

平成27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5年次)



令和2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（以下「SSH」と略記）事業は、今年度、第2期（第1期：平成21～25年度、第2期：平成26～令和元年度）の5年目です。また、科学技術人材育成重点枠（【海外連携】）（平成29～令和元年度）の3年目でもあります。

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を大きな柱として取り組んできました。その本流は、探究活動「Future Vision」です。「Future Vision」は、本校普通科が、「よりよい人生、よりよい社会づくり」をテーマとして実施しており、基本的な進め方や評価方法には、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、「北海道理科課題研究アカデミー」に係る教員研修及び生徒研修、オーストラリア海外研修及び事前・事後研修、「北海道インター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北海道課題研究活性化プログラムの開発及びネットワーク構築を進めています。

第2期3年目（重点枠1年目）までの成果と課題を踏まえ、昨年度（第2期4年目（重点枠2年目））から新たに実施している取組は、次のとおりです。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">① 外語大学の英語の研究者による、英語プレゼンテーションの仕方やコミュニケーションを学ぶ授業（第2学年全クラス対象：2クラスずつ2時間配当）② 北海道大学の女性研究者支援室との連携による、理系女子生徒へのキャリア形成意識を高める交流会 |
|--|

また、今年度（第2期5年目（重点枠3年目））、新たに実施した取組は、次のとおりです。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">① マレーシア及びオーストラリアの連携校とともに実施しているマイクロプラスチックの海洋汚染調査における、本校が酪農学園大学と共同開発したArcGISを用いたSurvey123の活用による、海岸のマイクロプラスチック分布実態の可視化② 英語イメージ教育である「科学英語」の研究開発における、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 & Communication』の完成
※ 本テキストは、3月に道内外の重点枠SSH校等へ配付し、研究成果の普及とともに、各校による評価等によりさらなる改善を行う。③ 学校設定科目「KSI・Ⅱ」（啓成 サイエンス イニシアチブ・Ⅱ）における、STEAM教育につながる分野横断的な教材としてのヘビ型ロボットの導入によるバイオミメティクスについての学習④ 札幌駅前通地下歩行空間など市内3か所における、生徒による市民へのヒグマに関する正しい知識の啓発活動
※ 今年度、本校周辺及び市街地にヒグマが出没したことによる。⑤ 普通科生徒の探究活動のさらなる深化を意図した、「学術祭」（2月開催）における、普通科生徒全員が、内容のより深い理数科生徒の口頭発表を聞くプログラムへの改善⑥ 地元地域の子供たちの科学に対する興味・関心を育む科学イベント「サイエンス厚別」への、地域貢献及び幅広い世代への発信力向上を意図した参加
※ 地域の社会教育関係者との連携関係を、今後、教育資源として有効に活用する。 |
|--|

このように、本校は、将来の国際的な科学技術系人材の育成のため、本事業を基軸とした教育課程を編成し、年次計画に基づき実践を深めるとともに、成果と課題を踏まえ、さらなる工夫・改善を加えています。そして、このことにより、本校生徒及び事業に参加する他校生徒の知的好奇心、主体性などが高まり、SSH事業による育成を目指す人材が育っています。

Society5.0の時代における高等学校においては、文理両方をバランス良く学ぶことが重要であり、先駆的な国においてはSTEAM教育が行われています。本校は我が国及び北海道における理数教育の牽引的な役割を果たすべく、教育課程の一層の充実に努めますので、今後とも、ご指導とご支援をお願い申し上げます。

結びに、SSH事業の推進においては、文部科学省、科学技術振興機構、北海道教育委員会、運営指導委員の方々、プログラム開発では、北海道立教育研究所附属理科教育センターをはじめ、北海道大学、酪農学園大学、千歳科学技術大学など諸大学、研究機関に絶大なるご支援をいただいておりますことに、改めて心より感謝申し上げます。ありがとうございました。

目次

巻頭言

目次

巻頭写真

①	令和元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	令和元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	学校の概要	9
2	研究開発課題名と目的	9
3	研究開発目標と実践項目	9
4	研究開発実践経過の概要	9
5	研究開発に係る現状の内容・方法・検証等	10
6	具体的な研究事項・活動内容	11
7	研究組織の概要	12
II	研究開発の経緯	14
1	研修・生徒発表会・科学コンテスト等	14
2	運営指導委員会・教員研修発表等	15
III	研究開発の内容	16
1	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・2単位）」	16
2	学校設定科目「KSI・II（2年理数科・4単位）」	25
3	学校設定科目「KSI・III（3年理数科・1単位）」	29
4	Future Vision	30
5	SSH研修	37
IV	実施の効果とその評価	49
1	はじめに	49
2	調査の方法	49
3	結果と考察	49
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	53
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」について	54
④	関係資料編	56
I	運営指導委員会の記録	56
1	第1回SSH運営指導委員会	56
2	第2回SSH運営指導委員会	58
II	令和元年度 学年別教育課程表	60
III	科学デザインのテキスト	61
⑤	令和元年度科学技術人材育成重点校実施報告（【海外連携】）（要約）別紙様式1-2	62
⑥	令和元年度科学技術育成重点校の成果と課題（【海外連携】）別紙様式2-2	63
⑦	科学技術人材育成重点校実施報告書（本文）	64
I	研究開発のテーマ	64
1	研究開発のねらい、目標、内容	64
II	研究開発の経緯	66
III	研究開発の内容	66
1	北海道理科課題研究アカデミーの構築及びプログラムの開発	66
2	オーストラリア海外連携プログラムの開発及びトライアングル科学交流ネットワークの構築	68
3	北海道インターナショナルサイエンスフェア（HISF）のプログラムの開発（予定）	72
IV	実施の効果とその評価	74
1	はじめに	74
2	研究仮説1	74
3	研究仮説2	74
4	研究仮説3	75
V	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	75
1	北海道理科課題研究アカデミーの指導内容の充実及び参加方法の工夫	75
2	マレーネー州立高校とのインターネット会議の充実	76
3	海外連携教育機関の開拓と研修の充実	76
4	北海道における高等学校科学教育の国際化の牽引	76

理数科の取組



サイエンス英語 (KS I・I)



科学デザイン (KS I・I)



科学コミュニケーション (KS I・I)



特別科学講演 (KS I・I)



課題研究サイエンス (KS I・II)



課題研究イングリッシュ (KS I・II)



KS I家庭 (KS I・II)



課題研究マスマティクス (KS I・III)

普通科・全校の取組



Future Vision I (普通科1年生)



Future Vision II (普通科2年生)



森林研修 (1年生)



中学生体験入学



さくらサイエンス 国際交流プログラム(1・2年生)



生徒が企画する森林ツアー (科学部)



科学特別講演 (全校)



啓成学術祭 (1・2年生)

校外での研修・活動



SSH道内研修A（理数科1年生）



SSH道内研修B（理数科1年生）



SSH道外研修（希望者）



北海道大学研修（理数科2年生）



さくらサイエンス 水の安定同位体比から見た森（希望者）



さくらサイエンス 国際森林キャンプ（希望者）



海外研修事前研修（海外研修希望者）



マレーシア熱帯林海外研修（希望者）

重点枠事業での取組



課題研究アカデミー 教員研修



課題研究アカデミー 生徒課題研究



Sustainable future earth (MP調査)



Sustainable future earth (Cisco 会議)



オーストラリア海外研修



さくらサイエンス (インド留学生)



北海道インターナショナルサイエンスフェア (HISF) 1日目



北海道インターナショナルサイエンスフェア (HISF) 2日目

①令和元年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題	
科学技術社会の発展に寄与する人材を育成する教育プログラムの研究開発	
② 研究開発の概要	
<p>(1) 「科学的アプローチをデザインする力」及び「科学的に探究する能力」を育成する学習プログラムの研究開発・実践</p> <p>(2) 「新しい問題」を解くために、21世紀型のスキルを育成する探究学習プログラムの研究開発・実践</p> <p>(3) 「多面的にもものを見る柔軟な思考力」及び「新たな価値を創造する力」を育成する森林科学教育プログラムの研究開発・実践</p> <p>(4) 国際的な場で活躍するための「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」を育成する国際高大連携プログラムの研究開発・実践</p> <p>(5) 「自らの頭で考え行動する力」を育成する小中高と連携した科学教育ネットワークの構築と理数教育中核校としての貢献</p>	
③ 令和元年度実施規模	
全校生徒を対象として実施する。	
④ 研究開発内容	
○研究計画	
(1) 1年次（平成27年度）	
<p>ア 第1期から実施しているプログラムの実践及び改善を行いながら、新規に行う各研究事項を本格的に実施するための教材開発及び効果的な連携の在り方に関する調査研究を進め、SSHによる授業改善手法の研究開発を行う。</p> <p>イ 実践研究によるルーブリックの観点の抽出を行う。</p> <p>ウ 科学技術人材育成重点枠を検討、申請する（以下採択状況により継続）。</p>	
(2) 2年次（平成28年度）	
<p>ア 1年次に実施した教育プログラムに関する実践上の課題を整理・分析し、その対応を検討する。</p> <p>イ ルーブリック記述の整理を行い、SSHにおける設定到達目標との整合性を検証する。卒業生の変容に係る調査を研究開発し、試行する。</p> <p>ウ SSH校として新しい高大接続テストに責任ある対応を行うため、授業改善と新テストの関係の研究を行う（以下5年次まで継続）。</p>	
(3) 3年次（平成29年度）	
<p>ア 第2期の教育プログラムが一巡し、積極的な改善を図る。</p> <p>イ 北海道森林環境学習テキストの改善の研究を行う。</p> <p>ウ 実践と評価の検証により、外部資格試験を活用したスコア評価を行う。卒業生の追跡調査を確立し、広く実施する（以下5年次まで継続）。</p> <p>エ 科学技術人材育成重点枠に関し、オーストラリア等の高校と双方向の交流を実現し、新たな企画の立案に努める。</p>	
(4) 4年次（平成30年度）	
<p>ア 第2期の新規プログラムの成果の検証及び外部評価等による検討を行う。</p> <p>イ デジタルポートフォリオの活用による効果を検証し、事例整理を行う。</p> <p>ウ 本事業の成果を、研究期間終了後の本校の教育課程に継続して生かすための調査・研究を実施</p>	

する。

(5) 5年次(令和元年度)

ア 4年次までに開発した学習プログラムや指導方法、開発した教育教材等をまとめた報告書や刊行物を作成するとともに、ホームページ上で成果を広く公開する。

イ SSHにおける学習評価の在り方を示しロールモデルを確立する。

ウ 本事業の成果を、指定5年終了後の本校の教育課程に継続して生かすための取組の指針を策定する。

エ 次期のSSH指定に向けた研究を行う。

○教育課程上の特例等特記すべき事項(令和元年度)

	設置する学校設定科目	学年	単位数	特例措置による変更
理数科	「KSI・Ⅰ」	1	2	「情報の科学」2 → 0単位
	「KSI・Ⅱ」	2	4	「家庭基礎」2 → 0単位
	「KSI・Ⅲ」	3	1	「課題研究」1 → 0単位 「総合的な探究の時間」3 → 2単位

	設置する学校設定科目	学年	単位数	特例措置による変更
普通科	「KSI生物基礎」	1	2	「生物基礎」2 → 0単位

○令和元年度の教育課程の内容

- (1) 学校設定科目を中心とした実践及び改善に関する調査研究
- (2) 実践研究によるルーブリックの観点の抽出
- (3) KSI等学習テキストの精査

○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5回実施。1グループ20名とし2展開のプログラムを確立。フィールドノートの観点別評価の実施。
 - ・ KSI・Ⅰ サイエンス英語(ラボ英語、道内研修英語プレゼン)。中学生への研修報告の実施。科学デザイン研究。科学コミュニケーション研究。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)。北大研修、SSH情報、SSH家庭、特に、課題研究実施により、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(マスマティックス)。数学的探究力、論理的思考力を身に付けさせるよう実践を行った。

(2) Future VisionⅠ、Ⅱ(普通科・平成29年度から探究基礎Ⅰ、Ⅱ、Ⅲを改訂)

本校普通科の「総合的な学習の時間」3単位は、「Future Vision(FV)」の名前で実施し、1年次「FV・Ⅰ(1単位)」、2年次「FV・Ⅱ(1単位)」、3年次「FV・Ⅲ(1単位)」として実施。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14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

- ・ 北海道大学総合博物館小林快次教授による恐竜化石に関する講演(全校生)
- ・ 北海道大学工学研究科三浦誠司准教授による金属化学に関する講演(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)
- ・ 酪農学園大学我妻尚広教授による分子生物学実験・講義(第2学年理数科)

イ 道内研修A(科学技術・エネルギー・ものづくり)

JSW日本製鋼所室蘭製作所、日本製鉄株式会社室蘭製鋼所での技術者による講義、施設見学。
有珠山ジオパークでのフィールド実習。

ウ 道外研修

筑波宇宙センター、物質・材料研究機構、高エネルギー加速器研究機構、海洋研究開発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。

エ 北海道大学研修

理数科2年生が4～8名ずつ6グループに分かれ、北海道大学の理学研究院、工学研究院、電子科学研究所の研究室で一日実習を実施。

(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回の自然体験実習実施。
- ・ 道内研修Bで、植生垂直分布と遷移に関する実習、針広混交林毎木調査を実施。
- ・ マレーシアの高校生、大学生と本校希望生徒による、森林を多面的に見る先端科学研修(北大根岸淳二郎准教授、北大Ram Avtar研究員、酪農学園大学金子正美教授、Khew研究員)。
- ・ 海外研修で、熱帯林実習を実施。
- ・ 科学部生徒講師による森林ツアーを外部希望者を対象に実施。
- ・ 森林フィールド研修を放課後希望者を対象に実施。
- ・ ひらめき・ときめきサイエンス「手作り雷電波受信機器で東南アジアの積乱雲活動をモニターしよう」を実施(北大 高橋幸弘教授)。
- ・ ヒグマフォーラムでの生徒によるヒグマとの共生に関するアウトリーチ活動(4回)。

(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重点枠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。
- ・ マレーシアのオールセイントス高校生の訪問と科学研修、交流を実施。
- ・ インドのシティモンテッサリースクール高校生の訪問と科学研修、交流を実施。
- ・ Future vision II中に「Sustainable future earth」を開講。

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

- (1) 英語イマージョン教育である「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」を作成した。作成したテキストは、3月に道内のSSH校及び道外の重点枠SSH校等へ配布予定である。
- (2) 課題研究・探究についての教員研修会での発表。SSH重点枠事業による課題研究アカデミーを実施。
- (3) 科学部等生徒によるサイエンス教室を実施(学校祭、サイエンス厚別、マレーシア・メシラウ村小学校)。
- (4) SSH重点枠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。
- (5) 学校説明会、体験入学、啓成学術祭など全校をあげての探究活動発表会を実施。
- (6) アジア・アフリカ地区の理科教員JICA研修受入を実施。

○実施による成果とその評価

- (1) 科学研究デザイン&コミュニケーションプログラムが開発され、課題研究の生かされた。課題

研究の授業に大学の研究者を3回招聘し、質の高い課題研究に体制を構築した。

- (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) 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。
- (4) 生徒が主体的・協働的に対話を通じて学ぶ場面は理数科普通科問わず増えてきており、このような活動の重要性を校内に浸透させることができた。

○実施上の課題と今後の取組

- (1) KSI・Iは時間数不足のため、新カリキュラムでは増単しスキルの定着を図る。KSI・IIでは、班ごとの研究ヒアリングを定期的に行うことにより科学デザイン力をさらに高める。
- (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。森林研修はバイオミメティクスなど多面的に考える題材を多く包含するので、本校独自のSTEAM教育に取り入れていく。
- (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。
- (5) 本校生のアウトリーチ活動等を基に、地域の小中高科学教育ネットワークの循環を強化する。また、他の道内の高校に課題研究の指導法を普及する。

②令和元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	(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料(令和元年度教育課程表、データ、参考資料など)」に添付すること)
1 仮説検証	
(1) 仮説 別記様式 1 - 1 で述べた本校SSHの仮説を以下ア～オに示す。	
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」及び「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、「自らの頭で考え行動する力」を育成することができるとともに、理数教育中核校として貢献することができる。	
(2) 検証	
○「仮説ア」について	
理数科のKSI・Ⅰ(1年次)では北海道大学の永田教授と連携しながら、育成すべき「科学デザイン力&科学コミュニケーションスキル」を明確にして、関連するプログラムを開発することができた。理数科KSI・Ⅱ(2年次)の課題研究では、1年次で学んだ上記スキルに加え、大学の研究者とのヒヤリングを取り入れて研究を進めたことにより、外部審査員からは質が高い課題研究になったとの評価を受けた。英語イマージョン教育である「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」を作成した。作成したテキストは、3月に道内のSSH校及び道外の重点枠SSH校等へ配布予定である。	
○「仮説イ」について	
第1期まで理数科を対象としてきた課題研究を、SDGsの17分野と関連したテーマについて生徒が研究テーマを設定する普通科探究学習プログラム「Future Vision (FV)」へ拡充することができた。また、全校体制で取り組む仕組みを確立した。北海道大学の山中教授からも指導を受け、FVの運営について毎年度試行し、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た。SDGsの17分野と関連したテーマについて生徒が研究テーマを設定し、フィールド実習などを取り入れることで、実社会とのつながりの意識が向上した。	
○「仮説ウ」について	
森林環境を多面的に探究する森林科学教育プログラムで学んだこと(葉の反射スペクトルによる森林フィールド情報、無人航空機空中写真の情報等)を、課題研究に活用する生徒が現れるようになり、新たな価値を創造する力の向上に有効であることが分かった。実際に、スペクトル情報を課題研究の仮説の検証(オーロラ発光の元素の特定)や課題解決の手段(肉の焼け具合の研究)に活用する生徒が現れてきたことは成果の一つと捉え、次年度以降は、バイオメテイクスの要素を取り入れて実践していく。	
○「仮説エ」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、各種国際高大連携プログラムを開発した。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(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)の開発した。これらのプログラム開発の過程で、オールセインツ中等学校、マレーニー州立高校とのトライアングル科学交流ネットワークが形成された。また、海外との協働学習を実施するに当たっては、SDGsの理念が日本の水準より広まっており、共通の目標・テーマを作るのに親和性があることがわかった。北海道インターナショナルサイエンスフェア(HISF)実施により、道内のSSH校、SGH校等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ことができた。

○「仮説オ」について

全ての生徒が関わる本校の学術祭などでの探究活動発表会、希望生徒による小・中学生へのサイエンス教室、海外研修参加生徒によるHISFなどを開催・実施することで、生徒が主体的にプレゼン等に取り組んでいる。中学生の体験入学やサイエンス教室、啓成学術祭などのアウトリーチ活動を通して、主体的、対話的な学びが実践され、連携している地域の科学館や博物館と、科学教育ネットワークを強化することができた。

2 主な具体的研究事項

(1) KSI生物基礎

第1学年全生徒に対して季節ごとの森林研修を5回実施した。「科学的な自然観を身に付ける」という目的において、身近な実物を用いた観察を行い、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深めた。また年間指導計画の大胆な変更により、生物基礎の植生と生態系分野の知識を集中的に得られるようになっており、時期を合致させた本実践で理解を深め、思考力・探究力を育成することができた。科目と本実践との有機的なつながりは強くなっており、今年度は、新たな教員も含め、本実践をカリキュラムに位置付ける重要性が確認された。

(2) KSI・I

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とで、科学デザインと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ようになった。

今年度のサイエンス英語Iの科学用語講座、科学実験講座では、科学的アプローチをデザインする力の育成も意識し、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、ルーブリックを活用したグループプレゼンテストも実施した。回を追うごとに、大きな声で発表しようとする姿勢が目立ち、専門用語の定着に大きな成果があった。

(3) KSI・II

KSI家庭では、保育、食物、防災活動等、社会に関する様々な事柄について、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。課題研究S(サイエンス)では、班員メンバー、卒業生、担当教員、他校教員、大学教員等による仮説設定、研究計画、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(3回)、中間発表や四分の三発表会等の改善を行い、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、留学生を11班に固定して2時間ずつ4回指導してもらい、生徒は全員が3月の北海道インターナショナルサイエンスフェアで聴衆とアイコンタクトをとりながら発表することができた。

(4) KSI・III

グループ別で課題研究M(マスマティクス)に取り組み、班員や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名ずつ14グループに分かれ、各アドバイザーの勤務先等で1日実習を実施しすることで、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。

(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、北大研修、海外研修等で、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、女子生徒の学ぶ意欲やキャリア意識を高めるプログラムを試行できた。

(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、アウトリーチ活動は以下のとおり。

各種科学オリンピック・コンテスト／科学の甲子園／高文連全道大会／青少年のための科学の祭典講師／サイエンス厚別／森林ガイドウォーク講師／さっぽろサイエンスフェスタ講師／持続可能な世界・高校生ポスターコンテスト／北海道自然史研究会／ヒグマフォーラム講師

(8) 評価研究開発

運営指導委員の立命館大学伊田勝憲教授と共同で、評価に関する研究を行った。特に男女差に注目し評価を試行することにより、男女差による課題を明らかにすることができた。

② 研究開発の課題

(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料(令和元年度教育課

程表、データ、参考資料など)」に添付すること)

第2期指定後5年目までの課題を、仮説ア～オに沿って記載する。

○「仮説ア」

「課題発見力」については、科学デザイン等の授業プログラムは、検証可能な課題を科学的に解決へと導くことには有効であったが、課題を見付ける力の向上までにはつながらなかった。KSI・IIの課題研究においては、情報、工学に強い関心を抱く生徒もいたが、工学分野の研究へと導く仕掛けが不足していたため、それらを研究テーマとする生徒は少数にとどまった。KSI・Iの総授業時間数が少なく、KSI・Iの「科学英語」において、指導徹底不足が感じられる場面もあった。

○「仮説イ」

担当教員や外部講師からは、「FVの授業時数が少ないため、生徒が自分の問題として深く考えられたかは、生徒によって温度差がある。」との指摘を受けたことなどから、「課題発見力」及び「融合・価値創造力」の育成・向上が課題である。また、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。

○「仮説ウ」

分野融合的な森林科学教育プログラムを実施しなかった普通科3年次の「融合・価値創造力」が有意に低いという課題が残った。葉の反射スペクトルを利用して森林環境をモニタリングする研究は、調査手法や解析方法などが難しく、学会レベルの研究成果を得ることはできなかった。

○「仮説エ」

第2期のSSH重点枠で活発化した国際交流により、本校生徒の英語を学ぶことに対する意識改革が進んできたが、全校的には英語での対話力はまだ不足している。英語を使う意欲と同時にスキルも伸ばすことに課題がある。理数科生徒は異文化協働に対する消極性は解消され

たが、普通科生徒の多くは、解消されなかった。

○「仮説オ」

SSH重点事業では、北海道の広域性に伴う移動費の問題により、「課題研究アカデミー」に参加できる生徒・教員は札幌近郊に限定せざるを得なかった。成果に挙げた事柄が児童生徒の本校への志望を促すようなシステムを構築できなかった。

SSH重点事業を活用した「課題研究アカデミー」により、北海道立教育研究所附属理科教育センターと連携して道内の課題研究の活性化を図るシステムを構築し、北海道の教育界における理数探究や総合的な探究の時間等のカリキュラムマネジメントにSSH校として貢献する役割を果たしていきたい。

第3期では仮説を検証する評価開発において、立命館大学の伊田教授と共同研究を改善しながら進めており、e-ポートフォリオも活用しながら、探究活動の形成的評価等に生かしていきたい。

③実施報告書（本文）

I 研究開発の課題

1 学校の概要

- (1) 学校名・校長名
ほっかいどうさっぽろけいせいこうとうがっこう
 学校名 北海道札幌啓成高等学校
 校長名 中西 勝 範
- (2) 所在地
 所在地 札幌市厚別区厚別東4条8丁目6番1号
 電話番号 011-898-2311
 F A X 番号 011-898-2313
- (3) 課程・学科・学年別生徒数、学級数

ア 課程・学科・学年別生徒数、学級数

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	276	7	267	7	823	21
	理数科	39	1	40	1	40	1	119	3
計		319	8	316	8	316	8	942	24

イ 教職員数

校長	副校長	教頭	教諭	養護教諭	非常勤講師	実習助手	事務職員	計
1	1	1	53	2	5	3	4	71

2 研究開発課題名と目的

「科学技術社会の発展に寄与する人材を育成する教育プログラムの研究開発」
 科学の手法を身に付け、未来のあるべき方向性を考え先頭に立つとともに、高度な専門性を持ち新たな価値創造を未来の科学技術社会にもたらす、国際的なリーダーを育成することを目的とする。

3 研究開発目標と実践項目

- 科学的な思考力の定着を図るとともに、「目的、戦略、道具立て、結果、解釈、結論」といった科学的アプローチをデザインする力を育成する。
- 21世紀型のスキルを意識的に繰り返し使い、「新しい答えを導き出す感覚」を体験させてイノベーション能力を育成する。
- 多面的にもものを見る柔軟な思考力と新たな価値を創造する力を育成する。
- 国際的な場で活躍するための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。
- 自らの頭で考え説明し主体的に行動する力を育成する。
- 研究成果を普及し道内の理数教育の向上に貢献する。

4 研究開発実践経過の概要

- 「科学的アプローチをデザインする力」及び「科学的に探究する能力」を育成する学習プログラムの研究開発・実践
 これまでの「KSI・Ⅰ」、「KSI・Ⅱ」、「KSI・Ⅲ」の各プログラムを土台として、「探究基礎（平成29年度からFuture Visionに変更）」、「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工夫・改善を加えて指導を行い、「キャリア意識」の育成と科学的な思考力の定着を図っている。また、「目的、戦略、道具立て、結果、解釈、結論」などの科学的アプローチをデザインする力を身に付けさせるために、過去の先輩の研究やブレークスルーのあった発見・発明を取り上げ、その「ブレー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」は何だったのかを議論するプログラムを新たに加えた学習プログラムを開発・実践している。
- 「新しい問題」を解くために、21世紀型のスキルを育成する探究学習プログラムの研究開発・実践
 これまでの、普通科を対象とする探究学習プログラムを、全ての生徒を対象として本格実践を開始した。「KSI・Ⅰ」の「探究基礎」、「情報」及び「課題研究S」の取組を土台として、各自にとっての知識を創造するという高次のスキルを活用し、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。
- 「多面的にもものを見る柔軟な思考力」及び「新たな価値を創造する力」を育成する森林科学教育プログラムの研究開発・実践
 多面的にもものを見る柔軟な思考力と発想を豊かにし、新たな価値を創造する力を育てるために、これまでの森林を活用した環境学習プログラムを、生物多様性の観点でプログラム内容に整理し、森林生態系を生物学的な観点だけでなく物理、化学、地学的な観点を含め総合的・複合的に地球を捉える内容のプログラムを開発中である。また、生物多様性の保全の問題を自然科学のみならず、社会科学や人文科学の視点も取り入れ多面的に考え、学んだ知識やフィールドの調査手法を最先端技

術と結び付けて生物多様性の保全に活用する方法を考えるプログラムを大学及び科学部等希望生徒と連携し開発している。

- (4) 国際的な場で活躍するための「英語コミュニケーション力」と「世界の中の日本人としてのアイデンティティ」を育成する国際高大連携プログラムの研究開発・実践

ALT、留学生と連携した「サイエンス英語」の取組を他のプログラムとの関連をより重視したプログラムに改善し、英語コミュニケーション能力の一層の定着を図っている。また、第1期で構築したマレーシア・サバ大学、酪農学園大学との連携を発展させ、国際性を育成する取組を全ての生徒に還元するように工夫し、より費用対効果の高い定常的なサバ大学留学生、コタキナバル市内高校生、酪農学園大学生との各種国際高大連携プログラムを開発・実践中である。平成27年7月には、マレーシア・サバ大学と、当面5カ年に渡る国際高大学術協定を締結した。

- (5) 「自らの頭で考え行動する力」を育成する小中高と連携した科学教育ネットワークの構築と理数教育中核校としての貢献

中学生の体験入学や、啓成学術祭などを開催し、SSHで得られた成果を生徒自らが考えて積極的に発信する能動的なプログラムを実践させることにより、生徒の確かな学力を身に付け学ぶ意欲をさらに喚起し、自らの頭で考え行動する力を育成させている。また、地域の人々からの信頼を高め、北海道の理数教育拠点校の役割を担うため、地域の小・中学生に対し、自然科学に関する興味・関心やサイエンスリテラシーを高める活動を通し、地域での知の循環サイクルの構築を開発中である。

- (6) 検証等

キャリア意識の観点から、下記を、運営指導委員の立命館大学伊田教授と開発中である。

- リッカート尺度、ルーブリック、テキストマイニング等による評価システムの構築及びそれを活用した在校生対象のアンケート調査の実施
- ポートフォリオ、生徒提出物、指導教諭による観察・記録
- SSH運営指導委員会等外部による評価
- SSH意識アンケート、入学生・卒業生対象のアンケート調査

5 研究開発に係る現状分析の内容・方法・検証等

- (1) 現状の分析と研究の仮説

ア 現状の分析

- (7) 理数科設置校として

これまで生徒の自然科学に対する探究心や学習意欲等を向上させるため、次のような教育活動を行っている。

- ・平成15～16年度、北海道教育委員会の「夢と活力あふれる高校づくり推進事業」の北海道学力向上フロンティアハイスクールとして指定を受け、生徒の学力向上のための実践的研究
- ・平成18～20年度、北海道教育委員会の「北海道学力向上推進事業（高等学校学力アッププロジェクト）」のサイエンスプロジェクト推進校として指定を受け、「確かな学力と創造性の基礎を培う理数科教育の推進」を研究主題とした実践研究
- ・平成17年度～21年度、文部科学省や科学技術振興機構のサイエンス・パートナーシップ・プログラム(SPP)事業を活用した「大学との連携に基づく理数系課題研究支援講座」
このような本校の理数科の特色を生かした質の高い理数教育を推進することにより、本校の理数教育の振興を図るとともに、研究成果を広く普及し、北海道の理数教育の振興を図り、北海道の理数教育をリードしてきた。

- (4) スーパーサイエンスハイスクール指定校として

平成22年度より、文部科学省より「スーパーサイエンスハイスクール」の指定を受け、本年度は第2期指定5年次として、これまで実施してきた学習プログラムの改善・充実を図る実践を行った。

イ 研究の仮説

平成29年度からの第Ⅱ期の仮説（対象者）を、研究開発の目的、目標と合わせ、下記仮説1～5に示す。

- (7) 仮説1（対象：理数科全学年）

大学・研究機関等との連携による課題研究、探究的な学習を土台とし、過去の先輩の研究やブレークスルーのあった発見・発明から「ブレー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、独創的な観点は何だったのか」を議論するプログラムを新たに加えた学習プログラム「KSI」の研究開発をすることにより、次のような成果が期待できる。

