

令和 2 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 3 期 1 年次)



令和 3 年 3 月

北海道札幌啓成高等学校



本校のスーパーサイエンスハイスクール事業は、今年度、第3期（第1期：平成21～25年度、第2期：平成26～令和元年度）の1年目でした。

第1期は、理数科の課題研究の充実を中心とする取組、第2期は、第1期の実践成果の普通科への拡大である探究活動「Future Vision」（以下、FV）が本流でした。FVは「よりよい人生、よりよい社会づくり」をテーマとし、基本的な進め方や評価方法は、理数科の課題研究の成果を生かしています。また、科学技術人材育成重点枠（【海外連携】）においては、「北海道課題研究アカデミー」に係る教員及び生徒研修、オーストラリア海外研修及び事前・事後研修、「北海道国際ナショナルサイエンスフェア」などにより、国際的科学リーダーを育成するプログラム開発及びネットワーク構築を進めてきました。

第2期の仮説は、次のとおりでした。

- ア 大学・研究機関等との連携による課題研究により、科学的な思考力の定着を図るとともに、科学的アプローチをデザインする力を育成することができる。
- イ 探究学習プログラムを研究開発することにより、21世紀型のスキルを育成することができる。
- ウ 森林科学教育プログラムの研究開発をすることにより、「多面的にものを見る柔軟な思考力」及び「新たな価値を創造する力」を育成することができる。
- エ 各種国際高大連携プログラムの研究開発をすることにより、「英語コミュニケーション能力」と「世界の中の日本人としてのアイデンティティ」を育成することができる。
- オ 科学教育ネットワークの構築を図ることにより、北海道の理数教育中核校として貢献することができる。

大学等との連携が全校化かつ恒常化したことで、科学デザイン力及び科学コミュニケーションスキルを育てるプログラムが確立し、科学的探究力が高まり、課題研究やFVの質が向上しました。科学英語については、独自テキストや大学教授・留学生による実践的支援により、運用力が向上しました。また、理科分野と科学技術分野を融合した探究プログラムや、海外連携の協働探究プログラムにより、生徒の意識が高揚しました。さらに、様々な発表を通じて、自らの発表と発表会の運営に主体性と協働性を発揮する生徒が多数現れました。

全体としては、「分野融合的な森林科学教育プログラムは、多面的な視点を獲得し、新たな価値創造力の向上に有効」「SDGsは、国際協働学習に親和性あり」が示されました。

一方、課題としては、課題発見力の向上、（科学）英語運用の意欲と力量の高い生徒層の拡大、融合・価値創造力の向上、外部発表機会の増設などでした。

そこで、第3期においては、本校が育成を目指す資質・能力と連動させ、次の仮説を立て、取り組んでいます。

- ア 理数科オリジナルプログラムである「科学的アプローチをデザインする力を育成する KSI」と「分野融合的な森林科学教育プログラム」を教科横断的に発展・深化させ有機的に組み合わせることで、「粘り強い精神力」「批判的思考力」「デザイン力」が、より向上する。
- イ 地域の教育資源（大学、研究機関、民間企業、NPO）等と連携した「探究学習プログラム」と「分野融合的な森林科学教育プログラム」を発展・深化させ有機的に組み合わせることで、「コミュニケーション能力」「批判的思考力」「デザイン力」「創造力」「社会的貢献力」が、より向上する。また、外部の視点から次世代に必要な学習経験が明らかになることで授業改善が進む。
- ウ 海外連携校とインターネット会議等を活用してSDGsの視点で社会課題解決協働プロジェクト（「海の豊かさを守ろう」、「陸の豊かさを守ろう」）に取り組むことで、国際性に関する「コラボレーション力」「コミュニケーション力」「デザイン力」「社会貢献力」「自律的活動力」が、より向上する。
- エ 学校地域の大学と連携した女子生徒支援を含むキャリア教育、評価分析を踏まえた内発的目標にリンクする取組、地域の女性研究者との懇談及び保護者の理解を促進する取組等を行うことにより、理工系領域を志す女子生徒の「デザイン力」「自律的活動力」「粘り強い精神力」が、より向上する。

今年度は、コロナ禍により計画の修正を余儀なくされながらも、オンラインによるオーストラリアの高校生との共同研究、課題研究や探究活動の協力者との交流や発表会での審査・助言、講演会、プレゼンや講話の事前収録の配信や、学年別講演会や広い会場で講演会・発表会など「密にならない活動」により、事業を止めずに、生徒とともに効果を楽しみました。

今後とも、ご支援くださっている全ての方々に感謝し、事業を推進・発展させる所存です。

# 目次

巻頭言

目次

巻頭写真

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）	別紙様式1-1	1
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	別紙様式2-1	5
③	実施報告書（本文）		9
	I 研究開発の課題		9
	1 研究開発課題名		9
	2 研究開発目的・目標		9
	II 研究開発の経緯		9
	1 学校設定科目に関する研究開発の状況		9
	2 学校設定科目以外の研修・生徒発表会・科学コンテスト等の1年間の流れ		10
	3 運営指導委員会・教員研修・研究発表		10
	III 研究開発の内容		11
	1 全校での課題研究の取組（全体象）		11
	2 学校設定科目「KSI生物基礎（1年普通科・2単位）」「KSI・I（1年理数科・4単位）」		11
	3 学校設定科目「KSI・II（2年理数科・4単位）」		27
	4 Future Vision		30
	5 SSH科学英語特別講義		38
	6 SSH研修		41
	IV 実施の効果とその評価		45
	V SSH中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況		
		→ 本報告書では該当年でないため記載なし	
	VI 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及		45
④	関係資料編		48
	I 運営指導委員会の記録		48
	1 第1回SSH運営指導委員会		48
	2 第2回SSH運営指導委員会		49
	II 令和2年度 学年別教育課程表		50

# 理数科の取組



GIS研修 (KSI・I)



バイオメテックス研修 (KSI・I)



サイエンス英語 英語イマージョン (KSI・I)



KSI保健 (KSI・I)



課題研究サイエンス (KSI・II)



課題研究サイエンス中間発表会 (KSI・II)



課題研究サイエンス 12月発表会 (KSI・II)



道内研修E (KSI・I)、課題研究E (KSI・II)

# 普通科・全校の取組



森林研修（1年生）



科学英語特別講義（1年生）



Future Vision I（普通科1年生）



Future Vision II（普通科2年生）



女性研究者支援事業（女子生徒希望者）



Python プログラミング教室（科学部）



科学特別講演（1・2年生）



啓成学術祭（1・2年生）

# 校外での研修・活動



Sustainable future earth MP調査（普通科2年生FV）



札幌圏のヒグマ問題を深掘りする（普通科2年生FV）



SSH道内研修（理数科1年生）



課題研究アカデミー（教員）



科学の甲子園北海道大会（科学部）



SSH全国大会（科学部）



SSH道外研修（希望者）



SSH道外研修（希望者）

# 外部・海外との連携（過去年度の活動を含む）



Sustainable future earth Cisco 会議 (FV 普通科2年生)



カナダ語学研修報告会 (希望者)



北海道大学研修 (2019 年度)



さくらサイエンス 国際森林キャンプ (2019 年度)



オーストラリア海外研修 (2019 年度)



マレーシア熱帯林海外研修 (2019 年度)



北海道インターナショナルサイエンスフェア (2018 年度)



北海道インターナショナルサイエンスフェア (2018 年度)

## 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									
創造力を高める先進的教科横断の実践を取り入れたカリキュラム「啓成 STEAM」の開発・普及									
② 研究開発の概要									
<p>(1) 理数科オリジナルプログラム「森林研修」・「科学的アプローチをデザインする力を育成する KSI」に STEAM の要素を取り込み、教科分野横断的に発展・深化させた新しい価値創造につなげられるプログラムの開発・実践</p> <p>(2) 研究機関・NPO 等、地域の教育機関との連携を通して学んだことを基に、地域の課題発見とその解決に向けた取組を提言し、地域の発展を図るプログラムの開発・実践</p> <p>(3) 海外連携校との定常的なインターネット会議、海外研修等を活用した SDGs の視点でグローバルな課題に取り組む課題解決型協働探究プログラムの開発・実践</p> <p>(4) 評価研究者と連携し、生徒の変容（卒業後を含む）を調査することにより、各種プログラムの実効性や仮説の検証を行う評価方法の開発及びその調査結果に基づいた女子生徒支援</p> <p>(5) 理数教育中核校としての全道の高校への貢献・成果の普及（啓成学術祭等での成果発表、学会や地域の研究会への積極的参加、北海道国際サイエンスフェア（HISF）及び北海道課題研究アカデミーの開催）</p> <p>(6) オーストラリア、マレーシア、インドの教育機関との連携から始める、道内・海外高校生が参画する研究者との協働型の新しい科学研究スタイルの開発及びアウトリーチ活動（国際会議）の実践</p>									
③ 令和 2 年度実施規模									
全校生徒を対象として実施する。									
課 程	学 科	第 1 学年		第 2 学年		第 3 学年		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	280	7	279	7	273	7	832	21
	理数科	40	1	39	1	40	1	119	3
計		320	8	318	8	313	8	951	24
(備考) 全校生徒を対象として実施する。生徒数は、令和 2 年 5 月 1 日現在。									
④ 研究開発内容									
○研究計画									
第 1 年次 (令和 2 年度)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バイオメテックス、センシング技術、IoTプログラミングの要素を取り入れた「KSI・I」の実施 ] と実施内容の検証</li> <li>・FV、理科教育、キャリア教育に地域の教育資源を積極的に活用するために、大学、企業、NPO との連携構築を行う。</li> <li>・フォーラムにおいて英語で議論するための題材である「マイクロプラスチック」について、GIS へのマッピングの手法を確立する。</li> <li>・本校生徒に求める 9 つの資質・能力の評価方法において、立命館大学の伊田教授とともに実施方法を確立する。</li> </ul>								
第 2 年次 (令和 3 年度)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バイオメテックス、センシング技術、IoTプログラミングの要素を取り入れた「KSI・I」の指導内容を理科教員で共有し、良い題材についてはテキスト化を開始し、改善が必要なものは刷新する。</li> <li>・「マイクロプラスチック」の共同調査を継続するだけでなく、オーストラリア、マレーシアと本校で新たな共同調査を立案する。</li> <li>・本校生徒に求める 9 つの資質・能力について検証し、プログラム改善を行う。</li> <li>・教科横断型の授業について、校内研修等において授業研究会を実施する。</li> </ul>								
第 3 年次 (令和 4 年度)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・教科横断型の授業を全教科において、効果的に行うための組織づくりを行う。</li> </ul>								
第 4 年次	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「啓成STEAM」カリキュラムの研究・開発の成果をまとめ、全道理数科研究会、北海道高等学校理科</li> </ul>								



(令和5年度)	研究会等での発表などを行い、成果の普及を図る。 ・次期申請について、これまでの成果と課題を検証し、取り組むべき方策について全校体制で協議する。
第5年次 (令和6年度)	・第4年次に引き続き、成果の普及に努める。新たな課題に対する研究・開発の手がかりが得られるような取組を試験的に開始し、次期の仮説設定をより効果的なものとする取組を行う。

○教育課程上の特例等特記すべき事項（令和2年度）

・必要となる教育課程の特例とその適用範囲

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
理数科	KSI・I	4	総合的な探究の時間	1	第1学年
			情報の科学	2	
			保健	1	
	KSI・II	4	総合的な探究の時間	1	第2学年
			家庭基礎	2	
			保健	1	
	KSI・III	1	課題研究	1	第3学年
普通科	KSI生物基礎	2	生物基礎	2	第1学年

・教育課程の特例に該当しない教育課程の変更

「総合的な探究の時間」→「探究基礎Ⅰ」（第1学年）

「探究基礎Ⅱ」（第2学年）

○令和2年度の教育課程の内容

科目名	内容
KSI・I	グローバルに活躍する科学技術系リーダーとして必要な力、すなわち、異分野の科学的な知見・技術を統合して、新たな価値創造に結び付く研究や社会的課題を解決する新たな技術のアイデアを創出することができる力を養うための教科横断的な科目。「KSI 情報」、「KSI 保健」、「各種発表会」、「科学デザイン」、「サイエンス英語Ⅰ」、「科学コミュニケーション」、「森林研修」等の開発プログラムからなる。
KSI・II	主に課題研究の実践を通して、グローバルに活躍する科学技術系リーダーとして必要な力、すなわち、異分野の科学的な知見・技術を統合して、新たな価値創造に結び付く研究や社会的課題を解決する新たな技術のアイデアを創出することができる力を高めるための教科横断的な科目。「課題研究サイエンス」、「サイエンス英語Ⅱ」、「KSI 家庭」、「KSI 保健」の開発プログラムからなる。
KSI・III	研究の論文及び英語でのアブストラクト作成を通して、仮説、実験、結論、考察を明確に意識した論文が書けるようになるための科目。
KSI生物基礎	生物基礎の内容に加え、学校に隣接する森林をフィールドとして、GISを組み合わせながら、自然環境の調査・研究及び活用に関するフィールド実習を実施。
探究基礎Ⅰ	個人で課題設定する探求を通して、豊かな人生を切り拓き持続可能な社会の創り手となるための素養を身に付けるための科目。「Future Vision (FV) Ⅰ」として実施。
探究基礎Ⅱ	地域社会との相互関連性を重視しながら地域に自分たちの考えを発信する探究学習を通して、科学技術を活用した解決策や対立とディレンマを克服して最適解を導くことができる力を養うための科目。探究テーマを選択し、チーム（4～5名程度）で展開していく生徒と、個人で課題設定し、探究する生徒に分かれる。「FVⅡ」として実施。

○具体的な研究事項・活動内容

(1) 学校設定科目KSI科目

- ・ KSI生物基礎 科学的な自然観を養い自然環境に対する興味・関心を高める。本校裏の森林をフィールドに森林研修を分散登校時3回実施。木本同定の結果をArcGISに入力しマップを作成。

- ・ KSI・Ⅰ サイエンス英語（ラボ英語，道内研修英語プレゼン），科学デザイン研究，科学コミュニケーション研究，SSH保健を実施し，問題発見力，科学的アプローチデザイン力，コミュニケーション力等，課題研究に必要な素養を身に付けさせるように実践を行った。
- ・ KSI・Ⅱ 課題研究S（サイエンス）とE（イングリッシュ），SSH情報，SSH家庭，特に，課題研究の実施により，主体的，協働的に課題を発見し解決する能力を身に付けさせるよう実践を行った。
- ・ KSI・Ⅲ 課題研究M（マスマッティックス）

(2) Future Vision I, II

令和2年度入学生より本校普通科の「総合的な探究の時間」は、「Future Vision (FV)」は1年次「FV・Ⅰ（1単位）」，2年次「FV・Ⅱ（2単位）」として実施する。1年次では個人で探究したいテーマを設定し，SDGsの17分野と関連付け，リサーチリテラシーの基礎，論文の基礎，発表の基礎，「情報機器の発達とその仕組み」の理解などに取り組んだ。2年次には，分野ごとにグループをつくり，外部機関の専門家をアドバイザーとして共同活動に取り組んだ。約20名ずつのグループに分かれ，各アドバイザーの勤務先等で実習を実施した。3年次には個人でキャリア探究活動に取り組んだ。

(3) 科学技術研修

ア 講演・講義

- ・ 北海道大学工学研究科永田晴紀教授による宇宙・ロケットに関する講演(第1学年)
- ・ 北海道大学電子科学研究所中垣俊之教授による粘菌に関する講演（第2学年）
- ・ 北海道大学工学研究科三浦誠司教授による金属化学に関する講演(第1学年理数科)
- ・ 北海道大学工学研究科原田宏幸准教授によるバイオメティクスに関する講演（第1学年理数科）
- ・ 神田外語大学柴原智幸講師による科学英語に関する講演(第1学年，第2学年)
- ・ くどう理科教室工藤慎悟氏による Python プログラミングに関する講義（第1学年理数科）

イ 道内研修

三笠市立博物館の学芸員による講義，植松電機の技術者による講義，施設見学。石狩川・空知川河川敷，三段の滝，小松原原生林でのフィールド実習。水質調査・木本同定の結果を ArcGIS に入力しマップを作成。

ウ 道外研修

サイバーデザイン社，理化学研究所，食と農の科学館，物質・材料研究機構での研究者による 講義，実験，施設見学。日本科学未来館での見学，実験。

(4) 森林学習プログラム開発

- ・ KSI・ⅠとKSI生物基礎の中で，本校と隣接するフィールドで5回自然体験実習実施。
- ・ 森林フィールド研修を放課後希望者を対象に実施。
- ・ Future vision II中でヒグマとの共生に関するゼミを開講。

(5) 国際性の育成

- ・ KSI・ⅠとKSI・Ⅱでの留学生による研究発表指導。SSH交流会支援事業により課題研究Eを北海道国際ナショナルサイエンスフェアと兼ねてオンライン形式で実施。
- ・ インドの高校生とのオンライン科学交流を実施。
- ・ Future vision II中で「Sustainable future earth」を実施し，オーストラリアのマレーニー高校とマイクロプラスチックについてインターネット会議を5回実施。

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

- (1) 英語イメージ教育である「科学英語」の研究開発では，成果物として，英語，理科及び科学デザインを同時に学ぶことができるテキスト「English Science & Science Communication」を随時更新。
- (2) 課題研究・探究についての教員研修会を実施。SSH交流会支援事業による課題研究アカデミーを実施。今年度は，滋賀大学データサイエンス学部藤井孝之准教授による「データサイエンスの意義・指導実践例」と題した教員研修会を実施。
- (3) 科学部生徒に向けた Python プログラミング教室を実施。
- (4) SSH交流会支援事業により北海道国際ナショナルサイエンスフェアを実施。
- (5) 啓成学術祭にて全校をあげての探究活動発表会を実施。

#### ○実施による成果とその評価

- (1) 理数科1年次の指導体制（4単位に増単した科学研究デザイン&コミュニケーションプログラム）が、2年次の質の高い課題研究につながる指導体制が確立しつつある。1年次では、各プログラムの振り返りとレーダーチャートを用いた評価のフィードバックが生徒のモチベーションの持続につながっている。生徒個人の強みと弱みを相互補完する班編成の組み方を次年度検討していきたい。また、課題研究の授業に大学の研究者をオンラインを含め5回招聘し、質の高い課題研究の指導体制を構築した。
- (2) FVプログラムの研究開発を行い、外部アドバイザーやTAを招聘する体制を構築できた。
- (3) 探究学習・課題研究の全校体制での発表の場である「啓成学術祭」にて、オンラインと対面を組み合わせる発表方式を実践した。
- (4) 留学生との科学コミュニケーションや異文化交流経験の機会を増やすことにより、全校生徒の国際性を高めるとともに、英語科の授業改善が図られた。

#### ○実施上の課題と今後の取組

- (1) 令和2年度より KSI・Iに「センシング技術・プログラミング」の授業を取り入れるための授業案を早急に開発する。
- (2) FV I・IIのプログラムを改善しながら研究開発する。特に、2年次の外部アドバイザーの活用について、生徒の探究が深まり、学校外でも発表できるように改善する。
- (3) 研究者と議論しながらも先端科学技術を利用した森林環境研究プログラム開発は難航している。今年度は、森林研修に ArcGISを取り入れ、バイオメティクス研修では生徒に生物の持つ機能をどう製品化するか考えさせ、プレゼンする取組を行った。来年度は、センシング技術、画像解析技術などのテクノロジーを取り入れながら本校独自のSTEAM教育を実践していきたい。
- (4) 今までのSSHで実践してきた科学英語や国際交流プログラムのノウハウを使いながら、英語授業の改善を行い、本校生徒の英語コミュニケーション力を更に向上させる。

#### ⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

- (1) 各種 SSH 研修（マレーシア研修、オーストラリア研修、北大研修）が中止となり、その研修を期待してきた新入生にとっては残念なものとなった。
- (2) 各種発表会や講演、教員研修をオンライン・オンデマンド方式で実施した。
- (3) 生徒40人を対象とした道内研修での移動をバス2台で行った。

## 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

## 1 研究開発の概略とその成果

(1) 本校SSHの研究開発の概略を以下ア～カに示す。

ア 理数科オリジナルプログラム「森林研修」・「科学的アプローチをデザインする力を育成するKSI」のテキストにSTEAMの要素を取り込み、教科分野横断的に発展・深化させた新しい価値創造につなげられるプログラムの開発・実践

イ 研究機関・NPO等、地域の教育機関との連携を通して学んだことを基に、地域の課題発見とその解決に向けた取組を提言し、地域の発展を図るプログラムの開発・実践

ウ 海外連携校との定常的なインターネット会議、海外研修等を活用したSDGsの視点でグローバルな課題に取り組む課題解決型協働探究プログラムの開発・実践

エ 評価研究者と連携し、生徒の変容（卒業後を含む）を調査することにより、各種プログラムの実効性や仮説の検証を行う評価方法の開発及びその調査結果に基づいた女子生徒支援

オ 理数教育中核校としての全道の高校への貢献・成果の普及（啓成学術祭等での成果発表、学会や地域の研究会への積極的参加、北海道国際ナショナルサイエンスフェア（HISF）及び北海道課題研究アカデミーの開催）

カ オーストラリア、マレーシア、インドの教育機関との連携から始める、道内・海外高校生が参画する研究者との協働型の新しい科学研究スタイルの開発及びアウトリーチ活動（国際会議）の実践

(2) 成果

## ○「研究開発ア」について

研究開発アは、主に理数科対象のプログラムであり、第3期1年目となる今年度は、STEAM教育の中で特にTechnology及びEngineeringの要素を積極的に取り入れ、今後の進展を見据えた教育的意義についての検討を行った。本校は、令和元年度まで重点卒業事業において、先進的なSTEAM教育を実践しているオーストラリア・クイーンズランド州・マレーニー高校と定常的な連携を行っており、工学分野を教育活動に取り入れる重要性について学んできた。第2期までの「森林研修」及び「科学デザイン」を発展・深化させるため、今年度は新たにバイオメテックス（生物模倣技術）、GIS（地理情報システム）をKSIの授業に導入し、さらに開発中のPython言語によるIoTプログラミング、センシング・画像解析技術を加えていく計画を立て、研究者や技術者に頼りながらも自前で技術を高めていく道筋が見えてきた。このような中で問題発見・課題解決力の向上、デジタル化、質の高い課題研究（理数探究）、教科分野横断的な学習の進展につながる工学分野のツールや教材を増やしていく方向性を見出した。

## ○「研究開発イ」について

普通科の「総合的な探究の時間」（Future Vision 以下FV）を含めて、全校体制で取り組む仕組みを確立した。FV運営については、ファシリテーターを本校教諭で担当するもの、NPO等の外部機関が担当するもの、生徒が担当するものの3タイプが存在する形を確立し、テーマや生徒の実態に応じてより効果的な探究活動ができるようにした。SDGsの17分野だけでなく、STEAM教育を意識し「Art」に関連した「リベラルアーツの学び方」等のゼミも設定し、Society 5.0を見据えた社会的課題を積極的にFVに取り入れるようにした。また、地域的に外部機関と連携を取るのが難しい道内の高校2校とオンラインで結んだ共同型の探究学習を企画し、「地域横断」という探究学習の新しいモデルを構築した。

## ○「研究開発ウ」について

海外の研究者、留学生、大学生及び高校生と科学交流を行うことができた。各種国際高大連携プログラムを開発するとともに、オーストラリア・クイーンズランド州の環境教育及びSTEAM教育先進校であるマレーニー州立高校との生物多様性の保全をテーマとする協働探究プログラム（定常的なインターネット会議）を年5回実施した。海洋マイクロプラスチック汚染について効果的なディスカッションを行うことができ、海外との協働学習を実施するに当たっては、SDGsに関連する共通の目標・テーマが継続的な調査対象として適切であることが分かった。進路選択において海外に目を向ける生徒が増えており、本校の海外研修先であるマレーシア・サバ大学に進学する者や北海道大学に進学後、新渡戸カレッジの留学制度を利用する者が増加した。

## ○「研究開発エ」について

第3期の課題を「問題発見力」、「融合・価値創造力」、「高い国際性」の向上と掲げ、立命館大学伊田勝憲教授と共同して、アメリカ大学・カレッジ協会のVALUE (Valid Assessment of Learning in Undergraduate Education : 学士課程教育における妥当な学習評価) プロジェクトを参考に、本校のスクールポリシーを評価する「カリキュラムルーブリック」、各教科・科目の単元目標・到達目標に含まれる資質・能力を評価する「教科・科目ルーブリック」、生徒が与えられた課題に取り組む中で身に付けることが期待されている資質・能力を評価する「課題ルーブリック」の作成に着手した。また、検証結果を生徒に還元する教育改善評価を実施する計画を立てた。

女子生徒支援については、理系女子生徒を対象にイギリスのケンブリッジ在住の女性研究者とZoomによるオンラインによるキャリアトークを実施した。

#### ○「研究開発オ」について

道内の教員と共に課題研究の指導法について研究する北海道課題研究アカデミーを開催し、滋賀大学データサイエンス学部の研究者による「データサイエンスの意義及び指導実践例」の講演を行うことで、「研究開発ア」の実践例の立案につなげることができた。

コロナ禍にあっても研究機関・NPO等、地域の教育機関と連携し、オンデマンドと対話型を組み合わせた学術祭を開催できた。

交流会支援事業である北海道国際サイエンスフェア (HISF) 実施により、道内のSSH校をつなぐ高等学校科学教育の国際化を推進する拠点として貢献する予定である。

#### ○「研究開発カ」について

今年度、海外研修を実施できない中、国際交流の在り方について検討を行った。本校の特色である生物多様性の保全についての研究開発を一段高いものへと変革するため、留学生との科学実験、エコシステム(資源、エネルギー、食料、水、土壌)に関連した留学生による研究紹介、Ausmapの研究者との交流、GIS研修等を取り入れた新しい研究スタイルを今後構築していく。

## 2 主な具体的研究事項

### (1) KSI生物基礎

本校の地域性を生かした森林研修は、授業内容との関連を意識して、平成28年度から生物基礎教科書の終わりにある「植生と生態系分野」の学習単元を前期に変更し、実践を続けている。今年度は新型コロナウイルス感染症防止対策を講じる中、1年生を対象に、臨時休校明けの6月に森林研修を3回集中実施した。コロナ禍において、森林研修の実施は次の4点において、メリットが大きい教育活動であることが分かった。

1 もともとクラス人数を半分にして実施していた研修であり、分散登校と相性が良い。2 野外で行う活動のため、密を避けることができる。教室や実験室での対話的授業が規制さる中で、主体的協働的な学びが損なわれない。3 クラスの生徒が6月まで顔も知らない中、グループワーク、ペアワーク等を行うことで、ホームルームにおけるアイスブレイキングの一端を担うことができる。4 巣ごもりが続いた時期に、生徒に野外に目を向けさせ自然の素晴らしさや巧妙さを体感させることができる。

以上のように、今年の森林研修は特殊な状況下での実践であったが、学習内容を身につけると同時に、休校明けの生徒に情動的な安定ももたらしたと捉えている。生徒にとって多様な意義と役割を持つ研修であり、今後も大切に、継続、発展させていきたい。

### (2) KSI・I

令和2年度入学生より4単位で実施した。科学的アプローチデザイン授業、科学コミュニケーション授業プログラムをほぼ確立した。これまでの指導方法を改善・整理したオリジナルテキストを使い、また授業数を増やしたことで、課題研究の進め方やサイエンス英語の定着に大きな成果があった。

4月～5月の臨時休業期間、科学コミュニケーション授業は、Zoomによるオンラインにて行い、一斉での授業者による説明とブレイクアウト機能を利用したグループ討議を組み合わせた授業を行い、進度の遅れを取り戻すことができた。

今年度より、各プログラムのパフォーマンス課題のたびに、ルーブリックを用いた生徒の自己評価と他者評価をレーダーチャートで提示し、「主体的に学習に取り組む態度」の評価をフィードバックするシステムを取り入れた。その結果、自己評価と他者評価の評価値が授業の回数を重ねるごとに近づいてくるということが示唆され、「主体的に学習に取り組む態度」の評価法につながる知見を得た。また、令和2年度入学生より理科と保健を融合した「KSI保健」を実施し、SDGsの

内容でのグループ討議，対話型の授業を多く取り入れた。

(3) KSI・II

課題研究S（サイエンス）では4月～5月の臨時休業期間中に，課題研究のテーマ設定についてClassiのチャット機能及びZoomによるオンライン討議を行うことにより，ほぼ完了し，研究の進捗や質を予想以上に保つことができた。

担当教員，他校教員，大学教員等による仮説設定，研究計画の指導，大学の研究者を招聘しての研究の方向性あるいはデータ解釈研究についてのヒアリング（オンライン3回，来校2回），中間発表や四分の三発表会等を行い，生徒は科学的探究力を高めることができた。

課題研究E（イングリッシュ）では，各班に指導する留学生を固定して2時間ずつ3回に渡って発表資料の作成指導をしてもらうことで，3月の北海道インターナショナルサイエンスフェアでオンラインによる発表準備を行うことができた。KSI家庭では，消費者教育に関する様々な事柄について対話型の授業を行うことにより，自身で評価・判断できる能力が高まった。KSI情報では，Excelを用いた統計処理，効果的なプレゼン作成により基本的なPC技能を向上させ，課題研究に役立てることができた。

(4) KSI・III

課題研究M（マスマティクス）に取り組み，担当教員との対話により数学への論理的探究力が深まった。

(5) Future Vision I・II

毎年，企画・運営を再構築して，プログラム改善を行いながら実施している。2年生で，分野ごとにグループをつくり，外部機関の専門家をアドバイザーとして共同活動に取り組んだ。約20数名ずつの12グループに分かれ，各アドバイザーがオンラインや来校して実習に加わることで，グループ内で議論する力，発表する力，質の高い情報を取捨選択する力，批判的思考力を高めることができた。外部機関への依頼については，各ゼミの担当者が自主的に状況に応じて依頼するという体制ができた。

(6) 定例の教育課程以外での科学技術研修

研究者等の外部講師による講演・講義，道内研修，道外研修等を実施し，専門家と生徒が直接交流する機会を多く設定した。生徒は自然科学や環境科学に関する関心を高め，学びへ向かう力を向上させた。また，北海道大学女性研究者支援室のスタッフとの連携により，女子大学院生との交流会を行うとともに，今年度はイギリスのケンブリッジに在住の若手女性研究者によるオンライン講演を行い，女子生徒の学ぶ意欲やキャリア意識を高めるプログラムを継続できた。

(7) 成果の普及・情報発信

科学部等生徒のコンテスト等参加は以下のとおり。

科学の甲子園北海道大会／高文連理科全道大会（オンデマンドによる開催）

## ② 研究開発の課題

第3期指定1年目の課題を，研究課題ア～カに沿って記載する。

○「研究開発ア」

第3期申請の段階では，工学分野の柱としてロボット・プログラミングを強く推進していく計画であったが，精密部品を製作する技術・設備がないことに加え，本来の目的である「理科・数学」への波及性が低いことが分かり，今後は「IoTプログラミング」，「センシング・画像解析技術」を推進していく方向で軌道修正を行うこととした。

