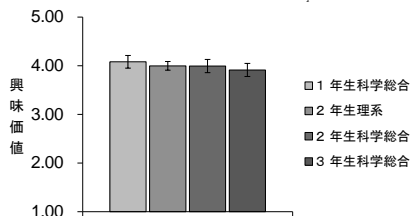
$\eta_p^2 = 0.14$  以上を「効果量 大」

■理科に対する興味：学年比較（科学探究科、普通科科学総合コース）

①興味価値

分散分析の結果 → 有意差なし

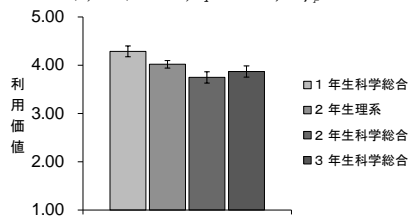
$F(3, 194)=0.27, p=.844, \eta_p^2=0.00$



②利用価値

分散分析の結果 → 有意差あり

$F(3, 192)=4.17, p<.01, \eta_p^2=0.06$



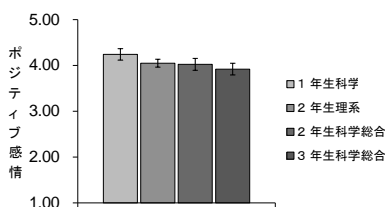
興味価値で有意差は見られなかった。利用価値で有意差が見られ、1年生科学探究科>2年生科学総合コースであった。このことから、2年生科学総合コースに比べて1年生科学探究科は、理科に対して有用性を強く感じながら学習に取り組んでいることが推察される。

■観察・実験に対する興味:学年比較 (科学探究科、普通科科学総合コース)

① ポジティブ感情

分散分析の結果 → 有意差なし

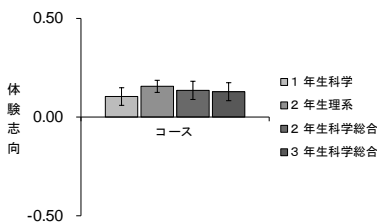
$F(3, 191)=1.15, p=.332, \eta_p^2=.02$



② 体験志向

分散分析の結果 → 有意差なし

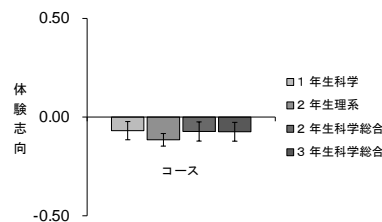
$F(3, 191)=0.32, p=.809, \eta_p^2=.01$



③ 思考活性志向

分散分析の結果 → 有意差なし

$F(3, 191)=0.36, p=.783, \eta_p^2=.01$



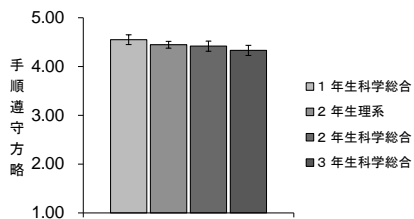
ポジティブ感情、体験志向、思考活性志向のすべてにおいて、有意差は見られなかった。

■観察・実験における方略:学年比較 (科学探究科、普通科科学総合コース)

① 手順遵守方略

分散分析の結果 → 有意差なし

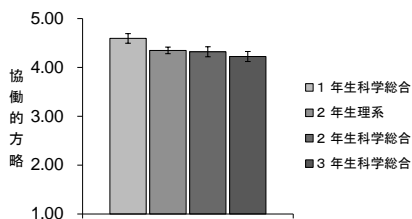
$F(3, 194)=0.78, p=.508, \eta_p^2=.01$



② 協働的方略

分散分析の結果 → 有意差なし

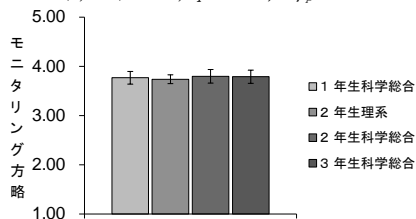
$F(3, 193)=2.56, p=.057, \eta_p^2=.04$



③ モニタリング方略

分散分析の結果 → 有意差なし

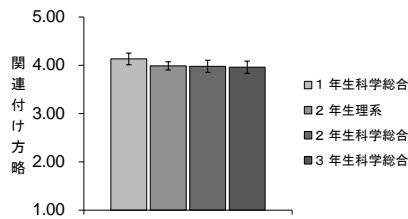
$F(3, 194)=0.06, p=.979, \eta_p^2=.00$



④ 関連付け方略

分散分析の結果 → 有意差なし

$F(3, 193)=0.19, p=.904, \eta_p^2=.00$

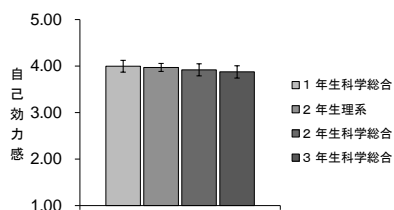


方略、協働的方略、モニタリング方略、関連付け方略のすべてにおいて、有意差は見られなかった。

## ■観察・実験に対する自己効力感（科学探究科、普通科科学総合コース）

分散分析の結果 → 有意差なし

$F(3, 193)=0.19, p=.904, \eta_p^2=0.00$



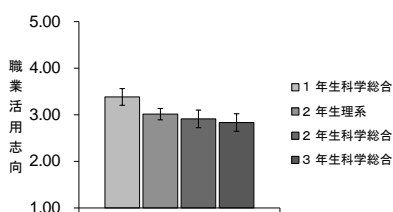
自己効力感で有意差は見られなかった。このことから、すべての学年において、観察実験に対して自分でやり遂げる自信には差がないことが推察される。

## ■理科の活用性志向（科学探究科、普通科科学総合コース）

### ① 職業活用志向

分散分析の結果 → 有意差なし

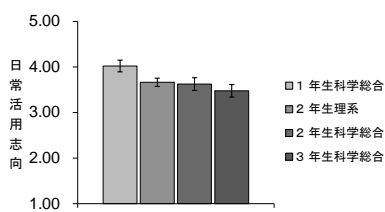
$F(3, 194)=1.80, p=.149, \eta_p^2=0.03$



### ② 日常活用志向

分散分析の結果 → 有意差あり

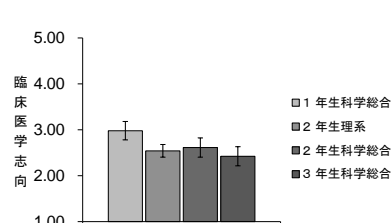
$F(3, 192)=3.03, p<.05, \eta_p^2=0.05$



### ③ 臨床医学志向

分散分析の結果 → 有意差なし

$F(3, 195)=1.47, p=.224, \eta_p^2=0.02$



職業活用志向で有意差は見られなかった。このことから、1年生科学探究科から3年生科学総合コースにおいて、理科で学んだことを職業選択に生かそうとする志向性に差がないことが推察される。日常活用志向で有意差が見られ、1年生科学探究科>3年生科学総合コースであった。このことから、3年生科学総合コースに比べて1年生科学探究科は、理科で学んだことを日常生活で生かそうとする志向性が強いことが推察される。臨床医学志向で有意差は見られなかった。このことから、1年生科学探究科から3年生科学総合コースにおいて、理科で学んだことを医学系の職業選択に生かそうとする志向性に差がないことが推察される。

## ◆ 全体の解釈

体験志向が正の値、思考活性志向が負の値を示している。この結果は、相対的に見ると観察・実験に対する価値を「普段とは違う体験ができる」ことに見出している傾向があることを示している。また、同時に、「仮説と結果を照らし合わせながら深く考えていくこと」に対する価値付けは低い傾向がある可能性を示唆している。この傾向は一般的な中学生や高校生と同じである。

体験志向→知識獲得志向→思考活性志向の順番に深い興味へと変わっていくと考えられており、深い興味を持っているほど深い学習方略をとる傾向があることがわかっている。このことから、体験志向と思考活性志向の変化（思考活性志向が正に変位すると、メタ認知力が向上した）を読み取ることが、メタ認知力を測定する一つの指標であると考えた。この調査から、興味の深さについては、やや表面的なものにとどまっている可能性がある。深い興味は「努力すれば乗り越えられるだろう」という期待（自己効力感）と「乗り越える価値」を感じられる課題が提供されたときに到達できると考えられる。

学年比較に関しては、1年生科学探究科が総じて、高い評価となった。これは、科学基礎、探究基礎の取組みの影響が大きい。科学基礎では、自然現象を物理的に、化学的に、そして生物的にと多角的に捉える力をつけることを意識し、理論と実際に起こる現象を結びつける授業を展開したからである。

探究基礎では、理数セミナーや基礎科学実験を通して、理科の活用性や職業活用性が向上したと考えられる。1年生科学探究科は普段からタブレットを持参しており、わからないところがあれば、調べられる環境が常にあり、自分から進んで学んでいたことが挙げられる。

## II. メタ認知ルーブリックの開発

### (1) 測定変数

#### 1 ① 自分の志向や行動について

##### ① 準備

定義：準備を必要とする発問や課題に対応することができたか

##### ② 興味・関心

定義：授業内容に興味・関心があるか

##### ③ 意欲・態度

定義：授業を受けていて、集中して夢中になることはあったか

##### ④ 理解

定義：授業の発問や課題に自力で対応し、内容を理解できたか

##### ⑤ 考える習慣

定義：授業中の説明、発問、課題等のあらゆる場面で、自分の言葉で理解し、考えたか

##### ⑥ 疑問

定義：授業中“なぜ”と疑問に思うことがあったか。それは解決したか

##### ⑦ 説明・発表

定義：授業中、自分の言葉で根拠を明確にして、説明や発表をしたか

#### 2 ⑧ 自分への気づき

##### ⑧ 知識に関する気づき

定義：授業中、問題や課題の解決等に必要な知識や方針を持っていないことに気付いたことがあった。またそれを補ったか

##### ⑨ 態度・思考・行動に関する気づき

定義：授業中、自分の態度・思考・行動の状態がよくないことに気づいて、それを補正したことがあったか

##### ⑩ 他者と自己の関係に関する気づき

定義：授業中、人の考え方や行動に感心して、自分の考え方や行動を変えたことがあったか

### (2) 測定結果の概要

	とりうる値の範囲		1年生 普通科(物理基礎)			1年生 科学探究科(物理基礎)			1年生 科学探究科(生物基礎)		
	最小値	最大値	人数	平均値	標準偏差	人数	平均値	標準偏差	人数	平均値	標準偏差
<b>自分の思考や行動について</b>											
準備	1.00	4.00	40	3.18	0.70	39	3.15	0.74	39	3.36	0.58
興味・関心	1.00	4.00	40	3.43	0.77	39	3.49	0.67	39	3.54	0.67
意欲・態度	1.00	4.00	40	3.13	0.78	39	3.13	0.85	39	3.13	0.69
理解	1.00	4.00	40	3.25	0.70	39	3.23	0.62	39	3.28	0.50
考える習慣	1.00	4.00	40	3.15	0.79	39	3.26	0.54	39	3.18	0.67
疑問	1.00	4.00	40	3.35	0.88	39	3.46	0.67	39	3.21	1.07
説明・発表	1.00	4.00	40	2.30	1.10	39	2.59	1.03	39	2.72	0.99
<b>自分への気づき</b>											
知識	1.00	4.00	40	3.50	0.77	39	3.56	0.50	39	3.56	0.75
態度・思考・行動	1.00	4.00	40	3.00	1.20	39	3.05	0.75	39	3.05	0.67
他者との関係	1.00	4.00	40	3.18	0.97	39	3.37	0.58	39	3.37	0.65

(3) 測定結果の概要

物理基礎（同じ授業内容）を受講後、普通科と科学探究科でメタ認知ルーブリック評価をした。項目分析では、すべての質問項目について天井効果・床効果はみられなかった。t検定を行ったが、有意差は見られなかった。自分の行動に関する気づきの中で、説明・発表の評価が低かった。これは、授業内で生徒が発表する機会が少ないことや、学び合いの時間が取れなかったことが原因であると考えられる。科学探究科において、生物基礎についても同様に行ったが、有意差はなく、科目によって大きな違いはなかった。こちらでも、説明・発表の評価が低く、生徒が主体的に学ぶ授業づくりを考えていきたい。

ONOリフレクションシート

授業中の思考や行動の振り返り					
項目	評価の指標				
	A	B	C	D	E
① 準備 授業中 準備を必要とする発問や課題に対応することができたか。	準備を必要とする発問や課題にすべて対応できた。	準備はしたが、対応できない発問や課題があった。	準備したつもりだったが、多くの発問や課題に十分対応できなかった。	準備不足で十分対応できなかった。	該当なし
② 興味・関心 授業内容に興味・関心があるか。	授業内容に興味・関心があり、楽しく学んでいる。	授業内容に興味・関心はあるが楽しく学んでいるわけではない。	授業内容に興味・関心はないが進路実現等に必要と頑張って学んでいる。	授業内容に興味・関心がなく、学ぶ必要性も感じない。	
③ 意欲・態度 授業を受けていて、集中して夢中になることがあったか。	授業に集中して夢中になることがよくあった。	授業に集中して夢中になることがあった。	授業に集中はしているが、夢中にはなかったことはない。	授業に集中できていない時間があった。	
④ 理解 授業中の発問や課題に自力で対応し、内容を理解できたか。	授業中の発問や課題のすべてに自力で対応できた。	授業中、自力で対応できない発問や課題があった。今は理解している。	授業中、自力で対応できない発問や課題があった。今も理解できていない。	授業中、発問や課題がほとんど自力でできなかった。	
⑤ 考える習慣 授業中の説明、発問、課題等のあらゆる場面で、自分の言葉で理解し、考えたか。	授業中のあらゆる場面で、自分の言葉で理解し、考えた。	授業中のあらゆる場面で、自分の言葉で理解し、考えようとした。	授業中、指示があったときだけ考えた。あとはほとんど書き写した。	授業中、あまり考えようとせずに、ほとんど黒板等を書き写した。	
⑥ 疑問 授業中 “なぜ”と疑問に思うことがあったか。それは解決したか。	授業中、疑問に思うことがあった。今は解決している。	授業中、疑問に思うことがあった。今も一部解決していない。	授業中、疑問に思うことがあった。今もほとんど解決していない。	授業中、疑問に思うことはほとんどなかった。	
⑦ 説明・発表 授業中、自分の言葉で根拠を明確にして、説明や発表をしたか。	自分の言葉で根拠を明確にして説明や発表をした。	自分の言葉で説明や発表をしたが、根拠は不十分であった。	人に教えてもらって説明や発表をした。	説明や発表を、ほとんどしなかった。	該当なし