- a 科学技術に関する興味・関心が増す。
- b 科学技術に関するキャリア意識が高まる。
- c 科学的な思考力が定着する。
- d 「科学的アプローチをデザインする力」が身に付く。
- e 目的に立ち返って考える習慣が身に付く。
- f 「考えを深め合い発展させる力」が身に付く。
- g 科学的に探究する能力が身に付く。

- h 科学研究への挑戦意欲を持って大学へ進学する生徒が増加する。
- (イ) 仮説 2 (対象：普通科全学年、理数科第 1 学年)
「持続可能な社会の実現」など、解決困難な課題に対して、他者の考えとの間に相互作用を引き起こし、自分で答えをつくる協調的問題解決を中心に据えた探究学習プログラムを研究開発することにより、次のような成果が期待できる。
- a アイディアの創出。
 - b 目的に応じて言語、数、情報を活用する能力が身に付く。
 - c よりよい答えや次の問いをつくり出す知的スキルが身に付く。
 - d サイエンスによって社会発展の基盤を担う実践力が身に付く。
 - e コミュニケーション能力、メタ認知能力、思考力、判断力、表現力などを協調的な問題解決の場面で意識的に繰り返し使う。
 - f 21世紀型のスキルが育成される。
 - g 目的意識を持って大学や将来のキャリアを選択する生徒が増加する。
- (ロ) 仮説 3 (対象：理数科第 1・2 学年、普通科第 1 学年、普通科第 2 学年選択者)
これまでの森林を活用した環境学習プログラムを物理、化学、地学的な観点を含めた地球全体のシステムとして捉える内容に発展させ、生物多様性の保全に最先端技術を活用する方法を考える森林科学教育プログラムの研究開発をすることにより、次のような成果が期待できる。
- a 森林生態系への興味・関心が喚起される。
 - b 自然の調査手法が身に付く。
 - c 物理的・地学的な時間・空間概念が育成され、地球をシステムとして捉える力が育つ。
 - d 自然に対する畏敬の念が育つ。
 - e 自然科学のみならず、社会科学や人文科学の視点から多面的にものを見る柔軟な思考力が身に付く。
 - f 新たな価値を創造する力が身に付く。
 - g 未来から現在を俯瞰する力が身に付く。
 - h 環境保全行動の実践者などの持続可能な社会の形成に寄与する人材が育つ。
- (ハ) 仮説 4 (対象：理数科第 1・2 学年、普通科第 1・2 学年の海外交流参加生徒)
ALT、留学生と連携したサイエンス英語を土台とし、マレーシア・サバ大学と国際高大連携協定を締結して実施する。定常的なサバ大学留学生、コタキナバル市内高校生、酪農学園大学生との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、次のような成果が期待できる。
- a 海外に対する興味・関心が喚起される。
 - b 英語コミュニケーション能力が高まる。
 - c 世界の中の日本人としてのアイデンティティが育つ。
 - d 世界から日本を見る視点が育成される。
 - e 異文化を理解し多様な価値観を持つ人と協働する実践力が身に付く。
 - f 国際的な活動に参加しようとする人材が育つ。
- (ニ) 仮説 5 (対象：理数科全学年、普通科全学年)
生徒自らが考え、発表・指導する能動的なプログラムを実践し、小中高と連携した科学教育ネットワークの構築を図ることにより、次のような成果が期待できる。
- a 教える体験から知識及び技能が定着する。
 - b コミュニケーション能力が向上する。
 - c 「自らの頭で考え行動する力」が身に付く。
 - d 研究成果を外部に普及することができる。
 - e 近隣の小・中学校及び高校の理数教育の向上に貢献できる。
 - f 科学に関する興味・関心のより高い生徒の入学者が増加する。
 - g 道内の理数教育のレベルが向上する。

(2) 教育課程上の特例等特記すべき事項 (令和元年度)

理数科

設置する学校設定科目	学年	単位数	特例措置による変更
「KSI・Ⅰ」	1	2	「情報の科学」2 → 0 単位
「KSI・Ⅱ」	2	4	「家庭基礎」2 → 0 単位
「KSI・Ⅲ」	3	1	「課題研究」1 → 0 単位 「総合的な探究の時間」3 → 2 単位

普通科

設置する学校設定科目	学年	単位数	特例措置による変更
「KSI生物基礎」	1	2	「生物基礎」2 → 0 単位

6 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
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名の2展開のプログラム確立。フィールドノートの観点別評価。
 - ・ KSI・Ⅰ
サイエンス英語（ラボ英語、夏季研修英語プレゼン）。中学生へのサイエンス教室主催。科学デザイン。科学コミュニケーション。
 - ・ KSI・Ⅱ
課題研究S（サイエンス）とE（イングリッシュ）。北大研修。KSI情報。KSI家庭。
 - ・ KSI・Ⅲ
課題研究M（マスマティックス）。
- (2) Future VisionⅠ、Ⅱ（普通科・平成29年度から探究基礎Ⅰ、Ⅱ、Ⅲを改訂）
本校普通科の「総合的な学習の時間」3単位は、「Future Vision」の名前で実施し、1年次「Future VisionⅠ（1単位）」、2年次「Future VisionⅠ・Ⅱ（1単位）」、3年次「Future VisionⅡ（1単位）」として実施。1年次では個人でSDGsからテーマ設定し、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年次で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 全校生徒、理数科生を対象に3回実施。
イ 道内研修A
JSW日本製鋼所室蘭製作所、日本製鉄株式会社室蘭製鋼所で技術者による講義、施設見学、班別実験。有珠山ジオパークでのフィールド実習。
ウ 道外研修
選抜生徒による、筑波宇宙センター、物質・材料研究機構、高エネルギー加速器研究機構、理化学研究所バイオリサーチセンター、海洋研究開発機構での研究者による講義、施設見学。日本科学未来館での研修。
エ 北海道大学研修 理数科2年生による理系研究室での少人数実習。
オ 希望女子生徒対象に、女性研究者による研究やキャリア、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4回の自然体験実習実施。
イ 道内研修Bで、植生垂直分布と遷移に関する実習、針広混交林階層構造解析実習実施。
ウ マレーシア高大生と、本校希望生徒による、森林を多面的に研究する先端科学研修（北大・酪農学園大）実施。
エ 海外研修で、マングローブ林・熱帯林実習実施。
オ 科学部生徒講師による森林ツアーを外部希望者を対象に実施。
- (5) 国際性の育成
ア KSI・ⅠとKSI・Ⅱでの留学生による指導。SSH重点枠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 visionⅡ中に「Sustainable future earth」開講。
ウ マレーシア・オールセインツ高校生の訪問と科学研修、交流。
エ インド・シティモンテッサリースクール高校生の訪問と科学研修、交流。
オ 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 森林研修についての教員研修会での発表。
イ 課題研究・探究についての教員研修会での発表。SSH重点枠事業による課題研究アカデミー実践。
ウ 科学部等生徒によるサイエンス教室。
（学校祭、体験入学、光の広場イベント、科学の祭典、サイエンスフェスタ、マレーシア・メシラウ村小学校）
エ SSH重点枠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。
オ 体験入学、学術祭など全校をあげての探究活動発表会実施。

7 研究組織の概要

- (1) 「SSH推進委員会」の設置
本研究は全校的な取組であり、全教科・分掌で担当することを原則に、校内に「SSH推進委員会」を設置し、定期的に会合を開催し、評価を踏まえた改善を行う。
- (2) 本事業に関わる経理等の事務を円滑に行うため、「SSH会計部」を設置する。
- (3) 専門的な見地から学校に対し指導・助言を受けるため、北海道教育委員会や北海道大学・酪農学園大学・千歳科学技術大学・北海道立教育研究所附属理科教育センター等の委員からなる運営指導委員会を設ける。
- (4) 校内組織の概念図は、図1のとおりである。また、SSH事業の概念図は、図2のとおりである。

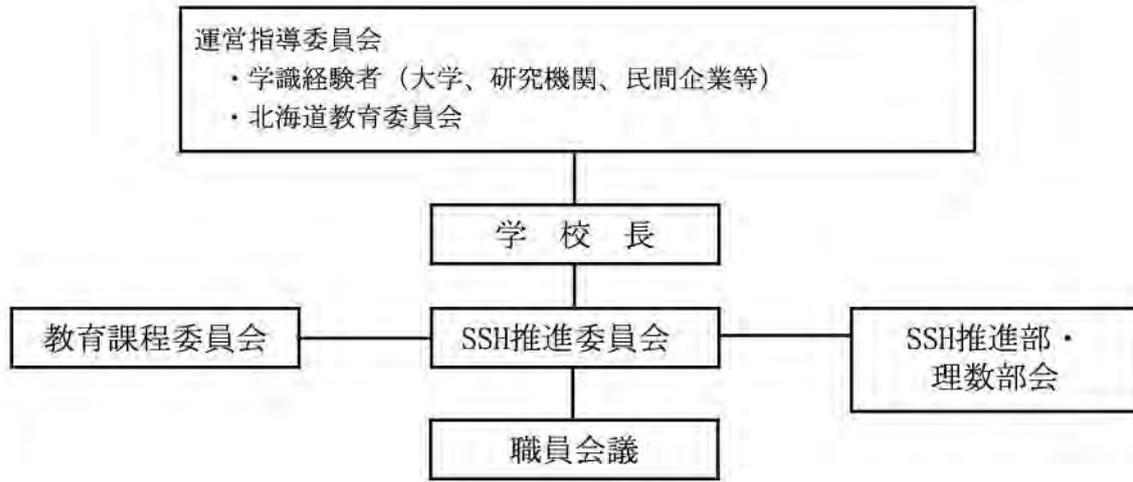


図1：校内組織の概念図

SSHの概要が分かる説明資料 北海道札幌啓成高等学校



図2：Ⅱ期のSSH概要図

II 研究開発の経緯

1 研修・生徒発表会・科学コンテスト等

日程	事業	会場・参加者・内容等
7月13日(土)	森林環境教育ツアー	本校裏隣接林 科学部2名(講師)・一般参加者20名 階層構造・フェノロジー・動植物の生態
7月15日(月)	化学オリンピック	北海道教育大学 本校生徒3名参加
7月31日(水) ～8月2日(金)	道内研修A科学 技術分野	日本製鉄、日本製鋼、洞爺湖ジオパーク 理数科1年生20名参加
7月31日(水) ～2日(金)	道内研修B自然 環境分野	十勝連峰、東京大学北海道演習林(富良野)、三笠市博物館 理数科1年生19名参加
8月6日(火) ～8日(木)	SSH全国生徒 研究発表大会	神戸国際展示場 発表題「石狩浜における海浜性ハネカクシの生息状況」 理数科3名、ポスター発表賞
9月6日(金)	北大研修	北海道大学工学部・理学部・電子研 理数科2年生40名・理系研究室実習
9月16日(月)	北海道大学	ひらめき・ときめきサイエンス・科学部9名参加 「磁場による雷の検出」の実習
10月6日(日)	科学の甲子園大 会石狩地区予選	北海道札幌西高等学校 1チーム6名参加
10月8日(火) 9日(水)	科学英語特別ミ ニレッスン&座 談会	本校・生徒参加者60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12日(土) 13日(日)	高文連理科全道 研究大会	小樽潮陵高校・科学部25名参加 口頭発表1件(奨励賞)、ポスター発表8件(優秀ポスタ ー賞1件、ポスター賞5件)
10月20日(日)	サイエンス厚別	札幌市青少年科学館 厚別区の児童へのサイエンス教室 科学部1年生8名(講師)
10月20日(日)	1日ヒグマDay	札幌市地下歩行空間 科学部2名(講師)
10月23日(水) ～25日(金)	高大連携による Hokkaido Study Abroad Program	北海道大学・普通科1名理数科2名
11月4日(月)	森林生態系とGI S研修	酪農学園大・海外研修生8名とマレーシア学生参加・ GISと森林生態系と生物多様性ホットスポット
11月5日(火)	最先端科学交流 研修	北大創成研・環境科学院 海外研修生17名とマレーシア学 生参加・超小型衛星と水の安定同位体から森を見る/GIS の応用例に関する講義
11月8日(金) 9日(土)	国際森林キャン プ	野幌森林公園と酪農学園大・海外研修生20名とマレーシア 学生参加・北海道の生物多様性と国際交流実習
11月11日(月)	butukura天文観 望会 星ラボ	NP0法人butukuraによる天文観望会 科学部5名と市民6 名が参加
11月29日(金)	女性研究者との 懇談会	本校・女子生徒参加者18名 北大女性研究者3名とのキャ リアトーク
12月7日(土) ～14日(土)	オーストラリア 科学研修	オーストラリアクイーンズランド州 生徒9名(他校2名)参加
12月8日(日)	科学の甲子園北 海道大会	本校 6名 運営スタッフとして参加

12月8日(日)	ヒグマフォーラム	札幌エルプラザ 科学部2名(講師)
1月4日(土) ～13日(月)	マレーシア熱帯 林研修	マレーシアサバ州 生徒8名参加
1月7日(火) ～10日(金)	つくば道外研修 最先端科学	JAMSTEC、KEK、NIMS、JAXA、BRC等 1年生2名参加
1月26日(日)	持続可能な世界 ・高校生ポスター コンテスト	北海道大学 3件研究発表・表彰(優秀賞1件)
2月1日(土)	HOKKAIDOサイエ ンスフェスティ バル	旭川市公会堂・旭川市勤労者福祉会館 理数科8名参加 口頭発表「海の上の雲、海霧。」 ポスター発表「自然が育んだ繊維～ぜんまい～」
2月15日(土)	自然史研究会	北海道教育大学旭川校 1件研究発表 科学部生徒1名 発表題「石狩浜における海浜性ハネカクシの生息状況」
2月22日(土)	ヒグマはこう変 わった	札幌文化芸術センター 科学部生徒2名(講師)
3月14日(土)	親子ヒグマ教室	札幌市円山動物園 科学部1名

2 運営指導委員会・教員研修発表等

日程	事業	内容
4月3日(水)	理数科部会	SSH事業案の検討
4月4日(木)	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18日(木)	SSH運営指導委員会	第1回運営指導委員会を実施
8月30日(金)	全道理数科研究会	全体会「啓成SSH第2期の取組について」 数学部会「本校理数科における数学課題研究」
9月21日(土)	日本応用物理学会	「サイエンスチャレンジの取組」
11月15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
2月6日(木)	SSH運営指導委員会	第2回運営指導委員会を実施

Ⅲ 研究開発の内容

1 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・2単位）」

(1) 「SSHガイダンス」

ア 仮説

本校SSH事業概要の説明及びつくば最先端科学研修・オーストラリア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の授業や研修に積極的に参加する態度を育成できる。

イ 実施内容

(ア) 概要

- a 目的 新入生を対象に本校が実施しているSSH事業について説明し、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。また、研修報告を行うことにより、発表する上級生に各研修を振り返る機会を与え、発表力を向上させる。さらに、普通科Future Visionについて、キャリア教育の視点から必要性を理解する。
- b 日時 平成31年4月12日(金)4校時、5月16日(木)4校時
- c 場所 本校第一体育館
- d 対象 1年生320名(普通科・理数科)

(イ) 説明

- a 内容
 - ・4月に、新入生を対象に、本校SSH事業概要と身に付けたい能力を説明した。さらに、つくば最先端科学研修(発表者:2年普通科生徒2名)、オーストラリア海外研修(発表者:3年普通科生徒1名)について、研修の報告を日本語と英語により行い、1年生のSSH行事参加に対する意欲を高めた。
 - ・5月に、普通科生を対象に校長から、Future Visionの授業について、キャリア教育、読解力向上の視点で講話を行った。社会から求められている資質・能力と現在進行しているFuture Visionとの関係を問い、主体性やメタ認知の力を向上させた。
- b 担当 SSH推進部、1学年

ウ 評価

4月には、上級生が研修報告のプレゼンを準備し、1年生に伝えることで新入生がSSHプログラムに取り組むに当たっての学ぶ意欲を高めた。高校生活を始めた直後に活躍する先輩の姿を見せることで、その後すぐの宿泊研修においても、初めての探究活動に主体的に取り組むようになった。事後の1年生アンケートは、今年度は試行的にClassiによる集計を行った。

○設問1 SSHガイダンスを受けて、SSH事業に興味・関心が増しましたか。(回答数296)

- ・とてもそう思う 148人(46.1%)
- ・少しそう思う 131人(40.8%)
- ・あまりそう思わない 13人(4.0%)
- ・全くそう思わない 4人(1.2%)

○設問2 SSHガイダンスの感想を書いてください。(回答数296 一部抜粋)

- ・他の国の文化など色々なことを知るのすごく大事なことだと思うから機会があれば是非参加したいと思う。SSHの授業を通して新しい自分を見つけていけたらいいと思う。
- ・国際交流をすることがとても重要であると分ることができました。またSSHガイダンスでチャレンジすることで自信が付くことがすごかったです。
- ・SSH研修のプレゼンを聞いて、異国の人や理系の専門家の方々と関わることの良さや学べることが分かり、自分も参加してみたいと思った。
- ・先輩方のプレゼンが凄く分かりやすく感動が伝わった。

○設問3 SSH研修への関心調査(回答数348 複数回答可)

- ・マレーシア海外研修 133人(32.7%) 昨年度 64人
- ・つくば道外研修 153人(37.6%) 126人
- ・ホームステイ受入れ 62人(15.2%) 33人
- ・未回答 59人(14.5%)

SSHの各プログラムに多くの生徒が興味を持ったことが分かる。つくばでの最先端科学研修も広く地域へ知られてきており、つくば研修を本校の受験理由の1つとする生徒も多く、プログラム実施の意義は高いと思われる。

海外研修への興味・関心やホームステイへの受入れを希望する生徒が増え、啓成高校のSSHプログラムも、国際性にシフトさせていく必要性を感じる。

(2) 「森林研修」

ア 仮説

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、自然科学に関する興味・関心を高めることができる(身に付けさせたいコンピテンシーを下記の3点に整理し、イ実施内容(ア)～(イ)のプログラムがどこに当てはまるか記載)。

- ・五感を用いた多様性の実感・許容 ((イ)～(オ))
- ・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 (能動的活動：(イ)～(オ))
- ・科学的な自然観の育成 ((ア)～(オ))

イ 実施内容

(ア) 森林研修オリエンテーション「野外観察の意義と視点、注意事項」

- a 目標 野帳を作成する。実習内容を把握し、野外の注意点や服装等を理解する。生物基礎の植生に関する基本的な語句を理解する。
- b 日時 平成31年4月12日(金)4校時
- c 場所 本校第一体育館
- d 対象 普通科1年生280名、理数科1年生40名

(イ) 森林研修Ⅰ「春植物及び野鳥の観察」

- a 目標
 - ・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。
 - ・スプリングエフェメラル(春植物)を観察し、夏緑樹林の林床に生育する多年生草本らの戦略を考察する。また、正しい生物スケッチのスキルを身に付ける。
 - ・留鳥や夏鳥を観察し、植物や動物の生活環を理解する。また、夏鳥の渡りルートを考察しながら、留鳥との時空間利用の相違点や他地域のバイオームを認識する。これらの活動を通して、双眼鏡の使い方等、野外調査方法を身に付ける。
- b 日時 平成31年4月22日(月)～26日(金)8クラス各1時間ずつ実施
- c 場所 本校アーチェリー場周辺及び野幌森林公園
- d 対象 普通科1年生280名、理数科1年生40名
- e 教科書記載との関係
 - ・植物の生活形(広葉樹と針葉樹、落葉樹と常緑樹、ラウンケルの生活形)
 - ・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)
 - ・土壌の構造(垂直方向への層状構造)

(ロ) 森林研修Ⅱ「外来種と在来種」

- a 目標
 - ・植生や動物の季節遷移を体感する。
 - ・草本、木本、昆虫類を中心に生物多様性を理解し、各生物の生態的地位(niche)、戦略を考察する。
 - ・外来種と在来種の観察、スケッチから、それぞれの生物種の戦略を考察する。
 - ・図鑑を用いて外来種草本を同定を試み、同定手法を身に付ける。
- b 日時 令和元年7月1日(月)～5日(金)8クラス各1時間ずつ実施
- c 場所 本校アーチェリー場周辺及び野幌森林公園
- d 対象 普通科1年生280名、理数科1年生40名
- e 教科書記述との関係
 - ・遷移過程(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)
 - ・生態系における生物種の役割(生産者、一次消費者、二次消費者、分解者、食物網)
 - ・生態ピラミッド
 - ・生物多様性とヒトの影響(人為攪乱、外来生物)
 - ・探究活動(生物種同定)

(ハ) 森林研修Ⅲ「校地内の樹木の同定」

- a 目標
 - ・自然環境の季節遷移を体感する。
 - ・図鑑を用いて木本の同定を行い、分類手法を学び、身に付ける。
 - ・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 令和元年7月9日(火)4校時理数科生
令和元年10月16日(水)～10月25日(金)普通科生7クラス各1時間ずつ実施
- c 場所 本校前庭と啓成坂
- d 対象 普通科1年生280名、理数科1年生40名
- e 教科書記述との関係
 - ・冷温帯汎針広混交林(木本種)
 - ・探究活動(生物種同定)

(ニ) 森林研修Ⅳ「ヒグマの生態に関する講義」

- a 目的
 - ・野生動物の目線で北海道の自然環境を理解する。
 - ・ヒグマの標本等を用い、野生動物の科学的理解と生態系における物質循環と各生物種の生態的地位(niche)を考察する。
 - ・野生動物に関するメディアの取り上げ方の事例から、現代の情報リテラシーの問題点を考察する。

- ・先住民のヒグマ観を通し、野生生物とヒトとの関わりと共生の視座を得る。
- b 日時 令和元年11月5日(火)～7日(木) 4クラス合同で2回実施
- c 場所 本校大ホール
- d 対象 普通科1年生280名、理数科1年生40名
- e 教科書記述との関係
 - ・冷温帯汎針広混交林(動物種)
 - ・生態系の保全(野生動物管理)

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)に下記の内容を記載して提出
 - ・記載事項:①研修期日と時間帯/②研修場所/③天気・気温/④レポートタイトル
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:①～⑧を総合的に評価

(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」の植生と生態系分野で教科書で扱っている「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。

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、5.9→6.2と上昇(過去2年間と同様の傾向)した。レポートの評価基準等は、同等のものであったことから、生徒たち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、レポートの感想の中には「こんなに身近な植物が外来種だとは思わなかった」「今まで聞いたことはあったけれど、環境問題や生態系の問題が自分の周りでも起きていることがわかった」等の記述が多く見られた。このことから、このプログラムが仮説に設定されている環境保全の大切さや意義の理解につながっていることが分かる。

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
環境保全の大切さ・意義を理解できた	37.3	57.3	5.3	0.0	3.3
自然科学に対する興味・関心を向上できた	26.7	53.3	18.7	1.3	3.1
五感を用い生物多様性を実感できた	34.7	48.0	17.3	0.0	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	16.0	65.3	17.3	1.3	3.0
森林構造・生物多様性の理解が向上した	24.0	65.3	10.7	0.0	3.1

(%)

上記から、「環境保全の大切さ・意義の理解」の4段階平均値は3.3を示し、4あるいは3と回答した生徒の割合が94.6%と高い結果となったのに対し、「生態系の保全や持続可能な社会実現への意識向上」の4段階平均値は3.0と最も低かった。これは、森林研修の実施により、環境保全について理解ができて意識向上に向けたファーストステップを踏んでいるものの、生徒たちが自らそのために何かを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、その後に行われる「KSI生物基礎」や「理数生物」の授業、「FV・I」や「KSI・I」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、環境教育や意識向上に向けた取組を継続する必要がある。

また、「自然科学に対する興味・関心の向上」は4と回答する生徒が26.7%いる一方で、2あるいは1と回答した生徒も多く見られた。これは、研修によって興味・関心の向上ができなかったというよりは、そもそも野外での活動や昆虫等に触れること自体に

苦手意識を持つ生徒がいたことに由来する結果と考えられる。そのため、そのような自然活動に興味・関心が低い生徒にも変わるきっかけを与えたり、苦手意識が強い生徒にも環境教育を行うという観点から、森林研修が果たす役割は大きいと考えられる。

「森林構造・生物多様性の理解向上」については、4段階平均値は3.1だったものの、4あるいは3と回答する生徒が89.3%と高い結果を示していた。(ア)の概要でも述べたように、学習内容の理解に与える影響は大きいことが示された。

(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、過去のブレークスルーのあった発見・発明から「ブレー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 理数科1年生40名

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

エ 実施内容

月	日	曜	時	学習分野	担当等	内容等
11	12	火	6 7	課題研究から学ぶ1	SSH推進部、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」とはどういうことか?」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。
12	3	火	6 7	課題研究から学ぶ2	SSH推進部、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。
12	10	火	6 7	科学史から学ぶ	SSH推進部、理科	ブレークスルーの科学者たちの紹介本を読んで、「ブレー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。ブレー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	10	火	6 7	課題研究テーマ検討(予定)	SSH推進部、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。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 レポート形式での報告
- b 指導教諭による指導・観察の記録

(イ) 評価

a 本プログラムの位置付け

本プログラムは、「KSI・I」の「サイエンス英語」において自然科学の研究アプローチの考え方や手立てを学んだ上で、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し、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、生徒の研究アプローチのデザイン力を向上させている。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 指導教員による生徒の観察

いずれのトピックも、文章の読み取りとグループ内討議・発表を中心に、授業を展開している。先輩の課題研究については、研究アプローチの流れを積極的にグループで対話しながら、目的、戦略（仮説）、道具立て（方法）、結果、解釈、結論はそれぞれ何かを適切に読み取る姿が見られた。さらに、自分たちならこうする、という議論をする

ところまで全ての班が達しており、それらを発表することにより、クラスでの批判的思考が共有された。自然科学観察コンクール研究課題については、どの班も仮説を検証するための要因を適切に設定できており、永田教授の模範解答の考えとほとんど差がない班が多く見られた。加えて独自の視点で仮説検証の試みを提案する班もあり、思考の柔軟性や多様性の必要性をクラスで共有することができた。科学史の事例研究では、ブレイクスルーポイントや人生の転機となった点などの読み取りを熱心に行い、班で活発に議論する様子が見られた。難易度の高い科学史のトピックではあるが、短時間でまとめ、わかりやすく発表でき、他分野同士の融合やセレンディピティの重要性についてクラス全体で共有できた。教材の1つに、本校運営指導委員の北海道大学中垣教授のトピックもあるため、先端科学の世界と自分たちの学びとのつながりを感じたという発表も散見された。

これらの指導は、過去のテキストを改善しながら、本校教員が行っている。今後も、課題研究の指導の改善と並行し、随時プログラムを改善しながら、科学デザイン授業の開発、実践をしていきたい。また、2年生の課題研究のテーマがなかなか設定されないということが課題になっている。早めにテーマを決めて、戦略（仮説）、道具立て（方法）、結果、解釈のサイクルを何度も行うためにも、自分たちの課題研究のテーマとして何を扱いたいかということのを意識させながら、本プログラムを実施したり、日常の中でも常に疑問や発見の目を持って生活するように指導していきたい。

(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：ワトソクリック構造探究）、夏季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をプレゼンする活動（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、伝える技術を身に付け、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、マレーシア高校生との交流や啓成学術祭で活用する。

イ 対象 理数科1年生40名

ウ 実施内容

(7) Aプログラム：ワトソクリック構造探究

・実施日：5月7日（火）6、7校時／9日（木）4校時／14日（火）6、7校時
21日（火）6、7校時／28日（火）6、7校時

- ・4人×10班の班分けを実施。
- ・ワトソ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）を班員で分担し、読み、話し合い理解した。対象生徒はDNAの基礎知識は未学習であったため、生物教科書や図説を参考にするとともに英語の専門用語資料も配付した。
- ・班の理解を基にプレゼン原稿を作成し、4分間のプレゼンを実施（全員が交代で発表する）。
- ・5班ずつの2グループに分けて発表会を実施。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。
- ・発表後、代表を決める過程で出てきた意見を共有。
- ・担当教諭がモデルとなるプレゼンを実施（模型等使用）。
- ・知識定着試験を実施。

(4) Bプログラム：道内研修発表

・実施日：8月20日（火）6、7校時／9月5日（木）4校時
／10月12日（土）

- ・道内研修発表の実施のための班分け
 - 1班「JSW日本製鋼の技術、製品、発電」
 - 2班「鉄鉱石が鋼鉄製品に加工される工程」
 - 3班「熱処理による鋼の性質変化」
 - 4班「北海道における活火山と自然災害、そしてその防止」
 - 5班「植生の垂直分布と遷移について」
 - 6班「東大演習林研修内容」
 - 7班「三笠市立博物館&アンモナイト」
 - 8班「野外博物館&海棲爬虫類」
- ・各班で、道内研修で学んだこと、それに関連して各自調べたことをまとめ、スライドを作成し、ポスター発表・質疑を行った。

- ・プレゼン内容については、「サイエンス英語」の時間で英語翻訳を行い、マレーシア高校生との交流や啓成学術祭にて発表した。
- (ウ) Cプログラム：最先端科学コミュニケーション
 - ・実施日：12月17日（火）5、6、7校時／19日（木）4校時
1月21日（火）6、7校時／23日（木）4校時／28日（火）6、7校時
30日（木）4校時／2月4日（火）6、7校時
 - ・最先端科学コミュニケーションのための班分け（3～4名ずつ）
 - 1班「鈴木・宮浦クロスカップリング～ノーベル化学賞」
 - 2班「人工DNAから生命を生み出す」
 - 3班「アルディ（アルディピテクス）の発見」
 - 4班「レーザー光で細胞を捉えて動かす光ピンセットを開発 2018 ノーベル物理学賞」
 - 5班「重力波の発見」
 - 6班「太陽系外惑星の撮影に成功」
 - 7班「ニュートリノに質量があることを発見 2015ノーベル物理学賞」
 - 8班「ナノマシンの開発 2016ノーベル化学賞」
 - 9班「がんは根治可能!? ～2018年ノーベル医学生理学賞 治療薬オプジーボとは～」
 - 10班「寄生虫・マラリアなどに関する研究 2015ノーベル医学生理学賞」
 - 11班「ラボットというロボット」
 - ・各班で、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を文献、インターネット等で調べ、自分たちの考えを加えてポスターを作成した。
 - ・発表内容、ポスターレイアウト、アイコンタクト、参考文献の記し方等について批評と助言をもらい、各班で修正した。
 - ・クラス発表会を行い、お互いの発表について質疑を行うとともに、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。

エ 検証・評価

(ア) 検証方法

- a 生徒の相互評価のためのワークシート資料
- b レポート形式での報告
- c 指導教諭による指導・観察の記録

(イ) 評価

a 本プログラムの位置付け

4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。このプログラムでは、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ことができるため、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と捉えている。この中で培った発表スキルは、「プログラムB・C」を含めたこの後の発表活動の基盤となっている。