特にセンシング技術については，リアルタイムで測定値の変化を提示できることから，思考力・判断力の育成につながるものと考え，また理科だけでなく，実習を伴う教科への波及性も期待できる。

今年度は，STEAM教育における工学分野導入の開発に偏っていたため，教科横断といった本来のSTEAM教育全体像に視野を広げる必要があると考える。

○「研究開発イ」

最終的な発表が校内の学術祭にどどまり，一般に向けて研究の成果を発信することができなかった。生徒の発表をすべて事前に収録したものを視聴する形式をとったため，動画撮影に多くの時間を要し，ゼミ内の対話や討議の時間が十分ではないことや撮影・視聴のICT機材の調達やインターネットへの接続の安定性を確保する労力が大きいという課題があることが分かった。より効果的な発表会とするには，コロナ禍にあっても，感染予防対策を十分にした上で生徒発表の一部をポスター発表の形式で行うなどの再検討が必要であると考え。

○「研究開発ウ」

主に普通科FVのゼミ「Sustainable Future Earth」で実施しているが、オーストラリア・マレーニー高校とのインターネット会議の準備、海岸線でのマイクロプラスチック調査のためのフィールドワーク等、他のゼミに比べて実践内容が多く、授業内に収まらない課題があった。次年度以降は1単位増単して、2単位で実施するため、時間的には改善されるものと思われる。

○「研究開発エ」

評価法については、現在、立命館大学伊田教授と検討を重ねているが、第3期のSSH事業の意義においては、「問題発見力」、「融合・価値創造力」、「高い国際性」の3つの観点で整理し、レーダーチャートを用いた評価の活用法など、検証結果を生徒に還元する指導方法の開発により力点を置きたいと考えている。

○「研究開発オ」

生徒の課題研究アカデミーでは、宣伝や普及に努めたが他校の参加が1校にとどまった。様々なSSHや科学部等の研修会がオンラインとなっているが、より多くの参加者を得るには、他の研修会との差別化や魅力のある課題研究アカデミーについてのアイデアが必要であると考えている。

○「研究開発カ」

対面での交流でしか得られないものもあるが、海外研修を実施できない場合の新たな国際交流の企画の必要性を感じた。また、交流を深めるためには、協働型研究の内容の充実が必要であり、そのための新しい科学研究スタイルの開発が必要であると考えている。

### ③実施報告書（本文）

#### I 研究開発の課題

##### 1 研究開発課題名

創造力を高める先進的教科横断の実践を取り入れたカリキュラム「啓成 STEAM」の開発・普及

##### 2 研究開発目的・目標

###### (1) 目的

- ① 個々の特性に応じたコンピテンシー（資質・能力）を獲得したグローバルに活躍する科学技術系リーダーの育成
- ② 優れたコミュニケーション能力、高い汎用能力を持った主体的協働者の育成

###### (2) 目標

- ① 科学的アプローチをデザインする力の定着を図るとともに、多面的にもものを見る柔軟な思考力と新しい価値を創造する力等を育成する。
- ② 地域社会との相互関連性を重視しながら地域に自分たちの考えを発信する探究学習を通して、コラボレーション力、新しい価値を創造する力、社会貢献力等を育成する。
- ③ 英語コミュニケーション力と進んで世界へ羽ばたこうとする意識を高め、世界共通の課題の解決に貢献できる資質・能力を育成する。
- ④ 挑戦と振り返りを繰り返し、次の学びの段階を自ら構築できる力を育成する。併せて、本校の課題である女子のキャリア意識を改革する。

#### II 研究開発の経緯

##### 1 学校設定科目に関する研究開発の状況

###### (1) 学校設定科目KSI科目

###### ・KSI生物基礎

啓成高校に隣接する森林をフィールドに森林研修を5回実施。1グループ20名で2展開するプログラムを確立。フィールドノートを使った観点別評価を開発。

###### ・KSI・I

サイエンス英語（ラボ英語、道内研修英語プレゼン）。課題研究の手法を学ぶ科学デザイン。プレゼンの手法を学ぶ科学コミュニケーション。ArcGISを用いて木本同定の結果をマップにし、樹木の分布を学ぶ森林研修。動植物の特性を発見し、新たなアイデアを創出する力を育成するバイオミメティクス。Pythonプログラミング。保健とサイエンスを融合したKSI保健。

###### ・KSI・II

課題研究S（サイエンス）とE（イングリッシュ）。統計処理の手法を学ぶKSI情報。家庭とサイエンスを融合したKSI家庭。

###### (2) Future Vision I, II

「Future Vision」の名称で実施している本校普通科の「総合的な探究の時間」は、令和2年度入学生より、1年次「Future Vision I（1単位）」、2年次「Future Vision II（2単位）」で行っている。1年次では個人でSDGsを題材に良い社会を築くための研究テーマを設定し、自ら探究するための態度、知識や技術を身に付けるため、リサーチリテラシーの基礎、論文の基礎、発表の基礎、「情報機器の発達とその仕組み」の理解などに取り組んだ。2年次では、分野ごとにグループをつくり、共同活動に取り組んだ。

###### (3) 科学技術研修

ア 講演・講義 全校生徒、理数科生徒を対象に5回実施。

###### イ 道内研修

植松電機、三笠博物館での技術者・学芸員による講義、施設見学、班別実験や石狩川、空知川、三段の滝等でのフィールド実習を実施

###### ウ 道外研修

選抜生徒による、サイバーデザイン社、物質・材料研究機構、理化学研究所バイオリサーチセンターでの研究者による講義、施設見学を実施。日本科学未来館での研修を実施。

エ 希望女子生徒対象に、イギリス在住の女性若手研究者によるオンライン講演や女子大学院生によるキャリア、大学生活に関する懇談会を実施。

###### (4) 森林学習プログラム開発

ア KSI・IとKSI生物基礎の中で、本校と隣接するフィールドで5回の自然体験実習実施。バイオミメティクスの講義及び動植物の特徴を製品化に結びつけるプレゼン。魚型ロボット実習を実施。

イ 道内研修で、植生垂直分布と遷移に関する実習、木本同定をArcGISに入力して考察。

###### (5) 国際性の育成

ア KSI・IとKSI・IIでの留学生からの英語による理科実験と課題研究の指導。SSH交流会支援事業により課題研究Eを、北海道インターナショナルサイエンスフェアと兼ねて実施。

イ Future vision II中に「Sustainable Future Earth」開講し、オーストラリアの高校とオンラインで結んで海洋プラスチックに関する共同研究。

ウ インドの高校生とHISFにおいて科学研修、オンラインによる交流を実施。



エ 外語大専門講師による科学英語特別講義実施。

(6) 成果の普及・情報発信

ア 課題研究・探究についての教員研修会での発表。SSH交流会支援事業による課題研究アカデミー実践。

イ SSH交流会支援事業により北海道インターナショナルサイエンスフェアを実施し、道内の高校に成果の普及・情報発信。

ウ 啓成学術祭など全校をあげての探究活動発表会実施。

## 2 学校設定科目以外の研修・生徒発表会・科学コンテスト等の1年間の流れ

日程	事業	会場・参加者・内容等
8月7日(金) ～28日(金)	SSH全国生徒 研究発表大会	オンラインによる発表会，科学部生徒2名 発表題「対捕食者戦略の異なる陸産貝類二種は、移動速度も異なるのか？」
8月19日(水)， 10月19日(月)	北海道課題研究アカデ ミー(生徒)	オンラインで実施，札幌国際情報高校の生徒7名 課題研究の進め方についての研修
9月12日(土)	科学部生徒への研修	本校にて実施，科学部生徒8名参加 ラズベリーパイによる Python プログラミング教室
10月15日(木)， 16日(金)	道内研修	三笠博物館・植松電機での研修，石狩川・空知川・三段の滝等でのフイ ールド調査，理数科1年生40名参加
10月16日(金)， 12月中旬	高文連理科全道研究大 会	オンデマンドによる発表会・科学部26名参加 口頭発表1件(奨励賞)，ポスター発表7件(奨励賞5件，ポスター賞 2件)
10月21日(水)， 22日(木)	科学英語特別講義	本校にて実施，第1学年320名参加 外語大専門講師によるリスニング力とスピーキング力を高めるためのト レーニング方法についての講義
10月21日(水)， 22日(木)	科学英語特別レッスン &座談会	本校にて実施，参加者65名、外語大専門講師による科学英語に関するミ ニレッスン&懇談会
10月25日(日)	科学の甲子園大会石狩 地区予選	北海道立教育研究所附属理科教育センター 3チーム18名参加
11月27日(金)	女性研究者との交流会	ケンブリッジ在住の女性研究者の講演(オンラインにて実施)，女子大 大学院生との交流会、女子生徒参加者16名
1月5日(火) ～7日(木)	つくば道外研修最先端 科学	サイバーダイナミクス社，NIMS，BRC，日本科学未来館，食と農の科学館 1 年生10名参加
1月30日(土) ～2月12日(金)	HOKKAIDOサイエン スフェスティバル	オンデマンドによる課題研究発表会，理数科7名参加 発表題「マルハナバチの脚上げ行動の研究」 発表題「人を動かす音作り」
3月20日(土)	日本動物学会北海道支 部第65回大会	Zoomによるオンライン開催，科学部2名参加 発表題「マルハナバチの脚上げ行動の研究」

## 3 運営指導委員会・教員研修・研究発表

日程	事業	内 容
4月3日(金)	SSHガイダンス	本校職員対象にSSHに関する研修会を実施
7月17日(金)	北海道大学学校経営論ゲスト講義	「啓成の総合学習～人がよりよく生きるとはどういうこと か～」
7月29日(水)	北海道課題研究アカデミー(教員)	滋賀大学データサイエンス学部藤井孝之准教授による「デ ータサイエンスの意義・指導実践例」
8月31日(月)	全道理数科研究会	釧路湖陵高校にて，数学・理科の教科分科会
9月11日(金)	SSH運営指導委員会	札幌啓成高校SSH課題研究中間発表会 第1回運営指導委員会を実施
11月13日(金)	北理研理科総合部会授業研究会	札幌啓成高校SSH課題研究四分の三発表会
11月21日(土)	北理研生物部会研究協議交流会	「野幌森林公園とGISを活用した授業実践」を発表
12月25日(金)	SSH情報交換会	「科学的な探究活動の深化」の分科会にて 「3期啓成STEAMの試み」を発表
2月4日(木)	SSH運営指導委員会	啓成学術祭，第2回運営指導委員会を実施
3月17日(水)	第68回日本生態学会	「ザゼンソウ属における遺伝的多様性と発熱形質の関係」 を発表

### Ⅲ 研究開発の内容

#### 1 全校での課題研究の取組（全体像）

学科・コース	1年生		2年生		3年生		対 象
	科目名	単位数	科目名	単位数	科目名	単位数	
理数科	KSI・Ⅰ	4	KSI・Ⅱ	4	KSI・Ⅲ	1	理数科全員
普通科	FV・Ⅰ	1	FV・Ⅱ	2			普通科全員

#### 2 学校設定科目「KSI生物基礎（1年普通科・2単位）」「KSI・Ⅰ（1年理数科・4単位）」

##### (1) 「SSHガイダンス」

###### ア 仮説

本校SSH事業概要の説明及び道内外・海外研修の生徒報告を行うことにより、新入生がSSH事業を理解するとともに興味・関心を高め、専門性の高いSSHの授業や研修に計画的かつ主体的に参加する態度を育成できる。また、Society 5.0が求める人材について説明を行うことにより、新しい時代を生き抜くためのキャリア意識を向上させる。

###### イ 実施内容

###### (ア) 新入生320名を対象とした説明及び研修報告

新型コロナウイルス感染症対策のための休校措置と登校再開後の行事等実施への配慮及び2020年度SSH事業の実施が未定となったことに伴い、実施できなかった。2020年度SSH事業の実施予定については、書面及び各HR担任のアナウンスにより周知した。

###### (イ) 理数科新入生40名を対象としたガイダンス

- a 目的 SSH事業（学校設定科目KSIを含む）の概要及びそれにより育成したい資質・能力について説明し、SSHの授業や研修に対して目的や意欲を持って取り組ませる。
- b 日時 令和2年5月14日(木)14:00
- c 方法 Zoomを活用したオンライン授業
- d 対象 1年生理数科40名
- e 内容
  - ・本校SSH事業（学校設定科目KSIを含む）の概要と身に付けたい資質・能力を説明した。
  - ・KSIにおける評価の観点と方法を説明した。
- f 担当 SSH担当

###### ウ 評価

今年度は上級生による研修報告を実施することができなかったため、新入生にとっては海外研修等への参加意欲を醸成する、上級生にとっては自身の経験とそれに伴う成長を発表する貴重な機会を失ってしまった。しかし、7月末には3月にカナダ語学研修へ参加した2年生による研修報告会を実施し、海外研修等に興味のある生徒の意欲を向上させる機会の代替えとすることができた。

理数科新入生に対するガイダンスについては、長期間にわたる休校に即座に対応し、オンラインの形式で早い時期に実施することができたということは、生徒にとっても、教員にとっては新しい指導方法の検討という観点からも、評価したい。しかし、オンライン実施のため生徒の反応は不明であり、急な予定変更に伴いこのガイダンスに対するアンケート等の振り返りを実施する計画に至らなかったため、本プログラムの有効性の検証は行えなかった。

##### (2) 「森林研修」

###### ア 仮説

(ア) 学校に隣接する森林をフィールドとして、自然環境の調査・研究及び活用に関するフィールド実習を実施することにより、環境保全の大切さや意義を理解できる。また、自然科学に関する次の興味・関心を高めることができる。

- ・五感を用いた多様性の実感・許容
- ・持続可能な社会づくりを担っていこうとする意欲の向上
- ・科学的な自然観の育成

(イ) コロナ禍における野外実習活動により、感染症対策をしながら授業を展開することが求められる状況においても、生徒の主体的かつ対話的な学びを実践することができる。

###### イ 実施内容

###### (ア) 森林研修Ⅰ「先駆種・春植物及び森林構造の観察」

- a 目的 本校周辺が夏緑樹林のバイオームであることを実感し、森林の階層構造を理解する。また、先駆種やスプリングエフェメラル（春植物）を観察し、正しい生物スケッチのスキルを身に付けるとともに、その生態的戦略について考察する。
- b 日時 令和2年6月1日(月)～5日(金)
- c 方法 野外での観察及び説明（各クラス半分の人数が登校する分散登校時に、8クラス×2時間を実施）、レポートでのまとめ
- d 場所 本校アーチェリー場周辺及び野幌森林公園
- e 対象 1年生普通科280名、理数科40名
- f 担当 生物担当教員
- g 内容及び教科書との関連
  - ・植生と相観（森林、草原、荒原）／森林の階層構造（高木層、亜高木層、低木層、草本層、地表層）／光の強さと光合成速度の関係（陽生植物、陰生植物）／植生の遷移（先駆植物、陽樹、陰樹、極相）／種子の散布型（風散布、動物散布、重力散布）／生物多様性とヒトの影響（人為攪乱）／探究活動（生物種同定）

###### (イ) 森林研修Ⅱ「草本の外来種と木本の在来種」

- a 目的 外来種と在来種のスケッチ・観察を行い、それぞれの生物種の戦略を考察する。また、図鑑を用いて草

本・木本植物の同定を試み、同定手法を身に付ける。

- b 日時 令和2年6月8日(月)～12日(金)
- c 方法 野外での観察及び説明(各クラス半分の人数が登校する分散登校時に、8クラス×2時間を実施)、レポートでのまとめ
- d 場所 本校アーチェリー場周辺及び野幌森林公園
- e 対象 1年生普通科280名、理数科40名
- f 担当 生物担当教員
- g 内容及び教科書との関連
  - ・植生と相観(森林、草原、荒原)／森林の階層構造(高木層、亜高木層、低木層、草本層、地表層)／光の強さと光合成速度の関係(陽生植物、陰生植物)／植生の遷移(先駆植物、陽樹、陰樹、極相)／種子の散布型(風散布、動物散布、重力散布)／日本のバイオーム(夏緑樹林、針葉樹林)／生物多様性とヒトの影響(外来生物)／探究活動(生物種同定)

(ウ) 森林研修Ⅲ「校地内の樹木同定」

- a 目的 図鑑を用いて木本植物の同定を試み、同定手法を身に付けるとともに、森林構造における各木本種の生態的地位(niche)、戦略を考察する。
- b 日時 令和2年6月15日(月)～26日(金)
- c 方法 野外での観察及び説明(8クラス×1時間を実施)、レポートでのまとめ
- d 場所 本校前庭及び啓成坂
- e 対象 1年生普通科280名、理数科40名
- f 担当 生物担当教員
- g 内容及び教科書との関連
  - ・森林の階層構造(高木層、亜高木層、低木層、草本層、地表層)／光の強さと光合成速度の関係(陽生植物、陰生植物)／植生の遷移(先駆植物、陽樹、陰樹、極相)／種子の散布型(風散布、動物散布、重力散布)／日本のバイオーム(夏緑樹林、針葉樹林)／探究活動(生物種同定)

3 レポートの評価

○自己評価：下の1～4の項目について、あてはまるもの1つずつ丸をつける。

	3点	2点	1点	0点
1 記載内容		レポート内容のア～エをすべて記載した。わかりやすく工夫ながら整理してまとめた。	レポート内容のア～エをすべて記載した。	レポート内容のア～エのうち、記載もれがあった。
2 スケッチ	たくさんの対象をかく、対象をバランスよく詳細にかくなど、ハイレベルのスケッチとなった。	指示されたスケッチをバランス良く丁寧に、生物スケッチのルールに基づいてかいた。	指示されたスケッチをかいた。	スケッチがない。雑で何をかいたかわからないスケッチだった。
3 記載事項	気づきや疑問を持ってそれを複数にわたって調べるなど、主体性や意欲を持ってまとめた。	授業内容に加えて自分で調べたことなどもまとめた。	授業内容で学んだことをまとめた。	記載事項が少ない。
4 感想		3行以上の文の量で書いた。実感がある、または自分自身と関連づけて考えている。	3行以上の文量で書いた。	3行より少ない文量であった。

ウ 検証・評価

(ア) 検証方法

- a 4段階のリッカート法による事後アンケート集計
- b ポートフォリオ(野帳レポート)
  - ・レポートの仕様：野帳(フィールドノート)に次の内容を記載して提出
  - ・記載事項：①レポートタイトル／②研修期日と時間帯／③研修場所／④天気・気温／⑤授業中指示されたスケッチ／⑥学習・体験した事項、教員から解説された事項、自分で気づいた点など／⑦上記についての補足(後ほど調べたこと、出典)／⑧研修を通しての感想
  - ・評価方法：下の評価表により生徒評価を行い、フィードバックを行った。

(イ) 評価

a 本実践の位置付け

本実践は、学習指導要領(平成30年改訂)の「生物基礎」目標にある「(1)日常生活や社会との関連を図りながら、生物や生物現象について理解するとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。」「(3)自然環境の保全に寄与する態度を養う」の実現に向けて、既設置科目「KSI生物基礎」の植生と生態系分野の知識理解を、身近な実物を用いて深めることができるプログラムになっている。また、「生物基礎」教科書の植生と生態系分野で扱っている「植生遷移」や「垂直分布」は照葉樹を中心とした本州の事例であり、本校を取り巻く北海道中部の石狩低地帯のバイオームと大きく異なっているため、実際の地域特性を活かした自然体験により、身近な事象を科学的に捉えさせ、深い理解を促すことができると考えている。さらに、森林研修と授業内容の関連を意識して、平成28年度から生物基礎教科書の終わりにある「植生と生態系分野」の学習単元を4月～7月の前期に変更し、実践を続けている。

今年度は、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴う学校として感染症防止対策を講じる中での森林研修実施となった。年度当初は、4月にオリエンテーションと研修Ⅰ、夏期に研修Ⅱ、秋期に研修Ⅲ・Ⅳを実施する予定だったが、4・5月の一斉休校に伴い、計画を大きく変更することが強いられた。対象となっている第1学年生徒は、高校入学して間もなく2ヶ月の休校となり、この期間の学習は自宅での家庭学習が主なものであり、休校明けの6月でも新しい環境での人間関係も形成できていなかった。また、休校明けの授業では、感染症防止の観点から、教室でのグループワークなどが難しい状況でもあった。そのような生徒状況、教育環境の中で、生徒に主体的かつ対話的な学びを実践したいという観点からも、休校明けの6月に集中して野外でのグループワーク・ペアワークを多く取り入れた森林研修を行うこととした。

b 生徒ポートフォリオ(野帳レポート)

研修Ⅰ→Ⅱと進むにつれて、レポート評価の平均点が、5.6→6.4

と上昇した(p値<0.01,過去3年間と同様の傾向)。各レポートの評価基準等は、同等のものであったことが

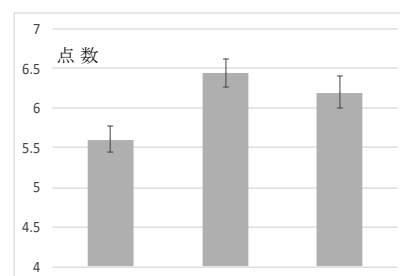


図 生徒のレポート平均点の推移

ら、生徒がレポート作成のポイントを理解するとともに、思考力・判断力・表現力や観察、実験などに関する基本的な技能が向上していることがわかる。また、レポートの感想には「高校の周辺だけでも様々な植物が存在しているが、地球単位で考えるとたくさん存在するので大切にしようと思った。」という環境保全や持続可能社会実現に向けた意識の向上が見られるものもあった。

c 事後アンケート集計結果 (%)

(4 - とてもそう思う, 3 - 少しそう思う, 2 - あまりそう思わない, 1 - 全くそう思わない)

	4	3	2	1	平均	昨年度平均
環境保全の大切さ・意義を理解できた	39.5	44.7	13.2	2.6	3.2	3.3
自然科学に対する興味・関心を向上できた	39.5	47.4	10.5	2.6	3.2	3.1
五感を用い生物多様性を実感できた	44.7	39.5	15.8	0	3.3	3.2
生態系の保全と持続可能な社会実現への意識が向上した	15.8	63.2	15.8	5.3	2.9	3.0
森林構造・生物多様性の理解が向上した	55.3	36.8	5.3	2.6	3.5	3.1

上記から、「森林構造や生物多様性についてより深く理解できた」の4段階平均値は3.5を示し、4あるいは3と回答した生徒の割合が92.1%と高い結果となった。昨年度のアンケートの同じ項目は4段階平均値は3.1であり、平均値が向上した。これは、今年度は休校中に生徒に課した予習課題の学習内容とのつながりを特に意識して、研修内容をコケ植物やイタドリ、陽樹などの先駆種に焦点をあてて改善して実施できたことも要因だと考えられる。一方、「生態系を保全し、持続可能な社会をつくっていかう」という意識が向上した」の4段階平均値は2.9と最も低かった。昨年度のアンケートの同じ項目も4段階平均値は3.0と5項目中最も低い結果であり、今年度はさらに平均値が低下した。「環境保全の大切さや意義が理解できた」は平均値3.2であったことから、環境保全について理解ができていないもの、考えたり行動したりするという段階には至っていないことを示している。そのため、その後の「FV」や「KSI」における取組、その他の「SSH研修」の中で連動して指導を行い、効果的な取組により意識向上を図っていきたい。

また、アンケートの感想の中には「普段あまり気にしないような木のことについて興味がわいた。自然に触れる機会はめったにないので、良い経験ができた。」などと身近な環境を利用して知的好奇心を刺激されたという生徒の声や「見てスケッチしたり、本を使って調べたりするのが楽しかった。」という主体的・対話的な学びに対する好意的な声も見られた。

(3) 「科学デザイン」

ア 仮説

過去の課題研究等の研究過程を議論することにより、「目的、戦略(仮説)、道具立て、結果、解釈、結論」などの研究課題を解決するための研究アプローチをデザインする力を身に付けることができる。また、過去のブレイクスルーのあった発見・発明から「ブレイクスルーのきっかけ、背景、仮説を立証するための研究デザイン、独創的な観点」について、現在から過去を俯瞰しながら議論することにより、未来から現在を俯瞰する視点を育てることができる。

イ 対象 1年生理科40名

ウ 教材アドバイザー 北海道大学大学院工学研究院機械宇宙工学専攻教授 永田 晴紀 氏

エ 実施日時と内容

月	日	曜	時	学習分野	担当等	内容等
8	18	火	5 6	課題研究 から学ぶ 1	SSH担当, 理科	北大永田先生のプレゼンを基に作成した「科学的アプローチをデザインする」とはどのようなことか?」の講義を行い、科学的アプローチをデザインすることを理解する。また、先輩の過去の課題研究論文から読み取った内容をグループごとに発表し、特に、「戦略」について、真偽を論証すべき命題は何かを議論し、研究の進め方の理解を深める。
8	19	水	5 6	課題研究 から学ぶ 2	SSH担当, 理科	自然科学観察コンクールの受賞作品の研究課題を提示し、グループごとに研究アプローチをデザインし、議論、発表する。実際に行った研究結果と各自考えた研究アプローチとを比較し、研究のポイントを議論し、今後の課題研究のための研究アプローチをデザインする力を高める。
8	25	火	5 6	科学史か ら学ぶ	SSH担当, 理科	ブレイクスルーの科学者たちの紹介本を読んで、「ブレイクスルーのきっかけ、背景、仮説を立証するための研究デザイン、独創的な観点」をグループごとに議論し、まとめる。ブレイクスルーのポイントを発表し、特に、現在からみた研究の独創的な観点を議論する。
3	16	火	6	課題研究	SSH担当, 理科	課題研究テーマの検討を行い、研究グループの班分けを行う。
3	18	木	4	テーマ検		
3	23	火	4	討(予定)		課題研究テーマ設定ヒアリングは次年度4月に実施する。

オ 検証・評価

(ア) 検証方法

- a 指導教員による生徒の観察
- b まとめのレポート及び4段階のリッカート法による事後アンケート

(イ) 評価

- a 本プログラムの位置付け  
課題研究をイメージできていない生徒に対して、実際に本校生徒や中学生が行った課題研究の具体例を教材と

することで、「研究とは何か」を理解する機会とできている。さらには、その教材を用いて生徒自身が良い点や改善点に気づき、発見する協働学習を行うことにより、協働する姿勢や生徒の研究アプローチのデザイン力の向上を目指している。この学習後に2年生の課題研究中間発表会を実施しており、そこではこのプログラムで学んだ考えや視点を活かして1年生が2年生に質問する姿が見られた。また、「科学史から学ぶ」のプログラムでは、分野が異なる研究の融合や身近な事象からのヒントが研究の発展につながることを学んでいる。これは、この後に実施する「科学コミュニケーション」のCプログラム「最先端科学コミュニケーション」の中で、ブレークスルーの観点から研究を捉えてまとめたり、そこにフォーカスを当てて話を聞いたりすることとつながっている。さらに、この中で培った自然科学を研究・探究する上での見方・考え方は、2年生「課題研究S」の実施の中で活かされている。

b まとめのレポート等による評価

「課題研究から学ぶ1」では、先輩の課題研究の論文は、研究の目的や仮説の焦点がしぼられていないという点に気付くことがポイントであった。生徒のまとめのレポートでは、「調べたいことを絞ってまとめをわかりやすくする。いくつも同時に調べるときは”何を目的としているか”を考えて整理する。」「目的を定め、明確にした上で実験を進める。研究内容を必要なものを見極めてから実験する。」などの記述が見られ、ポイントをおさえている様子がある。

「課題研究から学ぶ2」では、仮説を検証するための方法・道具立てを考える中で、独立変数や従属変数を意識させることが狙いであった。しかし、生徒のまとめのレポートでこれらについて記述している生徒は20%であり、こちらの目的達成は不完全だった様子も見られた。

「科学史から学ぶ」では、独創的な研究の「ブレークスルーのポイントは何か」を見極めることが目的の1つであった。本プログラムでの位置付けでも述べているように、この内容は「科学コミュニケーション」のCプログラム「最先端科学コミュニケーション」に繋がっている。「最先端科学」の発表では、ノーベル賞やそれに準ずるような科学研究の内容について他者に説明させているが、その中ですべての班で「ブレークスルーはどこか」ということに触れており、「科学史から学ぶ」のプログラムの目的が達成されている様子が見られた。

c 事後アンケート集計結果による評価 (%)

(4 - とてもそう思う, 3 - 少しそう思う, 2 - あまりそう思わない, 1 - 全くそう思わない)

	4	3	2	1	平均
各資料から研究内容を読み取ることができた	33.3	55.6	11.1	0.0	3.2
講義の内容を理解することができた	22.2	77.8	0.0	0.0	3.2
グループで協働するスキルが向上した	66.7	33.3	0.0	0.0	3.7
自身の課題研究の仮説設定や戦略立てに繋がる	44.4	55.6	0.0	0.0	3.4
自身の課題研究の道具立てや実験方法の設定に繋がる	55.6	44.4	0.0	0.0	3.6

アンケートの平均値を項目別に比較すると、「グループで協働するスキルが上昇した」が3.7と高い傾向があり、「各資料から研究内容を読み取ることができた」「講義の内容を理解することができた」が3.2と低い傾向であった。対象生徒が理数科1年生で、興味はあっても課題研究等に触れる経験の少ない生徒であることから、研究活動等の実態がどのようなものかを理解できていないためにそのような結果となった可能性がある。しかし、内容読解の活動は個人ではなくグループで協働するようにしたため、アンケート結果からもそのような状況の生徒に効果的であったと考えられる。また、課題点を発見する授業を展開するため、資料の教材をあえて理解しにくい研究論文としていたことから、このような結果となった可能性もある。

(4) 「科学コミュニケーション」

ア 仮説

原著論文を読み、その内容をプレゼンする活動 (Aプログラム: ワトソククリック構造探究), 10月休業中に実施した道内研修で学んだことをプレゼンする活動 (Bプログラム: 道内研修発表), 科学者の先端科学について調べたことプレゼンする活動 (Cプログラム: 最先端科学コミュニケーション) を通して、科学コミュニケーションスキルを身に付けることができる。Aプログラムでは、科学に関する基礎知識と探究力、伝えるスキルを身に付け、B・Cプログラムでは、Aで身に付ける力に加え、双方向のコミュニケーション力を向上させることができる。また、Bプログラムのプレゼン内容については、「サイエンス英語」の時間でポスター・発表原稿とともに外国人TAの指導を受けながら英語翻訳を行い、HISFで発表する予定である。

イ 対象 1年生理数科40名

ウ 実施内容

(ア) Aプログラム: ワトソククリック構造探究

- a 目的 英語の科学論文を読み解く力及び科学的な基礎知識を身に付けるとともに、スライド等を活用し他者に考えを伝えるスキルを向上させる。
- b 方法 Zoomを活用したオンライン授業及び対面での授業、発表会
- c 対象 1年生理数科40名
- d 実施日時と内容