授業中の自分への気づき				
項目	評価の分類			
	A	I	U	E
⑧ 知識に関する気づき 授業中、問題や課題の解決等に必要な知識や方策を持っていないことに気づいたことがあったか。また、それを補ったか。 	必要な知識等を知らないことに気づき、それを補った。	必要な知識等を知らない自分に気づいたが、それを補えていない。	必要な知識等を知らないと思わなかったが、気づいていないのかも知れない。	必要な知識等を知らないと思うことはなかった。
⑨ 態度・思考・行動に関する気づき 授業中、自分の態度・思考・行動の状態がよくないことに気づいて、それを修正したことがあったか。 	自分の状態がよくないと思ったことがあり、その授業中に修正した。	自分の状態がよくないと思ったことはあるが、授業中は修正できなかった。	自分の状態がよくないと思っただけで、気づいていないのかも知れない。	自分の状態がよくないと思っただけで、気づいていない。
⑩ 他者と自己の関係に関する気づき 授業中、人の考え方や行動に感心して、自分の考え方や行動を変えたことがあったか。 	人の考え方や行動に感心し、自分の行動も変わった。	人の考え方や行動に感心することはあったが、自分の行動は変わらなかった。	人の考え方や行動に感心しなかったが、気づいていないのかも知れない。	人の考え方や行動に感心することはなかった。



### III. シンキングシートの開発

主に、科学基礎、探究基礎Iを中心に担当教員が作成した。生徒の思考過程が授業前後においてどのように変化するかわかるような工夫がさせている。例えば、探究基礎Iで配布されている生物の実験プリントでは各々が知っている単位について書かせて、それを基にして、国際単位系（SI単位）について学習した。単位に関しての生徒の見方、考え方の変化を捉え、思考を可視化させる。実験では、実験操作を必要以上に明記しないで、与えられた条件において、的確に判断し行動できるようなはたらきかけをした。

振り返りプリントは、自分がどこで間違えたのか、メタ認勉強法に基づいて、自分の思考をどのように修正するべきであるのかを明記させるなど、多岐にわたる。下図は物理基礎の考查後の振り返りを示している。

常に、メタ認知を意識した取組みをしている。

物理基礎 考查振り返り

メタ認知勉強法

- 考え方・解き方をかく…もう一人の自分に見られてイメージ、頭を使った勉強
- 論理的に解く…常に思考し、説明する。もう一人の自分を意識して、その自分に教えながら勉強する。

どうやって? → 解き方を意識

なぜ? → そうなる理由

まとめと? → ポイントを整理

物理では自然現象を数学的な手法を用いて分析する。これは、大学入試問題でも同様である。

次のような手順で議論を進めればよい。

1. 現象を代表する物理量を導入する。
2. その物理量が従う物理法則の方程式を書く。
3. その他、問題設定の条件を定式化する。
4. 未知の物理量に対して方程式が揃ったことを確認して方程式を解く。

現実の現象は非常に複雑なので、それを20~30分程度で分析できるように単純化（モデル化）したものが物理の問題である。問題を解くには、出題者の想定しているモデルを正確に把握することが大切である。物理の知識（教科書の内容だけで必要十分である）を背景とした読解力が必要で、状況を判断することが求められる。そこで、必要なことは、常に思考し、もう一人の自分に対して、状況をリアルタイムで説明する。わからないところがあれば、必ずメモしておき、確認する。できなかったところがあれば、なぜできなかったのか? 考え、間違えたところを書き留めるなど、各自工夫をする。イメージとして、各自が先生になったつもりで考え、説明することを心がけるとよい。

考查問題6より

図のように、振幅A、周期Tの連続した正弦波がx軸方向に進んでいる。振動の変位はy軸正方向である（横波）。時刻t=0において正弦波はx軸正方向に進んでおり、その先端はx軸上の点P(x=d)に到達した。そして、時間がしばらく経過したのちに定常波となった。以下の問いに答えよ。ただし、点Q(x=4d)は固定端である。

(1) この波の速さを求めよ。

$$v = \frac{\lambda}{T} \text{ より } v = \frac{2d}{T}$$

★どのポイントに矢を付けて説明するか

公式  $v = \frac{\lambda}{T}$  に  $T = T$ ,  $\lambda = 2d$  を代入する

(2) 点R(x=3.5d)の地点が振動を開始する時刻を求めよ。

$$(3.5d - d) \div \frac{2d}{T} = \frac{5}{4}T$$

★どのポイントに矢を付けて説明するか

PからRまでの距離を求め、それを波の速さで割ると答えになる。

(3) 点R(x=3.5d)の地点に反射波が到達する時刻を求めよ。

$$(4.5d - d) \div \frac{2d}{T} = \frac{7}{4}T$$

★どのポイントに矢を付けて説明するか

RからQの距離を求めてそれを波の速さで割ると答えになる。

(4) 時刻  $t = 2T$  における波形を、 $0 \leq x \leq 4d$  の範囲でグラフにかき表せ。

★どのポイントに矢を付けて説明するか

まず、 $t = 2T$  の入射波をかき、次に反射波をx軸、y軸に揃えて列挙移動して反射波をかき、最後に入射波と反射波の和を合成波にする(反射波がなければそのまま入射波が合成波になる)。

(5) 時刻  $t = 2.5T$  における波形を、 $0 \leq x \leq 4d$  の範囲でグラフにかき表せ。

★どのポイントに矢を付けて説明するか

(4)と同様にPのx座標を求め、固定端反射ということに気をつけて反射波をかき。

(7) はじめに  $0 \leq x \leq 4d$  のすべての位置において変位が0となる時刻tを求めよ。t>0とする。

反射波が  $x=0$  に達する時間

$$\frac{3d + 4d}{\frac{2d}{T}} = \frac{7}{2}T$$

(+  $\frac{1}{2}T = \frac{15}{4}T$ )

★どのポイントに矢を付けて説明するか

$t = \frac{7}{2}T$ ,  $x=0$  に反射波が到達する時刻を求める。(4)のグラフを参考にそこから1秒経つと、0~4dのすべての位置に方位角が0になるかを求めて、その2つの和を求める時間となる。

まとめ (7分)

改めて物理は図をかいたりイメージしたりすることが大切だと感じました。自分なりのところをもう一度自分で説明できるようになるまで練習したいと思います。

## 8 自然科学部の活動

### 1 目的・仮説

自然科学部は、物理部、化学部、生物部、天文部の4グループを統合した理数系の部活動で、自然科学部として幅広く自然科学や工学などの学問領域に関する研究や実験、観察ができる。生徒の興味・関心に基づいて自由に、主体的に活動する場になっている。課題を見つけ、それを解決する能力を育むことができる活動を目指している。また、部員同士のコミュニケーションを活発にし、ポスターや口頭による研究・活動報告の情報発信に積極的に取り組む。これにより、興味関心を深める段階にとどまらず、探究の手法や研究能力を養い、真理の探究および科学技術と社会貢献など、理数系人材の素養を身につける。

### 2 実施内容・方法

#### (1)物理部

例年対外的に取り組んでいる小中学生向けの科学普及イベントや大学・研究機関等の施設見学を今年度はコロナ禍の影響により自粛せざるを得ない状況であった。また、活動の集大成として位置付けている4月の蜻蛉祭(本校文化祭)で、開会式のオープニングビデオの制作をはじめ、ワークショップ、実験ショーの開催を予定していたが、実施できなかった。

しかしながら、SSH指定2年目となった今年度は、さらに充実した活動をみせ、校内で可能な活動に意欲的に取り組むことができた。中でも毎年発行を続けている物理部の部誌「DELTA-A」は今年度も無事発行できた。これは部員の研究内容や興味関心のある事項をまとめたものである。以下、そのテーマと内容を紹介する。

#### ①「素数とオイラーの $\phi$ 関数の性質」(2年生部員)

中学入試の問題をオイラーの $\phi$ 関数を利用した方法で解くとともに、自然数、素数の魅力を紹介。

#### ②「レジ袋有料化反対！」(2年生部員)

マイクロプラスチックが起こしているといわれる環境問題。そこから派生したと思われるレジ袋の有料化について科学的に検証。独自の新しい提案を紹介。

#### ③「東方幻想疑似録」(2年生部員)

自身で創作しているゲーム音楽をネット上で紹介。

#### ④「フリーWi-Fiの危険性を具体化してみた」(1年生部員)

フリーWi-Fiに関するセキュリティやコーディングの解説を実際の傍受を通じて解説。フリーWi-Fiの危険性に警鐘を鳴らす。

#### ⑤「高校数学の指針～大学数学と情報化～」(3年生部員)

英語のAbstractから始まる本格的な論文形式での寄稿。教科書には掲載されていないが学ぶべき事項、学習やその方法に関する吟味。情報化する社会を考慮した高校数学の応用を例示しつつ、高校数学がどうあるべきか独自の論を展開。

SSH指定1年目は、ヴァーチャル・リアリティー(VR)コンテンツの開発やピタゴラスイッチの制作などの個人研究を行った。各々の部員が目標に向かって切磋琢磨して活動している。また、研究を他者にわかりやすく伝えるために、物理部の部誌「DELTA-A」を発行し、蜻蛉祭ではポスター発表を行った。

## ◇ロボット制作とプログラミングによる動作実習

通常の活動とは別に、プログラミングとロボット制御の実習に取り組んだ。

日時 11月14日(土) 午前9時～午後5時 本校の物理教室 参加部員数8名

講師 千葉工業大学未来ロボット技術研究センター (fuRo) 研究員の方々

内容 (1) ロボットの制作 実習当日までに各自が作成しておいた

(2) プログラミングとロボットの動作制御 (実習当日)

研究員の方々の指導の元、ロボット制御のためのプログラミングを行った。コンピュータにプログラムを実装し、実際にロボットの動作を制御した。

### [参加した部員のコメント]

- ・ロボットの動きにも三角関数に関わっていることが分かった。ロボット研究には数学や物理の知識が必要。
- ・arduinoは独自の言語と思っていたが、C言語をベースにしていると分かった。C言語に興味があった。
- ・ロボット制御に使うプログラムを身近に感じることができた。
- ・新たに、プログラミング思考と自分で考えることの重要性に気がついた。

### [効果・評価・検証]

(1) 実施後アンケート(振り返り)において、ほとんどすべての部員が、次のように回答した。

実習の内容に関する理解 →よく理解できた      内容に関する興味関心 →とても興味をもった  
自分で考えて取り組む行為 →とてもよくできた      積極性 →とてもよくできた  
もっと調べてみたい →とてもよくあてはまる

◇プログラミングの基礎をきちんと学んできた部員は少なかったが、よく理解できていた。また、興味関心や発展的内容への意欲も高く、プログラムに対する高い満足度が伺われる。高い効果があった。なお、平素の授業への取組意欲は、高まった生徒とそうとも言えない生徒(自己評価)の両方がいた。

(2) メタ認知に関する自己の気づき

今回の振り返りには、たくさんのコメントが記録されていた。その一部を下に挙げる。

今まで以上にプログラムがしたいという自己の関心の高まり

スピーカー制御も0か1のデジタル制御がされていることへの驚きと気づき

プログラムで使われる変数には初期値として何か値を入れればよいと分かった喜び

重要な情報は記録して見返すことができるようにするという事は、やはり大切なんだという認識

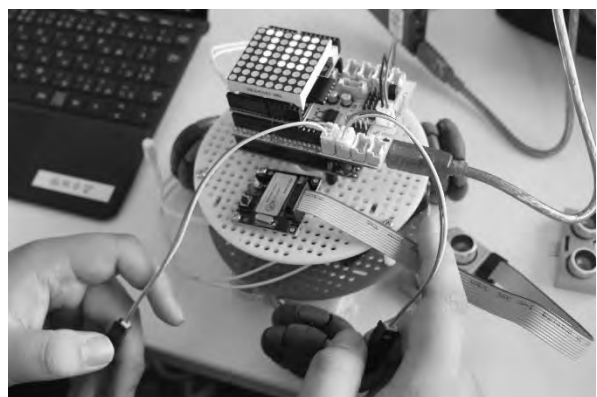
◇一日かかる実習であったが、書かれている気づきの種類と量の多さからみると、かなりの頻度で自分の知識が新たに更新され、新しいものの見方ができるようになっていったことが分かった。

(3) 実習の発展

作成したロボットは、プログラムを変更すれば、また違った動作ができる。来年度の文化祭での一般展示(実演)などへの発展が期待できる。また、通常の研究活動への効果も期待できる。