Bプログラムでは、これまで物理・化学・生物・科学英語を体験入学参加の中学生に対して工夫しながら教える実験授業を運営させてきた。しかし、今年度は各研修や他のプログラムとのつながりを大切にするため、道内研修A・Bの研修報告を中心とする内容にシフトして実施した。発表のタイミングは、9月のクラス内発表、10月の中学生向け発表、11月のマレーシア高校生に向けての英語発表、2月の学術祭と段階的かつコンスタントに設定している。そのため、生徒は自分たちの発表資料をスモールステップで改善させることができ、その発表も聞き手の違いに対応しながら変化させ、発表スキルを徐々に向上させることができている。加えて、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4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」は、共通性があることから、順序立て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 ワークシート、レポート、指導教員による生徒の観察

Aプログラム：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おり、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。また、未履修の学習内容かつ英語の論文に対してグループで挑むという経験は、お互いの得意不得意や性格などを含めた生徒同士の相互理解を広げ、今後多くのグループワークに取り組む予定となっている入学して間もない理数科1年生にとって、協働する姿勢の基盤を培う良い機会となった。

Bプログラム：振り返りレポートの中では、「時間感覚」「アイコンタクト」「声の抑揚」などについて改善すべきだったという反省が見られ、Aプログラムの時点よりも一

歩前進した改善点に気付くことができている。また、ワークシートでは、個人個人の発表に対して「良い点」「改善点」と分けて評価させ、「資料が見やすかった」「聞く人の方をもう少し向いた方が良いと思った」など記入欄いっぱいコメントを書いている生徒もいた。このような他者評価により、より良く伝える技術についてメタ認知できるとともに、批判的に物事を見る思考力も養うことができた。

Cプログラム：このプログラムも「優れている点」と「改善すべき点」について他班を評価することにより、自分たちの伝える技術の向上にフィードバックしていた。発表後は、その内容について質問が飛び交い、その回答も適切にできている様子だった。これまでの研修で、質問を出すことが苦手な生徒が多い印象もあったクラスだったが、このような発表経験を積み重ねることで、双方向のコミュニケーション力を培うことができた。

(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ポスター発表時の質問に対する応答能力が高まる。

イ 対象 理数科1年39名

ウ 講師 北海道大学理系留学生、ALT、JICA理科教育研修員

エ 実施内容

(ア) 科学用語講座、科学実験講座、(道内研修E (イングリッシュ))

月	日	曜	校時	学習分野	内容等	
6	11	火	4 6	数学E	科学英語の進め方を説明し、科学英語の導入として、四則計算及び1次方程式の解き方を英語で説明する練習を行う。	SSH推進部、理科
6	25	火	6 7	酸化・還元 (たたら製鉄)	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する。また、道内研修で訪問する新日鉄室蘭製鉄所等での溶鉱炉見学の視点を身に付ける。 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う。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う。	SSH推進部、理科、英語、留学生
7	2	火	6 7	プレートテクトニクス	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する。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ぶ。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う。 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う。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う。	SSH推進部、理科、英語、留学生
7	18	木	4	プレートテクトニクス	発表の観点を意識させるために、ルーブリックを活用しながら前回の	SSH推進部、理科、英語

					<p>学びを要約した定型スライドの暗唱テストをグループ内で実施する。</p> <p>いくつもの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の復習を行う。</p>	
9	10	火	6 7	<p>火山災害</p> 	<p>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着けるとともに、札幌軟石の働きなど自然環境と人間生活との関わりについて考察する。観察事実を基に仮説を設定する過程を学ぶ。また、道内研修での学びを深める。</p> <p>英語イメージ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う。また、学んだ内容をまとめた4枚の定型スライドを使い科学英語プレゼンテーションの練習を行う。</p>	SSH推進部、理科、英語、留学生
9	17	火	6 7	道内研修E	道内研修で学んだ内容を分かりやすく英語で伝えることを意識した日本語ポスターを作成する。	SSH推進部、理科
9	19	木	4	道内研修E	作成した日本語ポスターを英語ポスターにする。	SSH推進部、理科、英語
9	24	火	6 7	道内研修E	作成した英語ポスターを使い、道内研修で学び考えたことを留学生等に理解してもらい、分かりやすい英語ポスターを完成する。	SSH推進部、理科、英語、留学生、ALT
9	26	木	4	道内研修E	英語の発表原稿を作成する。	SSH推進部、理科、英語
10	1	火	6 7	道内研修E	作成した英語発表原稿を留学生等に見てもらい、発表原稿を手直しする。	SSH推進部、理科、英語、留学生、ALT
10	3	木	4	道内研修E	英語の発表原稿を完成させる。	SSH推進部、理科、英語
10	8	火	6 7	道内研修E	効果的に発表内容を伝える道具や展示物等を作成する。	SSH推進部、理科
10	29	火	6 7	道内研修E	発音の強弱、区切り、スピード、ジェスチャーを意識しながら、道内研修E発表会の発表練習を行う。	SSH推進部、理科、英語、留学生、ALT
10	31	木	7	道内研修E	道内研修英語発表会のリハーサルを行う。	SSH推進部、理科、英語
11	5	火	5 6	宇宙膨張（つくば事前研修兼JICA研修）	<p>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ぶ。「なぜ？」から仮説を設定する過程を学ぶ。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る。</p> <p>JICA研修員とともに、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メージ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む。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う。</p>	SSH推進部、理科、英語、JICA研修員

11	6	水	5	炎色反応 	さくらサイエンスプランで招聘したマレーシアの高校生とともに、炎色反応を活用して高純度の含有元素を同定する方法を探究的に学ぶ。	SSH推進部、理科、英語、マレーシア高校生
11	7	木	6 7	道内研修E (発表会)	道内研修で学んだ内容の英語発表を通して、英語でのプレゼンテーション能力およびサイエンスコミュニケーション能力を育成するとともに、第2学年で取り組む英語での課題、研究発表に向けた基礎を築く。また、北海道大学及び酪農学園大学で研究している留学生、マレーシア招聘大学生・高校生、ALTとの科学交流の機会を通して、国際性を身に付ける。	SSH推進部、理科、英語、留学生、ALT、マレーシア大学生・高校生
11	19	火	6 7	エルニーニョ現象(つくば事前研修) 	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する。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る。 英語イメージジョンにより留学生と協働で実習を行うことにより、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う。学んだ内容を4枚の定型スライドにまとめて発表することにより、科学英語プレゼンテーションの練習を行う。	SSH推進部、理科、英語、留学生
2	18	火	6 7	力学的エネルギーの保存	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る。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ぶ。 英語イメージ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う。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う。	SSH推進部、理科、英語、留学生

(イ) 道内研修E (イングリッシュ)

a 生徒による英語でのプレゼンテーション

- ・生徒は8グループに分けて、発表トピックを分担。
- ・班員で役割分担し、責任を持ってそれぞれ担当部分のスライドの作成と発表を行う。
- ・ポスターは、パワーポイントを用いてスライドを作成したものを模造紙に貼る。
- ・一人1分程度の発表をスライド2～3枚程度で全員行い、質疑応答は班単位で英語で行う。
- ・班の最初の生徒は、その研修全体がわかるイントロダクションを含む。
- ・スライドの英語は簡潔に。専門用語など理解しづらい言葉は画面に和訳を並記する。
- ・発表の際原稿は見ない。聴衆の顔・ポスターを見ながらジェスチャー交えて伝える。

b 発表(報告)テーマ 以下の8グループ

- 1班「JSW日本製鋼の技術、製品、発電」
- 2班「鉄鉱石が鋼鉄製品に加工される工程」
- 3班「熱処理による鋼の性質変化」
- 4班「北海道における活火山と自然災害、そしてその防止」

- 5班「植生の垂直分布と遷移について」
- 6班「東大演習林研修内容」
- 7班「三笠市立博物館&アンモナイト」
- 8班「野外博物館&海棲爬虫類」

オ 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 レポート形式による報告書の提出
- c 指導教諭による指導・観察の記録

(イ) 評価

a 集計結果

質問項目	評価
・実験の概要が理解できた	3.7
・科学的手法の理解が深まった	3.6
・英語コミュニケーション力がついた	3.6
・また挑戦したい	3.6
自由記述	
<ul style="list-style-type: none"> ・留学生TAと話すとき、知っている単語が思い浮かばなかったりするので、もっと実際に話す経験を積むべきだと思いました。 ・僕は最初、外国の人と話すのが伝わるか分からなくて不安で正直やりたくないと思っていた。しかし、何度も話す機会があり、英語で会話するのが怖くなくなってきたが、逆に、あまり英語が得意でないことを実感でき、もっと勉強していろいろなことをしゃべれるようになりたいという意欲が増えたと思う。 ・外国の人と英語で会話をしたとき、自分の言ったことが通じていると分かったときに喜びを感じた。語彙力が足りないと感じたので、前よりも朝英単語や単語の練習に取り組むようになった。 ・前よりも身近にあるものや話している内容を英語ではどう言うのかを考えたり、調べたりするようになった。 	

b 指導教員による観察

1回目は、留学生とのやりとりで戸惑う生徒もいたが、2回目以降は、自ら質問しようという生徒が見られるようになった。各グループにTAが1人配置されるので、プレゼンテーション練習においても、密度の濃い指導が行われている。

(ウ) まとめ

「サイエンス英語Ⅰ」の「科学用語講座」、「科学実験講座」に関しては、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「English Science & Science Communication」を活用して、科学的 content 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た。ループリックを活用したグループプレゼンテストは、原稿を見ないで発表をしたり大きな声で発表しようとする意識の向上に役立っている。

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、大変であるが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た。

「道内研修E発表会」の発表指導については、昨年を引き続き、英語担当教諭から話すときのスピードや強弱、ジェスチャーについての統一した指導を加えて実施した。これまで以上に、生徒が意欲的に取り組む、分かりやすい発表会となった。

「道内研修E発表会」の実施については、「さくらサイエンス」でマレーシアの大学生・高校生を招聘するときに、北大留学生TAを加えて実施している。結果として、緊張感を持った良い発表機会の提供となっている。オールセインツ高校生も科学クラブの英語発表を行うため、双方向の科学交流がより進展してきている。

2 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できる。

イ 実施内容

(ア) 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。8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40名
- (ウ) 日程 平成31年4月11日(木)～令和元年12月20日(金)の合計79時間
- (エ) 場所 大ホール、PC教室、各実験室
- (オ) 指導 本校理科教諭9名、教頭
- (カ) 研究

班	研究テーマ	指導教諭
1	跳ねる液体～jumping liquid～	堀内 信哉
2	ブラジルナッツ効果	宮古 昌
3	紙が折れる要因は様々なものがある	佐々木恵二
4	流動砂	伊藤新一郎
5	海の上の雲、海霧。	宇城 隆司
6	尺取虫型生物模倣ロボット	堀内 信哉
7	ゼンマイ綿の素材としての可能性	菊池 洋好
8	氷の解けやすさの研究	中原 浩
9	生クリームの変幻	植木 玲一
10	煉瓦より強い藁の家をつくろう！	村田 祐亮
11	ナノイー～マイナスイオンについて～	横田 知泰

- (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 令和元年8月23日(金) 13:25～15:15
 - c 場所 本校大ホール
 - 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 酪農学園大学農食環境学類教授 我妻尚広
千歳科学技術大学教授 長谷川誠
北海道大学工学研究院准教授 内田 努
- (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 令和元年11月15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40名、本校理科教員10名、道内他校教員4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 令和元年12月20日(金) 10:55～15:15
 - c 場所 本校大ホール
 - d 参加 理数科1年生40名、道教委職員、道内高校教員、本校生徒保護者
 - e 審査 酪農学園大学農食環境学類教授 我妻尚広
千歳科学技術大学教授 長谷川誠
北海道大学工学研究院准教授 内田 努
- (コ) 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
SSH第2期で使用している下表左側8項目の生徒の自己評価ルーブリックにより、8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。p 値0.05未満の危険率で有意に向上した規準は、「課題と仮説の設定」と「研究計画・実施」「データ解釈」「説明の構成」の、研究デザインに関わる3項目と、表現に関する1項目であった。

「課題と仮説の設定」規準については、2期に入ってから全学年で有意な向上が見られており、生徒どうしや校内外の教員、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。また今年度はテーマ設定時、卒業生によるヒアリングと同時に、7名の理科教員に対して1班ずつテーマを発表させて、多面的な角度から話し合う時間を持ったことも、仮説の設定や見直しに役立ったと考える。「研究計画・実施」についても、時間をかけて実験方法を試行、見直し、吟味しながらデータをとった班が多く、それらのポイントが有意に高くなったと捉えている。

「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3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。

2年前から、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. 令和元年度2年生理科生課題研究ルーブリック平均値 (n=39)

	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	アイコンタクト	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8月	2.90	2.74	2.20	2.98	3.14	3.30	3.38	3.35	2.58	3.10	2.85
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
p 値による差	*	*	*	*					*		*

p 値はExcel2010一対の標本による平均の検定ツールで算出

* p 値<0.05 両側での検定

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、自分が変化した、仲間が変化した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

何回も失敗することで修正できること、意味のある失敗の大切さ/「やる」か「やらない」かの選択肢が与えられたとき、必ず「やる」を選ぶようになった/他の班の同級生とは思えないくらい優れていた面を見られた/1人より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/数ヶ月の努力もたった1枚のスライドとなったが、教科書の一文は先人の膨大な努力が詰まっていることに気付いた/この世に失敗はなく、次への導入となる/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/諦めることも必要/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/地味なことを地道にやることの必要性

c bに関連した今後の展望

昨年記載した反省の4項目を下記に再掲し、改善できた点、できなかった点及び今後の展望について述べる。

- ① 今年度4月から課題研究の授業がスタートしたものの、テーマ選定がなかなか進まず、実際に実験に取りかかった時期は7月となってしまった。来年度には、KSI・IIの計画を練り直さなければならない。
 - テーマ選定の時期を1年生の3月から開始する。またSSH運営指導委員の助言より、2年次の夏休み前に大学の研究者にKSI・IIの授業においてテーマの妥当性、方向性について生徒たちと話し合う機会を設ける。また、2期の課題として「課題発見力」が明らかになったので、第3期の大きな柱として改善策を検討していく。
- ② 今年度、課題研究の質を上げるために、10月に3回、大学の研究者に入ってもらい、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。次年度も継続していきたい。
- ③ 11月の四分の三発表会では発表要旨をなくし、各班に分かれてパワーポイントを用いて8分程度で発表し、それを基にディスカッションをする。
- ④ 12月の口頭発表会では、発表要旨の代替として、パワーポイント縮刷版の配布を検討する。
- ⑤ 各班とも、2ヶ月に1回くらいのペースで3～4名の理科教員が同席して1班ずつ研究ヒアリングを行いながら、各班の煮詰まっているところ、勘違いしているところを指摘していく。
 - 今年度は9名の理科教員が同時に時間割に入れるようにし、生徒たちとの議論を深めることができた。また、中間発表会や四分の三発表会を行うことにより、生徒は研究テーマや検証方法を適切に修正してきている。このように、多くの教員や生徒どうしが対話を行う機会は、テーマ設定や研究の見直しに極めて有効と考えられる。次年度は、課題研究の授業時間帯に、理科教員の他の授業が重ならないような工夫を行い、できるだけ2ヶ月に1回くらいのペースで研究ヒアリングを行っていききたい。また将来的には、生徒相互によるヒアリングを実施し、生徒同士の批判により、自ら研究デザインを修正していく力を育てていかなければならないと考える。

(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）」
→重点枠に記載

(3)「北海道大学研修」

ア 仮説

最先端の研究を行っている北海道大学の研究室を訪問し、研究や実習等のプログラムに参加することにより、最先端の科学に触れ、科学に対する見識を深めるとともに、自然科学や科学技術を学ぶモチベーションを高めることができる。また、研究に取り組むスタンスや心構えを学び、自分たちが進めている課題研究に生かすことができる。

イ 実施内容

- (ア) 概要 北海道大学の理学部・工学部・電子研に所属する研究室に生徒6～8名ずつ配属し、研究室が提示するテーマについて1日実験や実習を行った。
- (イ) 日時 令和元年9月6日(金) 9:00～15:30
- (ウ) 場所 北海道大学理学部、工学部、電子科学研究所
- (エ) 対象 理数科2年40名
- (オ) 引率 SSH推進部2名
- (カ) 内容 分野・テーマ・講師は下記の表に示す。
開会式：運営指導委員長の講義、本校卒業の北大生からのアドバイス
- (キ) 事前学習 8月28日(水) 4校時 北大研修ガイダンス 希望調査
9月4日(水) 4校時 研究室調査、質疑検討
- (ク) 事後学習 9月13日(金) 5、6校時 発表資料作成
9月18日(水) 4校時 発表資料作成
9月20日(金) 5、6校時 北大研修報告会

班	分野・テーマ	担当教員	所属	人数
1	数学「3D パズル組上げに挑戦」	教授：松本圭司	理学研究院数学部門	7
2	物理「走査電子顕微鏡を使った微細構造の観察」	助教：黒澤 徹	理学研究院物理部門	7
3	化学「電気を流す有機物を作るには」	教授：高橋幸裕	理学研究院化学部門	6
4	生物「植物の形態形成 ～植物特有の細胞分化について理解する～」	准教授：伊藤秀臣	理学研究院生物部門	7
5	工学「都市鉱山 ～我々の身近にある金属資源を探してみよう～」	准教授：東條安匡	工学研究院環境創生工学部門環境管理工学分野	7
6	化学「金や銀のナノ粒子をつくってみよう」	准教授：三友秀之	電子科学研究所生命科学研究所	6

ウ 検証・評価

(ア) 検証方法

- a レポートでの報告
- b 指導教諭による指導・観察の記録

(イ) 評価

生徒の自己評価では、大学の研究への興味が高まった3.6点/4点、進路実現(受験等)に向け意欲が高まった3.7点/4点であった。生徒作成の研修報告レポートは、詳細に研修内容がまとめられており、ほとんどの生徒は熱心に取り組んでいる。リッカート法によるアンケート結果と、レポート内での自由記述から、仮説が検証されたと考えられる。また、各研究室では、全生徒が生き生きと取り組んでいる様子が観察された。

(ロ) その他

この北大研修はSSH指定を受ける前から理数科生必修の研修であり、日頃接することのない研究者に接して、生徒たちの進路意識を高揚させ進学実績につなげていった経緯がある。しかしながら、近年は普段の課題研究の授業でも北大の研究者と関わる機会が増え、この研修の意義が相対的に低下してきているように思われる。次年度は普通科生にも門戸を広げ、つくば道外研修や海外研修と同様に希望者に対して選抜していく研修に変更する予定である。

3 学校設定科目 「KSI・Ⅲ (3年理数科・1単位)」

(1) 「課題研究M(マスマティックス)」

ア 仮説

「理数数学」の発展的内容で、専門性の高い内容の課題研究等を実施することにより、数学に関する興味をさらに高め、自然科学の領域を数学的に理解する論理的思考力を高めることができる。発表することにより、お互いの研究の理解を深めることができる。

イ 実施内容

(ア) 概要 専門性の高いテーマを設定したゼミ形式での数学に関する課題研究を行う。成果は、6月に実施する課題研究M発表会で口頭発表する。発表会終了後は、質問や助言により新たに表出した課題について解決を図り、レポートにまとめる。

(イ) 対象 理数科3年生40名

(ロ) 日程 平成31年4月10日(水)～令和元年9月6日(金)の合計33時間

(ハ) 場所 大ホール、PC教室、数理教室、視聴覚教室、英語教室、講義室

(ニ) 指導 本校数学科教諭6名

(ホ) 研究

No.	担当者	テーマ	生徒数
1	萩生田健	関数探究	6
2	堀 弘樹	相加相乗平均の関係	5
3	松本康一	確率のいろいろ	6
4	梶谷拓人	暗号の数学	8
5	大島寿美	簡単な整数論問題のすすめ	6
6	関谷浩則	2次曲線について	9

(ヘ) 「課題研究M発表会」

a 概要 課題研究のまとめとして口頭発表を行う。発表や質疑応答等を通して自分たちの研究の価値を知るとともに、新たな課題や理解を発見し、研究の質を高める。

b 日時 令和元年6月19日(水) 11:55～15:15 3ゼミ
6月26日(水) 11:55～15:15 3ゼミ

c 場所 本校大ホール

d 助言 校長、副校長、教頭、数学科教諭、SSH推進部教諭

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 レポート形式による報告書の提出と発表会実施
- c 指導教諭による指導・観察の記録

(イ) 評価

a 集計結果

意欲的に取り組んだ3.3、数学への興味増加3.4、論理的思考力向上3.3

b 生徒レポートと指導教諭による観察

生徒は各教員のゼミに所属し、少人数のゼミ内で、生徒どうしや担当教員との対話を通じ、探究活動を行った。発表会では、他班の生徒・教員からの質問が多く出され、生徒の興味や意欲が感じられた。質問にはチームで協力し、時には時間をかけて考察し、回答しようとする姿勢が見られた。テーマ設定と研究の進め方については、数学科教員で検討を進めている。教科内及び学校全体で、プログラム改善を検討していきたい。

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のようなことか」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 平成31年4月～令和2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HR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年生は担任団及び探究学習担当教諭

2年生は学年団及び外部アドバイザー、メンター、ファシリテーター

カ 探究活動

(ア) 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「宿泊研修」から探究学習がスタート。お互いの関係をつくりながら課題を見つけ対話する。宿泊研修が終わり次第社会にも目を向けて「朝学習」で新聞を読み、「夏休みの課題」で識者の文章を読むことで言語能力、問題発見・解決能力、情報活用能力を磨く。「情報の科学」の授業でも情報社会について探究し、9月からは個人探究を行う。2月の学術祭に向けてポスター発表の準備を進めていく。1年を通して学習や部活動、行事や委員会活動、校外での活動において、自分が最も頑張ってきた内容についてポートフォリオを活用しながらベストワークとしてまとめていく活動も行い、今後の進路にも結び付けて考えていく。

(イ) 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「外部のアドバイザーとリアルな文脈で探究する生徒」、「本校教員とゼミ形式で探究する生徒」、「自分で問いを立てて探究する生徒」に分かれて実施する。20名程度のグループで探究し、7月の特別授業・講座では、外部メンターとの連携により、生徒の知的好奇心を刺激する。専門家や実務家、大学院生等との対話を通じて、少し高い次元で物事を捉え考えることができる。

(探究テーマは下表参照)

タイトル	内容	生徒数
A 自然×人間	生物基礎での既習内容を活用して国語の論説を読み解く。	12
B 文化相対主義から考える	文化の違いから生まれる偏見や差別を考える。	19
C バイオテクノロジー×コミュニティ	自然科学、科学技術面での情報の分析とビジネス・モデル面での社会科学、倫理的な分析を並行して行う。	12
D スポーツ×テクノロジー×多様性 授業メンター：教育大教職大学院	科学技術の発達が多様な人々の関係性をどのように変容させているのかについて検討する。	11
E 科学技術×道德倫理 授業メンター：教育大教職大学院	科学技術の発展に伴って生じるさまざまな道德的・倫理的な問題について自分の主張を明らかにする。	13
F 不変性×再現可能性	「変化」や「コミュニケーション」についての概念を獲得する。昔から受け継がれているものから必要な視点を養う。	11
G 発展途上国×先進国 授業メンター：教育大教職大学院	ある国の労働環境の問題について取り上げる。他の事例、他の側面、立場による見え方の違いは。	17

H メディア×コミュニケーション 授業メンター：教育大教職大学院	私たちの実社会・実生活におけるさまざま議論においてメディア×コミュニケーションが及ぼす影響について検討する。	13
I 生活×福祉	障がい当事者の考えや思いを聞いたり、体験したりしてバリアフリーな社会のあり方を考える。	12
J 人生を楽しく豊かに生きる方法を考える	YouTube 講演家 鴨頭嘉人から学ぶをテーマとした堤教諭によるゼミ。	19
K サッポロをもっと魅力的なマチにしよう	札幌、街づくり、観光、交通、国際交流に興味がある生徒を対象とした大西によるゼミ。	17
L 世界の人たちと友達になろう	英文で自己表現することで視野を広げるをテーマとした土田教諭によるゼミ。	18
M 気持ちのモヤモヤをすっきりするには？	気持ちの良い人間関係を築くコミュニケーションの在り方をテーマとした池下養護教諭によるゼミ。	19
N “学校”って何だろう	「すてきなスコール (学舎)」を考える学習とグループワーク。武蔵女子短大との外部連携。	20
O 野外ロックフェスのゴミ問題はどうか改善してきたか	「変化は作り出せる」ということを実感する。NPO 法人 ezorock との外部連携。	18
P サッポロファクトリーの未来をデザインしよう	未来のサッポロファクトリーをデザインしてみる。サッポロファクトリーとの外部連携。	20
Q 森と人々の接点を創出しよう	木との交わりを学ぶ感性を広げる。合同会社森のピタゴラスとの外部連携。	14
R 持続可能な未来のためにできることは何？※海外研修あり	オーストラリアの高校生とインターネットを通じてディスカッション。実際にオーストラリアで交流・協働研究を行う。酪農学園大学との外部連携。	12

(3) 検証・評価

ア 検証方法

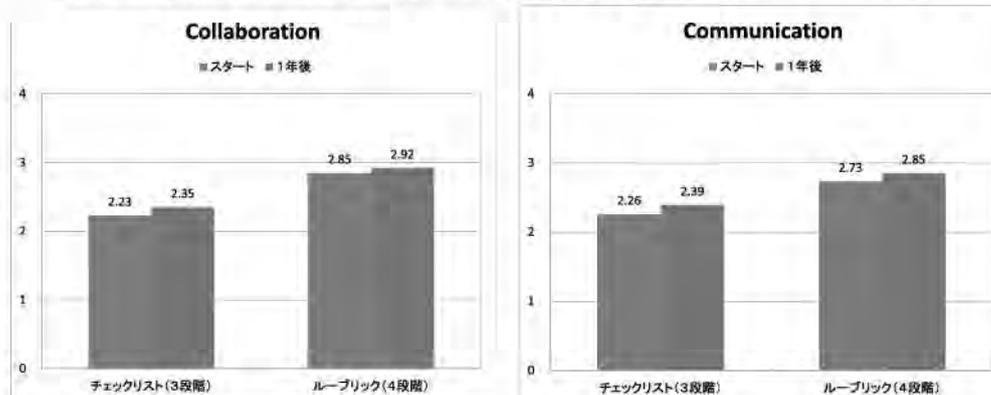
- (ア) チェックリスト・ルーブリック・アンケートの集計・分析
- (イ) ポスター形式及びブース形式による発表会の実施
- (ウ) 指導教員及び外部アドバイザー、メンター、ファシリテーターによる観察

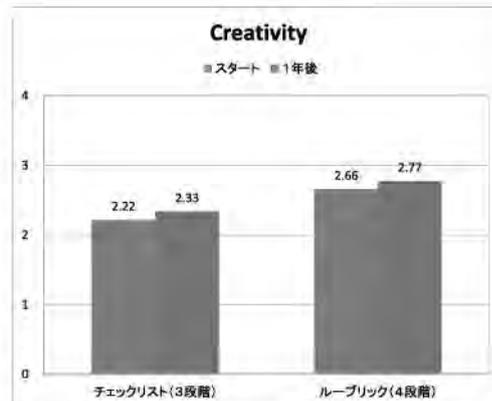
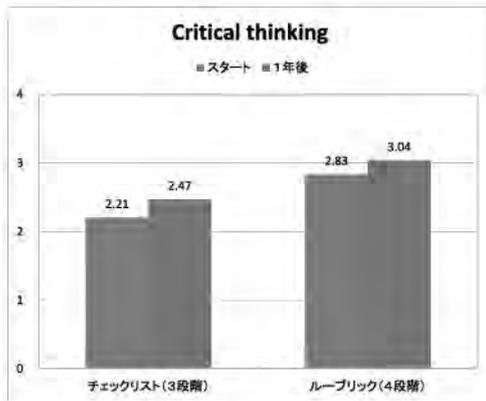
イ 評価

- (ア) 集計結果 (チェックリスト・ルーブリック・アンケート)

1年生は4C (Collaboration・Communication・Critical thinking・Creativity) の変容について入学時と1年後を比較する調査を実施した。その結果、どのスキルについても伸長を確認することができた。スコアが最も高いCritical thinkingについては「重要な情報の識別」の伸び率が高く特徴的であった。(チェックリストで0.35ポイント上昇・ルーブリックでも0.29ポイント上昇)

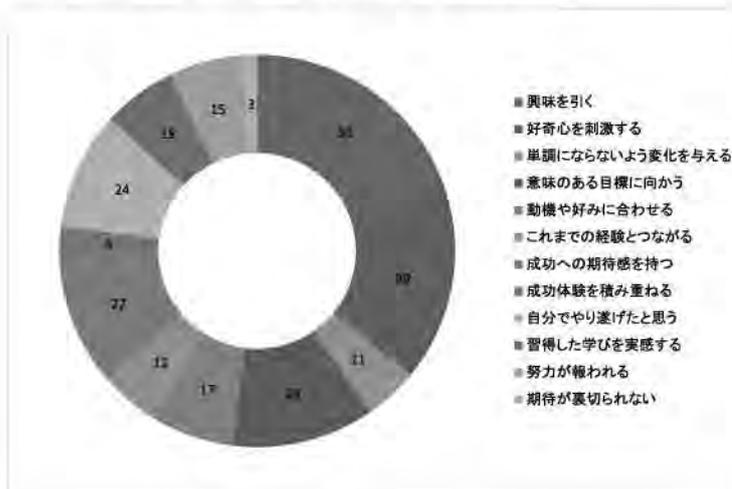
全体像を把握した上でそれぞれの部分を捉える思考が定着しつつある。





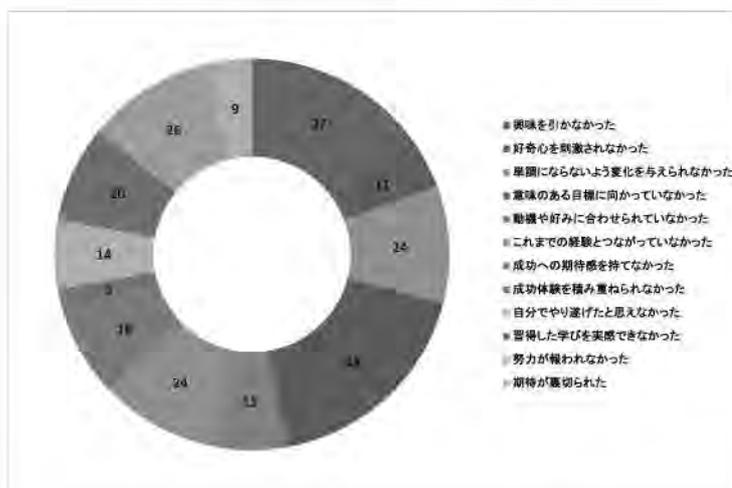
n=200

1年生、2年生共通でジョン・ケラーが提唱した「ARCSモデル」により、探究学習において生徒の学習意欲が高まった側面及び低下した側面について調査を行った。1年生、2年生ともに Attention の中でも「興味を引く」や「好奇心を刺激する」が学習意欲を高めるとの結果となった。一方、意欲が低下した側面では、「意味のある目標に向かっていなかった」という点が強調される結果となった。