月	日	曜	時	学習分野	担当等	内容等
5	14	木	14:00	科学論文に挑戦(Zoom活用)	SSH担当	ワトソククリックが二重らせん構造を発表した原著論文 (J. D. WATSON, 1953, MOLECULAR STRUCTURE OF NUCLEIC ACIDS, NATURE p737) の和訳 (各段落の最初の1文) の担当を決め、次回までの各自の課題として提示した。
5	19	火	14:00	科学論文に挑戦(Zoom活用)	SSH担当	5人1組で各Zoomルームに入り、課題で担当した和訳を各自発表し、グループとして和訳の最適解を話し合った。教員はそ

				oom活用)		の話し合いのコーディネートを行った。その後、全体で1つのZoomルームに入り、各担当の和訳を共有した。パラグラフライティングパズルを次回までの各自の課題として提示した。
5	21	木	14:00	科学論文に挑戦(Zoom活用)	SSH担当	パラグラフライティングパズルについて、前回と同様に5人1組で各Zoomルームに入り、グループとしての最適解を話し合った。その後、全体で1つのZoomルームに入り、パラグラフライティングの概念について、教員から説明を行った。
5	26	火	14:00	論文内容理解(Zoom活用)	SSH担当	今後の活動として、論文の内容を理解し、それを発表する予定だということについて説明した。また、論文の全和訳を提示し、次回までの課題として、内容を理解すること、読んでみてわからなかったことをまとめておくことを指示した。
5	27	水	15:00	論文内容理解(Zoom活用)	SSH担当	Zoomのグループアウトセッションを活用し、各グループで課題としていたわからなかったことを共有し、次回までに調べる担当を決めた。
6	3	水	15:00	論文内容理解(Zoom活用)	SSH担当	Zoomのグループアウトセッションを活用し、課題として調べてきたことを各グループで共有し、論文内容の理解を図った。その後DNA構造についてチェックテストを行い、内容理解の度合いを把握した。
6	4	木	15:00	論文内容発表(Zoom活用)	SSH担当	Zoomのグループアウトセッションを活用し、論文内容発表に向けて、構成と担当について話し合った。
6	9 10	火 水	5・6 5・6	論文内容発表(分散登校)	SSH担当	パワーポイントを活用し、発表資料と原稿の作成及び発表練習を行った。
6	16	火	5・6	論文内容発表	SSH担当	5班ずつの2グループに分けて発表会を実施した。4分間のプレゼンでは、全員が交代で発表した。発表後、どの班がどういう観点で優れていたか、分かりやすかったかを話し合い、グループ代表班を決定した。その後、全体の前で代表班がプレゼンし、担当教諭がモデルとなるプレゼンを実施(模型等使用)した。最後に、代表を決める過程で出てきた意見を共有し、良いプレゼンとは何かを考えた
6	18	木	4			
6	23	火	5・6			
6	25	木	1			
6	30	火	5・6	DNA論文発表会	SSH担当	

(イ) Bプログラム：道内研修発表

- a 目的 道内研修の内容について理解を深め探究的に考察するとともに、スライド等を活用し他者に考えを伝えるスキルを向上させる。
- b 方法 PCを使用した授業及び発表会、発表動画の作成
- c 対象 1年生理数科40名
- d 実施日時と内容

月	日	曜	時	学習分野	担当	内容等
10	20	火	5・6	道内研修のまとめ	SSH担当	道内研修で学んだこと、調査したこと、それらから考えたことなどを班でまとめ、それまでに学習したプレゼンスキルやGISソフトの利用などを活かしながら、他者に伝えるための発表資料を作成した。
10	22	木	4			
10	27	火	5・6			
10	30	金	7			
11	5	木	3・4	道内研修クラス内発表会	SSH担当	これまでの授業で作成した発表資料を用いて、ポスター発表の形式でクラス内発表及び質疑応答を行った。
12	22	火	5・6	道内研修発表内容の修正	SSH担当	11月のクラス内発表会での反省を受けて、担当教員とともに発表内容の修正を行い、学術祭の発表に向けて、資料を作り直し、発表練習を行った。
12	24	木	4			
1	21	木	4			
1	22	金	放	学術祭発表動画撮影	SSH担当	オンライン開催となる学術祭の発表動画をZoom、パワーポイントソフトを利用して撮影した。

e 道内研修発表テーマ

- 1班「ロケットと重心」／2班「植松電機の軌跡」／3班「水質調査を経て」
- 4班「Water Quality Survey」／5班「木本調査から観る北海道の自然」
- 6班「道央の樹木のヒミツ!？」／7・8班「北海道におけるGISを活用した地質調査」

(ウ) Cプログラム：最先端科学コミュニケーション

- a 目的 科学研究のポイントについて理解を深め探究的に考察するとともに、スライド等を活用し他者に考えを伝えるスキルを向上させる。
- b 方法 PCを使用した授業及び発表会
- c 対象 1年生理数科40名
- d 実施日時と内容

月	日	曜	時	学習分野	担当	内容等
12	1	火	5・6	発表資料の作成	SSH担当	最先端科学研究について、研究内容、ブレイクスルーポイント、海外の反応や他の研究者の評価等の観点からインターネッ
12	3	木	4			

12	8	火	5・6			ト等を活用して調べ、班で情報共有を図りながらまとめ、発表資料を作成した。
12	10	金	4			
12	15	火	5・6	クラス内 発表会	SSH担当	発表資料を用いて、ポスター発表の形式でクラス内発表及び質疑応答を行った。お互いの発表について、そのプレゼンの様子をワークシートを用いて批評し合った。

e 最先端科学コミュニケーションテーマ

- 1班「ブラックホール研究」／2班「宇宙エレベーター」／3班「iPS細胞」  
 4班「体内時計を電気で操る」／5班「光ピンセット」／6班「太陽系から冥王星が外される」  
 7班「ゲノム編集」／8班「低酸素状態への適応」／9班「脳内の空間認知システムを構成する細胞の発見」  
 10班「超高解像度蛍光顕微鏡の開発」

エ 検証・評価

(ア) 検証方法

- a 指導教員による生徒の観察  
 b 生徒の相互評価のためのワークシート資料  
 c まとめのレポート及び4段階のリッカート法による事後アンケート

(イ) 評価

a 本プログラムの位置付け

5年目の実施となるAプログラムでは、過去年度と同様、英語の原著論文を読んで未学習分野に対して生徒だけで挑むという協働学習を展開し、科学コミュニケーション手法の基礎の定着を図った。しかし、当初にこのプログラムを実施する予定であった4月と5月は新型コロナウイルス感染症対策のための休校期間となってしまった。そこで、本プログラムの前半はZoomを活用したオンライン授業で展開することとなった。その内容は、こちらから一方に伝達する説明形式の授業だけでなく、複数ルームやグループアウトセッションを活用した対話を重視したグループ活動も展開できた。この授業は、科学に関する基礎知識、探究力、伝える技術を自ら身に付けるための、KSI・I及び科学コミュニケーションの導入に非常に適した生徒主導プログラムである。加えて今年度は、オンラインで活動を展開するためのケーススタディとすることができた。

Bプログラムでは、道内研修の内容をまとめ、発表し、お互いに批評している。例年は、夏季休業に実施した道内研修A・Bについて、休業明けにまとめ、11月のマレーシア交流で英語発表、2月の学術祭でまとめの発表を行っている。しかし、今年度は、道内研修の10月実施、マレーシア交流の中止、学術祭とHISFのオンライン開催などのコロナ渦による計画変更に合わせてながら活動を展開した。発表資料作成の中で、何度も研修の振り返りをする機会があるため、その知見を自分のものとして確立することができていた。

CプログラムもAプログラムと同様5年目の実施となった。「科学コミュニケーション」の「Cプログラム」と「科学デザイン」の「科学史プログラム」のつながりを意識しながら実施することができた。

b 生徒の観察、ワークシート、レポート及び授業後アンケートからの評価

(a) Aプログラム：ワトソクリック構造探究

下の表は、事後アンケート集計結果(%)である。

(4-とてもそう思う, 3-少しそう思う, 2-あまりそう思わない, 1-全くそう思わない)

	4	3	2	1	平均
英語の長文を訳す力が向上した	7.7	71.8	17.9	2.6	2.9
論文内容が自分の力で理解できた	21.1	50.0	26.3	2.6	2.9
科学論文の構成が理解できた	17.9	69.2	12.8	0.0	3.1
他の原著論文も英語で読んでみたい	26.3	36.8	31.6	5.3	2.8
専門用語がわかれば英語の原著論文は自分の力で読める	20.5	41.0	33.3	5.1	2.8

DNAの原著論文を読み解くプログラムはZoomによるオンライン授業で行った。Zoomでの一斉指導、個人での課題、Zoomでのグループアウトセッションをうまく組み合わせることにより、このプログラムを実践できることが分かった。しかし、ネットワーク環境やデバイスの性能などによって、特定の生徒がうまく参加できないなどの問題も発生した。また、上記のアンケート結果より、「科学論文の構成が理解できた」以外の項目については、平均値が3.0を下回る結果となり、他のプログラムのアンケートと比較すると、生徒の理解度や達成感について自己評価が低めの結果となった。例年はグループワークで相談しながら原著論文を読み解いていくが、今回は個人で和訳→Zoomで情報を共有→個人で内容を読み解く→Zoomで情報を共有というサイクルが進めたため、個人の力量によって理解度や達成度にばらつきが大きかったと考えられる。しかしながら、協働する姿勢の基盤を培う上で、自然科学研究のスタイルを理解する上で、科学における英語力の必要性を理解する上でも、入学して間もない理数科1年生にとって適したプログラムであることは確かである。次年度は、オンラインの対面によるグループワークでこのプログラムを改善していきたい。

発表に向けた準備及び発表会は、「良いプレゼントは何か」を考えさせる機会となっている。全く同じ原著論文を読んで発表をしているが、その発表内容は各グループでフォーカスする部分が少しずつ異なっており、スライドの構成や話の仕方はグループ・個人の間で様々だったことから、発表会ではお互い刺激し合っている様子が見られた。5グループの中でどの班の発表が最も優れていたかという議論では、生徒からの発言により発表に必要なスキルを1つ1つ確認することができている様子であり、ワークシートでも「資料の見やすさ」「声の大きさ」「身振り手振り」などのポイントに気付いている様子が見られた。

今年度の取組の様子から、生徒の発表内容について、論文に書かれている先行研究やこの研究の意義などをよりフォーカスさせ指導していくことが反省点としてあげられた。そのような反省をしたきっかけは、ある班の発表を見たことによる。生徒に与えた課題は「DNA原著論文の内容を4枚のスライドにまとめて説明し、

フォーカスを当てる部分は各班で判断せよ」というものであった。結果として、ほとんどの班は、DNAの構造の説明（二重らせん構造や塩基の種類など）に焦点をあてて発表していた。しかし、ある班では、先行研究とその矛盾点、何がこの研究の新しいところなのかという点を最初のスライドで説明しており、論文や研究の流れを組んだ発表となっていた。このプログラムでは、協働による学習、発表スキルの向上を目的としているが、そのような研究プロセスを理解させ表現させることは、より高度な思考力や科学的アプローチをデザインする力の育成につながるはずである。そのため来年度以降の実践では、発表会に向けた指導において、これまでどのような考え・研究が発表されていたのか、この論文の研究では何が新しい点なのか、などの点を読み取り伝えられるよう、論文の内容の研究プロセスについて意識させ、科学的・論理的な筋道を立てて発表内容を組み立てていけるよう指導を改善していきたい。

(b) Bプログラム：道内研修発表

11月に1回目の発表会、2月の学術祭において2回目の発表会、と発表の機会を複数回設定することで、発表内容や発表スキルをより深化させることができた。

1回目の発表会では、多くの班が生徒主導で内容をまとめた。今回の道内研修の内容は、外部講師などにかから教えてもらう機会よりも、GISを活用して自分たちで調査するというものが多かったため、結果をまとめ、考察するのに、生徒たちも苦勞している様子があり、計画していた発表準備の時間数では足りていない様子だった。1回目の発表会では、お互いの内容や発表の様子を評価シートを用いて批評し合った。その自己評価や他者評価の結果について、右図のようなレーダーチャートにまとめ、それぞれの発表に寄せられたコメントも含めて返却し、どのように改善すべきかを考えさせた。そのようなフィードバックと担当教員の指導により、2月の学術祭に向けては、よりわかりやすく、より興味を引く発表になるよう改善させた。2回目の発表会となった学術祭では、理数科2年生から多くの質問や的確なコメントが寄せられ、道内研修をより効果的な教育機会とするとともに、来年度の課題研究に向けて良い刺激を受けることができた。

2020 道内研究発表会自己評価・他者評価点

- 1-発表内容は、興味関心を引き、知的好奇心を刺激するものであった。
- 2-発表内容は、科学的かつ論理的に構成されていた。
- 3-発表ポスター（スライド）は、内容がわかりやすく工夫されているものであった。
- 4-発表ポスターは、出典や引用を明らかにする、グラフや表に軸の単位や凡例を記載するなどの細かいルールも守られていた。
- 5-発表は、グループで手際よく協力して行われていた。
- 6-発表は、声の大きさと目線、態度などが適切に行われていた。

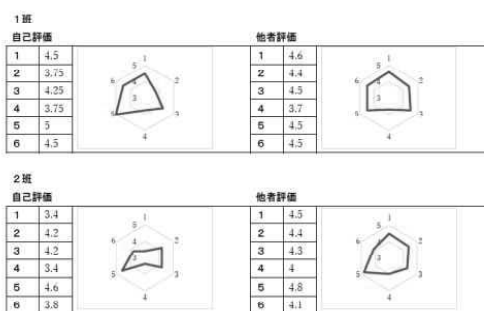


図. 1回目の道内研修発表会 自己評価と他者評価のまとめシート

(c) Cプログラム：最先端科学コミュニケーション

発表会では、道内研修と同様の評価シートを用いてお互いの発表の内容や様子を批評し合い、レーダーチャートやコメントのシートを返却してフィードバックさせた。コメントには「スライドは要点をまとめて細かいところをつめてほしい」「声の大きさと目線が良い」など、これまでの科学コミュニケーションの中で気付いたり指導されてきた発表スキルに基づいて意見を述べている様子があった。また、「質問に対しての回答が素晴らしい」「難しい質問にも答えようとしている様子があった」など質疑応答の観点からのコメントも寄せられていた。評価項目別の各班平均点を見ると、「発表ポスターは内容が伝わりやすく構成されているものであった」の評価平均が3.9点と、他の5項目は5点満点中平均4点以上だったのに対し、低い結果であった。この授業の最大の目的は「わかりやすく伝える」であったが、そこまで至れなかったということである。「内容を理解する→まとめる」まではできたものの、「(他者の目線で考えて)わかりやすくまとめる」までには準備時間が不足していたかもしれない。一方、「興味関心を引き、知的好奇心を刺激するものであった」の項目の評価平均は4.6点と最も高い結果であった。AとBの科学コミュニケーションとは異なり、テーマは生徒が自ら設定する。また、発表会では全ての班の話聞く時間は作れなかったが、「他の班の発表を聞いたかった」という感想も寄せられた。このプログラムに対して、強い興味と高い主体性を持って取り組んでいたことが示された。

(5) 「サイエンス英語 I」

ア 仮説

これまでの活動で構築されてきたネットワークを活用して、ALT、留学生、JICA理科教育研修員を招聘して、英語イマージョンによる科学実験を行ったり、英語ポスターを作成し発表する過程により、自ら活用できる英語コミュニケーション能力が高まるとともに英語発表のスキルが向上する。

イ 対象 1年理数科40名

ウ 講師 北海道大学理系留学生、ALT

エ 実施日時と内容

(ア) 英語イマージョン

月	日	曜	時	学習分野	担当	内容等
9	10	木	4	事前指導	SSH担当、理科	科学英語の授業の意義、実験をするにあたっての事前学習分野（金属精錬の教科書レベルの知識、たたら製鉄の様子など）、英語の専門用語などを事前指導した。
9	15	火	5 6	酸化・還元（たたら製鉄）	SSH担当、理科、英語、留学生TA	電子レンジを活用してマラカイトから銅を取り出す実験を通して、酸化・還元反応及び日本古来の製鉄技術であるたたら製鉄のものづくり技術を考察するとともに、実験結果そのものが正しいのかを吟味させた。



						英語イマージョンにより留学生と協働で実習を行うことにより、酸化・還元に関する専門用語のリスニング及びスピーキングの練習を行った。また、学んだ内容をまとめた4枚の定型スライドを使い発表練習をすることにより、科学英語プレゼンテーションの練習を行った。
9	17	木	1	事後指導 事前指導	SSH担当, 理科, 英語	前回の科学英語プレゼンのスキルテストを実施した。 次回の実験をするにあたって事前に学習しておくべき知識, 英語の専門用語などを事前指導した。
9	23	水	5 ・ 6	火山災害	SSH担当, 理科, 英語, 留学生TA	札幌軟石の分布域及びはぎ取り地層の観察から、野外観察の手法を身に付けるとともに、札幌軟石のでき方を探究し、火山の恩恵や災害など自然環境と人間生活との関わりについて考察させた。観察事実を基に仮説を設定する過程を学び、道内研修での学びを深める機会とした。 英語イマージョンにより留学生と協働で実習を行うことにより、火山に関する専門用語のリスニング及びスピーキングの練習を行った。また、学習内容をまとめた4枚の定型スライドを使い科学英語プレゼン練習を行った。
9	24	木	5 ・ 6	事後指導 事前指導	SSH担当, 理科, 英語	前回の科学英語プレゼンのスキルテストを実施した。 次回の実験をするにあたって事前に学習しておくべき知識, 英語の専門用語などを事前指導した。
9	29	火	5 ・ 6	プレートテクトニクス	SSH担当, 理科, 英語, 留学生TA	北海道に産出する中生代及び古第三紀の化石・岩石の観察を行い、プレートテクトニクスの観点から北海道の形成史を考察させた。観察事実を根拠として、論理的に結論を導くための推論過程を学んだ。道内研修で実施する三笠博物館での化石を観察する視点を養った。 英語イマージョンにより留学生と協働で実習を行うことにより、プレートテクトニクスに関する専門用語のリスニング及びスピーキングの練習を行った。また、学んだ内容をまとめた4枚の定型スライドを使い発表練習をすることにより、科学英語プレゼンの練習を行った。
10	1	木	4	事後指導 事前指導	SSH担当, 理科, 英語	前回の科学英語プレゼンのスキルテストを実施した。 次回の実験をするにあたって事前に学習しておくべき知識, 英語の専門用語などを事前指導した。
11	10	火	5 ・ 6	宇宙膨張	SSH担当, 理科, 英語, 留学生TA	簡易分光器を用いて様々な光源のスペクトルを比較観察することにより、太陽の大気組成を地球から同定できることを学んだ。「なぜ？」から仮説を設定する過程を学んだ。また、道外研修でJAXAを訪問するときの学びの視点を身に付けた。 ゲーム形式で専門用語を覚えるアクティビティ及び英語イマージョンにより実習を行うことにより、異文化の人と協働で一つのことをやり遂げる経験を積んだ。また、学んだ内容をまとめた4枚の定型スライドを使い発表練習をすることにより、科学英語プレゼンの練習を行った。
11	12	水	4	事後指導 事前指導	SSH担当, 理科, 英語	前回の科学英語プレゼンのスキルテストを実施した。 次回の実験をするにあたって事前に学習しておくべき知識, 英語の専門用語などを事前指導した。
11	17	火	5 ・ 6	エルニーニョ現象(つくば事前研修)	SSH担当, 理科, 英語, 留学生TA	通常時とエルニーニョ現象が起きているときの海面水温分布の比較から、エルニーニョ現象を引き起こす原因を、モデル実験を通して考察した。モデル実験においては、変数の設定に着目する。また、道外研修でJAMSTECを訪問するときの学びの視点を身に付けた。 英語イマージョンによる留学生との協働実習において、気象・海洋に関する専門用語のリスニング及びスピーキングの練習を行った。学習内容を4枚の定型スライドにまとめて発表することにより、科学英語プレゼンの練習を行った。
11	19	木	4	事後指導	SSH担当	前回の科学英語プレゼンのスキルテストを実施した。
1	18	月	SH R	事前指導	SSH担当, 理科	次回の実験をするにあたって事前に学習しておくべき知識, 英語の専門用語などを事前指導した。
1	19	火	5 ・ 6	力学的エネルギーの保存	SSH担当, 理科, 英語, 留学生TA	振り子を使った実験により、力学的エネルギー保存の法則について理解を深めた。実験結果に影響を与える要因を意識して実験を行い、実験結果をグラフに表現する方法を学んだ。 英語イマージョンにより留学生と協働で実習を行うことにより、力学に関する専門用語のリスニング及びスピーキング

の練習を行った。また、学んだ内容をまとめた4枚の定型スライドを使い発表練習をすることにより、科学英語プレゼンテーションの練習を行った。

(イ) 道内研修E (イングリッシュ)

月	日	曜	時	学習分野	担当	内容等
12	22	火	5	オリエンテーション	SSH担当	道内研修の英語発表における目標 (HISFでの発表) を示し、道内研修発表の担当している英語スライドと英語スクリプトの作成を冬期休業中の課題として提示した。
1	21	木	4	英語プレゼン作成	SSH担当	冬期休業中の課題に基づき、英語スライドと英語スクリプトをデータで作成させた。
1	26	火	5・6	TAによる英語プレゼンの修正	SSH担当	各自が担当している英語スライドとスクリプトについて、TAの指導により修正を行った。各班2名ずつTAと面談する形でコミュニケーションをとり、個別に英語添削指導を受けた。早めに終わった班は発音の練習を行った。
1	28	木	4	データ修正	SSH担当	TAから指摘を受けた修正箇所について、修正させた。
2	2	火	5・6	TAによる英語プレゼンの修正及び発表練習	SSH担当	先週に引き続き英語スライドとスクリプトについて、TAの指導により修正を行い、完成させた。完成した班は、発音の練習やポスターを使ってジェスチャーを交えた発表練習を行った。その後、TAをローテーションしてポスター発表をする中で、質疑応答の練習も行った。
2	24	水	1	発表動画の作成	SSH担当	完成した英語スライドとスクリプトを用いてHISF用の発表動画の作成を行った。
2	25	木	4			
3	12	金	1～4	HISF	SSH担当	HISF参加者からの質疑応答に英語を用いて答える経験を積みませ、科学発表の場における実践的な英語コミュニケーション力を向上させた。

オ 検証・評価

(ア) 検証方法

- a 指導教員による生徒の観察
- b 英語プレゼンスキルテストにおける相互評価ルーブリック
- c まとめのレポート及び4段階のリッカート法による事後アンケート

(イ) 評価

- a 英語イメージョン
- (a) 英語プレゼンスキルテストにおける相互評価ルーブリック

年 組 番 名 前	自己評価				評価点合計
<発表について>	Excellent (5)	Very good (4)	Good (3)	Poor (1)	
1 音量、目線	十分に声が大きく、全ての聴衆に聞き取りやすい話し方	声が聞き取りやすいが、聞き取りにくい話し方	聞き取りやすい話し方であったが、聞き取りにくい話し方	声が小さく、聴衆に聞き取りにくい話し方	
2 内容・アクセント	内容・アクセントに聴衆と一致している	内容・アクセントに聴衆と一致しているが、一部聴衆に聞き取りにくい話し方	内容・アクセントに聴衆と一致しているが、一部聴衆に聞き取りにくい話し方	内容・アクセントに聴衆と一致していない話し方	
3 語彙	聴衆によく馴染む語彙、空想とアイコンタクト	平易な語彙も使用し、アイコンタクト	平易な語彙も使用し、アイコンタクト	聴衆に馴染む語彙、アイコンタクト	
4 姿勢、ジェスチャー	聴衆に目を合わせ、聴衆と視線を交わす、聴衆の反応に応じて姿勢やジェスチャーを調整する	聴衆に目を合わせ、聴衆と視線を交わす、聴衆の反応に応じて姿勢やジェスチャーを調整する	聴衆に目を合わせ、聴衆と視線を交わす、聴衆の反応に応じて姿勢やジェスチャーを調整する	聴衆に目を合わせ、聴衆と視線を交わす、聴衆の反応に応じて姿勢やジェスチャーを調整する	
5 全体の発表	聴衆に聴衆に目を合わせ、聴衆と視線を交わす、聴衆の反応に応じて姿勢やジェスチャーを調整する	聴衆に目を合わせ、聴衆と視線を交わす、聴衆の反応に応じて姿勢やジェスチャーを調整する	聴衆に目を合わせ、聴衆と視線を交わす、聴衆の反応に応じて姿勢やジェスチャーを調整する	聴衆に目を合わせ、聴衆と視線を交わす、聴衆の反応に応じて姿勢やジェスチャーを調整する	

図1 プレゼンスキルテスト相互評価ルーブリック

今年度からK S I ・ I が2単位から4単位となったことにより、英語イメージョンの事前指導と事後指導を充実させることができるようになった。事後指導では、留学生TAと一緒に練習した英語ポスター発表について、スキルテストを実施した。スキルテストでは4人1班となり、4枚のスライドを使って、1人ずつ3人に対してポスター発表を行う。図1は、そのときに使用した相互評価のためのルーブリックである。音量、発音、目線、ジェスチャー、自分の言葉などの項目について、5点満点で評価しながら行った。その相互評価については、自己評価と他者評価の点数を図2の用に配布し、振り返りを行った。図2の左が9月授業後に配布した資料である。自己評価と他者評価のズレに焦点をあてた結果を示しており、自己評価の適切さを生徒に考えさせるために使用した。図2の右の11月授業の資料は、自己評価と他者評価のズレとともに、各パラメータの数値が確認できるものであった。それによって、自分ができていることとできていないことをそれぞれ認識するよう振り返りを行った。

これらの評価シートを使って、自分の評価の仕方やプレゼンのパフォーマンスを振り返りさせたとき、まとめのワークシートからは「自己評価がマイナスになっていたので、自分で低くつけていたと思った。他者評価はみんな同じ感じで評価してしまった。」「自分の言葉でプレゼンできるようになってきた。ジェスチャーはその代償になったのでバランスを考えたい。」などの記述が見られ、生徒自身にフィードバックしている様子が見られた。

図3と図4は、第1回から第5回にかけてのプレゼンスキルテストにおける変容を示したものである。図3は、自己評価と他者評価のスキルテスト平均点の結果であるが、第1回に比べて後半の方が点数が高く、パフォーマンスが向上していることがわかる(第1回と第5回の他者評価の平均点、対応のないt検定により1%水準の有意差あり)。一方、図4は自己評価の適切さを見るもので、自己評価と他者評価の点数のズレの推移を示している。第1回から第5回にかけてズレは少なくなっているが、これは平均点自体が中間層から満点に近い方になってきているので、当然かもしれない。しかし、第3回と第5回に注目してみると、図3よりスキルテストの平均点は同じくらいなのに対し、図4よりズレは第5回の方が小さくなっている(t検定による5%水準有意差なし)。このような相互評価を行う上では、他者との関係構築の面から、他者の評価を高めにつけてしまう傾向はあると思うが、これらの結果から回を重ねるごとにルーブリックに基づいて適切にパフォーマンスを評価し、自身にフィードバックするための見方ができるようになってきたと言えるかもしれない。

科学英語第1回～第3回 プレゼン練習 自己評価と他者評価の振り返り

名前 高橋 晶帆

表の見方

自己評価点	他者評価点	自己評価のズレ	自己評価の適切さ	他者評価の適切さ
25	25			

自己評価の合計点です。評価基準の中で記入されていた数値の平均値が自分の自己評価点です。

他者評価の合計点を評価した点数の平均値です。

自己評価と他者評価のズレです。自己評価は他者評価より高かったり低かったりすることがあります。プラスの人は自分より高評価している傾向があります。マイナスの人は自分より低評価している傾向があります。自分自身を客観的に評価できるようにしましょう。

自己評価の適切さを評価したものです。ズレが3以内であれば1点です。他者評価で差を一つずつ一歩評価してしまっただけの場合は、項目ごとに他者を客観的に評価してあげてください。差が大きい、差が小さい、差がゼロです。

他者評価の適切さを評価したものです。きちんと評価している場合は1点です。他者評価で差を一つずつ一歩評価してしまっただけの場合は、項目ごとに他者を客観的に評価してあげてください。差が大きい、差が小さい、差がゼロです。

第1回 金属精錬

自己評価点	他者評価点	自己評価のズレ	自己評価の適切さ	他者評価の適切さ
10	15	-5	1	1

第2回 札幌観光

自己評価点	他者評価点	自己評価のズレ	自己評価の適切さ	他者評価の適切さ
14	18	-4	1	1

2020 科学英語プレゼン評価まとめ

番号 1831 名前 松本 晃平

◇ Universe

◆自己評価

1 音量・明瞭さ	5.0
2 発音・アクセント	5.0
3 視線	4.0
4 姿勢・ジェスチャー	4.0
5 自分の言葉	2.0
合計	20.0

◆他者評価

1 音量・明瞭さ	5.0
2 発音・アクセント	5.0
3 視線	4.7
4 姿勢・ジェスチャー	4.3
5 自分の言葉	2.0
合計	21.0

図2 9月評価の振り返りシート(左)と11月評価の振り返りシート(右)

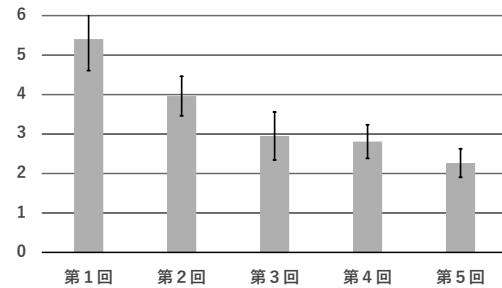
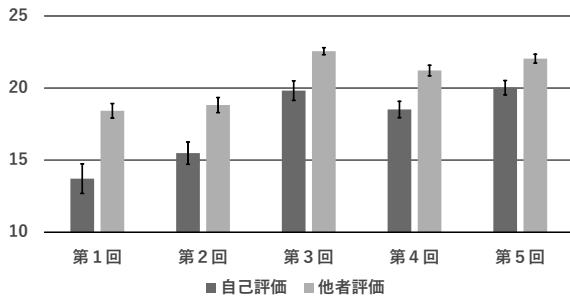


図3 自己評価と他者評価のスキルテスト平均点の推移 図4 スキルテストにおける自己評価と他者評価のズレの推移 (b) まとめのレポート及び4段階のリッカート法による事後アンケート

下の表は、事後アンケート集計結果である。表1は9月に実施した3回の英語イメージング授業後アンケート、表2は11月に実施した3回の英語イメージング授業後アンケートの結果を示している。

表1. 9月授業後アンケート結果 (%) (4-とてもそう思う, 3-少しそう思う, 2-あまりそう思わない, 1-全くそう思わない)

	4	3	2	1	平均
授業の内容を理解できた	45.9	54.1	0.0	0.0	3.5
英語を活用する技能を向上できた	54.1	40.5	5.4	0.0	3.5
主体的・積極的に参加できた	62.2	35.1	2.7	0.0	3.6
科学的な内容について興味関心を持てた	56.8	29.7	13.5	0.0	3.4
英語の活用について興味関心を持てた	51.4	43.2	5.4	0.0	3.5