プログラミング実習



ロボットの動作確認

## (2)化学部

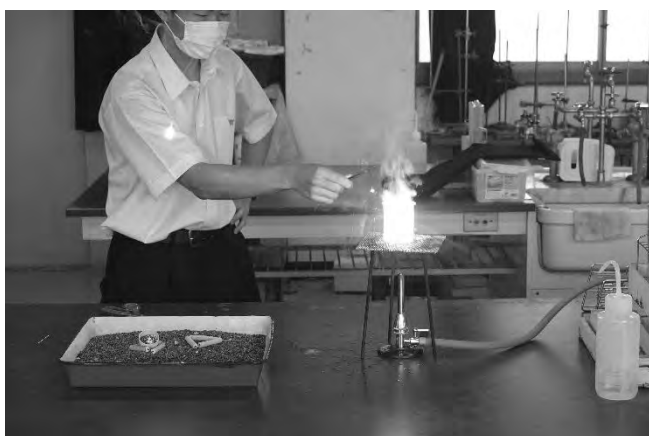
従来の実験手順やその試薬・使用器具などの改良や実験データの収集や編集など、各自で決めたテーマについての研究活動を行っている。またハイスピードカメラの導入に伴い、詳細な実験の動画・静止画（連写データ）を得ることが可能になり、様々な条件における結果を比較検討することによって更なる研究が可能になった。また、研究を他者にわかりやすく伝えるために、プレゼンテーションソフトなどで編集し、文化発表会などで発表を行っている。更に部員同士でも発表し合い、ディスカッションをすることで技術の向上へつなげていく取り組みを行っている。



実験に関する情報の収集と検討



ディスカッション



マグネシウムの燃焼実験



Mgと熱水の反応  
(液性の確認)



炎色反応の実験(カラフルろうそくの作成)

### (3) 生物部

#### ①網引湿原の保全

近隣の加西市にある網引湿原には貴重な植物が生育し、湿原独特の生態系が存在している。加西市のN GOに協力し、定期的に調査と保全活動を行っている。今年度は当初、北条高校と合同で湿生植物の研究を行い、本校で分子系統解析の協力をしていく予定であった。コロナのために残念ながら行えなかった。

#### ②夏季研修（合宿）

毎年、普段見られない山系の植生調査・観察、研究所等の見学、大学訪問を行っている。昨年は奈良県を中心に大台ヶ原（奈良県）、室生寺（奈良県）、山田牧場（滋賀県）で採集、観察、見学を行った。

一昨年は鳥取県を中心に、岡山県境のカルスト地形、石灰岩地帯の植物観察、大山登山とブナ林の観察、鳥取大学農学部訪問を行った。

今年度は実施できなかったが、来年度はぜひ実施したい。

#### ③研究活動

今年度新入部員が7名入り、現在、スマレ班以外に変形菌班、昆虫班がある。それ以外に水耕栽培にも取り組んでいる。

##### 1: 昆虫班の活動

ハネカクシを中心に約半年活動してきた。サンプル採集にトラップを仕掛けたり様々な工夫をしてきた。しかし、現在、サンプルがわずかしか得られず、兵庫県立人と自然の博物館の研究者と相談、現在はテーマを再検討中である。

##### 2: 変形菌班の活動

サンプルは多数集まっている。論文を調べた結果、現在、核ITS領域で分子系統解析に取り組むために準備をしている。変形菌は多核であるので分子系統解析の手法を使って、どのように種が分化していったかを調査する。近いうちにDNA抽出、PCRをかけて泳動を行う予定である。

##### 3: 水耕栽培

部員の有志がグリーンスペース造園(有)の小山さんの協力のもと、水耕栽培に取り組んでいる。高齢者でも簡単に栽培ができること、美味しいこと、コストが低いことを条件にさまざまな野菜で実験している。

##### 4: 主成分分析R班

生物の形態的特徴を捕まえるために、Rが得意な生徒がRの汎用性を高めるためにパッケージを開発している。

##### 5: スマレ班

科学総合コースの探究班として始まり、現在では科学総合コースにも1班、生物部にも1班グループがある。スマレ属を探究の材料としているが、扱っている種や実験の目的は異なっている。3年生の5代目スマレ班から始まったコミヤマスマレを中心とした研究が6代目で広がりを見せ、内容が深くなり、今までの分類と異なった事実が判明して、研究が進んでいる。今年度は以下にあるようにたくさんの外部発表会に参加した。

科学総合コースの「創造探究」で今年発足した7代目スマレ班はこの地域（兵庫県播磨地方）でよく見られるフモトスマレとシハイスミレの2種の間を探っている。この2種は葉緑体DNAで区別がつかないことが分かってきた。現在、1年生の8代目スマレ班はこの2つのグループの手伝いをしながら研修している。

・第10回高校生バイオサミットin鶴岡 (8.26) **環境大臣賞**

・日本植物学会第84回大会(9.21)

・TAMAサイエンスフェスティバルin TOYAKU2020(11.1) **優秀賞最終候補（敢闘賞）**

・第44回兵庫県高等学校総合文化祭自然科学部門発表会(11.8)

**生物部門最優秀賞令和3年度全国大会出場決定**

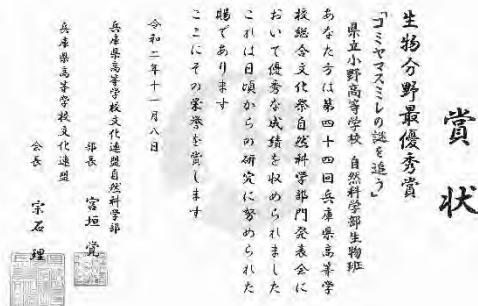
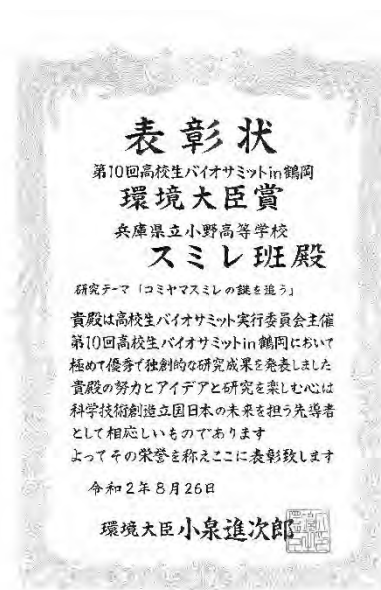
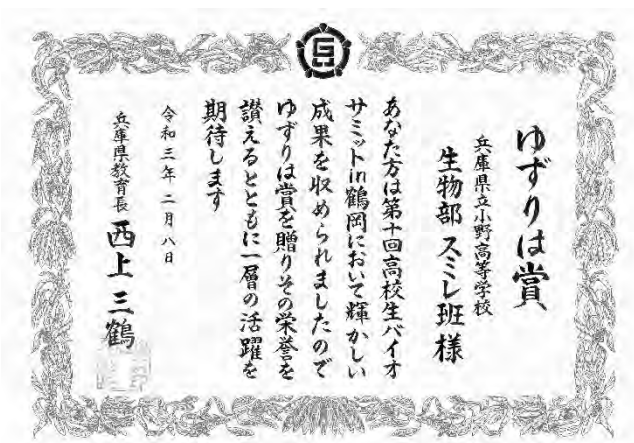
・第43回日本分子生物学会年会(12.4)

- ・令和2年度中谷科学教育振興助成成果発表会(12.20)
- ・甲南大学リサーチフェスタ2020(12.20) ここから、6, 7, 8代目発表参加
- ・第13回サイエンスフェアin兵庫(21.1.24)
- ・第10回サイエンス・インカレ **ファイナル審査進出**
- ・京都大学サイエンスフェスティバル2020(3.14)
- ・第62回日本植物生理学会年会(3.16)
- ・日本農芸化学会2021年度仙台大会(3.19)
- ・CIEC春季カンファレンス2021(3.20) **書類通過** (スマレ班、R班)

○論文コンテスト応募

- ・神奈川大学全国高校生理科・科学賞論文大賞(12.23) **優秀賞**
- ・第14回「科学の芽」賞 **努力賞**
- ・第18回高校生・高専生科学技術チャレンジ **入選**

・ゆずりは賞受賞(兵庫県)



ほとんどがオンライン発表会



5代目、6代目のメンバー

#### (4)天文部

##### ◇SSH指定1年目

###### ①天体観察会（合宿）

令和元年8月5日(月)～8月7日(水)、2泊3日 ハチ北高原「ロッジ野間」

天の川銀河や星雲を中心に観察した。SSH事業で購入した天体望遠鏡の操作の習熟に取り組んだ。また、地元の児童を対象とした公開観望会を実施し、天体観察の魅力を伝える機会をもった。

###### ②月例観望会

曇天のため、実施できない月が続いた。12月は比較的良好な空になり、観望会を実施することができた。冬の星座の配置、オリオン座、オリオン大星雲(M42)、スバルなどを望遠鏡と双眼鏡で観察した。

###### ③蜻蛉祭、文化部中間発表会での活動発表

- ・蜻蛉祭 木星や土星、しし座やオリオン座など身近な天体について紹介したポスターを掲示した。プラネタリウムを公開し、生徒や保護者などに春夏秋冬の星空の解説を行った。

- ・文化部中間発表会 夏合宿の報告、月例観望会の報告



天体機材の調整、扱いの練習

##### ◇SSH指定2年目

###### ①天体観察会（合宿） コロナ禍による夏季休業期間の短縮、感染拡大予防のため実施せず

###### ②月例観望会 コロナ禍による休校期間以降、月1回のペースで計画、実施した。

7月23日(木)、9月21日(月)、11月14日(土)、12月12日(土)、12月21日(月)、1月9日(土)、2月10日(水)、3月5日(金) 合計8回(春季休業中にも実施計画あり)

###### ③蜻蛉祭、文化部中間発表会での活動発表

- ・蜻蛉祭(文化祭)はコロナ禍のため中止になり、天文部の展示は実施できなかった。

- ・文化部中間発表会 11月4日(水)～17日(金) 中央昇降口にてポスター展示

太陽系内惑星をテーマとして、それぞれの惑星の紹介を一般にわかりやすいように解説した。

##### ◇総括

- (1) SSH事業の支援により購入した天体機材により、今までできなかった天体観望(優れた光学系、赤道儀、自動導入など)への道が開けてきた。SSH指定2年目から部内観望会の回数が増加し、部員が実際に星をみる機会が多くなった。それに伴い、部員数も増えた(他の部活動と兼部しない部員の増加)。
- (2) 新しい観望のシステムとして電子観望に取り組んだ(SSH指定2年目)。限られた夜時間の中、新しい技術のため方法(機材の接続、設定など)の段階で苦戦し、観望する段階には至らなかった。
- (3) 街中のため光害があるが、天体写真の撮影にも挑戦し始めた。
- (4) 科学系コンテストに応募できるような研究活動を行いたいが、専門性が高く、実現できないでいる。

### 3 効果・評価・検証

- (1) 物理部、化学部、生物部、天文部それぞれの活動において、部員の興味関心に基づいた自主的な多くの取り組みが見られ、活動に活気が生まれてきた。SSH事業より活動の支援を受けて活動の質が高まったことは大きな要因である。そのため、SSH指定1年目に比べ、2年目の方がどの部も部員数が増加した。
- (2) 生物部で取り組んでいるDNA解析によるスマイレの種分化と分類地理学的研究は、研究の継続による蓄積と新たな研究課題の発見による進展に加え、SSH事業の支援を受け、研究レベルが向上した。SSH指定2年目で環境大臣賞を受賞するなど高い評価を受けた。それに伴い、部員の研究に対する熱意とプレゼンテーション能力がさらに高まった。
- (3) 研究者としての理数系人材育成の点では、生物部以外には目立った入賞成果はまだない。まずは科学系コンテストへの応募をより積極的に薦め、他校生徒との交流、発表を通じた意識改革が有効と思われる。

## 9 科学系コンクール・大会

---

### 1 目的・仮説

発表の機会を増やすことにより、科学総合コース生徒、自然科学部生徒たちの研究班の多くのメンバーが発表の機会を得てプレゼンテーション力の向上が図れる。また、質疑応答を多く経験することで、科学的思考力やコミュニケーション能力が育ち、研究そのものも深化し進展する。

### 2 実施内容・方法

令和元年度生から科学総合コースの生徒は「甲南大学リサーチフェスタ」または「サイエンスフェアin兵庫」のどちらかへ参加することを義務づけた。令和2年度からは兵庫県立人と自然の博物館が主催する「共生の広場」を含め、外部大会には必ず参加することとしている。自然科学部の生徒たちへも参加を呼び掛けており、すべての生徒へ学会の高校生発表の案内を流し、参加するように促している。しかし、今年度はコロナ拡大のため課題研究が遅れ、学会発表会も論文コンテストも参加数は少なかった。また、大会そのもの、論文コンテストが中止されたものもあった。

### ○外部発表会

(1) 第67回日本生化学会近畿支部例会

日 時：2020年5月30日；中止

発表作品：「コミヤマスマミレの謎を追う」

申し込み：亀田 友弥・穂積 芳季・田中 朝陽・福本愛奏音(3年)・山口 夏巳(2年)

(2) 平成2年度SSH生徒研究発表会

日 時：2020年8月11日：オンライン

発表作品：「冷蔵庫内の食品の解析管理」

発表者：住本 圭(3年)

(3) 第10回高校生バイオサミットin鶴岡

日 時：2020年8月26日：オンライン **環境大臣賞**

発表作品：「コミヤマスマミレの謎を追う」

発表者：亀田 友弥・穂積 芳季・田中 朝陽・福本愛奏音(3年)・山口 夏巳(2年)

(4) 第22回日本進化学会

日 時：2020年9月6日：中止

発表作品：「コミヤマスマミレの謎を追う～スマミレ属全体の分類の見直しへ～」

申し込み：山口夏巳(2年)、池邊智也、西村悠生(1年)

