

令和元年度指定

スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書

第2年次

研究開発課題

「学びの本質」を捉え、
SOCIAL CHANGEをもたらす科学技術人材の育成

令和3年3月

東京学芸大学附属国際中等教育学校

はじめに

校長 荻野 勉

平成 31 年度指定スーパーサイエンスハイスクール(SSH)の認定校としての研究開発実施報告書(第2年次)を提出いたします。

今期は、年度当初から新型コロナウイルスが猛威を振るい、世界中は感染の恐怖と社会経済活動の大幅縮小の痛みに大混乱となりました。本校においても、年度当初から2か月間は臨時休業。学校再開後も、分散登校、時差登校、課外活動や対外的な発表や研究活動の制限など、本SSH事業を進めるには有利な条件は何一つありませんでした。

昨年度指定2期目を開始するにあたり、本校は1期目の研究開発成果およびその実践を点検・検証しました。その結果、数学・理科・家庭における教科横断的な授業開発や中高一貫6年間の継続教育の強みを生かした理数探究活動開発などで育てた資質・能力の度合いを定量化することが不十分であったことや生徒の課題研究のテーマ設定において、実社会とのつながりの視点を活かしきれていないことなどが課題として挙がりました。これらの課題を踏まえて2期目のテーマを「学びの本質を捉え、SOCIAL CHANGEをもたらし科学技術人材の育成」に定め、SSH事業を推進していた矢先のことでした。

このような一世紀に一度ともいわれる困難な状況下で、ただ一つの救いは、科学こそがこの困難な状況を救える大きな希望であると皆が等しく感じたことであります。「SOCIAL CHANGE」という新たに設定した尺度のもと、私たちには本SSH事業を通して、「科学への希望」を「力」に変えるミッションを背負っているという自覚が芽生えました。

今期の本校の取組みを、エビデンス重視で本研究開発実施報告書にまとめました。加えて、本校は国際バカロレア機構(IBO)が提供するミドルイヤーズプログラム(MYP)とディプロマプログラム(DP)を実施する国際バカロレア(IB)ワールドスクールとしての授業づくりをしております。IBの教育手法が、SSHの取組みをどう活性化させるかという点においても、その研究成果を示したいと考えています。

本研究開発実施報告書を御高覧いただき、ご指摘、ご助言を賜わることができましたら幸甚に存じます。

目次

研究開発実施報告(要約) 別紙様式 1 - 1	1
研究開発の成果と課題 別紙様式 2 - 1	7

令和 2 年度 SSH 研究開発報告書

1 章 実社会の状況を取り込んだ探究的な学びを実現する授業設計	15
(1) SS 科目の開設	
(1) - 1 SS 数学	
(1) - 2 SS 理科	
(1) - 3 SS 家庭科	
2 章 生徒課題研究および理数探究活動	35
—研究スキルの育成につながるシステム構築と評価方法の確立—	
(1) 課題研究 I・II の開設	
(2) 各学年で実施した SS 理数探究	
3 章 生徒の主体的な研究活動によって生み出される SOCIAL CHANGE の視点	56
(1) ISS チャレンジ—SSH 部門—の実施	
4 章 実施の効果とその評価	68
5 章 校内における SSH の組織的推進体制	71
6 章 成果の発信・普及の実施等	73
7 章 研究開発実施上の評価および今後の研究開発の方向性	75
関係資料	
資料 1 教育課程表	78
資料 2 課題研究テーマ一覧	79
資料 3 運営指導委員会の記録	80

東京学芸大学附属国際中等教育学校	指定第 2 期目	指定期間 01-05
------------------	----------	---------------

①令和 2 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題							
「学びの本質」を捉え、SOCIAL CHANGE をもたらす科学技術人材の育成							
② 研究開発の概要							
探究的な学びに主体的に取り組む「学びの本質」を捉え、グローバルな視野と柔軟な科学的思考力を有し、社会に変革をもたらす科学技術人材の育成をめざす。研究開発の中心は、実社会の状況を取り込んだ授業開発、研究スキルの育成に繋がる理数探究活動の開発である。成果検証のために、資質・能力の定量分析に新たに取り組む。							
③ 令和 2 年度実施規模							
研究開発は、中等教育学校前期課程を含む全校生徒を対象とする。ただし、ディプロマプログラム(DP)選択生徒は、「仮説 1」「仮説 2」の研究開発の対象外とする。							
	生徒数						
	1 年 (中 1)	2 年 (中 2)	3 年 (中 3)	4 年 (高 1)	5 年 (高 2)	6 年 (高 3)	計
一般プログラム	107	115	124	121	118	122	707
DP					16	12	28
計	107	115	124	121	134	134	735
④ 研究開発の内容							
○研究計画							
第 1 年次	<ul style="list-style-type: none"> 指定 1 期目の研究開発によって開発した SS 科目および SSIB 講座(仮説 1)、課題研究 I・II(仮説 2)の継続実践 授業研究会において、SS 科目の公開授業を実施(仮説 1) 中学生も含めた校内課題研究コンテストの活性化(仮説 3)を図る。 生徒企画によるスタディツアー等の試行実施(仮説 3) 仮説 1～3 に対する資質能力ベースの定量的効果検証方法への取り組みを開始する。 						
第 2 年次	<ul style="list-style-type: none"> SS 科目の公開授業(仮説 1)を実施し、汎用的モデルとしての検証を行う。 仮説 1 の授業開発において“SOCIAL CHANGE”の視点を生み出すために、知の統合を目指したカリキュラム・マネジメントを行う。 カリキュラム・マネジメントの 1 つの成果として、教科連携(横断)の授業設計を行い、授業公開する。(仮説 1) 授業実践(仮説 1)や SSH 課題研究(仮説 2)に関する実践報告書の作成。 中学生も含めた校内課題研究コンテスト(ISS チャレンジ)の活性化(仮説 3)を図る。 生徒企画によるスタディツアー等の実施(仮説 3) 仮説 1～3 に対する資質能力ベースの定量的効果検証を実施する。 						
第 3 年次	<ul style="list-style-type: none"> 3 年次までの定量的効果検証をもとに、授業評価および課題研究評価のためのルーブリック(仮説 1, 2)の見直し検討。 新科目「理数探究」導入に関する研究開発の実施(仮説 2) 課題研究外部発表参加やスタディツアーの活性化(仮説 3) 						
第 4 年次	<ul style="list-style-type: none"> 3 年次の中間評価を経て、改善。(仮説 1～3) 新科目「理数探究」導入に関する研究開発の実施(仮説 2) 						
第 5 年次	<ul style="list-style-type: none"> 5 年間の総括を行い、探究的な学びの普及モデルを提示する。 						

○教育課程上の特例等特記すべき事項

必要となる教育課程の特例とその適用範囲

対象	開設する科目名(内容)	単位数 (週コマ数)	代替科目等	単位数 (週コマ数)
1年(中1)	国際教養(理数探究)	1	総合的な学習の時間	1
4年(高1)	国際教養(パーソナルプロジェクト)	1	総合的な学習の時間	1
5年(高2)	国際教養(課題研究Ⅰ)	1	総合的な学習の時間	1
6年(高3)	国際教養(課題研究Ⅱ)	1	総合的な学習の時間	1

上記以外に、下記の教育課程特例の取り組みを実施している。

中等教育学校1年から3年までの「総合的な時間の学習」の一部は、英語による指導を実施。また、中等教育学校4年から6年までの「世界史A」「数学B」「科学と人間生活」等の一部教科は、生徒の選択により、英語による指導を実施。

中等教育学校としての教育課程の基準の特例の範囲内での実施となる。

○令和2年度の教育課程の内容

<課題研究に関する教科・科目について>

対象学年	科目名	育成を目指す 資質・能力	内容等
1年(中1)	国際教養 (理数探究)	課題発見力 情報収集力 コミュニケーション力	週1コマ実施。 7講座に分かれ、各講座で探究活動を行う。 ①データ分析 de Social Action ②Think mathematically Act socially ③"kawaii"を科学する!? ④化学とキッチン ⑤生き物で科学する ⑥東日本大震災から学ぶ科学 ⑦生活をイノベーションしよう
2年(中2)	国際教養 (理数探究)	情報収集力 分析・評価力 コミュニケーション力	年間で16時間実施。 南極教室および校内統計グラフコンテストの実施 統計の問題解決を行い、そのプロセスとプロダクトをポスターにまとめる。 <実施内容例> ・情報メディアリテラシー ・データの分析 ・問題の設定 ・計画書の作成 ・グラフの書き方
3年(中3)	国際教養 (理数探究)	分析・評価力 自律的学習力	年間で35時間実施。 沖縄ワークキャンプにおける理数探究フィールドワークの事前学習。沖縄でのフィールド調査はコロナ感染拡大の影響により延期とした。 ①大浦湾マングローブの観察及び美ら海水族館バックヤードの見学 ②慶佐次川マングローブの観察及びイノー観察 ③羽地内海ミコヅキガニの観察及び清流域の生物観察 ④慶佐次川マングローブの観察及びサンゴ養殖体験
4年(高1)	国際教養(パーソナルプロジェクト)	課題発見力 情報収集力 自律的学習力	1単位(週1コマ)で実施。 パーソナルプロジェクトの実施 各自で、「調査」「計画」「行動」「振り返り」のサイクルを通して、プロジェクトを実施する。
5年(高2)	国際教養(課題研究Ⅰ)	課題発見力 自律的活動力 コミュニケーション力	1単位(週1コマ)で実施。 個人またはグループで課題研究に取り組む。 →課題研究テーマ一覧は、p.79の関係資料2に提示。

<SSHに関連する教科・科目>

数学：SS 科目として、探究課題を解決する中で必要な数学的知識や概念を学ぶような授業設計をし、授業を展開している。

対象学年	科目名	内容等																																								
4年(高1)	SS 数学 I	3 単位 (週 3 コマ) で実施																																								
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>探究課題例</th> <th>学習内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>何秒以内に落下地点に入らなければならない？</td> <td>2 次不等式</td> </tr> <tr> <td>方程式は必ず解けるのかな？</td> <td>複素数、解と係数の関係</td> </tr> <tr> <td>x 軸との共有点の個数はいくつある？</td> <td>剰余の定理</td> </tr> <tr> <td>プロフィールが同じ人はいるの？</td> <td>鳩の巣原理、命題論理、必要条件、十分条件</td> </tr> <tr> <td>兵法数に 1 加えた数どうしの積は？</td> <td>恒等式、等式の証明</td> </tr> <tr> <td>2 つの数は等しいの？</td> <td>不等式の証明</td> </tr> <tr> <td>物価の平均上昇率は？</td> <td>相加平均、相乗平均</td> </tr> <tr> <td>この方法は正しい？</td> <td>無理方程式、分数方程式</td> </tr> <tr> <td>飲みかけのペットボトルは安全？</td> <td>指数関数、対数関数</td> </tr> <tr> <td>世論調査はどのように行われているの？</td> <td>標本調査、全数調査</td> </tr> <tr> <td>標本調査は信頼できる？</td> <td>標本平均、無作為抽出</td> </tr> <tr> <td>オオクチバスの個体数を推定しよう</td> <td>標識再補法</td> </tr> <tr> <td>テストのでき具合は同じ？</td> <td>分散、標準偏差、相関係数</td> </tr> </tbody> </table>	探究課題例	学習内容	何秒以内に落下地点に入らなければならない？	2 次不等式	方程式は必ず解けるのかな？	複素数、解と係数の関係	x 軸との共有点の個数はいくつある？	剰余の定理	プロフィールが同じ人はいるの？	鳩の巣原理、命題論理、必要条件、十分条件	兵法数に 1 加えた数どうしの積は？	恒等式、等式の証明	2 つの数は等しいの？	不等式の証明	物価の平均上昇率は？	相加平均、相乗平均	この方法は正しい？	無理方程式、分数方程式	飲みかけのペットボトルは安全？	指数関数、対数関数	世論調査はどのように行われているの？	標本調査、全数調査	標本調査は信頼できる？	標本平均、無作為抽出	オオクチバスの個体数を推定しよう	標識再補法	テストのでき具合は同じ？	分散、標準偏差、相関係数												
		探究課題例	学習内容																																							
		何秒以内に落下地点に入らなければならない？	2 次不等式																																							
		方程式は必ず解けるのかな？	複素数、解と係数の関係																																							
		x 軸との共有点の個数はいくつある？	剰余の定理																																							
		プロフィールが同じ人はいるの？	鳩の巣原理、命題論理、必要条件、十分条件																																							
		兵法数に 1 加えた数どうしの積は？	恒等式、等式の証明																																							
		2 つの数は等しいの？	不等式の証明																																							
		物価の平均上昇率は？	相加平均、相乗平均																																							
		この方法は正しい？	無理方程式、分数方程式																																							
		飲みかけのペットボトルは安全？	指数関数、対数関数																																							
		世論調査はどのように行われているの？	標本調査、全数調査																																							
		標本調査は信頼できる？	標本平均、無作為抽出																																							
		オオクチバスの個体数を推定しよう	標識再補法																																							
テストのでき具合は同じ？	分散、標準偏差、相関係数																																									
		「方程式と不等式」「指数関数・対数関数」「統計基礎」																																								
	SS 数学 A	2 単位 (週 2 コマ) で実施																																								
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>探究課題例</th> <th>学習内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5 回引けばくじは当たるの？</td> <td>相対度数、確率</td> </tr> <tr> <td>ガリレオはどう考えた？</td> <td>事象、排反</td> </tr> <tr> <td>ナンバーズ 3 の数字の選び方は？</td> <td>余事象の確率</td> </tr> <tr> <td>グッズがもらえる確率は？</td> <td>独立試行の確率</td> </tr> <tr> <td>日本シリーズ、第 6 戦までいく確率は？</td> <td>反復試行の確率</td> </tr> <tr> <td>くじを引く順番は影響するの？</td> <td>条件付確率、事象の独立</td> </tr> <tr> <td>どちらの宝くじが得？</td> <td>期待値</td> </tr> <tr> <td>生物の個体数変化をシミュレーションしてみよう</td> <td>数列、漸化式</td> </tr> <tr> <td>ガリレオ・ガリレイの検証を考察しよう</td> <td>等差数列とその和</td> </tr> <tr> <td>利子の仕組みを探ろう</td> <td>等比数列とその和</td> </tr> <tr> <td>自然数の和、自然数の平方の和、自然数の立方の和を求めよう</td> <td>数列の和</td> </tr> <tr> <td>交通事故の現場検証</td> <td>階差数列</td> </tr> <tr> <td>フィボナッチ数列の性質を探ろう</td> <td>数学的帰納法</td> </tr> </tbody> </table>	探究課題例	学習内容	5 回引けばくじは当たるの？	相対度数、確率	ガリレオはどう考えた？	事象、排反	ナンバーズ 3 の数字の選び方は？	余事象の確率	グッズがもらえる確率は？	独立試行の確率	日本シリーズ、第 6 戦までいく確率は？	反復試行の確率	くじを引く順番は影響するの？	条件付確率、事象の独立	どちらの宝くじが得？	期待値	生物の個体数変化をシミュレーションしてみよう	数列、漸化式	ガリレオ・ガリレイの検証を考察しよう	等差数列とその和	利子の仕組みを探ろう	等比数列とその和	自然数の和、自然数の平方の和、自然数の立方の和を求めよう	数列の和	交通事故の現場検証	階差数列	フィボナッチ数列の性質を探ろう	数学的帰納法												
		探究課題例	学習内容																																							
		5 回引けばくじは当たるの？	相対度数、確率																																							
		ガリレオはどう考えた？	事象、排反																																							
		ナンバーズ 3 の数字の選び方は？	余事象の確率																																							
		グッズがもらえる確率は？	独立試行の確率																																							
		日本シリーズ、第 6 戦までいく確率は？	反復試行の確率																																							
		くじを引く順番は影響するの？	条件付確率、事象の独立																																							
		どちらの宝くじが得？	期待値																																							
		生物の個体数変化をシミュレーションしてみよう	数列、漸化式																																							
		ガリレオ・ガリレイの検証を考察しよう	等差数列とその和																																							
		利子の仕組みを探ろう	等比数列とその和																																							
		自然数の和、自然数の平方の和、自然数の立方の和を求めよう	数列の和																																							
		交通事故の現場検証	階差数列																																							
フィボナッチ数列の性質を探ろう	数学的帰納法																																									
		「確率」「数列」「整数の性質」																																								
5年(高2)	SS 数学 II	4 単位 (週 4 コマ) で実施																																								
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>探究課題例</th> <th>学習内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>三角形の 3 頂点から対辺に下ろした垂線が 1 点で交わることを証明しよう</td> <td>直線の方程式、2 直線の平行と垂直</td> </tr> <tr> <td>三角形の各辺の垂直二等分線は 1 点で交わることを証明しよう</td> <td>2 点間の距離、点と直線の距離、円の方程式</td> </tr> <tr> <td>三角形の抽選は点で交わることを証明しよう</td> <td>内分点、外分点</td> </tr> <tr> <td>方べきの定理を探究しよう</td> <td>円の接線の方程式</td> </tr> <tr> <td>東京タワーとスカイツリーが同じ高さに見える位置は？</td> <td>アポロニウスの円</td> </tr> <tr> <td>硬水？軟水？</td> <td>不等式の表す領域</td> </tr> <tr> <td>適切な作付面積を求めよう</td> <td>線形計画法</td> </tr> <tr> <td>観覧車のゴンドラの位置はどのように表される？</td> <td>三角関数</td> </tr> <tr> <td>観覧車のゴンドラの高さはどう変化する？</td> <td>三角関数のグラフ</td> </tr> <tr> <td>$\sin 75^\circ$ の値は？</td> <td>三角関数の加法定理</td> </tr> <tr> <td>正弦と余弦の和で表されたグラフは？</td> <td>三角関数の合成</td> </tr> <tr> <td>島の近似値は？</td> <td>誤差の限界</td> </tr> <tr> <td>放物線の下での面積は？</td> <td>数列の極限</td> </tr> <tr> <td>瞬間の速さはどれくらい？</td> <td>関数の極限、導関数</td> </tr> <tr> <td>落下距離はどれくらい？</td> <td>区分求積の考え</td> </tr> <tr> <td>接線の傾きと面積の関係は？</td> <td>微分積分学の基本定理</td> </tr> <tr> <td>面積を求める計算方法について考察しよう</td> <td>微分、原始関数、定積分</td> </tr> <tr> <td>$f(x)$ が負の場合にも基本定理は成り立つ？</td> <td>不定積分</td> </tr> <tr> <td>箱の容積を最大にする折り方は？</td> <td>微分係数、極値</td> </tr> </tbody> </table>	探究課題例	学習内容	三角形の 3 頂点から対辺に下ろした垂線が 1 点で交わることを証明しよう	直線の方程式、2 直線の平行と垂直	三角形の各辺の垂直二等分線は 1 点で交わることを証明しよう	2 点間の距離、点と直線の距離、円の方程式	三角形の抽選は点で交わることを証明しよう	内分点、外分点	方べきの定理を探究しよう	円の接線の方程式	東京タワーとスカイツリーが同じ高さに見える位置は？	アポロニウスの円	硬水？軟水？	不等式の表す領域	適切な作付面積を求めよう	線形計画法	観覧車のゴンドラの位置はどのように表される？	三角関数	観覧車のゴンドラの高さはどう変化する？	三角関数のグラフ	$\sin 75^\circ$ の値は？	三角関数の加法定理	正弦と余弦の和で表されたグラフは？	三角関数の合成	島の近似値は？	誤差の限界	放物線の下での面積は？	数列の極限	瞬間の速さはどれくらい？	関数の極限、導関数	落下距離はどれくらい？	区分求積の考え	接線の傾きと面積の関係は？	微分積分学の基本定理	面積を求める計算方法について考察しよう	微分、原始関数、定積分	$f(x)$ が負の場合にも基本定理は成り立つ？	不定積分	箱の容積を最大にする折り方は？	微分係数、極値
		探究課題例	学習内容																																							
		三角形の 3 頂点から対辺に下ろした垂線が 1 点で交わることを証明しよう	直線の方程式、2 直線の平行と垂直																																							
		三角形の各辺の垂直二等分線は 1 点で交わることを証明しよう	2 点間の距離、点と直線の距離、円の方程式																																							
		三角形の抽選は点で交わることを証明しよう	内分点、外分点																																							
		方べきの定理を探究しよう	円の接線の方程式																																							
		東京タワーとスカイツリーが同じ高さに見える位置は？	アポロニウスの円																																							
		硬水？軟水？	不等式の表す領域																																							
		適切な作付面積を求めよう	線形計画法																																							
		観覧車のゴンドラの位置はどのように表される？	三角関数																																							
		観覧車のゴンドラの高さはどう変化する？	三角関数のグラフ																																							
		$\sin 75^\circ$ の値は？	三角関数の加法定理																																							
		正弦と余弦の和で表されたグラフは？	三角関数の合成																																							
		島の近似値は？	誤差の限界																																							
		放物線の下での面積は？	数列の極限																																							
		瞬間の速さはどれくらい？	関数の極限、導関数																																							
		落下距離はどれくらい？	区分求積の考え																																							
接線の傾きと面積の関係は？	微分積分学の基本定理																																									
面積を求める計算方法について考察しよう	微分、原始関数、定積分																																									
$f(x)$ が負の場合にも基本定理は成り立つ？	不定積分																																									
箱の容積を最大にする折り方は？	微分係数、極値																																									
		「座標幾何」「三角関数」「極限と微分積分の考え」																																								

	SS 数学B	2 単位 (週 2 コマ) で実施 <table border="1"> <thead> <tr> <th>探究課題例</th> <th>学習内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>シーカヤックでツーリングをしよう</td> <td>ベクトルとその演算</td> </tr> <tr> <td>作業用のロボットアームの運動はどのようにコンピュータで計算されるのだろうか？</td> <td>空間のベクトル</td> </tr> <tr> <td>三角形を計量しよう</td> <td>内積</td> </tr> <tr> <td>四面体の重心を定めよう</td> <td>位置ベクトル, 分点</td> </tr> <tr> <td>影の動きはどうか？</td> <td>ベクトル方程式</td> </tr> <tr> <td>四面体の外接球は存在する？</td> <td>平面の方程式</td> </tr> <tr> <td>効率的に電波を集めるには？</td> <td>放物線の方程式</td> </tr> <tr> <td>電波の反射をもたらす原因は？</td> <td>楕円の方程式</td> </tr> <tr> <td>航空機の位置は？</td> <td>双曲線の方程式</td> </tr> <tr> <td>放物線・楕円・双曲線の定義を見直そう</td> <td>離心率</td> </tr> <tr> <td>二重観覧車の動きを解析しよう</td> <td>媒介変数表示</td> </tr> </tbody> </table> 「ベクトル」「座標幾何 (2 次曲線, 媒介変数と極座標)」	探究課題例	学習内容	シーカヤックでツーリングをしよう	ベクトルとその演算	作業用のロボットアームの運動はどのようにコンピュータで計算されるのだろうか？	空間のベクトル	三角形を計量しよう	内積	四面体の重心を定めよう	位置ベクトル, 分点	影の動きはどうか？	ベクトル方程式	四面体の外接球は存在する？	平面の方程式	効率的に電波を集めるには？	放物線の方程式	電波の反射をもたらす原因は？	楕円の方程式	航空機の位置は？	双曲線の方程式	放物線・楕円・双曲線の定義を見直そう	離心率	二重観覧車の動きを解析しよう	媒介変数表示
探究課題例	学習内容																									
シーカヤックでツーリングをしよう	ベクトルとその演算																									
作業用のロボットアームの運動はどのようにコンピュータで計算されるのだろうか？	空間のベクトル																									
三角形を計量しよう	内積																									
四面体の重心を定めよう	位置ベクトル, 分点																									
影の動きはどうか？	ベクトル方程式																									
四面体の外接球は存在する？	平面の方程式																									
効率的に電波を集めるには？	放物線の方程式																									
電波の反射をもたらす原因は？	楕円の方程式																									
航空機の位置は？	双曲線の方程式																									
放物線・楕円・双曲線の定義を見直そう	離心率																									
二重観覧車の動きを解析しよう	媒介変数表示																									
6 年(高 3)	SS 数学III	5 単位 (週 5 コマ) で実施 <table border="1"> <thead> <tr> <th>探究課題例 (複素数平面)</th> <th>学習内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>複素数を視覚化しよう</td> <td>複素数平面</td> </tr> <tr> <td>貝の成長をモデル化してみると？</td> <td>極形式, ド・モアブルの定理</td> </tr> <tr> <td>新しい数は必要？</td> <td>1 の n 乗根</td> </tr> <tr> <td>宝はどこに埋まっている？</td> <td>点の回転, 分点</td> </tr> <tr> <td>複素数平面上で図形について考察してみよう</td> <td>実数条件, 虚数条件</td> </tr> <tr> <td>複素数で定義された関数はどのような図形を描く？</td> <td>等式の表す図形</td> </tr> </tbody> </table> 「極限(※)」「微分法とその応用(※)」「積分法とその応用(※)」「複素数平面」 ※はテキスト化に至っておらず, 探究課題は担当によって異なる。	探究課題例 (複素数平面)	学習内容	複素数を視覚化しよう	複素数平面	貝の成長をモデル化してみると？	極形式, ド・モアブルの定理	新しい数は必要？	1 の n 乗根	宝はどこに埋まっている？	点の回転, 分点	複素数平面上で図形について考察してみよう	実数条件, 虚数条件	複素数で定義された関数はどのような図形を描く？	等式の表す図形										
探究課題例 (複素数平面)	学習内容																									
複素数を視覚化しよう	複素数平面																									
貝の成長をモデル化してみると？	極形式, ド・モアブルの定理																									
新しい数は必要？	1 の n 乗根																									
宝はどこに埋まっている？	点の回転, 分点																									
複素数平面上で図形について考察してみよう	実数条件, 虚数条件																									
複素数で定義された関数はどのような図形を描く？	等式の表す図形																									