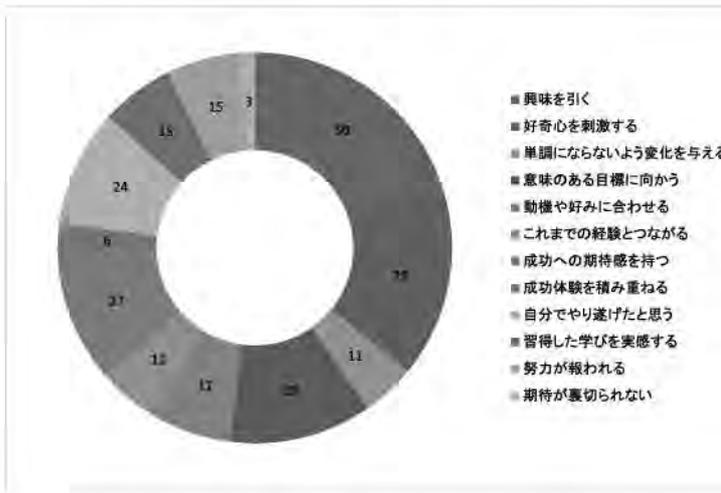
1年生
学習意欲が
高まった側面

n=248



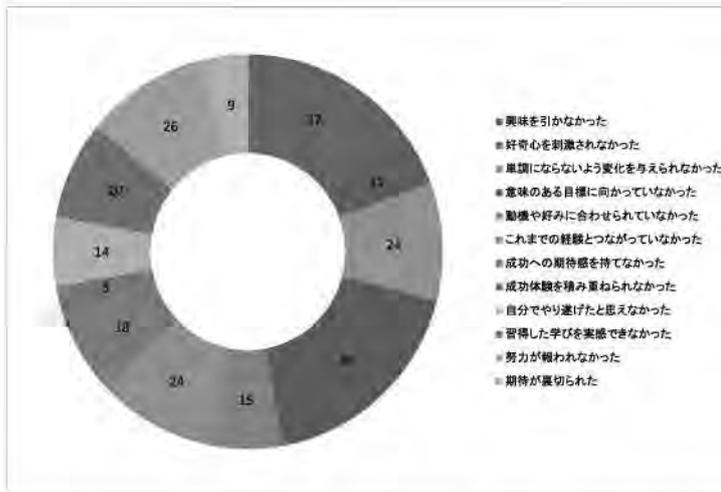
1年生
学習意欲が
高まらなかった側面

n=248



2年生
学習意欲が
高まった側面

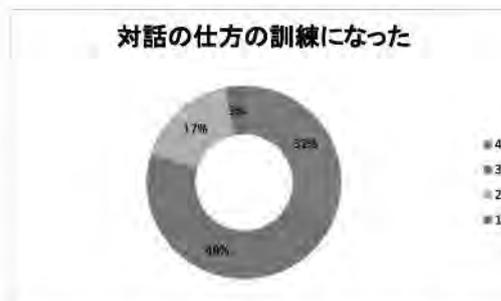
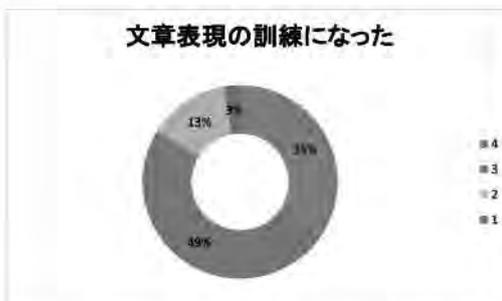
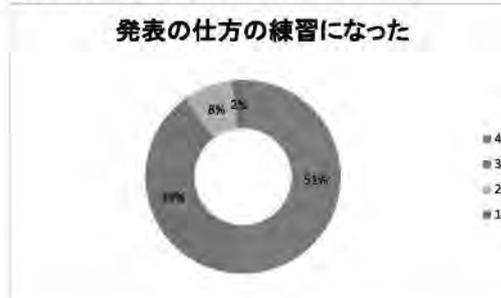
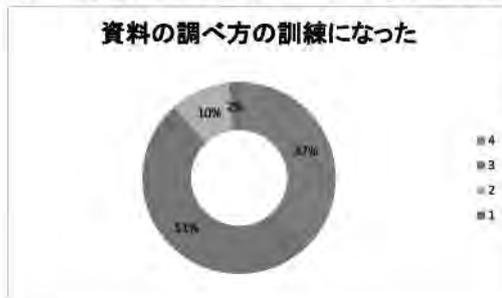
n=215



2年生
学習意欲が
高まらなかった側面

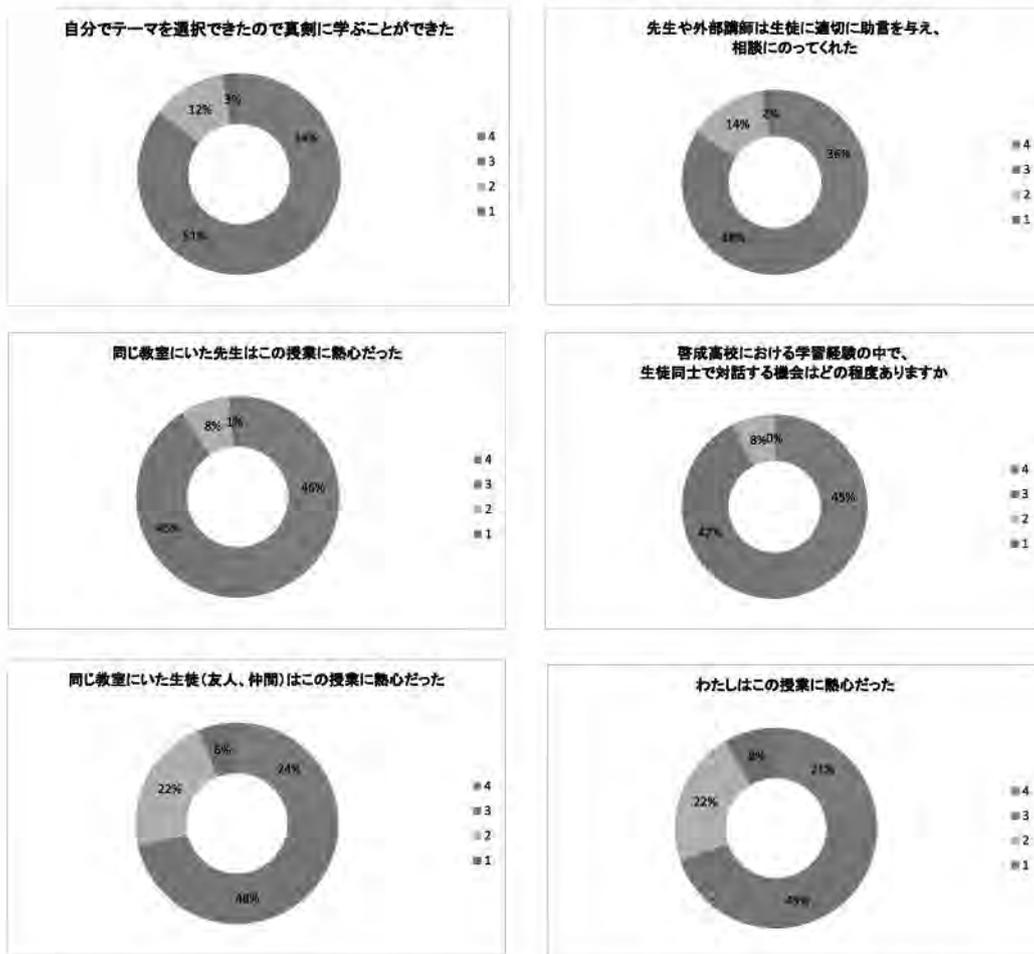
n=215

2年生対象の「2年間の探究学習を振り返ってのアンケート」の回答として80%の生徒が「非常にそう思う」「ややそう思う」とした項目は以下のとおりである。



n=229

4：非常にそう思う 3：ややそう思う 2：あまりそう思わない 1：全く思わない



n=229

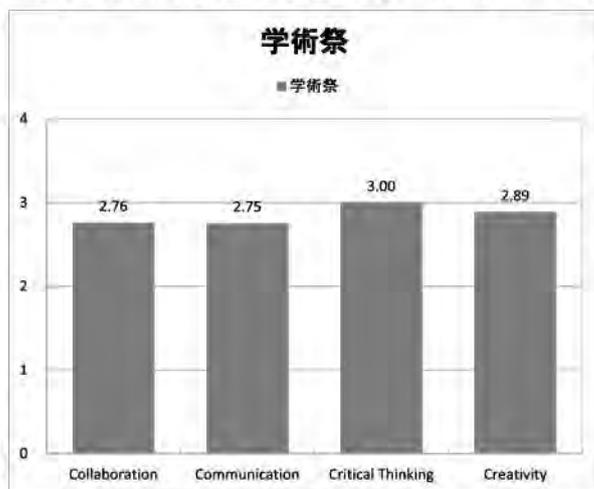
4：非常にそう思う 3：ややそう思う 2：あまりそう思わない 1：全く思わない

一方で課題としては主体性の向上が挙げられ、生徒同士が互いにより刺激を与え合うことで「場を活性化する」ということが実現できていない現状がある。

(イ) 集計結果 (学術祭用ルーブリックによる自己評価)

	Collaboration	Communication	Critical Thinking	Creativity
Level 4	メンバーが集まり回数以上の成果を出すとともに、イメージを共有するビジュアル・コミュニケーションを実践する	「真実・道徳・疑念さを大切にし、物事を考える」ことを土台としたコミュニケーションがとれる	本当にコアな一番大事なところを見抜く目に見えない部分を見抜く	当事者性を発揮し、「自分のメッセージを含めた新しい価値」を創造することができる
Level 3	個人の思考を基盤を持ち寄り、対話によってアップグレードする	・信頼感を待たれる振る舞い ・相手の感情を察する能力 ・自分の考えを発信する能力を備える	みんなが当たり前、常識と知っていることを疑い、関心を持つことで新たな視界をひらく	当事者性を持って熟考し、卓越した部分を選んで組み合わせることができる
Level 2	個人の考えをシンプルに語り、対話のテーブルにのせる	上記 Level 3 のいずれかを備える	「根拠に基づいて疑う」という世の中を正しく見るための基本が十分に身に付いていない	型どおりの取り組み、あるいは、他人の知識によって物知りになるにとどまる
Level 1	個人の思考・対話の質が高まらない	上記 Level 3 のいずれも備えていない	「根拠に基づいて疑う」という世の中を正しく見るための基本が身に付いていない	自分だけの常づきやインスピレーションを上手く捉えられない

学術祭（ポスター形式及びブース形式による発表会）用のルーブリック評価のスコアを集計した。項目は4Cであるが、探究プロセスにおけるルーブリックには細目があり、発表会用のものとは直接比較できないが、結果としてはCreativityのスコアが探究プロセスにおける評価よりも発表会の評価の方が相対的に上昇している。10分8回の発表形式の中では日常的な生徒同士の対話のような関わりがうまく出せなかった。一方で、多様な発表内容に触れて、新たな価値創造への可能性を実感する場面をつくることができた。



Collaboration 2.92 → 2.76
 Communication 2.85 → 2.75
 Critical thinking 3.04 → 3.00
 Creativity 2.77 → 2.89

n=256

(ウ) 指導教諭及び外部アドバイザー、メンター、ファシリテーターによる観察

外部アドバイザーによる「2年生が1年生の発表に対して行う質問がすごく良かった。」との声や、1年生による「来年は2年生のような発表ができるようになりたい」との感想が多かったため、異学年交流を今後さらに進めていく必要がある。

今年度はこの取組が定着している様子がうかがえた。大人でも思い浮かばないような興味深いテーマや、現代社会における問題の核心をついたテーマなど、高度な内容が多く、ここまで考えられるのかと感動した。積極的ではなく、レベルも高くない生徒も、残念ながら少なからず見られるが、全体としては生徒の考え方の深まりを感じ、外部アドバイザー、メンター、ファシリテーターとも嬉しさを共有できた。外部リソースとの教育エコシステムの創生により、引き続き生徒によい刺激を与えられる教育プログラムの研究開発に努めたい。

(4) 「Future Vision (Sustainable future earth)」

ア 仮説

オーストラリアの高校生徒インターネット会議を活用して、SDGsの視座も鑑みながら生物多様性の保全をテーマに「持続可能な社会の実現」を議論することにより、英語コミュニケーション能力が高まるとともに、21世紀型のスキルが育成される。

イ 対象 普通科生徒2年生選択者(12名)

ウ 実施方法

本校で平成25年度より普通科で実施してきた普通科総合学習「探究基礎Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」の取組を、平成29年度より「Future vision」として改善しながら実施したのに伴い、「探究基礎Ⅱ(地球環境システムと社会ゼミ)」は、「Future vision (Sustainable future earth)」として実施している。昨年度に引き続き「海洋プラスチック汚染と生物多様性の保全」をテーマに交流を行った。今年度は、海岸の砂に含まれるマイクロプラスチックの調査手法をオーストラリアのAUSMAPで行っている調査手法を参考に統一し、Survey123を使用して調査データを入力、互いの調査データを蓄積・比較できるようにした。

このSustainable future earthを選択し、オーストラリア研修に参加する生徒は、3月に本校で実施する北海道インターナショナルサイエンスフェアの「海外研修参加生徒が企画・運営する科学・環境フォーラム」を行う。オーストラリア研修では、このSustainable future earthの学びをフォーラムで効果的に伝えるためのショートビデオやアート作品の制作を協働プロジェクトとして実施する。

エ 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

オ 実施内容

月	日	曜	時間		内容
6	11	火	7H		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。
6	12	水	8:00-8:50	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を行う。
6	16	日	12:00-17:00		マレーシア・サバ大学の学生と一緒に石狩浜で漂着ゴミ及びマイクロプラスチックの採取を行う。
7	14	日	9:00-16:00		室蘭イタンキ浜で漂着ゴミ及びマイクロプラスチックの採取を行う。
7	18	木	5H-7H		マレーシア・サバ大学生の学生と一緒に採取物の分別を行い、各地点における漂着ごみの量や種類、マイクロプラスチックの数を調べ、Survey123にデータを入力する。
7	23	火	5H-7H		各自が行ったプラスチックフットプリントの結果を集計し、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。また、海岸の調査手法を共有するためのプレゼンテーションを作成する。
7	24	水	8:00-8:50	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基に、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。
9	5	木	6H-7H		マイクロプラスチック調査の結果及び各グループテーマを報告するプレゼンテーションを作成する。
9	18	水	8:00-8:50	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	19	木	6H-7H		グループごとに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する。
9	26	木	6H-7H		グループごとに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する。
10	3	木	6H-7H		グループごとに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する。
10	22	火	10:50-12:05	インターネット会議④	インターネット会議を活用して、啓成とマレーニーで提起されたそれぞれのグループテーマについて発表し、意見交換を行う。

					オーストラリア研修に参加する他校生も参加し、本校で行っているマレーニー州立高校との海洋プラスチック汚染に関する議論の共有を図る。
11	13	水	8:00-8:50	インターネット会議⑤	インターネット会議を活用して、啓成とマレーニーで提起されたそれぞれのグループテーマについて発表し、意見交換を行う。
11	14	木	6H-7H		啓成学術祭の英語発表資料の作成を行う。
12	5	木	6H-7H		啓成学術祭の英語発表資料の作成を行う。
12	12	木	6H-7H		啓成学術祭の英語発表資料の作成を行う。
12	19	木	6H-7H		啓成学術祭の英語発表資料の作成を行う。
1	23	木	6H-7H		啓成学術祭の英語発表資料の作成を行う。
1	30	木	6H-7H		啓成学術祭の発表練習を行う。
2	6	木	4H-7H		啓成学術祭で、これまでの探究内容を英語で発表し、質疑応答を行う。グループごとに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する。

カ 生徒の自由記述

- ・最初はどちらも緊張していましたが、次第に打ち解けているように思いました。回を重ねる内に、単に英語をしゃべるだけでなく、どこを一番伝えたいのか、一番言いたいことは何か考えられるようになったと思います。
- ・海外の高校で授業をしているようで、とても新鮮な気持ちで取り組むことができました。砂を分別したり、地味な作業がたくさんあったが、地味な作業がなければ何事も成り立たないので、面倒くさがらずに細かい作業こそ丁寧にすることで、より正確なデータを取ることができることを実感した。
- ・将来の私の目標ややりたいことにつながる経験ができました。今の私はそれに向けて何をしなければならぬのかと考えるきっかけになりました。
- ・この会議に参加していない人たちにも広めて、世界的に海洋プラスチック汚染の対策をできるようにしたい。
- ・言語や文化も違う遠く離れた場所で同じことをして、それをまとめて発表し合うというシステムがとても面白いと思った。また、同じ問題について一緒に考えることで問題意識や団結力が向上した。

キ 検証・評価

このマレーニー州立高校とのインターネット会議を活用した環境問題に関する協働的な学びは、本校の国際交流を盛んにし、国際性を育成するSSHの取組を普通科へ広めるために、普通科の生徒を対象に実施している。月1回のペースでインターネット会議を行い、テーマを同じくするフィールド調査を実施し、両国でその結果を比較することで、互いに問題意識を高め、議論を深めることができた。このプログラムはマレーシア研修とも関連させており、1月にはマレーシアの海岸でも漂着ゴミ及びマイクロプラスチックの調査を行っている。海外研修参加生徒は、マレーニー州立高校生及びオールセインツ高校生と協働して、3月のフォーラムを企画・運営し、自らパネリストになりながら道内の高校生に成果を還元する。これらの活動を通して協働・議論する経験は、英語コミュニケーションの向上のみならず、国際性の育成にも大きく役立っていると考えられる。今年度のオーストラリア研修においても、クイーンズランド州政府教育省の関係者がマレーニー州立高校での海外研修時に来校し、本校との科学交流に高い関心と評価を受けている。

このような交流を行うに当たって苦勞するのは、共通テーマを決めることである。そのテーマ決定に当たっては、SDGsは共通言語となっており、その目標と関係のあるテーマから検討すると良いことも分かった。

より充実したプログラムを実施できるように、次年度入学生の教育課程を変更し、第2学年の「Future vision」を2単位に増単した。北海道インターナショナルサイエンスフェアは、継続的にインドの高校生を招へいして実施する計画である。今後、このプログラムをマレーシア及びインドへ広げ、ワールドワイドな学びを提供できるようにしたいと考えている。

5 SSH研修

(1) 「SSH道内研修A(科学技術・ものづくり)」

ア 仮説

理数理科・理数数学・SSH科目で身に付けた学力をベースに、北海道内にある科学技術やエネルギーに関係する企業を視察し、各企業の施設及び技術を実際に見るとともにエンジニアから説明を受ける。これらの活動により、科学技術、エネルギー、環境等に関する見識を深めるとともに、「ものづくり」への興味や理解を涵養できる。

イ 実施内容

- (ア) 概要 金属関連企業及び有珠山ジオパークで研修を行う。
- (イ) 日程 令和元年7月31日(水)～8月2日(金) 2泊3日
- (ウ) 参加 理数科1年生20名(男子18名、女子2名)

- (エ) 宿泊 室蘭市内ホテル
- (オ) 研修 1日目：JSW日本製鋼所室蘭研究所
2日目：日本製鉄株式会社
3日目：洞爺湖有珠山ジオパーク
- (カ) 内容 ○JSW日本製鋼所室蘭製作所
- ・日本製鋼所の概要紹介DVD
 - ・日本刀に関する講義及び鍛刀所見学(佐々木刀匠)
 - ・風力発電に関する講義およびエネルギーに変換する実験
 - ・鍛錬工場見学(世界最大級の14,000トンプレスを用いた熱間鍛錬)
 - ・機械工場見学(旋盤などを用いた加工工程)
- 日本製鉄株式会社室蘭製鉄所
- ・製鉄所の概況説明
 - ・「鉄と鉄鋼がわかる本」をテキストとして鉄の性質について講義
 - ・展示室(コールマインセンター)、高炉・製鋼LD・棒鋼工場見学
 - ・技術研究所で、研究試験作業見学(150分・4班に分かれて4作業実習)

No	見学および体験作業	所要時間
1	熱処理作業見学	30分
2	資料研磨、顕微鏡組織観察、硬度測定	30分
3	引っ張り試験見学	30分
4	SEM、破面観察体験	30分

- ・体験学習まとめ、発表(見学者ホール)
- 有珠山ジオパーク
- 外部講師：吉井厚志(農学博士)みずみどり空間研究所主宰
- ・洞爺湖町ビジターセンターで有珠火山群の説明
 - ・有珠山火口原見学
 - ・火山噴火による植生の攪乱と植生再生過程の考察

ウ 検証・評価

(7) 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 レポート形式による報告書の提出
- c 指導教諭による指導・観察の記録

(4) 評価

- a 集計評価
自然科学への興味：3.6、ものづくりへの興味：3.8。
- b 成果

例年と同様、生徒は最先端のものづくり技術に興味を持って参加した。これまで以上に、積極的に講師に質問を行い、対話的な深い学びを行っていたのが印象的であった。その日の振り返りをホテルで行っているが、実際に現場で働いている研究者の一言一言が深く生徒の心に残っているようであり、目標は達成されたと捉えている。

ジオパークでの研修では、外部講師により理数生物の「植生遷移」と関連した研修も行っており、森林研修とのつながりもあり、より広い自然科学の研修内容となっている。

(2) 「SSH道内研修B(生物環境)」

ア 仮説

本校SSH科目で実施している森林実習を踏まえ、より多様で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することができる。また、大学演習林でのフィールド研究者や博物館学芸員との交流により、自然環境を解明するための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。

イ 実施内容

(7) 概要 大学の演習林等で、フィールド実習を主にした研修を行う。

(4) 日程 令和元年7月31日(水)～8月2日(金) 2泊3日

(ウ) 参加 理数科1年生19名(男子18名、女子2名)

(エ) 宿泊 東京大学富良野演習林セミナーハウス

(オ) 研修

1日目：十勝岳連峰 植生垂直分布観察、噴火による攪乱後の遷移過程観察

講師 本校生物科教諭 植木玲一(ア)(イ)(ウ)
東京大学農学部助教 坂上大翼(エ)

a 十勝岳連峰植生垂直分布観察

○場所 十勝岳温泉～富良野岳登山道(安政火口往復)

○内容 ・ダケカンバ帯、ミヤマハンノキ、ハイマツ帯、硫気荒原トレッキング
・亜高木、低木、林床植物観察

b 高山帯攪乱箇所観察

○場所 望岳台

- 内容 ・大正泥流による攪乱を受けた高標高地区
 - ・ミヤマハンノキ、ウラジロタデ、イワブクロ、ススキ等先駆植物観察
 - c ドロノキ残存林観察
 - 場所 小松原原生林
 - 内容 ・150年前の安政の噴火後に成立
 - ・エゾマツ、トドマツ、アカエゾマツ、ミズナラ、イタヤ、ハリギリ等多様な樹種に先駆的なドロノキが残存
 - ・樹木同定、林床草本観察
 - d 講義「北海道の冷温帯汎針広混交林」
 - 場所 セミナーハウス
 - 内容 ・森林の水平分布と垂直分布、森林研究の意義、科学技術の発展と社会
 - 2日目：東京大学北海道演習林研修
 - 講師 東京大学農学部助教 坂上大翼、技術職員4名
 - a 東京大学北海道演習林で毎木調査
 - 場所 針広混交林極相林10A本沢
 - 野外実習
 - 既設方形区(30m×30m)内の毎木調査(全63本)
 - ・立木位置測定 [電子コンパス+レーザー距離計]
 - ・胸高直径測定 [直径割付巻尺]
 - ・樹高、枝下高、樹冠幅(4方向)測定 [レーザー距離計(TruePulse)]
 - ・林内構造の記録 [デジカメ]
 - GNSS測量デモンストレーション
 - セミナーハウス内作業
 - UAVリモートセンシングのデモンストレーション
 - ・マルチコプター(空撮)
 - ・マルチスペクトルセンサー
 - 測定結果の入力[Excel]
 - ・XY座標データ吸上げ：CSVファイル
 - ・樹種、直径、樹高、枝下高、樹冠幅(4方向)：手入力→4班分のデータの共有
 - 立木位置・樹冠投影図の作成[Forest Window]
 - ・Forest Window読込データの調製、処理：手入力→CSV出力
 - ・樹冠投影図の出力：BMPファイル
 - ・Google Earthに重ね合わせ：イメージオーバーレイ→隅杭緯経度座標の入力
 - ・UAV空中写真との重ね合わせ
 - 種組成・現存量の集計[Excel]
 - 森林構造の考察[解説]
 - ・天然林の構造
 - ・林内構造評価の方策(LiDAR、Braun-Blanquetの優占度階級)
 - 3日目：三笠市立博物館見学
 - 講師 唐沢與希 学芸員
 - a 東京大学北海道演習林で毎木調査
 - 場所 三笠市立博物館
 - 内容 展示資料見学と質疑応答、キャリアパストーク
- ウ 検証・評価
- (7) 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 レポート形式による報告書の提出
 - c 指導教諭による指導・観察の記録
- (4) 評価
- a 本研修の位置付け

本校SSHの3つめの柱に、森林を多面的に見る力等を育てるプログラム開発がある。本研修では、2日目の東京大学北海道演習林研修の中で、特に以下の点に考慮しながらプログラムを組み立てている。

 - ・植生の中でも、「構造」にフォーカスする。森林の構造そのものを調査・把握する中で、リモートセンシング技術(異なるアプローチの調査手法)に触れ、最先端機材デモを実施する。
 - ・位置座標計測、樹高、枝下高、樹冠幅計測等のデータを、電子コンパスとレーザー距離計を用いた測量によって行う。
 - ・室内のデータ処理作業では、ForestWindow等のソフトを使用し、視覚化しやすいものとする。また、各班にPCを用意し、Excel作業等は全員がデータ入力。出力に関わるよう工夫する。

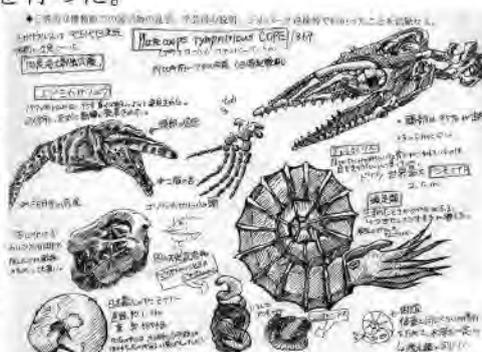
これらの最先端技術に触れた経験や、データ収集から入力・処理・出力を行い、考察してみたという経験は、今後KSI・IIの課題研究を含む研究をアプローチする力の基盤となっている。

さらに、教科指導との関連として、現在「KSI生物基礎」では、森林研修とのつながりから、植生と生態系分野の学習単元を4月～7月の前期に実施している。1年次の理数生物の学習順もこれに準じており、夏季休業中の本プログラム時点では、学習単元を既に終えているとともに、森林研修Ⅲ（木本植物の同定）も普通科に先行して実施している。そのため、本研修は理数生物及び森林研修と密接なつながりを持つプログラムとなっている。

また、本研修で学んだことをもとに、今年度は「KSI」の「科学コミュニケーション」及び「サイエンス英語」のプログラムの中で、日本語及び英語でポスターを作成した。そこでは、本校生徒だけでなく、本校理数科志望の中学生や「さくらサイエンス」で来日したマレーシア高校生に対して、ポスター発表を行った。

b 生徒レポート

生徒に対して各プログラムごとに学習内容をまとめるレポート作成を課した。各項目に対して、数行でまとめて終わりとしてしまった生徒もいた一方で、見たこと聞いたことだけでなく、研修後に自分で調べたことを加えてまとめ、右図のような完成度の高いレポートを提出した生徒もいた（左図は三笠市博物館見学のまとめ）。このレポートからも、本研修が生徒の興味・関心に刺激を与え、学びに対するモチベーションを高めたことがわかる。



c 事後アンケート集計結果

垂直分布と遷移の観察	平均	東大演習林研修	平均	三笠市立博物館見学	平均
研修内容が理解できた	3.8	研修内容が理解できた	3.8	研修内容が理解できた	3.9
研修内容に興味を持てた	4	研修内容に興味を持てた	3.8	研修内容に興味を持てた	4
自然環境への興味が高まった	3.9	自然環境への興味が高まった	3.9	化石・地質に関して興味が高まった	3.9
		データ収集に興味が高まった	3.8	博物館・ジオパークに興味が高まった	3.8
このような研修にまた参加したい	3.9	このような研修にまた参加したい	3.9	このような研修にまた参加したい	3.9

全ての質問に対する平均値が3.8～4.0となっていたこと、「研修全体について満足している」というアンケートに対しての4段階平均値が3.8であったことから、本研修が生徒にとって有意義なものであったことがわかる。また、「一番良かった研修先はどこか」という問いについての答えは、①1日目高山帯や植生変異が2名、②2日目東大演習林5名、③3日目三笠市立博物館が10名であり、事後の研修発表でも三笠市立博物館で学んだことをテーマとする生徒が最も多かった。加えて、本研修のメインではないものの、東大助教授坂上氏の講義の中に出てきた「Society5.0」の概念に興味を示し、研修発表のテーマとして取り上げる生徒が出るなど、生徒の多種多様な興味・関心にたくさんの刺激を与えていた。

(3) 「SSH道外研修(テーマ：最先端科学技術)」

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2年1月7日(火)～10日(金)
- (イ) 場所 つくば・横須賀・東京
- (ウ) 対象 1年普通科生3名、理数科生9名 計12名
- (エ) 日程と内容・訪問場所

1 日目：1月7日(火)

○海洋研究開発機構(JAMSTEC)横須賀本部

- 13:30～14:30 講義「海洋のマイクロプラスチックについて」
海洋生物環境影響研究センター 中嶋亮太 博士研究員
- 14:30～16:00 「しんかい6500」「うらしま」見学
高圧実験水槽圧力実験
- 21:00～22:00 まとめ

2日目：1月8日(水)

- (独)高エネルギー加速器研究機構(KEK)
 - 9:30～9:50 概要ビデオ及び常設展示見学
 - 10:00～10:30 筑波実験棟「Bファクトリー実験施設」
 - 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
 - 14:30～16:00 「実験動物の発生工学について」講義及びラボ見学
- 総務課 山中文雄 室長
- 21:00～22:00 まとめ