(5) 日本植物学会第84回大会

日 時：2020年9月21日：オンライン

発表作品：「コミヤマスマミレの謎を追う～スマミレ属全体の分類の見直しへ～」

発表者：山口夏巳(2年)、池邊智也、西村悠生(1年)

(6) TAMAサイエンスフェスティバルin TOYAKU2020

日 時：2020年11月1日：オンライン **優秀賞最終候補(敢闘賞)**



発表作品：「コミヤマスマイレの謎を追う～スマイレ属全体の分類の見直しへ～」

発表者：山口夏巳（2年）、池邊智也、西村悠生（1年）

(7) 第44回兵庫県高等学校総合文化祭自然科学部門発表会

日時：2020年11月8日：対面（審査員のみ） **生物部門最優秀賞 令和3年度全国大会出場決定**

発表作品：「コミヤマスマイレの謎を追う～スマイレ属全体の分類の見直しへ～」

発表者：山口夏巳（2年）、池邊智也、西村悠生（1年）

(8) 第43回日本分子生物学会年会

日時：2020年12月4日：オンライン

発表作品：「コミヤマスマイレの謎を追う～スマイレ属全体の分類の見直しへ～」

発表者：山口夏巳（2年）、池邊智也、西村悠生（1年）

(9) 令和2年度中谷科学教育振興助成成果発表会

日時：2020年12月20日：オンライン

発表作品：「コミヤマスマイレの謎を追う～スマイレ属全体の分類の見直しへ～」

発表者：山口夏巳（2年）

(10) 甲南大学リサーチフェスタ2020

日時：2020年12月20日：オンライン

発表作品：A I よ、ウォーリーを探せ！ **クリエイティブテーマ賞**

発表者：太田蓮真、岸本詞、後藤心榮（2年）

発表作品：フモトスマイレとシハイスミレは姉妹？

発表者：柿本鈴雅、小林芽依、幅裕香梨、南里佳（2年）

発表作品：バンブープラスチックの分解促進

発表者：赤松克哉、足立遼太、遠藤智徳、五島颯愛、高橋健太（2年）

発表作品：「コミヤマスマイレの謎を追う～スマイレ属全体の分類の見直しへ～」

発表者：池邊智也、西村悠生（1年）

発表作品：R言語に存在するデータセットのカテゴリー化

発表者：長田悠生（1年）

発表作品：OSSライセンス違反防止のためのnpmパッケージ開発

– WHAT YOU SHOULD DO IS WRITTEN HERE –

発表者：小林麟太郎（1年）

(11) 第13回サイエンスフェアin兵庫

日時：2021年1月24日：オンデマンド

発表作品：マイクロプラスチック及びその他素材の細片の吸着物について

発表者：山根桃華、春野藍

発表作品：A I よ、ウォーリーを探せ！

発表者：太田蓮真、岸本詞、後藤心榮

発表作品：フモトスマイレとシハイスミレは姉妹？

発表者：柿本鈴雅、小林芽依、幅裕香梨、南里佳

発表作品：ジェンダーバイアスが及ぼす進路選択～ジェンダーフリーのおもちゃ開発～

発表者：後藤鈴佳、高見日菜

発表作品：「コミヤマスマイレの謎を追う～スマイレ属全体の分類の見直しへ～」

発表者：山口夏巳（2年）、池邊智也、西村悠生（1年）  
発表作品：アレロパシーの相互作用を用いたセンチュウの駆除  
発表者：岩本葉奈、大村麻衣奈、中尾向日葵、吉村日陽（2年）  
発表作品：カエルのシトクロムbにおけるD-loop領域の分子系統解析から分化を見る  
発表者：笹倉康誠、小藪海斗、田村陸人、新保蒼史郎、望月暁登（2年）  
発表作品：ベニクラゲの未解の不老不死のプロセスに迫る  
発表者：井口瑞稀、黒川順平、高橋直大、多鹿文太郎、長谷川元希（2年）  
発表作品：カイワレダイコンの生長に与える音波の影響  
発表者：岩崎遥大、原田亮輝、藤本圭人（2年）  
発表作品：エネルギーハーベスト～音力発電の可能性～  
発表者：西島魁利、西村篤人、福井陽貴、松本径一郎（2年）  
発表作品：R言語に存在するデータセットのカテゴリー化  
発表者：長田悠生（1年）  
発表作品：OSSライセンス違反防止のためのnpmパッケージ開発  
- WHAT YOU SHOULD DO IS WRITTEN HERE -  
発表者：小林麟太郎（1年）

(12) 第16回兵庫県立人と自然の博物館“共生の広場”

日 時：2021年2月11日：オンライン  
発表作品：メイラード反応による溶液の吸光度と食品の腐食の関係を探る  
発表者：富依輝大、藤井勇汰、山下将弥（2年）

(13) 第10回サイエンス・インカレ

発表作品：「コミヤマスマミレの謎を追う～スマミレ属全体の分類の見直しへ～」  
発表者：山口夏巳（2年）、池邊智也、西村悠生（1年） **ファイナル審査進出**  
発表作品：OSSライセンス違反防止のためのnpmパッケージ開発  
- WHAT YOU SHOULD DO IS WRITTEN HERE -  
発表者：小林麟太郎（1年）：（書類審査落選）

(14) 京都大学サイエンスフェスティバル2020

日 時：2021年3月14日：オンデマンド  
発表作品：「コミヤマスマミレの謎を追う～スマミレ属全体の分類の見直しへ～」  
発表者：山口夏巳（2年）、池邊智也、西村悠生（1年）

(15) 第62回日本植物生理学会年会

日 時：2021年3月16日：オンライン  
発表作品：「コミヤマスマミレの謎を追う～スマミレ属全体の分類の見直しへ～」  
発表者：山口夏巳（2年）、池邊智也、西村悠生（1年）

(16) 日本農芸化学会2021年度仙台大会

日 時：2021年3月19日：オンライン  
発表作品：「コミヤマスマミレの謎を追う～スマミレ属全体の分類の見直しへ～」  
発表者：山口夏巳（2年）、池邊智也、西村悠生（1年）

(17) CIEC春季カンファレンス2021

日 時：2021年3月20日

発表作品：「コミヤマスミレの謎を追う～スマレ属全体の分類の見直しへ～」

発表者：山口夏巳（2年）、池邊智也、西村悠生（1年） **書類審査通過**

発表作品：R言語に存在するデータセットのカテゴリー化

発表者：長田悠生（1年） **書類審査通過**

発表作品：OSSライセンス違反防止のためのnpmパッケージ開発

– WHAT YOU SHOULD DO IS WRITTEN HERE –

発表者：小林麟太郎（1年） **書類審査通過**

### ○論文コンテスト応募

(1) 坊っちゃん科学賞研究論文コンテスト

コンテスト名：第12回坊っちゃん科学賞研究論文コンテスト 中止

(2) 神奈川大学全国高校生理科・科学賞論文大賞

日 時：2020年12月23日

研究生徒：山口 夏巳（2年）、池邊智也、西村悠生（1年）、亀田友弥・田中朝陽・穂積芳季・福本愛奏音（3年）

発表作品：「コミヤマスミレの謎を追う～スマレ属全体の分類の見直しへ～」

結 果：**優秀賞**

(3) 第14回「科学の芽」賞

日 時：2020年12月19日

研究生徒：山口 夏巳（2年）、池邊智也、西村悠生（1年）、亀田友弥・田中朝陽・穂積芳季・福本愛奏音（3年）

発表作品：「コミヤマスミレの謎を追う～スマレ属全体の分類の見直しへ～」

結 果：**努力賞**

(4) 第18回高校生・高専生科学技術チャレンジ

日 時：2020年12月13日

研究生徒：山口 夏巳（2年）、池邊智也、西村悠生（1年）、亀田友弥・田中朝陽・穂積芳季・福本愛奏音（3年）

発表作品：「コミヤマスミレの謎を追う～スマレ属全体の分類の見直しへ～」

結 果：**入選**

### 3 効果・評価・検証

今年度はほとんどがオンライン、オンデマンドで、生徒たちの熱のこもったプレゼンテーションは見られなかったが、やはり、出場すればするほどプレゼンテーションは上達した。また、質疑応答に答えることでそれぞれの課題研究に対する理解や今後、実験に取り組むべき内容も見えてくる。代々続いているスマレ班は熱心に発表会に参加し、専門の研究者の方々と話すことによって研究内容が深くなっており、また、発表の質疑応答のための準備をすることでますます研究が楽しくなり、まさに、主体的に研究に取り組んでいる状況となっている。今後、ほかの研究班でもそういう仕組みを作って広げていく必要がある。

# 10 SSH学術講演会

## 1 目的・仮説

最先端で活躍されている研究者から科学技術や科学研究に関する講演を聴き、最先端科学技術への理解と興味・関心を高める。科学技術にイノベーションを創出する獨創性、フロンティア精神を学ぶことを目的としている。最先端の科学技術に触れ、生徒が主体的に学ぶ意欲を高めたい。

## 2 実施内容・方法

- (1) 日時：令和2年11月18日(水)
- (2) 会場：兵庫県立小野高等学校蜻蛉ホール
- (3) 演題：「ロボット技術と未来社会」
- (4) 講師：古田 貴之先生（千葉工業大学未来ロボット技術研究センター所長）

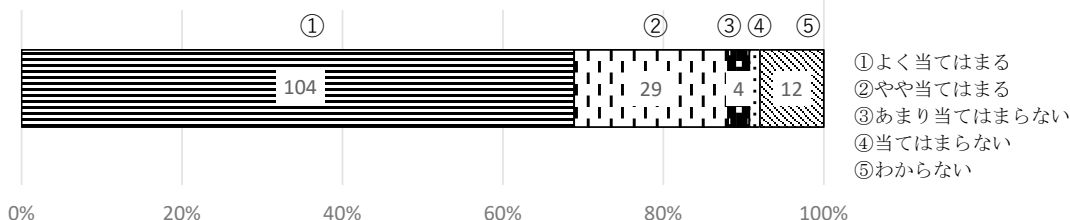
新型コロナウイルスの感染拡大の観点から、蜻蛉ホールと各ホームルーム教室に分かれて、SSH学術講演会が行われた。蜻蛉ホールでの講演の様子をホームルーム教室にライブ配信した。

## 3 効果・評価・検証

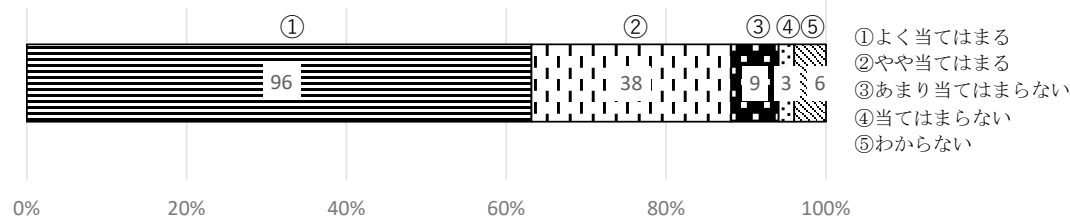
すべての職業に共通するのは『人の心を動かす』ことができる点であり、ロボット開発において、ただ作るのではなく、それが人の役に立てられるのか、幸せにできるかを常に考え、さまざまな製品を生み出し、人の心を動かすことが大切であると教えて下さった。アンケート結果から、ロボット工学の興味関心を高め、平素の学習に積極的に取り組み、主体的に学ぼうとする意欲が高くなった。