理科 : SS 科目として, 社会への応用や現代社会の課題を授業の軸とした授業設計, 実験デザインを重視した授業設計の授業を展開している。

対象学年	科目名	内容等												
4 年(高 1)	SS 生物基礎 (必履修)	2 単位(週 2 コマ)で実施。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>探究の問い</th> <th>学習内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>生物とは何か？</td> <td>生物の多様性と共通性、細胞、エネルギーと代謝、光合成、呼吸</td> </tr> <tr> <td>遺伝子はどのように機能するのか？</td> <td>遺伝子、DNA、遺伝情報の発現と分配、発生、遺伝子組み換え</td> </tr> <tr> <td>「自己」はどのように維持されるのか？</td> <td>体内環境、恒常性、腎臓と肝臓、神経、ホルモン、免疫</td> </tr> <tr> <td>「景観」はどのようにつくられるのか？</td> <td>植生、遷移、バイオーム</td> </tr> <tr> <td>人は生態系とどのように関わっているのか？</td> <td>生物多様性、物質循環、エネルギー循環、生態系のバランスと保全</td> </tr> </tbody> </table>	探究の問い	学習内容	生物とは何か？	生物の多様性と共通性、細胞、エネルギーと代謝、光合成、呼吸	遺伝子はどのように機能するのか？	遺伝子、DNA、遺伝情報の発現と分配、発生、遺伝子組み換え	「自己」はどのように維持されるのか？	体内環境、恒常性、腎臓と肝臓、神経、ホルモン、免疫	「景観」はどのようにつくられるのか？	植生、遷移、バイオーム	人は生態系とどのように関わっているのか？	生物多様性、物質循環、エネルギー循環、生態系のバランスと保全
探究の問い	学習内容													
生物とは何か？	生物の多様性と共通性、細胞、エネルギーと代謝、光合成、呼吸													
遺伝子はどのように機能するのか？	遺伝子、DNA、遺伝情報の発現と分配、発生、遺伝子組み換え													
「自己」はどのように維持されるのか？	体内環境、恒常性、腎臓と肝臓、神経、ホルモン、免疫													
「景観」はどのようにつくられるのか？	植生、遷移、バイオーム													
人は生態系とどのように関わっているのか？	生物多様性、物質循環、エネルギー循環、生態系のバランスと保全													
	SS 地学基礎 (選択必履修)	2 単位(週 2 コマ)で実施。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>探究の問い</th> <th>学習内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>大陸を動かす原動力は何か？</td> <td>地球の構造、プレートの運動、地震と地殻変動、火山</td> </tr> <tr> <td>生命はなぜ生まれ、どこに向かっているのか？</td> <td>地層の形成、古生物の変遷と地球環境</td> </tr> <tr> <td>大気と海水の運動はなぜ起こっているのか？</td> <td>大気の大循環、地球の熱収支、大気の大循環、海水の運動</td> </tr> <tr> <td>地球温暖化は止められるか？</td> <td>環境と人間、地球環境問題、日本の自然災害</td> </tr> <tr> <td>宇宙はどのようにして誕生したのか？</td> <td>太陽系の天体、太陽の活動、恒星の一生、恒星の明るさ、宇宙の構造、宇宙の誕生</td> </tr> </tbody> </table>	探究の問い	学習内容	大陸を動かす原動力は何か？	地球の構造、プレートの運動、地震と地殻変動、火山	生命はなぜ生まれ、どこに向かっているのか？	地層の形成、古生物の変遷と地球環境	大気と海水の運動はなぜ起こっているのか？	大気の大循環、地球の熱収支、大気の大循環、海水の運動	地球温暖化は止められるか？	環境と人間、地球環境問題、日本の自然災害	宇宙はどのようにして誕生したのか？	太陽系の天体、太陽の活動、恒星の一生、恒星の明るさ、宇宙の構造、宇宙の誕生
探究の問い	学習内容													
大陸を動かす原動力は何か？	地球の構造、プレートの運動、地震と地殻変動、火山													
生命はなぜ生まれ、どこに向かっているのか？	地層の形成、古生物の変遷と地球環境													
大気と海水の運動はなぜ起こっているのか？	大気の大循環、地球の熱収支、大気の大循環、海水の運動													
地球温暖化は止められるか？	環境と人間、地球環境問題、日本の自然災害													
宇宙はどのようにして誕生したのか？	太陽系の天体、太陽の活動、恒星の一生、恒星の明るさ、宇宙の構造、宇宙の誕生													
5 年(高 2)	SS 物理基礎 (必履修)	2 単位(週 2 コマ)で実施。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>探究の問い</th> <th>学習内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>日常生活や社会では、どのような電気回路が用いられているのか？</td> <td>電流、電気抵抗、電気の利用</td> </tr> <tr> <td>重力加速度を測定するにはどうすればよいのか？</td> <td>運動の表し方、力、運動の法則</td> </tr> <tr> <td>安全なバンジージャンプにするためにはどんなゴムを使えばよいのか？</td> <td>エネルギー保存則</td> </tr> <tr> <td>「仕事」は感覚的にはどう説明できるのか？</td> <td>エネルギー、熱</td> </tr> <tr> <td>楽器の音はどのように決まっているのか？</td> <td>波、音</td> </tr> </tbody> </table>	探究の問い	学習内容	日常生活や社会では、どのような電気回路が用いられているのか？	電流、電気抵抗、電気の利用	重力加速度を測定するにはどうすればよいのか？	運動の表し方、力、運動の法則	安全なバンジージャンプにするためにはどんなゴムを使えばよいのか？	エネルギー保存則	「仕事」は感覚的にはどう説明できるのか？	エネルギー、熱	楽器の音はどのように決まっているのか？	波、音
探究の問い	学習内容													
日常生活や社会では、どのような電気回路が用いられているのか？	電流、電気抵抗、電気の利用													
重力加速度を測定するにはどうすればよいのか？	運動の表し方、力、運動の法則													
安全なバンジージャンプにするためにはどんなゴムを使えばよいのか？	エネルギー保存則													
「仕事」は感覚的にはどう説明できるのか？	エネルギー、熱													
楽器の音はどのように決まっているのか？	波、音													

	SS 化学基礎 (必修)	2 単位(週 2 コマ)で実施。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>探究の問い</th> <th>学習内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>化学とは？</td> <td>化学と人間生活、物質の探究</td> </tr> <tr> <td>見えない世界を理解する手段は？</td> <td>物質の構成粒子、化学結合、物質量</td> </tr> <tr> <td>日常生活の中にある化学はどこ？</td> <td>酸と塩基、酸化還元反応</td> </tr> </tbody> </table>	探究の問い	学習内容	化学とは？	化学と人間生活、物質の探究	見えない世界を理解する手段は？	物質の構成粒子、化学結合、物質量	日常生活の中にある化学はどこ？	酸と塩基、酸化還元反応										
探究の問い	学習内容																			
化学とは？	化学と人間生活、物質の探究																			
見えない世界を理解する手段は？	物質の構成粒子、化学結合、物質量																			
日常生活の中にある化学はどこ？	酸と塩基、酸化還元反応																			
6 年(高 3)	SS 物理(選択)	5 単位(週 5 コマ)で実施 <table border="1"> <thead> <tr> <th>探究の問い</th> <th>学習内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>丈夫な栈橋の構造は？</td> <td>剛体のつり合い</td> </tr> <tr> <td>エアバックの効果はいかほどか？</td> <td>運動量の保存</td> </tr> <tr> <td>複雑な現象や天体運動を物理ではどのように記述しているか？</td> <td>円運動と単振動、万有引力</td> </tr> <tr> <td>熱機関はどのような仕組みなのか？</td> <td>気体分子の運動</td> </tr> <tr> <td>微細なものを測定するにはどうしたらよいか？</td> <td>波の伝わり方、光</td> </tr> <tr> <td>コンデンサーの容量を測定するにはどうしたらよいか？</td> <td>電荷と電場</td> </tr> <tr> <td>発電機とモーターの関係は？</td> <td>磁場と電流、電磁誘導と電磁波</td> </tr> <tr> <td>電子や原子の姿はどのように解明されていったのか？</td> <td>電子、原子、粒子性と波動性</td> </tr> </tbody> </table>	探究の問い	学習内容	丈夫な栈橋の構造は？	剛体のつり合い	エアバックの効果はいかほどか？	運動量の保存	複雑な現象や天体運動を物理ではどのように記述しているか？	円運動と単振動、万有引力	熱機関はどのような仕組みなのか？	気体分子の運動	微細なものを測定するにはどうしたらよいか？	波の伝わり方、光	コンデンサーの容量を測定するにはどうしたらよいか？	電荷と電場	発電機とモーターの関係は？	磁場と電流、電磁誘導と電磁波	電子や原子の姿はどのように解明されていったのか？	電子、原子、粒子性と波動性
探究の問い	学習内容																			
丈夫な栈橋の構造は？	剛体のつり合い																			
エアバックの効果はいかほどか？	運動量の保存																			
複雑な現象や天体運動を物理ではどのように記述しているか？	円運動と単振動、万有引力																			
熱機関はどのような仕組みなのか？	気体分子の運動																			
微細なものを測定するにはどうしたらよいか？	波の伝わり方、光																			
コンデンサーの容量を測定するにはどうしたらよいか？	電荷と電場																			
発電機とモーターの関係は？	磁場と電流、電磁誘導と電磁波																			
電子や原子の姿はどのように解明されていったのか？	電子、原子、粒子性と波動性																			
	SS 化学(選択)	5 単位(週 5 コマ)で実施 <table border="1"> <thead> <tr> <th>探究の問い</th> <th>学習内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鉄はなぜ固い？</td> <td>状態変化、気体の性質、固体の構造、溶液と平衡</td> </tr> <tr> <td>熱は物質か？</td> <td>化学反応とエネルギー</td> </tr> <tr> <td>効率よく合成するには？</td> <td>化学反応と化学平衡</td> </tr> <tr> <td>廃液処理に必要なスキルは？</td> <td>無機物質</td> </tr> <tr> <td>つながりは永遠か？</td> <td>有機化合物</td> </tr> <tr> <td>ペットボトルのケミカルリサイクル</td> <td>高分子化合物</td> </tr> <tr> <td>身の回りの化学製品をつくろう</td> <td>人間生活の中の化学</td> </tr> </tbody> </table>	探究の問い	学習内容	鉄はなぜ固い？	状態変化、気体の性質、固体の構造、溶液と平衡	熱は物質か？	化学反応とエネルギー	効率よく合成するには？	化学反応と化学平衡	廃液処理に必要なスキルは？	無機物質	つながりは永遠か？	有機化合物	ペットボトルのケミカルリサイクル	高分子化合物	身の回りの化学製品をつくろう	人間生活の中の化学		
探究の問い	学習内容																			
鉄はなぜ固い？	状態変化、気体の性質、固体の構造、溶液と平衡																			
熱は物質か？	化学反応とエネルギー																			
効率よく合成するには？	化学反応と化学平衡																			
廃液処理に必要なスキルは？	無機物質																			
つながりは永遠か？	有機化合物																			
ペットボトルのケミカルリサイクル	高分子化合物																			
身の回りの化学製品をつくろう	人間生活の中の化学																			
	SS 生物(選択)	5 単位(週 5 コマ)で実施 <table border="1"> <thead> <tr> <th>探究の問い</th> <th>学習内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>細胞はどのように活動しているか？</td> <td>細胞と分子</td> </tr> <tr> <td>エネルギーは生体内でどのように形を変えるか？</td> <td>代謝</td> </tr> <tr> <td>遺伝子発現の機構</td> <td>遺伝情報の発現とその制御</td> </tr> <tr> <td>世代を超えた種お維持と多様な子孫が生まれるのはなぜか？</td> <td>生殖と発生</td> </tr> <tr> <td>生体内の情報伝達と個体間のコミュニケーションとは？</td> <td>動物の反応と行動</td> </tr> <tr> <td>個体数はどのように増減するのか？</td> <td>生物群集と生態系</td> </tr> <tr> <td>進化はどのようにして起きるのか？</td> <td>生命の起源と進化</td> </tr> <tr> <td>多様性を整理するための様々な視点とは？</td> <td>生物の系統</td> </tr> </tbody> </table>	探究の問い	学習内容	細胞はどのように活動しているか？	細胞と分子	エネルギーは生体内でどのように形を変えるか？	代謝	遺伝子発現の機構	遺伝情報の発現とその制御	世代を超えた種お維持と多様な子孫が生まれるのはなぜか？	生殖と発生	生体内の情報伝達と個体間のコミュニケーションとは？	動物の反応と行動	個体数はどのように増減するのか？	生物群集と生態系	進化はどのようにして起きるのか？	生命の起源と進化	多様性を整理するための様々な視点とは？	生物の系統
探究の問い	学習内容																			
細胞はどのように活動しているか？	細胞と分子																			
エネルギーは生体内でどのように形を変えるか？	代謝																			
遺伝子発現の機構	遺伝情報の発現とその制御																			
世代を超えた種お維持と多様な子孫が生まれるのはなぜか？	生殖と発生																			
生体内の情報伝達と個体間のコミュニケーションとは？	動物の反応と行動																			
個体数はどのように増減するのか？	生物群集と生態系																			
進化はどのようにして起きるのか？	生命の起源と進化																			
多様性を整理するための様々な視点とは？	生物の系統																			
	SS 地学(選択)	5 単位(週 5 コマ)で実施 <table border="1"> <thead> <tr> <th>探究の問い</th> <th>学習内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地球の内部はどうなっているのか？</td> <td>地球の形と重力・地磁気、地球の内部</td> </tr> <tr> <td>山はどうしてできるのか？</td> <td>プレートテクトニクス、地震と火山、変成作用と造山運動</td> </tr> <tr> <td>地球の環境はなぜ安定しているのか？</td> <td>大気構造と運動、海洋と海水の運動、大気と海洋の相互作用</td> </tr> <tr> <td>地球にはなぜクレーターが少ないのか？</td> <td>地表の変化、地層の観察</td> </tr> <tr> <td>地球の環境はどのようにして作り上げられたのか？</td> <td>地球環境の変遷、日本列島の成り立ち</td> </tr> <tr> <td>宇宙の果てはどうなっているのか？</td> <td>太陽系、恒星の世界、宇宙と銀河</td> </tr> </tbody> </table>	探究の問い	学習内容	地球の内部はどうなっているのか？	地球の形と重力・地磁気、地球の内部	山はどうしてできるのか？	プレートテクトニクス、地震と火山、変成作用と造山運動	地球の環境はなぜ安定しているのか？	大気構造と運動、海洋と海水の運動、大気と海洋の相互作用	地球にはなぜクレーターが少ないのか？	地表の変化、地層の観察	地球の環境はどのようにして作り上げられたのか？	地球環境の変遷、日本列島の成り立ち	宇宙の果てはどうなっているのか？	太陽系、恒星の世界、宇宙と銀河				
探究の問い	学習内容																			
地球の内部はどうなっているのか？	地球の形と重力・地磁気、地球の内部																			
山はどうしてできるのか？	プレートテクトニクス、地震と火山、変成作用と造山運動																			
地球の環境はなぜ安定しているのか？	大気構造と運動、海洋と海水の運動、大気と海洋の相互作用																			
地球にはなぜクレーターが少ないのか？	地表の変化、地層の観察																			
地球の環境はどのようにして作り上げられたのか？	地球環境の変遷、日本列島の成り立ち																			
宇宙の果てはどうなっているのか？	太陽系、恒星の世界、宇宙と銀河																			

○具体的な研究事項・活動内容

仮説 1 → 実社会の状況を取り込んだ探究的な学びを実現する授業設計は、グローバルな視野と柔軟な科学的思考力の育成に有効である。

◆ SS 科目の深化と拡張 → 各科目の概要は、上記<SSH に関連する教科・科目>に記載

高 1～高 3 で開設している SSH 指定科目の探究型授業の研究開発。今年度は、各教科での研究開発だけでなく、研究部が主導した研究グループ制度*の活用によりカリキュラム・マネジメントの実施が進み、各教科の特徴を以下に示す。

SS 数学：独自テキストを作成し、探究課題を解決する中で必要な数学的知識や概念を習得できるようにしている。一つ一つの探究課題が現実の世界の探究であったり、数学の世界の探究であったりする。

SS 理科：以下の 3 つに重点を置いた単元設計を研究開発した。

(1) 「社会への応用、現代社会の課題」を授業の軸とする。

- (2)「科学的な研究の方法」を習得することを目的とした実験デザインの重視
- (3)「構造化された探究」ではなく「導かれた探究」の実施

◆SSIB 講座の深化と拡張

今年度の SSIB 講座は、コロナ感染拡大の影響により、大学構内への入構が規制されたため、実施できなかった。

仮説 2 →生徒課題研究および理数探究活動は、課題発見力、情報収集力、分析・評価力、自律的活動力、コミュニケーション力等の研究スキルの育成に資する。

- ◆教育課程上に「課題研究 I・II」を開設
→上記<課題研究に関する教科・科目について>に記載。
- ◆中高 6 年間で体系的な理数探究活動の実施
→上記<課題研究に関する教科・科目について>に記載。
- ◆サイエンスフィールドワークの実施
今年度のサイエンスフィールドワークは、は、コロナ感染拡大の影響により実施できなかった。

仮説 3 →仮説 1・2 における中高 6 年間の授業と課題研究のスパイラルは生徒に SOCIAL CHANGE の視点をもたらす。

◆校内課題研究コンテスト「ISS チャレンジ-SSH 部門-」の実施

下記スケジュールで、中 1～高 3 までが参加する校内課題研究コンテストを実施した。

5 月中旬	オリエンテーション(オンライン、動画配信)
6 月初旬	第一次研究計画書提出
9 月末	第二次研究計画書提出
10 月末	研究経過報告書の提出
1 月中旬	研究論文の提出
3 月初旬	審査を経て、上位グループの口頭発表(動画配信)およびポスター展示

- ◆生徒企画によるスタディツアーの実施
今年度のスタディツアーは、は、コロナ感染拡大の影響により実施できなかった。
- ◆校外研修・外部発表・科学系コンテスト等への積極的な参加の促進
下記に参加した。
 - ・TAMA サイエンスフェスティバル in TOYAKU2020 ・全国 SSH 研究発表会
 - ・第 14 回高校生理学研究発表会 ・高校生科学技術チャレンジ(JSEC)
 - ・サイエンスキャッスル ・関東近県 SSH 校合同発表会
 - ・東京都 SSH 合同発表会 ・令和 2 年度「Tokyo サイエンスフェア」研究発表会
 - ・東京学芸大学主催 SSH/SGH/WWL 課題研究成果発表会
 - ・第 11 回中高生国際科学アイデアコンテスト つくば Science Edge 2021
 - ・第 3 回高校生サイエンス研究発表会 in 第一薬科大学
 - ・化学グランプリ ・数学オリンピック

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

- ・公開授業の実施 2020 年 11 月 20 日(土)
事前に授業動画を配信し、当日に Zoom で研究協議会を開催した。
- ・SS 数学テキスト、SS 理科実践報告書の作成と Web 公開
- ・SSH 課題研究論文の Web ページ公開、生徒課題研究発表動画の配信など

○実施による成果とその評価

- ・SS 科目における研究開発課題につながる授業改善および単元設計(仮説 1)
- ・SSH 課題研究および理数探究活動の実施(仮説 2)
- ・課題研究コンテスト(ISS チャレンジ)を活用した研究活動の活性化(仮説 3)

○実施上の課題と今後の取組

- ・カリキュラム・マネジメントを活かした SSH 課題研究の深化と拡張

⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

以下の研究開発が、新型コロナウイルス感染拡大の影響で実施できなかった。

- ・SSIB 講座(仮説 1) ・サイエンスフィールドワーク(仮説 2) ・スタディツアー(仮説 3)

その他の研究開発においても、スケジュール変更や内容の変更等はあった。

東京学芸大学附属国際中等教育学校	指定第 2 期目	指定期間 01~05
------------------	----------	---------------

②令和 2 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果 (根拠となるデータ等を報告書「④関係資料(令和 2 年度教育課程表、データ、参考資料など)」に掲載すること)

各仮説に対する個々の研究開発の成果は、後ページの各項目にて報告する。ここでは、今年度の SSH 研究開発により、学校全体としてどのような変容があり、どのような成果があったのかを示すこととする。

<生徒の変容について>

質問紙調査の結果から、研究開発の成果を分析する。本調査は、仮説 1 の研究開発事業である SS 科目(数学・理科・家庭科)の受講生を対象に行った。本調査の実施時期の関係で、高校 3 年生には実施できなかった。

◆本校の SSH の取組みに参加したことで、科学技術に対する興味・関心が増したか？

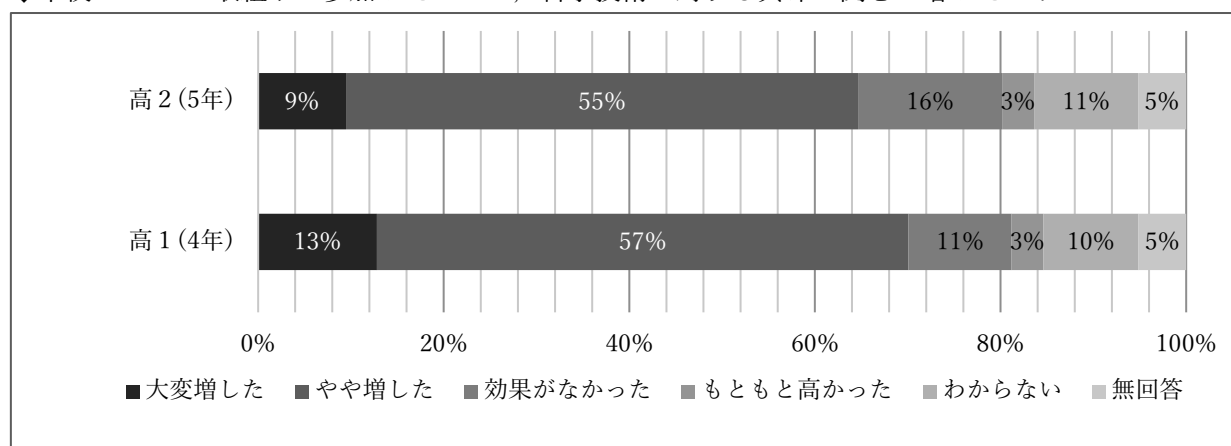


図 1 科学技術に対する興味・関心(高 1:n=117 高 2:n=116)

◆本校の SSH の取組みに参加したことで、科学技術に関する学習に対する意欲が増したか？

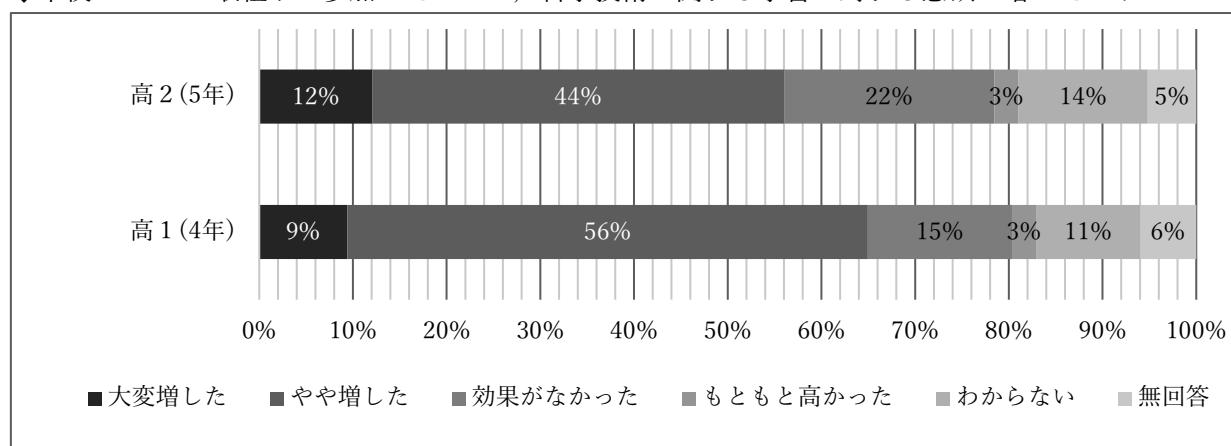


図 2 科学技術に関する学習に対する意欲(高 1:n=117 高 2:n=116)

◆本校のSSHの取組みに参加したことで、学習全般や科学技術、理科・数学に対する興味、姿勢、能力が向上したか？

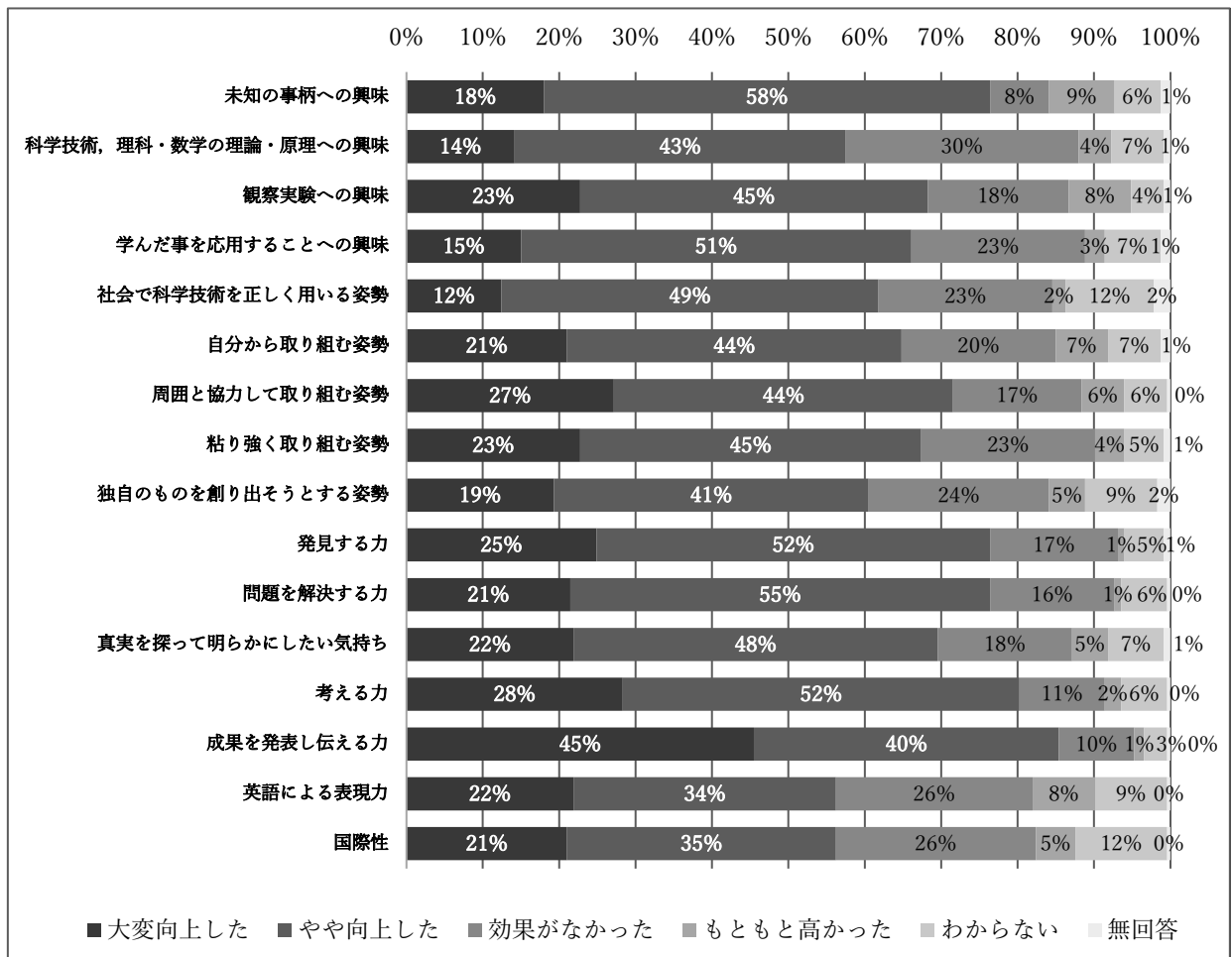


図3 興味、姿勢、能力の向上

図1、2に示される通り、本校SSHの取組みによって、科学技術に対する興味・関心や学習意欲が増したとの回答が約60%前後であり、多くの生徒にとって本校SSHの取組みが科学技術に対する意識の改革につながったものと考えられる。また、図3に示される通り、生徒の興味、姿勢、能力の向上についても、60~80%程度の生徒が肯定的な回答をしている。SS科目の受講、課題研究の実施などを通じて、自身に身に付いた姿勢や能力を判断していることがわかる。