3日目：1月9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
 - 11:10～11:30 電子顕微鏡 技術開発・共用部門 杉山直之 NIMSエンゾニア
- 宇宙航空研究開発機構(JAXA)
 - 13:30～17:00 センター紹介、運用管制室、宇宙飛行士養成エリア
「国際宇宙ステーションきぼうの開発」についての講義
JAXA有人宇宙技術センター 中野谷壮吾 技術領域主幹

4日目：1月10日(金)

- 日本科学未来館
 - 10:30～15:30 館内研修、振り返り

ウ 検証・評価

(7) 事前研修

2年前から、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行っている。今年度は12名の生徒をJAMSTEC、KEK、BRC、NIMS、JAXAの5施設に分担し、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、3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。

(4) 研修前と研修中、研修後に、以下の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。また、高校生にとって理解しづらい素粒子や加速器について、KEKを訪れる前夜にその事前研修を行った。

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	4日目
63.1	75.3	82.8	88.1

※ 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。

(7) 事後研修

3月以降、アウトプットとして、授業中や新1年生に対して、事前研修の5班に分かれ、プレゼン資料を作成し、校内で発表する。

本プログラムは校外で認識されており、新入生の本校志望理由が「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。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JAMSTECとNIMSから、生徒の積極的な質疑の態度を評価してもらう好評をいただくなど、生徒の意欲にもプラスに働いたことがうかがえる。

研修中の生徒の意欲を向上させるために、研修計画を立てる際に、本校が重点枠の共同研究を実施している「マイクロプラスチック」の講義をJAMSTECに依頼したこと、北海道出身の研究者のJAXAの研究員に自分の生き立ち、人生観を述べてほしいと依頼することを試みた。事前研修と併せ、本研修を毎年見直し、改善しながら実践していきたい。

(4) 「水の安定同位体比から見た森」

ア 仮説

持続可能な水の保全に最先端技術を活用する方法を考える過程を通して、新たな視点を獲

得し、独自のものをつくりだそうとする姿勢を育てるとともに、環境保全意識を高めることができる。

イ 実施内容

- (ア) 日時 令和元年11月5日(火)午前
- (イ) 場所 北海道大学地球環境科学研究所
- (ウ) 対象 希望者及び海外研修参加予定者23名
サバ大学生5名
オールセインツ中等学校高校生5名
酪農学園大学大学生5名
- (エ) 講師 北海道大学地球環境科学研究所准教授 根岸淳二郎
- (オ) 内容 水の安定同位体比分析による水循環の研究は、流域が有する土壌、地質条件等の影響を受けないため有効な調査手法であることを学ぶとともに雨水と湧水の安定同位体比の調査結果を基に湧水の水源地を推定し、持続可能な地下水脈の確保には、どの森を重点的に保全するのが有効かについて考察する。昨年度に引き続き、「さくらサイエンスプラン」(6)「国際交流プログラム」に記載)を活用して、マレーシアから招聘したサバ大学の学生、オールセインツ高校生及び酪農学園大学の学生と合同で、オールイングリッシュで実施した。

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(本校生徒)
- b レポート形式での報告(マレーシア・オールセインツ中等学校生徒)
- c 指導教諭による指導・観察の記録

(イ) 評価

- a 事後アンケート集計結果(本校生徒)

(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
内容を理解できた	5	10	8	0	2.9
興味を引く内容だった	10	13	0	0	3.4
英語力の向上に役立った	16	7	0	0	3.7
このような研修にまた参加したい	17	6	0	0	3.7

(人)

上記の集計結果から、本プログラムは高い評価を得ており、有意義な研修であったと捉えられる。しかし、「内容の理解」は他項目と比べて4段階平均値2.7と低かった。これは、講義がオールイングリッシュで行われていたものの英語を得意としない生徒もいたこと、1年生は化学履修前のため、元素や同位体についての知識が不足していたことなどが原因であると考えられる。水源のモニタリングに関する内容は、高校では学ぶことができない高度な内容であるが、現在の高校で学んでいる数学、化学の理解を基盤としていることから、事前研修や課題の充実が必要であると考えられる。

- b レポート形式での報告(マレーシア・オールセインツ中等学校生徒)

マレーシア生徒から、「水の同位体に関する講義は有益なものであり、アクティビティもスムーズにできた。また、ミネラルウォーターを使った実験では生徒同士のやりとりがうまくいくよう励ましてくれた。良い研修だった。」とのコメントを得ており、海外生徒にとっても満足のいく内容だった捉えられる。また、この研修は「さくらサイエンス」の2日目のプログラムに位置していることから、本校生徒とマレーシア生徒・学生の間にも距離感がある状態からスタートしていた。講義では、アイスブレイクやミネラルウォーターを使ったアクティビティなどもあったことから、コミュニケーションをとらなければならない機会が与えられたことにより、交流や会話が増えるきっかけとなっていた。また、その協働の中で、ミネラルウォーターも自然からの恵みであり、お互いの故郷で成分や味が異なるという発見できたことは、新たな視点を獲得するとともに環境保全意識の向上にもつながっていた。

(5) 「スペクトル解析・ドローン及び衛星を活用した森林保全の手法」

ア 仮説

森林生態系のモニタリングに最先端技術を活用する方法を考える過程を通して、新たな視点を獲得し、独自のものをつくりだそうとする姿勢を育てるとともに、環境保全意識を高めることができる。

イ 実施内容

- (ア) 日時 令和元年11月5日(火)午後
- (イ) 場所 北海道大学地球環境科学研究所
- (ウ) 対象 希望者及び海外研修参加予定者23名
サバ大学生5名

オールセインツ中等学校高校生 5名
 酪農学園大学大学生 5名

(エ) 講師 北海道大学地球環境科学研究所准教授 Ram Avtar

(オ) 内容 葉の吸光スペクトル及びドローンや衛星の画像を活用したリモートセンシング技術について学び、携帯型簡易スペクトル分析器を使って吸光スペクトル測定を行い、フィールド調査と衛星画像を関連付ける方法について考察した。昨年度に引き続き、「さくらサイエンスプラン」(6)「国際交流プログラム」に記載)を活用して、マレーシアから招聘したサバ大学の学生、オールセインツ高校生及び酪農学園大学の学生と合同で、オールイングリッシュで実施した。

ウ 検証・評価

(ア) 検証方法

- a 5段階のリッカート法による事後アンケート集計
- b レポート形式での報告
- c 指導教諭による指導・観察の記録

(イ) 評価

a 事後アンケート集計結果(本校生徒)

(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
内容を理解できた	2	11	9	1	2.6
興味を引く内容だった	9	12	2	0	3.3
英語力の向上に役立った	16	7	0	0	3.7
このような研修にまた参加したい	17	6	0	0	3.7

(人)

上記の集計結果から、「水の安定同位体比から見た森」と同様に本プログラムは高い評価を得ており、有意義な研修であったと捉えられる。しかし、これも「水の安定同位体比から見た森」と同様に、「内容の理解」は他項目と比べて4段階平均値2.6と低かった。リモートセンシング技術を理解するためには、スペクトルの概念を知っている必要があり、そのことはオールイングリッシュの講義の中で説明されていたものの、理解するのが困難な生徒もいたためであると考えられる。しかし、実際に葉の色をスペクトル解析したり、ドローンを飛ばすなど、体験的に理解を助ける場面もあり、生徒は様々な刺激を受けることで、最先端の研究手法を学んでいた。

b レポート形式での報告(マレーシア・オールセインツ中等学校生徒)

マレーシア生徒から、「リモートセンシング技術の概念やその活用方法についてよく理解できた。また、UAVやドローンを利用することで生物多様性の分析などに活用されていることを知り、感銘を受けた。」とのコメントを得ており、マレーシア生にとってはよく理解でき、新たな視点を獲得できた学習であったことが分かる。また、マレーシア・ボルネオ島の森林減少に関する研究がこの手法を用いた分析の例として挙げられており、マレーシアの高校生にとっては身近な話題として、マレーシア研修に参加する生徒にとっては後の研修に繋がる事前学習の一つとすることができ、環境保全意識を高める学習の一つとなっていた。

(6) 「国際交流プログラム」

ア 仮説

マレーシア・コタキナバル市内の高校の生徒を招聘し、第1学年を中心に授業交流を行い異文化に触れる機会を増やすことにより、英語コミュニケーション力を高めるとともに、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。

イ 実施内容

「さくらサイエンスプラン」を活用し、マレーシア・サバ州のサバ大学及びオールセインツ高校から大学生5名、高校生5名、引率教員1名を招聘し、上記の科学・国際交流プログラムを実施した。サバ大学とは、平成27年7月に学術交流協定を締結し、継続的に、両国の環境保全に貢献しうる人材を育成することを目的とした相互交流を実施している。

マレーシア学生の本校での体験学習として、英語、KSI・I(科学英語、道内研修英語発表会)、KSI家庭、音楽、書道への参加があり、今年度も400名以上の本校生徒とともに文化自然、科学、芸術を学んだ。

〈マレーシア・オールセインツ高校生と交流した授業の時間割〉

	1校時	2校時	3校時	4校時		5校時	6校時	7校時	
	08:55 09:45	09:55 10:45	10:55 11:45	11:55 12:45	12:45 13:25	13:25 14:15	14:25 15:15	15:25 16:15	17:00- 19:00
11/6 (水)	リプレゼン ション 構内 見学	芸術 (5名)	1-3 英語コミュ (5名)	1-7 英語コミュ (5名)	昼食	1-1 英語コミュ (5名)	KSI-I 科学実験	文化交流 (有志)	文化交流 (有志)
11/7 (木)	1-2 英語コミュ (5名) ----- 1-8 英語コミュ (5名)	1-4 英語コミュ (5名) ----- 1-5 英語コミュ (5名)	1-6 英語コミュ (10名)	KSI-II (KSI家庭) (10名)	昼食	KSI-I (道内研 修E発表 (10名)	KSI-I (道内研 修E発表 (10名)	アンケー ト (10名)	文化交流 (有志)

ウ 事前指導・その他の交流

- ・来日1週間前に第1学年でマレーシアに関するプリントを配付し、各教科で5分程度、言語、文化、政治、経済、自然等に関する話題を提供し、マレーシアから学生が交流に来るという意識を高めた。
- ・オールセインツ高校生は、ホスト生徒と一緒に登校し、放課後は、ホスト生徒及び希望する生徒と一緒に過ごし、文化交流を行った。
- ・送別会・修了式は、森林キャンプのプログラムとして行った。

エ 検証・評価

(ア) 検証方法

指導教諭による指導・観察の記録

(イ) 評価

本事業を実施することにより、本校教員の意識が明らかに変容してきた。特に英語科教員全員が、マレーシア学生を生かすための授業研究と準備を行い、その実践が蓄積されてきた。変容する大学入試への対応と相まって、アクティブラーニング型相互交流授業を行うよい機会となっている。また、授業内で交流を行う生徒においても、日常の英語学習の成果を試す機会、今後の英語に対する意欲を高める機会になっている。放課後交流の時間は、マレーシア学生と個人的に話をしたい本校生が学年問わず大勢集まり、楽しく談笑する姿が見られた。本校のこのような交流が校外外に認識されつつあるため、国際交流に関心のある生徒の入学希望は増えてきている。

(7) 「国際森林キャンプ」

ア 仮説

SSH第1期で構築されたサバ大学との連携を活用して、マレーシア・サバ大学、コタキナバル市内の高校生及び酪農学園大学の学生と国際森林キャンプを開催し、野幌原始林の自然を学び、人間社会と複雑に絡み合った生態系や森林資源の保全に関するワークショップ・議論をすることにより、異文化の人と協働する実践力及び多面的にものを見る柔軟な思考力を付けることができる。

イ 実施内容

(ア) 日時 令和元年11月8日(金)～9日(土)

(イ) 場所 北海道博物館、野幌森林公園、酪農学園大学

(ウ) 対象 マレーシア熱帯林海外研修参加予定者8名

ホームステイ受入生徒4名

サバ大学生5名

オールセインツ中等学校高校生5名

酪農学園大学大学生15名

(エ) 講師 酪農学園大学環境共生学類教授 金子正美

酪農学園大学TA、本校生物科教諭

(オ) 内容 ・野幌森林公園において、講師の案内により散策しながら、北海道の冷温帯汎針広混交林について学んだ。

・北海道博物館において、小グループに分かれて北海道の自然及びアイヌ文化を学んだ後、各グループが学んだことを発表し合い、北海道の自然と人間との関わり及び文化を含めた相互理解を図った。

・食事や生活をともにすることにより、それぞれの文化に触れながら交流を行った。昨年度に引き続き、「さくらサイエンスプラン」((6)「国際交流プログラム」に記載)を活用して、マレーシアから招聘したサバ大学の学生、オールセインツ高校生及び酪農学園大学の学生と合同で、オールイングリッシュで実施した。

ウ 検証・評価

(7) 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 レポート形式による報告書の提出
- c 指導教諭による指導・観察の記録

(イ) 評価

- a 事後アンケート集計結果（本校生徒）

（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
英語コミュニケーション力が向上した	10	1	0	0	3.9
異文化の人と協働する実践力が身に付いた	11	0	0	0	4.0
これまで以上に日本を意識するようになった	7	4	0	0	3.6
北海道の自然・文化の理解が深まった	8	3	0	0	3.7
このような機会があるとまた参加したい	11	0	0	0	4.0

（人）

上記の集計結果から、森林キャンプにより、海外高校生と多くのコミュニケーションをとる機会が与えられ、「英語コミュニケーション力の向上」や「異文化の人と協働する実践力の向上」が大きく図られた。博物館見学やワークショップのみならず、衣食住を共に経験することで、食事や余暇を一緒に楽しむことができ、生徒同士が良好な関係を構築できていた。また、参加した生徒の中には、自然科学よりも異文化交流に興味のある生徒もいた。本実践により、そのような生徒にも自然科学についての知見を提供することができ、興味を持つ生徒の裾野を広げることができた。さらに、この研修をきっかけにカナダホームステイ研修を希望する生徒も現れるなど、国際的に活動する人間を育成するファーストステップとして意義のあるものとなった。

- b 事後アンケート（マレーシア・オールセインツ中等学校生徒）

「さくらサイエンス」全体についての質問事項として、「最も印象に残っているプログラムは何か」という問いに対して、「研究室訪問」という回答が1名、このプログラムを含む「日本の文化体験」という回答が4名であった。このことから、北海道博物館の見学や高校生同士の交流が、マレーシアの高校生にとっても、最も大きな刺激となっていたことがうかがえる。また、マレーシア熱帯林海外研修では、本校生徒はマレーシアでこの生徒たちと再会し、より強い絆をつくることができている。次年度も、さくらサイエンス招へい事業の申請を行う必要があるが、本校の重要な双方向国際交流機会となっていることから、申請が通ることを願っている。また、海外研修参加予定者以外の参加希望者が増えていることから、多くの生徒に交流の機会を与えるため、今年度はSSH海外研修とは別にカナダホームステイ研修を実施した。1年生12名の参加があり、今後の国際交流活動の活性化が期待される。

(8) 「マレーシア熱帯林研修」

ア 仮説

マレーシア・サバ大学の研究者から熱帯林の生態系に関する講義を受講し、現地における森林の調査方法や森林保全の取組を学ぶとともに、ボルネオ島の熱帯林の動植物観察、森林再生や自然保護の実習、オールセインツ中等学校の学生と「海洋プラスチック汚染と生物多様性の保全」をテーマとする協働調査を行うことで、アジア共通の問題である生物多様性の保全を解決するために必要な調査能力、異文化の人とも協働交流ができるコミュニケーション力、英語で議論する力、新たなアイデアを生み出す力をより高い水準で身に付けることができる。

イ 実施日 令和2年1月4日（土）～13日（月） 8泊10日

ウ 対象

普通科1年生4名、理数科1年生4名、引率教員1名、コーディネーター1名
課題作文・英語面接を実施し、参加者を決定

エ 研修日程・行程

(ア) 事前学習

- a 9月22日（日）（重点枠SSHオーストラリア海外研修参加者と合同で実施）

円山動物園にて、海外研修に関する説明、円山動物園職員及び酪農学園大学吉中教授による講義、園内動物の生態についての観察を行った。海外研修の説明では、事前研修から事後研修までの流れや取組内容を理解し、北海道インターナショナルサイエンスフェアへの参画意識を醸成した。また、講義では、動物園の役割が動物展示によるレクリエーションや教育効果だけではなく、生物種の保全や調査・研究の目的もあることや、日本と世界の野生生物保護に関する意識の違いについても学んだ。動物園内の見学では、北海道、オーストラリア、マレーシアの野生動物について、吉中教授や本校教諭の解説を聞きながら観察し、その違いや共通点を考察した。

- b 10月22日（火）（重点枠SSHオーストラリア海外研修参加者と合同で実施）

酪農学園大学生命環境学科非常勤講師Khew Ee Hung氏により、オーストラリア、マレーシアの生物多様性の現状に関する講義を行った。また、本校普通科2年生が、「U-18 未来フォーラム」でマレーニ州立高校生と議論している「海洋プラスチック汚染と生物多様性の保全」の内容を本校1年生及び他校の海外研修参加生徒に報告するとともに、海洋漂着ゴミ及び砂に含まれているマイクロプラスチックの分別方法の実習を行い、これまでのマレーニ州立高校との議論の内容を共有した。さらに、実際にマレーニ州立高校とインターネット会議を行い、海洋プラスチック汚染への対応策について議論した。研修の多くは英語で実施した。

c 11月4日(月)、5日(火)、8日(金)、9日(土)(招聘したマレーシアの生徒と合同で実施)

「日本・アジア青少年サイエンス交流事業」で招聘するマレーシア高校生5名、大学生5名とともに、次のa～dの研修及び本校での交流学习に参加し、アジア共通の問題である人間社会と複雑に絡み合った森林生態系を科学技術によりモニタリングし保全する手法を学ぶとともに、北海道及びマレーシアの森林資源の現状と課題を学んだ。研修は、全て英語で行った。詳細は次のとおりである。

(a) 最先端科学技術を活用した水の安定同位体比分析により、水の循環をモニタリングする手法を学ぶ北海道大学での研修

(b) 超小型地球観測衛星を活用したスペクトル分析により、森林をモニタリングする手法を学ぶ北海道大学での研修

(c) ドローンを活用した森林をモニタリングする手法を学ぶ酪農学園大学での研修

(d) 相互理解に基づいた生態系や森林資源の保全に関する議論を行う野幌森林公園での森林キャンプ

d 10月29日(火)、11月15日(金)、12月6日(金)、13日(金)、26日(木)

放課後及び冬季休業中を利用して、英語でのポスター発表準備、メシラウ村でのサイエンス教室、交流準備を行った。

e 10月～12月 英語指導助手の勤務日の昼休みを利用して合計14回英会話学習を行った。

(4) 現地研修

a サバ大学の研究者から、持続可能な生態系保全やエコツーリズムと野生生物保護のテーマについての講義を受け、熱帯生態系の現状について学んだ。

b クリアス川下流域の森林保護区の湿地帯において、テナガザルなど霊長類の生態観察を行い、マングローブ林における生物多様性と役割及び環境保全活動について学んだ。

c ポーリン温泉公園において、低地熱帯林の樹木・草本の階層構造を観察し、熱帯地方の階層構造を体感しながら理解するとともに、植物の環境適応戦略を考察した。

d メシラウ小学校(生徒数約100名)において、アウトリーチ活動として、サイエンス教室を行った。これまでの科学実験と重複しないように実験内容を考慮して、実施した。

e キナバル国立公園において、下部山地林の樹木・草本の垂直分布と遷移を観察し、熱帯地方の垂直分布を体感しながら理解するとともに、植物の環境適応戦略を考察した。

f サバ大学に隣接する海岸において、オールセインツ中等学校の生徒、ロックエクイナム小学校の児童と共に、海洋プラスチックゴミ及びマイクロプラスチックの協働調査を行った。その結果を日本及びオーストラリアの結果と比較することで、地球規模でこの課題に対して考察し、プラスチック汚染に対する改善策について議論を行った。今年度は、持続可能な環境保全を啓発するための環境教育セレモニーに参加した。

g 本校とオールセインツ中等学校は、生物多様性の保全に関して、双方向の科学交流を行っており、この海外研修で学んだ成果を基に、北海道及びマレーシアの生態系保全に関する現状と課題を関連させながら、ポスター発表及び議論を行った。

h オールセインツ中等学校の高年生と一緒に、潮間帯に形成されるマングローブ林の植生や生態系の調査を行い、生物多様性とその役割を学んだ。

(5) 事後学習

a まとめと発表準備

1月中旬～2月上旬に発表会での成果報告準備のため、研修で学んだ日本とマレーシアの生態系と環境問題や、マイクロプラスチックについてマレーシアで行った調査結果と日本・オーストラリアでの調査結果を比較・考察したものを英文ポスターにまとめた。

b 発表会

啓成学術祭(2月6日(木))において、本校生徒に研修成果を報告した。また、北海道インターナショナルサイエンスフェア(3月9日(月)・10日(火))において、研修の成果を研究者、留学生、道内・海外の高校生等と英語で発表・議論する(予定)。

オ 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

b 発表会での報告

c 指導教諭による指導・観察の記録
(4) 評価

a 各プログラムの特筆すべき点について

サバ大学の研修においては、昨年度は2名の講師からマレーシア生態系保全について似た内容の講義を受けていた。それに対し、今年度はCharls氏より持続可能な社会の視点から、Fifty氏よりエコツーリズムの視点から、マレーシアにおける生態系の保全について学んだ。この講義を研修の最初に聴くことができたので、この後の観察・実習では、このような観点を持って取り組むことができた。

メシラウ小学校での科学実験教室では、例年のワークショップ形式を想定して準備していたが、急遽現地小学校からの要望もあり、3名がステージ上で発表した。また、対象はこれまでの小学生に加えて、今年度は幼稚園児も参加しており、英語が通じない、統率がとれないなどの問題が発生する中での実施となった。生徒にとってはそのような想定外の事態にも対応しなくてはならないという良い経験になったが、今後の実施に向けては、英語の説明をより簡単にすること（英語コミュニケーション力の向上はオールセインツ中等学校との交流に重点を置く）、簡単なマレー語（実験でのキーワードや「やめなさい」「聞いてください」など）を準備していくことが必要であると考えた。

海洋プラスチック汚染についての協働研究では、昨年度マイクロプラスチックの採集方法や時間が足らず結果のまとめや協議をできなかったことが反省点であった。そのため、今年度はマイクロプラスチックの採集方法を確立させ、日本・オーストラリア・マレーシアにて統一された方法で調査を行うことができた。また、1月9日に現地調査及び結果のまとめを行い、11日午後に結果の考察やプラスチック汚染に対して我々は何ができるのかといった協議を十分に時間を確保して行った。コーディネーターの元サバ大学講師辻氏からは、「昨年度はこのプログラムが未完了に終わってしまった感じがあったが、今年度は具体的な手法や時間の使い方について改善されたことにより、生徒にとってより良い研修になった。」との評価を受けた。

b 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
自然環境について興味関心が高まった	8	0	0	0	4.0
英語でのコミュニケーションが向上した	7	1	0	0	3.9
英語で発表する力が向上した	6	2	0	0	3.8
英語で議論する力が向上した	5	2	1	0	3.5
将来海外で活躍したいという気持ちが増した	5	3	0	0	3.6
帰ってきて進路や学習への意欲が増した	5	3	0	0	3.6
研修全体に満足している	8	0	0	0	4.0

(人)

アンケート項目の全ての回答で4段階平均値3.5~4.0となっていることから、自己評価ではあるものの、本実践は高い教育効果があることが示された。また、上の表には記載していないが、各プログラムが有意義であったかどうかについてのアンケート項目では、各プログラムに対する4段階平均値が3.8~4.0となっていること、上の表中の「研修全体に満足」が全員4評価であったことから、本実践のプログラムが生徒自身が有意義に感じるものであったことが分かった。

英語に関する項目では、「コミュニケーション力の向上」や「発表する力の向上」に比べて、「英語で議論する力の向上」については4段階平均値が少し低い結果となった。「コミュニケーション力の向上」や「発表する力の向上」の結果については、ホストファミリーとの生活の中で日常会話や自分の意思を伝えることができるようになった、または、英語での発表については日本で十分に事前準備できたことに由来すると考えられる。一方、「英語で議論する力の向上」の結果については、お互いの環境問題や海洋プラスチック汚染について議論する経験はしたものの、英語を堪能に扱えるマレーシア高校生の中での話し合いであったことから、うまく自分の意見を伝えることができなかった様子があった。話し合いの中で、マレーシア高校生の積極性や英語力と比較して自分の取組を捉えたことにより、うまく議論できなかったという印象が残ったためにこのような結果となったと考えられる。ただし、今年度の研修生徒にはもともと英語が得意な生徒が少なかったこともあり、この経験が今後の成長や意欲の向上につながれば成果があったと考える。

c 引率教員による生徒観察

全体的に消極的であり、昨年度までの研修生徒と比較しても英語を得意としない生徒が多かった。事前研修では、自ら質問を投げかける様子が少なかったり、オールイングリッシュの講義に対しては苦手意識を持っていた様子もあり、英語を含めたコミュニケーションについても心配な生徒もいた。しかし、メシラウ村で言葉の通じない小学生と科学実験を通して接していく中で、生徒たちの受け身の様子に変化し、言葉や意思の伝わりづらい相手に対しても物怖じせずに関わっていく姿勢が見られるようになった。言

葉が通じなくでも何とか分かり合えるという経験と、そのコミュニケーションの中で相手が笑顔になってくれるという成功体験が良い方向に働いていたと思われる。そのような状態で、さくらサイエンスプランで多くのプログラムや寝食を共にした経験のあるオールセインツ中等学校生徒と再会し、協働的に活動や議論を行い、ホームステイすることができた。そのため、同年代と英語を使ってコミュニケーションをとったり、課題を解決しようという心や頭の準備ができていたこともあり、プログラムが効果的に働いて、生徒の異文化の人とも協働交流ができるコミュニケーション力、英語で議論する力を向上させることにつながっていた。

事後研修では、本校で行われた学術祭や北海道インターナショナルサイエンスフェア（HISF）にて、研修の内容についてのポスター発表を行った。その準備では、自分たちが経験してきたことを他の生徒にも伝えたいという思いを持ちながらポスター作成を行うことができ、その内容は教員の指導や助言を超えたものを自らの意思で作りに上げていた。海外研修の経験が生徒の発信力や自らアイデアを生み出す力を向上させたと考えられる。

IV 実施の効果とその評価

質問紙法での評価研究～平成31年3月（2019年春）卒業生を対象とした統計データから～
（本校SSH運営指導委員立命館大学伊田勝憲教授との共同研究）

1 はじめに

本校では、立命館大学伊田教授と共同で、SSH仮説の検証を質問紙法で実践する評価研究開発に取り組んでいる。30年度報告書では、平成31年3月卒業生の3年間の軌跡を中心に、理数科生・普通科生ごとに検証し、概要を考察した（30年度報告書P49～51）。その考察の中では男女差も明らかになってきたため、男女別の分析を加えた。本稿では、同卒業生について、進路傾向と合わせた分析を行い、さらに30年度と同様にジェンダーギャップに注目し、分析を試みた。

2 調査の方法（(1)と(2)は30年度報告書p49と同様）

(1) 調査時期：2016年6月、2017年6月、2018年6月。

(2) 調査内容：以下の①～③の設問に区分される計72項目を用いた。

①5つの柱に対応する内容……計47項目を用いた。各項目について「あなたが高校生活の中で学びたい、経験したいと思っている程度」と、「今後の高校生活で学べた・経験できたと思っている程度」を5段階で評定するよう求めた。今までの調査に基づく下位尺度構成は29年度報告書p65 TABLE 1のとおり。②青年期適応や日常生活に関する内容……計20項目を用いた。各項目について「今のあなた自身の感覚や状態に当てはまる程度」を5段階で評定するよう求めた。今までの調査に基づく下位尺度構成は29年度報告書TABLE 2のとおり。③学習意欲や将来の目標等の質に関する内容……計5項目を用いた。4つの高校生像を180字程度の文章で提示し（29年度報告書p68～69TABLE 5）、それぞれ自分にどの程度近いかを5段階で評定するよう求めた上で、4つの中から最も近いものを1つ選択するよう求めた。

(3) 2019年4月に判明した卒業生の最終進路を、表2～7のように14に分類（「学問系統」については、文部科学省の学校基本調査における「学部系統分類表（平成17年度）」を参考にしながら、各大学の現行カリキュラムやコース分けの時期等を考慮して独自に再構成し、卒業生の最終進路を1校ずつHP等での公開情報を参照して分類を行った）し、(2)の質問紙の回答データを集計した。国公立大学合格者数に関しては、2014年以降の経年データも加えた（表1）。

3 結果と考察

表1～7を示し、それらの注目点（数値については、高得点または低得点）を太枠で囲み、その内容を考察に記述した。

(1) 卒業生総数に占める男女別国公立大学合格（進学）者数

表1 卒業生総数に占める男女別国公立大合格（進学）者数

卒業年	卒業生総数		国公立大合格者数			
	男子	女子	男子	%	女子	%
2014年春	154	161	48	31.2	25	15.5
2015年春	154	161	55	35.7	21	13.0
2016年春	144	172	37	25.7	29	16.9
2017年春	159	152	73	45.9	21	13.8
2018年春	156	159	55	35.3	22	13.8
2019年春	141	171	68	48.2	35	20.5
			国公立大進学者数			
2019年春	141	171	60	42.6	31	18.1
（普通科・理系）	66	39	31	47.0	13	33.3
（理数科）	25	12	15	60.0	3	25.0

表1より、本調査対象生徒（2019年春）の国公立大学合格者数は、例年に比べ増加している。男女別ではほぼ毎年女子の割合は男子の半分以下である。本調査対象生徒は普通科理系女子の数値が比較的高かった。「合格者数」と「進学者数」の差は、入学辞退（他大学または浪人）数を反映している。

(2) 最終進路の学問系統別に見る国公立大・私立大進学者数の男女比

表2 2019年春最終進路の学問系統別に見る国公立大・私立大進学者数の男女比

学問系統	国公立大			私立大		
	男子	女子	小計	男子	女子	小計
人文・社会科学総合（教養系）	2	1	3	0	0	0
人文科学系（文学・史学）	3	1	4	3	14	17
社会科学系（法・政・商・経・国際）	7	4	11	20	14	34
人間科学系（哲・心・福・教）	3	2	5	1	9	10
理系総合（入学後に理学・工学等に分かれる）	6	1	7	4	0	4
理学系（数・物・化）	8	5	13	0	0	0
工学系（電・機・建・土・航）	10	0	10	4	1	5
生命系（農・水・動物）	1	3	4	1	2	3
医療系（医・歯・薬・看・療）	4	6	10	7	25	32
生活系（家政・栄・食・被服・住）	0	1	1	0	9	9
芸術系（音・美・書・工芸・デザイン）	1	4	5	2	1	3
スポーツ系（体育）	0	1	1	1	1	2
文理融合系（環境・防災・共生）	15	2	17	1	1	2
計	60	31	91	44	77	121