### ◇SSH学術講演会を振り返って（生徒の自己評価）

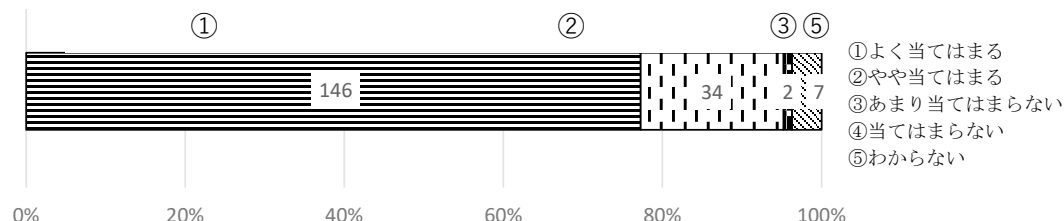
#### 1. SSH講演会の内容は理解できましたか



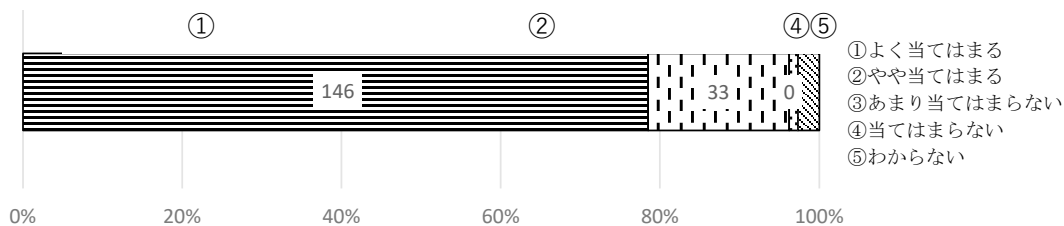
#### 2. ロボット制御の内容に興味を持ちましたか



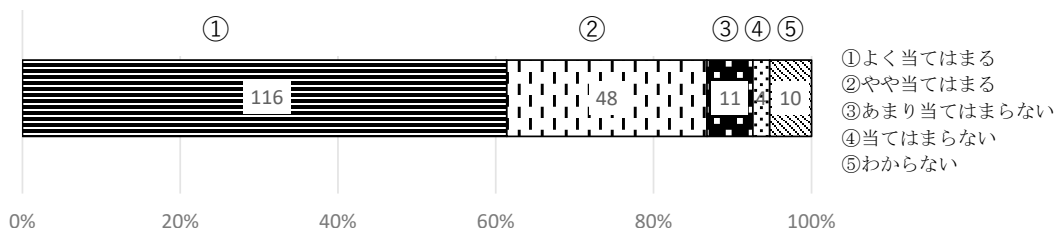
#### 3. 自分なりに物事を考えることができましたか



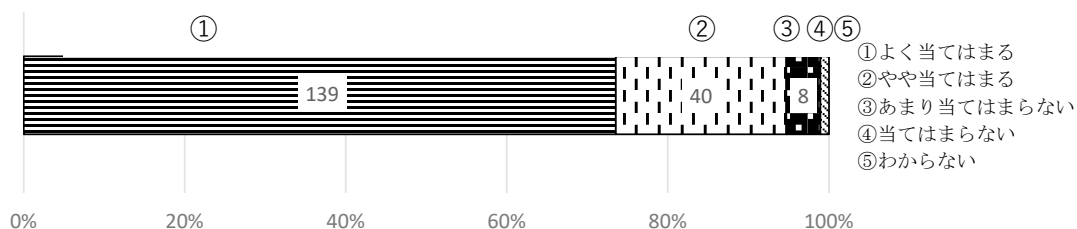
#### 4. 積極的に取組みことができましたか



#### 5. 平素の授業の取組みに対する意欲が高まりましたか



#### 6. 自分でもっと調べてみたいという意欲が高まりましたか



#### 生徒の感想より

- ・『大人になると、、、』というイメージから離れていた古田先生の自分に素直になっておられる姿を見ると、自分の中にある常識は、あまり意味をなしていないもので、自分の目で見えたものの価値が大きいということを感じることができた。
- ・将来何がしたいのか決まっておらず、焦っていました。しかし、古田先生が言われた『全ての選択肢がある』という言葉にすごく心を動かされました。常にポジティブに物事を考えていこう、と思えるようになりました。
- ・これまで、自分に流れてくる情報を鵜呑みにしてしまい、いつかロボットが人間を制圧してしまうのではないかと、思っていました。しかし、人工知能（AI）が人間を超えないとわかったので安心しました。それは、AIはプログラム通りに動くだけで、感情もプログラムに従うからです。ロボットは道具であり、どのように扱うのが大切になってくると思いました。



## 第4章 実施の結果とその評価

SSH事業の成果を検証するため、11月に全校生徒（第3学年は除く）対象のアンケート調査をおこなった。

### ◇質問事項

授業（総合的な学習の時間、職業講演会や進路講演会、全校講演会、セミナーなども含む）や部活動、施設見学など、小野高校でのスクールライフ全般の経験を通じて、次の事柄や資質は向上したと感じますか。

5 とても向上した    4 やや向上した    3 変化はなかった    2 低下した    1 わからない

### ◇SSH事業の結果

(1) 科学探究科（1年）・科学総合コース（2年）が他の比較群よりずっと高い値を示した項目

科学技術の理論・原理への興味	観察・実験への興味	科学技術の社会生活への応用
自主性・やる気・挑戦心	協調性	粘り強く取り組む姿勢
		独創性

科学探究科（1年）や科学総合コース（2年）の生徒がもともと持っている特性としての差が表れている可能性もあるが、年度末の振り返りで大きく他の比較群より大きな差を維持していることは、やはり1年間、SSH事業の主対象として理数系のさまざまな事業に取り組んできたことの効果が出ているといえるだろう。

科学技術の社会生活への応用に関する値が高いことは、理数系人材の育成の観点から好ましい傾向といえる。協調性の高さは、たとえば探究活動や授業で行う実験観察などをグループで実施していることが影響していると思われる。

(2) 科学探究科（1年）・科学総合コース（2年）と他の比較群との差がそれほど大きくない項目

批判的思考力	グローバルに活躍する意欲	リーダーシップ	探究の手順や方法への理解
--------	--------------	---------	--------------

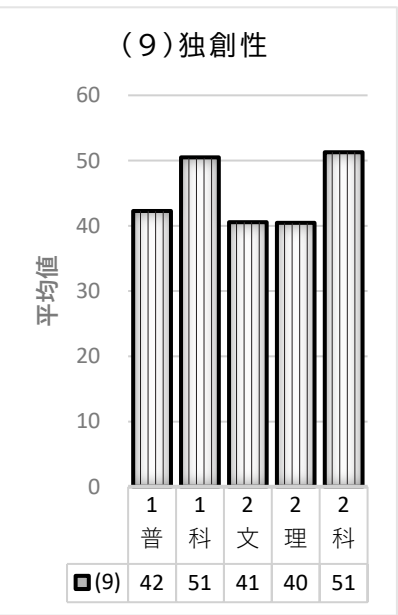
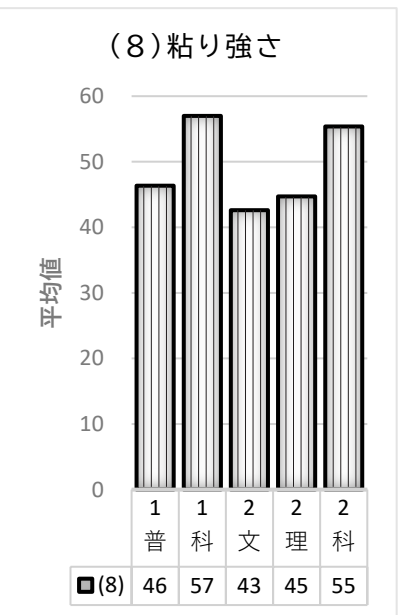
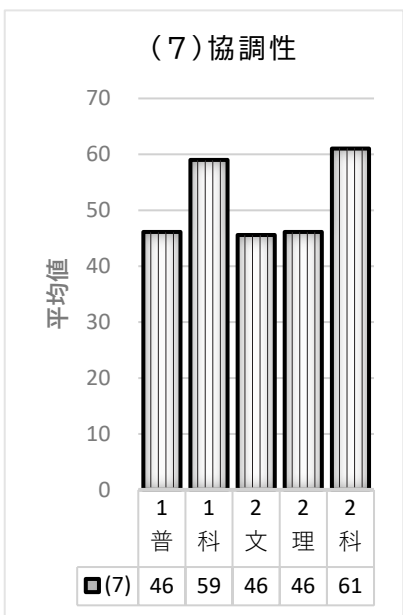
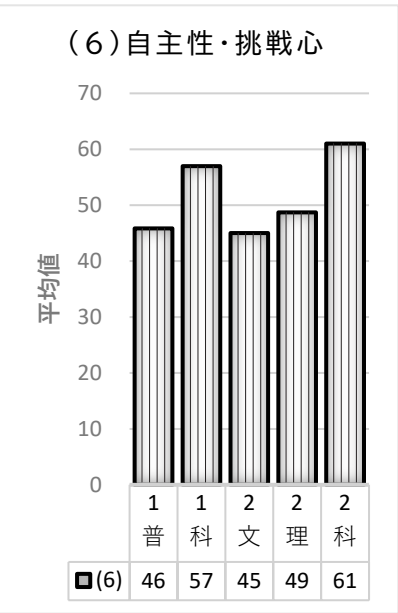
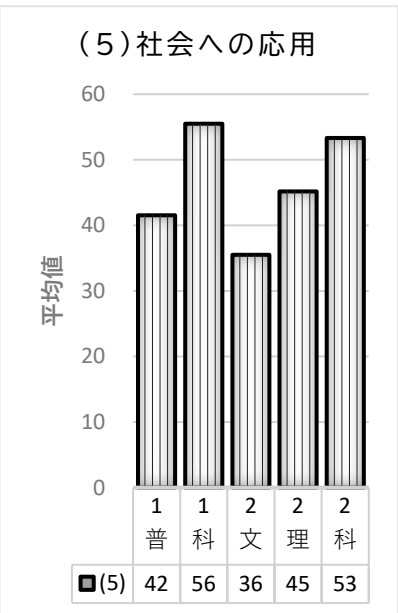
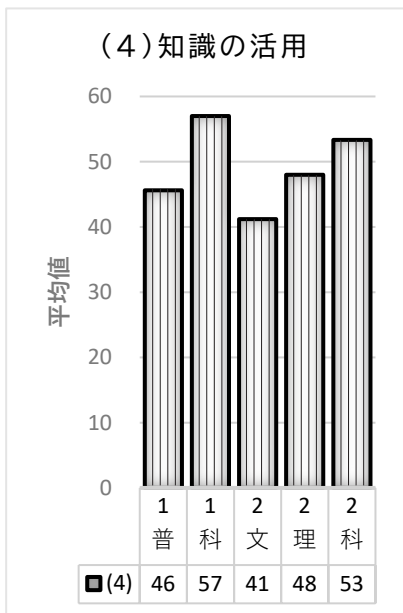
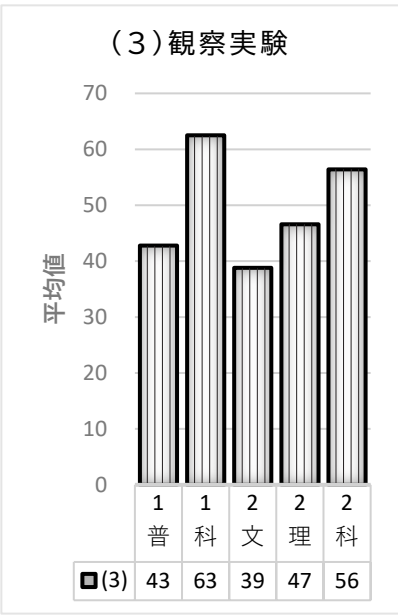
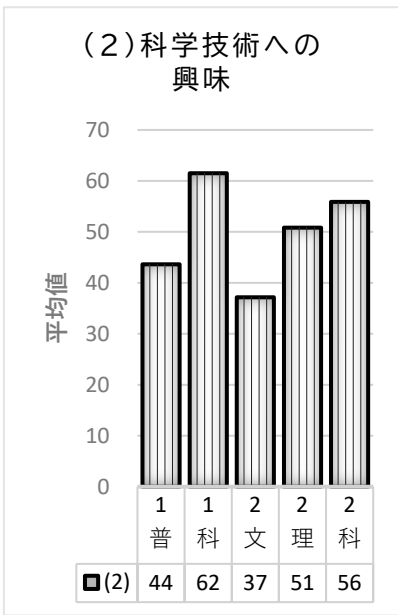
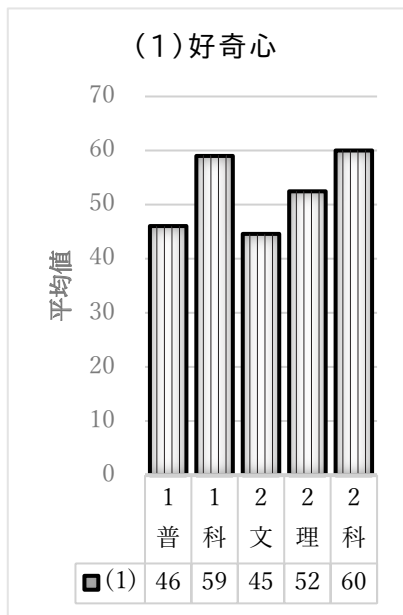
批判的思考力は比較群とあまり変わらない。本校のSSH事業には批判的思考力を養う効果があるプログラムがほとんどない、あるいは、あっても効果がほとんどない、ということだろう。また、グローバルな活躍をイメージする生徒やリーダーシップの育成を感じる生徒は、比較群よりそれほど多くない（特に科学探究科（1年））。『北播磨から世界へ飛び出す』人材育成を研究開発課題としている点では物足りない。