具体的には、SS科目(仮説1に対応)においては、数学・理科・家庭科のいずれの教科も、実社会の状況や現実事象からの授業展開が工夫され、未知の事柄への興味や学んだ事を応用することへの興味、社会で科学技術を正しく用いる姿勢等の向上につながったと考えられる。また、同様にSS科目においては、各単元で「探究の問い」が設定され(詳細は、p.25のSS理科の研究開発を参照されたい)、常に探究的な学びが構築されている。このことが、問題を解決する力、真実を探って明らかにしたい気持ち、考える力等の向上につながったと考えられる。課題研究(仮説2に対応)においては、1年間で研究計画から研究論文作成の一連の研究活動を全員が実施する。その経験が、粘り強く取り組む姿勢、発見する力、成果を発表し伝える力等の向上につながっていると考えられる。今年度は、コロナ感染症感染拡大の影響による休校期間があったり、実験・観察などのグループ活動や課外の研究活動に制限がかかった時期があったが、全員が課題研究に取り組み、その成果を研究論文として提出できたことも成果である。

<教員の変容について>

1. 研究グループ制度の継続による授業研究の深化 (仮説1 に対応)

本校では、SSH 指定 2 期目 1 年次に引き続き、SSH 事業を含む校内研究の推進のために、カリキュラム・マネジメントの実践に取り組んでいる。SSH 研究開発課題に掲げる「『学びの本質』を捉え、SOCIAL CHANGE をもたらす科学技術人材の育成」の実現のために、今年度の研究主題を「知の統合を生み出す探究的な学び」と設定し、研究グループ制度を継続した。この制度により、校内での授業研究が活性化され、SOCIAL CHANGE の視点につながる知の統合を生み出す探究的な学びが各学年、各教科で実践された。

研究グループは、同一学年の授業をもつ教員の教科や経験のバランスを考慮して構成した。以下に示すように、本校の教員を 7 つの研究グループに分けた。各グループに必ず本 SSH 事業に中心的に関わる数学・理科・家庭科の教員が含まれ、まずは、互いの授業見学から始め、他教科の授業を見学し合った。□で囲んだ部分は、本 SSH 事業で研究開発に取り組んでいる SS 科目の実施学年である。SS 科目の授業を他教科の教員が授業見学することもあり、校内で SSH 事業の取り組みを共有することにつながった。

表1 研究グループの構成

	学年	構成教科							
①	1年(中1)	国語	<u>数学</u>	<u>理科</u>	<u>理科</u>	保健体育	外国語		
②	2年(中2)	国語	社会	<u>数学</u>	<u>理科</u>	<u>理科</u>	保健体育	音楽	外国語
③	3年(中3)	国語	社会	<u>数学</u>	<u>理科</u>	技術	外国語	養護	
④	4年(高1)	国語	地歴公民	<u>数学</u>	<u>理科</u>	保健体育	情報	外国語	
⑤	5年(高2)	国語	地歴公民	<u>数学</u>	<u>理科</u>	保健体育	<u>家庭科</u>	養護	
⑥	6年(高3)	国語	国語	地歴公民	地歴公民	<u>数学</u>	保健体育	外国語	外国語
⑦	DP(高2・3)	地歴公民	<u>数学</u>	<u>理科</u>	美術	外国語	外国語	外国語	

この研究グループ制度の導入による成果として、教科を横断(連携)した単元設計の構築およびその公開が挙げられる。2020年11月21日に実施した公開研究会(オンライン実施)にて、以下の授業を公開することができた。

対象学年	2年(中学2年)
関係教科	数学 理科 総合的な学習の時間
授業テーマ	IDU ¹ の枠組みで構成する教科等横断的な授業 ～重要概念「Logic」に焦点を当てて～
内容	数学と理科の授業における「Logic」の概念形成と、総合的な学習の時間における知の統合の場面に ついて公開した。統合する知として、重要概念「Logic」を設定し、各教科の固有性を活かしながら授業を 行った。最終的に各教科の「Logic」を総合的な学習の時間において統合することを試みた。

¹ IDU とは…Interdisciplinary Unit の略。国際バカロレア中等教育プログラム(IBMYP)で実施される 2 つ以上の学問分野または教科の知識体系や知るための方法を理解し、それらを統合して新たな知識を創造するための単元である。

対象学年	3年(中学3年)
関係教科	国語 社会 数学 理科 外国語 技術
授業テーマ	私たちは何によって未知の複雑な事象を知り得るのか ～語りの再構築からとらえる<関係性>～
内容	異なる視点からの語りは、どのようにしてそれらの関係性を人々に示し、その事象の理解につながるのか。共有する重要概念を「関係性」と設定した。国語における「苦海浄土」の読解を軸として、「水俣病」について、社会・数学・理科・外国語・技術の授業を通してあらゆる視点から学ぶ。水俣病に関わる様々な立場からの語りを知ることにより、生徒たちは水俣病に向き合い、知を統合していく。これまでの自分たちの理解や態度が揺さぶられ、この問題の複雑さや葛藤が浮き彫りになっていく。中学3年生として、今「水俣病」について伝えるべきだと考えたことを、異なる立場の人の「語り」を再構築することにより表現していく。人間にとっての公平性とは何か？真に豊かな社会とはどのような社会か？を探究した。

対象学年	5年(高校2年)
関係教科	理科(SS 化学基礎)
授業テーマ	環境問題は定量化できるか？
内容	近年、環境や人体への影響が懸念されているエアロゾルを題材とし、化学反応式と物質量の関係性の学習を深めていく。窒素から窒素酸化物を経て、大気中での光化学反応(サイクル反応)により多量にオゾンを生じ、さらに大気中に存在する揮発性有機化合物との反応でエアロゾルを生成する過程を実際に体験することで、人間の活動が環境に与える影響について多角的に議論を重ねた。

対象学年	6年(高校3年)
関係教科	数学(SS 数学Ⅲ) 国語(現代文 B, 古典 B) 国際 A(憲法と人権, 国際協力と社会貢献) 国際 B(ファシリテーション実践)
授業テーマ	知の統合が拓く「育てたい生徒像」の実現
内容	本校は「育てたい生徒像」として(1)現代的な課題を読み解く力を持った生徒、(2)知識とイメージを自分で再構成する力を持った生徒、(3)対話を通して人との関係を創り出す力を持った生徒、(4)異文化への寛容性・耐性をもった生徒という4つの生徒像を共有している。これらの生徒像は、知の統合によって実現される。そして、最高学年である第6学年は、この生徒像をもっとも体現する存在である。第6学年の研究グループでは、育てたい生徒像は育成されているのか、育成されているならその要因として何が効いているのかを研究の問いとし、「知の統合」が「育てたい生徒像」の実現にどのように効いているのか、その一端を明らかにした。

2. カリキュラム・マネジメントの評価によるカリキュラム評価分析 (仮説1～3に対応)

本校のカリキュラム・マネジメントの実施に対する評価検証のために、SBCDE(School-Based Curriculum Development & Evaluation)「学校を基盤としたカリキュラム開発と評価のための調査項目」¹という手法で、カリキュラム評価を行った。この手法は、学校研究およびそれに基づく授業実践を診断評価するために開発された質問紙を改変したもので、9視点12項目に「はい」「いいえ」で回答し、各視点の実施状況をレーダーチャートで表示するものである。以下図4に結果を示す。

¹ 水越敏行(1986)『学校を基盤としたカリキュラム開発と評価に関する実証研究』(科学研究費一般研究 B, 昭和58～60年度, 研究代表者:大阪大学人間科学部教授・水越敏行)

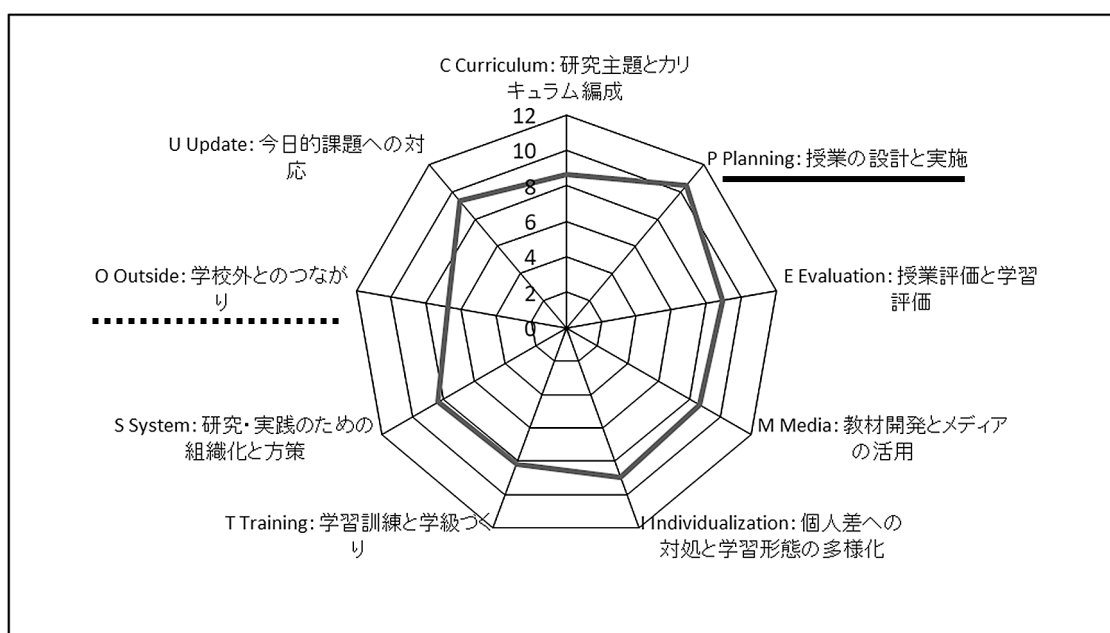


図4 SBCDEによるカリキュラム評価の結果(N=48)

図4に示す結果から、本校のカリキュラム・マネジメントの強みと課題が明確になったことが、成果である。本校の強みは、「Planning:授業の設計と実施」にある。これは、国際バカロレアの教育システムを導入していることやSS科目としてSSH事業において授業研究を研究開発の対象としていることに起因するものである。本校独自の特色ある単元構成がされており、全教科において探究的な学びが実現していること、学校として共通の授業設計の手順を持っていること、評価の視点や方法が明確であることなどが特徴である。校内で研究開発を推進する特別研究推進委員会が上手く機能し、授業研究に成果が表れたものと考えられる。ただし、「探究的な学び」ばかりでは、生徒への負担の大きさが懸念される。探究的な学びを年間計画や中高6か年の一貫教育の中でどのように位置づけるかの視点でのカリキュラム・マネジメントも必要である。一方で、本校の課題は、「Outside:学校外とのつながり」である。近隣の学校との交流や、授業の生きた教材として役立つ地域人材のリストアップができていない。学校外の自然や社会環境の場での学習をより積極的に取り入れることを考えたい。

さらに、上記カリキュラム評価の結果が、本校SSH運営指導委員で明星大学教育学部大学院教育学研究科の吉富芳正先生により図5、6のように分析された。図5のカリキュラムマネジメント・モデル¹による分析は、SBCDEの調査項目をカリキュラムマネジメント・モデルに適用し、分析したものである。本校SSH研究開発でも積極的に取り組んでいる授業研究および開発において、多様な授業の工夫が行われていることが示された。一方で、施設や教材教具、学校外の人的支援等が上手に活用されていない状況も明らかになった。このような現状を踏まえ、図6におけるレバレッジ・ポイントの考察例が示された。「各教員の強力な授業力の発揮」を軸に、カリキュラムのPDCAサイクルをより活発に回し、国立大学附属学校としての組織文化の醸成や体制、施設設備や教材教具の整備、学校外の資源の活用に取り組むことが課題である。

¹ カリキュラムマネジメント・モデル : 田村知子・村川雅弘・吉富芳正・西岡加名恵編著『カリキュラムマネジメント・ハンドブック』ぎょうせい, 2016。

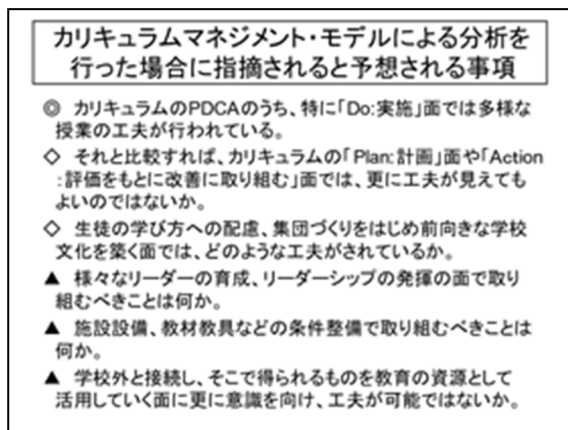


図5 カリキュラムマネジメント・モデルによる分析

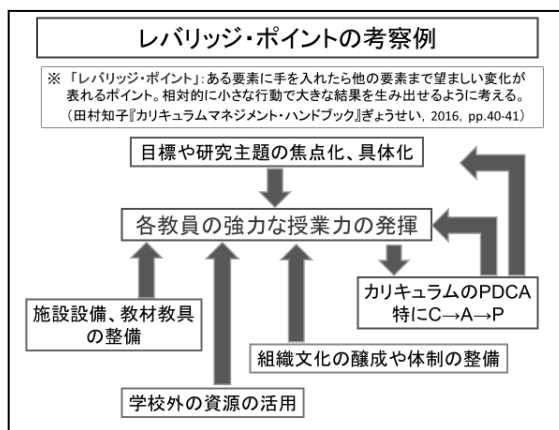


図6 レバレッジ・ポイントの考察例

上記分析の通り、本校 SSH 研究開発におけるカリキュラム・マネジメント実践を評価することにより、課題が顕在化されたことは成果である。今回使用した SBCDE は、チェックリスト式で簡便であるが、具体的な内容までは共有しにくいので、特定の項目については教員間で更に意見や情報の交換をすることが望まれる。

<受賞, 論文掲載, 学会発表等> (仮説1～3に対応)

2019 年度

・ SSH 課題研究(仮説2, 3)において下記の受賞や採択があった。

令和元年度 SSH 生徒研究発表会 ポスター発表賞

「食品中の鉄分とルミノール反応」

第17回高校生科学技術チャレンジ(JSEC) 入選

「セイロンベンケイソウの不定芽発生」

日本学生科学賞東京都大会 奨励賞受賞

「人工宝石の製造」

サイエンスキャッスル研究費 採択

「アントシアニン分解能力を持つ腸内細菌の探索」

東熱科学技術奨学財団 助成プロジェクト採択

「アントシアニン分解能力を持つ腸内細菌の探索」

国際周期表年 2019 エッセイコンテスト 文部科学大臣賞

人工宝石の製造 「ルビーとモリブデン」

2020 年度

・ Journal of Molecular Graphics and Modelling への論文掲載

SS 科目(仮説1)の対象であるイメージン理科の授業で 2018~2019 年度に実施した研究が学会誌に掲載された。

Marni E. Cueno(本校非常勤講師), Kanako Iguchi(本校生徒), Kanta Suemitsu(本校生徒), Marina Hirano(本校生徒), Kosei Hanzawa(本校生徒), Takemasa Isoda(本校生徒), Miu Ueno(本校生徒), Rinako Iguchi(本校生徒), Aoi Otani(本校生徒), Kenichi Imai, " Structural insights into the potential changes in receptor binding site found in the 1998e2018 influenza B/Yamagata hemagglutinin: A putative correlation between receptor binding site structural variability and seasonal infection", Journal of Molecular Graphics and Modelling, Volume 97, June 2020

・日本原子力学会 2021年春の年会(2021年3月17日) 一般セッションでの発表
2019年度に生徒の主體的な研究活動(仮説3)において実施したフィールド調査やインタビュー活動の成果を学会で発表した。

「原子力 vs.自然エネルギーの対立軸を乗り越えるための方法論としての映像制作 —その成果と展望—」 矢座 孟之進(本校生徒)、鮫島 朋美(本校教員)、澤田哲生(東京工業大学)

・東京学芸大学附属学校研究紀要への論文掲載

2019年度のSSIB講座(仮説1)の実践研究を本学研究紀要に掲載し、成果を発表した。

鮫島朋美(本校教員)、前田優、山田道夫、内田大貴、吉原伸敏、「高大連携による国際バカロレアディプロマプログラム (IBDP) 化学の実践と検証」、東京学芸大学附属学校研究紀要, 47:75-81

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2年度教育課程表、データ、参考資料など)」に掲載すること)

各仮説およびSSH研究開発全体に関わる課題を記載する。ここで示す課題に対する改善策は、p.75「7章 研究開発実施上の課題および今後の研究開発の方向性」を参照されたい。

【仮説1】に関わる課題

・SS科目の開設について

研究開発課題でもある「SOCIAL CHANGE」の視点を生み出す授業展開や指導方法が、学校全体で十分に共有されていない。教員、生徒共に、グローバルな課題を社会問題のレベルで捉えることはできていても、当事者性を意識した自分事に落とし込むまでの深化ができていない。授業研究を重ね、1つの事象を多様な視点で捉えることにより、「葛藤の中で社会は動いていく」という社会構造を授業設計の中に導入することが課題である。

・SSIB講座

今年度は、コロナ感染拡大の影響により大学構内への入構が規制されたため、SSIB講座が実施できなかった。1年次に引き続き、以下が課題となる。SSIB講座は、国際バカロレアディプロマプログラムでの学習内容や方法をベースとした実験講座となっている。その特徴を活かしつつ、より汎用的で多くの高校生が参加しやすい講座へとシフトしていくことが課題である。

【仮説2】に関わる課題

・課題研究I・II

課題研究を実施するにあたり、生徒自身が不足していたと考える力として、「自律的活動力」と「コミュニケーション力」が挙げられた。課題研究が計画通りに進められなかったこと、プレゼンテーションや研究論文執筆の際の苦勞がその要因として考えられる。課題研究を計画通りに進めるための環境整備、生徒のプレゼンテーション準備や論文執筆等の作業において効果的に機能する教員のファシリテーション能力の育成が課題である。

・理数探究活動

前・後期課程6か年を通じた理数探究活動の開発であり、最も多くの教員に関わる研究開発の項目である。探究活動で取り組まれる研究範囲は広く、多くの視点で研究開発されることは非常に良いことだが、特定の資質・能力の伸長にフォーカスした成果が検証しにくい。共通の質問紙調査を実施できたことは今年度の成果ではあるが、共通のルーブリック作成はできていないため、スキルの伸長を定量的に測定できているとは言い難い。

【仮説3】に関わる課題

・SOCIAL CHANGEの視点

この2年間の取り組みにおいて、生徒課題研究だけでなく、SOCIAL CHANGEにつながる生徒の自主的な活動は多くあったが、すべてを実現できたわけではない。コロナ感染拡大の影響や生徒たちの企画の甘さに加えて、放課後や休日の活動への教員支援体制の課題もある。

【全体を通して】

・カリキュラム・マネジメントの視点

研究グループ制度¹の継続により、教科連携や教科横断、あるいは授業科目と課題研究との連携等、具体案を見出すことができた。まずは、教員の指導力向上のためにも、この制度を定着させることが課題である。また、現段階では、各グループが機能し教科を越えた横のつながりで授業研究することに重きが置かれているが、より総括的な視点でのマネジメントが必要である。

・成果の普及

成果普及のフィールドは、定例開催している公開研究会・授業研究会における授業公開や研究協議会の開催、学校 Web ページにおける実施報告書や SS 科目の成果物の掲載に留まっている。

・管理機関との連携

本校の管理機関は東京学芸大学となり、これまでも研究授業に対する指導助言をお願いしたり、大学主催で課題研究発表会や実験講座を実施したりしている。大学教員の協力が得られることが本校 SSH における強味であるので、その範囲を拡張していくことが課題である。

¹ 研究グループ制度 授業研究を目的とし、同一学年の授業をもつ教員の教科や経験のバランスを考慮して構成した教員のグループ

1章 実社会の状況を取り込んだ探究的な学びを実現する授業実践

(1) SS科目の開設

SSH 指定1期目の研究開発において開設したSS科目の深化と拡張のため、下記の授業を開設している。文脈や概念として実社会の状況を取り込み、探究的な学びを実現する授業設計を志向している。

	4 学年(高1)	→	5 学年(高2)	→	6 学年(高3)
数学	SS 数学 I (必修・3 単位)		SS 数学 II (選択・4 単位)		SS 数学 III (選択・5 単位)
	SS 数学 A (必修・2 単位)	→	SS 数学 B (選択・2 単位)	→	
理科			SS 物理基礎 (必修・2 単位)	→	SS 物理 (選択・5 単位)
			SS 化学基礎 (必修・2 単位)	→	SS 化学 (選択・5 単位)
	SS 生物基礎 (必修・2 単位)			→	SS 生物 (選択・5 単位)
	SS 地学基礎 (選択・2 単位)			→	SS 地学 (選択・3 単位)
			生物イマージョン (選択・2 単位)		物理イマージョン (選択・2 単位)
家庭科			SS 家庭基礎 (必修・2 単位)		

(1)-1 SS 数学

① 研究開発の課題

数学科では「国際社会の一員として、適切に判断し行動できる人間になるために、数学的リテラシーを育むとともに、数学に対する興味・関心を高め、豊かな感性を養う」ことを研究目標としている。この目標を実現するために以下の活動を重視している。すなわち、

- ・実社会の問題を、数学の問題に直し、数学的に処理し、得られた解をもとの問題場面に照らして解釈する活動
- ・グラフ関数電卓やパソコン等 ICT を積極的に活用した探究活動
- ・数学を使い、創る活動

である。事象の探究をする中で上記の活動が実現でき、継続的に学習が行えるように独自テキストを作成する。さらに、これまでテキストとしてまとめた内容についても、新しい探究課題を開発するとともに実践を通してその有効性を確認する。

② 研究開発の経緯

原則月 1 回、以下のとおり本校数学科教諭による研究会を休日に開催し、テキスト作成のために、探究課題を持ち寄り、議論や検討、作成を行った。特に今年度は COVID-19 による感染防止のため、オンラインで研究会を開催することも数回あった。

今年度開催日時	内 容
令和2年5月16日(土)	初等幾何「図形の性質」の§1 三角形の探究課題案の再検討 <ul style="list-style-type: none"> ・角の二等分線と比、三角形の成立条件 ・チェバ・メネラウスの定理(見出す場面を中心に) ・チェバ・メネラウスの定理(使う場面を中心に)

	<ul style="list-style-type: none"> ・チェバ・メネラウスの定理の逆 ・活用問題
令和2年6月27日(土)	初等幾何「図形の性質」 ① § 1 三角形の探究課題案の検討 <ul style="list-style-type: none"> ・三角形の五心 ② § 2 作図の探究課題案の検討 <ul style="list-style-type: none"> ・作図題
令和2年7月24日(金)	初等幾何「図形の性質」前回の探究課題案の再検討 <ul style="list-style-type: none"> ・三角形の五心 ・作図題 SS 数学の取組の検証方法について検討
令和2年9月5日(土)	初等幾何「図形の性質」の § 3 空間図形の探究課題案の検討 <ul style="list-style-type: none"> ・三垂線の定理 ・共通外接線
令和2年9月26日(土)	SS 数学の取組の検証方法(意識調査)について検討 2
令和2年11月28日(日)	初等幾何「図形の性質」の § 3 空間図形の探究課題案の再検討 <ul style="list-style-type: none"> ・三垂線の定理 ・共通外接線 SS 数学の取組の検証方法(意識調査)について検討 3
(12月上旬)	初等幾何「図形の性質」のテキストの原稿作成(まとめ)と入稿
令和2年12月26日(土)	SS 数学の取組についての意識調査の分析 1
令和3年1月16日(土)	SS 数学の取組についての意識調査の分析 2 今後のテキスト作成についての計画
令和3年2月13日(土)	6年選択科目「国際 A」の探究課題案の検討 <ul style="list-style-type: none"> ・行列, 離散グラフ, 仮説検定 初等幾何「図形の性質」のテキストの初校の確認

③ 研究開発の内容

a. 仮説

探究課題の解決を図る中で必要な数学的な概念や知識が学習できるような構成となっている本校独自テキストを作成し実践することにより、高等学校数学科における課題である数学的活動の実現と充実に対する有効性を示すことができる。

特に探究課題を使用した問題解決の授業を行うことで、生徒の ATL スキルを伸長し、学習した単元の概念を獲得させることができる。さらに他教科や他領域に繋がる思考を育成できる。

また、実社会の状況を文脈として取り込み、概念理解を促す授業開発の取組によって、現実社会に数学を生かそうとする主体的態度や、数学世界の問題を統合・発展したりするなど、数学を使ったり、創り出したりする生徒の資質・能力の向上に寄与することができる。

b. 研究内容

SSH 第 1 期より、本校 5・6 学年(高 2・3 学年)用の数学科の独自テキストを作成してきている。その目的は①において述べているが、作成の前提は表 1 に示すとおりである。また、単元構成および実施学年は表 2 のとおりである。ただし、(※1)、(※2)は 2022 年以降の学習指導要領改訂ののちのカリ

キュラムでの位置づけである。現在(※2)については、6年の選択科目の一部として位置づいている。なお、表中の(●)は今までにテキストの作成が完了した単元を示している。

表1 独自テキストの前提

(i) 事象の探究を指向
(ii) ICTの積極的な活用
(iii) 発展的学習の一部導入
(iv) 教科横断的な取組

表2 単元構成

5年	三角関数(●)
4年(※1)	初等幾何(●)
5年	座標幾何(●)
5年	ベクトル(●)
6年選択	行列・離散グラフ・仮説検定
6年	複素数平面(●)
5年	微分積分の考え(●)
5年(※2)	推測統計(●)
6年	微分積分