表2. 11月授業後アンケート結果 (%) (4-とてもそう思う, 3-少しそう思う, 2-あまりそう思わない, 1-全くそう思わない)

	4	3	2	1	平均
授業の科学的内容を理解できた	35.9	59.0	5.1	0.0	3.3
科学的アプローチを理解することができた	17.9	51.3	30.8	0.0	2.9
英語を活用する技能を向上できた	35.9	61.5	2.6	0.0	3.3
主体的・積極的に参加できた	53.8	41.0	5.1	0.0	3.5
科学的な内容について興味関心を持てた	53.8	38.5	7.7	0.0	3.4
英語の活用について興味関心を持てた	46.2	41.0	12.8	0.0	3.3

英語イメージングの授業では、「金属精錬」「北海道の成り立ち」「エルニーニョ現象」などの自然科学テーマを軸に、「仮説を設定する」「道具立て(方法)」「実験・分析」「解釈・考察」などの「科学的アプローチ」についても英語で学んでいく。9月授業後のアンケートの「授業の内容を理解できた」の項目を11月授業後アンケートでは「授業の科学的内容を理解できた」「科学的アプローチを理解することができた」の2項目に分けて捉えることとした。

まず、9月授業後でも11月授業後でも、ほとんどの項目が平均値3.3以上という結果であり、英語イメージングの授業に対して多くの生徒が意欲的に参加し、知識や技能を得ている様子がうかがえる。特に「主体的・積極的に参加できた」の項目では、9月授業後は平均値3.6、97.3%ができたと回答し、11月授業後は平均値3.5、94.8%ができたと回答している。授業の様子も、はじめは緊張や戸惑いも感じられたが、徐々に留学生TAに聴くことなくコミュニケーションをとれるようになり、空いている時間に授業の内容以外にも英会話を楽しむなど、積極的にTAと交流している様子があった。

一方で、授業の内容について「科学的アプローチを理解することができた」の項目が平均値2.9で、30.8%ができなかったという回答だった。授業後まとめのレポートで、「今回の科学的アプローチのポイントは何だったか」という問いに対してのまとめでは、「実験における独立変数と従属変数」「仮説の設定では疑問文を肯定文にすること」などの回答がほしかったのだが、エルニーニョやスペクトルの科学的内容についてのまとめを回答してしまっていた生徒も多かった。これらのポイントは、日本語でも伝えることが難しい内容であるため、英語での伝達では、生徒にとってさらにハードルは高かったのかもしれない。その部分については、事前指導・事後指導でカバーする必要があると考える。

(c) まとめ

これらの授業については、オリジナルテキスト「English Science & ScienceCommunication」を活用して、科学的内容の理解、英語コミュニケーション力の育成に加え、科学的アプローチをデザインする力の育成も意識しながら指導を行っている。また、各グループにTAを配置して行うことにより、より主体的・協働的な英語活動が促進されており、国際性の育成にとっても有効である。TAとの実験の進め方・役割分担については、負担が大きい事前に指導資料と役割分担をメールで伝え、スムーズな授業の進行に努めている。

課題と今後の展望としては、これらの授業を英語科と理科の協力体制で拡大していくことである。現状は授業進行・調整を主担当の教員に任せきりになっている面もある。英語と理科の融合授業のため高度な知識と技術が要求されるが、実験の準備・授業の進行・TAとの調整等を複数体制で臨めるようにし、ゆくゆくは理数科だけでなく普通科に対しても英語と理科の融合授業を実践できるよう目指していきたい。

b 道内研修E（イングリッシュ）

積極的にTAとコミュニケーションをとり、英語の添削を受けたり、発音やプレゼンの仕方を指導してもらった様子があった。留学生TAとコミュニケーションをとったり、英語で発表することに対する抵抗感は、多くの生徒で少なくなってきたと感じる。これは、この1月、2月の道内研修Eまでの間に、英語イマージョンの授業などを経験し、英語を使ってコミュニケーションをとることに対する心の障壁が小さくなったためと考える。発表において、基本的な作文や発音、咄嗟の質問に対する対応力などについては、英語力の面でまだまだ課題が残っている。

(6) 「GIS研修」

ア 仮説

GIS（地理情報システム）とは何かを理解し、GISデータの表現手法についての実習及びその活用方法について考察する学習を通して、課題解決に向けて様々な視点で考え主体的に取り組むための手法としてGISを扱う技能を身に付けるとともに、情報を多角的な角度から検討して隠れた原理や法則を発見することができる思考力を育成することができる。

イ 対象 1年理数科40名

ウ 実施日時と内容

月	日	曜	時	学習分野	担当	内容等
7	2	木	7	森林研修Ⅲ	SSH担当， 理科	図鑑等を用いて樹木同定の実習を行った。
7	3	金	3			
7	7	火	5・6	GIS研修	SSH担当， 理科	GISとは何か、講義により理解した。その活用方法についてグループ討議を行った。また、EsriのArcGISの使い方について実習を行い、使用技法を身に付けた。
7	8	水	5・6	GIS森林実	SSH担当， 理科	EsriのSuevey123の使い方について実習を行い、使用技法を身に付けた。また、野幌森林公園の樹木を同定し、Survey123に樹木データを位置情報とともに入力する実習により、GISの森林地図を作成した。
10	15	木		道内研修	SSH担当	道内各地で水質調査、植生調査、地質調査を行い、その調査・分析をGISを用いて行った。
10	16	金				

エ 検証・評価

(ア) 検証方法

- a 指導教員による生徒の観察
- b まとめのレポート及び4段階のリッカート法による事後アンケート

(イ) 評価

a 本実践の位置付け

GISは、様々な研究分野及び社会課題解決のための手法として広く社会一般に利用されている。3年前から本校では、海洋プラスチック汚染に関する研究を道内各協力機関や海外連携高校とともに共同研究を行ってきた。そのデータ表現の手法として、昨年度からSurvey123及びArcGISを利用し、世界規模での汚染マップの作成に取り組んでいる。これまでは海外研修の事前研修の中でGISを学んでいたが、本研修を行うことにより、そのような海外連携校との共同研究に繋がる手法を習得させたいという狙いもある。この手法はFuture Visionの探究課題をまとめる上でも汎用性は高いと考えられる。ゆくゆくは、理数科のみならず普通科にもこの研修を拡大して実施していきたい。また、今回のGIS実習では、森林をフィールドに樹木データをまとめることをテーマにし、森林研修を深化させるという狙いもあった。今年度については、道内研修も例年と違う形で実施したこともあり、その研修内容と繋げることもできた。

b まとめのレポート及び4段階のリッカート法による事後アンケート（％）

（4－とてもそう思う、3－少しそう思う、2－あまりそう思わない、1－全くそう思わない）

	4	3	2	1	平均
GISとは何か理解できた	34.2	60.5	5.3	0.0	3.3
GISを活用するスキルが身に付いた	47.4	42.1	10.5	0.0	3.4
この手法を利用した研究に興味を持てた	55.3	26.3	15.8	2.6	3.3
課題研究等でこの手法を活用してみた	44.7	52.6	2.6	0.0	3.4

生徒アンケートについて、すべての項目で平均値が3.3以上という結果から、生徒の理解度や達成感はかなり高い状態であったと考えられる。特に「GISを活用するスキルが身に付いた」の項目では平均値3.4であり、コンピュータ操作にまだ慣れていない生徒も多い中で、生徒自身が技能を取得できたと感じる研修内容であったと考

えられた。感想では、「Survey123による細かい調査がArcGISの大規模なデータ分析につながることを実感することができてやりがいを感じた。今後はさらに多くの調査で地図データを充実させたいと思った。」などこちらの狙いを汲んでいるものが多かった。また、「自分1人で1つの植物について調べて記録したことが勉強になった。そして、他の皆が調べたものと照らし合わせた時に1つ1つの情報を見ることができてGISのすごさを知った。」というように、森林研修での学びを単発にせず、深める学習ができたと推測させる声もあった。

(7) 「バイオメティクス研修」

ア 仮説

バイオメティクスの観点から森林を観察し、様々な動植物の特性を発見し、新たなアイデアを創出する活動により、異分野の科学的な知見・技術を統合して解決策を導く力や新たな価値創造に結びつく研究や社会的課題を解決する新たな技術のアイデアを創出する力を育成することができる。

イ 対象 1年理数科40名

ウ 実施日時と内容

月	日	曜	時	学習分野	担当	内容等
7	14	火	5・6	BM実習	SSH担当, 理科	バイオメティクスとは何か、講義により理解した。バイオメティクスの観点から森林を観察し、応用できそうな動植物の特徴を見つけ、まとめた。
7	15	水	5・6	BM実習	SSH担当, 理科	前回の授業で発見した動植物の特徴をバイオメティクスの観点からどのように応用できそうか班でアイデアを出し、ミニポスターにまとめた(インターネットで既成の技術を調べることは禁止とした)
7	21	火	5・6	BM実習	SSH担当, 理科	作成したポスターを用いて自分たちの考えを発表し、お互いのアイデアを批評した。 講義により、実際に応用されているバイオメティクス技術の例とアイデア創出のポイントを理解した。
7	28	火	6・7	ロボット 工学講話	北海道大学 工学研究 院准教授 原田宏幸氏	講義により、工学とは何か、生物模倣技術、ロボット技術について理解した。 バイオメティクスの例として、魚型ロボットについて原理を理解し、操作を体験した。

エ 検証・評価

(ア) 検証方法

- a 指導教員による生徒の観察及び生徒の作成したポスター
- b バイオメティクス研修まとめのレポート及び4段階のリッカート法による事後アンケート
- c 北海道大学原田先生による講義まとめのレポート及び4段階のリッカート法による事後アンケート

(イ) 評価

a 本プログラムの位置付け

近年、生物模倣をテーマとして、研究実績を上げている研究室も多い。本校では、隣接する野幌森林公園をフィールドとして教科書の内容を学習したり、草本・樹木の観察・同定の実習を進める森林研修を行っており、これまでの啓成高校SSHでも森林を活用したプログラムは柱の1つであった。そこで、本校SSH3期では、「分野融合的な森林科学教育プログラム」の教科横断的な発展・深化を目標の1つとしており、バイオメティクスをテーマとして授業を組み立てる新規プログラムを進めることを計画した。このプログラムは、バイオメティクスの概念を学び、森林での実習を基に自らアイデアを生み出すことを目的の1つとしている。また、このプログラムの最後にはバイオメティクスをロボット工学に取り入れている研究者を招致し、講話をしてもらっている。そのようなことから、森林をフィールドとした実習を発展・深化させるだけでなく、工学分野とも関連させて学ぶとともに、課題研究に繋がるようなアイデアの視点や考え方について活動を通して学ぶためのプログラムとしている。

b バイオメティクス実習

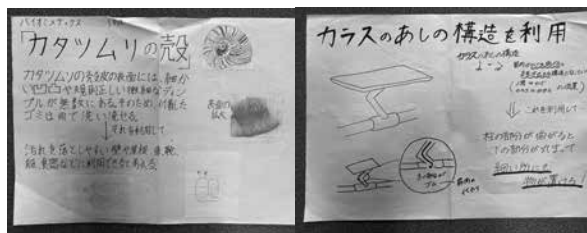
下の表は、事後アンケート集計結果である。(%)

(4-とてもそう思う, 3-少しそう思う, 2-あまりそう思わない, 1-全くそう思わない)

	4	3	2	1	平均
バイオメティクスとは何か理解できた	89.7	10.3	0.0	0.0	3.9
新たなアイデアを創出する力がついた	34.5	58.6	6.9	0.0	3.3
ポスターで発表するスキルが向上した	44.8	51.7	3.4	0.0	3.4
バイオメティクスを用いた研究に興味を	55.2	37.9	6.9	0.0	3.5
課題研究のテーマにつながりそうである	48.3	44.8	6.9	0.0	3.4

生徒アンケートについて、「バイオメティクスとは何か理解できた」の項目では平均値3.9であり、他のすべての項目で平均値が3.3以上という結果から、生徒の理解度や達成感はかなり高い状態であったと考えられる。「新たなアイデアを創出する力がついた」の項目では、若干のバラつきが見られたが、グループ活動の中でアイデアをつくれた生徒とうまくできなかった生徒もいたためであると考える。森林実習の中では、そもそも自然現象に対しての知識が足りない生徒が多く、また、それらに

対して疑問を抱きながら過ごしている生徒が思っていたよりも少ないという印象を受けた。2年生の課題研究のテーマを考える上で、自然現象に対して疑問を持ちながら過ごすことは重要であり、このタイミングで生徒・教員ともにそれを確認できたのは良かった。生徒のポスターは右図のとおりである。応用技術に関してインターネット等を使わずにアイデアを考えさせたにも関わらず、現在研究されている実際の技術を自分たちの考えにより導き出したり、全く存在していない製品を考え出しているものもあった。



c ロボット工学講話

下の表は、事後アンケート集計結果 (%) である。

(4 - とてもそう思う, 3 - 少しそう思う, 2 - あまりそう思わない, 1 - 全くそう思わない)

	4	3	2	1	平均
講話の内容を理解できた	35.7	60.7	3.6	0.0	3.3
質問するなど講話に積極的に参加できた	10.7	32.1	46.4	10.7	2.4
講話の内容の研究に興味を持てた	60.7	35.7	3.6	0.0	3.6
今後このような研究分野に携わってみたい	32.1	60.7	7.1	0.0	3.3
英語の活用について興味関心を持てた	51.4	43.2	5.4	0.0	3.5

生徒アンケートについて、講話内容の理解や興味関心についての項目で平均値が3.3以上という結果から、生徒の講話の満足度はかなり高かったと考えられる。レポートの感想では「自分たちでも生物模倣についてグループで話し合い、発表するというをしたことがあったが、それとは比べ物にならないくらい効率や環境など様々な視点から考えられていて形になっていると知ることができた。」とバイオメティクスの観点が深まったというものから、「工学部についてよくわからなかったが、どういうことをしているのか知ることができた。工学部もいいなと思った。」などキャリア面でも参考になった様子が見られた。一方、アンケート結果では、「質問するなど講話に積極的に参加できた」の項目が平均値2.4と低かった。これは、初めての外部講師の講話ということもあり、質問を出せなかったからだと考えられる。感想にも「先生の『話し手も聞き手が理解してくれているか不安』というのを聞いて、聞き手側も反応したり、質問したりした方がよいと思った。」という記述もあり、学ぶ姿勢を育成するという観点からも意義のある機会となった。

(8) 「Pythonプログラミング」

ア 仮説

工学分野の研究に触れる仕掛けをKSIに組み合わせることにより、異なる科学分野を融合し科学技術を社会の課題解決に活用する視点、新たな発想・価値を生み出す力を育成することができる。プログラミングの基本構造を学ぶことにより論理的思考力を育成することができる。

イ 対象 1年理数科40名(令和3年2月9日(火)5・6校時)

2年理数科39名(令和2年9月18日(金)5・6校時)

ウ 講師 1年理数科 くどう理科教室 工藤慎悟氏, SSH担当

2年理数科 情報科教諭, SSH担当

エ 指導内容

基本構造である順次構造, 条件分岐, 繰り返しをPython言語を通して学ぶ。RGB, 正多角形を描く際, 与えられた課題を達成するための変数を見つけることを通してアルゴリズムを理解する。Python言語特有のモジュールライブラリを活用し, WEBページの作成やセンサーとの接続などの発展性について触れる。

オ 生徒アンケート

プログラミングは, 今まで思っていたよりも多くのことができることを知った。基本構造を自分で磨いて, 社会に出た解きに役立てられるようにしたい。人と機械の分業など, 将来を予測するきっかけとなった。意味がわかれば文章のように見えてくるのが面白かった。この授業を増やしてほしい。独学してみたいと思った。色々な言語の特徴がわかった。

カ 課題・今後の展望

例年は, エクセルVBAを用いてプログラミング実習を行ってきたが, 今年度はSTEAM教育の工学分野の導入, また将来性を意識してPython言語を採用した。コードがシンプルであり, 初心者にとって取り組みやすい一方, 深い理解となるとモジュール・ライブラリの活用が必要であり, どの程度まで指導するかは難しい。今年度は, 基本構造とPython言語の発展性の説明で留めた。運用上の課題は, Python言語をどの環境(PCの性能, エディタ, 題材)を選択するかであり, PC室のパソコンは, スペックが低くAnaconda等の重いエディタのインストールができないこと, 容量の小さいIdle等のエディタでもセキュリティ上, シャットダウンのたびにPC内から削除されるなど, 学校現場で指導するには限界がある。現在, 本校では第2PC室の運用が着手されつつあり, 次年度はより質の高いプログラミング教育の指導を目指したい。文部科学省のGIGAスクール構想では, 将来は生徒一人一人に端末が行き届くとされており, 早急に高校で実施するプログラミング教育の実例を開発していきたい。本校の構想は, 理科・数学・課題研究(理数探究)・データサイエンスとの親和性を鑑み, センサーとの接続によるIoTプログラミングの開発を早急に実現していきたい。

(9) 「KSI保健」

ア 仮説

他教科の分野と融合させて学習する新しい保健の授業スタイルや, 生徒が自らテーマを設定し主体的にまとめ・発

表・批評し合う学習を行うことにより、保健に関する知識や技能だけでなく、解決に向けて様々な視点で考え主体的に取り組むことができる力や情報を多角的な角度から検討して隠れた原理や法則を発見することができる思考力を育成することができる。

イ 対象 1年理数科40名

ウ 担当 保健体育科, SSH担当

エ 実施日時と内容

月	日	曜	時	学習分野	担当等	内容等	
9	9	水	4	生活習慣病, 環境汚染, 事件・事故, 感染症(生と死)	保健体育科	生と死をテーマに講義を進め, 主な死因となる「生活習慣病」「環境汚染」「事件・事故」「感染症」について学習した。	
9	16	水	4		保健体育科, 家庭科	「生活習慣病」に関連して, 保健と家庭の両方から健康についてアプローチした。家庭科教員からは「バランスのとれた食事」をテーマに授業を行った。献立を考えるグループワークを行い, 全体で発表し, お互いに批評した。	
9	23	水	4			保健体育科	生徒が自らテーマを設定し, 調べ, 自分の意見をまとめる活動を行った。生徒は「生活習慣病」「環境汚染」「事件・事故」「感染症」のうちから1つを選択し, それに沿った具体的なテーマを1つ選定する。そのテーマに基づいてインターネット等を利用してまとめていくが, 発表の中で批判的に考える見方を持つこと, 自分の見解を話すことを留意点とした。
9	30	水	4		保健体育科, SSH担当		自ら設定したテーマについて, 5人1組のグループ内で発表し, お互い批評し合った。グループの中から最も優秀だった発表を話し合いにより1つ選出した。
10	7	水	4				2年生普通科の1クラスと合同で発表会を行った。前回選出された8人が代表者として発表し, それについて評価シートを用いて評価した。
10	14	水	4		保健体育科	講義や対話を中心とした授業により, 「エイズ」「薬物乱用」「欲求」について学習した。	
10	21	水	4			生徒が自らテーマを設定し, 調べ, 自分の意見をまとめる活動を行った。生徒は「エイズ」「薬物乱用」「欲求」のうちから1つを選択し, それに沿った具体的なテーマを1つ選定する。そのテーマに基づいてインターネット等を利用してまとめていくが, 今回はパネルディスカッションでテーマを伝えることを目標としている。話をするための1枚の写真を中心としたパネルを作成し, それについて話し手と聞き手がやりとりする中で話を展開していくための準備を行った。この取組は2人1組の活動とした。	
10	28	水	4	保健体育科	自ら設定したテーマについて大喜利大会(写真を中心としたパネルディスカッション)を行う予定である。		
11	4	木	4				
12	2	水	4	エイズ, 薬物乱用, 欲求	保健体育科		
12	9	水	4		保健体育科		
1	27	水	4		保健体育科		
2	3	水	3				
2	24	水	3				
3	10	水	3		保健体育科		
3	17	水	3				

オ 検証・評価

(ア) 検証方法

- a 指導教員による生徒の観察
- b 生徒の作成した発表資料等

(イ) 評価

a 本実践の位置付け

SSH3期の開発目標の1つは「KSIを教科分野横断的に発展・深化させる」であり, 教育課程も令和2年度入学生から変更し, KSI・Iが2単位から4単位となっている。それに伴って今年度から「KSI保健」を新設し, 保健体育科担当教諭が中心となり研究開発を行っている。「KSI保健」の実施に向けては, 令和元年度の道外他校視察を行っており, 各校の「SSH保健」がどのように実施されているのかを参考にしながら組み立てている。その中で, コアとなる学習内容に対して他教科の教員を少しの時間でも巻き込みながら進めている教科横断的な学習の推進や調べる・まとめる・発表する・評価するなどを中心とした学習の進め方のヒントを得ることができ, 今年度の実践に取り入れている。

b 生徒の観察, 発表資料等からの評価

「SSH保健」での取り組みに対して, 生徒は主体的かつ意欲的に取り組んでいる様子であった。生活習慣病, 環境汚染, 感染症, 事件・事故の個人発表に向けての取り組みでは, 身近な人の病気であったことから「がん」を, 野生生物に興味の強い生徒は「エキノコックス」をテーマにするなど, 自分の興味の高いものをテーマとして選定し, 自分事として楽しみながら発表資料を作成していた。また, グループの中から代表者を選定するという企画も刺激となり, 競争心も持ちながら取り組んでいる様子もあった。発表会では, 他のKSIプログラムで培ってきた発表スキルを活かしながら取り組んでいたが, 2年生の評価シートでは「スライドの文字が小さい」「声が小さくて聞き取りにくい」など基本的なコミュニケーションスキルの部分についての指摘もあった。この取組の留意点は, 調べたことを批判的な視点で見ることと自分の意見を表現することである。さらに教科書を用いた講義の中でも, 教科書に書いてある内容を疑ったり, 別の角度から捉えたりするということが大切になっている。このような活動や留意事項で授業を実践することにより, 情報を多角的な角度から捉える批判的思考力の育成を目

指すことができると考える。

また、教科横断的な授業実践として、家庭科教員との共同授業を実践することができた。「生活習慣病」の単元で、食と健康という方面の家庭科からのアプローチと医学的・生体的な保健体育科からのアプローチにより、授業を実践した。生徒にとって多面的な見方を身に付ける上でも、教員にとって教科横断・分野横断的に授業・学習をつくり上げていく上でも、このような実践例を今後も増やしていきたい。例えば、保健で今回学習した内容は、「生物基礎」の恒常性の内容を重なっている部分が多く、体内環境維持という観点と健康維持という観点から教科横断的な授業を実践できる内容である。

(10) 「理数科1・2年交流」(啓成学術祭プログラム)

ア 仮説

各学年これまでの理数科としての取組を踏まえ、道内研修や課題研究についての情報交換を行うことにより、これまでの自己の取組を振り返るとともに、1年生にとっては次年度の課題研究の取組に向けた様々なヒントを得る機会とできる。さらに、「自分たちの学び」について考えるグループワークを通して、自己実現に向けて、動機付け、継続して努力できる精神を育むことができる。

イ 対象 理数科1年生40名、理数科2年生36名

ウ 担当 SSH担当、学級担任

エ 令和3年2月4日(木)14:40～

オ 実施内容

時間	内容	活動
30～40分	道内研修発表会	・事前に収録した道内研修についての発表動画を視聴する。 ・視聴した発表内容について、2年生から質疑または感想を述べる。1年生はそれに対して回答する。
15～20分	課題研究を終えて	・4～5人のグループに分かれ、2年生から1年生に向けて課題研究についてのアドバイスを送る。 ・グループの話し合いの中で、1年生から2年生に聞きたいことを質問する。
10～15分	今自分たちに必要な学びとは?	・4～5人のグループに分かれ、左記の問いについて、お互いの意見を出し合う。 ・グループとして、問いに対する解をまとめる。

- ・各学年10人程度、4会場に分かれて実施した。
- ・全体進行は1年生代表者が務め、グループ討議は2年生が中心となって進めた。

カ 検証・評価

(ア) 検証方法

- 指導教員による生徒の観察
- グループワークのワークシート

(イ) 評価

a 本実践の位置付け

理数科1年生と2年生が交流する機会は、これまで課題研究の中間発表会と12月の本番の発表会が主であり、理数科としての学年間交流は多くはなかった。昨年度までの学術祭では、理数科1年生が理数科2年生に対してポスター発表を行っていたが、短時間かつ聞き手も限定的であった。今年度の取組では2年生の発表に対して1年生から質問を投げかける場面はあったものの、1年生の発表に対して2年生が質問したり、意見したりする場面は少なく、今回の交流は先輩が後輩に指導する機会となった。また、課題研究の引継ぎやアドバイスを送る機会も少なく、学年を超えて協働する活動もなかったことから、交流する貴重な機会をつくることができた。

b 道内研修発表会

今年度の1年生の取組の中で、クラス内の発表会は多くあったが、今年度は中学生向け学校説明会もなかったことから、クラスの外部に対して発表する機会は少なかった。上述したように、1年生の発表に対して2年生が質問したり、意見したりする機会となったが、1年生にとっては、そもそも自分たちの発表に対して身内以外の人から指摘を受ける初めての機会となった。「そもそもロケットを飛ばすメリットは何なのか」「樹高が高い傾向は他の植物が影響しているのではないか」などの想定外の質問を受けることができたとともに、「断面積で優先率を求めているのが良い」「わかりやすいスライドであった」などと先輩からの評価をもらったことは、質問に戸惑う良い経験になったとともに自信に繋がったであろう。

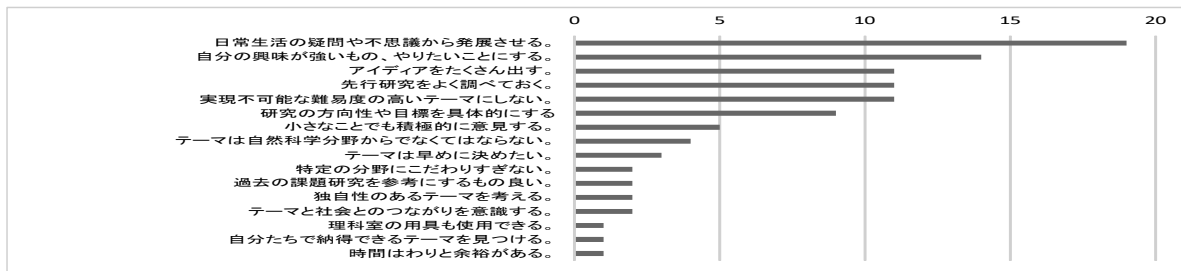
今回は学術祭全体が、感染症予防の観点から、発表をオンラインで実施することになっていたので、この道内研修発表会も動画を視聴し、それに対して質疑を行う形式で行った。しかし、発表者も視聴者も同じ教室にいたことから、発表自体は動画視聴ではなく、スライドを用いた対面での発表とすればよかったとの意見もあった。また、その方がより緊張感がある中での発表会となり、経験値も上がったと思われる。

c 課題研究を終えて

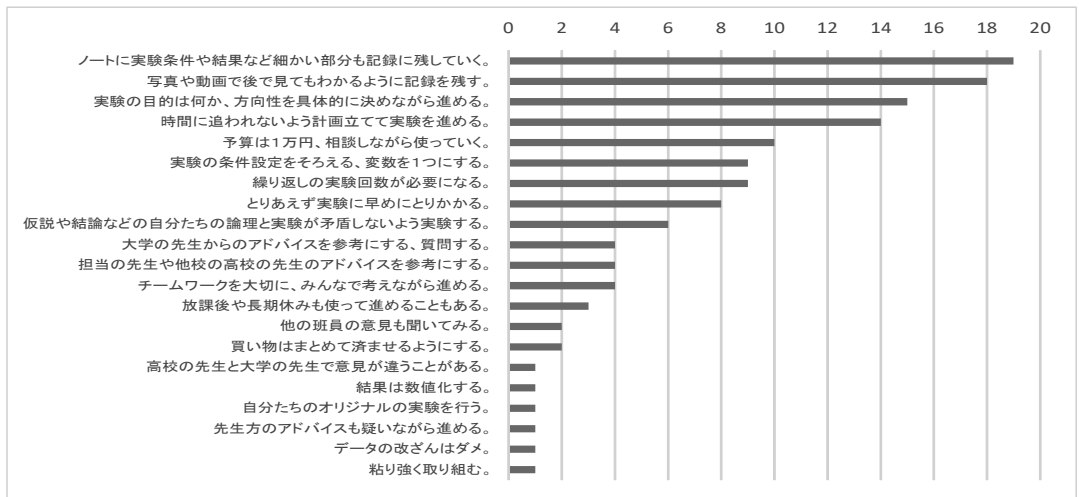
2年生から1年生に向けて課題研究のアドバイスを送る活動については、どのグループも活発に話が進んでいる様子があった。普段から学年間の交流は少なく、見知った顔はないグループであったものの、2年生からは多くのアドバイスが出ており、1年生からはそれに対する質問も行われていた。1年生のワークシートから読み取れたアドバイスは、内容別にて分類し、その頻度について次のとおりまとめた。

●テーマを決定する上でのアドバイス

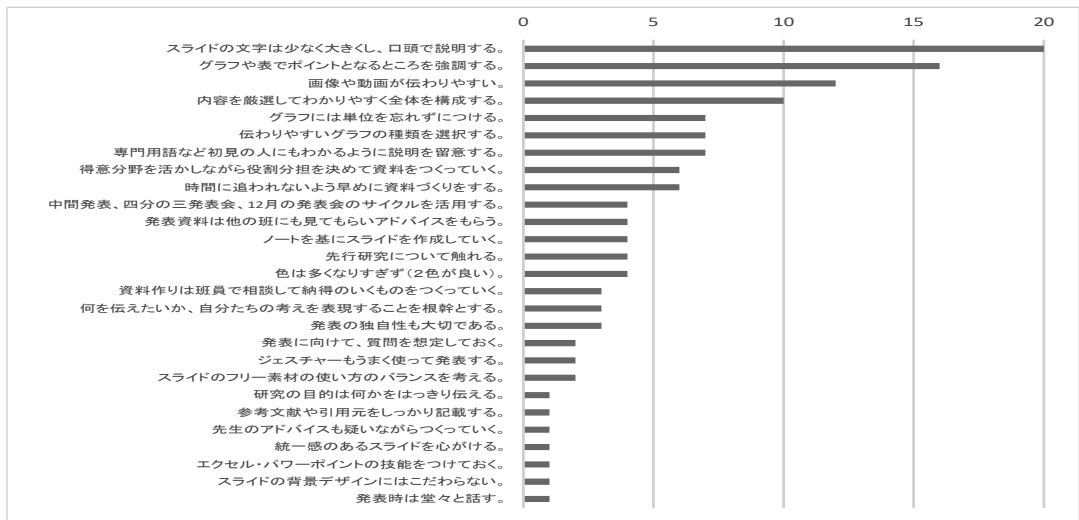




●実験を行う上でのアドバイス



●発表をまとめる上でのアドバイス



アドバイスには、使える予算や発表会の流れなど、基本的な進め方についてのものもあったが、実際に1年間取り組んでいて、自分たちのつまづいた点や失敗したと考えている点からのアドバイスが多く見られた。特に「時間に追われないよう計画立てて実験する」「早めに資料づくりをする」などの時間の面や、「画像や動画に記録する」「ノートに細かいところまで記録していく」などの記録の面でその傾向が強い。また、「テーマは社会とのつながりを意識する」「グラフには単位をつける」「先行研究をよく調べる」など、課題研究担当教諭や大学教員からの指導が生徒たちに浸透しているとみられる部分もあった。一方で、「高校の先生と大学の先生で意見が違うことがあって困った」などの課題研究運営面での課題も見えてくるものであった。

d 今自分たちに必要な学びとは？

この問いに対して、各グループの話し合いでは、なかなか意見が出なかったり、意見をまとめるのに苦労しているグループもあったが、最終的には各グループで、次のようなまとめを出すことができた。