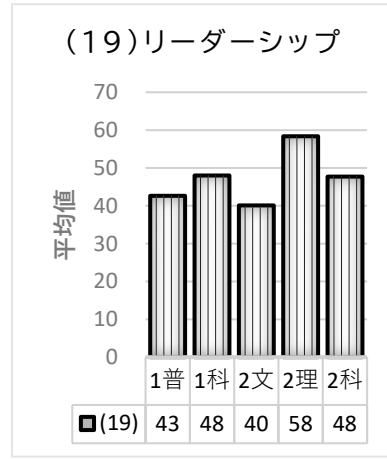
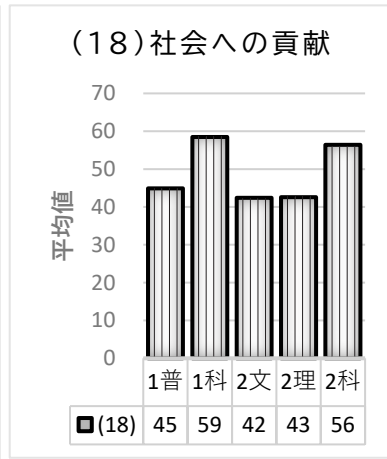
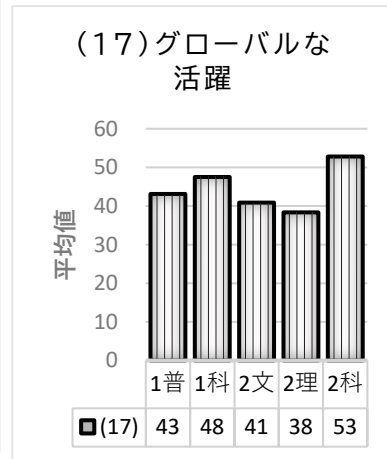
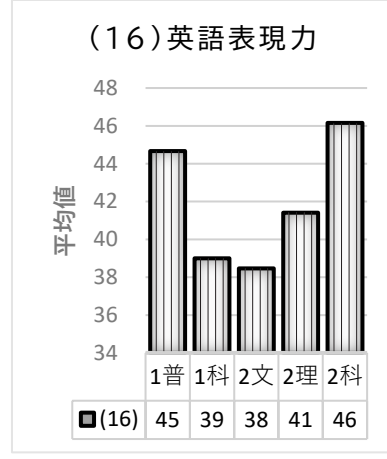
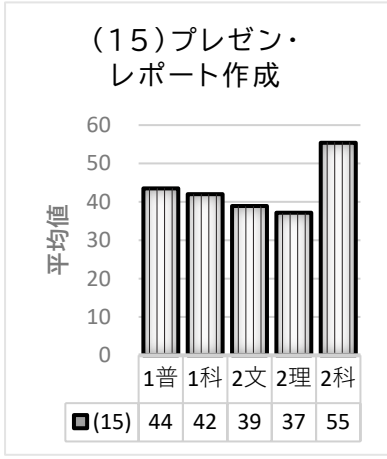
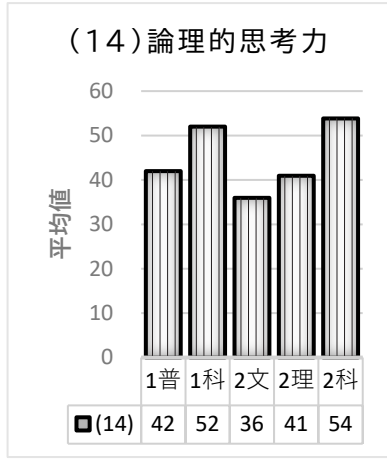
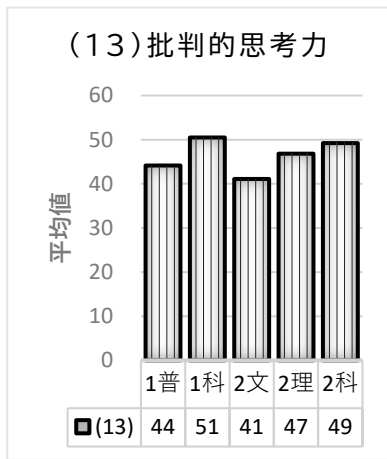
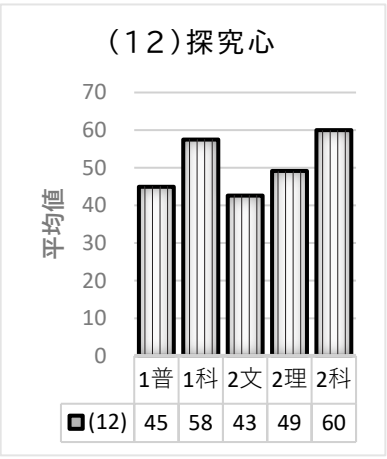
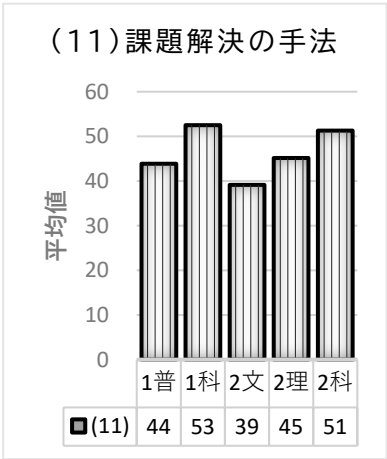
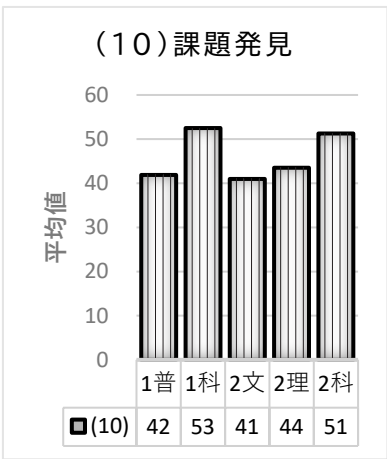
探究の手順や方法への理解が比較群と比べてそれほど大きな差が出なかった。比較群の生徒たちも、総合的な学習の時間・探究的な学習の時間で、同様のことを学ぶので、全校生徒が理解している状況かもしれない。とはいえ、SSH事業の効果としてはもっと違いが出てほしいところだと感じた。

(3) 科学探究科（1年）が科学総合コース（2年）よりずっと低い項目

プレゼンテーション能力とレポート作成力	英語による表現力
---------------------	----------

集団の素性の違いの可能性は否定できないが、事業改善の観点からみると、1年生を対象としたSSH事業による、これらの項目の育成効果は低いと考える必要がある。確かに、プレゼンテーションの機会は今年度は少なかった（年度当初はコロナ禍による影響もあった）ように思う。英語による文書作成や読解の機会も、継続的にはなかった。意外なのはレポート能力の項目が低かったことだ。探究基礎Ⅰをはじめ、実験後はレポートを課していたが、深く考察させるようなレポートであったか、検証する必要がある。

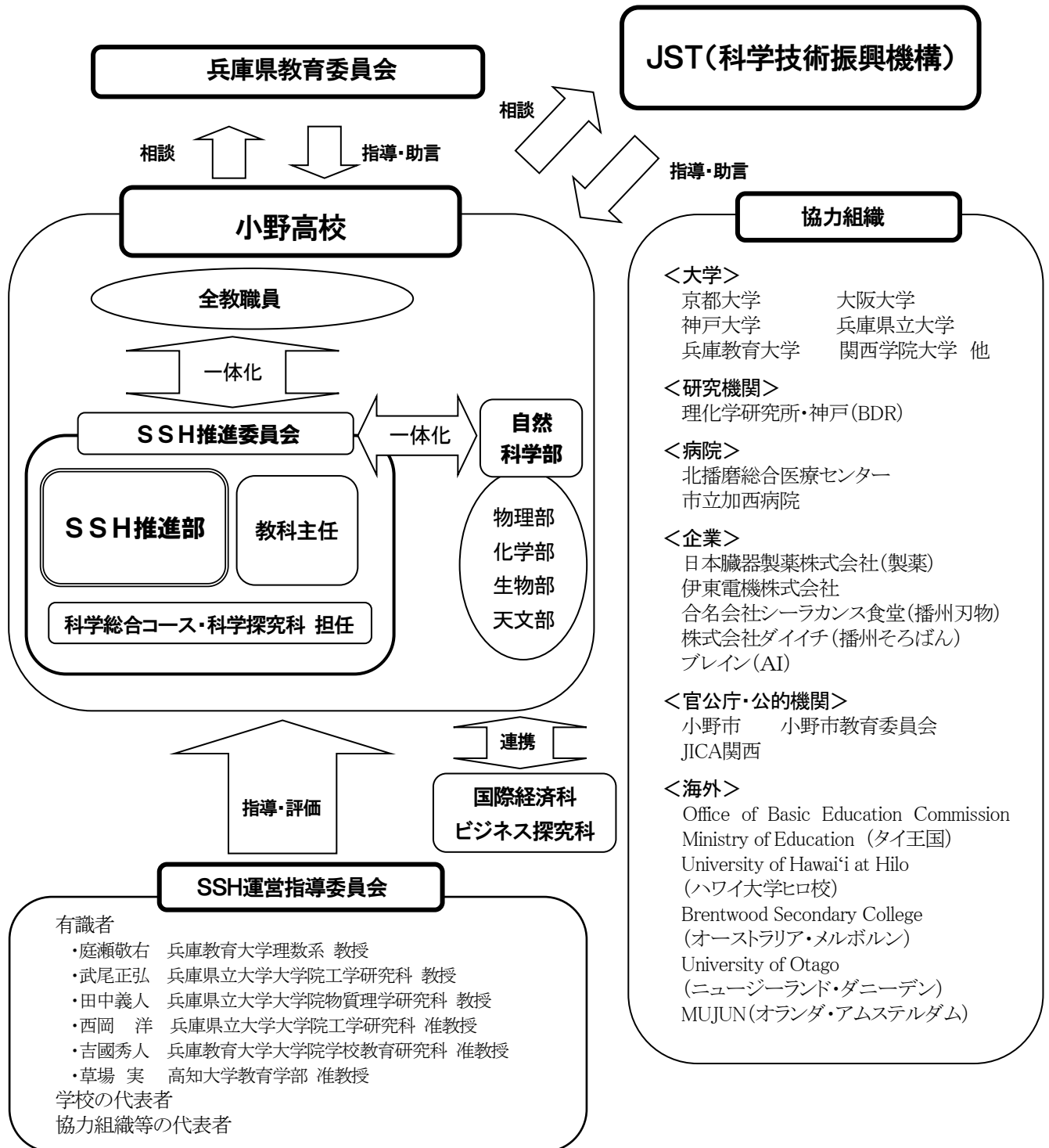






## 第5章 校内におけるSSHの組織的推進体制

本研究は、SSHに係る研究開発事業に専属であるSSH推進部が中心となって推進し、その提案を必要に応じてSSH推進委員会で協議する。事業の実施は、全教職員および部活動が一体となって行う。外部機関との連携については、大学や研究機関、地域の医療機関や企業などの協力を得て、研究開発事業の充実を図る。また、6名の有識者（大学教員）、協力組織・学校の代表者からなるSSH運営指導委員会を組織し、本研究全体の方向性や評価、検証方法などについて、指導助言と評価を得る。



## 第6章 成果の発信・普及

### 1 目的・仮説

SSH事業の研究開発の実施により、探究課題に関する研究成果が得られ、また、生徒の課題解決やプレゼンテーションの能力などが育成された。科学技術系人材としての素養や志も養われた。これらのSSH事業による成果を校外に発信することは成果そのものの普及になる一方、貴重な実践の場になり人材育成にとって必要な段階だと捉えている。

### 2 実施内容・方法

#### ◇成果を活用した連携の構築

##### ●他校の自然科学系部活動との連携

- ・本校の生物部・・・近隣校の生物部と連携し、遺伝子解析の進め方の実際について体験できる機会を設けた。
- ・本校の天文部・・・近隣校の天文部と連携し、天体観察や天体望遠鏡の操作などについて、情報を共有し交流する機会を設けた。

#### ◇科学の楽しさの普及

##### ●小野サイエンス教室

小野市内の小学5・6年生の希望者を対象にした実験教室で、説明や進行は自然科学部の部員が行っている。

- ・令和元年度 第1回

内容：「いろいろな電池～アルミホイルと炭で電池を作ろう～」  
「偏光板万華鏡を作ろう」

- ・令和元年度 第2回

内容 DNAストラップを作ろう  
やじろべえモーターを作ろう  
相互誘導を利用したワイヤレスイヤホンについて

\*令和2年度はコロナ禍のため中止



小野サイエンス教室

#### 【児童の感想】

- ・偏光板で2枚違う向きに重ねると黒くなった。斜めだと暗くならなかった。ブラックウォールの仕組みがわかって楽しかった。もっと知りたいと思った。
- ・炭と塩水とアルミホイルとペーパーで、電池はつくることができないと思っていたけれど、できたので、すごいなと思いました。驚いたのは、その電池をいっぱい集めてつなぐと、音が大きくなったことです。

#### 【保護者の感想】

- ・高校生の皆さんが明るく対応して頂き、楽しく実験ができました。ありがとうございました。

##### ●オープンハイスクール

小野市内の中学3年生の希望者を対象にした見学説明会であるが、科学総合コース、科学探究科を希望する生徒には、実験観察を主とした実習を実施している。ここでも自然科学部の部員が説明や補助、誘導などを行っている。

## ◇成果そのものの評価による普及

### ●SSH探究発表会

◇令和元年度（現科学総合コースの3年生による口頭発表）・・・3月実施

◇令和2年度（現科学総合コースの2年生による口頭発表）・・・令和3年6月（予定）

\*従前は年度末（3月）に実施していたが、探究の研究内容の充実、口頭発表の充実のため、次年度（SSH指定3年目の年度）の6月に実施することとした。

### ●高大連携課題研究合同発表会

京都大学と兵庫県教育委員会との間の連携協定により実施された発表会で、京都大学を会場として行われた。記念講演のあと、県内の高校から集まった課題研究班がそれぞれポスター発表を行い、高校生や京都大学の学生や教員と議論、意見交換した。毎年実施されている。

### ●サイエンスフェアin兵庫（兵庫咲いテク事業）

◇令和元年度      ◇令和2年度

### ●甲南大学リサーチフェスタ

◇令和元年度      ◇令和2年度

### ●科学系コンテスト

◇数学・理科甲子園2019（令和元年度）・2020（令和2年度）

◇バイオサミットin鶴岡 審査員特別賞（令和2年度）

◇サイエンティストアワード“夢の翼” 最優秀賞（令和2年度）

◇坊ちゃん科学賞 佳作、奨励賞（令和元年度）

◇神奈川大学「全国高校生理科・科学論文大賞」努力賞（令和元年度） 優秀賞（令和2年度）

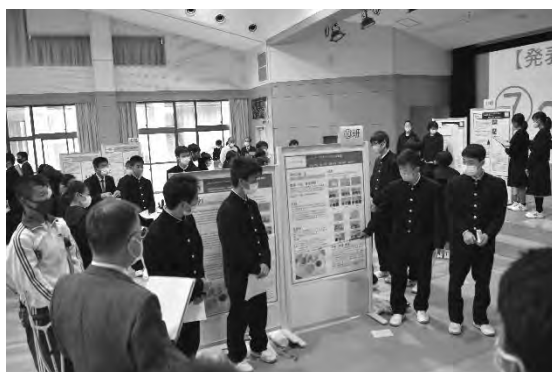
◇科学の芽 努力賞

◇生物オリンピック

◇情報オリンピック

### ●探究中間発表会

探究による研究成果の中間発表（校内発表、他校教員の参加者あり）



中間発表会(ポスターセッション)