「人文科学系」「人間科学系」は、国公立大と私立大とで男女比が逆転している。当該学問系統への興味・関心自体は一定程度あるとして、女子が私立大に多く進学している理由を考察する。入学辞退傾向からの類推として、道内国公立大にその分野の学科等の設置や定員が少ないため、道外国公立大を目指しつつ、地理的・家庭的事情等により自宅から通える道内私立大に落ち着いてしまうこと、国公立大の受験科目を忌避して、そもそも国公立大を選択肢から外している（学部・学科選択自体が消極的理由による）こと、などが考えられる。SSH校としては何らかの形で、普通科文系にもキャリアガイダンスを推し進めていく必要がある。

「生命系」「医療系」「生活系」などは、国公立大・私立大を問わず女子の方が多い。ステレオタイプ的なジェンダーギャップと感じられるが、本校も女子の強みとして生かしたいと考える。

(3) SSH仮説ごとの、実際に学べたかどうかの自己評価とさらに学びたいニーズ

表3 最終進路の学問系統別に見る5本柱+1を実際に学べたかどうかの自己評価（3年次）

最終進路	【評】3年 融合・価値 創造力	【評】3年 異文化協働 ・国際性	【評】3年 科学的探究 力	【評】3年 自ら考え行 動する力	【評】3年 課題発見力	【評】3年 森林北海道 多様性
人社総合	2.65	2.10	3.02	2.63	2.40	2.90
人文科学系	2.58	2.33	3.02	2.79	2.72	2.83
社会科学系	2.77	2.34	3.02	3.06	2.93	2.84
人間科学系	2.85	2.33	3.17	3.12	2.66	2.78
理系総合	2.81	2.51	3.04	3.20	3.10	3.14
理学系	2.69	2.03	3.16	2.69	2.53	2.79
工学系	2.93	2.42	3.06	2.84	2.79	2.89
生命系	2.79	2.23	3.18	2.80	2.35	3.42
医療系	2.76	2.17	3.04	3.09	2.78	3.09
生活系	2.53	2.01	3.10	2.75	2.56	3.09
芸術系	2.23	1.43	2.93	2.72	2.26	3.00
スポーツ系	2.83	2.62	3.29	3.60	3.56	2.56
文理融合系	2.71	2.19	2.87	2.90	2.61	2.72
浪人	2.96	2.63	3.27	3.20	2.87	3.05

表4 最終進路の学問系統別に見る5本柱+1を学びたいニーズ(3年次)

最終進路	3年 融合・価値 創造力	3年 異文化協働 ・国際性	3年 科学的探究 力	3年 自ら考え行 動する力	3年 課題発見力	3年 森林北海道 多様性
人社総合	3.11	3.02	3.37	3.89	3.17	3.10
人文科学系	2.70	2.92	2.81	3.39	2.97	2.48
社会科学系	2.92	2.70	3.00	3.61	3.24	2.89
人間科学系	3.12	2.78	3.34	3.62	3.27	2.76
理系総合	3.10	2.81	3.08	3.77	3.13	2.92
理学系	3.15	2.74	3.10	3.75	2.91	2.82
工学系	3.06	2.63	3.10	3.60	2.97	2.74
生命系	3.19	2.77	2.96	4.38	2.92	3.29
医療系	3.15	2.99	3.20	4.01	3.45	3.12
生活系	3.07	2.66	3.06	3.84	3.16	3.07
芸術系	3.03	2.74	3.08	3.58	2.89	3.14
スポーツ系	3.72	4.38	3.81	4.20	4.22	3.78
文理融合系	3.00	2.74	2.98	3.56	2.99	2.72
浪人	3.38	3.19	3.40	3.83	3.43	3.23

「融合・価値創造力」は学び足りないことが窺えるが、学問系統にかかわらず、もう少し学びたい傾向が見られる。

「異文化協働・国際性」が総じて低めとなっており、理系総合とスポーツ系が相対的には学べている。学びたいというニーズも高くはない。生徒ごとの分散も大きく、ニーズの個人差が大きい可能性がある。

「科学的探究力」は、それなりに学べているが、もう少し学びたいニーズも見られる。

「自ら考え行動する力」は、さらに学びたいニーズが最も高く出ている。特に生命系、医療系で高い。

「課題発見力」は、さらに学びたいニーズが高く出ている傾向が見られる。特に社会科学、人間科学、医療系で高い。

「森林・北海道・多様性」を学べたという感覚は、生命系が高く、その進路選択を促進した可能性がある。

理系総合は「学べた」感が相対的には高めの生徒が多い。

スポーツ系は3名のみで、たまたま意識の高い生徒が集まったと推測される。少人数の系統は解釈に注意が必要である(学問系統ごとの人数は表3を参照)。

(参考) 浪人となった37名(男子26, 女子11)の学べた感と3年時のさらに学びたいニーズはともに高い。

(4) SSH仮説ごと、進路学問系統ごとの、青年期適応等の指標と学習意欲の質

表5 最終進路の学問系統別に見る1年次の青年期適応等の指標

最終進路	1年明確な 将来像	1年関係性 充実感	1年知的好 奇心	1年未来社 会への関心	アイデンテ ィティ拡散	プレゼン英 語苦手意識
人社総合	2.19	3.29	3.43	2.57	2.64	4.36
人文科学系	2.64	3.36	3.15	2.99	3.02	3.57
社会科学系	2.48	3.49	3.29	3.16	3.08	3.58
人間科学系	2.86	3.81	3.53	3.21	3.00	4.06
理系総合	2.72	3.67	3.28	3.23	2.88	3.71
理学系	1.92	2.85	3.54	2.85	3.42	4.15
工学系	2.52	3.29	3.57	3.38	3.44	4.03
生命系	2.83	2.94	3.38	3.34	3.44	4.13
医療系	2.95	3.48	3.46	3.24	3.15	3.70
生活系	2.88	3.23	3.36	3.27	3.54	4.07
芸術系	2.03	2.90	2.86	3.23	3.75	3.96
スポーツ系	2.78	3.42	3.22	3.50	3.33	2.83
文理融合系	2.82	3.41	3.33	3.06	3.20	4.05
浪人	2.94	3.30	3.28	3.17	3.21	3.38

表6 最終進路の学問系統別に見る3年次の青年期適応等の指標

最終進路	3年明確な将来像	3年関係性充実感	3年知的好奇心	3年未来社会への関心	アイデンティティ拡散	プレゼン英語苦手意識
人社総合	2.00	3.07	3.19	2.86	3.29	4.21
人文科学系	2.33	3.20	2.88	2.90	3.33	3.74
社会科学系	2.73	3.40	3.08	3.25	3.01	3.56
人間科学系	3.00	3.29	3.10	2.74	3.24	3.71
理系総合	2.25	3.09	2.92	3.42	3.00	3.25
理学系	2.03	2.98	3.28	3.27	3.31	4.23
工学系	2.57	3.17	3.02	3.08	3.08	3.44
生命系	2.46	3.34	3.79	3.41	3.19	3.50
医療系	2.86	3.33	3.18	3.17	3.19	3.47
生活系	2.53	2.97	2.90	2.87	3.20	4.07
芸術系	2.00	3.13	2.47	2.71	2.96	3.63
スポーツ系	3.56	3.75	3.67	3.75	2.67	3.50
文理融合系	2.68	3.05	2.73	3.00	3.15	3.38
浪人	2.73	3.06	3.18	3.28	3.39	3.50

表7 最終進路の学問系統別に見る学習意欲の質（1年次と3年次）

最終進路	1年外発	1年内発	1年消極モ	1年積極モ	3年外発	3年内発	3年消極モ	3年積極モ
人社総合	2.86	2.71	2.00	3.14	2.43	3.86	2.29	3.29
人文科学系	2.23	3.91	2.77	2.86	2.43	3.87	2.39	3.17
社会科学系	2.84	3.82	2.40	3.40	2.86	3.65	2.31	3.14
人間科学系	2.35	3.94	2.29	3.29	2.12	3.47	2.24	2.76
理系総合	2.83	4.08	2.67	3.17	3.00	3.58	2.08	3.17
理学系	3.08	4.38	1.92	3.85	2.62	3.54	2.31	3.62
工学系	3.17	4.22	2.50	3.06	3.22	3.78	2.17	2.89
生命系	2.75	3.88	2.25	3.00	2.38	3.38	1.75	1.88
医療系	2.57	4.11	2.16	2.50	2.48	3.73	2.05	2.38
生活系	2.36	4.21	2.43	3.14	2.73	3.53	2.07	2.93
芸術系	2.50	3.67	3.00	3.83	2.75	3.17	2.58	3.00
スポーツ系	2.33	4.00	2.33	2.00	3.00	3.33	1.00	1.00
文理融合系	2.75	4.25	2.35	2.90	3.20	3.65	2.25	2.50
浪人	2.57	4.11	2.31	2.31	3.30	4.05	2.14	2.46

表5と表6の比較から、2・3年次よりも1年次の状況が最終進路と関連している側面が見られた（特に関係性充実感）。

1年次の「内発的目標」は理系の学問系統で高かった（2年時もこの傾向は続いている）。しかし、3年次には「内発的目標」がほぼ横並びになり、むしろ「外発的目標」の濃淡が前面に出てきている。ただし、3年間を通じて男子の方が女子よりも「外発的目標」が高いため、男子的価値観に全体がシフトしたように捉えられる。

浪人を選択した生徒の「内発的目標」は一貫して高い。「内発的目標」を軸足としつつ、安易な妥協ではない形で「外発的目標」との折り合いをどうつけるかという統合的調整（アイデンティティ形成・キャリア形成と学習課題への価値付けの相互調整）を伴う発達課題の達成には、時間がかかると考えられる。SSH校として、高校在学中にその部分を深掘りできるような指導・支援を推し進めていく指導体制の開発が必要と思われる。今後の重要な課題の示唆を得ることができたと考えている。

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

文部科学省平成30年3月7日付事務連絡において、以下のように中間評価結果と講評をいただいた。それに対してのこれまでの改善状況について下表に添べる。

中間評価の結果「これまでの努力を継続することによって、研究開発のねらいの達成が可能と判断される」

講評順	講評	改善状況(教育内容と生徒の成長)	改善状況(教員体制)
1	<p>学校長のリーダーシップの下、年度ごとに改善点を見だし、改善を行うサイクルが作られていることや、学校の組織体制も第1期の経験から構築されているように見受けられ、評価できる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 右記の「教育の目的」や本校のスクールポリシーを基に各プログラム実践とPDCAサイクルを構築している。 平成29年度末、探究学習プログラム「Future Vision (FV)」評価・検討⇒平成30年度、教員が提案するテーマを選択するゼミから外部アドバイザーが提案する地域テーマを選択する探究へ改善⇒平成30年度、「FV」評価・検討⇒平成31年度、運営について、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へ改善した。 	<ul style="list-style-type: none"> 平成30年度に、「教育の目的」と「北海道教育ビジョン」、「本校が育成を目指す資質・能力」と「アドミッションポリシー」「カリキュラムポリシー」「ディプロマポリシー」「中心となる資質・能力」の提示により、SSHでの実践との関係を明示した。 学校全体を見渡し、より円滑に学校運営を行うため、令和2年度よりこれまでの7分掌を4分掌に統合する分掌改編を行うこととした。これまでのSSH推進部は、総務部と統合し、企画・総務部とすることとした。企画・総務部は、分掌間の調整や、長期的に視野に立った学校の方向性の立案、そのための教員研修の計画など、学校運営の基幹をなす役割を担う分掌であり、SSH事業をはじめ、各種学校行事の運営等を行う。
2	<p>科学的アプローチをデザインする力の育成に向けた取組を実践的に課題研究に適用したことや課題研究が重視された教育内容となっていることは評価できる。今後は、これらの成果を授業改善に結び付けていくことが望まれる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 北海道大学永田教授（SSH運営指導委員）と協働でつくってきた科学デザイン&コミュニケーションの授業プログラムを確立した。 北海道大学永田教授、内田准教授（同）と協働で科学デザイン&コミュニケーション授業テキストを作成し、これを基に、本校教員で授業運営をしている。 科学デザイン&コミュニケーション授業プログラムにより、課題研究における科学デザイン力の向上とプログラムの有効性、プログラム改善の方向性を示すことができ、毎年度改善実施している。 	<ul style="list-style-type: none"> 平成30年度に、令和2年度入学生からの教育課程を改訂した。理数科課題研究に関わるKSI・Iを1年次2単位、普通科総合的な探究の時間を2年次1単位増やし、さらに探究活動重視のカリキュラムとした。 令和元年度から新教育課程に関わる「対話的で深い学びに資する授業改善」をテーマとした校内研修を年4回開催しており、学校全体で全教員・全教科科目の授業改善に資するために課題研究内容や評価の共有化を行っている。 作成したテキストは、3月に道内のSSH校及び道外の重点校SSH校等へ配付予定である。
3	<p>卒業生の協力も得て、組織的な課題研究を行っていることは評価できる。また、教師の指導力向上のための様々な研修を実施しており評価できる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 平成26年度からSSHに関わった卒業生の大学院生・大学生が自ら、課題研究のテーマ設定でのヒアリングや、本校のSSHプログラムの運営の手伝い、研修のTAなどに、延べ200名以上参加している。 平成31年卒業生からは卒業時に全生徒にプログラムを示して協力を呼びかけ、協力体制を組織化した。 	<ul style="list-style-type: none"> 教師の指導力向上については、重点校を活用した「課題研究アカデミー」等を実施し、3年間で延べ100名を超える道内高校教員に課題研究指導に関する研修を実施している。 平成28年度から他校教員の研修（北海道高等学校理科教育研究会と連携）に位置付けた課題研究四分の三発表会では、4年間で延べ49名の教員が指導経験を積んでいる。 平成29年度からは道教委の研修に組み込まれた本校の課題研究発表会に、3年間で30名の初任段階教員が参加した。 上記研修で学んだ他校教員により、課題研究指導スキルを、令和元年度から始まった総合的な探究の時間の運営に取り入れるなどの事例が見られるようになった。 平成26年度から本校SSHでは年1回JICAとの連携による国際的な教員研修（10ヶ国12名程度の研修員を対象とする「小学校理科教育の質的向上」研修）も担当している。
4	<p>インターネットを使った、オーストラリアの高校との連携など、国際性の育成に関する取組が充実しており評価できる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 平成29年度は、マレーシア・オールセインツ中等学校高校生との生物多様性保全（パーム油の環境問題など）に関するインターネット会議を実施した。 平成30年度からは、オーストラリア・マレーニー州立高校生徒との生物多様性の保全（海洋プラスチック汚染など）に関する定常的なインターネット会議を、本校の総合的な探究の時間、相手校のSTEAM授業の教育内容に位置付けて、協働探究プログラムへと発展させている。このプログラムを通して、英語を活用して多様な背景の人々と協働的に活動する力を向上させている。 	<ul style="list-style-type: none"> 令和元年12月に、現地で、本校校長とマレーニー州立高校校長が長期的に連携教育を実施することに合意した。 平成30年度より、英語ボスター作成指導に英語教員が積極的に関わることになった。
5	<p>メタルブリックを作成し、高大接続の改善も意識した取組が行われていることは評価できる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 右記の評価で明らかになった特筆すべき結果として、平成30年度から男女別で分析を行った結果、学習意欲等の質に関する内容では、外発的目標は、男子の方が明らかに高く、内発的目標は、女子の方が高い傾向が見られた。このことは、特に国公立理系に進む女子生徒の比率が男子生徒よりも明らかに低いことと関連していると考えられる。 上記の結果を受け、現在、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懇談会を催すなど、女子のキャリア意識向上の働きかけを行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> 本校SSH5つの柱に沿って、立命館大学伊田教授と連携し評価を改善、実施している。 大学接続を見据えたキャリア意識調査も同時に行っており、アイデンティティベースでの姿勢評価法を研究開発している。

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」について

以下の5つの仮説に基づいた教育実践により得られた課題と研究開発の方向性を述べる。

仮説ア 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

理数科生対象の「課題発見力」については、昨年度の調査において、3年次の「学べた」の項目で、2.95と中央値を下回っており、科学デザイン等の授業プログラムは、検証可能な課題を科学的に解決へと導くことには有効であったが、課題を見付ける力の向上までにはつながらなかった。

KSI・Iの総授業時間数が少なく、KSI・Iの「科学英語」において、指導徹底不足が感じられる場面もあった。

KSI・IIの課題研究においては、テーマ設定の遅れの課題が残った。次年度では、1年次よりテーマ設定のために授業を設け、5月の前半には、実験に取り組めるようにしていきたい。また、理学部・工学部の研究者を招聘し、研究の方向性についてヒアリングする機会を設定し、SSH部員が出張により学校を不在にする夏休み期間や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きたい。課題研究の内容については、情報、工学に強い関心を抱く生徒もいたが、工学分野の研究へと導く仕掛けが不足していたため、それらを研究テーマとする生徒は少数にとどまった。

上記課題解決に向けて、KSI・Iの総授業時間不足については、既に令和2年度から実施するカリキュラムを改訂し、増単することで対応することが決定している。

仮説イ 21世紀型のスキルを意識的に繰り返し使い、「新しい答えを導き出す感覚」を体験させてイノベーション能力を育成する

担当教員や外部講師からは、FVの授業時数が少ないため、生徒が自分の問題として深く考えられたかは、生徒によって温度差があるとの指摘を受けた。このことから、「課題発見力」及び「融合・価値創造力」の向上については、課題として残ったと考えている。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。

次年度に向けては、多様な背景を持つ外部人材及び地域住民等と連携協力し、第2期の課題として残った普通科生徒の「課題発見力」及び「融合・価値創造力」の向上に着目したプログラムを開発する。「課題発見力」向上については、実体験及び協議する場などを設け、生徒たちがSDGsに関連した実社会・地域の課題を自らの課題と捉えることができるような仕掛けを組み込む。まとめた提言を学校内の学術祭だけでなく、地域の商業施設や他の団体の研究発表の場など学校外でも多くの生徒が発信できるようにし、発表の機会を増やす。このような内容充実を図るために、既に令和2年度から実施するカリキュラムを改訂し、2年次の単位数を2単位に増やすことにした。

仮説ウ 先端科学を活用した森林環境教育プログラムの研究開発により、「多面的な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

分野融合的な森林科学教育プログラムを実施しなかった普通科3年次の「融合・価値創造力」については、昨年度の調査において2.66と有意に低かった。普通科生徒の「融合・価値創造力」向上という課題が残った。葉の反射スペクトルを利用して森林環境をモニタリングする研究は、調査手法や解析方法などが難しく、学会レベルの研究成果を得ることはできなかった。

しかしながら、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、新たな価値を創造する力の向上に有効であることから、第2期の課題として残った普通科生徒の「価値創造力」の向上を図るため、科学技術の関連分野を学ぶことができる分野融合的な森林科学教育プログラムを実施する。全生徒対象に、G空間情報を活用した分野融合的な森林科学教育プログラムを実施する。加えて理数科生徒に対しては、バイオミメティクス分野を取り入れたプログラムに発展・深化させる。この中では、生徒が将来、エンジニアとして新しい価値（ものづくり）を創造できるような内容を取り入れる。具体的には、企業の研究者を招聘し、生物模倣技術、特許マップの講義を受講し、森林研修を通して動植物の特異性を新技術に活用するプレゼンテーションを行うなどである。

仮説エ 国際高大連携プログラムの研究開発・実践により、国際的な場で活躍するための「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

第2期のSSH重点枠で活発化した国際交流により、本校生徒の英語を学ぶことに対する意識改革が進んできたが、全校的には英語での対話力はまだ不足している。英語を使う意欲と同時にスキルも伸ばすことに課題がある。「異文化協働・国際性」については、昨年度の調査において、1年次「学びたい」の項目では、普通科生徒3.23、理数科生徒3.40と本評価の測定仮説の中ではいずれも最も低い値であり、本校の

入学生は外国語を使う活動に意欲的でないことがうかがえた。3年次の「学べた」の項目では、普通科生徒2.13、理数科生徒3.14で、留学生TAとの活動機会や英語を活用する発表機会が多い理数科生徒は普通科生徒に1.01ポイントと極端な差をつけて有意に高くなった。これらのことから、理数科生徒は異文化協働に対する消極性は解消されたが、普通科生徒の多くは、解消されなかった。また、普通科生徒の標準偏差が最大値を示し、個人差が大きいことも示された。

次年度に向けては、第2期の課題として残った普通科生徒の「異文化協働・国際性」の向上を図るため、より海外生徒との交流の機会を増やすとともに、英語での対話力の充実を図るため、英語をツールとして使う機会を増やす。また、HISFに参加する生徒の数を増やすとともに、ホームページ等と活用して、HISFの成果の普及を図る。

仮説オ 小中高と連携した科学教育ネットワークの構築により、「自らの頭で考え行動する力」を育成し、理数教育中核校として北海道の科学教育に貢献する

SSH重点枠事業では、北海道の広域性に伴う移動費の問題により、「課題研究アカデミー」に参加できる生徒・教員は札幌近郊に限定せざるを得なかった。

次年度に向けては、SSH重点枠事業を活用した「課題研究アカデミー」により、北海道立教育研究所附属理科教育センターと連携して道内の課題研究の充実化を図るシステムをより活性化し、北海道の「理数探究」や「総合的な探究の時間」等のプログラム開発及び普及に貢献する。アウトリーチ活動については、「自ら考え行動する力」の向上に有効であることが分かった。今後は、第3期の仮説には設定せずに、多くの生徒が学校外でも成果を発信できるように地域と連携をとり、発表に挑戦する機会を増やし、その後のポートフォリオによる振り返り等で「自ら考え行動する力」の向上を図る。

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 令和元年7月18日(木)

(2) 日程

13:50	14:10	14:25	15:25	17:20	17:30
受付	開会	FV 授業視察	研究協議	閉会	

(3) 参加者

ア 運営指導委員

氏名	所属	職名
堀口 健雄	北海道大学大学院理学研究院	院長
内田 努	北海道大学大学院工学研究院	准教授
伊田 勝範	立命館大学大学院教職研究科	教授
黒岩 麻里	北海道大学大学院理学研究院	教授
米根 洋一郎	北海道立教育研究所附属理科教育センター	主査
石井 亮	北海道立教育研究所附属理科教育センター	研究研修主事

イ 北海道教育委員会関係者

氏名	所属	職名
石田 暁	北海道教育庁学校教育局高校教育課	主任指導主事

ウ 学校担当者

氏名	所属	職名
中西 勝範	北海道札幌啓成高等学校	校長
藤井 浩之	北海道札幌啓成高等学校	副校長
伊藤 新一郎	北海道札幌啓成高等学校	教頭
堀内 信哉	北海道札幌啓成高等学校	教諭
植木 玲一	北海道札幌啓成高等学校	教諭
宮古 昌	北海道札幌啓成高等学校	教諭
村田 祐亮	北海道札幌啓成高等学校	教諭

(4) 内容

ア FV授業視察

イ 研究協議

(ア) FV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 FVについて

○本校担当者から、FVの流れの説明、補足を行った。

○委員から教職大学院の現況説明を行った。

○授業視察について、委員から評価を受けた。以下、運営指導委員からの主な指摘、意見を記載する。

・「世界の人たちと友達になろう」のゼミについて

卒業生の活用は評価できるが、SNSの個人情報に留意が必要である。文化のギャップを越えるところまで行っていないので、もう一工夫欲しい。

・「札幌をもっと魅力的な街に」のゼミについて

昨年の成果を生かしておりPDCAサイクルの姿勢が見える。他学年教員も利用しており、チームティーチングで指導体制を厚くしている点や、自作テキストを作成している点が評価できる。政策提言のゴールを明確にしたらなお良い。

・FVの問題点は、IT設備が不足している点と、探究するテーマが、生徒によっては自分ごとになっていない、という点である。

・紙媒体である図書館の利用の機会を増やすことも大切であり、それを生かした反転授業

も試行して欲しい。話し合いやミニ発表では、模造紙でなくホワイトボードの利用が機能的である。

- ・大学での調べ学習は、授業時間外の利用となるので、多忙な高校生には難しい場合がある。
- ・2年理数科の課題研究は、質が高まっている。学術祭までの日程とプログラムのさらなる改善と情報共有、生徒の意欲の継続が望まれる。
- ・マイクロプラスチックの研究では、地域ごとの比較の調査手法を事前に練ると良い。後の展開に効果が現れる。
- ・FVの話し合いは、生徒の主体性を感じるが、議論が発散しすぎの面がある。話し合わせるための生徒による役割分担と話し合う技法の定着や、メンターのアドバイス、先生のフォローも必要である。机の並べ方レイアウトも話し合いに重要な要素である。
- ・探究活動の、中間発表の利点と負担の兼ね合いを整理したい。中だるみを防ぐための手立ては必要であり、ゼミごとのミニ中間発表等を行って意欲を継続させてほしい。探究の進捗状況の情報共有では、SNS等を使ってブログのように書き込むと効率的である。しかし、Web（スマホ等の端末）活用については、校則とバランスをとるのが難しい。

イ 第3期について

- 生徒のキャリア意識の向上について、カリキュラムや学校体制、プログラム改善について意見をもらい、検討を行った。以下、運営指導委員からの主な指摘、意見を記載する。
 - ・女子のキャリア意識が比較的低い点については、理系女子の受け皿が道内にない等、北海道の地理的、または教員構造等の背景がある。
 - ・女性研究者不足は小中の対策が必要であるし、保護者の教育も重要である。
 - ・プログラムとしては、入学時すぐに、女子生徒のみならず全員が進路意識を向上させる機会があったら良い。一般企業の女性にも話してもらいたい。
 - ・伊田先生の研究では、道外国立進学的女子は内発的目標が高く出ている。女子の割合を他校と比べたらどうか等も調べる必要があり、数字のゴールがあれば指導と他校への参考となる。この面に関しても、SSH等での研究が必要である。
 - ・女子生徒だけでなく、進路意識の向上には、進路等に関わる生徒面談を教材化し、バージョンアップさせる必要がある。教育職希望生徒の掘り起こしは社会ニーズに合致している。厚別東小との連携や、コミュニティスクールと生徒の参画を望む。地域性のフォローと3年間の意識付けの仕掛けを行いたい。
- 第3期SSHの計画について、方向性やコンテンツ、実践方法について意見をもらい、検討を行った。以下、運営指導委員からの主な指摘、意見を記載する。
 - ・森林教育プログラムの行き詰まっている点を整理する必要がある。バイオミメティクスは複合的で良いテーマで、発展性がある。昆虫の生態やクモの巣でもプログラムをつくることできる。
 - ・SDGsと全体プログラムとの関わりを示したら良い。また国のSociety5.0に準じて、文理を合体させたゴールを設定し、STEAM教育それぞれの具体を示していきたい。
 - ・課題研究のマンネリ感は12月以降のカリキュラムにある。学年ごとの「つなぎカリキュラム」が非常に重要である
 - ・10年間のSSHプログラム波及を重要視し、本校と地域の小中を巻き込むアピールしてはどうか。

2 第2回SSH運営指導委員会

(1) 期日 令和2年2月6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

氏名	所属	職名
委員長 堀口健雄	北海道大学大学院理学研究院	院長
金子正美	酪農学園大学農食環境学群	教授
永田晴紀	北海道大学大学院工学研究院	教授
内田努	北海道大学大学院工学研究院	准教授
伊田勝憲	立命館大学大学院教職研究科	教授
黒岩麻里	北海道大学大学院理学研究院	教授
木下温	北海道立教育研究所附属理科教育センター	次長
米根洋一郎	北海道立教育研究所附属理科教育センター	主査

イ 主催者代表

石田 暁	北海道教育庁学校教育局高校教育課	主任指導主事
------	------------------	--------

ウ 北海道札幌啓成高等学校

中西勝範	北海道札幌啓成高等学校	校長
伊藤新一郎	北海道札幌啓成高等学校	教頭
堀内信哉	北海道札幌啓成高等学校	教諭
植木玲一	北海道札幌啓成高等学校	教諭
宮古昌	北海道札幌啓成高等学校	教諭
村田祐亮	北海道札幌啓成高等学校	教諭

(4) 内容

- ア SSH第3期に向けて
- イ 啓成学術祭について
- ウ その他

(5) 研究協議での流れ、意見

ア SSH第3期に向けて

- 本校担当者から、第2期までの成果の説明と、第3期の申請書の説明と補足を行った。
- 教科横断の取組と計画について、運営指導委員から意見をもらい、検討を行った。以下、運営指導委員からの主な指摘、意見を記載する。
 - ・教科横断例として北大の新渡戸カレッジがある。例としてマイクロプラスチックの問題について、化学・環境・地理・経済・倫理等多様な視点での議論が可能であることにより、意見表明の瞬発力を磨ける。英語での議論は価値観の多様性も学べる。啓成高校でやっていることにも似ている。
 - ・東大の先端研では文理関係なく研究が行われている。さらに障害者との連携、貢献も重要である。
 - ・2022年高校地理でGISが必修となる。農業や環境保全等、自然科学分野との親和性は高いが、実践事例は少ない。SSHプログラムとして、世界標準であるArcGISのマニュアルをつくと良い。
 - ・KSI保健は大きな進歩である。教科横断を普通科へ回し、カリキュラムマネジメントにつなげたい。

- ・プログラミングと生物多様性の融合は、アプローチが違いすぎるので難しいが、チャレンジングなテーマである。
- その他、第2期までの実践と、第3期申請に関する計画について、運営指導委員から意見をもらい、検討を行った。以下、運営指導委員からの主な指摘、意見を記載する。
 - ・道内他校との連携も重要である。本校で実績のあるネット会議により、他校とのフィールド分担による共同研究や双方向交流も可能ではないか。
 - ・研究時のサイエンス力を高める6要素のうち、結果から解釈、結論とつなげる部分が弱い。PDCAを回すサイクルのためには3/4発表会は良いプログラムである。より強化するために、1年生とのつながりと合わせ、研究のスケジュールの改訂をしたい。
 - ・共同研究コンテンツである、マイクロプラスチックは現地性と漂流性があるが河川調査により生活とのフィードバックに活かせるのではないか。調査のデザインと継続性が重要である。
 - ・生徒が身に付ける資質能力であるピクトグラムはわかりやすい。デザイン力は評価の仕方が問われるだろう。STEAM教育のAとも関連付けさせたい。
 - ・地域の教育資源利用は今後も積極的に進めてほしい。
- 伊田教授により、質問紙法による評価の報告が行われた。
- イ 啓成学術祭について
 - 学術祭に参加してもらい、学術祭の実践とプログラム改善について意見をもらい、検討課題を共有した。
 - 担当者から、今年度の学術祭の改善点の説明を行った。
 - 以下、運営指導委員からの主な指摘、意見を記載する。
 - ・幅広いテーマで興味・関心が喚起される。理数科と普通科でテーマ設定が異なり興味深い。
 - ・生徒が生き生きと発表しており、やらされ感はない。聞く側の質問も良く、生徒の中での議論が深まっており、主体性がみられる。自己開示的な発表で自分史を語る生徒もいて驚いた。司会生徒も良い。
 - ・システムチックな運営で良かった。参観に来る保護者数が増えており、保護者の意識が高まっていると感じる。他校に使えるノウハウを発信すべきである。
 - ・FV・Iのデフォルトを統一してバリエーションをとらせると、指導労力を少なくして効果を高められる。個人研究の同じテーマを集めても良いだろう。
 - ・文献の記入が甘い。ポスターの字、声が小さい発表が見られ、改善も必要である。ユニバーサルデザインも考慮したい。ポスターをB4で作らせると文字が大きくなるため、その分書ける量が減るので、情報を要約する力が付くようになる。予稿集やハンドアウトをつくらせると良い。
 - ・理数科の科学テーマはおもしろい。科学の珍現象に挑むほど、時間が必要であるため、研究の時間配分が肝であろう。