●問い：今自分たちに必要な学びって何だろう

●グループとしてのまとめ：

- ・新しいことを考える力。伝える力。情報を吟味する力/健康が前提、プラス学習/自分の苦手な部分を他人に気付かされ発達させること。常識を学ぶこと/人生を豊かに。自分を向上。留年しない/最初は自分の力で考え、その後他者に教える/知りたいことを選択し、追究できる独自性。自分のしたいことを与えられた機会の中で/基礎的な知識が大事。それをもとに日常から疑問を見つけ、アイデアを創り出す。自分で考える力をつける/タイムリーな内容から学ぶ。結果論より過程/失敗をどう活かしていくか。活かすための方法/知

りたいことを選択し、応用できる独自性を高める／知識を学びながら、コミュニケーション能力も高めていけるような学び／探究心と道徳心とコミュニケーション能力／自分ができることを増やす／その場に対応する力。自分を表現するなどのコミュニケーション／1人で生きていけるような力／自分の視野を広げて積極的に他人の意見などを取り入れ、それを応用できる力／答えを導くまでの過程、応用、積極性が学び。積極的に情報を取り入れて活用する力

課題研究等の理数科としての活動を経験して、「学び」というものに対して、知識だけではないということも多く生徒が認識していることがわかる。これらの考えを軸として、今後の理数科としてのKSI等の活動や各研修だけでなく、日々の学習活動全てに還元させながら指導に取り組んでいきたい。

e 今後に向けて

生徒が自ら進行する形で実施したが、各会場生徒たちが見事にやり遂げている様子があった。また、課題研究について2年生から1年生に引き継ぐ取組みは今年度が初めてであったが、1年生が次年度の課題研究をスムーズにスタートさせるためにも、2年生がこれまでの活動を振り返り自己評価するためにも、次年度以降も続けていきたい。

### 3 学校設定科目 「KSI・Ⅱ（2年理数科・4単位）」

(1)「課題研究S（サイエンス）」

ア 仮説

課題研究を通して、曖昧な事柄を明確にする方法や、未知の事柄への挑み方を学ぶことができる。また、科学に真摯に向き合い、グループ等のメンバーと協働的に、主体的に学ぶ力を身に付けることができる。

イ 実施内容

(7) 概要

科学分野の中で、自分が興味・関心のある研究課題を設定し、4人を基本として共同研究を行った。9月に実施する中間発表会でポスター発表、11月に実施する四分の三発表会で研究内容発表、12月に実施する課題研究発表会で口頭発表を行った。

(イ) 対象 理数科2年生36名

(ウ) 日程 令和2年6月10日（水）～令和2年12月18日（金）

(エ) 場所 大ホール、PC教室、各実験室

(オ) 指導 副校長、本校理科教諭9名

(カ) 研究

班	研究テーマ	指導教諭	班	研究テーマ	指導教諭
1	効率的な換気について	宮古	6	人を動かす音づくり	伊藤
2	安定したブーメランの飛行を求めて	中原	7	音で火を消そう	宇城
3	砂山の内部変動	佐々木	8	マルハナバチの脚挙げ行動の研究	植木
4	古紙からバイオエタノールをつくろう！	中島	9	バイオロボットハンド	村田
5	砂利のすゝめ～いつ入った？砂利の謎～	堀内	10	お茶の起泡性～サポニンと泡立ちの関係性～	菊池

(キ) 「課題研究中間発表会（テーマ発表会）」

a 概要 研究グループごとのポスター発表形式での説明。審査員や理数科1年生に対して自分たちの課題研究をプレゼンテーションし、研究の進め方などについて助言をもらった。

b 日時 令和2年9月11日（金）13:25～15:15

c 場所 本校第一体育館

d 参加 理数科1年生40名、理科教員10名、下記審査員

e 審査員 北海道大学大学院理学研究院堀口健雄院長／酪農学園大学農食環境学群金子正美教授  
公立千歳科学技術大学オラフ・カートハウス教授／北海道大学電子科学研究所中垣俊之教授  
立命館大学大学院教職研究科伊田勝憲教授／北海道大学大学院理学研究院黒岩麻里教授  
北海道博物館表溪太学芸員／北海道立教育研究所附属理科教育センター木下温次長  
北海道立教育研究所附属理科教育センター石井亮主任研究研修主事  
酪農学園大学農食環境学類我妻尚広教授  
千歳科学技術大学長谷川誠教授／北海道大学工学研究院内田努准教授

(ク) 「課題研究四分の三発表会」

a 概要 生徒が10分以内で、発表スライド暫定版、ノート等を用いて研究を説明した後、教員や1年生が、研究内容についての疑問を質問した（5W1H+Wow!+How many）。今後の取組、データの取扱（統計処理）についてのアドバイスをを行い、評価シートで評価した。

b 日時 令和2年11月13日（金）13:25～15:15

c 場所 本校大ホール、物理教室、地学教室、化学教室、生物教室、PC室

d 参加 理数科2年生39名、本校理科教員10名、道内他校教員13名

e 連携 北海道高等学校理科教育研究会理科総合分科会教員研修会

(ケ) 「課題研究S（サイエンス）発表会」

a 概要 課題研究をスライドを作成し、口頭で発表した。理数科1年生及び審査員が発表の評価を行った。質疑応答や評価等により自分たちが行った研究の意義や課題を理解させた。

b 日時 令和2年12月18日（金）10:55～15:15

c 場所 本校大ホール

d 参加 理数科1年生36名

- e 審査 酪農学園大学農食環境学類教授 我妻尚広 (オンラインによる審査)  
千歳科学技術大学教授 長谷川誠 (オンラインによる審査)  
北海道大学工学研究院准教授 内田 努 (オンラインによる審査)
- (c) 評価 次の項目について個別に評価し、総合評価とした。
  - a 活動経過の研究ノートによるポートフォリオ評価
  - b 課題研究中間発表会で作成したポスターの評価
  - c 課題研究発表会での審査によるプレゼンテーション(口頭発表)の評価
  - d ルーブリックによる自己評価
  - e 理科教諭による論文の評価

ウ 検証・評価

(ア) 検証方法

- a ルーブリック
- b 振り返りシート
- c 指導教諭による指導・観察の記録

(イ) 評価

a ルーブリック

生徒の自己評価ルーブリックにより、9月での中間発表後と12月の発表本番後とで変容を比較した。どの項目とも平均ポイントは上昇しており、それぞれのスキルの向上傾向が示唆された。

「課題と仮説の設定」規準については、全学年で有意な向上が見られており、生徒どうしや校外外の教員、専門家との対話を通じ、仮説と実験方法の見直し、仮説と結果・考察の一致の検討という思考サイクルを繰り返していることや、1年生で学んだ科学デザイン授業の効果であると捉えている。

「データ解釈」については、過去年度と同様、データ取得後の教員との対話の効果が高いと捉えている。その時期に行う四分の三発表会において、今年度は他校教員13名と本校教員10名で、各班2～3名の教員ヒアリングを行った。各班の生徒と各担当教員は、研究のまとめの方向性を確認しながら、データの科学的妥当性を検討し直すことができた。

表現の「説明の構成」については、多くの班が吟味して説明スライドを作成しており、四分の三発表会から約1ヶ月かけてスライドを手直ししている効果が有意に現れたと考えている。

発表の事後に、「班への貢献度」「班員への信頼度」「班内の自己肯定感」を4段階のリッカート法で測定している。貢献度、自己肯定感は、いずれも有意に向上しており、生徒のプロジェクト課題への取り組む力を、課題研究で育てていると考える。

表. 令和2年度2年生理科生課題研究ルーブリック平均値 (n=36)

	課題と 仮説 の設定	研究の 計画 ・実施	デー タの 解釈	説明 の構 成	内容に 関する 知識	効果的 な言語	道具の 使い方	アイコ ンタク	班へ の貢 献度	班員へ の信頼 感	班内の 自己肯 定感
中間発表9月	2.70	2.64	2.30	2.70	3.00	3.10	3.18	3.25	2.68	3.25	3.10
発表本番12月	3.40	3.35	3.05	3.40	3.50	3.60	3.70	3.40	3.40	3.40	3.40

b 振り返りシートより

「課題研究を通じて、自分が変化したこと(向上したこと)について、自由に記述してください。また、課題研究を通じて得たもの、自分が変化し、仲間が変化し点などがあれば記述してください。」という項目の自由記述欄から、「A: 向上した力」と「B: A以外で気付いたこと」に分類し、以下に記述例を記す。

A: 向上した力

他の人の意見を尊重しつつ自分の意見を言う大人のディスカッション力/1つのことに継続して取り組む力/他者と協力する力/コミュニケーション力/発表力/質問への対応力/自主性/考察力/忍耐力/最後までやり通す力/行動力/団結力/人の立場に立って説明する力/得られたデータをどのように解釈するか考える力/物事を道筋を立てて考える力/研究態度も含めた人間としての力/対人能力/PCを駆使する力/実験の進め方/難しい課題を続けようと思う気持ち/空き時間のうまい使い方/絶対にめげない力/臨機応変に対応する力/自分たちで仮説を立て実験方法を考えること/向上心/客観的に物事を見る力/知りたいことへの探究心/文章力/自分の意見を持つことの重要性

B: A以外で気付いたこと

班員みんなで取り組む方が確実に良いものができあがること/自分で考えることが増えた/研究とは何か理解した/研究の大変さ/教える難しさ/失敗はなく、次につなげる大切さを学んだ/1つの事柄をどの切り口から攻めていくかが重要/絶対にめげない力/自分の興味あることに真剣に取り組むことは得られるものが大きい/人のために行動することが多くなった/計画することの重要性を学んだ/諦める前に挑戦することの大切さ/科学デザインの大切さ/結果は終わりではなくこの後のつながりとなる/楽しめるようになったのは自分も班員も大きく成長したから/自分の意見を持つことの重要性/地味なことでもコツコツやることの必要性

c 課題・今後の展望

- ① 例年、1班4人の班編制は、1年次で同分野の興味・関心をもった者同士をベースとした生徒間での話し合いで決めてきたが、今年度は3月～5月に行えず、生徒のリーダー性や性格等のバランスを考慮しながら教員側で決めた。結果的に研究の進度・質を保てたが、今後は、班編制を組織的に行っていきたい。愛知県立一宮高校では、MI(マルチプル・インテリジェンス)の手法を用いて、課題研究に求められる資質・能力のアンバランスを補完する班編制を行っている。今後は、本校の課題研究アカデミー(教員用)にて研修会を実施するなどして、その手法を参考にしていきたい。

- ② テーマ選定について、今年度は4月～5月の家庭学習期間にSSH担当者と生徒との間で、Classiのチャット機能とZoomによるオンライン会議によりテーマの絞り込みを行い、遅れを取り戻すことができました。
- ③ 今年度、課題研究の質を上げるために、9月の課題研究が最も進展する時期に3回、大学の研究者にZoomによるオンライン会議に入ってもらい、発表会に向けて研究の着地点について話合う機会を設けたことでプレゼンの質が向上した。しかし、各班の教員が会議の内容を知らず、生徒との意思疎通がうまくいかない場面が見られたので、大学の研究者と教員との間で研究の方向性の確認が必要である。
- ④ 例年、11月の四分の三発表会では、北理研理科総合部会の公開授業も兼ねて行い、北理研担当者が教員の募集をしていたが、参加教員の確保が難しく、今年度は、本校が直接依頼する方式を取り入れ、教員の参加人数が増え、発表会後の合評会が活発になった。
- ⑤ 今年度の課題研究の特徴として、様々な測定機器（糖含有量を分析するための分光光度計、音の研究でのシンセサイザー、ふいご現象を確認するための気圧センサー、ロボットハンドを動かすためのマイコンArduino、ブーメランの軌道のカメラ2台による同時測定等）を駆使して、質の高い課題研究につながった取組が多く見られた。また、スマートホンを用いての実験の動画撮影が課題研究には欠かせなくなってきており、プレゼンにも効果的に用いられるようになった。動画編集もスマートホン内で可能なため、生徒が自主的に活用できる重要なツールとなった。教員は、動画の保存形式（MP4, MOV, Quicktime等）とPCとの相性について発表会前には知っておく必要性を感じた。

(2)「課題研究E（イングリッシュ）兼北海道インターナショナルサイエンスフェア（HISF）」（予定）

ア 仮説

道内のSSH・SGH校等と連携し、海外学生との科学交流の機会を提供することにより、本校及び道内の高校生の国際性が向上するとともに、国際性を育成する科学教育ネットワークが構築される。

イ 日時 令和3年3月12日（金）9:00～16:00

ウ 参加 道内の高校生、インドの高校生、北海道大学留学生

エ 実施方法

本校がこれまで科学技術人材育成重点枠で実施してきた北海道インターナショナルサイエンスフェア（HISF）をSSH交流会支援事業を活用して実施する。

オ 講師 千歳科学技術大学理工学部教授

MRC分子生物学研究所 細胞生物学部門 博士研究員

北海道大学 電子科学研究所 物質科学研究部門 准教授

北海道大学 留学生

長谷川 誠 氏

佐藤 奈波 氏

金 憐娜 氏

40名

カ 実施内容

(ア) 課題研究英語発表会

北海道の全ての高校に案内を送付して生徒を招聘し、合同で課題研究英語発表会及びその他の科学交流を行う。

実施規模は、本校発表17件（本校生76名）、他校発表23件（他校生82名）、他校教員19名、海外留学生40名を予定している。今年度は、コロナ禍のためオンライン開催とし、参加校には、Zoom等の録画機能を活用して事前に発表内容を収録してもらおう。参加生徒及び北海道大学留学生は、当日の指定した時間にその収録ビデオを自由に視聴した後、質疑応答を行う。

(イ) 海外研究者によるミニレクチャー

海外研究者の研究に関するミニレクチャーを受講し、研究の視点を学ぶと共に、海外で研究する意義について意見交換を行う。

(ウ) サイエンスチャレンジ

サイエンスに関する課題について海外留学生と共にグループで協働して課題解決に挑む取組を行う。

キ 検証・評価

昨年度は、コロナ感染拡大による非常事態宣言下で全国の学校が臨時休校に入ったため、HISFは、中止となった。今年度も感染拡大が収束していないが、本校がこれまで実施してきたHISFは、道内の高校が集まり国際科学交流を行う貴重な機会として定着しつつあるため、オンライン開催を試みた。この1年間の急速な遠隔授業の試行により、道内においてもオンラインでの交流が可能となり、その交流の方法についてもノウハウが蓄積しつつある。また、昨年度からさくらサイエンスプランを活用して交流を行う予定であったシティ モンテッサーリ スクール ゴムティナガール エクステンション キャンパスII（CMS）とも、サイエンスチャレンジにおいて、全道の高校生とオンラインで科学交流を実施する。

これまでのオンラインでの取組において、かなりの交流をオンラインで実施できることがわかってきた。一方、一つのをリアルタイムで作り上げていく体験を通した学びなど、オンラインのみでは得ることが難しい学びがあることもわかってきた。今後は、オンラインを効果的に使いながら、道内の高等学校科学教育の国際化を積極的に進めていきたい。

#### 4 Future Vision

##### (1) 仮説

学習主体としての生徒を育てる機会として探究学習を実施することにより、一人ひとりの生徒が自分のよさや可能性を認識することができる。また、あらゆる他者を価値ある存在として尊重し、多様な人々と協働しながら様々な社会的変化を乗り越えていくための資質・能力を磨くことができる。さらに、豊かな人生を切り拓き持続可能な社会の創り手となるための素養を身に付けることができる。

##### (2) 実施内容

ア 概要 「総合的な探究の時間」において Future Vision を実施。「人がよりよく生きるとはどういうことか」をテーマに、自分が興味・関心のある探究課題を設定し、1年生は個人探究、2年生は個人探究及びグループ探究を行う。2月に行う「啓成学術祭」で探究成果を発表する。

イ 対象 普通科1年生、普通科2年生

ウ 日程 令和2年4月～令和3年2月の総合的な探究の時間

エ 場所 1年生は本校体育館及び各教室

2年生は本校体育館及び各教室、フィールドワークにおける指定研修場所

オ 指導 1年生は学年団及び探究学習担当教諭

2年生は学年団及び外部パートナー、学生コーチ

##### カ 探究活動

###### (7) 1年生 Future Vision I 「自己変容と未来の可能性について自分の言葉で語る」

1年生は個人で課題設定し、探究する。「挑戦する心は知の世界を拡大する（キャリア分野）」「啓成はSDGsのプラットフォーム」現代にマッチしたリベラルアーツの学び方」に分かれ探究学習がスタートする（内訳は下表のとおり）。生徒同士お互いの関係をつくりながら探究活動を展開していく。課題については個人で発見・設定し、他者との対話を重ねつつエッセイを繰り返し書くことによって考察を深める。これらの活動により知識基盤社会における学力としての「自ら考える力」や「思考力・判断力・表現力」の育成を目指している。また、近年の国際的な教育改革の動向として「キー・コンピテンシー」や「21世紀型スキル」などの汎用スキル、さらに、将来の社会生活において生きて働く力や自分自身を支える力を育てるという点も視野に、解決方法が1つに定まらないような問題を解決する統合的な力を育成することも目指している。

領 域	人 数
A-1 (キャリア分野) 法・経・商・社会	22
A-2 (キャリア分野) 人文・語学①	26
A-3 (キャリア分野) 人文・語学②	21
B-1 (キャリア分野) 理・工学①	32
B-2 (キャリア分野) 理・工学②	24
B-3 (キャリア分野) 医・歯・薬	27
C-1 (キャリア分野) 看護・保健等	26
C-2 (キャリア分野) 農水・獣医・芸術等	26
C-3 (キャリア分野) 教育	31
D-1 啓成はSDGsのプラットフォーム	25
D-2 現代にマッチしたリベラルアーツの学び方	20

###### (4) 2年生 Future Vision II 「持続可能な社会の創り手としてよりよい現在と未来を創造する」

2年生は探究テーマを選択し、チーム（4～5名程度）で展開していく生徒と、個人で課題設定し、探究する生徒に分かれる。探究テーマは下表のとおりである。探究テーマを選択した生徒も、その分野領域で課題を発見・設定する。7月の特別授業・講座から本格始動し、外部パートナーや学生コーチとの連携により、生徒の知的好奇心を刺激する。専門家や実務家、大学院生等と対話する場を設け、一人ひとりが深く考察できる教育環境を整えることにより、生徒が高い次元で物事を考えられるようになる。

探 究 テ ー マ	人 数
A 啓成はSDGsのプラットフォーム	28
B 現代にマッチしたリベラルアーツの学び方	18
C 北海道の課題を発見するアイデアソン (外部パートナー) 日立北大ラボ	20
D 未来の教室、未来の学び 私たちの「学び」を変える (外部パートナー) 北海道教育大学	23
E Sustainable Future Earth 持続可能性 (外部パートナー) 酪農学園大学	18
F 札幌で最も「面白い」エリアを目指して 「創造のまち創成イースト」 (外部パートナー) サッポロ・ファクトリー	29
G 100年続く「まち」をつくるために大切なことは？ (外部パートナー) 鹿島建設	27
H コロナ禍で考える TOKYO 2020 オリンピック (外部パートナー) パナソニック	23
I コミュニケーション・デザインを学ぶ (外部パートナー) 札幌市 (札幌国際芸術祭), NPO 法人 ezorock	20
J 生きること 人生の豊かさとは (外部パートナー) 藤女子大学	29
K 札幌圏のヒグマ問題を深掘りする (外部パートナー) 酪農学園大学、札幌市	23
L 北海道の鉄道の未来を考える (外部パートナー) JR北海道	20

##### (3) 検証・評価

###### ア 検証方法

(7) アンケートの実施・集計・分析

(4) オンライン・オンデマンド・オンサイト形式による発表会（学術祭）に向けての長期的学習プロセスを経ての変容（自己評価）

###### イ 評価

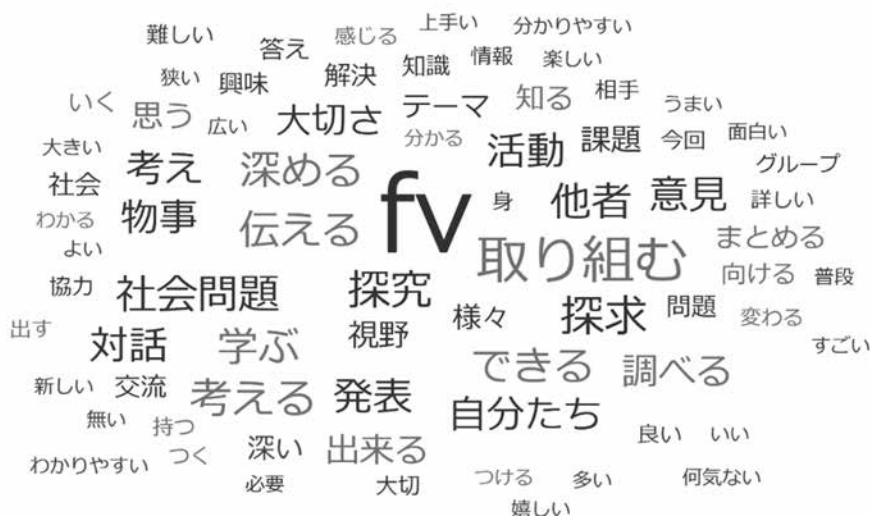
(7) アンケートの集計・分析結果～ワードクラウド～

生徒自身がFV (Future Vision) による自己変容について評価したコメントから特徴的な単語（出現頻度も加味）を

複数選び出しワードクラウドとして可視化することで分析する。

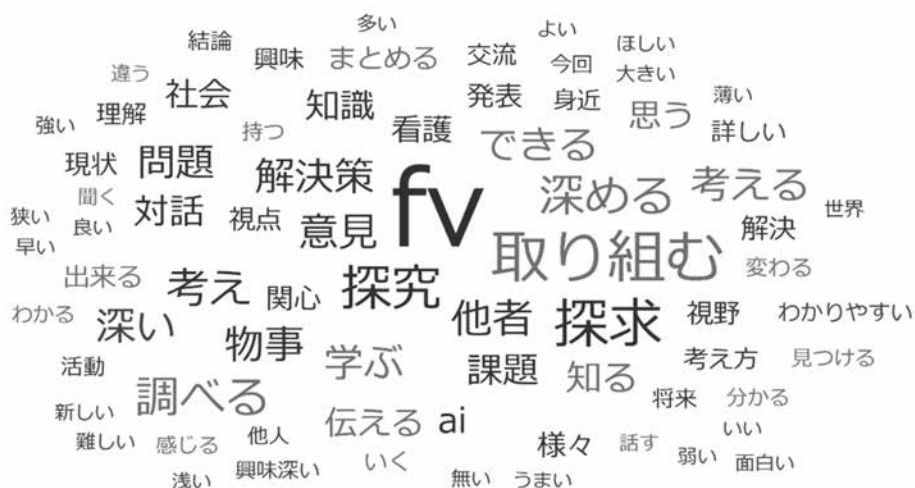
■ 名詞 ■ 動詞 ■ 形容詞 ■ 感動詞

2 学年 n=259



■ 名詞 ■ 動詞 ■ 形容詞 ■ 感動詞

1 学年 n=264



まず2学年については、3つのキーワードに注目する。1つ目は<自分たち>。注目した理由は、2学年では1学年と異なり、多くの生徒がチームで探究するためである。2つ目の<社会問題>は、FVのねらいとして「実社会や実生活に生徒自身がアンダーラインを引けるようになってほしい」という願いがあるためである（アンダーラインというメタファーは課題を発見・設定できるようになってほしいという意図が含まれている）。3つ目は<大切さ>。日常の中の大切なもの丁寧に向き合って今をよりよく生きてほしいということと、未来に向けて他者と対話するときのキーワードの1つだからである。次に、これら3つのキーワードを含む生徒のコメントを示す。

<自分たち>

- ・FVの活動を通して、自分たちの興味のあるテーマについて調べ、そこから自分たちで新たな考えや意見を編み出していくことができました。
- ・取り組む前は自分は関係ない、他人事に思っていたことも、このFVを通して実現は不可能かもしれないけど自分たちで意見を出したり、考えたりする力が身についたと実感しました。また他者に伝える難しさも同時に実感しました。言葉だけではなくスライドなど道具も有効活用することにより、相手に伝わりやすくなるということが分かりました。
- ・改めて自分たちの動画を確認すると少し声が小さくて聞き取りにくいかなという部分があった気がする。しかし、内容視聴者に伝えたい部分についてはうまくまとめて発表する事が出来ていたと思う。後半部分、まとめの部分はかなり良く出来ていたと思った。コメント見てみても視聴者それぞれに必要なものなどが見つかっていてためになる発表が出来たと思いました。

<社会問題>

- ・様々な社会問題を調べて、視野が広がった。またその問題の解決方法を探究してみて、その問題についてさらに興味が高まった。今後も社会のあらゆる諸課題の解決について考える気になった。また、マスコミの報じた内容をそのまま受容しな疑問点を立て、実験をして結論を出すことによって、掘り下げられる力が身に付き、社会問題は身の周りで起きていると自覚した。
- ・FVに取り組む前は、社会問題について考えることは少なく、興味もあまり無かったが、今回FVで社会問題について取り組む中自分自身で調べたり考えたりすることで知ることが出来た。いい機会になった。

<大切さ>

- ・発表することが凄く苦手だったが、誰かに届くという事が実感でき、伝える事の大切さ、言葉の重要性を改めて学んだ。

前に出ることへの考え方が変わった。

- ・実際の被害を受けた方へのインタビューをし、多面的な物の見方を学べた。また、相手の気持ちや立場を考えて発言する事を選ぶことの大切さがわかった。
- ・取り組む前はFVは必要ないと思っていたが、取り組んでからはFVの重要性や日頃考えないことを考えることの大切さがよくわかりました。

1学年については<調べる><深める><解決策>の3つのキーワードに注目した。その理由は、1学年のFVには「探究プロセスを一通り経験しながら学んでほしい」というねらいがあるためである。以下は、情報を集め<調べ>、対話を通して<深め>、現時点での答え<解決策>を公に開いてみる、という活動を通して、彼らがどのようなことを感じ取ったのか、についての生徒のコメントである。

<調べる>

- ・探究前は調べなくても自分の意見だけで発表がなんとかかなと思っていましたがそもそも知識がないと意見がでてこないことがわかって物事を調べることの大切さがわかった。
- ・調べる前は、デザインの可能性の限界のようなものを感じていたが、調べれば調べるほど、デザインの可能性の大きさに驚いた。
- ・前から考えていてモヤモヤしていた事について調べる事ができ、ずっと思っていた自分の考えについて人に伝えられました。

<深める>

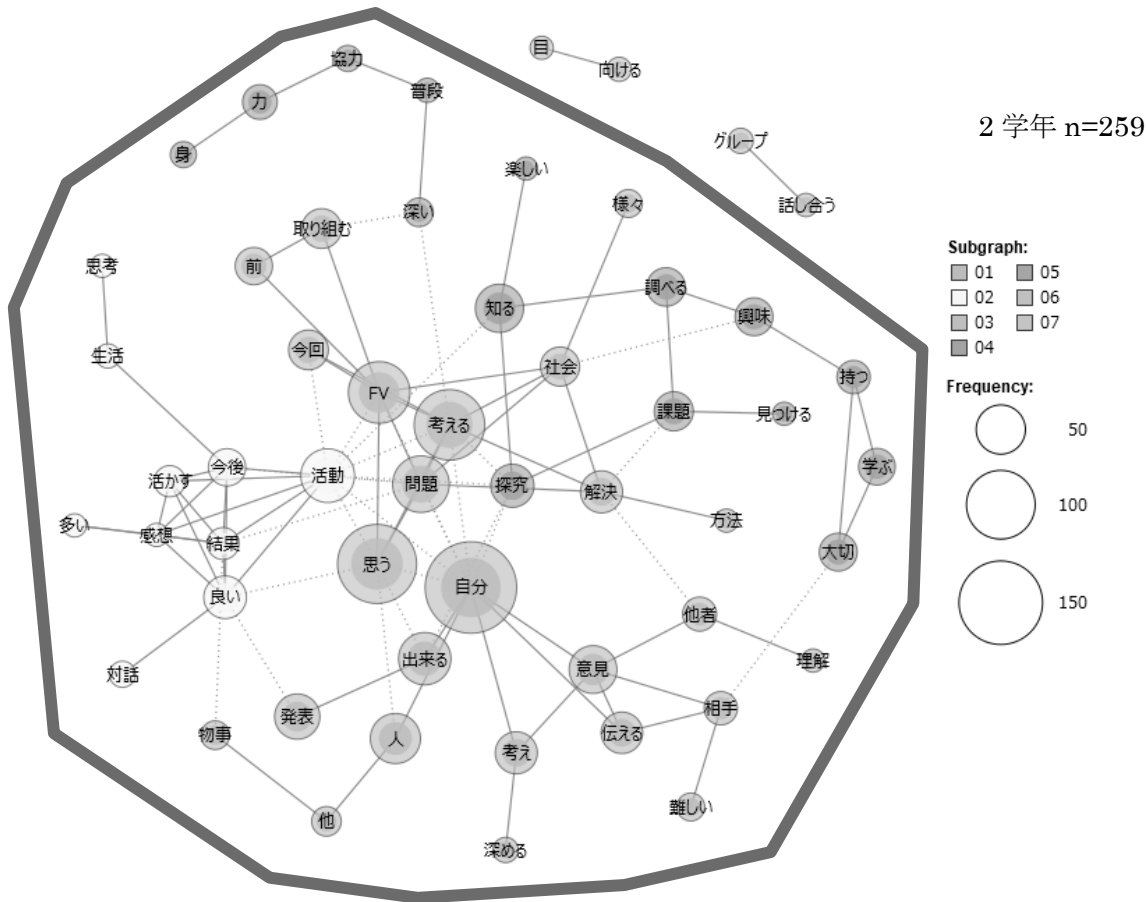
- ・FVに取り組む前は、医療過誤についても詳しくなかったし看護についても知っていることは少なかった。でも取り組んだあとは、グループ交流や自分の考えを深めることで、他の人たちの考えなども交えながら医療について考えることができた。
- ・自分が探究したテーマに関しての知識が増えただけでなく、対話を通して他者の意見を聞いたり自分の考えを伝えることで、より思考を深めることができた。
- ・FVによって、世の中が課題に対してどのように対策を取っているのかがわかった。そして、自分の考えを深めることができてよかった。これからも自分の考えを深め、色々なことを考えていきたいと思う。