中間発表会(講評)

## 3 効果・評価・検証

成果の発信による生徒の様子について、教員からは「生徒が自信を持って、はっきりプレゼンをしていたのが印象的だった」、「わからなくても、とにかく何かを答えようという前向きな姿勢がみられた」、「今後の探究活動の進め方に大きなヒントになった」などのコメントが得られた。また、発表した生徒からは「研究が想像以上に穴だらけで、厳しい指摘を受けた」、「人に伝えることの難しさを学んだ」、「質疑応答は、あらゆる知識とそれをうまくまとめて考える能力が必要だと感じた」といったコメントがあった。

## 第7章 課題及び今後の方向性

---

### 1 課題の整理

#### ◆3Rプロジェクトの振り返り

##### ◇リレーション・プログラム

地元企業との連携 →株式会社ブレインとの連携の発達 →AI研究の推進、発展

##### ◇リフレクション・プログラム

メタ認知の有効な測定方法の確立

メタ認知の重要性を生徒に理解させる有効な事業の開発

年間を通じたメタ認知の研究開発の実施

#### ◆SSH事業の改善

##### (1)強化したい項目

◇英語による表現力の育成

◇グローバル性

◇リーダーシップ

◇探究の手順や方法に関する理解

◇批判的思考力

◇プレゼンテーション能力・レポート作成

##### (2)海外ハワイ研修、国際共同研究

◇国内研修での代替（海外ハワイ研修）

◇国際共同研究の推進（オンラインによる情報交換）

##### (3)ICT化の推進

◇ICT化をどのように進めるか

##### (4)研究室見学、実験の充実、医療プログラムの充実など

#### ◆SSH指定3年目の新規または発展的に実施するもの

##### I ONOリサーチカリキュラム

(1)「国際探究」の実施

(2)海外の高校とのプレゼンテーション交換

(3)英語論文の作成と論文コンテストへの応募

##### II ONOリレーションモデル

(1) 伝統産業国際化プログラム

##### III ONOリフレクションメソッド

(1) リフレクションシートの完成

##### その他

(1) 3年目の取組の検証評価と修正

(2) 課題の整理およびプログラム全体の見直し

(3) 中間報告書の作成

(4) 修正した内容を次年度の1年生～3年生へ反映

## 2 今後の方向性

### ◇Ⅰ リサーチ・プログラム

<b>(ア) 基盤カリキュラム[1年次]: 課題研究実施に必要な知識や手法の習得</b>	
研究開発	改善の方向性
科学基礎	<input type="checkbox"/> 各分野における融合的な取組の発展 <input type="checkbox"/> 探究基礎Ⅰとの連携 <input type="checkbox"/> 授業におけるICT活用
探究基礎Ⅰ	<input type="checkbox"/> 科学基礎と創造探究との連携強化
情報の科学	<input type="checkbox"/> 新規実施 <input type="checkbox"/> 探究基礎、科学基礎、創造探究との連携
<b>(イ) 実践カリキュラム[2年次]: 課題研究の実施、中間発表、成果発表、外部発表</b>	
探究基礎Ⅱ	<input type="checkbox"/> 実施内容の検証 <input type="checkbox"/> 探究基礎Ⅰ、創造探究との連携
国際共同研究	<input type="checkbox"/> 海外の高校とのプレゼンテーション交換 <input type="checkbox"/> 海外ハワイ研修 国内代替案の検討
<b>(ウ) 発信カリキュラム[3年次]: 論文作成、コンテスト応募、外部発表など</b>	
創造探究	<input type="checkbox"/> 英語論文の作成 <input type="checkbox"/> 科学系コンテストへの応募
国際探究	<input type="checkbox"/> 新規実施

### ◇Ⅱ リレーション・プロジェクト

<b>伝統産業プログラム</b>	
研究開発	改善の方向性
播州そろばんと脳の活性化	<input type="checkbox"/> 伝統産業国際化プログラム
<b>産業技術プログラム</b>	
A I 企業ブレインと連携しての課題研究	<input type="checkbox"/> 創造探究、物理部でのAI研究、ロボット研究などの推進
<b>医療・生命科学プログラム</b>	
北播磨総合医療センター	<input type="checkbox"/> コロナ禍で見学中止の場合の代替プログラムの準備

### ◇Ⅲ リフレクション・プロジェクト

<b>評価に関する研究開発</b>	
研究開発	改善の方向性
メタ認知評価	<input type="checkbox"/> リフレクションシートの完成 <input type="checkbox"/> 実施回数の増大と対象生徒の拡大 <input type="checkbox"/> 各種シートの改良
<b>自然科学系部活動</b>	
自然科学系部活動	<input type="checkbox"/> 活動内容のさらなる充実 <input type="checkbox"/> 研究活動の推進、科学系コンテストへの応募

# ④関係資料 1 普通科 教育課程表

県立高等学校入学生徒教育課程表  
2019年度入学生(74回生)

全日制の課程 本校  
普通科 科学総合コース

兵庫県立小野高等学校

教科・科目等		学 年 標 準 単 位 数	1 学 級		1 学 級		1 学 級		単 位 数	計	備 考		
			1 年		2 年		3 年						
			必修	選択	必修	選択	必修	選択					
国 語	国語総合	4	4						4	12	1年で「数学Ⅰ」の履修終了後、「数学Ⅱ」を履修する。  2年で「数学Ⅱ」の履修終了後、「数学Ⅲ」を履修する。		
	現代文B	4			2		2		4				
	古典B	4			2		2		4				
歴 史	世界史A	2	2						2			7	理科の選択は2・3年継続履修とする。  理科の学校設定科目「科学基礎」は理科基礎科目の代替。
	世界史B	4											
	地理B	4			2		3		5				
公 民	現代社会	2	1						1			1	
数 学	数学Ⅰ	3	2						2			18	
	数学Ⅱ	4	1		3				4				
	数学Ⅲ	5			1		6		7				
	数学A	2	2						2				
	数学B	2			2				2				
	探究応用数学	1					1		1				
理 科	物理基礎	2								19			
	物理	4				3		3	0・6				
	化学基礎	2											
	化学	4			3		3		6				
	生物基礎	2											
	生物	4				3		3	0・6				
	科学基礎	5	6						6				
探究応用理科	1					1		1					
体 育	体育	7~8	3		2		2		7	9			
	保健	2	1		1				2				
芸 術	音楽Ⅰ	2		2					0・2	2			
	美術Ⅰ	2		2					0・2				
	書道Ⅰ	2		2					0・2				
外 国 語	コミュニケーション英語Ⅰ	3	3						3	16			
	コミュニケーション英語Ⅱ	4			3				3				
	コミュニケーション英語Ⅲ	4					4		4				
	英語表現Ⅰ	2	2						2				
	英語表現Ⅱ	4			2		2		4				
庭 家	家庭基礎	2			2				2	2			
情 報	社会と情報	2								1			
	情報の科学	2	1						1				
商 業	インターンシップ	1				(1)			(1)	(1)			
総 合 的 な 探 究 の 時 間	探究基礎Ⅰ	1	1						1	6			
	探究基礎Ⅱ	1			1				1				
	創造探究	1			2				2				
	国際探究	2					2		2				
各学科に共通する各教科・科目の単位数計			28	2	25	3	26	3	79	8	専門科目に関する教科・科目の履修単位 (1)単位		
主として専門学科において開設される各教科・科目の単位数計						(1)			(1)				
単 位 数 計			31		31(1)		31		93(1)				
木 一 ム ル 一 ム 活 動 週 当 た り 時 数			1		1		1		3				
週 当 た り 授 業 時 数			32		32(1)		32		96(1)				

## ④関係資料 2科学探究科 教育課程表

### 県立高等学校入学生徒教育課程表 2020年度入学生(75回生)

全日制の課程 本校  
普通科 科学探究科

兵庫県立小野高等学校

教科・科目等		類型	1学級		1学級		1学級		単位数	計	備 考
			1年		2年		3年				
			必修	選択	必修	必修	必修	選択			
国語	国語総合	4	4						4	12	第3学年(探究選択) 「理数物理/理数生物」の選択。  学校設定科目「科学基礎」と「理数科学Ⅱ」は「理数物理」「理数化学」「理数生物」の代替。(SSHによる)
	現代文B	4			2	2			4		
	古典B	4			2	2			4		
歴史	世界史A	2	2						2	7	
	地理B	4			2	3			5		
公民	現代社会	2	1						1	1	
体育	体育	7~8	3		2	2			7	9	
	保健	2	1		1				2		
芸術	音楽Ⅰ	2		2					0・2	2	
	美術Ⅰ	2		2					0・2		
	書道Ⅰ	2		2					0・2		
外国語	コミュニケーション英語Ⅰ	3	3						3	16	
	コミュニケーション英語Ⅱ	4			3				3		
	コミュニケーション英語Ⅲ	4				4			4		
	英語表現Ⅰ	2	2						2		
	英語表現Ⅱ	4			2	2			4		
家庭	家庭基礎	2			2				2	2	
情報	社会と情報	2								1	
	情報の科学	2	1						1		
理数	理数数学Ⅰ	4~8	5						5	37	
	理数数学Ⅱ	6~12			3	4			7		
	理数数学特論	2~8			3	2			5		
	理数物理	3~9					3		0・3		
	理数化学	3~9			3	3			6		
	理数生物	3~9					3		0・3		
	探究応用数学	1				1			1		
	科学基礎	6	6						6		
	理数科学Ⅰ	3							3		
	理数科学Ⅱ	3			3				3		
探究	探究基礎Ⅰ	1	1						1	2	
	探究基礎Ⅱ	1			1				1		
総合的な探究の時間		2			2				2	4	「創造探究」
		2				2			2		「国際探究」
各学科に共通する各教科・科目の単位数計			17	2	16	15	3	48	5	専門科目に関する教科・科目の履修単位数 36単位	
主として専門学科において開設される各教科・科目の単位数計			12		13	11		36			
単位数計			31		31	31		93			
ホームルーム活動 週当たり時間数			1		31	1		3			
週当たり授業時数			32		32	32		96			

#### ④関係資料 3基盤カリキュラム[科学基礎]内容

科目	内容		単位数
科学基礎	基礎を冠する科目の内容を中心に分野融合的に学ぶ。理論と実際に起こる現象を結びつけ、物質の変化、エネルギー、環境といった分野ごとに学習することで研究の基盤となる理論や法則を現実の概念として習得させる。		6 単位
	期間	共通テーマ	時間数
1学期	中間調査まで	単位	18
	期末調査まで	構造	
2学期	中間調査まで	変化	36
	期末調査まで	エネルギー	
3学期	中間調査まで	環境	46
	期末調査まで	環境	
			31
			46
			33

単位の換算、有効数字、長さ、質量。測定方法など数字の取り扱いを習得する。 原子・分子～細胞～地球まで大きさについて理解する。 物理分野：地球の大きさ、速度、加速度 化学分野：混合物の分離精製、原子の大きさ 生物分野：細胞、細胞の大きさ、細胞の構造、共通性と多様性	物理分野では運動の法則により、物体の運動のようすを解析することを学ぶ。 化学分野では原子・分子、イオン、化学結合について理解し物質の構造を学ぶ。 生物分野では細胞の構造、細胞を作る物質に触れ、DNAでは化学と連携しその構造を理解する。	物理分野では仕事をすることで、運動エネルギーが変化するしくみを学び、エネルギーと仕事の概念を学ぶ。 化学分野では物質の反応を中心に化学反応式を習得、酸と塩基の中和反応を理解する。 生物分野では体細胞分裂におけるDNAの複製やセントラルドグマを学ぶ。	物理分野では波動は媒質中を振動が伝わる現象である。ここでは波の性質、音、光についてエネルギーに触れながらより深く学ぶ。 化学分野では酸化還元反応を理解し、電気分解、電池から電気エネルギーに触れる。 生物分野では代謝（同化・異化）を理解し、エネルギーの流れを学ぶ。	各分野からのアプローチでエネルギー問題と環境問題を学び、物質循環やエネルギーの流れを総合的にまとめる。 物理分野：電気エネルギーとその理由、化石燃料、原子力 化学分野：酸化還元反応の応用、電池、電気分解、製錬と環境問題 生物分野：生物多様性、生態系、物質循環とエネルギーの流れ
---	---	--	---	---



#### ④関係資料 4基盤カリキュラム[探究基礎Ⅰ]内容

科目	内容		単位数
探究基礎Ⅰ	高校理科の基礎的な実験を題材として、実験の計画立案、準備、結果やデータの収集、考察、レポート作成など、探究に必要な基本的知識・技能を学ぶ。北播磨の自然や産業など身近にある環境や科学技術を学ぶ。		1単位
	期間	共通テーマ	内容
1学期	中間調査まで	単位	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガイダンス</li> <li>・いろいろな細胞の大きさをはかる</li> <li>・理数セミナー</li> </ul> 生物学：菌類の世界、観察実習
	期末調査まで	構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>・細胞内の構造観察</li> <li>・重力加速度の測定実験</li> <li>・運動の法則、実験</li> <li>・理数セミナー</li> </ul> 生命科学：植物の環境応答 医学：医者と研究 ・施設見学 JICA&BDR研修
2学期	中間調査まで	変化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・DNAの抽出実験</li> <li>・細胞分裂の観察</li> <li>・化学反応実験</li> <li>・エネルギー保存の法則実験</li> <li>・理数セミナー</li> </ul> 法学：科学と法律 国際経済：日本の貿易とJETRO貿易
	期末調査まで	エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有機物とエネルギー実験</li> <li>・気柱中の共鳴実験</li> <li>・中和反応実験</li> <li>・酸化還元反応実験</li> <li>・電池の制作</li> <li>・ミニ探究発表会</li> <li>・理数セミナー</li> </ul> 化学：科学技術とエネルギー問題 電子工学：電子デバイスと開発
3学期		環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>・来年度の創造探究に向けて（研究テーマの発見など）</li> <li>・理数セミナー</li> </ul> 数学：連分数 農学：生体内物質、女性研究者への道
			時間数
			5
			7
			6
			8
			6