このテキストで学んだ生徒が、新しく出会う数学のルーツを探り、その背景を感じながら「数学的活動」を体験することを通して、数学的活動を実行する力を育むことができるようなものとなるように、数学科教諭で議論を重ね、テキストの作成を行う。

c.方法

SSH 第2期 2年次の今年度は、初等幾何「図形の性質」のテキスト作成を中心に行った。具体的には指導する数学的概念や内容の同定を行い、「図形の性質」の章について全体の構成の確認を行った。続いて、課題を解決する中でそれら数学的概念や内容を習得できるような探究課題を各自が考え、それらを持ち寄り、テキストに入れるべき探究課題について議論した。このような過程を経て、確定した探究課題とそれに付随する探究を進めるための問題である「問」、探究で用いた考えを発展させ数学的概念を深めるための問題である「Q」などを作成し、さらに「図形の性質」の章に関わる定義や性質などの文言を整理し、実際にテキストとして『TGUISS 数学 5・6「初等幾何」』として冊子にまとめた。「図形の性質」の節構成と探究課題および学習する数学の内容は以下のとおりである。

第1節「三角形の性質」

- 探究1 正三角形の角の三等分線はかけないの？
 角の等分線の作図・内分・外分・辺と角の大小関係
- 探究2 メネラウスが発見したのはどんな定理？
 メネラウスの定理・チェバの定理
- 探究3 メネラウスの定理の逆は成り立つのかな？
 メネラウスの定理の逆・チェバの定理の逆
- 探究4 三角形の五心について調べよう
 内心・外心・垂心・重心・傍心

第2節「作図」

- 探究1 円の接線を作図しよう
 作図題(解析, 作図, 証明, 吟味)
- 探究2 2つの円の共通接線を作図しよう
 2円の共通接線の作図

探究3 様々な長さの線分を作図しよう

正の有理数の長さを持つ線分の作図・無理数の長さを持つ線分の作図

第3節「空間図形」

探究1 震源の深さと震央を特定してみよう

2円の根軸と根心・空間での直線や平面の位置関係・三垂線の定理

上記構成に基づいて今年度作成したテキストの一部（第3節「空間図形」“探究1 震源の深さと震央を特定してみよう”の冒頭）を次ページで紹介する。また本校HPにてサンプルとして、第3節全体を公開し、希望者にはこの単元をまとめた冊子を進呈する予定である。

§3 空間図形

探究1 震源の深さと震央を特定してみよう

2016年4月、熊本県を中心に九州地方を大きな地震が襲った。後に「熊本地震」と呼ばれるこの地震は、日本で初めて震度7の地震が数日の間でしかも同一地方で2度も起きた地震とされている。一般的には、4月16日1時25分に発生した地震が本震とされているが、そのときのある3地点から震源までの初期微動継続時間と、それにより導かれた震源距離が次のように与えられている。このとき、震源の深さと震央を求めてみよう。

地点	初期微動継続時間	震源距離
長崎県雲仙市国見町	約6秒	46.1 km
熊本県八代市平山新町	約5秒	36.6 km
熊本県南阿蘇村中松	約4秒	34.5 km



<https://www.freemap.jp/>より作成

- 問1 上の3地点と、震源の位置関係を、図形のモデルで表すことを考える。どのような図形と見なすことができるだろうか。また、そのとき震央はどのような位置にあると考えられるだろうか。
- 問2 八代市平山新町をA、雲仙市国見町をB、南阿蘇村中松をC、震源をO、震央をHとして、問1のモデルを作成しなさい。

Activity 四面体の展開図を作成しよう

点Hの位置はどのように求めればよいかを探るために、実際に四面体の展開図を作成し、考察してみよう。

- 問3 展開図から四面体をつくる際の側面の動きに着目して、震央の位置、すなわち垂線の足を求める方法を考えてみよう。

d.検証

今年度作成した初等幾何「図形の性質」は、b.研究内容で示したように、2022年以降の学習指導要領改訂に伴って本校のカリキュラムに位置づけられる予定のため、現在は該当の単元の授業がなく、授業実践と振り返りおよび検証ができない。また加えて、これまでのSS数学の研究の取組の検証を、今年度定量的に行うことにしたので、検討の結果、今年度は後期課程（高1～3）の生徒全員を対象に、「数学の学習に対する意識調査」（アンケート）を行い、そのデータを分析し、これまでの研究の成果の検証と、今後の課題の洗い出しを行うことにした。

＜数学の学習に対する意識調査について＞

1. 対象と実施期間

対象：本校4～6年（高1～3）全員、実施期間：令和2年12月9～16日

2. 方法

本校が教員と生徒のために契約利用している Office365 のアプリ”FORMS”でデジタルアンケートを作成し、URLを生徒に送付して、LHRまたは数学の授業時間にネット上でアンケートに回答してもらった。

3. 回答数

4年：115名（95%）、5年：130名（97%）、6年：119名（88%）、計364名（93.6%）

4. 質問項目とその結果

（1）6年（高3）1年次との比較

2015年度（SSH第1期）に実施した「SSH生徒意識調査アンケート＜記名式＞」のうち、SS数学に関する質問13項目について、今回も同様の質問を行い、当時中学1年生だった生徒たちが、高校3年生までの6年間の数学の学習を経て、どのように意識が変容したかを調査し、分析・検証を試みた。

① 2015年度の結果（対象：中学1年生、105名回答）

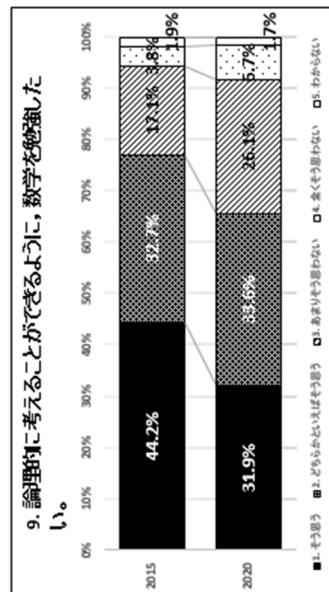
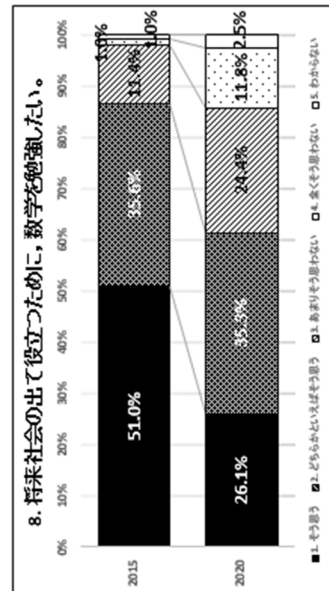
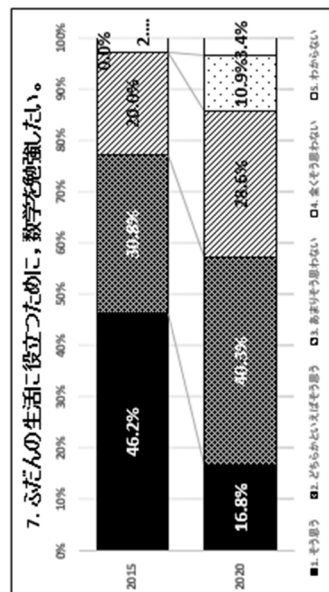
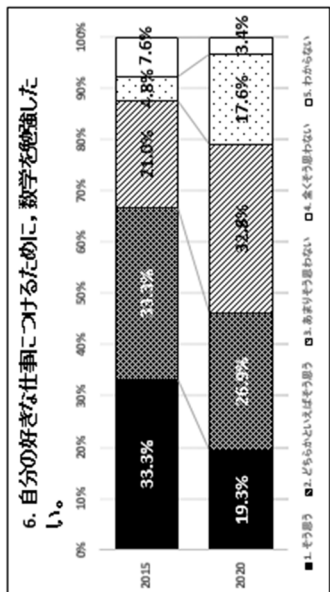
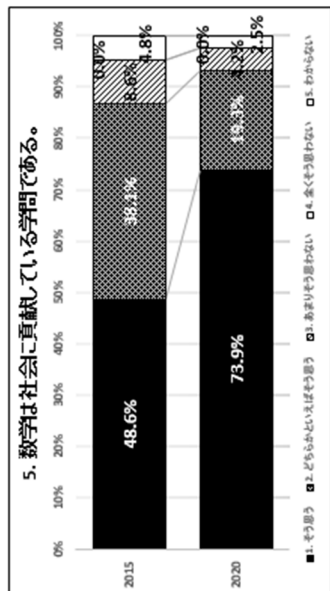
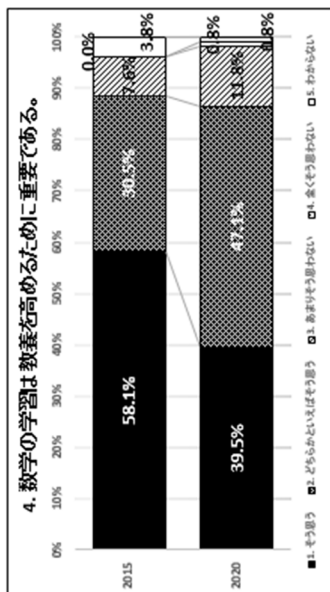
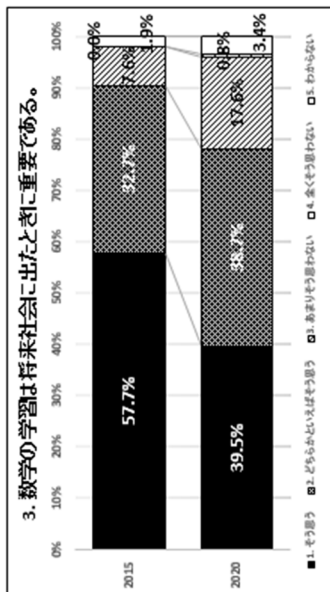
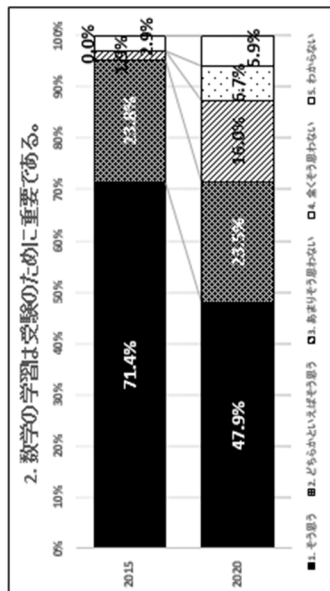
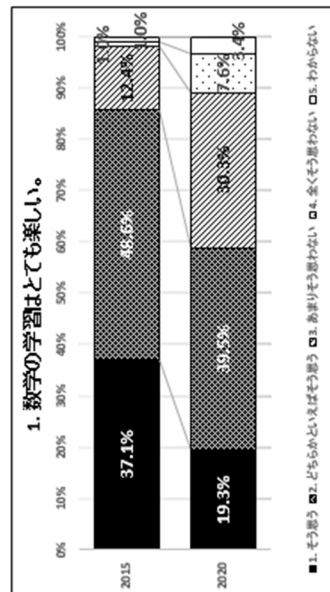
	1. 数学の学習はとて楽しい。	2. 数学の学習は受験のために重要である。	3. 数学の学習は将来社会に出たときに重要である。	4. 数学の学習は教養を高めるために重要である。	5. 数学は社会に貢献している学問である。	6. 自分の好きな仕事につけるために、数学を勉強したい。	7. ぶだんの生活に役立つために、勉強したい。	8. 将来社会の役に立つために、数学を勉強したい。	9. 論理的に考えることができるように、数学を勉強したい。	10. 将来、数学の勉強を生かした仕事をしたい。	11. 学校で学習する数学の内容よりもっと詳しい内容を学習したい。	12. 学校で学習する数学の内容よりもっと高度な内容を学習したい。	13. 数学について興味があることを自分で調べたり学習したりしている。
■1. そう思う	37.1%	71.4%	57.7%	58.1%	48.6%	33.3%	46.2%	51.0%	44.2%	13.6%	24.8%	20.0%	21.9%
■2. どちらかといえばそう思う	48.6%	23.8%	32.7%	30.5%	38.1%	33.3%	30.8%	35.6%	32.7%	26.2%	34.3%	25.7%	33.3%
■3. あまりそう思わない	12.4%	1.9%	7.6%	7.6%	8.6%	21.0%	20.0%	11.4%	17.1%	32.4%	32.4%	38.1%	33.3%
■4. 全くそう思わない	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.8%	0.0%	1.0%	3.8%	15.2%	1.9%	10.5%	4.8%
□5. わからない	1.0%	2.9%	1.9%	3.8%	4.8%	7.6%	2.9%	1.0%	1.9%	11.4%	6.7%	5.7%	6.7%

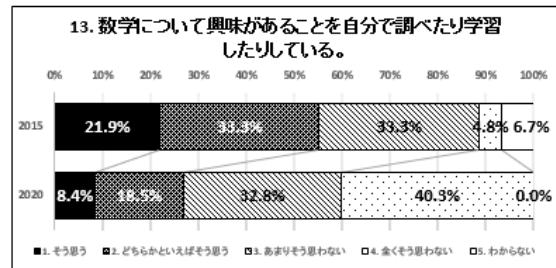
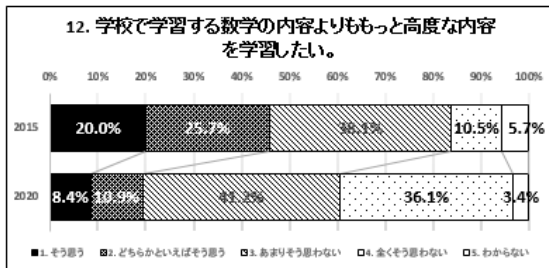
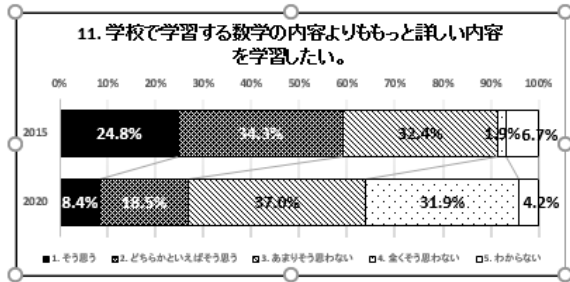
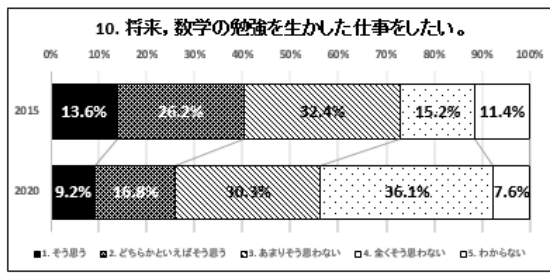
② 2020年度の結果（対象：高校3年生、119名回答）

	1. 数学の学習はとて楽しい。	2. 数学の学習は受験のために重要である。	3. 数学の学習は将来社会に出たときに重要である。	4. 数学の学習は教養を高めるために重要である。	5. 数学は社会に貢献している学問である。	6. 自分の好きな仕事につけるために、数学を勉強したい。	7. ぶだんの生活に役立つために、勉強したい。	8. 将来社会の役に立つために、数学を勉強したい。	9. 論理的に考えることができるように、数学を勉強したい。	10. 将来、数学の勉強を生かした仕事をしたい。	11. 学校で学習する数学の内容よりもっと詳しい内容を学習したい。	12. 学校で学習する数学の内容よりもっと高度な内容を学習したい。	13. 数学について興味があることを自分で調べたり学習したりしている。
■1. そう思う	19.3%	47.9%	39.5%	39.5%	73.9%	19.3%	16.8%	26.1%	31.9%	9.2%	8.4%	8.4%	8.4%
■2. どちらかといえばそう思う	39.5%	23.5%	38.7%	47.1%	19.3%	26.9%	40.3%	35.3%	33.6%	16.8%	18.5%	10.9%	18.5%
■3. あまりそう思わない	30.3%	16.0%	17.6%	11.8%	4.2%	32.8%	28.6%	24.4%	26.1%	30.3%	37.0%	41.2%	32.8%
■4. 全くそう思わない	7.6%	6.7%	0.8%	0.8%	0.0%	17.6%	10.9%	11.8%	6.7%	36.1%	31.9%	36.1%	40.3%
□5. わからない	3.4%	5.9%	3.4%	0.8%	2.5%	3.4%	3.4%	2.5%	1.7%	7.6%	4.2%	3.4%	0.0%

③ 2015年度と2020年度のグラフによる比較

次のページ以降に、上記の比較をグラフで示す。





④ グラフの比較分析

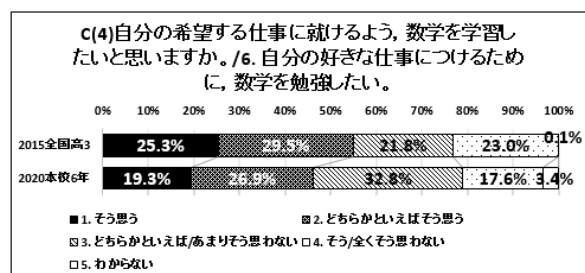
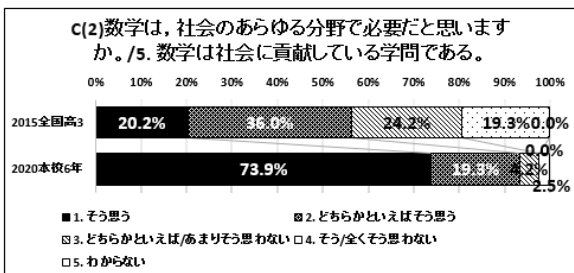
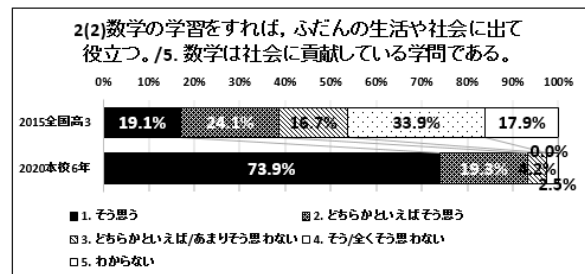
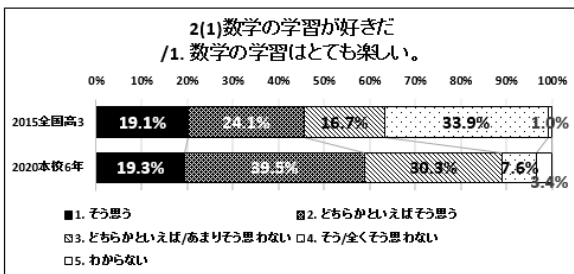
- ・肯定的回答（そう思う，どちらかといえばそう思う）に関し，全13項目のうち，2015年度では，11項目において，また2020年度においては9項目において，肯定的回答が50%を超えている。
- ・5項目目以外はすべて肯定的回答が2020年度で下がっている。
- ・5項目目の「数学は社会に貢献している学問である」において，92.3%が肯定的な回答をしている。

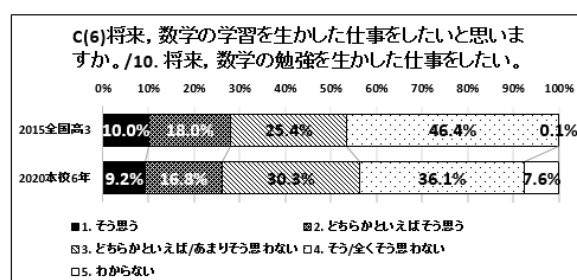
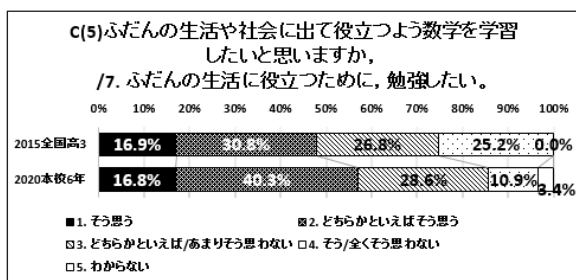
総括して，まず本校の生徒は数学の対する学習への意識が高いと言えるのではないだろうか。ただ，6年間の学習を経て，全体的に肯定的回答が減少していることは，数学の学習内容が，学年が上がるにつれて高度になり，学習がより困難に感じる生徒が増えたり，学力差がより大きくなることなどが原因として考えられる。しかしその反面，ほとんどの生徒が数学に対して，その良さや社会における役割を十分に認識を広げたと考えられる。もう少し別の分析も試みたい。

(2) 6年（高3）における外部調査との比較

本校の6年生の実態を多角的に捉えるために，全国の高校3年生との比較を，外部調査を用いて試みた。用いた外部調査は，平成27年度高等学校学習指導要領状況調査の数学に関する質問紙調査で，2015年11月に文部科学省が全国の高校3年生を対象に実施したものである。ただし，同じ質問・回答項目でないため，質問が類似する6項目において比較を試みた。

① グラフによるデータの比較





② グラフの分析

これら前述の 6 つのグラフから、本校における数学の学習に対する好意的な回答は全国に比較して高く、半数以上を占めていること、数学が日常や社会に役立つ、貢献している学問であり、特に日常生活に生かそうとする意識も全国より高いと考えられる。しかし、数学を生かした仕事に就きたいと考える生徒の割合はあまり変わらない。

(3) 仮説 1 についての検証 1 (個々の ATL スキルの伸長についての調査)

本研究仮説 1 である、探究課題を使用した問題解決の授業を行うことで、生徒の ATL スキルを伸長し、学習した単元の概念を獲得させること、さらに他教科や他領域に繋がる思考を育成できたかどうかを検証するために、一つ一つの ATL スキルについてその伸長具合を質問した。

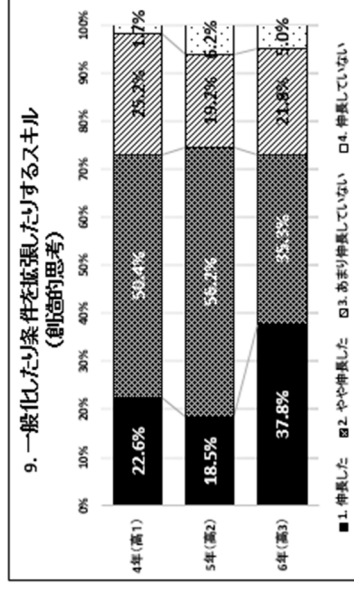
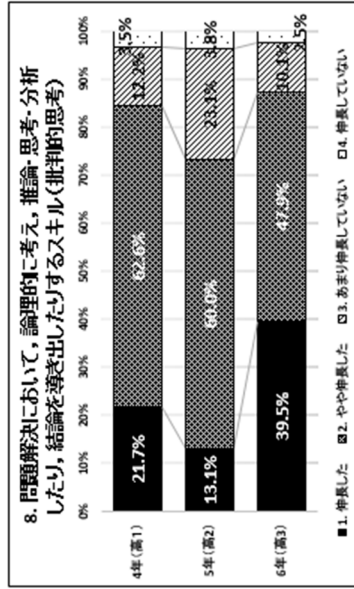
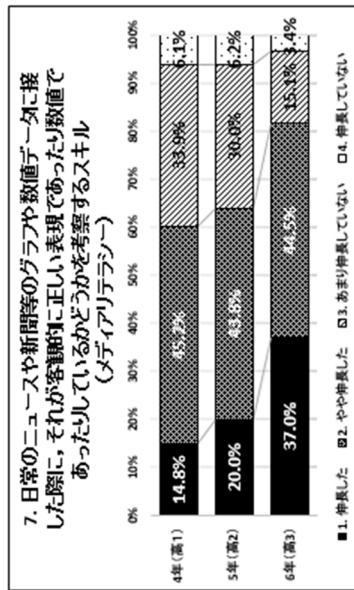
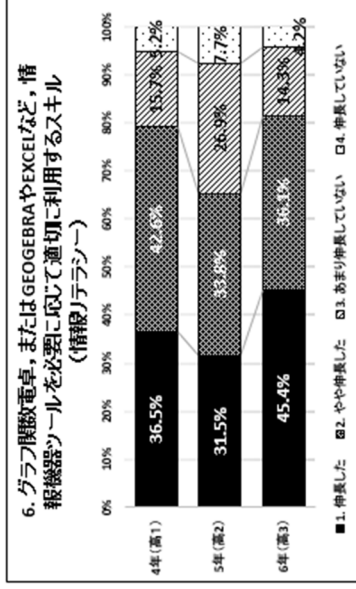
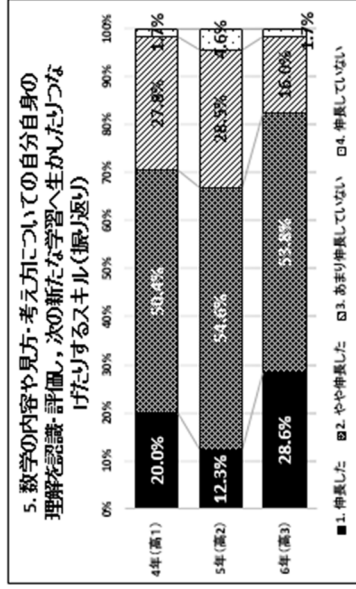
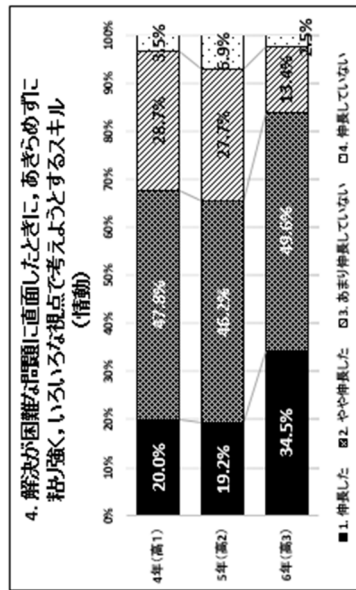
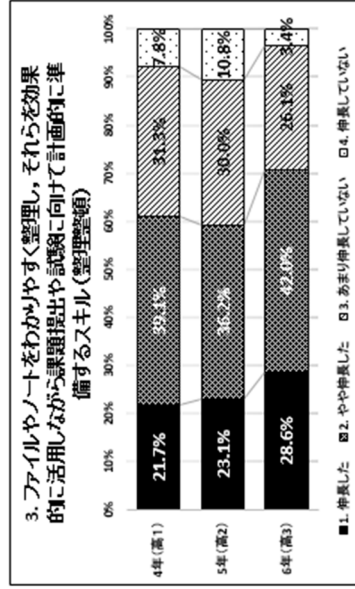
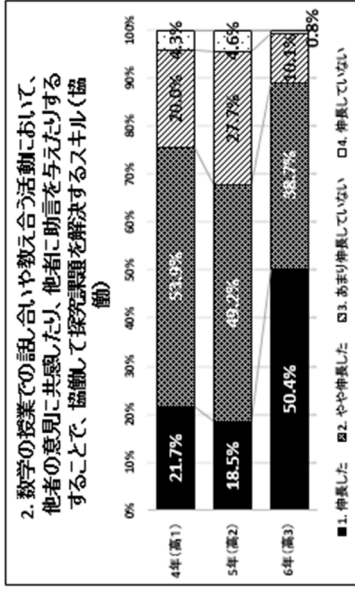
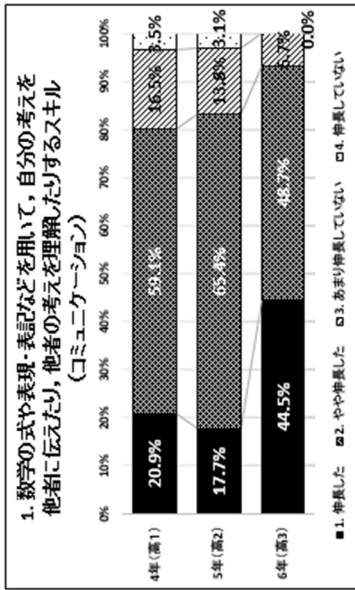
① 数学の学習における ATL スキルの定義