II 令和元年度 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 共通	3年 選択	3年 文型	3年 理型	1年	2年	3年	
国語	国語総合	A	4	5					4		
	国語表現	A	3								
	現代文	B	2								
	現代文	B	4		2		4			2	2
	古典	A	2								
地理歴史	世界史	A	2	2					2		
	世界史	B	4					⑤			
	日本史	A	2								
	日本史	B	4		①	②					
	地理	A	2		④	②			2		
公民	地理	B	4		①						
	日本史研究	4					③	3			
	地理研究	2					③				
	現代社会	2									
	倫理	2		2						2	
数学	政治・経済	2					3	3			3
	倫理	2					②				
	数学Ⅰ	3	3								
	数学Ⅱ	4	1	3							
	数学Ⅲ	5					5	⑦			
理科	数学A	2	2								
	数学B	2		3							
	数学活用	2									
	数学研究Ⅰ	2						②			
	数学研究Ⅱ	2					⑤	⑤			
保健体育	科学と人間生活	2									
	物理基礎	2	2								
	物理基礎	4			②	②					
	化学基礎	2			②						
	化学基礎	4				②					
芸術	生物基礎	2			②						
	生物基礎	4				②					
	地理学基礎	4			②	②	⑤				
	地理学基礎	2									
	理科課題研究	4									
外国語	化学研究	2					②				
	化学研究	2					②				
	化学概論	2			2						
	生物概論	2			2						
	体育	7~8	3	2			2	2		3	2
音楽	音楽	2	1	1							
	音楽Ⅰ	2							②		
	音楽Ⅱ	2									
	音楽Ⅲ	2									
	美術	2			①						
総合	美術Ⅰ	2									
	美術Ⅱ	2			①						
	美術Ⅲ	2									
	工芸	2									
	工芸Ⅰ	2									
外国語	工芸Ⅱ	2			①						
	工芸Ⅲ	2									
	書道	2									
	書道Ⅰ	2									
	書道Ⅱ	2			①						
外国語	書道Ⅲ	2									
	コミュニケーション英語基礎	2									
	コミュニケーション英語Ⅰ	3	4							3	
	コミュニケーション英語Ⅱ	4		4							4
	コミュニケーション英語Ⅲ	4					4	4			4
家庭情報	英語表現Ⅰ	2	2				2	2		2	2
	英語表現Ⅱ	4		2			2	2		2	2
	英語会話	2									
	応用英語	3					③				
	家庭基礎	2					2	2			
理数	家庭総合	4									
	生活デザイン	4									
	社会と情報	2									
	情報の科学	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
	理数物理学	3~10							2	2	④
	理数化学	3~10								3	④
理数	理数生物学	3~10							2	2	④
	理数地学	3~10									④
	課題研究	1~6									④
	KSⅠ生物基礎	2	2								
	KSⅠ・Ⅰ	2							2		
理数	KSⅠ・Ⅱ	4								4	
	KSⅠ・Ⅲ	1									1
	各学科に共通する各教科・科目の計		29	31		29~31	31		19	15	15
	※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		12	17	16
	総合的な探究の時間 名称（探究基礎）	3~6	1	1		1	1		1	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

⑤令和元年度科学技術人材育成重点枠実施報告（【海外連携】）（要約）

① 研究開発のテーマ	国際的科学研究リーダーを育成する北海道課題研究活性化プログラム開発及びネットワーク構築
② 研究開発の概要	本校SSH事業基礎枠で培ってきたマレーシア・サバ州の教育機関との相互交流連携を、新規にオーストラリアに拡大し、課題研究を中心とする3地域間の定常的な科学交流ネットワークを構築する。「北海道理科課題研究アカデミー」、「オーストラリア海外連携プログラム及びトライアングル科学交流ネットワークの構築」、「北海道インターナショナルサイエンスフェア」を研究開発の柱とする。
③ 令和元年度実施規模	北海道札幌北高等学校、北海道札幌西高等学校、北海道札幌東高等学校、北海道札幌国際情報高等学校、北海道札幌月寒高等学校、北海道札幌白石高等学校、北海道大麻高等学校、北海道有朋高等学校、北海道千歳北陽高等学校、北海道岩見沢東高等学校、北海道滝川高等学校、北海道鶴川高等学校、北海道北見北斗高等学校、北海道旭川西高等学校、北海道釧路湖陵高等学校、北海道登別明日中等教育学校、市立札幌開成中等教育学校、市立札幌旭丘高等学校、市立札幌清田高等学校、札幌日本大学高等学校、立命館慶祥高等学校、とわの森三愛高等学校の22校を連携校として実施。
④ 研究開発内容	<p>○具体的な研究事項・活動内容</p> <p>(1) 北海道理科課題研究アカデミーに関わる研修（教員）</p> <p>a 日時 令和元年5月11日（土）、9月4日（水）・5日（木）、11月15日（金）</p> <p>b 内容 講義、事例研究。</p> <p>(2) 北海道理科課題研究アカデミーに関わる研修（生徒）</p> <p>a 日時 令和元年7月26日（金）、8月17日（土）、12月26日（木）</p> <p>b 内容 研究テーマヒアリング、中間発表、英語ポスター作成指導。</p> <p>(3) 重点枠SSHオーストラリア海外研修に関わる事前研修（他校生と合同）</p> <p>a 日時 令和元年9月22日（日）、10月22日（火）、11月16日（土）</p> <p>b 内容 自己紹介、実習、講義、プレゼンテーション、インターネット会議。</p> <p>(4) 重点枠SSHオーストラリア海外研修（他校生と合同）</p> <p>a 日時 令和元年12月7日（土）～12月15日（日）</p> <p>b 内容 プレゼンテーション、自然観察、調査活動、実験、講義、ホームステイ。</p> <p>(5) 重点枠SSHオーストラリア海外研修に関わる事後研修</p> <p>a 日時 令和元年12月26日（木）、令和2年1月15日（水）、2月15日（土）、3月2日（月）</p> <p>b 内容 プレゼンテーション、議論、フォーラム企画、ショートビデオ制作、リハーサル。</p> <p>(6) 北海道インターナショナルサイエンスフェア（予定）</p> <p>a 日時 令和2年3月9日（月）、10日（火）</p> <p>b 内容 ポスターセッション、基調講演、ミニレクチャ、口頭発表、パネルディスカッション、イングリッシュサイエンスチャレンジ、意見交換。</p>
⑤ 研究開発の成果と課題	4段階のリッカート法による事後アンケート、感想記述等により成果と課題をまとめた。
○実施による成果とその評価	<p>(1) 北海道理科課題研究アカデミーのシステム構築により、科学に意欲、関心、能力のある道内の高校生の発掘し、生徒の科学的に探究する能力の向上を図ることができた。また、教員の課題研究指導力の向上を図ることができた。</p> <p>(2) オーストラリア・マレーネー州立高校及びマレーシア・オールセイントス中等学校とのトライアングル科学交流ネットワークの構築を図ることができた。英語コミュニケーション能力、主体性の育成を図ることができた。</p> <p>(3) 北海道立高等学校の生徒への海外研修及び科学国際交流の機会の寄与に貢献した。</p> <p>(4) 北海道インターナショナルサイエンスフェアを開催し、本校及び道内の高校生の国際性の向上及び北海道の科学教育の国際化に寄与した。</p>
○実施上の課題と今後の取組	<p>今後に向けた課題としては、主に以下の4点である。</p> <p>(1) アカデミー参加生徒の消耗品購入費の計上、地方の課題研究指導者の育成、遠方生徒との交流方法を工夫により北海道理科課題研究アカデミーの指導内容の充実を図る。</p> <p>(2) 振り返りの時間を確保し、マレーネー州立高校とのインターネット会議の充実を図るとともに、インド、マレーシアの高校とのインターネット会議を活用した交流を検討する。</p> <p>(3) 海外教育機関との継続した連携関係を構築し、重点枠SSHオーストラリア海外研修の研修内容を継続する。</p> <p>(4) 継続的に海外高校生を招へいし、北海道インターナショナルサイエンスフェアのプログラムの一つであるフォーラムと北海道理科課題研究アカデミーの内容及び関連性をより充実し、道内の国際性を高めるためのワールドワイドな学びを提供できる取組へと発展させる。</p>

⑥ 令和元年度科学技術人材育成重点枠の成果と課題（【海外連携】）

① 研究開発の成果	
<p>1 北海道理科課題研究アカデミーの構築及びプログラムの開発</p> <p>アンケート結果から、研究者、他校教員・生徒との研究の進め方についての議論は、全ての生徒が課題研究を進めるのに役だったと回答している。具体的な記述には、過去2年間と同じように、「研究ってどうやって行くと良いのかが見えてきた」、「研究の進め方が見えてきた」、「やりたいことが整理できた」などの、研究アプローチでのつまづきを発見し、その解決を支援することにとっても有効であったことが分かる。実際に課題研究を指導している教員も、全ての教員が課題研究の指導にアカデミーは役立ったと回答している。</p> <p>北海道立教育研究所附属理科教育センターと連携して道内の課題研究の充実化を図るシステムをより活性化し、北海道の「理数探究」や「総合的な探究の時間」等のプログラム開発及び普及に貢献することができた。また、これまでの参加教員は、国語、地歴公民、数学、英語と幅広く、「教科融合型の教育」を考える基盤ができてきた。英語科教員主導で理科教員と連携を取る事例も現れ、各学校での課題研究活動が推進されている。</p> <p>これらのことから、この北海道理科課題研究アカデミーの役割の一つである課題研究の質の向上には、とても有効であったと考えられる。</p> <p>2 オーストラリア海外連携プログラムの開発及びトライアングル科学交流ネットワークの構築</p> <p>アンケート集計からは、全ての項目で、高い値で肯定的な回答をしている。これらの結果より、事前研修を含めた海外研修は、参加者がそれぞれ刺激し合い、グローバルな課題にチャレンジする意欲を高め、国際性の向上をより高いレベルで引き上げることに有効であったことがうかがえる。</p> <p>昨年度の反省から、今年度は、現地で行う3つの協働プロジェクトがスムーズに進行するように、事前にプロジェクトの提案から進行までの全てを生徒が進めることができるようにリハーサルを行い、説明等に必要なるものを事前に準備した。結果として、引率教員の支援なしで、スムーズに予定のプロジェクトを終えることができた。また、オーストラリアの研究者に助言をもらいながら3地域での調査を比較できるように砂に含まれるマイクロプラスチックの調査手法を統一し、GISを活用してデータを蓄積するシステムを開発した。</p> <p>マレーシアを含めたトライアングル科学交流ネットワークについては、昨年度に引き続き、「海洋プラスチック汚染と生物多様性の保全」をテーマに定常的なインターネット会議を実施して交流を行った。オーストラリア海外研修では、協働プロジェクトを行い、その成果をマレーシア熱帯林海外研修とも連携しながら、北海道インターナショナルサイエンスフェアにつなげている。</p> <p>昨年度は、クイーンズランド州政府教育省教育視察研修マネジャーのMichelle Cowell氏及びクイーンズランド州政府駐日事務所のIori Forsyth氏が本校を訪れ、「インターネット会議を活用した科学交流は、クイーンズランド州政府としてもとても大きく注目しているプログラムである」との評価を受けた。過去2年間、現地での研修にも視察に来られ、生徒のコミュニケーション能力の高さを評価された。このことから、3年間の科学技術人材育成重点枠を活用して、トライアングル科学交流ネットワークは構築されたと考える。</p> <p>3 北海道インターナショナルサイエンスフェアのプログラムの開発</p> <p>アンケート集計からは、全ての項目で、高い値で肯定的な回答をしている。また、自由記述には、今年度も理科教員のみならず他校の英語教員や留学生TAからも、海外の学生とオールイングリッシュで行う2日間の科学交流を今後も継続してほしいという激励の声が寄せられている。これらの結果より北海道インターナショナルサイエンスフェアの実施は、北海道の科学教育の国際化及び国際性を育成する科学教育ネットワークの構築に有効であった。</p>	
② 研究開発の課題	
<p>1 北海道理科課題研究アカデミーの指導内容の充実及び参加方法の工夫</p> <p>北海道理科課題研究アカデミーの役割の一つである北海道の課題研究の活性化について、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 科学部がない学校においては、このアカデミー参加生徒が課題研究を行うに当たり、消耗品・実験器具の購入、実験器具、蒸留水、パソコンやさらには実験室の使用などについて、規定がないため、購入・使用できないなどの課題研究を進める上での課題が見えてきた。 ・ 予算の関係で、参加・指導できる生徒が札幌市内の生徒に限られるという課題が残った。今後は、他校参加生徒の消耗品購入費を計上するとともに、札幌での研修は1回に集中して実施し、残りはインターネット会議等を活用するなど、課題研究を進める上での予算面や遠方の生徒との交流方法を工夫する必要がある。さらには、地域に指導の拠点をつくり課題研究指導者の育成を図ることにより、課題研究アカデミーをより充実した取組へと発展させたい。 <p>2 マレーニー州立高校とのインターネット会議の充実</p> <p>インターネット会議を行うためには、ハード面の整備も課題である。現時点で原因は不明であるが、過去2回、インターネット会議中に通信がかなり不安定となり、何回も会議の中断を余儀なくされた。今後、原因を解明する必要がある。</p> <p>3 海外連携教育機関の開拓と研修の充実</p> <p>本校のオーストラリア訪問の時期が12月であることもあり、大学との定常的な連携関係は構築することができなかった。キャリア教育の観点では、大学訪問もとても重要であると考えている。今後は、キャンパスツアーだけでも実施することができないか検討していきたい。</p> <p>4 北海道における高等学校科学教育の国際化の牽引</p> <p>道内の高校生が海外の学生と2日間オールイングリッシュで科学交流を行う北海道インターナショナルサイエンスフェアのような取組は、北海道では初めての唯一の企画であり、理科教員のみならず他校の英語教員からも注目されている。今後、継続的に海外高校生を招へいし、北海道インターナショナルサイエンスフェアのプログラムの一つであるフォーラムと北海道理科課題研究アカデミーの内容及び関連性をより充実し、道内の国際性を高めるためのワールドワイドな学びを提供できる取組へと発展させる。</p>	

⑦ 科学技術人材育成重点枠実施報告書（本文）

I 研究開発テーマ

国際的科学研究リーダーを育成する北海道課題研究活性化プログラム開発及びネットワーク構築

1 研究開発のねらい、目標、内容

(1) ねらい

過去のSSH事業で培ってきたマレーシア・サバ州の教育機関との相互交流連携を、オーストラリアに拡大し、課題研究を中心とする3地域間の定常的な科学交流ネットワークを構築する。具体的には、北海道立教育研究所附属理科教育センターと連携して道内の課題研究の活性化を図るシステムを構築し、課題研究の質及び科学的に探究する能力の向上を図る。次いで、環境教育及びSTEM教育を推進しているオーストラリアの先進校等との課題研究交流を中心とする連携関係を新たに構築し、SDGsの視座も鑑みながらマレーシア・サバ州、オーストラリア・クイーンズランド州、北海道地域の科学交流ネットワークに発展させる。さらに道内のSSH・SGH校等と連携し、多くの道内高校生及び海外の研究者・高校生を招いて北海道国際サイエンスフェアを開催し、本校及び道内の高校生の国際性の向上を図る。これらのプログラムを通し、多様な価値観や異なる文化的背景を持つ人とグローバルな課題にチャレンジする国境の枠を越えた科学研究リーダーを育成する。この取組を3年間継続することにより、3地域間の定常的なトライアングル科学交流ネットワークを構築し、北海道の高等学校科学教育の課題研究を進展させ国際化を牽引する。

(2) 目標

以下の3つの目標を立て、科学技術分野におけるグローバルな課題に取り組む、国境の枠を越えたリーダーに必要な、科学的に探究する能力、コミュニケーション能力を高いレベルで育成する。また、北海道の高等学校科学教育の課題研究を進展させ国際化を牽引する。

■目標1■

北海道立教育研究所附属理科教育センターの理科教員等対象の課題研究指導研修と連携して北海道理科課題研究アカデミーを構築し、本校の課題研究指導のノウハウを活用することにより、北海道の課題研究の活性化に寄与するとともに、本校生徒及び道内高校生の課題研究の質及び科学的に探究する能力の向上を図る。

■目標2■

オーストラリア・クイーンズランド州の教育機関との新たな連携関係を開拓して、海外研修を実施し、北海道理科課題研究アカデミー及び北海道国際サイエンスフェアと連携した学びと成果発表の機会を提供するオーストラリア海外連携プログラムを開発し、より高いレベルで参加生徒の国際性の向上を図るとともに、海外で活躍する意欲を醸成し、グローバルな課題にチャレンジする者の裾野を広げる。さらには、本校が中心となりオーストラリア・ブリスベンの教育機関とマレーシア・サバ州の教育機関とをインターネット会議を活用してつなげることにより、3地域間のトライアングル科学交流ネットワークに発展させる。

■目標3■

海外研修の成果を報告・普及するこれまでの環境フォーラム及び英語での課題研究発表会等を発展させ、生徒が運営する北海道国際サイエンスフェアを開催し、国際的な場での発表・議論・協働する科学国際交流機会を提供することにより、本校生徒及び道内高校生の国際性の向上を図るとともに、道内の高等学校科学教育の国際化を牽引する。

北海道立高等学校に在籍する生徒は、海外研修の機会是非常に限られている。本研究で、意欲、関心、能力のある道内の高校生を発掘し、国際的な科学技術系人材に求められる力を引き出すことで、北海道教育に貢献する。

※本校が生徒に身に付けさせたい国際性を、次の5点に整理した。

- ・世界の一員としての貢献意識
- ・ESDの視点で物事を捉え、未来から現在を俯瞰し展望を描く力
- ・伝えたいことを的確に表現し議論ができる英語コミュニケーション能力
- ・多様な価値観や異なる文化的背景を持つ人と協働する力
- ・グローバルな課題に挑戦する主体性

この5つの国際性と高度な専門性を備えることにより、多様な価値観や異なる文化的背景を持つ人とグローバルな課題にチャレンジする国境の枠を越えた科学研究リーダーに育つと考える。

(3) 研究開発の内容

ア 北海道理科課題研究アカデミーの構築及びプログラムの開発

北海道立教育研究所附属理科教育センターと連携して、本校の課題研究指導のノウハウを北海道の課題研究の活性化に活用し、本校生徒及び道内高校生の課題研究の質及び科学的に探究する能力の向上を図るためのシステム（北海道理科課題研究アカデミー）の構築を行い、そのプログラムの研究開発を行う。

具体的には、北海道の理科教員を中心とした課題研究指導研修を実施する。課題研究で生徒に身に付けさせたいコンピテンシーをベースに、指導プログラム、指導テキスト、テーマ設定、発表会運営、論文指導、英語プレゼン指導、評価などの指導技法を学ぶ。参加教員は、北海道課題研究ネットワークを構成し、帰校後に生徒と課題研究に取り組む。北海道課題研究ネットワークは、10校程度（参加生徒80名程度）からスタートし、参加生徒は、中間報告会（8月）、英語プレゼンテーション指導（12月）、北海道インターナショナルサイエンスフェア（3月）に参加する。参加生徒には、オーストラリア海外研修への参加機会が与えられる。

令和元年度は、22校を連携校として実施し、3校の生徒が課題研究に取り組んだ。

北海道理科課題研究アカデミーにより、科学に意欲、関心、能力のある道内の高校生を発掘し、生徒の科学的に探究する能力の向上を図ることができた。また、教員の課題研究及び科学英語指導力の向上を図ることができた。

イ オーストラリア海外連携プログラムの開発及びトライアングル科学交流ネットワークの構築

オーストラリアの教育機関との新たな連携関係を開拓して、より高いレベルで参加生徒の国際性の向上を図るとともに、海外で活躍する意欲を醸成し、グローバルな課題にチャレンジする者の裾野を広げるためのオーストラリア海外連携プログラムの研究開発を行う。このプログラムは、オーストラリア海外研修を活用して、北海道理科課題研究アカデミー、本校で実施しているオーストラリア・マレーニー州立高校とのインターネット会議、3月に実施する北海道インターナショナルサイエンスフェアと連携しながら、学びと成果発表の機会を提供するプログラムである。本校が中心となりオーストラリア・ブリスベンの教育機関とマレーシア・サバ州の教育機関とをインターネット会議を活用してつなげ、双方向かつ協働的な3地域間のトライアングル科学交流ネットワークの構築へと研究を発展させる。

具体的には、課題研究等で選抜された本校生と道内他校生が、事前研修で海洋プラスチック汚染と生物多様性の保全等について学んだ後、オーストラリア・クイーンズランド州を訪問し、マレーニー州立高校などとの人的ネットワークを構築し、同校生と課題研究を中心とする科学交流を行う。また、学んだ知見をもとにさらに議論を深め、海外研修の成果を3月に実施する「北海道インターナショナルサイエンスフェア」で発表する。本校生徒は、「啓成学術祭」においても発表する。

実施したオーストラリア海外研修プログラムの内容は、下記のとおりである。

- (ア) マレーニー州立高校でのポスター発表会、科学交流、海洋プラスチック汚染に関する協働プロジェクト
- (イ) オーストラリア動物園での動物観察、動物園管理の講義
- (ウ) ヌーサ国立公園での生態系調査・観察、マイクロプラスチック調査
- (エ) メアリーケインクロス景観保護区での生態系観察、動物種類・個体数の観察記録
- (オ) 事前・事後研修（令和元年9・10・11・12月、令和2年1・2月、各1回）

令和元年度は、他校生を含む14名が海外研修に参加し、英語コミュニケーション能力、主体性の育成を図ることができた。現在、「高校生による科学・環境フォーラム」の企画を行っている。

ウ 北海道インターナショナルサイエンスフェアのプログラムの開発

道内のSSH・SGH校等と連携して、国際的な場で英語をツールとして発表・議論・協働することで、本校及び道内の高校生の国際性の向上を図るとともに、国際性を育成する取組を活性化するための科学国際交流会・研修会（生徒が運営する北海道インターナショナルサイエンスフェア）の開催及びプログラムの研究開発を行う。

この2日間のプログラムは、北海道理科課題研究ネットワーク及び海外研修成果発表会を兼ねており、本校生徒が中心となり企画・運営し、すべて英語で実施する。同時に教科を問わず教員に広く参加を呼びかけ、教員間のグローバル教育を推進するための交流を行う。

令和元年度は、北海道大学留学生に加え、「さくらサイエンスプラン」を活用して、インド高校生を招聘し、より一層の充実を図る計画である。

具体的には、次のような内容を行う予定である。

- 1日目：
 - ・口頭発表（科学分野、地球規模課題 数件）
 - ・英語ポスター発表（科学課題研究（主にSSH校）とESDに関わる探究（主にSGH校））
 - ・研究者による講演、キャリアパストーク

- ・海外研修参加生徒による科学・環境フォーラム
- 2日目：・サイエンスチャレンジ

II 研究開発の経緯

日程	事業	内容
5月11日(土)	アカデミー(本校)	講義、事例研究(教員対象)
6月12日(水)	海外連携プログラム	インターネット会議①(本校生のみ)
7月24日(水)	海外連携プログラム	インターネット会議②(本校生のみ)
7月26日(金)	アカデミー(本校)	研究テーマヒアリング(生徒対象)
8月17日(土)	アカデミー(本校) 海外連携プログラム	課題研究中間ヒアリング(生徒対象) 選考面接
9月4日(水)	アカデミー(理科センター)	講義、事例研究(教員対象)
9月5日(木)	アカデミー(理科センター)	講義、事例研究(教員対象)
9月18日(水)	海外連携プログラム	インターネット会議③(本校生のみ)
9月22日(日)	海外連携プログラム	円山動物園研修(生徒対象)
10月22日(火)	海外連携プログラム	実習・議論・講義(生徒対象) インターネット会議④(他校生参加)
11月5日(火)	海外連携プログラム	さくらサイエンス・北大研修(本校生徒のみ)
11月13日(水)	海外連携プログラム	インターネット会議⑤(本校生のみ)
11月15日(金)	アカデミー(本校)	実践指導研修(教員対象)
11月16日(土)	海外連携プログラム	旅行説明会、議論、ポスター作成
12月12日(木)	アカデミー(理科センター)	講義、事例研究(教員対象)
12月7日(土) ～14日(土)	海外連携プログラム	オーストラリア海外研修 プレゼン、自然観察、調査、実習、講義
12月26日(木)	海外連携プログラム	帰国報告、議論・フォーラム準備(企画)
1月15日(水)	海外連携プログラム	フォーラム準備(企画、役割分担、ビデオ製作)
2月15日(土)	海外連携プログラム	フォーラム準備(ビデオ完成、企画)
3月2日(月)	海外連携プログラム(予定)	サイエンスフェアリハーサル
3月9日(月) 10日(火)	サイエンスフェア(予定)	ポスター発表、講演、フォーラム イングリッシュサイエンスチャレンジ等

III 研究開発の内容

1 北海道理科課題研究アカデミーの構築及びプログラムの開発

(1) 研究仮説1

北海道立教育研究所附属理科教育センターと連携して、他校の教員が課題研究指導のノウハウを学びながら各校で課題研究を行うシステム(北海道理科課題研究アカデミー)を構築することにより、理科課題研究を行う道内の高校が増加するとともに、本校生徒及び道内高校生の課題研究の質及び科学的に探究する能力が向上する。

(2) 研究内容・方法・検証

北海道立教育研究所附属理科教育センターと連携して、本校の課題研究指導のノウハウを北海道の課題研究の活性化に活用し、本校生徒及び道内高校生の課題研究の質及び科学的に探究する能力の向上を図るためのシステム(北海道理科課題研究アカデミー)の構築を行い、そのプログラムの研究開発を行った。

ア 北海道理科課題研究アカデミー(教員)

(ア) 目的

北海道立教育研究所附属理科教育センターの理科教員等対象の課題研究指導研修と連携して北海道理科課題研究アカデミーを構築し、本校の課題研究の指導技法を普及させ、北海道の課題研究の活性化に寄与する。

(イ) 実施日

令和元年5月11日(土)、9月4日(水)・5日(木)、11月15日(金)

(ウ) 連携校・講師

a 連携校

北海道札幌北高等学校、北海道札幌西高等学校、北海道札幌東高等学校、北海道札幌国際情報高等学校、北海道札幌月寒高等学校、北海道札幌白石高等学校、北海道大麻高等学校、北海道有朋高等学校、北海道千歳北陽高等学校、北海道岩見沢東高等学校、

北海道滝川高等学校、北海道鶴川高等学校、北海道北見北斗高等学校、北海道旭川西高等学校、北海道釧路湖陵高等学校、北海道登別明日中等教育学校、市立札幌開成中等教育学校、市立札幌旭丘高等学校、市立札幌清田高等学校、札幌日本大学高等学校、立命館慶祥高等学校、とわの森三愛高等学校の22校を連携校として実施。

b 講師

北海道立教育研究所附属理科教育センター主査 柳本高秀
滋賀医科大学医学部医学科生命科学講座准教授 成瀬延康

(エ) 実施内容

- ・ 課題研究の指導における根本となる考え方や理論に関する講義を行い、生徒による研究発表の事例から、具体的な指導の観点について意見交換を行った。
- ・ 地球規模課題の解決に向けて、各グループで研究テーマと研究計画を考え、発表し、講師の方々による評価を受けながら、課題研究におけるテーマ設定とストーリー作成のポイントについて理解を深めた。
- ・ 本校の課題研究指導の知見を活用した課題研究技法に関する事例研究・ワークショップを行い、参加教員、講師と課題研究指導に関する情報交換を行った。



講義の様子

(オ) 検証と評価

a 検証方法

4段階のリッカート法による事後アンケート集計、感想記述

アンケート項目	高評価 ← → 低評価				平均
	4	3	2	1	
課題研究の指導の流れをイメージできるようになったか	14	0	0	0	4.0
課題研究指導のポイントを理解できたか	12	2	0	0	3.9
課題研究の指導にアカデミーは役だったか（役立つと考えるか）	14	0	0	0	4.0
このアカデミーは貴校での課題研究推進に役立つか	8	6	0	0	3.6
感想					
<ul style="list-style-type: none"> ・ 本校では、今年度から探究活動を行うことになりました。理科の課題研究の進め方と同時に、貴校での探究活動の運営方法等についても情報を得ることができ、とても役立ちました。 ・ 講師の先生から与えられた課題について、研究テーマとその研究計画を話し合う過程で、大学で求められる視点が見えてきました。一方で、高校生の多様な研究テーマを実際の課題研究へと進めていく苦労話も聞けて、充実した1日になりました。 ・ 英語教員ですが、本日の研修を参考に、本校の理科教員とも連携しながら生徒と一緒に課題研究に取り組もうと思っています。 					

b 評価

アンケート集計では、全てが肯定的な回答であることから、参加教員は課題研究指導のノウハウを共有でき、この取組は課題研究の指導に有効であると考えられる。昨年同様、英語発表に興味のある生徒が課題研究にチャレンジし、アカデミーに参加した英語教員が理科教員に協力を求め課題研究を行う事例があり、SSH校以外でも課題研究が広がりつつある。

イ 北海道理科課題研究アカデミー（生徒）

(ア) 目的

本校の課題研究指導と連携して、北海道理科課題研究アカデミー参加教員が各校で課題研究を指導することにより、本校の課題研究の指導技法を普及させるとともに、本校生徒及び道内の高校生の課題研究の質及び科学的に探究する能力の向上を図る。