#### ④関係資料 5基盤カリキュラム[探究基礎Ⅱ]内容

科目		内容		単位数
探究基礎Ⅱ			「創造探究」と連携して、「創造探究」で行う課題研究をより深い研究となるように、参考文献をさがし、和訳して論文講読を行う。また、実験データや調査データを処理するためのデータ分析ソフトの実習を行う。	1単位
	期間	共通テーマ	内容	時間数
1学期	中間調査まで	科学英語和訳演習	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生物分野、物理分野、化学各分野の簡単な英語文章、短い論文を訳す。</li> <li>・英語と科目担当教師で指導に当たり、訳すだけでなく、その内容の実験実習を行う。</li> <li>・理数セミナー：A I、テーマ探し</li> </ul>	5
	期末調査まで	参考文献探求と和訳	<ul style="list-style-type: none"> <li>・課題研究班ごとに自らの研究に関係のありそうな参考文献を探す。</li> <li>・参考文献を訳し、研究を進めるにあたっての参考にする</li> <li>・理数セミナー 極地の生態系と物質循環、感覚と運動（脳科学）</li> <li>・外部施設見学：伊藤電機訪問、SSH成果発表会見学</li> </ul>	7
2学期	中間調査まで	統計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エクセルの高度な関数を学ぶ</li> <li>・統計処理ソフトR実習</li> <li>・理数セミナー 統計、情報処理 化学実験とプレゼン練習</li> <li>・外部施設見学：国際フロンティアメッセ</li> </ul>	6
	期末調査まで	系統樹分布図	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バイオインフォマティクス入門 ～分子系統解析～系統樹作成</li> <li>・地理的情報システム～QGIS実習～分布図作成など</li> <li>・理数セミナー 化学実験とその結果のプレゼン、電子の励起</li> <li>・外部施設見学：神戸大学イノベーションリサーチ科、神戸医療産業都市研修</li> </ul>	8
3学期		プレゼン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ポスター作成手法を学ぶ</li> <li>・日本語・英語のプレゼンテーション練習</li> <li>・理数セミナー 数学：誤り訂正符号と情報伝達</li> </ul>	6

## ④関係資料 6 73回生 探究 論文テーマ一覧

テーマ	要旨
ミルククラウンの謎	ミルククラウンはなぜできるのか、ミルククラウンができるには特定の条件が必要なのか、と疑問を持った事をきっかけにミルククラウンがきれいにできる条件について牛乳を落下させる高さや牛乳の粘性が関係しているのではないかと考えた。そこで、牛乳の粘性を変えるため、片栗粉を混ぜて、落下させる高さも変化させながらミルククラウンがきれいに形成される条件を調べた。また、実験を進めていく中で、ミルククラウンを形成しているのは落下させた牛乳なのかを区別するため牛乳に着色をして落下させて実験を行った。これらの実験から得られた結果や課題について発表する。
ムンペバ効果に関する研究	「水よりもお湯のほうが早く凍る？」 探究のテーマを探していた私達の目に衝撃的な言葉が飛び込んできた。その現象はムンペバ効果と呼ばれている。アフリカ人のMpemba少年が熱いアイスクリームが冷たいものより速く凍ることに気付いたことからこう名付けられた。「ムンペバ効果」とは「ある条件下において25℃の水よりも100℃のお湯のほうが早く凍る」というものだ。だが、未だ原因は解明されず、ゆえに、単なる「効果」であり、「法則」ではない。私たちはあらゆる角度からアプローチし、この効果に規則性を見出すことで立証に貢献すること、さらに、研究過程・成果により新たな科学分野の開拓の契機を生み出すことを目的とし研究を進めている。
SNSのSOS ～現代の高校生にバズる理由～	私たちは、現在大きな社会問題となっているSNS依存の解決策を見つけ出すことを目的としています。生活を豊かにする反面、一歩間違えれば様々な問題を起こしうるSNSに、現在、多くの高校生が依存しています。私たちは、そんなSNSにのめり込む原因が人間の欲求にあるのではないかと考えました。その中でも、他人から認められたいという「承認欲求」と、ある集団に属しておきたいという「帰属欲求」に着目し、依存との関係性を調べました。また、それらは完全に満たされず、さらに強い欲求が発生することで依存に陥るとも考え、研究を行いました。
ハニカム構造について	ハニカム構造に興味を持った私たちは、多角形を規則的に並べた立体構造の中でどの形が一番強いのかを明らかにしようとした。ハニカム構造とは、正六角形または正六角柱を隙間なく並べた構造であり、サッカーゴールのネット、断熱材など私たちの生活の場面で利用されている。私たちは色画用紙で三角形と四角形、六角形で模型を製作して荷重実験を行うことにした。最初に、タンクに水を入れ、2ℓのペットボトルに水を流し込んで模型に圧力をかけた。しかし、模型を潰すほど強い圧力はかからなかった為、さらに負荷をかけるため、重りを用いた。以上の実験によって垂直方向の荷重に一番強い構造の仕組みを示し、その考察により一番強い構造の新たな活用方法を考える。
伝わるフォントとメッセージ	メッセージを文字に伝えるには、フォントという要素が絡む。「小野高の良さをもっと多くの人に伝えたい！」と思い、フォントの選定についての研究を通じた本校のポスター制作を探究の目的とした。 まずポスターで伝えるメッセージを決めるため、在校生に本校の良さについてアンケートを行った。また高校情報の入手元についても調査を行い、ポスターという媒体が適していることを確認した。次に、フォントによって受けるイメージが異なるか調べた。同時に判読性・視認性・好感度についても調査しポスター制作に有用なフォントを選定した。最後に、これらの調査結果をもとに実際にポスターを制作し、フォントだけを変えて効果があるかについて検証を行った。
FDEソフトウェアの開発	この探究活動では、教育活動の完全なデジタル化を目指す。現在、日本でもiPadなどのデジタル端末を用いた教育活動が導入されている途上だが、一部の教育活動は未だに紙媒体によって行われている。紙媒体を用いた活動をデジタル化することによって、紙媒体ならではの問題である「データ管理の煩雑化」や「紙の無駄遣い」などの問題を解決したい。電子教科書や電子ノートなどが普及するなかで、デジタル化が成されていないと考えると「考査(テスト)」に注目した。考査をデジタル化するためには、「全ての受験者が全く同じ時間に考査を開始・終了すること」「密かに電子教科書を見るなど、デジタル端末ならではの不正行為を防止すること」が必要だと考える。
好き嫌いとは自分のせいじゃない？ ～バクテリアと嗅覚遺伝子の関係～	「好き嫌いしてはいけません！」誰もが言われたことのあるこの一言。遺伝子による先天的な理由で好き嫌いが生じているとすれば… 2012年、アメリカで「嗅覚遺伝子」と「バクテリアのにおいの感じ方」の関連性について、欧米人を対象に研究が行われた。嗅覚遺伝子が変わることによって、バクテリアのにおいの感じ方が異なる。その結果、バクテリアの嗜好が変わる。 私たちは日本人における関係性を調べるべく、研究に着手した。正確にDNAを抽出、分析することに挑んだ。髪の毛の毛根からDNAを抽出、DNAの塩基配列の変異を解析した。 実験結果とアンケートを照らし合わせ、小野高校生のバクテリアの嗜好と嗅覚遺伝子の相関を明らかにする。
猫は猫ホイホイに惹かれるのか	インターネットで話題となった猫ホイホイについて探究しました。猫ホイホイに関する情報は数多くあるものの、そのほとんどは猫を飼っている方々の投稿であり、論文を探しましたが、見つけることはできませんでした。猫たちの狭い所を好む習性と平面の種に入ることに関連性はあるのか、もしくは全くの別の要因があるのかを知るために研究しました。ネットの中で多くの方が使用していたマスキングテープを使って実験をしました。マスキングテープの色やサイズの大きさを変更して実験を繰り返しました。その結果を発表します。
効率的な発電への第一歩	私たちは、クリスタルイヤホンの中に入っている「圧電素子(ピエゾ素子とも呼ばれる)」の手に発電できる点に興味を持ったことから、圧電素子を用いた発電の仕組みと、どうすれば効率よく電力を取り出すことができるのかを研究し、床発電に発展させたいと考えている。 圧電素子の1つである酒石酸カリウムナトリウムを使った電圧の測定を進めていくなかで、圧電素子を用いた発電の難しさに気付いた。そこで、東京駅やサッカースタジアムでの、圧電素子を用いた床発電の先行研究をもとに床発電の問題点を改善し、実用的な発電を提案する。
音色について知る	音探究をするにあたって私たちは音にはまだまだ知られていないことや、分かっていない事がたくさんあります。その中でも音の深みについて日常でよく耳にします。そこで、その「深み」というものを正体を知りたいと思い、今回、音の波を可視化するためにクントの実験の対照実験を行いました。発泡スチロールでの基本実験を始め、小麦粉やチョークの粉を使った応用実験も行いました。本実験で分かったことやクントの実験が成立するために必要なものを実験を通して調べていきました。
冷蔵庫内の食品の解析管理 ～画像認識システムの実践的利用～	本研究は、冷蔵庫の中の食品を画像認識によって自動で管理できるシステムの作成を目的とする。本研究の課題は3点、暗所での画像認識への対処、冷蔵庫内のカメラの位置の最適化、種類と本数の管理である。以上の要求条件を解決するため、様々な実験と独自のアプローチでデータを分析する。 はじめに、様々な食品の画像をPythonで記述したプログラムで機械学習にかけた。結果、最終的な認識精度は99%以上に達した。その後、認識対象を缶コーヒーに限定し、解析を簡易化した。次に、AI冷蔵庫の小型モデルを作成する上で課題となる撮影角度を決定する数値的分析を実施した。現在は、モデル作成と画像処理のオリジナルのプログラムを用いて実践的な応用を展開し、段階的なAI冷蔵庫の完成を目標としている。
コマヤマスミレの謎を追う	日本には約60種、私たちの学校周辺には約20種のスミレが生育しています。スミレ属は形態的特徴がお互い大変似通っており、分類が難しい植物です。私たちスミレ班はその矛盾をDNAの分子系統解析という方法で追っています。今回、五代目スミレ班のテーマは「コマヤマスミレ( <i>Viola maximowicziana</i> )の謎に迫る」。コマヤマスミレという種属に属するスミレについて研究した成果を発表します。今までの学説と異なり、新事実が明らかになってきました。私たちは今後、いろいろな学会へこの事実を発表していくつもりです。ぜひ、ご質問、ご意見を聞かせてください。

## ④関係資料 7 運営指導委員会記録

### ◆第1回運営指導委員会

1. 実施日時 令和2年11月4日(水) 15:30~17:00
2. 実施場所 小野高等学校 探究ルーム
3. 出席者

#### 【SSH運営指導委員】

兵庫教育大学理数系教科マネジメントコース教授	庭瀬 敬右
兵庫県立大学大学院物質理学研究科教授	田中 義人
兵庫県立大学大学院工学研究科教授	武尾 正弘
株式会社ブレイン代表取締役社長	神戸 壽
兵庫教育大学大学院学校教育研究科准教授	吉國 秀人
兵庫県立大学大学院工学研究科准教授	西岡 洋
兵庫教育大学都道府県連携推進本部同窓会事務局事務局長	菅野 恭介
高知大学教育学部学校教育教員養成課程准教授	草場 実

#### 【管理機関】

兵庫県教育委員会高校教育課指導主事	野間 良重
-------------------	-------

#### 【本校】

校長 前田 哲男	教頭 桑田 圭介	事務長 住本 典彦
SSH推進部長 藤原 正人		SSH推進部副部長 稲葉 浩介
SSH推進部員 古角 哲		SSH推進部員 藤原 頌

4. 運営指導委員による意見及び指導助言の内容

#### 【創造探究 中間発表会について】

- ・どの研究グループも主体的に発表していた。英語で発表する試みもよかった。
- ・発表用ポスターの文字数が多い。図や絵をメインに配置して作成したい。
- ・楽しそうに発表しているグループが多いのが印象的だった。質疑応答の様子をみて、生徒の学びが主体的、協同的になっていると感じた。
- ・生徒が研究に対する課題をしっかりと発見できている。ジェンダーのような社会科学分野の研究は貴重である。
- ・どの研究グループも主体的に発表していた。英語で発表する試みもよかった。
- ・発表用ポスターの文字数が多い。図や絵をメインに配置して作成したい。

#### 【創造探究成果発表会について】

- ・昨年度の発表会はパワーポイントを用いた口頭発表であったが、たとえば、AIグループのように、研究テーマによっては動画での発表も検討してはどうか。

#### 【成果の普及】

- ・今後の課題として、創造探究での取り組みの成果をどのように発信、普及するかが挙げられる。

#### 【評価】

- ・何が見についたかの可視化がメタ認知の軸になるだろう。これはかなり困難なことで、自己評価自身の限界と関係している。
- ・生徒の能力を客観的に評価する方法を開発したい。

### ◆第2回運営指導委員会

- 日時：令和2年3月19日(金) 13:00~14:30  
内容：本年度SSH研究開発の成果と課題  
令和3年度SSH研究開発に向けて