本数学科において、数学の学習における ATL スキルを以下のように検討・解釈・定義した。

ATL	数学の学習におけるATL
コミュニケーションスキル	数学の式や表現・表記などを用いて、自分の考えを他者に伝えたり、他者の考えを理解したりするスキル
協働スキル	数学の授業での話し合いや教え合う活動において、他者の意見に共感したり、他者に助言を与えたりすることで、協働して探究課題を解決するスキル
整理整頓スキル	ファイルやノートをわかりやすく整理し、それらを効果的に活用しながら課題提出や試験に向けて計画的に準備するスキル
情動スキル	解決が困難な問題に直面したときに、あきらめずに粘り強く、いろいろな視点で考えようとするスキル
振り返りスキル	数学の内容や見方・考え方についての自分自身の理解を認識・評価し、次の新たな学習へ生かしたりつなげたりするスキル
情報リテラシースキル	GeoGebraやExcel、グラフ関数電卓など、情報機器ツールを必要に応じて適切に利用するスキル
メディアリテラシースキル	日常のニュースや新聞等のグラフや数値データに接した際に、それが客観的に正しい表現であったり数値であったりしているかどうかを考察するスキル
批判的思考スキル	問題解決において、論理的に考え、推論・思考・分析したり、結論を導き出したりするスキル
創造的思考スキル	一般化したり条件を拡張したりするスキル
転移スキル	実社会や他教科での問題解決の場面において、数学で学んだ見方や考え方をいようとするスキル

② アンケート結果のグラフ化

これまでの数学の授業を振り返り、上記の ATL スキル一つ一つについて伸長したと思うかどうか質問をした。そしてデータの分析のために以下のグラフでは、ATL スキルごとに各学年の結果を一つにまとめ、ATL スキル間の比較と学年の推移の分析も試みた。ただし、転移スキルに関しては、仮説 3 の実社会の状況を文脈として取り込み、概念理解を促す授業開発の取組によって、現実社会に数学を生かそうとする主体的態度や、数学世界の問題を統合・発展したりする力の育成に関わると判断し、これらと分けて質問をした。

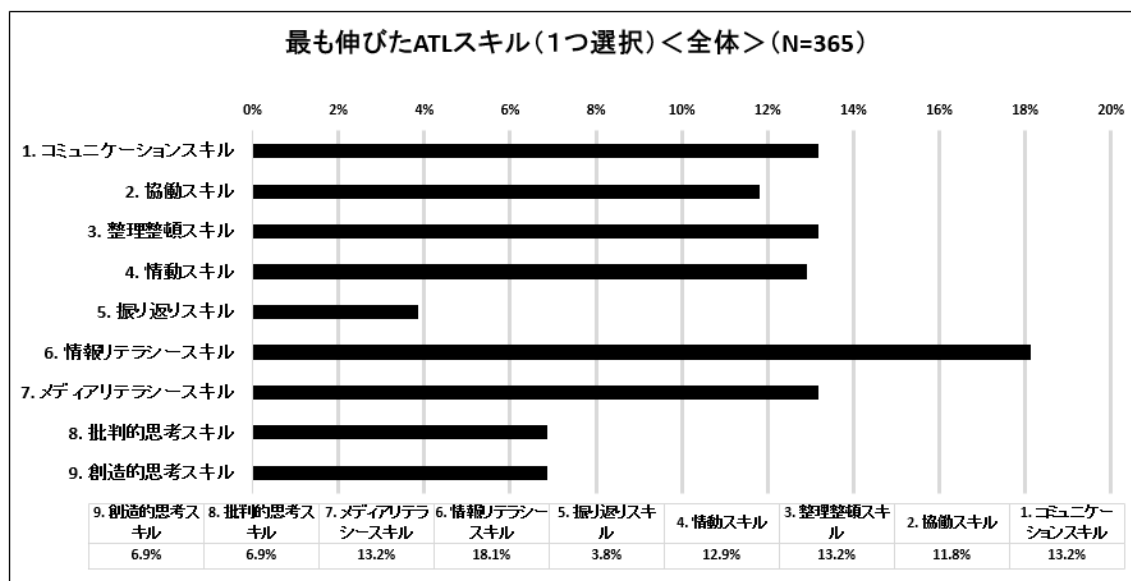


③ グラフの分析

どの学年においても、すべてのATLスキルにおいて、ほぼ6割以上が肯定的回答をしている。特にコミュニケーションスキル、批判的思考スキル、創造的思考スキルにおいては、どの学年も7割を越えている。また高校3年生においては、整理整頓スキルや創造的思考スキルを除いて、8割を超えている。これについては、本校での数学の学習を集大成的に振り返って回答しているとも考えられるので、本校の数学の学習におけるATLスキルの伸長はかなり成果を出していると言えるのではないかと考える。

(4) 仮説1に関する検証2（最も伸長したATLスキルの調査）

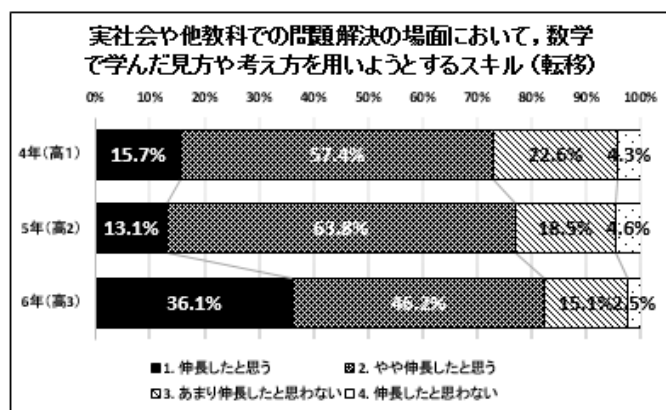
9つのATLスキルの中で、最も伸びたと思うスキルを1つ選択してもらったところ、以下のような結果となった。



情報リテラシースキルが最も伸長したと回答した生徒が最も多かったことは、本校の数学科の目標の一つである、ICTを積極的に活用した探究活動が実現されていると捉えることができる。またコミュニケーションスキルや協働スキルについては、本校の授業展開のスタイルとして、ディスカッションやグループ活動を多く取り入れていることの表れであると考えられる。

(5) 転移スキルに関する検証

現実社会に数学を生かそうとする主体的態度や、数学世界の問題を統合・発展したりする態度が育成されたかどうか、転移スキルについて伸長したと思うかどうか質問をすることで、検証を試み、以下のような結果が得られた。



どの学年も7割を超える生徒が肯定的回答をした。また学年が上がるごとにその割合が少しずつ増加している。このことは、本校での継続的な学びの中で、数学を他の場面に生かそう、応用しようとする態度を育成することに十分に成果が出ていると考えられるのではないかと思う。

最後に、来年度以降はスキルを伸長する具体的な場面や探究課題等を特定し、今後の研究に生かしていく予定である。

(1)– 2 SS 理科

① 研究開発の課題

SS 理科の授業開発においては、社会への応用、現代社会への課題を授業設計の軸とし、生徒を探究の道程にのせるための問いを工夫することで、文脈の中で学習する探究的な授業スタイルを提案する。この授業改善によって、グローバルな視野と柔軟な科学的思考力の育成に導くことが課題である。特に今年度は、「探究の問い」の工夫によって、授業が変わり、生徒の資質・能力の変容につなげることを課題とした。

② 研究開発の経緯

本校理科教諭による検討会を開催し、「探究の問い」を活用した授業実践の詳細について報告しあうとともに、SS 理科成果物「生徒の資質・能力を育成する探究の問いの工夫 –SOCIAL CHANGE の視点を生み出し、探究の道程へ導くために–」の作成に向けて議論を重ねた。

日時	内容
令和2年6月～7月	研究開発の課題の共有，検証方法についての議論，研究計画の立案。
令和2年8月～12月	中3化学「 $50 + 50 = 96?$ 」の実践報告と協議。 検証方法（KH Coder）の検討。 それぞれの授業実践の計画立案。
令和2年12月	授業実践の報告と協議。 中1化学「沸騰と蒸発の違いは？」 中3化学「トリチウム水どうする？」 高1SS生物基礎「人と自然の関係性、見え方いろいろ」 高2SS物理基礎「『仕事する』って直感的にはどういうこと？」 高2DP化学「『科学用語』の望ましい使い方とは？」 高3化学「つながりは永遠か？」 報告冊子の全体構成の検討と確認。
令和3年1月	授業実践の報告と協議。 中2物理「『Logic』が果たす役割とは？」 高1SS地学基礎「福島第一原発事故は天災か？人災か？」
令和2年12月～ 令和3年2月	理論の検討。（本校SSHにおける問いの工夫，IBの教育理念と問いの分類） 各授業実践の検討と確認。
令和3年2月～3月	SS理科成果物 最終確認

③ 研究開発の内容

a.仮説

SS 理科の3つの重点項目(次ページ参照)の実践により、グローバルな視野と柔軟な科学的思考力の育成につながり、生徒にSOCIAL CHANGEの視点をもたらす。

b.研究内容

本校SSHでは国際バカロレア（IB）理科の「探究的な学び」の趣旨に基グローバルな視野と柔軟な科学的思考力の育成につながり、生徒にSOCIAL CHANGEの視点をもたらす。づき、かつ新学習指導要領における「探究の過程」を実現するべく、SS理科科目の研究開発を行っている。高校1～3年生で開設するSS理科科目においては以下の3つに重点を置いている。


1. 「社会への応用，現代社会への課題」を授業設計の軸にする
2. 「科学的な研究の方法」を習得することを目的とした実験デザインの重視
3. 「構造化された探究」ではなく「導かれた探究」の実施

1では、生徒が現実社会の課題について科学的な知識を得たうえで、分野を超えた解決策を考えられるよう、理科と他領域とのつながりを意識して授業設計を行う。

2では、生徒が主体的に実験デザインに取り組む機会を多く設定し、科学研究の手法を身につける。これについては、昨年度のSS理科成果物として「実験デザイン集」を作成し、公開した。

3では、一般的に探究的な学習には表1のような3つの段階があると考え、SS理科科目における探究は「導かれた探究」の実施を目指している。いわゆるSSH課題研究は、表1の「オープンな探究」に該当し、SS理科科目の授業での経験が、生徒をSSH課題研究へと無理なくつなぐことを狙っている。授業クラス内で共通の課題に取り組みながらも、それに対応する問題解決のアプローチは生徒ごと（グループごと）に異なる。手法の多様性を共有し、議論する機会を設けることにより、課題の本質に気が付き、より深い学びにつながる。この経験を繰り返すことにより、SSH課題研究における「オープンな探究」の実施が可能になると考える。昨年度のSS理科成果物「実験デザイン集」においても、一つの課題に対して、生徒がそれぞれ異なる手法で取り組む様子を取り上げた。

表1 探究的活動の段階

構造化された探究	導かれた探究	オープンな探究
教員が生徒に探究のための質問をする。 ↓ 生徒は、ある程度決まった過程で探究する。	教員が生徒に探究のための質問をする。 ↓ 生徒は、自身で問題解決の過程を考える。	生徒が質問を考案し、自身で探究する。 ↓ 生徒は、自身で問題解決の過程を考える。
易  難		

上記のSS理科科目の特長および目標を踏まえて、本年度も研究開発を行った。しかし、昨年度末から今年度6月にかけて、COVID-19の感染拡大による緊急事態宣言の発令、学校の臨時休校があり、その後も分散登校やグループワークの制限などにより、今年度は生徒の実験・観察活動や探究活動を十分に設定・実施することができなかった。そこで、このような状況下においても、重点項目1～3の実現により仮説を検証するために、「探究の問い」の設定の工夫をSS理科科目の研究開発の主眼にした。

c.方法

「探究の問い」を意識的に使い分けることで、科学的な学習内容に文脈を生み出し、知識・技能の定着に留まらない概念理解を可能にさせ、SOCIAL CHANGEに目を向けた問題解決が提案されるのではないかと考えた。私たちの研究開発の手順を以下に示す。

① 「探究の問い」の分類

以下の表2に示すように、単元の中で発する「探究の問い」を、事実を問う問い、概念理解を促す問い、議論するための問いに分類した。

表2 探究の問いの分類

事実を問う問い	概念理解を促す問い	議論するための問い
<ul style="list-style-type: none"> ・知識、事実に基づいている。 ・証拠によって裏付けられている。 ・探究テーマの用語を検証するために用いることができる。 ・しばしば時事問題的である。 ・回想や読解を促す。 	<ul style="list-style-type: none"> ・事実とトピックをつなぐような大きな考え方の探究を可能にする。 ・教科内の、そして学際的な内容についてのより深い理解に導く。 ・分析と応用を促す。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ある立場で議論するために事実や概念の使用を可能にする。 ・重要な観念や問題を多角的なものの方で探究する。 ・競い合うことができる。 ・統合と評価を促す。

② 単元設計および授業実践

上記①で分類した「探究の問い」を単元設計の中で位置づけ、各担当者が授業実践した。今年度、本研究開発の対象とした授業実践は以下の通りである。本SSH研究開発におけるSS理科科目の指定は高校生を対象とした授業のみだが、本校は中高一貫教育を実施している中等教育学校であり、中学生段階の授業改善が高校段階の授業や生徒の資質・能力の育成に影響を与えていることは、言うまでもない。そこで、中高6年間の理科を授業実践の対象とした。

表3 探究の問いと学習内容

学年	探究の問い	学習内容
中1 理科(化学領域)	蒸発と沸騰の違いは？	状態変化
中2 理科(物理領域)	「Logic」が果たす役割とは？	音の性質
中3 理科(化学領域)	50+50=96？	粒子モデル
中3 理科(化学領域)	トリチウム水どうする？	原子の構造・同位体・電気分解
高1 SS生物基礎	人間は生態系の中のどこに位置づけられているだろうか？	生態系とその保全
高1 SS地学基礎	福島第一原発事故は天災か、人災か？	日本の自然環境
高2 SS物理基礎	「仕事する」って直感的にはどういうこと？	力学的エネルギー
高2 DP化学	「化学用語」の望ましい使い方とは？	化学基礎全般
高3 SS化学	つながりは永遠か？	有機化合物

③ 重点項目1～3の実現に関する検証 →d. 検証へ

「探究の問い」の工夫により、科学的な学習内容に文脈が生まれ、SS理科科目における重点項目1～3が単元設計の中で実現されていたかについて、生徒に対する質問紙調査により検証した。「探究の問い」の提示場面は、各授業者や各単元によって異なる。教師側の立場で考えるとつい学習内容に重点を置きがちだが、表2に示すように、必ずしも学習内容に直結しない問いから学習内容に導入したり、学習内容の理解を発展させることにより思考にいたる問いを設定したりなど、単元設計の工夫がグローバルな視野と柔軟な科学的思考力の育成につながり、生徒にSOCIAL CHANGEの視点をもたらすのではないかと考える。

④ テキストマイニングによる分析

「探究の問い」の工夫が、知識・技能の定着に留まらない概念理解を可能にさせるか否かについて、各授業実践にて使用した「探究の問い」への生徒回答をテキストマイニング KH Coder (樋口,

2014)¹にかけることにより分析した。それぞれの科目において単元設計の軸として探究の問いを設定し、資質・能力の育成のために様々な手立てを施した。この実践をKH Coderによるテキストマイニングの手法で分析し、その効果の検証を試みた。これらの実践と成果は教員向けの報告冊子として、また本校HP上にて公開し、他校へ発信する。

d.検証

① 重点項目1～3の実現に関する検証

3年理科(化学領域)および5年SS物理基礎の1年間に実施した単元について、以下の質問紙調査を実施した。

各単元について、そう思うを「5」、そう思わないを「1」として、数値を選択せよ。
1. 「社会への応用」や「現代社会への課題」を学ぶ機会となった
2. 「科学的研究の方法」を学ぶ機会となった
3. 自身で「問題解決のプロセス」を考える機会となった

< 3年理科(化学領域) >

3年理科(化学領域)では、今年度以下の学習に取り組んだ。

表4 3年理科(化学領域)の1年間の学習

時期	単元テーマ	探究の問い	学習内容
6～7月	「2本のろうそく」 火のついた長さの異なる2本のろうそくにビーカーをかぶせると、長い方から消える。その原理を追究した。	50+50=96? もしも原子が見えたなら?	化学変化 化学反応式の書き方 物質の性質
8～9月	「トリチウム水どうする？」 福島第一原発の処理水には放射性物質のトリチウムが含まれる。このトリチウム水の処理方法について、あらゆる視点から議論した。	トリチウム水どうする?	原子の構造 同位体 電気分解
10～11月	「水俣病の科学」 水俣病の原因物質は、プラスチックの原料となるアセトアルデヒドの製造過程の副反応で生じたメチル水銀であった。水俣病を科学的視点で捉えるとどのように解釈されるかについて学び、さらに6教科の視点で水俣病に向き合った。	この単元では、生徒自身が探究の問いを設定する学習活動を導入した。詳しくは、本校研究紀要を参照 ² されたい。	イオン プラスチックの性質 有機合成 触媒の働き
11～12月	「カイロの商品開発」 ホッカイロの新商品を開発するために、化学反応に伴う熱の出入りについて学んだ。商品コンセプトの実現に向けて、各グループで開発のための実験を行った。	商品開発に求められるものは?	化学反応と熱
1月	「原発とどう向き合うか？」 持続可能な未来を妨げる課題の1つとして原子力発電に関わる様々な問題が挙げられる。原発の仕組みを理解するとともに、この問題にどのように向き合うかを考えた。学際的単元として実施。	原発とどう向き合うか?	エネルギー資源 や変換 核分裂反応 放射性同位体
1～3月	「戦争と科学」 日清戦争で利用された乾電池の紹介から、化学電池の仕組みを学習し、戦争で利用される科学について考えた。	科学を扱うためには?	電池 金属のイオン化傾向

¹ 樋口耕一、「社会調査のための計量テキスト分析-内容分析の継承と発展をめざして-」,ナカニシヤ出版, 2014

² 国際中等教育研究, 東京学芸大学附属国際中等教育学校研究紀要, No.14

各単元に対する質問紙調査の結果を図1に示す。

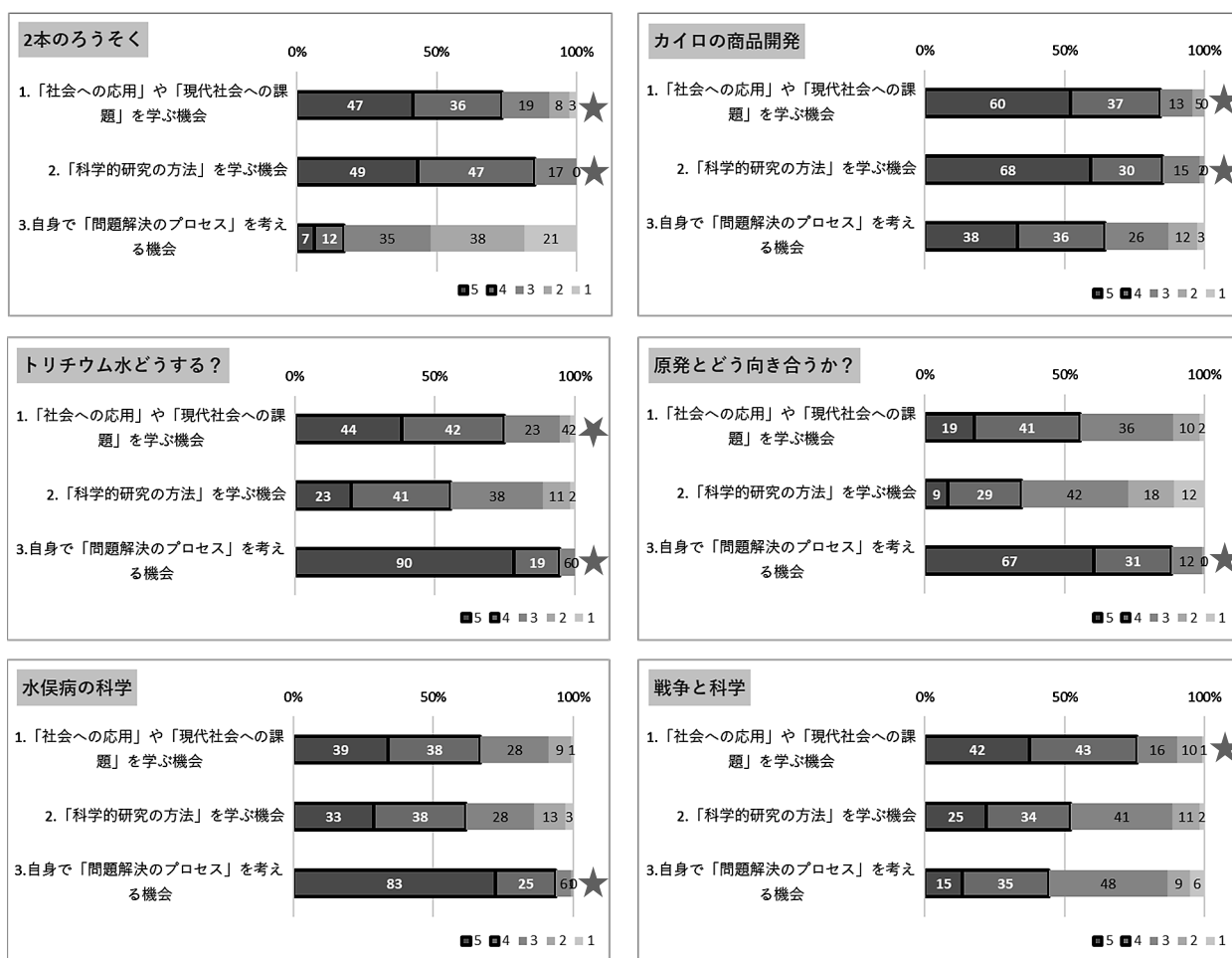


図1 3年理科(化学領域)における重点項目1～3に対する回答

図1に示される通り、各単元が重点項目1～3のいずれか1つまたは2つに特化して、実践されていることがわかる。各単元における「どのような力が身についたと思うか」に対する生徒の自由記述(表5参照)からもわかるように、重点項目の実現により生徒の様々な資質・能力が伸長していることがわかる。

表5 生徒の自由記述(抜粋)

2本のろうそく	<ul style="list-style-type: none"> ・独自の仮説を立ててそれを立証するための実験をデザイン・実行し、間違っていたらまた仮説を立て直し同じ工程を繰り返すという理科において基本的かつ大切な力を身につけることができたと思う。 ・原理を追究するための方法を設計する際に、今までに得た知識を応用、活用する力を身につけることができたと思う。 ・なぜ、片方のろうそくがもう1本のろうそくより早く消えたのかを様々な対象実験を組み立てて証明していくことではっきりさせられた。ある事象に対して目的に合わせたよい実験方法を考える力を身につけることができたと思う。
トリチウム水どうする?	<ul style="list-style-type: none"> ・化学と社会問題が結びついていることを実感し、解決する上での化学知識の重要性について学んだ。また、化学技術の限界と社会問題の解決法の両立の仕方について考える力がついた。 ・事前調べをし、そこからどういう解決方法があるのかを考える力がついた。先に情報収集することで考える範囲が広がった。
水俣病の科学	<ul style="list-style-type: none"> ・社会問題を多様な立場の視点から考えてきて、化学が社会に与える影響を見通す力がつけられたと思いました。また、社会問題を解決するにはどうしたらいいかについて自分で考える力をついたと思う。 ・過去の問題が現在にも通じており、問題を振り返って反省点や、なぜ複雑化したのかを分析する力を身につけられた。 ・水俣病の当事者の人たちの立場や現代の化学知識から、過去の問題を見直し、化学がどうあるべきか、

	どんな問題があり、どう解決策を見出していくのかを考える力。
カイロの商品開発	<ul style="list-style-type: none"> ・自分で目標、課題、実験を考え、すべてのプロセスをほぼグループ内だけで達成した。新しくかつ安全で便利な商品を考えることの難しさを実感すると共に、創造力、設計力を向上させられた。 ・自分たちの商品を開発するために実験をたくさん考えたのが印象的でした。欲しい実験結果と内容が伴っていないければ意味がありません。それを見出すのにとっても苦戦したので、探究心が伸びたと思う。 ・世の中のヒット商品からどんな魅力があればよいか、自分だけでなく社会の需要から良さそうなコンセプトを考え、実験を計画する力。わかりやすく伝えるプレゼン力、コミュニケーション力。
原発とどう向き合うか？	<ul style="list-style-type: none"> ・「化学＝危険」「化学＝安全」、どちらも正しく、考える立場によってどちらのことも主張できると学んだ。また、だからこそ1つの結論を出す難しさも実感した。様々な情報や専門知識を基準に、課題解決について考える力がついた。 ・原発やSDGsに結びつけて自分で考えられたので、問いを発展的に考えることにもつながったと思いました。また、原子力が単純に悪いものではないとも思い、情報リテラシースキルを持ちたいと思いました。
戦争と科学	<ul style="list-style-type: none"> ・乾電池の分解を通じて、推測する力がついたのではないかと思う。電池の中身は全くわからなかったが、日清戦争の話や電池の特徴からそれを guess して、考えて、今までそのようなことはあまりやってこなかったため、力がついた。 ・科学が戦争に使われた歴史を知ることで、将来科学やテクノロジーで悪用されないようにするためには何をすべきかを考える力が身についた。

②テキストマイニングによる分析

高3SS化学「つながりは永遠か？」(概念理解を促す問い)におけるテキストマイニング分析の事例を1つここに紹介する。

IBのMYPにおいて、16の重要概念のうちの一つである「つながり」は、人、物、有機物、アイデアの間の結びつきや結合、関係性と定義される。生徒は、この「つながり」という概念を軸にして化学の学習の理解を深めるだけでなく、教科横断的に「つながり」という概念を扱うことで、各教科科目での学習を統合し体系化することができる。これにより、生徒は生きていくうえで、より複雑な考えに取り組んだり、この概念理解を新しい状況に転移させたりすることができる。高校3年化学の「有機化合物」の単元では、重要概念を「つながり」と定め、原子や官能基のつながりとその変化に着目しながら学習を進めた。「つながり」について、これまでに他教科で学習してきたこともすべて含めて自分の中で咀嚼し、これからの人生や社会に生かすための総合的な力とするために、評価課題として「つながりは永遠か？」を設定した。