<解決策>

- ・自分の興味があること、身の回りの課題を見つけて解決策を考えることができるようになった。
- ・差別という問題の探究はとても難しく、自分が納得する答えも出せずに終わってしまったが、探究の中で、問題の解決への取り組み方や、真剣に問題と向き合うことの大切さを知ることはできたと思う。これから、自分で納得できる解決策を見つけられるようになりたいと思う。
- ・探究する前は看護に関しての知識がほぼ無かったが、探究することで現状や問題、解決策が分かった。

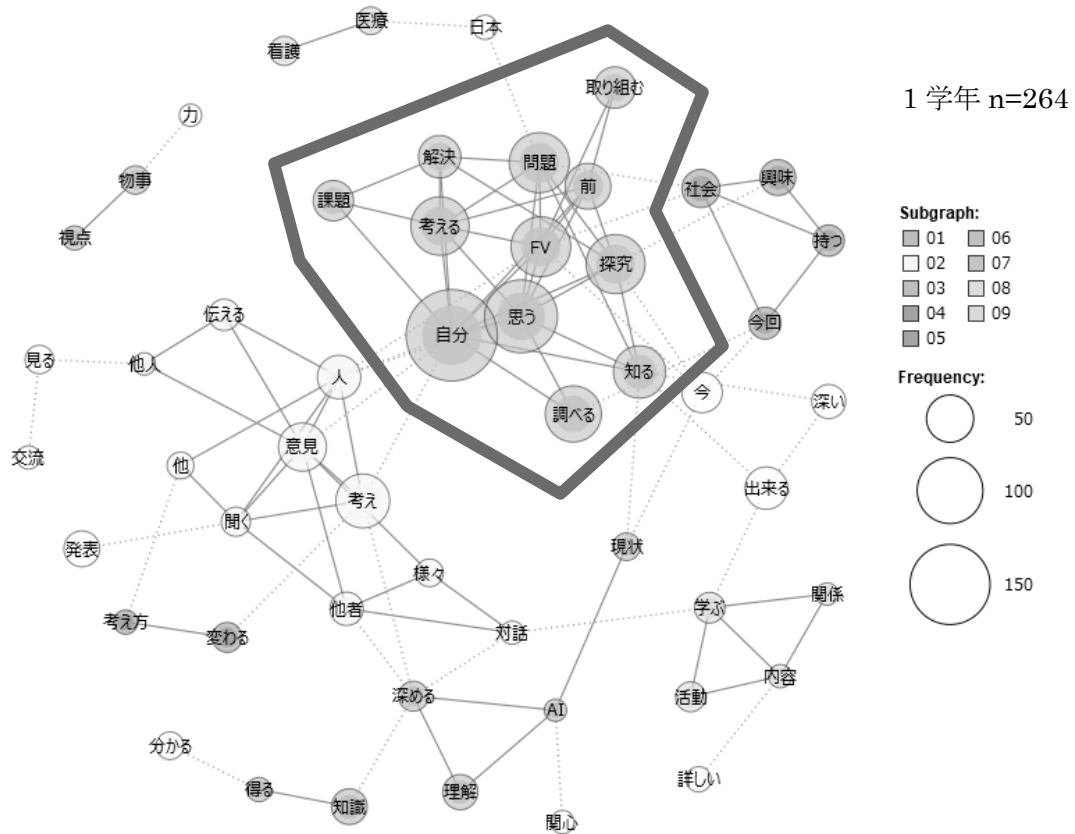
～テキスト分析～

次に、KH Coder (フリーソフト) によるテキストマイニング (文章を分析するための手法) を見ていく。この手法による分析では言葉のつながりと頻度によって色分けと円の大きさとで表される。一連のつながりは同じ色で表示され、円の大きさは出現頻度を表している。これは共起ネットワーク図というもので、個々人のコメント間の共通性をネットワーク図にして示す方法である。生徒たちのコメントをまた違った視点から捉えることができ、こちらも興味深い結果となった。

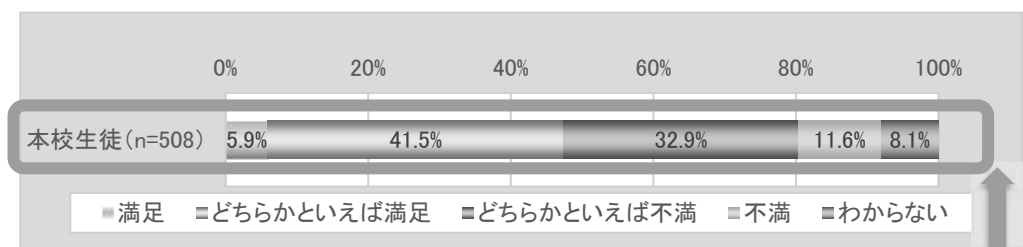


1 学年については、前述のとおり、「探究プロセスを一通り経験しながら学んでほしい」ということがねらいのひとつになっていることから、個人（自分）と探究プロセスとのつながりが強いことが分かる（太線の囲みを参照）。一方、2 学年は、「実社会や実生活に生徒自身がアンダーラインを引けるようになってほしい」というねらいがある中で、生徒一人ひとりが課題意識を入口に、その学習経験と精神のはたらきがリンクし、図中のネットワークにも拡がりができています。

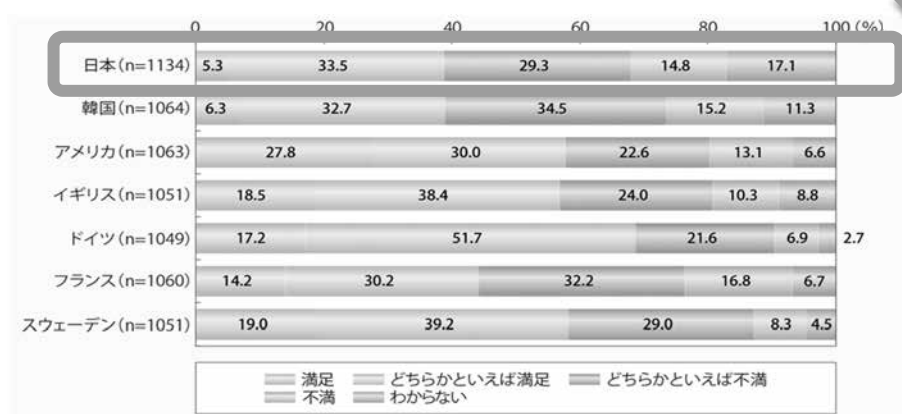
そもそも探究は考察から成り立っているが、今年度の生徒たちが文章で表現した考察には、平易な文であったとしても深い洞察があるものが多く存在していた。思考を強く刺激するのが探究の魅力、また、困難を解消しようとするのが探究の難しさであるが、個々人の学習経験の中にもそういった感覚が得られた瞬間があったものと推察される。このことから概ね各学年の探究活動がプログラムの意図に近い形で展開されたものと考えている。本校の探究学習 8 年目の手応えを感じることができる結果となった。



【図表 1】 自国の社会に満足しているか（本校生徒の調査結果）



【図表 2】 自国の社会に満足しているか（内閣府の調査結果）





～FVの成果と課題～ 市民としての自覚とかかわり

すべての生徒が100年の人生を、市民として心身ともに健やかに過ごし、幸せを実感できるような生活を送り、社会とのつながりの中で互いに貢献し合えるようにする。そして、そのために必要な資質・能力をすべての生徒が身に付けられるように学習環境を整え、教育効果を高めることが私たちに求められている。そういった観点から、今年度は市民参加についてアンケート調査を実施し、「内閣府の若者の意識に関する調査結果」を比較対象に、FVの成果と課題等について報告することとした。

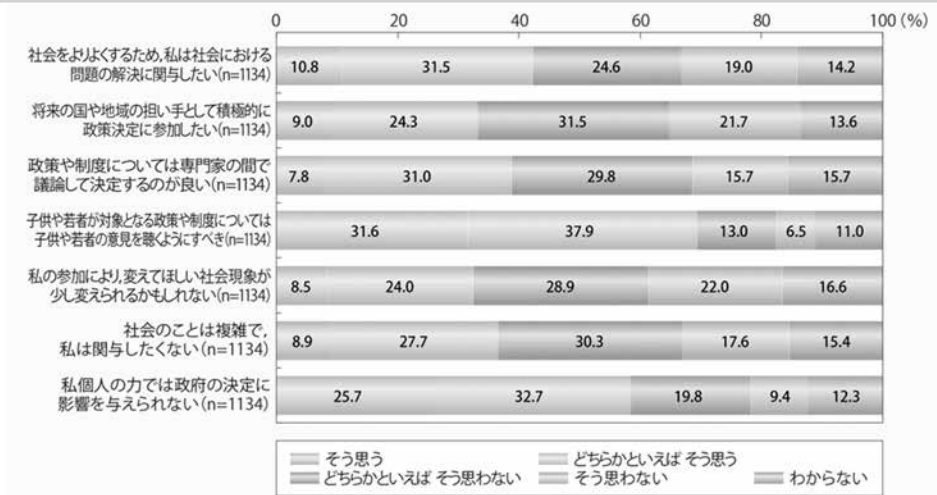
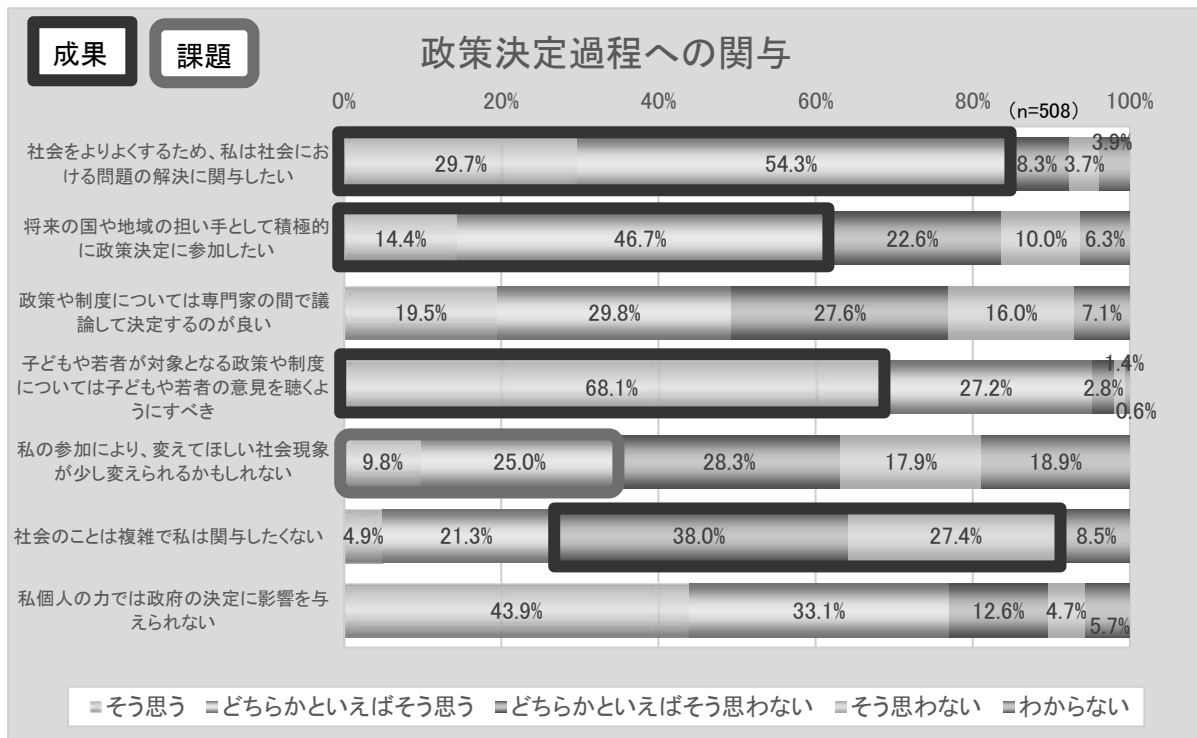
比較対象にした内閣府の調査は、我が国と諸外国の若者の意識を比較することにより、我が国の若者の意識の特徴及び問題等を把握し、子供・若者の育成支援に関する施策の参考とするため、平成30(2018)年度に「我が国と諸外国の若者の意識に関する調査」(平成30年11月及び12月に日本を含めた7か国の満13歳から満29歳までの男女を対象に実施したインターネット調査)を実施されているものである。

この調査の結果から見えてくる日本の若者の意識(図表2「自国の社会に満足しているか」、図表4「政策決定過程への関与」と、今年度「本校の探究学習プログラムFuture Visionで学んだ生徒の意識に関する調査」(第2学年普通科及び第1学年普通科を対象に実施したアンケート調査。図表1, 3)を比較して、特に「市民としての自覚とかかわり」について、FVの成果及び課題等を明らかにし、今後のプログラム開発に反映させたい。

図表1及び2の比較については本校生徒の調査結果と内閣府の調査結果に特徴的な違いを見つけることができなかった。換言すれば、本校の生徒が一般的な日本の若者と比して自国の社会に対する特別な(あるいは切実な)課題意識を持っているとは言えないと理解した。つまり、この結果からは本校の対象生徒を、ごく標準的な若者(生徒)の集団だと認識したということである。

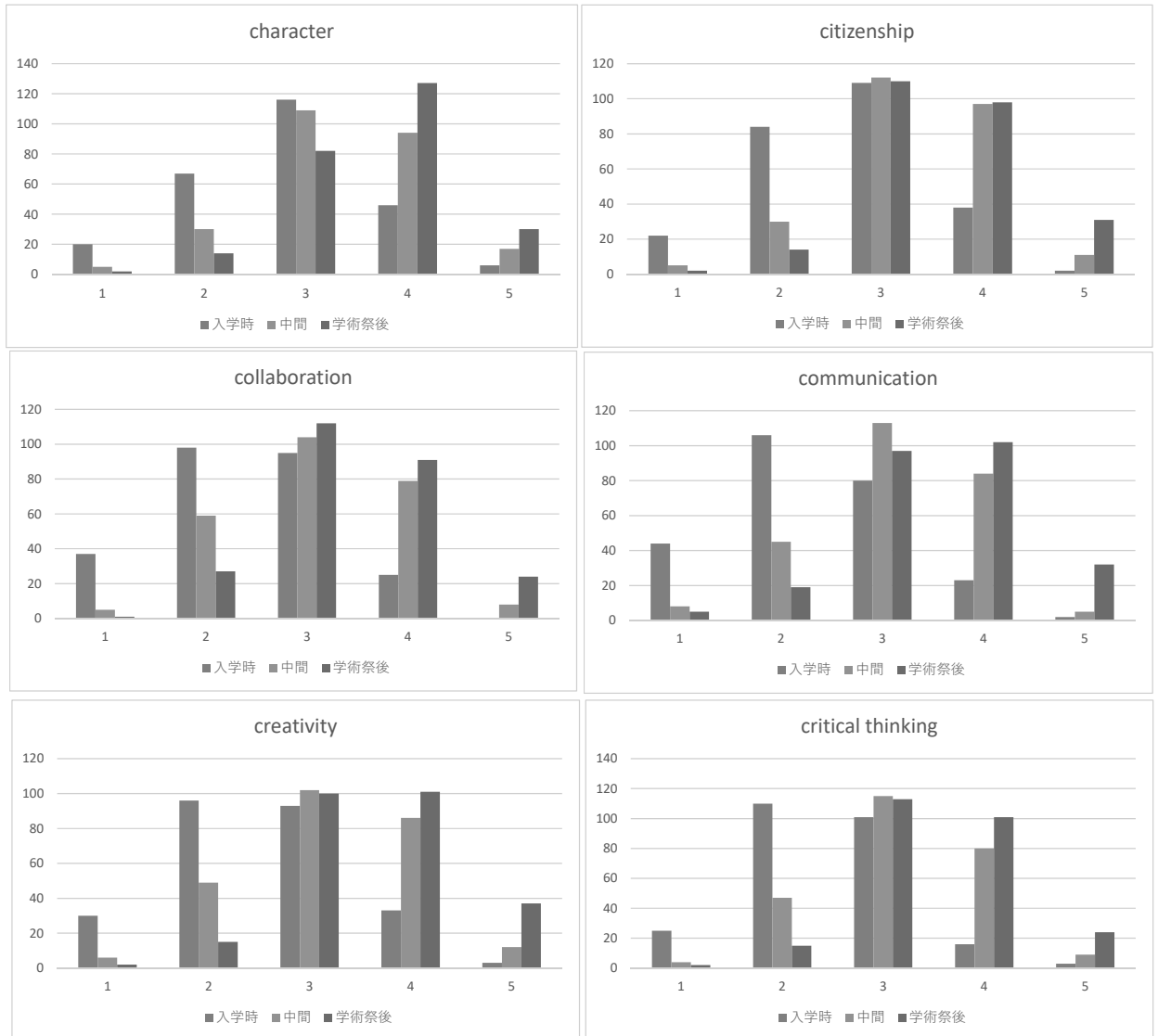
次に、図表3及び4の比較である。ここではいくつかの特徴がみられた(図表3の四角囲み)。まず成果について一言でいえば、生徒の「市民参加への意識向上」がグラフから読み取れるということである。これは成果として非常に大きいと考えている。一方で、課題に注目すると、「社会を変えられるかもしれない」という可能性に気付かせてあげられていないのではないか、という結果が読み取れる。ちなみにこの傾向は、図表4にあるように一般的な日本の若者と同様の傾向である。

【図表3】 政策決定過程への関与 (本校生徒の調査結果)



(イ) オンライン・オンデマンド・オンサイト形式による発表会（学術祭）に向けての長期的学習プロセスを経ての変容（自己評価）

学術祭（オンライン・オンデマンド・オンサイト形式による発表会）終了時点で入学当初から発表会までの長期的な取り組みを通じて個人にどのような変容があったのか、1学年を対象に行った調査（6項目の自己評価）を集計し可視化する。調査した項目は character, citizenship, collaboration, communication, creativity, critical thinking である（n=255）。どの項目も時間の経過とともにスコアが上昇しており、教育効果について確認することができる。



この6項目については、FVのテーマ・目的・目標（育てたい資質・能力を含む）から、最良の学びを追究することや、資質・能力の獲得と育成を基盤とした学習プロセスをデザインしたときに求められる項目である。必要な資質・能力をすべての生徒が身に付けられるよう学習環境を整え、教育効果を高めることが公教育を担う私たちには求められており、具体的な方策としては、以下の16の資質・能力についてメタ・ルーブリックを作成し、学習評価の共通性と多様性（あるいは自律性）の確保も視野に入れた、「FVのよる統合的な学び」と「各領域・各教科の深い学び」を一体として進めていく学習指導の改善が計画されている。ここで用いている共通性とは、メタ・ルーブリックを活用場面に合わせてローカライズすることにより一定の基準の統一が図られるという意味である。同時にローカライズする過程で多様性（あるいは自律性）も確保できるという発想であり、その実現に向けては、校内研修会と併せて、全職員共通の活動としていくことを想定している。

<期待される16の資質・能力（メタ・ルーブリックの項目）>

- ①探究と分析 ②批判的思考 ③創造的思考 ④文章表現 ⑤オーラルコミュニケーション ⑥読解力
- ⑦量的分析リテラシー ⑧情報リテラシー ⑨チームワーク ⑩問題解決力⑪市民参加 ⑫異文化知識・対応能力
- ⑬倫理的推論 ⑭生涯学習の基礎とスキル ⑮グローバル学習 ⑯統合的学習

(4) 「Future Vision事例その1 (Sustainable future earth)」

① 仮説

海外連携校とインターネット会議等を活用してSDGsの視点で社会課題解決協働プロジェクト（「海の豊かさを守ろう」、「陸の豊かさを守ろう」）に取り組むことで、英語コミュニケーション力と進んで世界へ羽ばたこうとする意識が高まる。





② 対象 普通科生徒2年生選択者（18名）

③ 実施方法

本校では、平成29年度よりSTEAM教育の先進校マレーニー州立高校（オーストラリア）と生物多様性の保全をテーマとした科学交流を行ってきた。平成30年度には、「海洋プラスチック汚染と生物多様性の保全」について議論を行い、海岸漂着ゴミ及び海岸の砂に含まれるマイクロプラスチックの調査を互いに試みた。また、マレーシアの連携校も調査に加わった。令和元年度には、オーストラリアのAUSMAPで行っている調査を参考に調査手法を統一し協働プロジェクトへと発展させ、Survey123 for ArcGISを使用して調査データを入力、互いの調査データを蓄積・比較できるシステムを開発した。今年度は、調査を継続し、オーストラリアのAUSMAPの調査データとの比較を試みた。コロナ禍のため、3月に実施予定であった北海道インターナショナルサイエンスフェアで行う「海外研修参加生徒が企画・運営する科学・環境フォーラム」は、中止となった。

④ 講師・ファシリテータ 酪農学園大学環境共生学類准教授 吉中厚裕 氏

⑤ 実施内容

月	日	曜	時間		内容
6	11	木	6～7		第1回目のインターネット会議に先立ち、1年間の「Future vision (Sustainable future earth)」のテーマ及び昨年度実施した内容について共有を図る。
7	16	木	5～7		北海道とオーストラリアの自然及びテーマについての吉中氏の講義を受講し、海洋プラスチック汚染について意見交換を行う。今後の調査及び発表等を実施する班分けを行う。
7	21	火	5～7		第1回目のインターネット会議の発表資料を作成し、その発表練習を行う。
7	22	水	7:55-8:50	インターネット会議①	インターネット会議を活用して、マレーニー州立高校生と一緒に吉中氏の講義を受講し、海洋プラスチック汚染について意見交換及び今後の協働プロジェクトについて確認を行う。また、各学校の簡単な紹介を行う。
8	5	水	7:55-8:50	インターネット会議②	インターネット会議を活用して、互いに行ったフットプリントの結果をもとに、マレーニー州立高校生と海洋プラスチック汚染について意見交換を行う。また、海岸の調査計画について確認をする。
8	6	木	9:00-17:00		登別及び室蘭の海岸で漂着ゴミ及びマイクロプラスチックの採取を行い、調査結果を Survey123に入力する。インターネット会議で報告するプレゼンテーションを作成する。
8	11	火	9:00-14:00		小樽ドリームビーチで漂着ゴミ及びマイクロプラスチックの採取を行い、調査結果を Survey123に入力する。インターネット会議で報告するプレゼンテーションを作成する。
9	10	木	7:55-8:50	インターネット会議③	インターネット会議を活用して、互いに行った海岸調査の結果及び各グループテーマについて意見交換を行う。
9	10	木	6～7		グループごとに設定したテーマについて、文献調査を行い、実験計画を立てる。
9	24	木	6～7		現時点での実験結果をまとめ、次回のプレゼンテーション資料を作成する。
10	1	木	6～7		引き続き、インターネット会議で発表するプレゼンテーション資料を作成し、発表の準備を行う。
10	14	水	7:55-8:50	インターネット会議④	啓成とマレーニーでそれぞれ行った実験または環境保全活動について報告し、意見交換を行う。
11	11	水	7:55-8:50	インターネット会議⑤	啓成とマレーニーでそれぞれ行った実験または環境保全活動について報告し、意見交換を行う。これまでの交流を振り返り、議論の共有を図る。
11	12	木	6～7		啓成学術祭で使用する英語発表資料の作成を行う。
11	19	木	6～7		啓成学術祭で使用する英語発表資料の作成を行う。
12	3	木	6～7		啓成学術祭で使用する英語発表資料の作成を行う。
12	10	木	6～7		啓成学術祭で使用する英語発表資料の作成を行う。
12	17	木	6～7		啓成学術祭で使用する英語発表のZoom収録を行う。
1	21	木	6～7		Zoom収録の取り直しを行う。
1	28	木	6～7		啓成学術祭で行うグループ討議のため、これまでに深めた知識の確認を行う。
2	4	木	4～7	啓成学術祭	1年生及び2年生（他のグループ）のZoomに収録した発表を

					視聴する。環境問題解決に必要な視点及び探究に必要な学びについて、グループ内で意見交換を行う。
2	9	火	7		1年間の学びの振り返りを行う。

⑥ 生徒の自由記述

- ・プレゼン能力が上がった。自分で原稿を作り、表現するというのを英語でやったというのは、初めてで、良い経験だった。また、どういう順番で話したらよりわかりやすくなるのかを考えられたことも良かった。
- ・疑問を自分で出して、それについて実験をし、結論を導き出して、解決策を探す、というサイクルは、社会人になったときに役立つと思う。また、試行錯誤することの重要性を学べた。実際に外国に行き、調査をしてみたい。
- ・他の国の人々とコミュニケーションを取ることで、様々な考えや宗教的問題などにも触れることができ、自分たちの狭い視野を広げているチャンスを得ることができた。
- ・オーストラリアの高校生とメールで交流し、インターネット会議でその子の発表を聞いたとき、より親近感が増した。

⑦ 検証・評価

今年度は、コロナ禍のため海外研修を中止としたため、実際にオンラインで交流をする生徒と会う機会がない中で交流となった。マレーニー州立高校の担当教諭の提案で、これまではオーストラリア研修でバディになってもらうことで交流を深めていたが、今年度は、事前にメールアドレスを交換し、互いに情報交換できる環境を整え、インターネット会議を実施した。結果として、海外研修は実施できなかったが、よい雰囲気での科学交流を行うことができ、今も交流を続けている生徒がいる。生徒の自由記述から、例年と同様に英語コミュニケーション力と進んで世界へ羽ばたこうとする意識を高めることができたことと考える。次年度もこのような流れを継続していく予定である。

一方、非常事態宣言下においてオンライン授業の手法を模索する過程で、ブレイクアウトルームの活用など、効果的なオンライン授業の手法を獲得してきたこともあり、ブレイクアウトルーム等の活用をマレーニー州立高校へ打診したが、管理面で、現時点では実施できないことが明らかとなった。オーストラリアでは、チャットを使用しているの授業までは認めているが、ブレイクアウトルームを使用した場合には、対面でのグループワークとは違い、グループの活動を観察できない場面が生じるからとのことであった。今後、より効果的なオンラインでの交流方法を検討していきたい。

海洋プラスチック汚染の協働プロジェクトに関しては、これまでの3年間の試みにより、マレーシアを含めた3地域で調査データを収集し、比較検討することができるようになった。今後は、本校で継続実施している課題研究アカデミーなどを活用して、より広域での調査を実施し、海外の高校生と道内の高校生がマイクロプラスチック協働プロジェクトに取り組みながら、共同で関連するテーマでの課題研究を行うプログラムへと発展させていきたい。海外の研究者からも助言を得ることができれば、将来国際的な研究協力を行うための力を獲得した人材育成にも繋がるとともに、社会的にも意義の高いプロジェクトとなることが期待される。

(5) 「Future Vision事例その2 (ヒグマとの共生ゼミ)」

① 仮説

札幌圏のヒグマ問題を深掘りすることで、生物多様性の保全意識を高めることができる。また、グループでヒグマ問題に関するテーマを設定して調査研究を行い、その内容と自分たちの意見を発表することにより、自然の魅力や問題点を整理、表現し、他の生徒や一般の方に、ヒグマとの共生について考えてもらう機会をつくり、グループで行う探究内容によっては、森林生態系をモニタリングする調査手法を身に付けることができる。

② 対象

普通科F V II, 本ゼミの選択生徒22名 (男子17名女子5名)

③ 実施方法

札幌圏のヒグマ問題を、外部講師と野外研修も含め学習し、探究テーマを設定する。

→4人程度のグループに分かれ、テーマを吟味、具体的な調査研究内容、探究方法を決定する。

→グループごとに調査研究の実践を行う。

→グループごとに学術祭等で発表を行う。発表内容には、グループの提言を入れ込むことを必須とする

④ 内容

月	日	曜	時	内容	備考
7	16	木	5~7	○オリエンテーション アイスブレイキング/課題説明, 地図読み講習/生徒の目標と希望テーマ調査 (グループ分け) /ヒグマ教材の説明/参考文献 (ヒグマノート) 読み込み/アウトプット練習, 外部講師との議論予習/野外にて, 奨果類, 堅果類の同定研修	NHK 取材
	21	火	5~7	○酪農学園大学佐藤喜和教授による講義, 実習 講師によるヒグマの生態等に関する講義/野外にて, 講師によるヒグマの痕跡や食物調査実習/グループごとに, 講師と議論	HBC 取材
9	10	木	6~7	○札幌市クマ対策調整担当坂田一人氏による講義, 実習 今年度の札幌市出没事例についての説明/ヒグマの駆除に関するグループでの議論, 発表 (個人, 地域住民, ヒグマなど, それぞれの視点で) /札幌市のヒグマ対策の説明/ヒグマとの共生についてのグループでの議論, 発表/参考文献 (さっぽろヒグマ基本計画) 読み込み/	
	24	木	6~7	○グループごとにテーマ決定, 課題解決シート作成	
10	1	木	6~7	○グループごとの探究活動 (餌資源調査, ゴミ調査等)	

11	12	木	6～7	○グループごとの探究活動（野外での餌資源調査，ゴミ調査，被害者家族へのZoom取材等）	NHK 取材
	19	木	6～7		
12	3	木	6～7	○グループごと調査研究，発表準備（パワーポイント作成）	
	10	木	6～7		
	17	木	6～7		
1	21	木	6～7	○グループごとの発表準備，発表（Zoom画面共有録画）	
	28	木	6～7		
2	4	木	5～7	○他グループとの交流，グループ内議論，シェアリング	学術祭
	9	火	7		

#### ⑤ 検証・評価

##### ア 検証方法

- (ア) フィールドノートによるポートフォリオ，発表会での成果物と発表  
(イ) 指導教諭による指導・観察の記録

##### イ 評価

- (ア) 生徒発表は以下の6件（3～4人で1発表）で，次の通り。

「北海道のクマ事情」「ヒグマとの共生を考える（被害者家族への取材より）」「ヒグマが住宅街に出没しないようにするには～身の周りの植生を調べて分かったこと～（林縁部での餌資源調査）」「啓成高校付近のクマの食べ物の分布（校地内の餌資源調査）」「クマが人里に下りて来るわけ（野幌森林公園のゴミ調査）」「世界におけるヒグマとの共生事例」

- (イ) 「生徒が学習後に変化したこと」の自由記述コメント

現状について深く知れば，新たな見方ができることが分かった／みんなで問題に向き合おうと呼びかけることの必要性を感じた／駆除に関して否定的だったのは，「かわいそう」という非合理的な観点だったことがわかった／大切なのは被害を未然に防ぐことで，駆除は1つの方法だということを感じた／FVの時間だけでなく，日常生活の中でも考えることが重要である／考え続けることが自分たちの課題／高校の敷地内は，ヒグマの餌資源で溢れており，非常に豊かな森であることを実感した／クマは生物多様性の象徴でもあり，ヒトに害を及ぼす動物だから駆除するという考えを，一歩深める必要がある／クマへの興味はあまりなかったが，海外での共生事例や先住民との関係などが興味深いと感じるようになった