(イ) 実施日

令和元年7月26日（金）、8月17日（土）、12月26日（木）

(ウ) 参加者・指導者

a 参加者

北海道札幌東高等学校、北海道札幌月寒高等学校、北海道札幌国際情報高等学校の生徒・教員

b 指導者

酪農学園大学農食環境学群循環農学類資源植物学研究室教授 我妻尚広

千歳科学技術大学理工学部電子光工学科教授 長谷川誠

北海道大学理系大学院生の海外留学生 3名

(エ) 実施内容

- ・他校生と一緒に、進めている課題研究の研究アプローチについてヒアリング・議論し、課題研究の見直し・修正を行った。
- ・課題研究の中間発表を行い、外部講師、参加生徒との議論を通じて研究を推進する一助とした。
- ・留学生と協働で、課題研究ポスターを英語に置き換えていく作業（研究内容を講師に伝え、助言や質問を聞き取り改定箇所を明らかにし、講師と対話しながらより良い英語ポスターへ改善する作業）を行い、英語での科学コミュニケーションスキルを高めた。

【課題研究ヒアリング】

- ①おいしくなるまんじゅうの解凍方法について 札幌東高校
- ②ヒートアイランドを軽減する道路素材の研究 札幌国際情報高校
- ③教室の二酸化炭素濃度と眠気の関係 札幌月寒高校
- ④シダ繊維の可能性 札幌啓成高校

(オ) 検証と評価

a 検証方法

4段階のリッカート法による事後アンケート集計、感想記述、教諭の観察記録

アンケート項目	高評価 ← → 低評価				平均
	4	3	2	1	
ヒアリングや中間発表は、課題研究を進めることに役立ちましたか。	12	0	0	0	4.0
英語ポスター作成に役立ったか	9	3	0	0	3.8
感想					
<ul style="list-style-type: none"> ・大学の先生が色々と質問をしてくれたり、アイデアをくれたので、研究の進め方が見えてきました。 ・違う人たちから意見をもらったり、他の研究内容に触れることにより、研究ってどうやって行くと良いのかが、見えてきました。とても貴重な日になりました。 ・昨年も参加させていただきましたが、改めて高校生同士でこのような活発な意見交換ができる環境をつくってくださり、ありがとうございます。このような取組を行っていることをもっと知ってもらう必要がありますね。(引率教員) 					

b 評価

アカデミー参加生徒は、実際に各校で課題研究を実践し、引率教員は、課題研究の指導経験を積んだり、自校の理科教員と連携して課題研究を進めることができた。また、研究者及び他校生との意見交換により、様々な視点や考えに触れることができ、科学研究の面白みを体験するとともに、研究アプローチを学ぶことができた。

このような場を設けるのは、互いの課題研究の質の向上にとっても有効であったと考える。また、アカデミーの引率に理科以外の教員の参加もあり、教科横断の観点でも有意義な場となっている。

2 オーストラリア海外連携プログラムの開発及びトライアングル科学交流ネットワークの構築

(1) 研究仮説 2

SDGsの視座も鑑みながら環境教育及びSTEM教育を推進しているオーストラリア・クイーンズランド州の先進校等と生物多様性保全及び課題研究でつながる連携関係を新たに開拓して、海外研修を実施し、北海道理科課題研究アカデミー及び北海道インターナショナルサイエンスフェアと連携した学びと成果発表の機会を提供することにより、より高いレベルで参加生徒の国際性が向上するとともに、海外で活躍する意欲を醸成され、グローバルな課題にチャレンジする者の裾野が広がる。オーストラリア・ブリスベンの教育機関とマレーシア・サバ州の教育機関とをインターネット会議を活用してつなげることにより、3地域間のトライアングル科学交流ネットワークに発展する。

(2) 研究内容・方法・検証

オーストラリアの教育機関との新たな連携関係を開拓して、海外で活躍する意欲を醸成し、より高いレベルで参加生徒の国際性の向上を図るとともにグローバルな課題にチャレンジする者の裾野を広げるためのオーストラリア海外連携プログラムの研究開発を行った。

ア 海洋プラスチック汚染と生物多様性の保全に関わる研修（本校生、他校生）

(ア) 目的

- ・北海道とオーストラリアの生物多様性及び保全について学ぶ。
- ・インターネット会議を活用しながらオーストラリア・マレーニー州立高校の生徒と海洋プラスチック汚染について議論する。
- ・マレーニー州立高校訪問時に行う議論、協働活動の内容を話し合う。

(イ) 実施日

令和元年9月22日（日）、10月22日（火）、11月16日（土）

(ウ) 講師

酪農学園大学生命環境学科准教授 吉中厚裕
酪農学園大学生命環境学科非常勤講師 Khew Ee Hung

(エ) 実施内容

- ・令和元年9月22日（土）、10月22日（火）の研修に関しては、基礎枠報告「5(8)④ア事前学習（p45）」に記載の内容を参照。
- ・11月16日（土）午前は、旅行代理店による「重点枠SSHオーストラリア海外研修」旅行保護者説明会を実施し、旅行日程・内容の確認及びホームステイ事例研究を行い、ホームステイ等の旅行に関する不安を解消した。午後は、3月に行うフォーラムの概要を検討し、マレーニー州立高校の生徒と協働で行うプロジェクト（ショートビデオ及びアート制作）の内容を決定した。また、現地で使用する課題研究発表ポスターの修正を行った。

イ インターネット会議による生物多様性に関わる研修（本校生のみ）

基礎枠報告p45に記載の「Future vision (Inquiry about sustainable future earth)」のプログラムに参加し、「海洋プラスチック汚染と生物多様性の保全」について、マレーニー州立高校の生徒と海岸のプラスチック汚染に関する共同調査を行い、インターネット会議を通して調査結果及び解決策等について意見交換を行い、海洋プラスチック汚染問題について学んだ。

ウ マレーシア高校生との科学交流（本校生のみ）

基礎枠報告p45に記載の研修に事前研修として参加し、アジア共通の問題である人間社会と複雑に絡み合った森林生態系の現状と課題及び科学技術により森林資源等をモニタリングし保全する手法を学んだ。

エ 重点枠SSHオーストラリア海外研修

(ア) 目的

北海道理科課題研究アカデミーで学んだ道立高等学校の1・2年生及び本校2年生の希望者を対象に選考し、オーストラリア動物園及びヌーサ国立公園のレンジャーから特有な生物多様性を有するオーストラリアの野生動物保護の取組及び環境政策について学ぶとともに、課題研究発表による現地高校生との議論及び海洋プラスチック汚染問題に関する協働プロジェクトを行うことにより、国境の枠を越えたリーダーに必要な、科学的に探究する能力、コミュニケーション能力の向上を高いレベルで図る。

(イ) 実施日

令和元年12月7日（土）～12月14日（土） 5泊8日

(ウ) 参加者・引率者

a 参加者（14名）

本校生徒に関しては、インターネット会議での取組姿勢・小論文試験・英語面接・成績の総合評価による選考を実施して参加者を決定した。本校以外の生徒に関しては、自己アピール文・課題作文・推薦書・英語面接による厳正な審査による選考を実施して参加者を決定した。

参加者の内訳は以下のとおりである。

北海道札幌啓成高等学校普通科2年生 7名
北海道札幌啓成高等学校理数科2年生 5名
北海道札幌国際情報高等学校国際文化科2年生 1名
北海道札幌月寒高等学校普通科1年生 1名

b 引率責任者及び講師

引率責任者：北海道札幌啓成高等学校 校長 中西勝範
引率教員：北海道札幌啓成高等学校 教諭 藤野真人

c 外部講師

酪農学園大学環境共生学類 准教授 吉中厚裕

(エ) 研修日程・行程

月日	訪問先等	現地時刻	実施内容
12/7 (土)	新千歳空港発	14:20	航空機利用 台北空港乗り継ぎ
12/8 (日)	ブリスベン空港着 クイーンズランド博物館	10:50	入国手続き後、専用バスで移動
		12:30	大陸形成史、生物多様性に関する研修
	マレーニー州立高校	14:00	専用バスで移動
	16:00	ホストファミリーと面会	
		16:30	ホームステイ
12/9 (月)	マレーニー州立高校	08:30	(午前) 歓迎会、海洋汚染及び取得データの考察、 海洋汚染の現状及びGISに関する講義 (午後) GISに関する講義、汚染マップ作成及び取 組普及に関する協働プロジェクト
		15:30	ホストファミリーと移動
		16:00	ホームステイ
12/10 (火)	マレーニー州立高校	08:30	(午前) 課題研究発表会、探究的な科学交流(作製) (午後) 探究的な科学交流(作製、競技)
		15:30	生徒はホストファミリーと移動
		16:00	ホームステイ
12/11 (水)	オーストラリア動物園及び 野生動物保護病院	09:00	(午前) 固有動物の講義、動物観察、動物園管理の 講義・学びの共有 (午後) 病院視察、研究者と議論
		15:30	ホストファミリーと移動
		16:00	ホームステイ
12/12 (木)	ヌーサ国立公園	10:00	生態系観察、動物種類・個体数の観察記録、考察、 まとめ、マイクロプラスチック調査
		18:00	ホストファミリーと移動
		18:30	ホームステイ
12/13 (金)	メアリーケインクロス景観 保護区	10:00	生態系観察、動物種類・個体数の観察記録、考察、 まとめ
		15:00	専用バスで移動
	ブリスベン空港発	23:10	航空機利用
12/14 (土)	新千歳空港着	13:10	台北空港乗り継ぎ 入国手続き後、空港で解散

オ 実施内容

【クイーンズランド博物館】

- (7) クイーンズランド州に産出する鉱物資源、動植物化石及び生息する動植物の標本を見学し、オーストラリア大陸の形成史及び生物多様性について学んだ。

【マレーニー州立高校】

- (7) オオヒキガエルの解剖を行い、胃の内容物の調査を行った。その後、それぞれの地域の海岸で取得したマイクロプラスチックのデータの考察を行い、海洋プラスチック汚染と生物多様性保全及び今後の汚染マップの作成について議論を行った。また、3月に実施するフォーラムに関する協働プロジェクト(ショートビデオ及びアートの制作)を行った。
- (8) 北海道札幌啓成高等学校及び「北海道理科課題研究アカデミー」で実施している課題研究の成果とマレーニー州立高校のSTEAMクラスで実施している環境分野の研究成果を互いに発表した。
- (9) 与えられた材料で与えられた加重に耐える建造物を作製し、その建造物の高さを競う探究的な科学交流を行った。

【オーストラリア動物園及び野生動物保護病院訪】

- (7) 動物病院の研究者等から、クイーンズランド州南東部のゴンドワナ多雨林の生態系、オーストラリアにおける野生動物保護の取組について学んだ。また、現地高校生と一緒に園内の動物を観察し、観察記録を基に、日本とオーストラリアの動物園の役割及び野生動物と人間との関わりについて、外部講師から解説をもらいながらその類似点と相違点について意見交換を行った。

【ヌーサ国立公園】

- (7) 生物多様性の高いヌーサ国立公園において、マングローブ林及び熱帯雨林を観察し、森林の階層構造、生物多様性とその役割、公園管理について学ぶとともに、動植物の

環境適応戦略を考察した。また、海岸のマイクロプラスチック調査を行った。

【メアリーケインクロス景観保護区】

- (7) メアリーケインクロス景観保護区(標高400~500m)において、ヌーサ国立公園(標高40~150m)で観察したマングローブ林及び熱帯雨林との植生を比較しながら、内陸部における植生や生息動物の違い、その適応戦略を考察した。



プロジェクトの話合い



解剖の様子



科学交流の様子



自然観察

カ 科学・環境フォーラム準備研修

(7) 目的

- 海外研修で学んだことを還元する活動を研修参加生徒が企画・実施し、海外研修及び還元活動の成果を「海外研修参加生徒による科学・環境フォーラム」において発表することにより、主体性を伴ったグローバルな課題にチャレンジする主体性を育成する。

(イ) 実施日

合同研修 : 令和元年12月26日(木)、令和2年1月15日(水)、2月15日(土)、3月2日(月)

(ウ) 実施内容

- オーストラリアでの課題研究発表を踏まえ、課題研究において、再検討を要すると思われる点について修正を行った。
- 各自が海外研修で学んだ生物多様性保全の視点を、「SSHマレーシア熱帯林海外研修」参加生徒に報告をした。
- 3月に実施する「北海道インターナショナルサイエンスフェア」での「海外研修参加生徒による科学・環境フォーラム」の内容・流れ、役割分担を決定した。
- フォーラムの流れに合うように、マレーニー州立高校で収録してきたショートビデオ及び制作してきたアートに修正を加えた。
- 現在、フォーラムの SCRIPT を作成中である。今後、何度もリハーサルを行いながら本番に備える。

キ 検証と評価

(7) 検証方法

4段階のリッカート法による事後アンケート集計、感想記述、引率者の観察記録

アンケート項目	高評価 ← → 低評価				平均
	4	3	2	1	
クイーンズランド博物館での研修について	7	7	0	0	3.5
マレーニー州立高校での研修について	13	1	0	0	3.9
オーストラリア動物園での研修について	12	2	0	0	3.9
ヌーサ国立公園での研修について	10	4	0	0	3.7
メアリーケインクロス景観保護区での研修について	9	5	0	0	3.6
ホームステイについて	13	1	0	0	3.9
環境問題について関心が深まった。	13	1	0	0	3.9
オーストラリアの自然について興味・関心が高まった。	11	3	0	0	3.8
感想					
<ul style="list-style-type: none"> 意見を交わす場面が多くあったので、文化の差などもとても感じた。 マレーニー高校の生徒の研究発表はどれも大学レベルのものでとても勉強になった。 日本のものと比較して学ぶべきところが多くあった。 動物病院では、今、大問題になっている森林火災の被害に遭ったコアラもいてオーストラリアの現状を知ることができた。また、それに対する地域の保護の姿勢を学べて良かった。野生動物との距離感がとても近く、オーストラリアの自然をより体感的に学べた。 特有な自然が今も残っていたが、外来種の影響もあり、考えさせられることが多かった。 					

- ・日本にいるときはあまり気付かなかったけど、海外の人たち(ホストファミリー)は環境問題にすごく関心を持っていてしっかり行動をしているけど、日本は口だけあまり行動できていないと感じた。とても日本人として悔しい思いをしたし、自分たちの世代で変えていきたいと思った。
- ・環境問題を通して、オーストラリアの植生の変化などを学ぶことができた。

(イ) 評価

アンケート集計からは、全ての項目で、とても高い値で肯定的な回答をしている。今年度は、マレーニー州立高校では3月のフォーラムに向けての協働プロジェクトを加え、動物園においても一緒に研修を行い、話し合う機会を積極的に設けた。このような改善が、高い評価となったのだと考えられる。一方で、外部講師からは、帰路のちょっとした時間でも良いので、大学のキャンパス見学ツアーを加えることができると、将来のキャリアを描くためにも、より充実した研修となるのではないかとの助言をいただいた。今後の参考としたい。

3 北海道インターナショナルサイエンスフェア (HISF) のプログラムの開発 (予定)

(1) 研究仮説 3

道内のSSH・SGH校等と連携し、道内高校生及び海外の研究者・高校生を招いて、生徒が運営する北海道インターナショナルサイエンスフェアを開催し、英語をツールとして発表・傾聴・議論・協働する科学国際交流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。

(2) 研究内容・方法・検証

ア 目的

本校SSH重点卒業事業で推進する「国際的科学リーダーを育成する北海道課題研究活性化プログラム開発及びネットワーク構築」の年度毎のまとめのプログラムに位置付け、他国籍の生徒及び留学生を招聘し、課題研究英語発表会、生徒が運営する環境フォーラム、イングリッシュサイエンスチャレンジ等の国際的な場での発表・議論・協働する科学交流及び教科融合の教員研修の機会を提供することにより、国際性を育成する科学教育ネットワークを構築するとともに、本校及び道内の高校生の国際性の向上を図る。

イ 実施日

令和2年3月9日(月)、10日(火)

ウ 参加者・指導者

(ア) 参加者

「北海道理科課題研究アカデミー」参加生徒・教員、海外研修参加生徒、科学英語に関心を持つ道内高等学校の生徒及び教職員、発表生徒保護者、一般来場者等

(イ) 指導者

北海道大学大学院環境科学院名誉教授	久保木芳徳
大阪大学大学院生命機能研究科教授	甲斐 歳恵
千歳科学技術大学理工学部教授	長谷川 誠
北海道大学大学院工学研究院准教授	内田 努
北海道大学大学院環境科学院准教授	根岸淳二郎
酪農学園大学環境共生学類准教授	吉中 厚裕
北海道大学大学院環境科学院助教	Ram Avtar
北海道大学大学院工学研究院博士研究員	Landon Kamps
北海道大学等留学生・ALT	40名
北海道札幌啓成高等学校教員	10名

エ 実施内容 (写真は平成30年度)

この2日間のプログラムは、北海道理科課題研究ネットワーク及び海外研修成果発表会を兼ねており、本校生徒が中心となり企画・運営し、全て英語で実施する。同時に教科を問わず教員に広く参加を呼びかけ、国際性を育成するための教育ネットワークを構築する。

【1日目】

- ①ポスターセッション
- ②海外研修参加生徒による科学・環境フォーラム(国際会議)
 - ・コメンテータ 北海道大学准教授 根岸淳二郎
 - ・パネリスト 海外研修参加生徒 4名
- ③ミニレクチャ 大阪大学大学院生命機能研究科教授 甲斐 歳恵

【2日目】

- ①イングリッシュサイエンスチャレンジ講義

- ・講師 千歳科学技術大学教授 長谷川誠
北海道大学大学院工学研究院博士研究員 Landon Kamps

- ②イングリッシュサイエンスチャレンジ競技
- ③キャリアトーク



発表の様子



フォーラムの様子



製作の様子



競技の様子

オ 検証と評価（平成30年度の評価）

(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 参加者の感想記述

(イ) 評価

a 集計評価

各プログラムは、英語をツールとして発表・傾聴・議論・協働する科学国際交流機会を提供に役立ちましたか。

ポスターセッション：3.7、科学・環境フォーラム：3.6、ミニレクチャ：3.5、イングリッシュサイエンスチャレンジ：3.9

b 参加者の感想記述

【留学生TA】

留学生TAの全員が、HISFのプログラムの中でイングリッシュサイエンスチャレンジが一番教育効果の高いプログラムであると回答（複数選択可）している。留学生の感想にも生徒の主体的な取組及び異文化の生徒が議論や協働することを評価する記述が見られることから、内容は適切であったと考えている。

- ・ This is really interesting and challenging task as well. We discussed lots of things and works as a team member. The come off ideas was really fascinating and we also learned how to work in challenging situations. It also helps to work in groups.
- ・ I enjoyed the way the Japanese students and the visiting students from India worked together to solve the challenge. It was a true reflection of collaborative sciences.
- ・ The competition was challenging, so it was fun. I could cross the barrier created by language, and go beyond it to learn something new and make new friends.
- ・ It was a great platform to show creativity and innovation. Every people have tried to make best one. This science challenge will make motivation to students about science.
- ・ I think it is a great program to be a global citizen and work with multicultural approach.
- ・ Telling about own culture to the people of other country is yet another fascinating thing.

【参加生徒】

参加生徒の53%が、HISFのプログラムの中でイングリッシュサイエンスチャレンジのプログラムが一番良かったと回答（1つのみ選択）している。参加生徒からも、イングリッシュサイエンスチャレンジでの学びに言及している感想が多く寄せられた。

- ・ 用意されたものではない、全員がまささらな条件で始められたので、それがかえって自分の伝えたいことを英語で伝えるという力をつける良い機会になった。
- ・ いろんな人たちとアイデアを出しながら一つものを作り上げるのが純粋に楽しかった。
- ・ 会ったことのない国の違う人でも、力を合わせて協力し、頭を使って一つのことを成し遂げるのは、とても大切だと思いました。
- ・ 最後まであきらめないことの大切さを学ぶことができた。
- ・ 科学的な考え方が鍛えられ、日常的な英語での会話も少し身に付いた。
- ・ 学校でも同じような活動（授業）を行ってほしい。

参加生徒の中には、英語には興味があるが、理科にはほとんど興味がない生徒も含まれている。しかし、そのような生徒も原理を考えながら主体的に製作に取り組んでいた。理論一辺倒の教育ではなく、このようなアプローチも理科教育の充実には大切なのではないかと考える良い機会となった。

(ウ) 成果

この国際サイエンスフェアは、英語で科学研究を発表し合う唯一の機会であることから、参加校にとってはとても有意義な機会提供となっている。ここで発表できることを一つの目標として、生徒を指導している地方の学校も現れてきており、道内の

高校生の国際性を育む一大イベントとして定着しつつある。以上より、次のような成果が得られたと考える。

- ・文系にとっての科学の楽しさを知る機会の創出
- ・理系にとっての英語コミュニケーションの重要性を知ってもらう機会の創出
- ・異文化の人と協働する体験の創出
- ・道内の高校生と北海道大学留学生及びALTとの交流機会の創出
- ・道内に高等学校科学教育の国際化への貢献

IV 実施の効果とその評価

1 はじめに

ここでは、研究仮説1及び研究仮説2は、それぞれ今年度の「北海道理科課題研究アカデミーの構築及びプログラムの開発」及び「オーストラリア海外連携プログラムの開発及びトライアングル科学交流ネットワークの構築」の実施結果を基に、研究仮説3は、報告書作成時点では実施していないため昨年度の「北海道インターナショナルサイエンスフェア」の実施結果を基に、各研究仮説を総括的に評価する。

2 研究仮説1

Ⅲ1(2)イのアンケート結果から、研究者、他校教員・生徒との研究の進め方についての議論は、全ての生徒が課題研究を進めるのに役立ったと回答している。具体的な記述には、過去2年間と同じように、「研究ってどうやって行くと良いのかが見えてきた」、「研究の進め方が見えてきた」、「やりたいことが整理できた」などの、研究アプローチでのつまづきを発見し、その解決を支援することにとっても有効であったことがわかる。実際に課題研究を指導している教員も、全ての教員が課題研究の指導にアカデミーは役立ったと回答している。既に科学部での研究を行っている生徒から、初めて課題研究を行ってみようと思った生徒、英語の発表に興味を持っていて、その発表の題材にするために参加した生徒などが、それぞれの視点でテーマ設定や研究内容について意見を交わすことにより、新たな発想や論理的な道筋への気づきを得ることができる有意義な研究交流を行うことができた。

北海道立教育研究所附属理科教育センターと連携して道内の課題研究の充実化を図るシステムをより活性化し、北海道の「理数探究」や「総合的な探究の時間」等のプログラム開発及び普及に貢献することができた。また、これまでの参加教員は、国語、地歴公民、数学、英語と幅広く、「教科融合型の教育」を考える基盤ができつつある。英語科教員主導で理科教員と連携を取る事例も現れ、各学校での課題研究活動が推進されている。

これらのことから、この北海道理科課題研究アカデミーの役割の一つである課題研究の質の向上には、とても有効であったと考えられる。

3 研究仮説2

海外研修後に行った生徒14名のアンケートを、4段階のリッカート法により集計した。

アンケート項目	高評価← →低評価				平均
	4	3	2	1	
他校生から良い刺激を受けましたか	12	2	0	0	3.9
グローバル社会の中で担うべき役割を考えるようになったか	10	3	1	0	3.6
未来の地球（環境・社会）を考える機会が増したか	11	3	0	0	3.8
英語コミュニケーション能力が向上したか	12	2	0	0	3.9
英語で専門的な内容を議論する力が向上したか	11	1	2	0	3.6
異なる文化的背景を持つ人と協働する力が向上したか	12	2	0	0	3.9
将来国際的な場で活躍（留学）したいという気持ちが増したか	10	2	2	0	3.6
主体的に行動する力が向上したか	11	3	0	0	3.8
感想					
<ul style="list-style-type: none"> ・オーストラリアは日本の何倍も広いのに、環境保護に国全体で取り組めてるから、日本も絶対できると思う。 ・マレーニー高校での協働作業で、自分が指示する立場になったので、とても成長を感じた。 ・大学ではプラスチック問題のような環境問題について研究したいと思っているので、留学をしたり海外で暮らしてみたいなという夢も広がった。 ・現地校の生徒たちとプラスチック問題についての具体的なアクションプランを立てて実際にプロジェクトとして活動してみるのがおもしろそうだと思います。 					

- ・未知のものが自分の世界、可能性をつくると感じたので、より幅広く多くのことを学ぼうという考え方に变化した。

アンケート集計からは、全ての項目で、高い値で肯定的な回答をしている。これらの結果より、事前研修を含めた海外研修は、参加者がそれぞれ刺激し合い、グローバルな課題にチャレンジする意欲を高め、国際性の向上をより高いレベルで引き上げることに有効であったことがうかがえる。

昨年度の反省から、今年度は、現地で行う3つの協働プロジェクトがスムーズに進行するように、事前にプロジェクトの提案から進行までの全てを生徒が進めることができるようにリハーサルを行い、説明等に必要なものを事前に準備した。結果として、引率教員の支援なしで、スムーズに予定のプロジェクトを終えることができた。また、オーストラリアの研究者に助言をもらいながら3地域での調査を比較できるように砂に含まれるマイクロプラスチックの調査手法を統一し、GISを活用してデータを蓄積するシステムを開発した。結果として、今後の発展が期待できる共同調査を行うことができた。

マレーシアを含めたトライアングル科学交流ネットワークについては、昨年度に引き続き、「海洋プラスチック汚染と生物多様性の保全」をテーマに定常的なインターネット会議を実施して交流を行った。オーストラリア海外研修では、協働プロジェクトを行い、その成果をマレーシア熱帯林海外研修とも連携しながら、北海道国際サイエンスフェアにつなげている。昨年度は、クイーンズランド州政府教育省教育視察研修マネジャーのMichelle Cowell氏及びクイーンズランド州政府駐日事務所のIori Forsyth氏が本校に来校し、「インターネット会議を活用した科学交流は、クイーンズランド州政府としても、とても大きく注目しているプログラムである」との高い評価をいただいた。過去2年間、現地での研修にも視察に来られ、生徒のコミュニケーション能力の高さを評価された。このことから、3年間の科学技術人材育成重点枠を活用して、トライアングル科学交流ネットワークは構築されたと考える。

4 研究仮説3

参加者に行ったアンケートを、4段階のリッカート法により集計した。

アンケート項目	平均
このサイエンスフェアで、生徒は英語プレゼンテーションスキルが高まりましたか。 (教員や外部の方は、生徒の様子をご覧になり記入下さい)	3.7
生徒企画の環境フォーラムは有意義な内容でしたか。	3.6
イングリッシュサイエンスチャレンジでは英語をツールとして使う力が高まりましたか。 (教員や外部の方は、生徒の様子をご覧になり記入下さい)	3.9
教育関係者に伺います。このようなサイエンスフェアは英語教育に有意義だと思いますか。	3.7
教育関係者に伺います。このようなサイエンスフェアは、今後の北海道の科学教育の国際化に必要なだと思いますか。	3.9
教育関係者に伺います。このようなサイエンスフェアは、国際性を育成する科学教育ネットワークの構築に有効と考えますか。	3.8

アンケート集計からは、全ての項目で、高い値で肯定的な回答をしている。また、自由記述には、今年度も理科教員のみならず他校の英語教員や留学生TAからも、海外の学生とオールイングリッシュで行う2日間の科学交流を今後も継続してほしいという激励の声が寄せられている。これらの結果より北海道国際サイエンスフェアの実施は、北海道の科学教育の国際化及び国際性を育成する科学教育ネットワークの構築に有効であった。

V 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

1 北海道理科課題研究アカデミーの指導内容の充実及び参加方法の工夫

北海道の課題研究の活性化については、二つの課題が見えてきた。一つ目は、科学部がない学校においては、この課題研究アカデミー参加生徒が課題研究を行うに当たり、消耗品・実験器具の購入、実験器具、蒸留水、パソコンやさらには実験室の使用などについての規定がないため、購入・使用できないなどの課題研究を進める上での課題である。もう一つは、参加・指導できる生徒が札幌市内の生徒に限られるという参加者の課題である。北海道は広域であるため、道東・道北などから参加する場合には、札幌から東京へ行くよりも旅費や移動時間がかかり、前泊あるいは後泊が必要となる。旅費の補助も検討したが、重点枠全体のプログラムを行うためには余裕がなく、交通費は自己負担あるいは各学校負担でお願いしている状況である。この3年間、課題研

究アカデミーに参加できる生徒・教員は札幌近郊に限定せざるを得なかった。

この北海道の課題研究の活性化については、今後は、他校参加生徒の消耗品購入費を計上するとか、札幌での研修は1回に集中して実施し、残りはインターネット会議等を活用するなど、課題研究を進める上での予算面や遠方の生徒との交流方法を工夫する必要がある。さらには、地域に指導の拠点をつくり課題研究指導者の育成を図ることにより、課題研究アカデミーをより充実した取組へと発展させられたらと考える。

2 マレーネー州立高校とのインターネット会議の充実

定常的にインターネット会議を行うことにより、その発表準備にかなりの時間が使われ、深い学びにつなげるために放課後の指導が増えてしまった。教育課程を変更して、次年度入学生からは第2学年のFVは2単位へ増単して実施することになったが、もう1年、工夫が必要である。

インターネット会議を行うためには、ハード面の整備も課題である。現時点で原因は不明であるが、過去2回、インターネット会議中に通信がかなり不安定となり、何回も会議の中断を余儀なくされた。今後、原因を解明する必要がある。

今年度から、毎年3月にインドの高校生を招聘し、北海道インターナショナルサイエンスフェアを中心とする交流を行う。時差は3時間30分なので、環境を整えば、マレーシアを含めてインドともインターネット会議を活用した交流を行いたいと考えている。

3 海外連携教育機関の開拓と研修の充実

本校のオーストラリア訪問の時期が12月であることもあり、大学との定常的な連携関係は構築することができなかった。キャリア教育の観点では、大学訪問もとても重要であると考えている。今後は、キャンパスツアーだけでも実施することができないか検討をしていきたい。

また、今年度の海外研修時には、出発の2ヶ月程前に始まった森林火災が大変な状況となっており、実際に動物病院には、その被害に遭ったコアラが運ばれていた。帰国後アンケートには、「もっとその現状や原因を学ぶ時間がほしかった」という感想を2名が述べていた。今回の大森林火災はまれなケースであるが、インターネット会議を行いながら双方向の交流を行っている、現地で行いたい内容が半年前に計画していた内容と変わるケースがある。海外研修を企画する担当としては、もう少し柔軟に計画を変更することができるとありがたい。

4 北海道における高等学校科学教育の国際化の牽引

道内の高校生が海外の学生と2日間オールイングリッシュで科学交流を行う北海道インターナショナルサイエンスフェアのような取組は、北海道では初めての唯一の企画であり、理科教員のみならず他校の英語教員からも注目されている。今後、継続的に海外高校生を招へいし、北海道インターナショナルサイエンスフェアのプログラムの一つであるフォーラムと北海道理科課題研究アカデミーの内容及び関連性をより充実し、道内の国際性を高めるためのワールドワイドな学びを提供できる取組へと発展させる。