【評価課題】化学変化における“つながり”とあなたにとって大切な“つながり”について、比較し、関連付けながら述べよ。

【生徒の解答例 (一部抜粋)】

〈教科横断的な視点〉

自分にとっての大切なつながりは教科間のつながりである。別の教科で学んでいることがまた別の教科で出てくると非常に面白く、学ぶことの楽しさを実感する。・・・(略)・・・私は社会科科目として世界史を選択しているのだが、その世界史と化学がつながった瞬間が二回あった。一回目は何らかの理由(忘れてしまった)でアンモニアについて調べていた時である。ウィキペディアのページを読んでいたのだが、そこに「名称の由来は、古代エジプトのアモン神殿の近くからアンモニウム塩が産出した事による。」という文章を見つけた。アモンは世界史の中でも古代エジプトに出てくるエジプトテーベの土着宗教の神であり、後に太陽神ラーと一体化してアモン＝ラーとなった神である。世界史を勉強していた時はこの神がまさかアンモニアというごく普通に使われる単語の語源であるとは思ひもしなかったため、このつながりが見えた時は非常に感動した。・・・(略)・・・このように化学と世界史という全く関連のなさそうな教科につながりがあることに気付いた時は感動を覚え、その楽しさ故に勉強することの意味も感じる事ができる。よって、このような教科間のつながりは自分にとって大切である。

〈社会問題的視点〉

彼の政権のなにが一番問題なのだろうか。彼の政権の一番の問題はアメリカを分断させてしまってい

ること、完全に分極化させてしまっていることだと思う。本来なくてはならない国内の人々の“つながり”を、共和党支持者だけを包含し、他の人々、人種、宗教などを排斥する彼のやり方は、アメリカを分断させたといっても過言ではないだろう。・・・(略)・・・しかし私はこのように分断されたアメリカのような状況で橋渡しとなる存在はこれも科学であると思っている。科学は情報であり、数値的データであり、それ以上に意味はない。・・・(略)・・・科学情報格差があればそれは正しい討論にならないで、今のアメリカのようにお互いのつながりを切り、独立し、相手を非難するだけになってしまう。思想の違いがあるのは当たり前だからこそその討論だと思っているので、その討論をするにおいて正しい科学の情報の伝達が大事で、その正しい科学の情報が正しい討論を行わせ、人々をもう少しつなげる橋渡しになると思った。これが科学のつながりだと思う：科学にはこのように人を繋げる力、または今回のアメリカのように正しく扱わなければつながりを切る力があると思う。

KH Coder(樋口, 2014)で共起ネットワークによる分析を行った。共起ネットワークでは、出現パターンの似通った語、つまり共起の程度が強い語を線で結んだネットワークを描くことができる。共起の程度が強いほど、線が濃くなる。また、語の出現数と円の面積が比例する。すべての生徒の解答した文章を共起ネットワークで表したものを図1に示す。「有機」と「化合」、「アルコール」と「カルボン酸」と「硫酸」と「H⁺」、「平衡」と「移動」と「方向」のように、化学の学習内容に直結した語が共起していると同時に、教科横断的な内容を含む語や、社会問題に関わる語、身近な人とのつながりを想起させる語の共起も多く見られることがわかる。

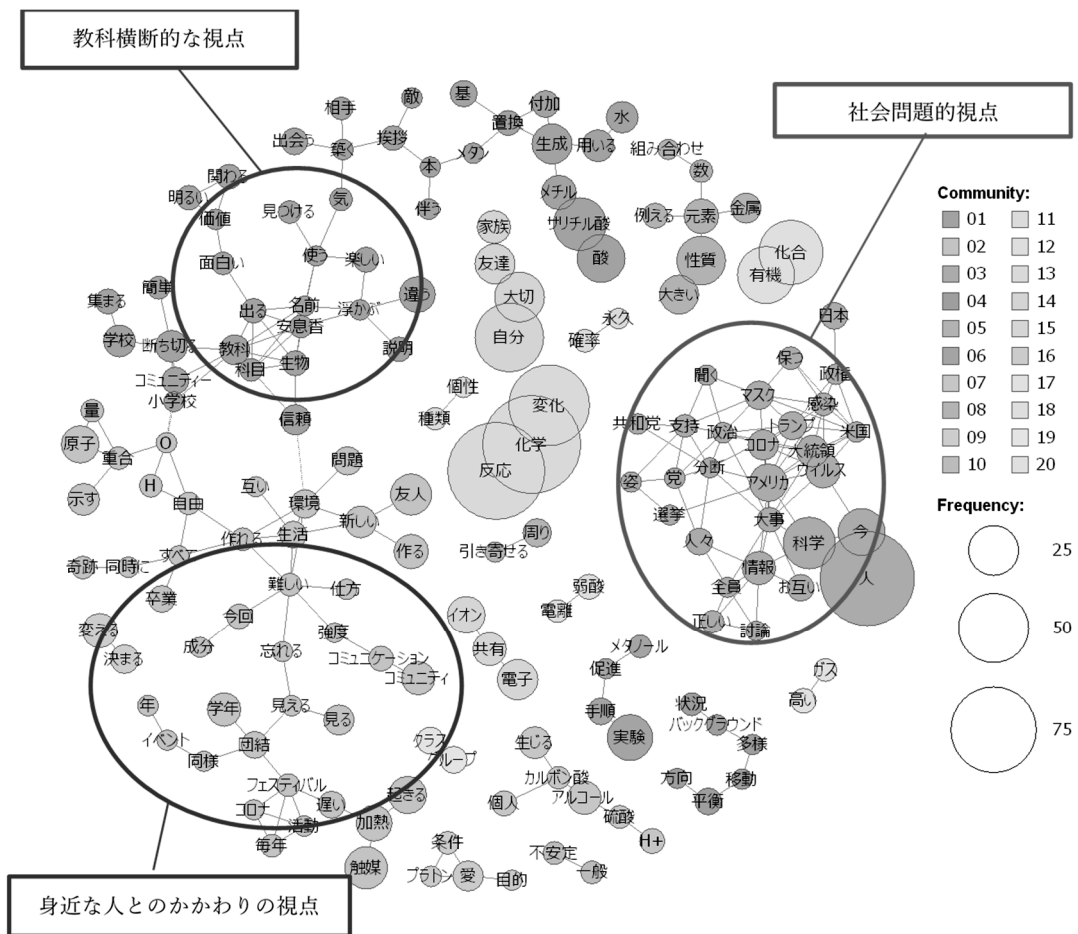


図2 KH Coder による共起ネットワーク

概念理解を促す問いを設定したことにより、「つながり」という概念について化学の視点だけでなく、教科横断的視点、社会問題的視点、身近な人とのかかわりの視点など多角的に捉えて考えを述べ、探究的な学びへと向かう様子が見て取れる。生徒は、「化学と世界史という全く関連のなさそうな教科につながりがあることに気付けた時は感動を覚え、その楽しさ故に勉強することの意味も感じることができる。」と、これまでの学びを統合し、さらなる学びに向かう力を示してくれた。また、現代社会の課題について自分の意見を表現することもできた。今年度、高3SS 数学では、現代的な課題を数学的に読み解く活動として『人の接触8割減』は妥当だったのか?」を実践した。これは感染症の数理モデルを実践するもので、感染者数の変化を記述するための変数(構成要素)の同定、それらの変数(構成要素)についてどのように仮定を設定していくかの議論を経て、それらの変数(構成要素)を変化させることでシミュレーションを自発的に実施するものである。この活動を通して、数学の社会的有用性の感得および、今後も「市民」として数学理論を用いて得られた事項について積極的に判断していこうとする姿勢が培われることを期待する。このように、これまでに散りばめられた学際的な学びの成果が生徒の人間性を形成し、今回の「つながりは永遠か?」においても示されたと言えるであろう。

以上のように、SS 理科科目の研究開発においては、社会への応用、現代社会への課題を授業設計の軸とし、生徒を探究の道程にのせるための問いを工夫することで、文脈の中で学習する探究的な授業スタイルを実現している。

1 - (3) SS家庭科

① 研究開発の課題

生活における諸現象や諸課題を、数学や理科で学習した内容をもとに、自然科学的な視点をもって捉え、解決できる生徒の育成を家庭科の授業で実現する。

② 研究開発の経緯

昨年度までの研究に継続して、題材の検討・開発を行った。

日時	内容
令和2年4月	生活における諸現象や諸課題を、自然科学的な視点を用いて理解する上での本校における問題点を整理し、課題を明確にする。
令和2年5月 ～令和3年1月	題材の検討，開発
令和2年6月 ～令和3年1月	授業実践
令和2年12月 ～令和3年2月	実践した授業について分析・検証

③ 研究開発の内容

a. 仮説

家庭科の授業において、本校の生徒の実情を踏まえたうえで数学や理科での既習事項や考え方をを用いる題材を設定し、生徒が家庭科と自然科学との結びつきが深いことを理解すれば、家庭科や生活の中での諸現象について自然科学的な視点を用いて考えることができる。

b. 研究内容

5年生の家庭基礎では、これまで以下のような授業を展開してきた。

分野	題材の内容例
食物	・消化，吸収 ・糖やたんぱく質の加熱による変化
被服	・洗剤（界面活性剤） ・衣服気候，衣服圧 ・繊維の性質 ・平面構成と立体構成
住居	・住居の構造 ・日射，換気
家族・家庭生活	・生活に関する費用
消費生活・環境	・住宅ローン ・生活がもたらす環境への影響

昨年度より、一昨年度までの年度当初の5年生の生徒の実情（「家庭科とSSH」「家庭科と自然科学」の結びつきが深いとは考えていない）を踏まえ、後期課程（高等学校相当）だけではなく前期課程（中学校相当）においても、今まで以上に理数科目での既習事項や考え方をを用いる題材を設定することとした。他教科の教員にも学習内容について共有し、知識の定着を図った。

分野	題材の内容の例
食物	<ul style="list-style-type: none"> 調理方法による味の感じ方の違い 三大栄養素の消化と吸収 調味料がもたらす効果 熱の大小がもたらす効果
被服	<ul style="list-style-type: none"> 洗剤・漂白剤・柔軟剤のはたらき 布の材質による性質の違い
住居	<ul style="list-style-type: none"> 住居の構造（筋かい） 日射，換気 断熱性や部屋ごとの室温の差異がもたらす影響
家族・家庭生活	<ul style="list-style-type: none"> 家事の社会化とその費用
消費生活・環境	<ul style="list-style-type: none"> 生活に必要なお金 生活がもたらす環境への影響

c.方法

本年度はコロナ禍での授業ということもあり，特に実験・実習の代替として動画や画像を活用することにより科学的な理解を促すこととした。bで挙げたもの以外の題材の例は以下のとおりである。

分野	題材の内容の例
食物	<ul style="list-style-type: none"> だしの成分 和食とイタリア料理の共通点（だしの成分から） 卵の調理性（熱凝固・卵黄の乳化作用・卵白の起泡性） 飽和・不飽和脂肪酸 直鎖状・分枝鎖状デンプンによる粘りの違い
被服	<ul style="list-style-type: none"> ドライクリーニングとウェットクリーニング 洗剤の作用 洗濯ネットの効用 洗濯ものの乾きやすさ ケミカルリサイクリング
住居	<ul style="list-style-type: none"> 地域ごとの家のつくりの違い 地震が家や住居内に与える影響
家族・家庭生活	<ul style="list-style-type: none"> 乳幼児の発育 LGBTQ+
消費生活・環境	<ul style="list-style-type: none"> クレジットカードの仕組み 植生を活かしたフェアトレーディング

d.検証

生徒の授業後の振り返りシートには，昨年同様，比較したり違いを探ったりするなど科学的に理解しようとする様子や，理科での学習と結びつけて考えようとする姿が見られた。

定量的な検証としては，現在の前期課程の生徒が5年生で再び家庭科を履修する時に，これまで5年生で行ってきた質問紙調査と比較することとしたい。

2章 生徒課題研究および理数探究活動－研究スキルの育成につながるシステム構築と評価方法の確立－

(1) 課題研究Ⅰ・Ⅱの開設

① 研究開発の課題

課題発見力、情報収集力、分析・評価力、自律的活動力、コミュニケーション力等の研究スキルの育成に資するため、1年間を通じた課題研究Ⅰ・Ⅱを実施した。

今年度も、昨年度に改善を図った「先行研究を調べることをより重視しての研究計画書の改訂」、「フィードバックを得る機会の充実を図るための研究経過発表会（5年生，10月開催）」、「担当教員間での意識の共有を図るためのオリエンテーションとワークショップ」を実施する予定であったが、コロナ禍の影響を受け、それぞれ対応はしたものの昨年度と比較すると不十分な実施となった。加えて、5年生は本来2月に中間研究発表会を実施しているが、ワークキャンプ（修学旅行）が3月に移動した関係でそれも実施できなくなった。さらには、昨年度の検証で「コミュニケーション力」の伸長に課題を実感していた生徒が比較的多かったことから、今年度は東京学芸大学教職大学院と連携して大学院生相手の研究相談の機会を設けることを画策していたが、それもできなくなった。

一方で、結果としては、生徒たちはコロナ禍の影響を受けつつも、課題研究によって研究スキルの伸長を実感していることがわかった。特に、「情報収集力」を伸長できていると実感できている生徒が多い。他方、特に「自律的活動力」や「コミュニケーション力」の伸長に課題を感じている生徒が多い。このように研究スキルの伸長や課題を実感できるのは、「課題研究」において1年以上の期間にわたって研究に臨んでいるからこそであると考えられる。

② 研究開発の経緯

令和2年4月	生徒向けオリエンテーション①（オンライン）
令和2年5月	講座振り分け（オンライン）
令和2年6月	生徒向けオリエンテーション② 研究計画書提出
令和2年10月	研究経過発表会，研究経過報告書提出（5年生） 最終論文提出（6年生）
令和3年1月	中間論文提出（5年生） アンケート調査および効果検証

③ 研究開発の内容

a. 仮説

課題研究は、課題発見力、情報収集力、分析・評価力、自律的活動力、コミュニケーション力等の研究スキルの育成に資する。

b. 研究内容

教育課程編成上の位置づけ	総合的な探究の時間
科目等名	国際5（課題研究Ⅰ）・国際6（課題研究Ⅱ）
実施対象学年	5年生・6年生
実施対象生徒数	5年生サイエンス部門31名（全体118名） 6年生サイエンス部門31名（全体122名）
単位数	5年生・6年生ともに1単位

c. 方法

課題研究Ⅰ・Ⅱの実施においては、研究スキルの育成のため、昨年度の時点で次の3点の工夫を図っ

ていた。それは第1に、先行研究に基づいて研究課題を設定することをより一層重視するために、研究計画書の改訂を図ったことである。第2に、研究経過の発表とフィードバックを得る機会の充実を図るために、5年生による研究経過発表会（10月開催）を設けたことである。そして第3に、担当教員の間で目標と指導について意識の共有を図るために、校内研究会の場を活かして、課題研究Ⅰ・Ⅱに関するオリエンテーションと、評価規準についてのワークショップを実施したことである。

さらには、昨年度の検証で「コミュニケーション力」の伸長に課題を実感していた生徒が比較的多かったことから、外部への研究相談およびそこからフィードバックを得る手段として、今年度は東京学芸大学教職大学院と連携して大学院生相手の研究相談の機会を設けることを画策していた。2年前から本校では Academic Day という、放課後に研究に集中できる日を設けており、その日に大学院生に来校してもらい、相談できる機会を設けようとしていたのである。

ところが実際には、コロナ禍の影響を受け、今年度はそれぞれ次のように実施する形となった。

まず研究計画書については、元々の提出日が休校期間である5月であったため、少しでも教員に対面で相談できるように6月の初旬に遅らせることとなった。次に、研究経過発表会については、規模を若干縮小したものの、例年通り実施することができた。そして教員間のオリエンテーションやワークショップは実施できなかったため、昨年度の校内評価標準化ワークショップ時の資料を共有することで対応することとなった。また、大学院生が大学院に通学できない事態となり、本校にも来校できないこととなったため、大学院生相手の研究相談は実現できなかった。

実際の課題研究Ⅰ・Ⅱは次のように進化した。まず、5・6年生ともに年度当初に課題研究の概要をオンラインで共有した。課題研究を実施する目的やその評価規準、スケジュールなどについては休校が明けた6月に実施した。次に、自身の課題研究テーマを予め設定し、メンター候補の教員によって示された「キーワード」をもとに、講座割り振りを行い、オンラインにて周知した。今年度は事前に教員と直接相談する機会を持てなかったため、メール等でやりとりすることにした。6月以降、割り振られたメンターのもとで、個人またはグループで課題研究を進めた。

5年生は、6月に研究実施計画書の提出、10月に研究経過報告書の提出と研究経過の発表、1月に中間論文の提出を行った。その機会ごとに、自己評価、相互評価、教員による評価を実施し、客観的に自己の研究を振り返る機会とした。6年生は、6月に研究実施計画書を提出し、10月に課題研究の集大成となる最終論文の提出を行った。なお、5年生は本来2月に中間研究発表会を実施しているが、ワークキャンプ（修学旅行）が3月に移動した関係でそれも実施できなくなった。

d.検証

1月の研究発表まで終えた5年生118名を対象として、「理数探究活動で育成する資質・能力」（表1）にある課題発見力、情報収集力、分析・評価力、自律的活動力、コミュニケーション力について、以下の項目でアンケート調査を行った。昨年度は課題研究でサイエンス（SSH）部門としていた生徒だけに調査を実施したが、表2-1-1にある資質・能力は、課題研究がサイエンス部門でなくともこれまでに全員が指導されてきているものであるため、今年度は全員を対象として調査し、全体の傾向を分析することとした。有効回答数は109であった。

ア) 今年度の課題研究を通して特に伸ばせたと考える力とその理由

イ) 今年度の課題研究を通して特に不足していたと考える力とその理由

表 2-1-1 各学年の理数探究活動で育成する資質・能力

	総合的な研究力				
	課題発見力	情報収集力	分析・評価力	自律的活動力	コミュニケーション力
対応する ATL	転移	情報・メディア	振り返り・批判・創造	整理整頓・情動	コミュニケーション・協働
1 学年 (中 1)	探究課題を明確に 設定する力	情報・データ収集力	情報・データの傾向を 見いだす力	自ら研究に主体的に 取り組む力	他者に伝える力
2 学年 (中 2)	実社会の状況から課題を設定 し、定義する力	課題のために 適切な資料を 適切に収集する力	定量的に 分析する力	自ら研究に主体的に取 り組む力	統計的表現を適切・効 果的に使用する力
3 学年 (中 3)	実社会の状況から課題を設定 し、定義する力	先行研究を含めて、課題解決 に向けて情報収集する力	適切な方法で分析し、 研究方法を振り返る 力	適切な方法を選択し、 研究活動に主体的に取 り組む力	研究成果物(論文、ポスター、 プレゼン等)を適切に構成す る力
4 学年 (高 1)	実現可能性のある 課題設定力	適切な先行研究の 収集・分析	研究課題に対する論理的な展 開に必要な分析方法を適 切に選択し、研究方法の妥当 性を評価する力	研究の一連のプロセス を遂行する力	研究成果物(論文、ポスター、 プレゼン等)を適切に構成す る力
5・6 学年 (高 2・3)	実現可能性のある 課題設定力	適切な先行研究の収集・分析	研究課題に対する論理的な展 開に必要な分析方法を適 切に選択し、研究のプロセスを評 価する力	研究の目的や計画を必 要に応じて修正しながら 遂行する力	論理的かつ適切な構成 で論文を作成する能力 研究内容を論理的かつ 明確に他者に伝える能 力
グローバルな視野と柔軟な科学的思考力を有する科学技術人材の育成へ					

※太字表記がその学年で重点を置く資質・能力である

(ア) と (イ) の結果はそれぞれ次のようになった (N = 109)。

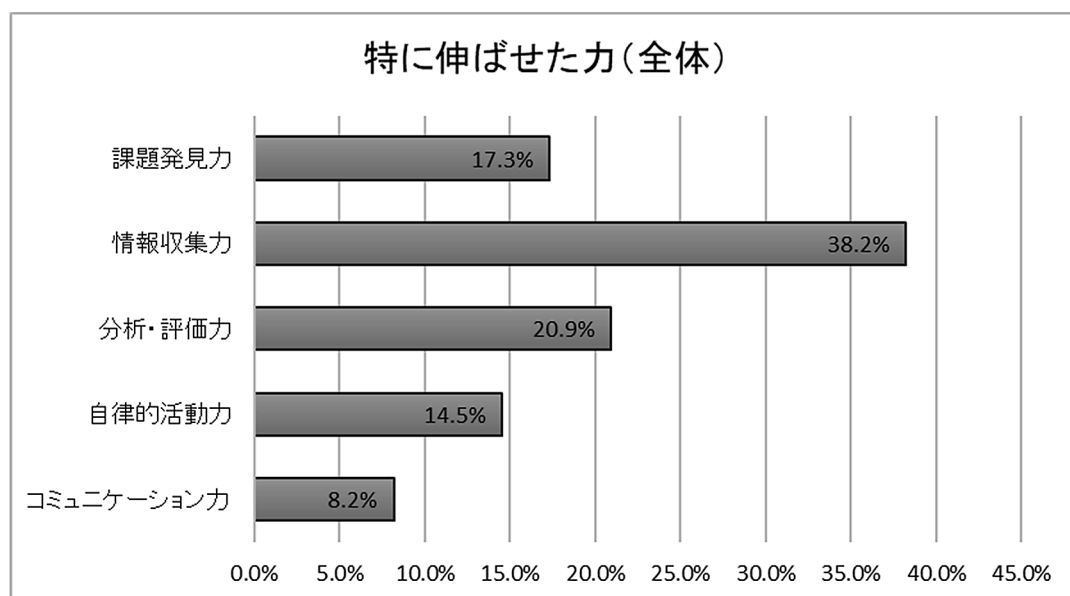


図 2-1-1 今年度の課題研究を通して特に伸ばせたと考える力

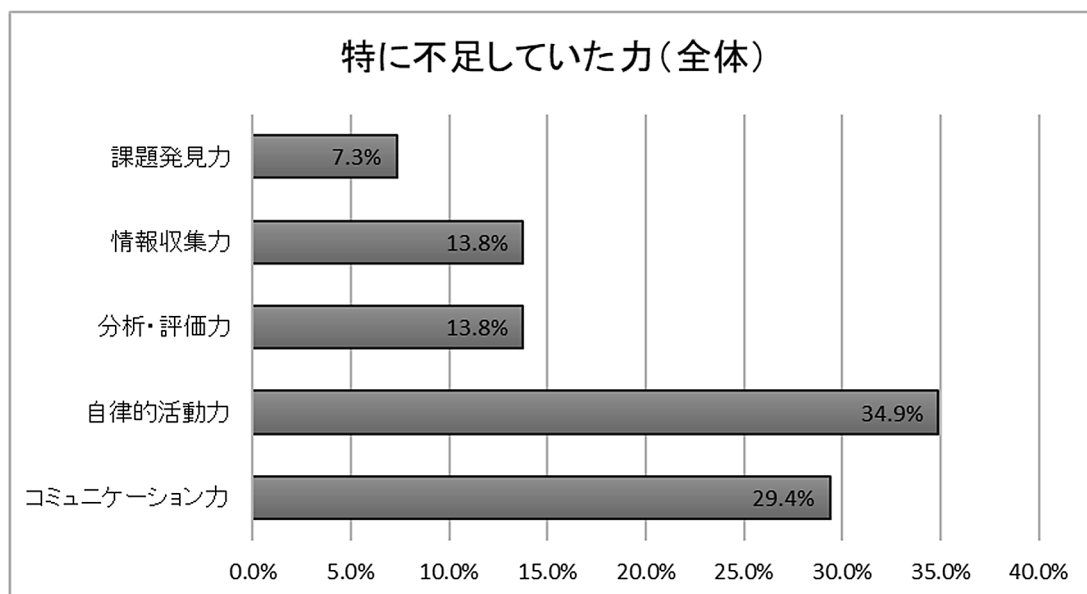


図 2-1-2 今年度の課題研究を通して特に不足していたと考える力

図 2-1-2 の「今年度の課題研究を通して特に伸ばせたと考える力」では、生徒たちの自覚としては「情報収集力」が 38.2% (42 人) で最も多くなった。そこで、「情報収集力」を挙げている理由をテキストマイニング（ここでは情報の秘匿性に十分気を付けたうえで AI テキストマイニング <https://textmining.userlocal.jp/> を利用した）にかけてみると、「先行研究」というワードのスコアが高くなっていることがわかった。

名詞	スコア	出現頻度
情報収集力	358.51	38
情報	10.27	31
論文	44.57	20
研究	18.74	19
先行研究	129.24	18
収集	27.59	14
調査	11.16	11

図 2-1-3 「情報収集力」を挙げた生徒の理由の記述のテキストマイニング「単語出現頻度」

「先行研究」に関する記述としては、例えば次のようなものがみられる。

- A) なぜなら、実証実験前の段階で多くの論文を読み、適切な実験と環境を作れるように情報を集めていたからです。また論文だけでなく、本などの複数のメディアを通して情報を収集したからです。
- B) なぜなら、先行研究で分かったことからまた次のことを見つけて、これを理解するにはどこをどうしたら良いのかを考えることができるようになった。
- C) なぜなら、今回テーマを考える上で中高生の読書量は減っているのではないかという仮説を立ててから、それに基づいた論文を見つけ出し、その論文の結果が仮説と反していたため、そこから内容を広げテーマを考えることが出来たからだ。
- D) なぜなら、自己肯定感を向上させる意義を再考したときに、日本語の論文だけでなく、英語圏で書かれた論文も調査することで、日本内だけに限らず、世界における自己肯定感の意義も考えることができた。また、単純に収集できる情報の量が増え、より信憑性のある研究にすることができた。

生徒 A の記述からは、自分で実験に入る前にそれが適切に実施できるよう事前に多くの論文を読んで情報を得ていたこと、さらには複数のメディアから情報を収集していたことがわかる。B の記述からは、いわゆる「芋づる式」に先行研究にあたることができている様子が見える。C の記述からは、先行研究を調べることによって自分の仮説が覆され、そこからテーマが広がっていったという、先行研究を調べることの一つの重要な役割が示されていることがよみとれる。D の記述からは、先行研究の調査範囲が国内にとどまっていなかったことがよみとれる。一口に「情報収集力」あるいは「先行研究を調べる」といってもその中身は多様であることがわかる。

反対に「今年度の課題研究を通して特に不足していたと考える力」(図 2-1-2)で「情報収集力」を挙げている生徒が比較的少ない(13.8%, 15名)ことから、総じて「情報収集力」の伸長には生徒たちが手ごたえを感じていた様子が見える。「情報収集力」については、今年度のコロナ禍の影響により研究計画書の指導が十分にできなかったため心配していた側面であるが、生徒たちは思いのほかこの力の伸長を自覚していたことになる。