- (ウ) 各グループの解決策（提言）

現状一番有効なのは電気柵。しかし，みんなで協力し合えばもっといい案を生み出せるはず。大事なのは一人一人が北海道のヒグマ問題としっかり向き合うこと。／ヒトとクマが共生するには，正しい認識を持ち，ヒト側も頭数管理することが大切／林縁部にはクマにとっての餌資源が豊富にあり，私たちの身近な場所もクマの生活の一部となっている。このことを意識して生活することが重要。林縁部にクマを誘引する作物をつくらない／クマにとっても豊かな自然が高校周辺にあり，それを人々が理解することが重要／森でも市街地でも，ゴミを捨てるなどのクマを誘引する行動を絶対しない／季節的に森林や国立公園等の立ち入りを制限し，ヒグマを観察するルートを決める／ゴミの回収のしかたを北米等から学ぶ

- (エ) まとめ

今年度は7月の休校明けから始まったFVのゼミ活動であったが，生徒はヒグマとそれを取り巻く自然，社会に興味関心を高く持ち，毎回授業に参加した。

夏季休業前の2回の授業では，専門家からの講義や野外実習により，ベアファクトを深く学ぶことができた。この2回の授業はメディアの取材を受けて一部放映されたため，休業中に，多方面から反響を得た。反響の1つは，札幌市のクマ対策担当者が，授業への参加を申し出て，9月にはその授業が実現した。

さらに，今年度の春ヒグマの被害にあった方の家族から，授業と連携して高校生とヒグマ問題を議論したいとの連絡があった。それを受けて，生徒のグループの1つが，家族への取材をしながらヒグマとの共生を考えていくテーマとして探究を進めていった。

上記のように，ヒグマとの共生を考える高校生の姿は，メディアも含めた一般の方からも，大きな関心を持たれている。生徒は何度も取材を受け，問題の重要性を強く認識した。さらに，教員観察や生徒コメントから，答えのない問いに向かう姿勢を学んだことがうかがえた。(ウ)からわかるように，生徒の解決策からは，批判を招くような極端な考えは見られない。知ること，考えること，議論することの重要性が強く認識され，探究学習の意義を実感できる取り組みとなったと言える。豊かな森林に隣接した本校で，探究活動として意義の大きいヒグマゼミをできる範囲で継続していきたい。

## 5 SSH科学英語特別講義

### (1) 仮説

SSH課題研究発表等における英語によるポスター発表及び口頭発表に向けて，専門的知識を有する講師から科学における英語の使い方等について実践的な指導を受けることにより，生徒の英語コミュニケーション能力と学習動機の向上を図る。

### (2) 実施内容

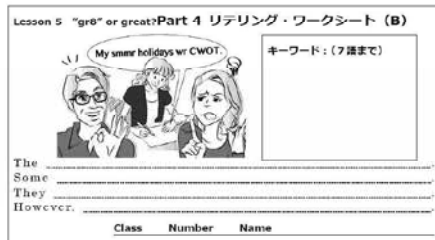
#### ① 概要

第1学年の「コミュニケーション英語Ⅰ」の授業を利用し，講師である神田外語大学外国語学部英米語学科専任講師である柴原智幸氏より，生徒の口頭による英語発表力とリスニング力の育成を意図した，ディクテーション・シャドウイングを主体とした科学的トレーニング方法について講演してもらった。また放課後に，任意で意欲のある生徒が参加できるミニレクソンを学年を分けて実施した。詳細は次の通りである。

○「コミュニケーション英語Ⅰ」の授業内容  
右図のように、実施要項を配付して実施内容について事前周知して、言語活動を実施した。

また、観点別評価の3観点に振り分けて、評価基準を生徒に示した。これにより、授業内容をさらに内在化するためのトレーニングを生徒が家庭でも自主的に行うことを目的として、指導と家庭学習（自主トレーニング）と評価の三位一体化を目指した。

- (ア) 英語を学ぶ意義について  
(イ) コミュニケーション・トレーニング(アイスブレイキングを主としたペアワーク)  
(ウ) 英語固有の発音についての発声理論・練習(発音しにくいconsonant cluster)  
(エ) リスニングの科学的な取り組み方について(理論)  
(オ) ディクテーション  
(カ) 音の壁・意味の壁チェック  
(キ) テキストを見ながらのシャドウイング  
(ク) オーバーラッピング  
(ケ) テキストなしシャドウイング  
(コ) リスニング・シャドウイング独習方法を総括



柴原氏が提唱する3段階の音読方法

- ① Overlapping (スクリプトを見ながら CD に合わせて5回音読)
- ② Shadowing (スクリプトなしで音声の後に遅れて5回音読)
- ③ Read and look up (細かく区切ったフレーズを何も見ずに5回音読)

○「放課後ミニレッスン(1学年)」の内容

- (ア) 単語の暗記方法について  
(イ) 英文音読のやり方 英語版「山月記」を朗読  
○「放課後ミニレッスン(2学年)」の内容  
(ア) 放送通訳チャレンジ BBC News Script NHK  
(イ) 英作文デュエル チーム対抗英作文合戦

(3) 検証・評価

ア 検証方法

- (ア) コミュニケーション英語Ⅰの授業改善と言語活動評価の導入(校内評価)  
(イ) 模擬試験におけるリスニング・ライティングにおけるクラス別得点率の推移(外部評価)  
(ウ) 英語検定受検者数と合格者数の推移(外部評価)

## 1年生普通科・理数科 Retall 実施要領

令和2年11月

- 1 目的
  - ・speaking 活動を通して、英語で表現する力を養う。
  - ・ペアワークを通してコミュニケーションを回ろうとする意欲を高める。
- 2 実施日 授業で連絡します。(Lesson5のPart4が終了後、2時間を使用して実施。)
- 3 内容 絵を見ながら、L5part4の要約を口頭で行う。
- 4 方法(2時間使用：1)～2)で1時間、3)～4)で1時間)
  - 1) リテリングワークシート(A)の絵の下の英文を何度も音読する。(ほぼ暗唱できるレベルまで)
  - 2) リテリングワークシート(B)のキーワード部分に、7語までリテリングワークシート(A)の単語を選んで記入する。(ワークシート(B)のみを見て発表できるように、記憶を復元できるキーワードを抽出して書く。)

**絵画によるインタビュースト**

  - 3) 一人一人画下で教員を相手に、リテリングワークシート(B)のみを用いて説明する。
- 5 評価
  - ① 評価の観点と評価の規準
    - 1) 主体的に学習に取り組み態度(3時間目)
      - 個人音読練習を間違えることを恐れず、真剣に取り組んでいる、授業の中で減点法による評価(全員最初は3点満点。)
      - <提出プリント>を自己採点して提出している。
    - 2) 思考・判断・表現(4時間目)
      - インタビューストにより評価する。(詳細は以下参照)
  - ② 評価基準
    - 1) について(授業時の取り組みを評価)
      - A(3点) … 真剣に取り組んでいる。<提出プリント>を提出している。
      - B(2点) … 私語などが自立取り組みが滞っている。<提出プリント>を提出している。
      - C(1点) … 自分から何もしようとしめない。<提出プリント>未提出。
      - D(0点) … 自分から何もしようとしせず、教員からの促しがあっても何も行動をしない。<提出プリント>未提出。
    - 2) について(インタビューストの実施状況)
      - A(3点) … リテリングワークシート(B)のみを用いて、英語で説明を行うことができている。
      - B(2点) … 概ねリテリングワークシート(B)を用いているが、一部リテリングワークシート(A)を参照し発表。
      - C(1点) … リテリングワークシート(B)を用いて説明ができず、ほとんどリテリングワークシート(A)を使用し発表。
      - D(0点) … 未実施(欠席・怠惰によるもの共に放課後指導一指導内容は、L5part4の予習ノートの英単語書き取り(10回ずつ)に取り組んで提出。)

柴原氏の通訳者のトレーニング理論・方法を取り入れた音読プリント

### Communication I L5-2 "gr8" or great?

音読シート

#### Phrase reading

##### 基本の音読方法

≡Listening / ≡Overlapping / ≡Shadowing / Read and Look Up (暗記するように黙読→顔あげて音読)

音読回数 □□□□□ □□□□□ □□□□□

These "secret codes" in text messages / テキストメッセージの中のこういった「秘密の暗号」は

are made mainly / 主に作られます

by shortening the original words. / 元の単語を短くすることで

There are a few rules / ルールが少しあります

for doing so. / そうするための

The first rule is / 1つ目のルールは

to use a single letter or a number / 1つの文字や数字を用いることです

to stand for a word / 単語を表す

For example, / たとえば

"b" is used for "be," / "be"の代わりに"b"が用いられ

"c" for "see," / "see"の代わりに"c"が

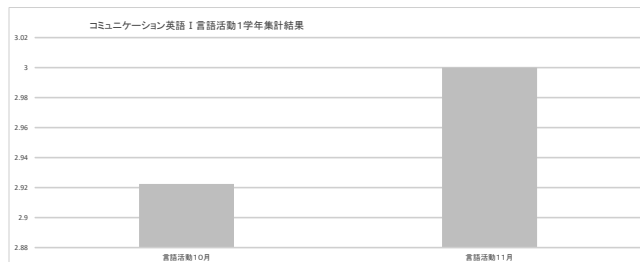
(エ) 英語プレゼンスキルテストにおける相互評価ルーブリック (校内評価)

イ 評価

(ア) コミュニケーション英語 I の授業改善と言語活動評価の導入 (校内評価)

新型コロナウイルスの影響により、4月から5月の休校期間中に未実施だった内容を、6月からの授業で実施し、無事年間指導計画の予定進度まで到達することができた。しかしその反面、進捗を優先したため、学習動機を高める活動や学習方法などの根本的な部分について十分な説明を行うことができないまま、10月を迎えることとなった。そこで今回の柴原氏に講演会を通して、生徒の学習意欲を高めて、今後も常に財産として残るように英語の発信力を高める具体的な学習方法を教授してもらった。講演会後は、各 Lesson の各 part 終了後に言語活動を導入した。具体的には、事前に各パートの最初の授業において言語活動実施要項プリントを配付して周知を行い、従来の新出単語の確認、文法指導後に、柴原氏の提唱するトレーニング（ディクテーション・オーバーラッピング・シャドウイング）を実施した。なおトレーニング後の定着がなされた状態で、言語活動を実施した。これによりトレーニングを通じて定着させた内容を、さらに具体的場面において「使用する」ことで、学習内容のさらなる内在化と観点別評価のさらなる進展を目指した。

各レッスン各パートごとに設定した言語活動において、学年全体の数値評価平均は次のとおりとなった。柴原氏のトレーニング方法を取り入れた後の11月の言語活動において、11月の評価点よりも向上が見られた。



(イ) 模擬試験におけるリスニング・ライティングにおけるクラス別得点率の推移 (外部評価)

2020年度ベネッセ総合学力テスト1年生7月 記述<リスニング・ライティング>

大問No.	大問名	小問名	配点	校内平均得点率	全国平均得点率	観点	01組平均得点率	02組平均得点率	03組平均得点率	04組平均得点率	05組平均得点率	06組平均得点率	07組平均得点率	08組平均得点率
001	リスニング	1-1	2	87.1%	75.8%	思考力・判断力・表現力	90.0%	92.5%	92.5%	87.5%	80.0%	75.0%	86.8%	92.5%
001	リスニング	1-2	2	53.8%	59.1%	思考力・判断力・表現力	47.5%	67.5%	55.0%	50.0%	57.5%	57.5%	47.4%	47.5%
001	リスニング	1-3	2	59.7%	52.7%	思考力・判断力・表現力	55.0%	65.0%	60.0%	57.5%	65.0%	60.0%	60.5%	55.0%
001	リスニング	1-4	2	50.9%	54.1%	思考力・判断力・表現力	45.0%	50.0%	42.5%	52.5%	50.0%	62.5%	50.0%	55.0%
001	リスニング	2-1	2	80.2%	80.1%	思考力・判断力・表現力	85.0%	80.0%	87.5%	77.5%	77.5%	82.5%	81.6%	70.0%
001	リスニング	2-2	2	84.0%	81.3%	思考力・判断力・表現力	87.5%	82.5%	85.0%	82.5%	90.0%	80.0%	89.5%	75.0%
001	リスニング	2-3	2	52.2%	45.7%	思考力・判断力・表現力	60.0%	52.5%	52.5%	40.0%	60.0%	52.5%	38.6%	62.5%
001	リスニング	3-1	2	81.1%	77.3%	思考力・判断力・表現力	82.5%	82.5%	77.5%	82.5%	77.5%	80.0%	81.6%	85.0%
001	リスニング	3-2	2	70.8%	64.9%	思考力・判断力・表現力	85.0%	80.0%	57.5%	62.5%	65.0%	57.5%	76.3%	82.5%
001	リスニング	4-A	2	14.5%	7.1%	思考力・判断力・表現力	20.0%	12.5%	27.5%	5.0%	12.5%	13.8%	10.5%	13.8%
001	リスニング	4-I	1	65.7%	63.7%	思考力・判断力・表現力	55.0%	65.0%	70.0%	57.5%	75.0%	52.5%	78.9%	72.5%
001	リスニング	4-U	1	15.1%	18.7%	思考力・判断力・表現力	20.0%	7.5%	25.0%	15.0%	17.5%	12.5%	10.5%	12.5%
006	ライティング	A-A	5	27.9%	27.5%	思考力・判断力・表現力	30.0%	28.0%	26.5%	21.5%	30.5%	31.0%	23.2%	32.5%
006	ライティング	A-I	5	30.2%	27.6%	思考力・判断力・表現力	34.0%	32.5%	28.0%	22.5%	32.5%	30.5%	22.6%	38.5%
006	ライティング	B	10	41.8%	34.3%	思考力・判断力・表現力	32.8%	46.0%	40.8%	43.5%	46.5%	48.8%	30.3%	45.3%

2020年度ベネッセ総合学力テスト1年生11月 記述<リスニング・ライティング>

大問No.	大問名	小問名	配点	校内平均得点率	全国平均得点率	観点	01組平均得点率	02組平均得点率	03組平均得点率	04組平均得点率	05組平均得点率	06組平均得点率	07組平均得点率	08組平均得点率
001	リスニング	1-1	2	69.8%	60.0%	思考力・判断力・表現力	74.4%	78.4%	78.4%	59.0%	64.9%	69.2%	68.4%	65.7%
001	リスニング	1-2	2	58.8%	51.4%	思考力・判断力・表現力	56.4%	67.6%	67.6%	56.4%	45.9%	56.4%	60.5%	60.0%
001	リスニング	1-3	2	55.5%	56.5%	思考力・判断力・表現力	59.0%	59.5%	54.1%	41.0%	62.2%	64.1%	50.0%	54.5%
001	リスニング	1-4	2	42.5%	34.4%	思考力・判断力・表現力	33.3%	35.1%	45.9%	43.6%	40.5%	38.5%	47.4%	57.1%
001	リスニング	2	4	45.5%	44.6%	思考力・判断力・表現力	56.4%	43.2%	43.2%	53.8%	51.4%	53.8%	26.3%	34.3%
001	リスニング	3-1	2	50.5%	48.9%	思考力・判断力・表現力	61.5%	43.2%	56.8%	43.6%	51.4%	53.8%	47.4%	45.7%
001	リスニング	3-2	2	32.2%	41.6%	思考力・判断力・表現力	41.0%	27.0%	37.8%	30.8%	29.7%	33.3%	26.3%	31.4%
001	リスニング	4-1-1	2	34.9%	29.1%	思考力・判断力・表現力	30.8%	40.5%	45.9%	35.9%	35.1%	23.1%	34.2%	34.3%
001	リスニング	4-1-2	2	15.6%	17.6%	思考力・判断力・表現力	15.4%	13.5%	24.3%	20.5%	8.1%	20.5%	7.9%	14.3%
001	リスニング	4-2	2	13.0%	13.1%	思考力・判断力・表現力	10.3%	13.5%	21.6%	15.4%	5.4%	7.7%	10.5%	20.0%
006	ライティング	A-A	5	23.1%	19.7%	思考力・判断力・表現力	19.0%	18.4%	22.6%	19.0%	19.5%	28.5%	29.5%	28.2%
006	ライティング	A-I	6	51.2%	38.7%	思考力・判断力・表現力	54.7%	49.1%	51.3%	52.1%	50.5%	50.8%	47.8%	53.4%
006	ライティング	B	10	61.5%	54.9%	思考力・判断力・表現力	63.3%	72.2%	55.6%	57.7%	65.7%	60.5%	53.9%	63.8%

(ウ) 英語検定受検者数と合格者数 (1学年) の推移 (外部評価)

6月の英語検定については新型コロナウイルスの影響により、学校幹旋による実施は行わなかった。そのため10月と1月の実施英語検定の受検者数と1次試験合格者数を比較対象とした。

10月 受検者数 13名 合格者数 (7名) 合格率54%

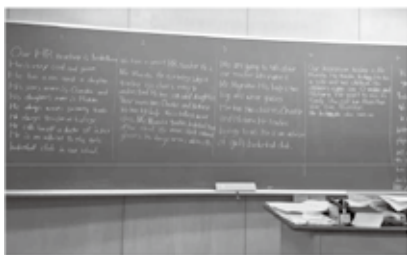
1月 受検者数 108名 合格者数 (82名) 合格率76%

この結果から、10月から12月にかけて行った柴原氏の音読トレーニングと言語活動等を導入後、生徒が英語を使うことや、資格取得において自信を持って挑戦する姿が見られるようになってきた。

(エ) 英語プレゼンスキルテストにおける相互評価ルーブリック (校内評価)

具体的な数値による評価結果はサイエンス英語の(3)検証・評価参照の英語プレゼンスキルテストにおける相互評価ルーブリックを参照。

Lesson5part3の英作文の言語活動（生徒の英作文）



Lesson5part3の英作文後の生徒の様子



## 6 SSH研修

### (1) 「SSH道内研修」

#### ア 仮説

- (ア) 本校SSH科目で実施している野幌での森林研修を踏まえ、より自然度の高い森林を体感することで、広い視点で北海道の自然環境を理解できるようになる。
- (イ) 化学、生物、地学の各分野に関して GIS を活用した探究的学習や博物館学芸員との交流を通して、フィールド科学に関する見識を深めるとともに学びや研究に対するモチベーションを高めることができる。
- (ウ) 植松電機での講演・実習を通して、ロケット、宇宙開発、物理分野に関しての知見を深めるとともに、新しい価値創造につながるヒントを得ることができる。
- (エ) KSI での科学英語等の事前研修とのつながりや GIS を活用した探究学習により科学的アプローチをデザインする力を養うとともに、科学コミュニケーション等の事後指導により、発表するスキルを醸成し、多面的にもものを見る思考力を育成できる。

イ 対象 理数科1年生40名（10名1グループ）

ウ 実施日時 令和2年10月15日（木）～10月16日（金）

エ 担当 SSH担当（引率4人）

オ 実施内容

#### (ア) 研修先

- a 三笠市立博物館 講師：博物館学芸員，三笠ジオパークガイドの方々，本校教員
- b 江別市石狩川河川敷（江別市），三段の滝（芦別市），滝里湖（芦別市），富良野岳（美瑛町），望岳台（美瑛町），小松原原生林（美瑛町） 講師：本校教員
- c 滝川市空知川・石狩川河川敷（滝川市），赤平市空知川河川敷（赤平市） 講師：本校教員
- d 植松電機株式会社（赤平市） 講師：植松努社長，植松電機職員の方々

#### (イ) 時程

1日目：10月15日（木）

	物理重点班	化学重点班	生物重点班	地学重点班
8:30	集合			
8:45	移動（堀内・村田）		移動（植木・宮古）	
9:15	江別市美原大橋石狩川河川敷 水質調査（堀内）※GIS地点A			
10:00	移動（堀内・村田）		三笠市立博物館 館内見学（唐沢さん）	
10:30			ジオパークツアー（宮古）	
10:45	三笠市立博物館 館内見学（唐沢さん）		※GIS地点B	
11:15	三笠市立博物館・ジオパーク 自由見学			
11:30	バス内昼食・館内見学			
12:00	移動（堀内・村田）		移動（植木・宮古）	
12:30	三段の滝 解説，植生調査（植木）※GIS地点C		三段の滝 水質調査（堀内）	
12:50	三段の滝 水質調査（堀内）※GIS地点C		三段の滝 解説，植生調査（植木）※GIS地点C	
13:15	移動（堀内・村田）		移動（植木・宮古）	
13:45			三段の滝－奈江採石場間山道 解説（宮古）※GIS地点D	
13:50	滝里湖キャンプ場		移動（植木・宮古）	
14:00	水質調査（堀内）※GIS地点E		奈江採石場 解説，地質調査（宮古）※GIS地点F	
14:20	移動（堀内・村田）		移動（植木・宮古）	
15:00			富良野思惟林 解説（植木）※GIS地点G	
15:05	富良野思惟林		移動（植木・宮古）	
15:10	解説，植生調査（村田）※GIS地点G		富良野岳登山口	



		解説, 植生調査 (植木)
15:20	移動 (堀内・村田)	※GIS地点H
15:30	富良野岳登山口 解説 (村田)	
15:50	移動 (植木・堀内)	移動 (宮古・村田)
16:10	小松原原生林 解説 (植木)	望岳台 解説 (宮古・村田)
16:30	移動 (堀内)	移動 (村田)
16:45	望岳台 解説 (宮古) ※終了後に移動	小松原原生林 解説, 植生調査 (植木) ※GIS地点I
17:15	移動 (宮古・堀内)	移動 (村田・植木)
18:30	ホテル到着	
19:00	夕食	
20:00	研修のまとめ	
23:00	就寝	

2日目: 10月16日 (金)

	物理重点班	化学重点班	生物重点班	地学重点班
6:30	起床			
7:15	朝食			
8:50	集合・部屋確認			
9:00	ホテル周辺散策	移動 (宮古・堀内)	ホテル周辺散策	移動 (宮古・堀内)
9:20		滝川空知川河川敷 水質調査 (堀内) ※GIS地点J		滝川空知川河川敷 地質調査 (堀内) ※GIS地点J
9:50	移動 (村田・植木)	移動 (宮古・堀内)	移動 (村田・植木)	移動 (宮古・堀内)
10:10	植松電機株式会社 到着			
10:30	植松電機株式会社 講演・実習			
12:00	昼食			
13:00	植松電機株式会社 講演・実習			
15:00	移動 (堀内・村田)			
16:00	研修のまとめ (バス内)			
17:00	移動 (堀内・村田) 解散			

(ウ) 宿泊 芦別温泉スターライトホテル 〒075-0035 芦別市旭町油谷1番地

(エ) まとめ 視察研修の報告書(書式指定のレポート)を作成し, フィールドノートとともに提出した。  
11月と2月に日本語で研修報告会, 3月に英語で研修報告会を行う。

#### カ 検証・評価

##### (ア) 検証方法

- a 指導教員による生徒の観察
- b 道内研修まとめのレポート及び道内研修発表資料
- c 4段階のリッカート法による事後アンケート集計

##### (イ) 評価

###### a 本研修の位置付け

今年度の道内研修は, 例年の実施から大きく形を変えて実施した。例年では, 夏季休業中の8月2泊3日で, 20名ずつの2コース(室蘭方面製鉄所見学や有珠山ジオパーク見学を行う科学技術・ものづくりコースと富良野での植生調査や三笠博物館見学を行う生態環境コース)に分かれて実施していた。しかし, 新型コロナウイルス感染症対策により, 道教委から宿泊を伴う研修は9月末まで実施できないという指針が出されていたため, 夏季休業中の実施は不可能となった。そこで, 今年度は10月に40名1泊2日1コースで実施し, 調査内容を各グループで差別化し, 事後指導では各グループで別々のテーマで報告発表に取り組みさせるということとなった。調査は野外を中心としており, 研修場所も十分な距離を確保できる施設であった。生徒は常にマスクを着用するのは当然のこと, 宿泊も部屋の人数を最小限にし, 食事も一方向を向くなどの対策の中での宿泊であった。そのような中での研修であったが, クラス担任の方には保護者から「多くの研修に参加したくて啓成高校への入学を選んだが, 今年度は軒並み研修が中止になって残念に思っていた。大変な中であったとは思いますが, 道内研修を企画・実行していただき感謝している」という声もいただいている。コロナ禍において宿泊を伴うクラス単位の研修をできたことは生徒にとっても, プログラムを推進する立場の側にとっても大きな意義であったと言える。

また, 内容についても大きく変更している。この状況下においても研修可能かつ日程が合う施設ということで, 三笠市立博物館と株式会社植松電機が手を挙げてくれた。それに加えて, 今年度から取り組んでいるGIS研修を発展・深化させる目的も含めて, 水質調査, 植生調査, 地質調査を行った。これらの研修で学んだことや調べたことは, KSI・I「科学コミュニケーション」のプログラムの中で発表資料としてまとめ, クラス内発表会や学術祭にて校内全体に向け情報発信を行った。

###### b 道内研修まとめのレポート及び道内研修発表資料

道内研修のまとめレポートに対しては、何人か未提出の生徒はいたものの、多くの生徒が意欲的に取り組んでいた。レポートの構成は、研修の中で見聞きしたこと、調べたことを知識としてまとめるだけでなく、それらの事実から自分なりに疑問点を見出したり、考察してみるという領域もある。その部分については、苦勞してまとめている生徒もいた一方で、図1のようなレポートを提出した生徒もいた。この生徒は、言われたことをやるだけでなく、樹木の枝の伸ばし方などに着目し、未学習であるにも関わらず、植物ホルモンによる成長実験のようなことを考察としていた。このように、今回の研修内容が知的好奇心を刺激し、科学的な立証はともかくとして、発展的に考察し、考えを深化させるきっかけとできていた生徒も見られた。また、講師に対して意欲的に質問をしている生徒の姿も見られた。特に植松電機での研修では、植松社長にロケットの科学的な部分について直接話を聞く生徒や、社長の講話で紹介されていた女性社員の方にキャリア面からの質問を聞いている生徒もいた。

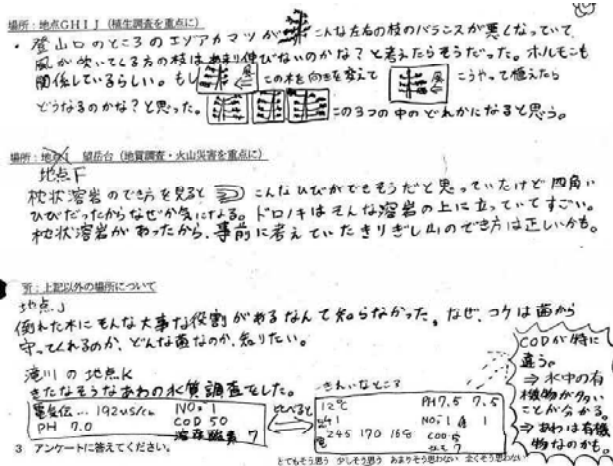


図1. 生徒のまとめレポート一部抜粋

これらの情報は、発表の中に織り込まれていた。発表資料の作成にあたっては、特に地質調査のグループでは、採集したデータについて ArcGIS を活用しながら分析し、標高と地質年代の情報を地図として表現していた。一方、植生調査のグループでは、生徒のデータの入力が煩雑になってしまい、正しい情報で地図が作成できなかった。準備や運営面での反省点としたい。また、発表資料作成時に、疑問点やほしい情報について追加実験している班もあった。ロケット研修のグループでは、ロケットを自分で作成する実習を通して「ロケットの重心」に興味を持ち、高校で独自に実験を行っていた(図2)。それらにより、右図のような発表資料を作成された。

c 4段階のリッカート法による事後アンケート集計 (%)

(4-とてもそう思う, 3-少しそう思う, 2-あまりそう思わない, 1-全くそう思わない)

		4	3	2	1	平均
三笠市立博物館	説明や展示の内容を理解できた。	60.6	39.4	0.0	0.0	3.6
	質問するなど積極的に参加できた。	24.2	30.3	45.5	0.0	2.8
	説明や展示の内容に興味を持てた。	81.8	15.2	3.0	0.0	3.8
	今後このような研究分野に携わってみたい。	12.1	54.5	27.3	6.0	2.7
GIS 野外研修	調査の目的を理解でき、調査技能を習得できた。	50	46.9	3.1	0.0	3.5
	質問するなど積極的に参加できた。	40.6	37.5	21.9	0.0	3.2
	調査・観察・説明の内容に興味を持てた。	50.0	46.9	3.1	0.0	3.5
	今後このような研究分野に携わってみたい。	18.8	40.6	37.5	3.1	2.8
株式会社植松電機	講話や説明の内容を理解できた。	69.7	30.3	0.0	0.0	3.7
	質問するなど積極的に参加できた。	42.4	24.2	30.3	3.0	3.1
	講話や説明の内容に興味を持てた。	78.9	21.2	0.0	0.0	3.8
	今後このような研究分野に携わってみたい。	42.4	45.5	12.1	0.0	3.3

上の表は研修内容を3つに分け、アンケートを行った結果である。

特に「興味を持てた」の項目では、平均値3.5~3.8と高い結果を示した。高い興味関心を持って参加できる研修内容であったことがわかる。「質問するなど積極的に参加できた」の項目では、平均値が三笠2.8, GIS 研修3.2, 植松3.1という結果であった。本校7月に北大原田先生を招いて行ったロボット工学についての講話では、「質問するなど積極的に参加できた」の項目に対し、平均値2.4という結果であり、研修に対する参加意識について変容が見られている。GIS 研修では本校教員が相手であったが、上述したように植松電機では植松社長に質問するための長蛇の列をつくっている様子が印象的であった。GIS 研修に関して「今後このような研究分野に携わってみたい」の項目では平均値が2.8であった。本校で7月に実施した GIS 研修では同様の質問に対して平均値3.4であったことから、数値が後退した結果となってしまった。様々な経験から、興味の分化が進んでいることも要因として考えられるが、データの収集と活用についてうまくいかなかった面もあったことから、失敗体験となってしまった部分も感じる。来年度どのような形で研修を計画していくかはまだ不透明な部分もあるが、GIS を研修に取り入れる際には、データの取得から地図化表現作業について改善して実施していきたい。

(2) 「SSH道外研修(テーマ:最先端科学技術)」



実験結果 それぞれの重心での最高地点



## ア 仮説

- (ア) 理科・数学・SSH科目などで培った科学的素養を、首都圏にある研究施設を視察することにより、さらに深化することができる。
- (イ) 研究者や技術者に直接質問する機会をもつことで、最先端の科学技術に関する見識を深めるとともに、研究に対する態度・考え方などを学ぶことができる。
- (ウ) 研修参加者が学んだことを持ち帰り、他者と交換・統合する活動を通して、課題研究などの探究活動に生かそうとする資質を養成することができる。

## イ 実施内容

- (ア) 日時 令和3年1月5日(火)～7日(木)
- (イ) 場所 つくば・東京
- (ウ) 対象 1年普通科生4名、理数科生7名 計11名(オンライン参加1名)
- (エ) 日程と内容・訪問場所
  - 1日目：1月5日(火)
    - 日本科学未来館  
13:30～15:30 館内研修、振り返り
  - 2日目：1月6日(水)
    - サイバーダイnstスタジオ株式会社  
9:30～9:50 概要ビデオ及び常設展示見学  
10:00～11:00 「介護補助ロボットの体験実習」
    - 理化学研究所バイオリソース研究センター(BRC)  
13:40～14:30 概要説明、理化学研究所について紹介 総務課 山中文雄 室長  
「バイオリソースの保管について」講義及びラボ見学
    - 食と農の科学館  
15:00～16:00 本館での概要説明  
20:00～22:00 振り返り、まとめ
  - 3日目：1月7日(木)
    - 物質・材料研究機構(NIMS)  
9:00～9:30 NIMS紹介 広報室 荒木弘 事務業務員  
9:30～10:30 金属の熱伝導について 広報室 荒木弘 事務業務員  
10:40～11:00 微細加工プラットフォーム 広報室 三好摩耶 特別専門職
    - 宇宙航空研究開発機構(JAXA)  
※ 施設見学の予定であったが、荒天予報による帰りの航空機の欠航が見込まれているため早い便に変更する必要があり、中止とした。

## ウ 検証・評価

### (ア) 事前研修

生徒同士で研修場所を分担して調べ、それぞれの研修内容を紹介しながら質疑により深く学ぶという事前研修を3年前から行っている。今年度は11名の生徒をKEK、BRC、NIMS、JAXA、日本科学未来館の5施設について分担させ、施設や研究の紹介と講義や講師について、プレゼン方式により紹介させ、2時間に渡る質疑応答と教員助言により理解を深めた。また、オリエンテーションシートでは例年と同様に、「研修内容の設定」「主体的な対応」「課題意識と研修を通しての解決方法の対応関係」「研修水準の把握」「他に働きかけ、研修での核になれるか」「研修での経験の広がりや連携」の6点について意識させ、メタ認知を促した。

- (イ) 研修前と研修中、研修後に、次の3観点で研修の着地点を見通す振り返りを行った。研修成果をまとめ、研修の着地点を見通す時に指標を見ながら活用し、振り返りを通しての課題解決の意識の涵養するため、毎晩、まとめとワークシート記入、ひとりずつのミニ発表の時間を設定した。今年度の改善点は、毎晩振り返りをワークシートに記入した後に、その要約をClassiに入力させ、引率教員がコメントを返すことを試みた。

リフレクションシートによる研修の自己評価 ( /100点)		
1日目	2日目	3日目
61.8	78.1	80.8

※ 日を追うごとに、生徒が主体的に研修に取り組んだことが分かる。

### (ウ) 事後研修

1月下旬にアウトプットとして、プレゼン資料を作成し、啓成学術祭で発表した。本プログラムは校外外で認識されており、本校志望理由が「つくば道外研修があるから」という生徒もいる。SSHガイダンス、中学生の学校説明会・体験入学、啓成学術祭でも、今までどおり本校の魅力の1つとして参加生徒に発表させていく予定である。

### (エ) プログラム改善

過去10年間にわたり本研修を行っており、かつては8カ所の訪問先を巡っていた。その後、もっとじっくり研修先で過ごし、講師と対話しながら学べるように、訪問先を6カ所に減じた。研修直後にNIMSから、生徒の積極的な質疑の態度に対して良い評価をもらうなど、生徒の意欲にもプラスに働いたことがうかがえる。研修直前にKEKへの訪問ができなくなり、急遽サイバーダイnst社に切り替えたが、筋肉の微小電流を読み取り、人の動きを補佐する介護補助ロボットに興味を示す生徒が多く、来年度以降の訪問先として有望な候補となった。

#### IV 実施の効果とその評価

Ⅲに記載のため本章では割愛する。

#### VI 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及

以下の4つの研究開発の目標に基づいた教育実践により得られた知見や課題と研究開発の方向性を述べる。

目標1 科学的アプローチをデザインする力の定着を図るとともに、多面的にものを見る柔軟な思考力と新しい価値を創造する力等を育成する。

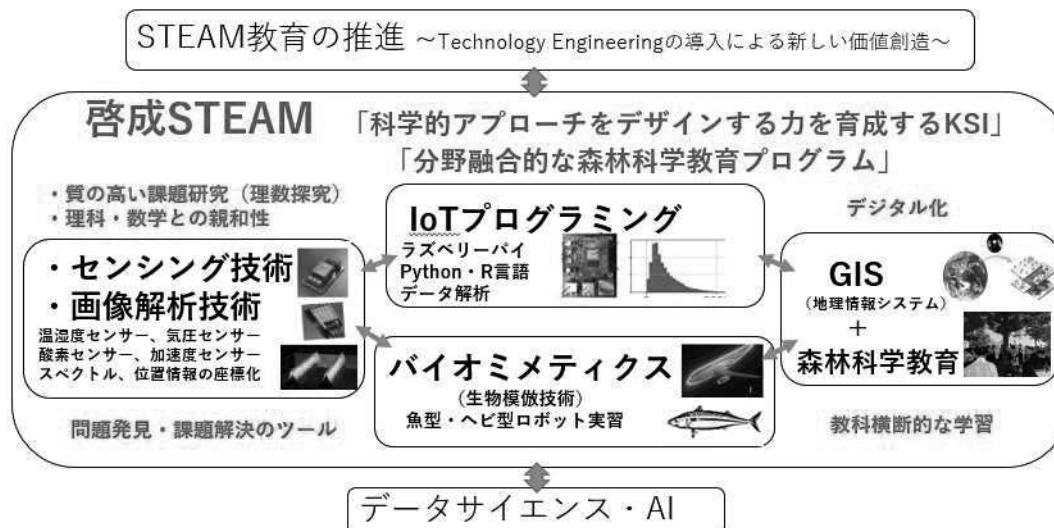


図1 STEAM教育・プログラミング・データサイエンス・AIのモデル化

これまでの「KSI・I」、「KSI・II」の各プログラムを土台として、「道内外研修」、「海外研修」等のプログラムや通常教科と有機的に連携するように教科分野横断的に学ぶSTEAM教育の要素を取り入れた指導を行い、キャリア意識の向上、科学的な思考力の定着を図っている。理数科では、TechnologyとEngineeringの要素である「バイオミメティクス（生物模倣技術）」、「GIS（地理情報システム）」、「IoTプログラミング」、「センシング・画像解析技術」を取り入れ、質の高い課題研究（理数探究）、問題発見・課題解決力、デジタル化の向上を目指すプログラムを開発中である（図1参照）。昨年12月のSSH公募説明会資料によると、SSH校には、先進的なSTEAM教育とデータサイエンス・AIの実践を推奨されており、それらにおいて系統的な繋がりをもたせる実践がSSH校の役割であると考えている。

上記を踏まえ、理数科生対象のKSI・Iは、令和2年度入学生より4単位に増単し、指導内容を充実させることにより、第2期の課題であった「科学英語」の指導徹底不足が解消された。英語プレゼンに関する生徒の自己評価・他者評価は、回数を重ねるごとに上昇し、自己と他者での評価値が近づいてくるという傾向が見られた。自己評価と他者評価のルーブリックをレーダーチャート化し、毎回生徒にフィードバックすることでプログラムの振り返りが充実した。今後は、「主体的に学習に取り組む態度」の評価法について新たな提言ができるような開発をしていきたい。

課題研究に必要な資質・能力についてアンケートをとってレーダーチャート化し、グループ研究の班編制に活かす取組を愛知県立一宮高等学校への他校視察にて学ぶことができた。その取組は、教員が生徒個々のレーダーチャートを比較し、アンバランスを補充して班編制を行うものであり、京都教育大学の村上教授が考案したMI（マルチプル・インテリジェンス）と呼ばれる手法である。例年、本校ではKSI・IIの課題研究の班編制を生徒主導で決めてきた経緯があるが、今年度は、4月～5月に臨時休校になったことから、決めることができず、理数科担任を含む教員側で話合っ班編制を決めた。その後、中間発表会と同時に開催したSSH運営指導委員会では、研究進捗の遅れは見られず、質も保っていたとの評価をいただいたが、これは、教員の肌感覚による班編制が結果的に良い方向に進んだものといえる。今後、教員の裁量に頼らずとも班編制が組めるMIのシステムの研究を深めていく予定である。

KSI・IIの課題研究の指導法については、研究者を招聘し、研究の方向性についてオンラインを含めヒアリングする機会を設定することで、課題研究が最も盛んになる9月、10月中に自主的に研究を進められるような体制を築くことができた。研究テーマについては、昨年の「尺取虫型ロボット」に続き、今年度は「バイオリボットハンド」という工学のテーマを掲げる班が少なくとも一班は生まれるようになった。この傾向は続くものと思われるため、3Dプリンターや電子工作部品を備蓄しておく必要があると考える。

第3期中で、課題研究に工学分野の手法を取り入れていく計画を掲げており、以下に開発の経緯と1年目の進捗状況を項目ごとに記載する。

##### <バイオミメティクス（生物模倣技術）>

第2期4年目 SSH 北大研修における工学部准教授原田幸幸研究室でのヘビ型ロボット実習がバイオミメティクスを取り入れるヒントとなり、これを従来の森林科学教育と融合する構想へとつながった。今年度は、動植物の特徴的な部位を新製品開発に応用させるアイデアを生徒に考えさせ、プレゼンをさせる取組を行った（図2参照）。今後さらに発展させ、研究者による「知的所有権（特許）に至る経緯」に関する講義を行うことも考えている。

##### <GIS（地理情報システム）>

新学習指導要領によると、「地図や地理情報システムなどを用いて、調査や諸資料から地理に関する様々な情報を適切かつ効果的に調べまとめる技能を身に付けるようにする」とされている。探究活動との親和性が高いと考え、質の高い課題研究の実現あるいは

海外研修での共同研究に向けて、GIS をプログラムとして取り入れた。位置情報と現実世界の情報を重ねたレイヤーを複数重ねることで課題が見えやすくなり、課題発見力の育成が期待できる。入力端末としてスマートフォンを用いる手法を SSH 運営指導委員酪農学園大学金子正美教授と共同開発し、今年度は、森林研修での木本同定、道内研修の水質調査等の情報を入力し、生徒発表でも活用することができた (図3 参照)。今後は、普通科の探究学習や通常授業への応用を進めていく計画である。

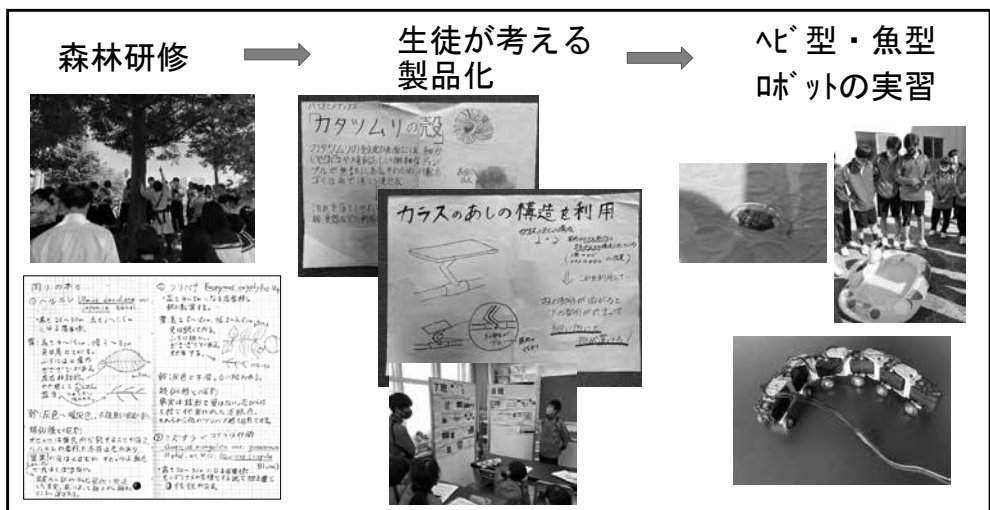


図2 バイオミメティクス (生物模倣技術) 実習



図3 GIS (地理情報システム) 実習

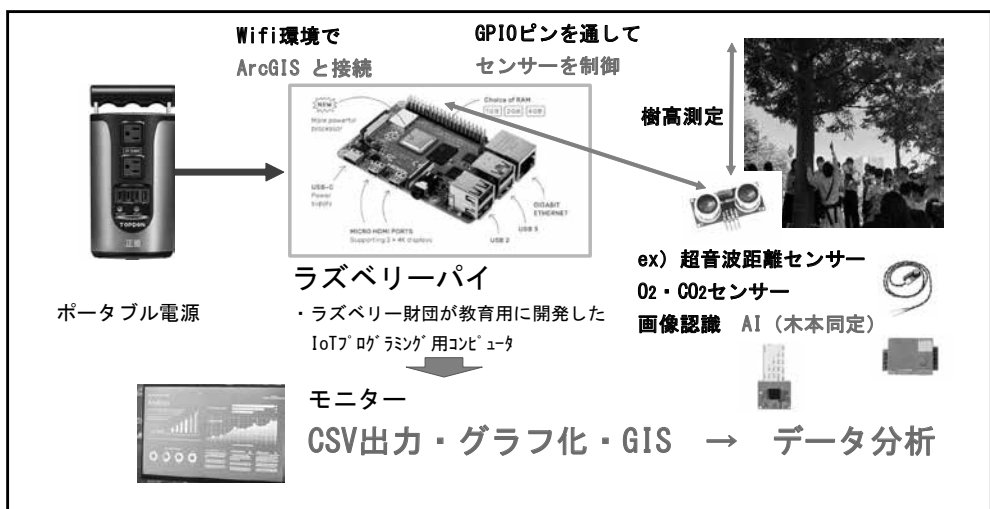


図4 フィールド調査を意識したIoTデバイス・センサーの制御・出力

<センシング技術・IoTプログラミング>

第3期申請段階では、ロボット・プログラミングを授業に取り入れる計画としていたが、より理科・数学との親和性を高める目的

でセンサーを用いた IoT プログラミングに方向転換した。センサーなどのハードウェアとコンピュータとの接続は技術的に難易度が高いが、ラズベリーパイ（イギリスのラズベリー財団が Python 言語を学ばせる教育目的で開発したシングルボードコンピュータ）は、GPIO ピンにより容易くセンサーとの接続ができる。今年度は、科学部生徒と二酸化炭素センサー、超音波距離センサー、気温・湿度・気圧センサー、カメラモジュール等の 11 種のセンサーとの接続確認を Python 言語で行って汎用性を調査した。今後は、個々のセンサーの測定原理、測定精度、コンピュータへの通信方式等について知識を深めていく必要がある。ラズベリーパイは、比較的安く購入でき、センサーを取り替えることで多目的に活用できる。次年度は、KSI・I にてセンシング技術の理科への応用の仕方を説明し、課題研究でも活かせる体制を整えていきたい。さらには、研修等でのフィールド調査にも活用していきたい（図 4 参照）。IoT プログラミングについては、科学部生徒への指導と授業での指導の仕方でも段階を設け、小中学校で教育課程上プログラミング教育を受けていない世代への指導の仕方や、高校生用のデータサイエンスとは何かを模索していく考えである。

今年度は STEAM 教育における工学分野の導入開発に注力していたが、今後は教科分野横断的な探究活動など STEAM 教育全体像の把握とその検証に迫ってきたい。

**目標 2 地域社会との相互関連性を重視しながら地域に自分たちの考えを発信する探究学習を通して、コラボレーション力、新しい価値を創造する力、社会貢献力等を育成する。**

本校では、理数科の「KSI」の取組を土台として、普通科では、第 1 学年では個人探究を、第 2 学年ではグループによるゼミ形式の探究活動を展開し、創造力の育成の場となる探究学習プログラムを開発・実践している。探究学習のテーマを自分ごととして捉えられる学習環境を提供するのが学校の役割であり、第 3 期では地域課題を抱える外部機関と課題解決に向かう過程を共有し、社会に対して提言する場面をできる限り多く設定していくこととしている。探究学習と STEAM 教育との親和性は高く、真の教養が求められ、答えがない問題をどう対処するかが問われている時代に、「何のために人は学ぶのか」を探究するリベラルアーツの要素を取り入れたゼミを開講し始めた。

今年度の実践の特筆事項として、最終的な発表の場である啓成学術祭は、密を避ける目的で第 1 学年、第 2 学年の探究学習発表をすべて事前に Zoom のレコーディング機能を使って収録した。パワーポイントによる発表資料作成、動画収録、ICT 環境の機材調達等に予想を超える多くの労力を要したが、動画を保存することでアーカイブ化し、発表スキルや研究テーマが先輩から後輩へと引き継がれていくシステムを構築することができた。第 3 期 5 年間では、啓成学術祭後の振り返りの際に、それぞれのテーマごとに必要とした資質・能力を調査・整理して、FVライブラリーを作成し、本校が生徒に獲得させるように意図した資質・能力と、生徒が実際に獲得した資質・能力のギャップを埋めていく計画である。また、教員間の連携として、発展性のあるテーマは、次年度も継続する計画を立てており、教員間のノウハウの引き継ぎが必要であると考えている。

**目標 3 英語コミュニケーション力と進んで世界へ羽ばたこうとする意識を高め、世界共通の課題の解決に貢献できる資質・能力を育成する。**

これまでのSSH重点枠や交流会支援事業により活発化した国際交流によって、英語の授業の改善や生徒の英語を学ぶことに対する意識改革が進んできた。テキスト「English Science & Science Communication」を活用した科学英語の授業と通常の英語の授業をリンクさせることで、課題であった指導時間の不足を補うだけでなく、科学論文での段落構成（Paragraph Writing）の指導と英語表現の指導を関連させた取組など、英語科の言語活動の充実に向けた取組みが広がりを見せている。英語イメージによる科学英語の授業は、理科教諭が行っている難度が高い授業で、その引き継ぎが課題であったが、チームティーチングによる指導を通してノウハウを継承させ、理科教諭とALTとでの指導体制を構築していきたい。

また、今年度はコロナ禍のため、海外研修及び海外の学生を招へいする事業など、多くの対面での科学交流が中止となり、異文化の人と協働でリアルタイムで作り上げる体験、授業時間以外での生徒間交流など、体験を通じなければ得られない学びができなかった。一方で、オンラインへのハードルが下がったことにより、海外の学校及び道内の学校との日常的なオンライン教育を行う環境構築が容易になってきた。さくらサイエンスプランを活用して交流を行う予定であったインドのシティ モンテッサリー スクール ゴムティナガール エクステンション キャンパスII（CMS）とも、年度末には、サイエンスチャレンジにおいて、全道の高校生とオンラインで科学交流を実施する。海洋プラスチック汚染の協働プロジェクトに関しては、これまでの 3 年間の試みにより、マレーシアを含めた 3 地域で調査データを収集し、比較検討することができるようになった。次年度は、本校で継続実施している課題研究アカデミーなどを活用して、インドを加えたより広域での調査を実施すると共に、「海外研修等ができなかった代わり」ではなく、対面とオンラインをより効果的に活用して、共同で関連するテーマでの課題研究を行うプログラムへと発展させる。本校の課題であるより質の高い国際性を育成する教育の充実を図ると共に、道内の高等学校科学教育の国際化を積極的に進めていく。

**目標 4 挑戦と振り返りを繰り返し、次の学びの段階を自ら構築できる力を育成する。併せて、本校の課題である女子のキャリア意識を改革する。**

本校では第 3 期の課題として「問題発見力」、「融合・価値創造力」、「高い国際性」の向上を掲げている。立命館大学伊田勝憲教授と共に、その課題の検証を Value ルーブリックと呼ばれる手法を参考にして実施していく計画である。また、検証結果を生徒に還元する教育改善評価を実施する計画を立てている。

女子生徒支援については、北海道大学女性研究者支援室と連携し、女子生徒を対象に女子大学院生との交流会を催すとともに、今年度はイギリスのケンブリッジ在住の若手女性研究者によるオンライン講演を行い、女子のキャリア意識向上を図っている。今年度、仮説アで述べた工学分野の導入により、女子生徒の一部に、理科離れならぬ工学離れが懸念されるが、工学分野の社会的意義や高校で学ぶ意義について触れ、女子生徒の興味・関心を高め、さらには内発的目標を刺激する指導内容を開発していきたい。

#### ④ 関係資料編

##### I 運営指導委員会の記録

###### 1 第1回SSH運営指導委員会

(1) 期日 令和2年9月11日(金)

(2) 日程

12:30	12:50	13:05	14:45	16:40
受付	開会	課題研究中間発表視察	研究協議	閉会

(3) 参加者

ア 運営指導委員（出席者のみ）

北海道大学大学院理学研究院長堀口健雄教授（委員長）／酪農学園大学農食環境学群金子正美教授  
公立千歳科学技術大学理工学部応用化学生物学科オラフカートハウス教授／北海道大学大学院工学研究院内田努准教授  
北海道大学電子科学研究所所長中垣俊之教授／立命館大学大学院教職研究科伊田勝憲教授  
北海道大学大学院理学研究院黒岩麻里教授／北海道博物館表溪太学芸員／  
北海道立教育研究所附属理科教育センター木下温次長／同センター石井亮研究研修主事

イ 主催者代表

北海道教育庁学校教育局高校教育課石田暁主査

ウ 北海道札幌啓成高等学校

校長 中西勝範／副校長 伊藤新一郎／企画総務部教諭 堀内信哉・植木玲一・村中幸一・村田祐亮

(4) 内容

ア 課題研究中間発表会助言，指導

イ 研究協議

(ア) 課題研究中間発表説明，質疑応答，意見交換

(イ) SSH次期申請について，質疑応答，意見交換

(ウ) 指導・助言

(5) 研究協議での流れ，意見

ア 課題研究中間発表について

○本校担当者から，今年度の課題研究の流れや，中間発表について説明した。

・今年度の課題研究は，3月に班を決めた後，4～5月はClassiやZoomを使ってテーマ決めや研究方針について，担当教員と生徒とが協議をした。実際に始めたのは6月以降である。

・開始時期は遅れたが，「とりあえずやってみる」班が多く，研究への取りかかりは早かった。

・中間発表をオンラインで行うことも検討したが，「クラスのまとまり」を意識して対面で実施することとした。

・今後は11月に四分の三発表会，12月に最終発表会を行う。

・例年と異なる点としては，班編成を生徒に任せず，教員側で決めたことが挙げられる。休校期間が長引いた影響に対する苦肉の策であったが，例年より「仲良しどうし」が一緒になる率が低くなり，やる気の凸凹も小さくなった。

○次に，運営指導委員からの中間発表会視察に対する主な指摘，意見を記載する。

・1年生の質問の積極性と質問内容のレベルの高さに驚いた。指導側の効果と学生の資質の両方の要因が考えられる。

・発表の中で「先行研究」の調べ方が全体的に低く，Google スカラーを調べて「出てこなかったから」とする例がみられた。J-STAGEなども検索してほしい。英文だけでなく日本語の論文も検索するよう指導することが重要である。取材という方法もある。

・「予算が少なく実験が進まない」と言ってしまう班もあった。工夫（誘導）の余地がある。

・テーマ設定の動機については，科学に関する好奇心によるもの，使命感によるものと両方あったが，いずれが良いというものではなく，両方あるべきものだろう。

・研究へのアプローチの仕方として，今年は「とりあえずやってみる」という班が多かった点が，うまく行った要因の一つではないだろうか。「とりあえず」がやりづらい実験や，結果の出づらいい実験を計画してしまうと，進みが悪く研究が停滞してしまう可能性がある。指導する側の工夫が必要になる場合もあるだろう。

・グラフの作成方法など，研究の説明の仕方についての指導も必要である。

・オンラインとオンサイトを使い分けながら，より適切な発表会の運営を期待する。

イ 第3期の計画について

○3期の計画のうち，特にSTEAM教育におけるテクノロジー，エンジニアリングのプログラム開発について，意見をもらい検討を行った。次に，運営指導委員からの主な助言や意見を記載する。

・GISプログラムにおいて，森林観察→データ収集→画像解析→可視化→情報公開，などの一連の流れでプログラムの検討が必要である。

・ドローンやプログラミング等の教材キットも利用できる。3次元解析も可能である。

・情報技術を教材として，科学デザインの授業に落とし込むことは可能である。顕微鏡映像等の平面の画像処理→ImageJで解析→モジュールでグラフ化→パイソン言語によるプログラミングでシミュレーションなども行うことができる。

・センシングとアクチュエーターでフィードバックを行うと良い。

・森林環境を実験室で再現することを考えてはどうだろうか。

・データサイエンスの視点を盛り込む必要性がある。

・北大で開発済みのスペクトル解析器により，スマホで手軽に授業活用できる。

## 2 第2回SSH運営指導委員会

(1) 期日 令和3年2月4日(木)

(2) 日程

10:10	10:30	12:00	13:00	16:10	16:20	17:00
受付	運営指導委員会	昼食	啓成学術祭指導・助言		運営指導委員会	

(3) 参加者

ア 運営指導委員（出席者のみ）

北海道大学大学院理学研究院長堀口健雄教授（委員長）／酪農学園大学農食環境学群金子正美教授  
 公立千歳科学技術大学理工学部応用化学生物学科オラフカートハウス教授／北海道大学電子科学研究所所長中垣俊之教授  
 立命館大学大学院教職研究科伊田勝憲教授（オンライン）／北海道大学大学院理学研究院黒岩麻里教授  
 北海道立教育研究所附属理科教育センター石井亮研究研修主事／科学技術振興機構関根務主任調査員（オンライン）

イ 主催者代表

北海道教育庁学校教育局高校教育課石田暁主査

ウ 北海道札幌啓成高等学校

校長 中西勝範／副校長 伊藤新一郎／企画総務部教諭 堀内信哉・宮古昌・植木玲一・村中幸一・村田祐亮

(4) 内容

ア 啓成学術祭視察

イ 研究協議

- (ア) 啓成学術祭説明，質疑応答，意見交換
- (イ) 重点枠申請，SSH3期1年目について，質疑応答，意見交換
- (ウ) 指導・助言

(5) 研究協議での流れ，意見

ア 啓成学術祭について

○本校担当者から，今年度の学術祭の流れについて説明した。

・今年度の学術祭はコロナ禍に対応して，オンライン，オンデマンド，Zoom 小グループ，対面での議論と多様な形式で実施した。

○次に，運営指導委員からの学術祭に対する主な指摘，意見を記載する。

- ・大部屋でのオンラインでの議論は難しい。生徒，教員とも，経験も必要である。
- ・コロナ禍においてイベント開催自体が尊敬に値する。
- ・かえってオンラインでは，インターナショナルな距離の縮まりがあり，できることが増えた。この機会を逃さずできることをやっていくべき。ブレイクアウトルームを用いると，皆が主役になれることが分かった。
- ・今回の学術祭は，学びの多様性を活かせるシステムになっていた。生徒の困っていることを原動力に，生徒の力や行動を引き出した「サンライズフェスティバル」は大変良かった。
- ・コロナ禍における生徒の精神的ストレスが気になる。ケアの必要性がある。
- ・対面発表は少なかったが，現代アートでは，熱を帯びた目で自分の言葉で語っていた生徒が印象的だった。対面発表の意義を改めて感じた。
- ・科学発表における結論，議論を慎重に進める指導が重要である。
- ・現代アートの創造性と，科学研究との交流ができる学術祭は意義がある。両者の交流を活かす方を検討したい。
- ・大学でも新入生が孤立しており，オンライン教育が悪者と見られる場面もあるが，オンラインのメリットもたくさんあるので，対面授業のメリットと「いいとこ取り」で行きたい。
- ・先行研究の調査が甘い発表も見られた。オンデマンドの動画は，来年以降アーカイブとして後輩が活用できるようにするとよい。
- ・探究や学び自体が，コロナ禍でストレスマネジメントになっている生徒もいるはずである。

イ 重点枠申請，SSH3期1年目について

○令和3年度の重点枠申請と，SSH3期1年目の実践について，それぞれ担当教諭から説明し，それに対して運営指導委員から意見をもらい検討を行った。次に，運営指導委員からの主な助言，意見を記載する。

- ・大学での学生への研究指導においては，長期的に実験実習とレポートでのトレーニングを行うことにより学生にその技法を身に付けさせている。例えば，研究室への仮配属や，地域における課題解決型プログラム，高校生への指導経験などが大きく役に立っている。
- ・コロナ禍では海外連携重点枠が難しい面もある。生徒の海外派遣ができない場合は，大学や，SSH校との共同研究も良い。効果検証のアセスメントツールでコンピテンシー測定などに予算を振り分ける方法もある。
- ・STEAM教育では，センシング技術を生かして身近な研究課題に取り組むと非常に面白いし，ポテンシャルを感じる。画像処理，プログラミング等は論理的な階層を意識できる教材になり得る。そういった研究は，情報・工学系の学会に応募すると良い。是非進めて欲しい。



II 令和2年度 学年別教育課程表

教科	科目・標準単位数	学年 類型	普通科				理数科			
			1年	2年		3年		1年	2年	3年
			共通	選択	文型	理型				
国語	国語総合	4	5					4		
	国語表現A	3								
	現代文A	2								
	現代文B	4		2		3	2		2	2
	古典A	2								
地理歴史	世界史A	2	2					2		
	世界史B	4								
	日本史A	2								
	日本史B	4								
	地理A	2	2					2		
公民	現代社会	2								
	倫理	2		2					2	
	政治・経済	2								
	倫理	2								3
	現代社会	2								
数学	数学I	3	3							
	数学II	4		3						
	数学III	5								
	数学A	2	2							
	数学B	2		3						
理科	科学と人間生活	2								
	物理基礎	2								
	化学基礎	2	2							
	生物基礎	2								
	地学基礎	2								
外国語	英語総合	4								
	英語表現I	2	2					2		
	英語表現II	4		2		2	2		2	2
	英語会話	2								
	応用英語	3								
家庭情報	家庭基礎	2								
	家庭総合	4								
	生活デザイン	4								
	社会と情報	2	2							
	情報の表現と管理	2~6				2				
理数	理数数学I	5~8						6		
	理数数学II	8~10							4	4
	理数数学特論	5~10							2	3
	理数物理	3~10						2	2	④
	理数化学	3~10						2	3	④
OSSH	理数生物	3~10							2	4
	理数地学	3~10								④
	課題研究	1~6								④
	OKSI生物基礎	2	2							
	OKSI・I	2						4		
特別活動	OKSI・II	4							4	
	OKSI・III	1								1
	各学科に共通する各教科・科目の計		30	31		29~31	31	17	15	15
	主として専門学科において開設される各教科・科目の計		2	0		0~2	0	14	17	16
	総合的な探究の時間 名称(探究基礎)	3~6	1	1		1	1	0	0	1
合計		32	32		32	32	32	32	32	
特別活動	ホームルーム活動		1	1		1	1	1	1	1