この理由として、現時点では、以下のことを推測しているところである。それは、ここ数年における4学年の後半での指導において、先行研究を調べて情報を収集することの指導を重視していることである。本校4学年は、9月にPersonal Projectを提出した後、その振り返りや発表会等を経てからは、課題研究のための学習に移行する。ここ数年、そこで重視しているのが、先行研究の調べ方や、それを読んで適切に情報を読み取ることである。そのために、今年度は『課題研究ガイド』に「課題発見からリサーチクエストの設定に向けて」という項を新たに設け、自分の先行研究・事例を探し、情報を整理する活動やそのためのシートを盛り込んだ。こうしたことが、生徒の「情報収集力」育成にあたって正の影響を及ぼしたことを期待できる。ただしこの点についてはまだ推測の域を出ないため、今後さらなる検証が必要である。また、上記生徒A~Dの記述から示唆されるように、4年次での先行研究を調べる活動において、複数のメディアにあたりさせたり、実際に「芋づる式」に論文を集めさせたり、調べるだけでなくある程度の仮説を立てて臨ませたり、英語の文献を探させたりする活動を、今後全員を対象に実施することも考えられる。

以下、今年度の課題研究を通して特に伸ばせたと思われる力として、「情報収集力」以外の力についても、生徒がその力を挙げた理由として特徴的なものを挙げておく。

表 2-1-2 今年度の課題研究を通して特に伸ばせたと考える力とその理由

課題発見力	<ul style="list-style-type: none"> ○ コロナウイルスという時事的なものになりテーマとして進められたのは自分でもいいと思っている。テーマを深掘りしていくうちになんでこのようなことが問題になっていらのかなど考えることが多かった。 ○ なぜなら、先行研究や自身の経験などからどのような課題があるのかを多く見つけ出すことが出来たから。例えば、自身の補聴器を購入した経験と先行研究をもとに、現段階の中等度聴覚障害には障害者手帳が配られていないために補償が与えられないという課題を見つけることができた。 ○ なぜなら、自分がこれまで学習した物理、音楽、Global Issue の内容から、現代の環境問題と関連付けたテーマを決定することができたから。
分析・評価力	<ul style="list-style-type: none"> ○ なぜなら、複数のデータを有効的に分析するための分析方法を自分で考えることができたし、その分析の元客観的に本当にこの実験結果が正確なもので規則として定義していいものなのかを評価することができたから。 ○ なぜなら先行研究で集めたデータをもとにそれぞれのデータの相関関係を見出すことができた。また農業体験では、実際に体験したことで改めて農業に対する世間一般の考え方がどのようなものなのか分析することができた。 ○ なぜなら、今回重きをおいたのはアンケートによる情報収集とその分析で、そこに結構時間をかけたし、その部分が結論にも大きく繋がってきたからである。また、それらに対してしっかり詳しく評価できたのでこの力が伸ばせたと感じている。 ○ 研究の中で得たデータに基づき、測定結果の傾向・相違点・共通点、なぜそのような結果がえられたのかを分析し、測定結果のばらつき具合や検量線から実験の正確性を評価する場面が多くあったから。
自立的活動力	<ul style="list-style-type: none"> ○ なぜなら、こまめに研究ノートを作成して、計画の修正を細かくおこなっていくことで、当初の目的を達成することができたから。 ○ なぜなら実験の実施が遅れていた状況において、先生に助言も頂きつつ達成可能な研究を重ねることができたから。 ○ なぜなら、今年度は新型コロナウイルス感染症が流行し、様々な場面なその時の状況に柔軟に対応する力が求められていたからである。そのため常に研究において必要とされることや考慮しなければならぬことが変動しており、計画を調整していた。
コミュニケーション能力	<ul style="list-style-type: none"> ○ なぜなら、複数の外部団体と深く関わることができ、外部で研究の発表を行う機会にも参加させていただいたので、自分たちの研究について他者に伝える力も身についたと思う。 ○ なぜなら普段の授業ではあまり論文を書いたり日本語で自分のやってきたことを発表し、評価してもらうことがあまりないため。 ○ 協働研究だったため、実験をするにも論文を書くにも話し合いながら行ったから。

上の表 2-1-2 で生徒が挙げているような活動は、自らテーマを設定して研究を進める課題研究 I・II だからこそ実現を促せた活動であり、したがって各研究スキルが伸びたと生徒が実感することに課題研究 I・II は資すると言える。

一方で、図 2-1-2 の「今年度の課題研究を通して特に不足していたと考える力」に目を向けてみると、「自律的活動力」(34.9%, 38 件)と「コミュニケーション力」(29.43%, 32 件)が比較的多くなっていることがよみとれる。まず、「自律的活動力」について特徴的な理由の記述をいくつか挙げる。

- E) 新型コロナウイルスの影響によって、学校が休校になっていた間、自律的に活動することができなかったからだ。
- F) 活動の状況を自分で客観的に判断しながら、計画を修正したり活動方針を少し変えたり、課題解決のために必要な活動内容の調節ができなかったから。
- G) なぜならあまりプランを立てないで研究を始めたためスケジュールがタイトになってしまったから。来年はより実現性のあるスケジュールを立てて必ず実現できるようにしたい。
- H) なぜなら中間発表や論文提出があるから特に頑張ることができたと自分自身で思い、自分で計画をしたものをそれ通りに行えなかったから。

生徒 E は、教員側が懸念していた新型コロナウイルス感染症の影響について記述している。やはり年度当初の休校期間 2 か月の影響はあったことがよみとれる（逆に、表 2-1-2 の「自律的活動力」の欄からわかるように、この休校期間にうまく対応できたと生徒が感じている場合、特に伸ばせたと考える力として「自律的活動力」を挙げている）。また、生徒 G の記述も、研究計画の甘さがよみとれることから、間接的に休校の影響が生じていると考えられる。ただし、明確に新型コロナウイルス感染症の影響について記述している生徒は 2 名ほどである。むしろ、生徒 F のように、計画を修正できなかったという意味で「自律的活動力」を挙げている生徒がほとんどである。生徒 H は、中間発表や論文提出があるから頑張れたと記述しており、年度途中の 10 月に経過発表会を入れたことの効果を示唆される。

上記のことから、研究途中で生徒自らが修正を図ることは難しく、それが、「今年度の課題研究を通して特に不足していたと考える力」として「自律的活動力」が挙げられた一つの要因となっていることがわかる。このことを解消するには、表 2-1-2 の「自律的活動力」の欄から推察されるように、こまめにノートに記録することや、教員の定期的な指導が有効であることはもちろん、一つの手立てとして、現在 10 月下旬に課している「研究経過報告書」の作成を、もう少し早めることが考えられる。この報告書では、研究計画の修正について記す箇所がある。例年生徒たちはそれに沿って計画を立て直すのが、5 年生は例年だとその後海外ワークキャンプが控えているため、なかなか研究が進まない現状がある。12 月と冬休みに頑張れた生徒が成果を残している。このように考えると、研究経過報告書および経過発表会を 10 月の初旬に上げ、そこで得られたフィードバックをもとに研究を進められる余地をもっと残しておくことが考えられる。

続いて、「コミュニケーション力」についての理由の記述を挙げる。

- I) 課題研究で外部との提携を行なったり外部の意見をもらう予定だったが、それが計画通り遂行できず、一人でほとんどの課題をおこなったから。
- J) 研究を発表する機会が今年は少なかったし、グループの中で共通認識を得られていなくて、食い違うことがあったから。
- K) なぜなら、論文を書いたり、研究の成果を発表するなどしたときに、研究したことをわかりやす

いようにまとめるのが苦手でも難しかったから。

- L) なぜなら、今回の課題を通して、外部に何か発表する機会は、中間論文と中間発表の時だけだった。そのため、今後はさらにインタビューを行ったり他者から評価をいただくなどして、コミュニケーションの回数を増やしていきたい。

まず、多くの生徒が、生徒 I のように、今年度は外部との連携が図れなかったことを記述している。「今年度の課題研究を通して特に不足していたと考える力」として「コミュニケーション力」を挙げている生徒の理由をテキストマイニング（ここでも情報の秘匿性に十分気を付けたうえで AI テキストマイニング <https://textmining.userlocal.jp/> を利用した）にかけて、単語の出現頻度を調べてみると、「外部」という単語のスコアが実質 1 位であることがわかる。このように外部との協働を図れなかったことには、新型コロナウイルス感染症の影響が多分にあると考えられる（逆に、表 2-1-2 の「コミュニケーション力」の欄からわかるように、外部の団体等と連携がとれた人は、特に伸ばせた力として「コミュニケーション力」を挙げる傾向にある）。

■ 名詞	スコア ▼	出現頻度 ▼
コミュニケーション力	254.53	31
外部	28.05	15
論文	22.93	13
研究	7.14	11
発表	1.43	8

図 2-1-4 「コミュニケーション力」を挙げた生徒の理由の記述のテキストマイニング「単語出現頻度」

また、協働という意味では、グループ内での協働がうまくいかなかった例が生徒 J の記述からよみとれる。ただしこうした記述をした生徒は少ない。むしろ、生徒 J の記述からは、研究を発表する機会が今年は少なかったととらえている生徒がいることがわかる。実際、2 月の中間発表がなくなっていること、また外部での研究発表の機会も軒並み無くなっていることの影響があると考えられる。これは生徒 L の記述からもよみとれる。逆に言えば、10 月の研究経過発表会を実施できたことで、生徒たち全員が研究発表する機会を何とか一度は担保できたことことになる。

「コミュニケーション力」を挙げている理由の記述で、外部との連携が図れなかったことの次に多く見られたのが、生徒 K のような、論文にまとめることの難しさについて記したものである。確かに、研究内容を論文にまとめることは課題研究ならではの活動である（表 2-1-2 の「コミュニケーション力」の欄にそのような生徒の記述がみられる）。こうした力を育成していくためには、アカデミック・ライティングの講座開催などを今後検討の俎上にのせることが考えられる。

以下、今年度の課題研究を通して特に不足していたと考える力として、「自律的活動力」と「コミュニケーション力」以外の力についても、生徒がその力を挙げた理由として特徴的なものを挙げておく。

表 2-1-3 今年度の課題研究を通して特に不足していたと考える力とその理由

課題発見力	<ul style="list-style-type: none"> ● なぜなら、テーマ設定が複雑で曖昧だったために研究が行き詰まったことが何度もあったから。 ● なぜなら研究計画内で設定した複数の課題が実現可能性を欠いていたがために、研究を思うように進められなかった。 ● なぜなら、自分が高望みしていた研究を 2 回断念し、先生に相談したことでやっとテーマが最終決定したから。
情報収集力	<ul style="list-style-type: none"> ● なぜなら今回の研究では、参考研究を探すにあたり、なかなか関連する文献を見つけ出すことが出来ず、結果として少ない参考文献を頼りに進めることとなってしまったため。 ● 参考文献調査数が足りないと思ったから。 ● なぜなら先行研究が計画時と中間論文時で同じままで、進んでいないから。 ● なぜならあまり先行研究を多く読まずに研究に入ったため、どこまで研究されているのか何回かもう一回調べ直す必要があったからである。
分析・評価力	<ul style="list-style-type: none"> ● 実験モデルを作成する上で、なかなか自分たちの中で、我々の実験モデルを客観的に評価することができず、専門の方に根本的な部分を指摘していただいたから。 ● 得たデータの信憑性についてや、言及できる点がもっと存在していたと思う。 ● 研究をしている途中で自分がやってきた行動を振り返り、分析、評価することはなかった。 ● 今年度の課題研究をとおしてどのような基準や方法で実験の結果を分析し評価するのを学べ、力を伸長することができたが、課題の問いを十分に答えられるまでに伸ばせては無く、課題を解決するためにはこの力をさらに伸ばすべきだと考えたから。結果を分析する時の視点をより増やし、またより具体的に、正確に評価できるようにしたい。 ● 観察することはできたが、それを分析する能力が足りていなかったと感じる。それは、観察するのにあまり数値化することができていなかったからだと考え。観察においての質的な表現も大切だが、もっと量的な観察結果も出せるように心がけていきたい。

以上のように生徒たちは「今年度の課題研究を通して特に不足していたと考える力」とその理由を挙げているが、これは、生徒たちは自分に不足している研究スキルを明確化できていると前向きにとらえることができる。例えば、何度も行き詰まりテーマ設定を見直すことは研究を進めるうえでむしろ当然のように起こることであるし、十分に先行研究を理解できないと自分の研究が進まないことや自分たちで実験・分析をすることの難しさにこの段階で気づけたことは、本当はそれ自体、研究スキルの伸長につながっているといえる。そして、上記のようなことに気づけたのは、1年間（実際は4年生の後半からなので約1年半）、自分の問題意識を問い続け、先行研究を調べ、実際に実験や調査やその分析をしたりし、論文にまとめた経験があったことである。その意味でも、課題研究は、研究スキルの育成に資するといえる。

以上述べてきたことをまとめると、次のようになる。すなわち生徒たちは、コロナ禍の影響を受けつつも、課題研究によって研究スキルの伸長を実感している。特に、「情報収集力」を伸長できていると

実感できている生徒が多い。一方で、特に「自律的活動力」や「コミュニケーション力」の伸長に課題を感じている生徒が多い。そして、このように研究スキルの伸長や課題を実感できるのは、「課題研究」において1年以上の期間にわたって研究に臨んでいるからこそであると考えられる。したがって、課題研究は、課題発見力、情報収集力、分析・評価力、自律的活動力、コミュニケーション力等の研究スキルの育成に資するといえる。

(2) 各学年で実施した SS 理数探究

1 学年から 4 学年の SS 理数探究活動は、課題発見力、情報収集力、分析・評価力、自律的活動力、コミュニケーション力等の研究スキルの育成に資するという仮説の基、研究開発を行った。

以下の表 2-2-1 に、各学年の SS 理数探究活動において育成したい資質・能力を示す。太字で示した箇所は、各学年で重点的に育成を図る資質・能力である。前年度までは重点的に育成を図る資質・能力のみを設定していたが、本年度は重点的に育成を図る資質・能力以外の資質・能力も設定した。

表 2-2-1 各学年の理数探求活動で育成する資質・能力

	総合的な研究力				
	課題発見力	情報収集力	分析・評価力	自律的活動力	コミュニケーション力
対応する ATL	転移	情報・メディア	振り返り・批判・創造	整理整頓・情動	コミュニケーション・協働
1 学年 (中 1)	探究課題を明確に設定する力	情報・データ収集力	情報・データの傾向を見いだす力	自ら研究に主体的に取り組む力	他者に伝える力
2 学年 (中 2)	実社会の状況から課題を設定し、定義する力	課題のために適切な資料を適切に収集する力	定量的に分析する力	自ら研究に主体的に取り組む力	統計的表現を適切・効果的に使用する力
3 学年 (中 3)	実社会の状況から課題を設定し、定義する力	先行研究を含めて、課題解決に向けて情報収集する力	適切な方法で分析し、研究方法を振り返る力	適切な方法を選択し、研究活動に主体的に取り組む力	研究成果物(論文、ポスター、プレゼン等)を適切に構成する力
4 学年 (高 1)	実現可能性のある課題設定力	適切な先行研究の収集・分析	研究課題に対する論理的な展開に必要な分析方法を適切に選択し、研究方法の妥当性を評価する力	研究の一連のプロセスを遂行する力	研究成果物(論文、ポスター、プレゼン等)を適切に構成する力
5・6 学年 (高 2・3)	実現可能性のある課題設定力	適切な先行研究の収集・分析	研究課題に対する論理的な展開に必要な分析方法を適切に選択し、研究のプロセスを評価する力	研究の目的や計画を必要に応じて修正しながら遂行する力	論理的かつ適切な構成で論文を作成する能力 研究内容を論理的かつ明確に他者に伝える能力
グローバルな視野と柔軟な科学的思考力を有する科学技術人材の育成へ					

※太字表記がその学年で重点を置く資質・能力である

(2)-1 1 学年

① 研究開発の課題

1 学年では、理数探究講座を開講し、1 人の教員に対して 15 名前後の生徒で構成される講座ごとのテーマに沿って、生徒の資質・能力の育成を図った。

② 研究開発の経緯

スケジュールを以下の表に示す。本来は 4 月から実施するが、本年度は COVID-19 の影響により 4 月から 5 月まで休校、6 月前半は半数の生徒ごとの登校であったため、開始時期が 6 月中旬となった。

6 月 15 日(月)	オリエンテーション：理数探究活動とは？
6 月 22 日(月)	オリエンテーション：講座担当教員による講座説明、希望調査
各講座での理数探究活動（計 23 回）	
2 月 15 日(月)	成果発表会①

2月22日(月)	成果発表会②
3月8日(月)	各講座での振り返り
3月22日(月)	学年全体での振り返り

③ 研究開発の内容

a. 仮説

1 学年における SS 理数探究「理数探究講座」は、課題発見力（探究課題を明確に設定する力）、情報収集力（情報・データ収集力）、コミュニケーション力（他者に伝える力）の育成に資する。

b. 研究内容

教育課程編成上の位置づけ	国際教養
科目名	理数探究（各講座の詳細は後述）
実施対象学年	1 年生（中学 1 年）
対象生徒数	107 名（各講座ごとの人数は後述）
単位数（週あたりのコマ数）	1 コマ

理数探究講座では、複数の講座から自分の関心にそった講座を選択する。各講座とその対象生徒数を以下に示す。

講座名・講座の概要	対象生徒数
データ分析 de Social Action 様々なデータを組み合わせて、社会課題のソリューションを提案することを目的に、今年度は RESAS を利用した地方創生政策アイデアコンテストに参加。3 チームに分かれて、東京都奥多摩町、羽村市、長野県立科町の地域活性化プランを作成した。	15 名
Think mathematically Act socially 社会的や身近なところに問題を発見し、その解決策を考えた。前半は渋滞学やミウラ折りについて全員で取り組み、後半は個人または小グループで興味をもった問題について、データを活用したり、模型を製作したりして解決策を探った。	15 名
”kawaii”を科学する！？ 「”kawaii”を科学する!?”をテーマとし、人の感性や嗜好を数値化し、科学的にとらえていく活動を行なった。研究課題の設定、計画の立て方、アンケート調査の実施、分析、簡単な論文の作成、プレゼンテーションの準備など、科学的研究に必要なスキルの素地を培うようカリキュラムを組み、実施することが出来た。	15 名
化学とキッチン 普段何気なく食べている食べ物に対する疑問や言い伝え、調理の仕方による影響などを、化学的なアプローチにより考察を行った。機器の使用により定量的なデータ得ることで、実生活の中で何気なく行われている行動の理由や意味を学習することができた。	15 名
生き物で科学する 身近な生き物、気になる生き物をテーマに、観察する、触れ合う、記録をとる、疑問をもつ、調べる、仮説を立てる、発表することを繰り返すことで探究の素地を養う場とした。	16 名
東日本大震災から学ぶ科学 東日本大震災をテーマとして、地震、津波、福島第一原発事故、再生可能エネルギー、被災地の復興、被災者の心的ストレスの問題など、各自がテーマを決めて探究した。	15 名

生活をイノベーションしよう 「生活をイノベーションしよう」というテーマで理数探究の活動に取り組み、STEM教育やエンジニアリング、イノベーション、活用力といった視点で、ブロック型教材と身近なものを組み合わせて、普段の生活が豊かになるような”しかけ”を提案した。	16名
---	-----

c.方法

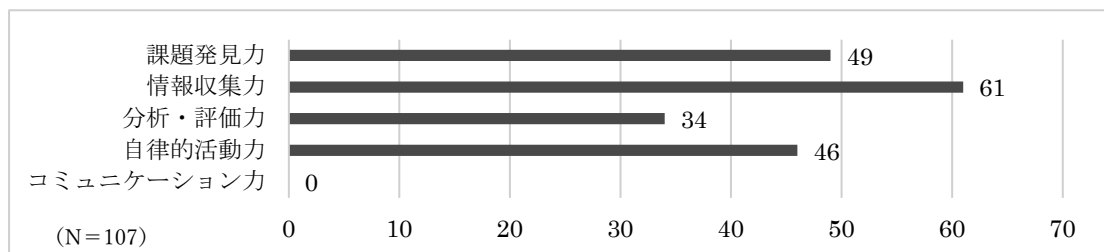
教員の専門性を生かした各講座に分かれて、少人数クラスにて研究スキルの育成を図った。各講座では、探究課題を明確に設定できるように問いを立てるための指導や、論文検索エンジンなどを利用した情報収集の方法や観察、実験などを通じたデータの収集方法の指導、自分の研究したことを他者に伝えるコミュニケーションスキルの育成に資する指導を行った。年度末には、成果発表会や1年間の振り返りを行う時間を設定することで、生徒自身が自らの研究スキルの伸長を捉える機会とした。

d.検証

質問紙調査によって、生徒が獲得できたと考える力及び自分に不足していたと考える力、その理由を問うた。なお、質問紙調査においては先述の重点的に育成する資質・能力だけではなく、各学年で育成したい資質・能力のすべてから選択可能にした。

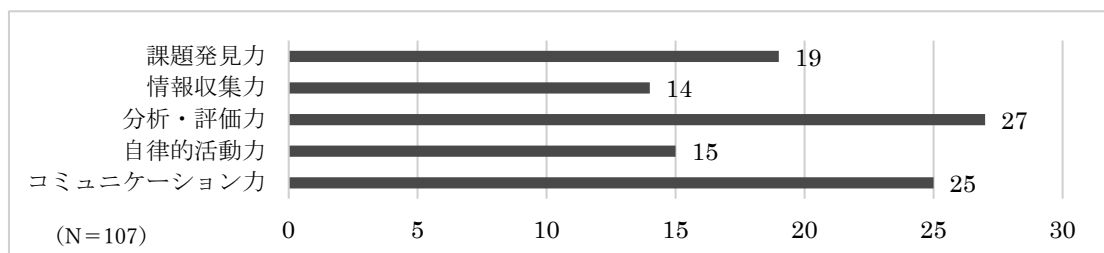
質問1：理数探究講座では、どの力が獲得できたと思いますか？（複数回答可）

結果



質問2：理数探究講座を通して、自分に不足していたと考える力を1つ教えてください。

結果



上記の結果、多くの生徒が理数探究講座を通して、意図していた課題発見力・情報収集力が獲得できたと考えていることがわかる。一方で、意図していたコミュニケーション力が獲得できたと回答する生徒はおらず、不足していたと回答している生徒も多いことがわかる。アンケート実施時点では、成果発表会を実施していないことが原因であると考えられるが、年間を通して講座内での中間発表を行うなどして、コミュニケーション力の育成を図る必要があると考えられる。

また、意図してはいないものの自律的活動力が獲得できたと回答している生徒が多いことは、少人数クラスで生徒の自主性を重んじながら探究活動を指導した成果であると考えられる。

質問2で不足していたと考える理由として、次のような意見があった。

不足していたと考える力	その理由
分析評価力	<ul style="list-style-type: none"> ・沢山の情報を集めることは出来たが、それらの情報を繋ぎ合わせて傾向や共通点などを見出すことは情報が多く、難しかったので、あまり実行できず、自分に不足していたと考える。 ・その情報から何が言えるのかを考えるのが難しかったからです。また、違う情報を繋げて考えるのが私には大変でした。
コミュニケーション力	<ul style="list-style-type: none"> ・私たちは、グループで少しコミュニケーションをとることはありましたが違うグループの人たちに私たちの研究をしていることを伝える機会があまりなかったからです。 ・プレゼンテーション資料がわかりにくくなったり、構成をもう少し練った方がよかったな、と感じることがあったため。

このことから、理数探究講座は、課題発見力及び情報収集力の育成に資する内容となっているが、コミュニケーション力の育成には課題があると言える。コミュニケーション力の育成のために、発表会だけでなく、日々の探究活動においても意見交換を行ったり、発表するための構成などの指導をしたりするなどのコミュニケーション力の育成に資する活動を積極的に取り入れる必要がある。分析評価力については、1学年の生徒の回答を参考に、育成を図っていきたい。

(2)–2 2学年

① 研究開発の課題

2学年では、南極教室及び統計的問題解決講座を実施し、生徒の資質・能力の育成を図った。

② 研究開発の経緯

スケジュールを以下の表に示す。なお、統計的問題解決では、例年、統計グラフコンクールへ応募しているが、COVID-19の影響で中止になったため、校内のみでの実施となった。

南極教室	
6月30日(火)	事前学習：本校講師（元南極観測隊員）による講演
7月7日(火)	南極教室（第61次南極観測隊、極地研究所）
7月17日(金)	事後学習：本校講師（元南極観測隊員）による講演
統計的問題解決講座	
6月23日	講座：メディアリテラシーについて
6月30日	講座：データの分析とは？
9月29日	講座：問題の設定とは？
10月6日	計画書の作成
グループ作業（計3時間）	
1月12日	講座：グラフの書き方
1月19日	グラフの作成
2月2日	発表

③ 研究開発の内容

a. 仮説

2学年におけるSS理数探究「南極教室」及び「統計的問題解決講座」は、情報収集力（課題のために適切な資料を適切に収集する力）、分析・評価力（定量的に分析する力）、コミュニケーション力（統

計的表現を適切・効果的に使用する力)の育成に資する。

b.研究内容

教育課程編成上の位置づけ	国際教養
科目名	国際教養
実施対象学年	2年生(中学2年)
対象生徒数	115名
単位数(週あたりのコマ数)	1コマ

c.方法

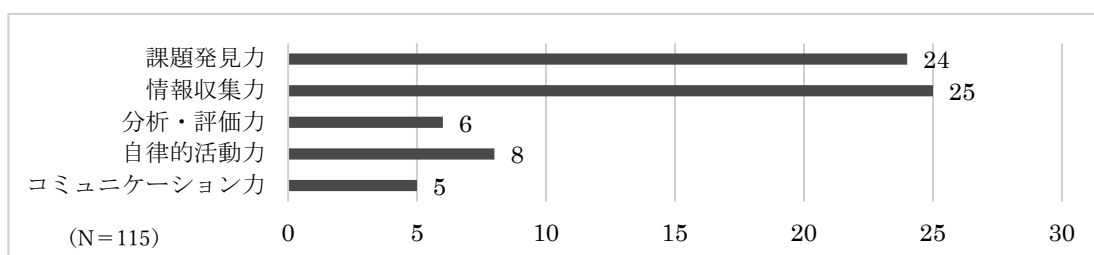
南極教室では、情報収集力の育成を図った。南極での生活や自然の理解のために、あらかじめ情報収集を行ったうえで講演当日を迎えられるよう、情報収集の意味を見いだせるように指導を行った。統計的問題解決講座では、情報収集力及び分析・評価力、コミュニケーション力の育成を図った。生徒自らが問いを立て、アンケートなどを用いてデータを収集し、定量的に分析をしたうえで、統計的表現を用いて他者に自らの研究内容を伝えられるよう指導を行った。

d.検証

質問紙調査によって、生徒が獲得できたと考える力及び自分に不足していたと考える力、その理由を問うた。なお、質問紙調査においては先述の重点的に育成する資質・能力だけではなく、各学年で育成したい資質・能力のすべてから選択可能にした。

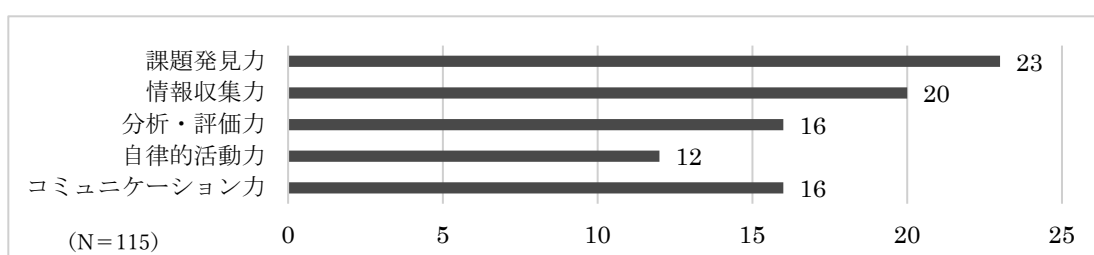
質問1：南極教室では、どの力が獲得できたと感じますか？(複数回答可)

結果



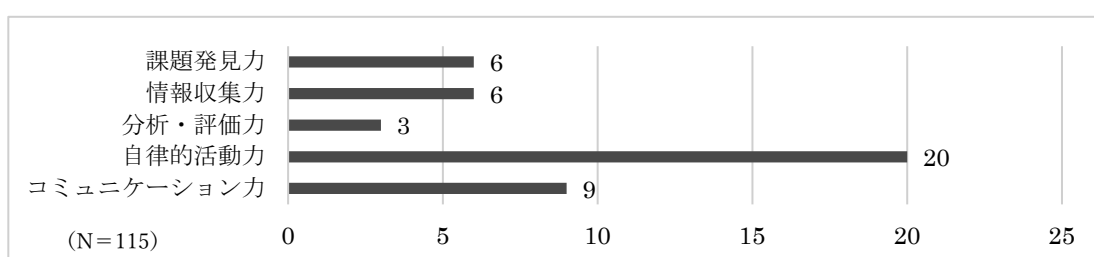
質問1：統計的問題解決講座では、どの力が獲得できたと感じますか？(複数回答可)

結果



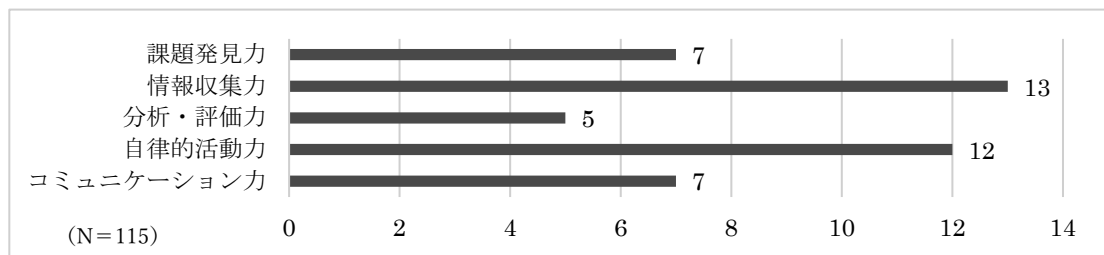
質問2：南極教室を通して、自分に不足していたと考える力を1つ教えてください。

結果



質問2：統計的問題解決講座を通して、自分に不足していたと考える力を1つ教えてください。

結果



上記の結果、多くの生徒が南極教室を通して、意図していた情報収集力が獲得できたと考えていることがわかる。また、統計的問題解決講座を通して、意図していた情報収集力、分析・評価力、コミュニケーション力が獲得できたと考えていることがわかる。一方で、統計的問題解決講座においては、情報収集力が不足していたと考える生徒が多い。情報やデータをやみくもに収集するのではなく、課題に対して適切な情報を適切に収集する難しさも実感した結果であると考えられる。

また、南極教室、統計的問題解決講座ともに、意図していないものの課題発見力が獲得できたと考えている生徒が多いことから、1学年で獲得した力がさらに深化するとともに、実社会の状況において課題を発見しようとする意欲が高まっているのではないかと考えられる。

また、質問2で不足していたと考える理由として、次のような意見があった。

南極教室	
不足していたと考える力	その理由
自律的活動力	<ul style="list-style-type: none"> ・南極教室で学んだことを記録することはできたものの、質疑応答での質問を行わなかったり、振り返りを怠ったりしたことから自ら取り組む力が欠けていたと思う。他の力は南極教室の最中に意識できたが、自律的活動力が重要となる教室後の行動が不十分であった。 ・南極教室では、南極隊の人たちの、楽しそうに研究に取り組んでいる姿をみることができました。そこで、私ももっと、自分から何かをやってみようとか、積極的になれるようにしたいと思ったからです。
統計的問題解決講座	
不足していたと考える力	その理由
情報収集力	<ul style="list-style-type: none"> ・自分が考えていた以上に問題が複雑であり、リサーチ不足を痛感した。 ・アンケートした後に、こうすれば分析しやすかったな~などと思うことがあったから。
自律的活動力	<ul style="list-style-type: none"> ・調べ、アンケートだけではインターネットからの情報、他の人の考えや知識を取り入れてるだけで、自らの取り組みが見られないと思ったため。 ・情報収集においてあまり効果的な資料を見つけ出すことができなかったから。

このことから、南極教室では、研究者の話に刺激を受けたようすから、自ら研究に主体的に取り組もうとする態度を育成するための出発点と位置付けられる。他者の研究に対して疑問を持ったり、その疑問について調べたりする機会を設けることで、次年度以降の自律的活動力を育成するための助けとなり得る。また、統計的問題解決講座では、意図していた情報収集力の育成を図るために、情報収集の前に、問題を的確に捉え、そのために必要な情報を整理する機会を設けたい。また、情報収集後にも自身の行った情報収集が適切だったかを振り返ることで、次年度以降の情報収集力のさらなる伸長につながる。

(2)–3 3 学年

① 研究開発の課題

3 学年では、沖縄ワークキャンプ理数探究フィールドワーク（以下、沖縄 WC 理数探究 FW）の事前学習を通して、生徒の資質・能力の育成を図った。本年度は COVID-19 の影響により、11 月に実施する沖縄でのフィールド調査が延期となったため、現時点においては事前学習のみ実施しており、フィールド調査は実施できていない。

② 研究開発の経緯

スケジュールを以下の表に示す。

9 月 3 日（木）	沖縄 WC 理数探究 FW の概要
9 月 17 日（木）	問いの設定① 実社会の状況から問いを見つける
12 月 10 日（木）	問いの設定② 沖縄 WC の訪問地で設定し得る問いを考える
1 月 28 日（木）	問いに対応したデータの収集方法の立案
1 月 29 日（金）	沖縄の地理的条件から考えるフィールドとしての意義（生物多様性）
未定	フィールド調査の実施 → 緊急事態宣言延長のため、今年度の実施は中止

③ 研究開発の内容

a. 仮説

3 学年における SS 理数探究「沖縄 WC 理数探究 FW」は、分析評価力（適切な方法で分析し、研究方法を振り返る力）、自律的活動力（適切な方法を選択し、研究活動に主体的に取り組む力）の育成に資する。

b. 研究内容

教育課程編成上の位置づけ	国際教養
科目名	国際教養
実施対象学年	3 年生（中学 3 年）
対象生徒数	124 名
単位数（週あたりのコマ数）	1 コマ

沖縄 WC 理数探究 FW では、4 つのコースから自分の関心にそったコースを選択する。各コースの概要とその対象生徒数を以下に示す。

コースの概要	対象生徒数
A コース（大浦湾マングローブの観察及び美ら海水族館バックヤードの見学） 国際マングローブ協会の方にマングローブについて解説していただきながら、マングローブ林の生態系を調査する。水族館での飼育方法などについて、理解を深める。	20 名
B コース（慶佐次川マングローブの観察及びイノー観察） 汽水域の塩分濃度を測定し、塩分濃度とマングローブの種類の間関係を調査する。イノーの生き物観察を通して、生物や環境への理解を深める。	36 名
C コース（羽地内海ミナミコメツキガニの観察及び清流域の生物観察） 単位面積当たりのミナミコメツキガニの個体数を数え、ミナミコメツキガニの生態を調査する。沖縄清流域に生息する生物への理解を深める。	40 名
D コース（慶佐次川マングローブの観察及びサンゴ養殖体験） 汽水域の塩分濃度を測定し、塩分濃度とマングローブの種類の間関係を調査する。サンゴの養殖体験を通して、サンゴや環境についての理解を深める。	26 名

c.方法

沖縄 WC 理数探究 FW 事前学習では、自律的活動力（適切な方法を選択し、研究活動に主体的に取り組む力）の育成を図った。沖縄の自然についての知識を得る機会を設けるとともに、実現可能な問いを設定し、その問いに答えるための方法を立案する機会を設けた。

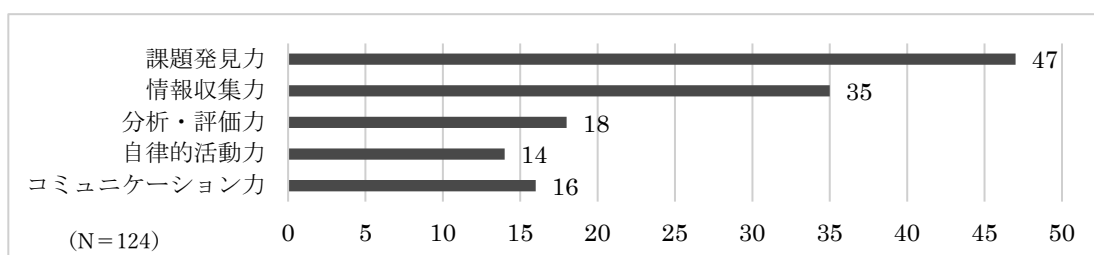
分析評価力（適切な方法で分析し、研究方法を振り返る力）については、COVID-19 の影響でフィールド調査を実施できていないことから、現段階では未実施である。

d.検証

質問紙調査によって、生徒が獲得できたと考える力及び自分に不足していたと考える力、その理由を問うた。なお、質問紙調査においては先述の重点的に育成する資質・能力だけではなく、各学年で育成したい資質・能力のすべてから選択可能にした。

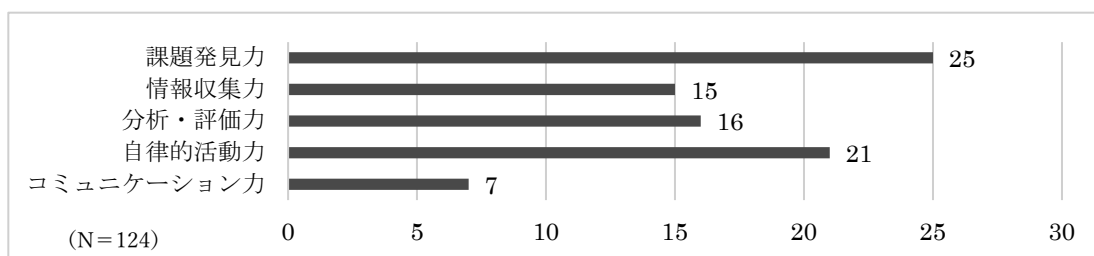
質問 1：沖縄 WC 理数探究 FW の事前学習では、どの力が獲得できたと考えますか？（複数回答可）

結果



質問 2：沖縄 WC 理数探究 FW の事前学習を通して、自分に不足していたと考える力を 1 つ教えてください。

結果



上記の結果、沖縄 WC 理数探究 FW 事前学習で課題発見力、次点で情報収集力が獲得できたと考えている生徒が多いことがわかる。しかし、不足していたと考える力でも課題発見力が最も多くなっており、二極化しているようすが窺える。意図していた自律的活動力が不足していたと回答している生徒が多い原因として、自分たちで問いを設定してデータの収集方法を立案する活動以前にアンケートを実施したことが考えられる。

また、質問 2 で不足していたと考える理由として、次のような意見があった。

不足していたと考える力	その理由
課題発見力	<ul style="list-style-type: none"> ・ ABCD の班それぞれで考えられる研究課題が、例に出してくれたもの以外で、少ししか自分で考えることができなかつたから、もっと視野を広げたり常日頃からいろんなものに疑問をもって過ごしていく必要があると思った。 ・ 課題発見力を獲得することができたが、それと同時に、課題を設定するのに苦労し、その力が不足していると気がつた。
自律的活動力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 授業を通して沖縄について学ぶことはあつたけれど、自分から積極的に情報を収集したり、課題について考えることがなかつたから。

	・研究課題の発見はできたが、それをどのような方法を使い研究を進めていくか、研究の道筋まで考えることはできなかったため、適切な方法を選択できる力がないと考えた。
--	---

このことから、沖縄 WC 理数探究 FW 事前学習は、課題発見力の育成にもつなげることができるが、問いを立てることについては継続的な指導が必要であることが窺える。意図していた自律的活動力については、発見した課題とのつながりを意識しながら、立案する機会をより一層設定する必要がある。どのような方法がとり得るのがわからないようすが窺えたことから、探究的な学びにおいて目的と方法の結びつきを強くし、振り返りなどによって研究をメタ的に見る機会を設けることで、目的に合わせて方法が立案できるように指導していきたい。また、意図していた分析・評価力については、沖縄でのフィールド調査が実施できなくても学校内でフィールド調査を行うなど、実際の調査を交えた事前学習を行うなどして、育成を図りたい。

(2)－4 4 学年

① 研究開発の課題

4 学年では、Personal Project¹（以下、PP）を開講し、1 人の教員に対して 15 名前後の生徒を担当し、生徒の資質・能力の育成を図った。

② 研究開発の経緯

スケジュールを以下の表に示す。

休校期間	生徒は、PP の内容について PPT を作成し、教員（スーパーバイザー；以下、SV）に提出する。教員は、フィードバック・アドバイスをを行う。
4 月・5 月	
6 月・7 月	SV による個別面談（計 7 時間）
7 月 22 日（水）	講義：提出・評価規準の確認
7 月・8 月	SV による個別面談（計 2 時間）
9 月 23 日（水）	講義：PP 発表会実施要項の説明
9 月 30 日（水）	学校内評価のフィードバック、PP 発表会準備
10 月 7 日（水）	学校内評価のフィードバック、PP 発表会準備
10 月 21 日（水）	SV ごとに PP 発表会リハーサル
10 月 28 日（水）	SV ごとに PP 発表会リハーサル
11 月 4 日（水）	3・4 年合同 PP 発表会

③ 研究開発の内容

a. 仮説

4 学年における SS 理数探究「PP」は、課題発見力（実現可能性のある課題設定力）、情報収集力（適切な先行研究の収集・分析）、自律的活動力（研究の一連のプロセスを遂行する力）の育成に資する。

b. 研究内容

教育課程編成上の位置づけ	国際教養
科目名	国際教養・PP
実施対象学年	4 年生（高校 1 年）
対象生徒数	121 名
単位数	1 単位

¹ Personal Project とは、生徒が自らの興味関心に基づいて探究し、発表するプログラムである。

c.方法

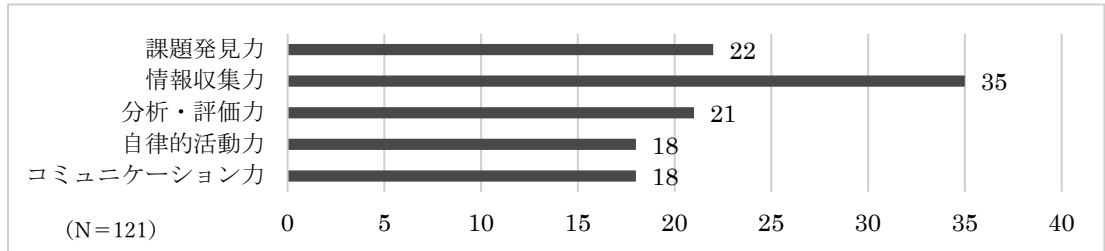
PP では、課題発見力及び情報収集力、自律的活動力を育成するために、各生徒に SV となる教員がつき、少人数クラスにて一人一人の進捗を把握できる環境で、面談等を定期的の実施した。

d.検証

質問紙調査によって、生徒が獲得できたと考える力及び自分に不足していたと考える力、その理由を問うた。なお、質問紙調査においては先述の重点的に育成する資質・能力だけではなく、各学年で育成したい資質・能力のすべてから選択可能にした。

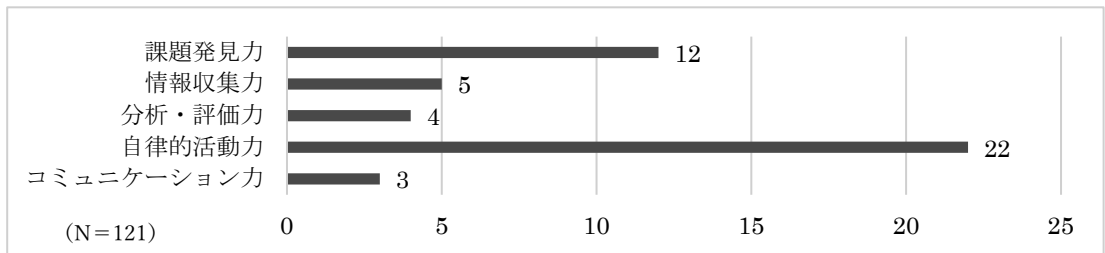
質問 1：PP では、どの力が獲得できたとお思いますか？（複数回答可）

結果



質問 2：PP を通して、自分に不足していたと考える力を 1 つ教えてください。

結果



上記の結果、PP では、情報収集力が獲得できたと回答した生徒が多い。また、他の力についてはあまり差がないことから、意図していない力についても PP を通して育成し得ることが窺える。不足していたと考える力は、自律的活動力が最も高い回答数となっている。一方で、すべての生徒が研究成果を何らかの形にまとめ、発表できている点では、自律的活動力（研究の一連のプロセスを遂行する力）は育成できたと捉えられる。

また、質問 2 で不足していたと考える理由として、次のような意見があった。

不足していたと考える力	その理由
課題発見力	<ul style="list-style-type: none"> 一度具体的にテーマを設定しすぎたら、テーマの限界を感じ、途中で変更することになったから。 テーマが大雑把すぎてしまったから。もう少し絞るべきだった。
自律的活動力	<ul style="list-style-type: none"> 計画通りには全くいかず、調査に対して実行や再計画に使う時間が極端に少なくなってしまったため、プロセス遂行のスムーズさに欠けていたと感じるから 自分の PP 活動を通し、自分から進んでフィールドワークなどに行くことがなかった。また、自分の必要な最低限の情報しか集めることが出来なかった。

このことから、PP では、実現可能性のある課題を設定するために、自らの関心から適切な大きさの課題を設定する場面の指導が必要である。また、研究の一連のプロセスを見通したうえで計画を立てられるように、先輩の事例を学ぶ機会を設けていきたい。

各学年で重点的に育成を図った資質・能力（重），生徒が獲得できたと考える資質・能力（○），不足していたと考える資質・能力（△）として，以下の表に整理した。

表 2-2-2 各学年の資質・能力の獲得状況

学年	内容	課題発見力	情報収集力	分析・評価力	自律的活動力	コミュニケーション力
1	理数探究	重 ○	重 ○	△	—	重 △
2	南極教室	○	重 ○	重 —	△	重 —
	統計的問題解決講座	○	重 ○/△	重 —	△	重 —
3	沖縄 WC 理数探究 FW	○/△	○	重 —	重 △	—
4	PP	重 —	重 ○	—	重 △	—

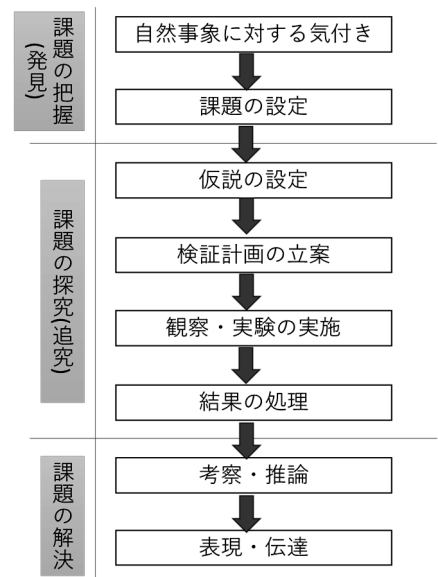
課題発見力及び情報収集力は，学年が上がっても生徒は獲得できたと考えていることから，学年が上がるにしたがって向上している資質・能力であると考えられる。一方で，自律的活動力は，ほとんどの学年で不足していたと考えられている。

ところで，これらの資質・能力を「探究の過程」² に当てはめて考えてみると，課題の把握（発見）はできているが，その後の課題の探究（追究）では情報収集はできるものの，自ら観察・実験の計画を立案したり，実行したり，処理したりすることに課題があると言える。探究の入り口となる課題の把握（発見）ができているという強みを生かしつつ，それらの課題の探究（追究）を促せるように，観察・実験などの研究手法を獲得することが必要である。課題の把握（発見）ができているからこそ，実際の研究者がどのような課題を解決するためにどのような手法で課題解決を図っているのか，そのつながりを明確にしながら，指導する必要がある。課題発見力を生かしながら，分析・評価力や自律的活動力の育成を図るために，各資質・能力の学年ごとの縦のつながりだけでなく，同一学年内での各資質・能力の横のつながりを意識しながら，各資質・能力の育成を図りたい。

共通の質問紙調査を実施できたことは今年度の成果ではあるが，共通のルーブリック作成はできていないため，スキルの伸長を定量的に測定できているとは言い難い。したがって，今後は理数探究活動の6年一貫したルーブリック作成のために，まず6年を通じた探究活動のスマールステップの指標を作成したい。

2 「探究の過程」とは

平成30年3月に公示された新学習指導要領の高等学校理科では，科学的に探究するために必要な資質・能力を育成する観点から「探究の過程」（右図参照）が明確化された。これは，理科の目標に，「見通しをもって観察，実験を行うことなどを通して，自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。」と示されたことに起因する。この「見通しをもって観察，実験を行うこと」について，高等学校学習指導要領解説理科編理数編（2018）では，「観察，実験を行う際，何のために行うか，どのような結果になるかを考えさせるなど，予想したり仮説を立てたりしてそれを検証するための観察，実験を行わせる」とされており，探究の過程を生徒が主体的に進めていく学習活動の充実が求められている。



3章 生徒の主体的な研究活動によって生み出される SOCIAL CHANGE の視点

(1) ISS チャレンジ (課題研究支援事業)

課題研究への一層のモチベーション向上を図るために、課題研究の成果発表会をコンテスト形式にて実施する。一昨年度より SSH, SGH 共催で実施しており、今年度も課題研究の遂行を目的とし、研究計画・研究経過報告・研究成果報告(論文)を一連の課題研究の中に位置づけ実施した。研究開発の概要は以下の通りである。

A: 支援内容と方法の検討
B: 課題研究支援事業の実施
V: Web 回答による質問紙調査による検証, エントリー状況, 外部発表状況などによる検証

1) 研究開発の経緯

令和2年4月	SGH 委員会と合同で、今年度の ISS チャレンジのスケジュールを調整(A)
令和2年5月	SGH 委員会と合同で、研究計画書の内容と形式を協議・作成(A)
令和2年6月	研究計画時における質問紙調査(V)
令和2年9月	SSH 委員会にて、研究経過報告書の内容と形式を協議・作成(A)
令和2年10月	研究経過時における質問紙調査(V)
令和3年1月	SSH 委員会にて、研究論文評価の生徒へのフィードバックの方法を協議・実施(A)
令和2年6月～ 令和3年3月	研究計画書提出から口頭発表会・表彰までの一連の ISS チャレンジの実施(B)
令和3年1月	研究論文提出時における質問紙調査(V)

2) 研究の内容

【仮説】

課題研究の校内コンテストの実施、研究の人的支援・物的支援など課題研究の支援事業を開発することにより、課題研究に必要とされる種々の資質・能力の伸長をはかり、生徒の課題研究を促進することができる。さらにこの仕組みを構築することにより、教育課程上に位置づいた課題研究のみならず、部活動や有志などで独自に実施していたり、異学年でのチームで実施していたりする科学研究を促進することができる。

【研究内容・方法・検証】

A: 支援内容と方法の検討

(i) 校内課題研究コンテスト「ISS チャレンジ」

◇「ISS チャレンジ」の目的

本校では6学年を通して設置されている国際教養の時間において、生徒の探究活動や課題研究の遂行に資する能力や態度の育成を目指しているが、科学部の活動や外部科学コンテストなどへの参加を目指した有志団体、もしくは個人でさまざまな課題研究や探究活動が行われている。これらの主体的な課題研究を効果的に支援し、奨励する機会を設けることで潜在的に活動している生

徒の課題研究を顕在化させ、学校全体の生徒の自律的な課題研究を活性化させることを目的として、校内の課題研究コンテスト「ISS チャレンジ」を実施する。さらに生徒の課題研究を支援するために、研究環境（研究支援員および機材等の物的支援）を整える。

◇「ISS チャレンジ」の目標

生徒の課題研究活動の奨励および活性化をめざし、生徒の研究成果を論文としてまとめ、その成果を評価し、優秀な研究を表彰する。

◇「ISS チャレンジ」募集時の生徒への提示内容

研究対象：科学，科学技術，数理科学などに関わる内容全般を対象とする。なお，手法が科学であれば対象は問わない。

研究支援1：必要に応じて研究指導者（大学・研究機関の研究者・専門家）の研究指導が得られるようにする予定であったが，新型コロナウイルスの影響により実施に至らなかった。

研究支援2：課題研究における実験等に必要な備品や消耗品の支援をおこないます。エントリーシートの研究計画にもとづき申請を行い，夏休みには実験には実施できるようにする予定。SSH 事業として執行するため，支援内容に制約を受ける場合もある。（執行できない場合もある）

(ii) 人的支援・物的支援

◇ 研究支援の目的と内容

生徒の課題研究活動における物的・人的支援を行い，生徒の発想に基づく独創的な課題研究を活性化させる。物的支援においては，必要な消耗品や機材等を提供し，人的支援委においては課題研究支援員による研究の方法や進め方などの相談を行ったり論文やポスターの書き方などの指導・助言を行ったりする。

B：課題研究支援事業の実施

(i) 校内課題研究コンテスト「ISS チャレンジ」

◇ISS チャレンジの流れ

5月13日～ 6月4日	【第一次】ISS チャレンジオリエンテーション	2～6年生(中2～高3)生徒対象に，ISS チャレンジの一連の流れについてオンラインで説明
6月4日	研究計画書締切	特に問題がなければ基本的に1次審査は通過。研究として達成できないと判断されるものは，計画修正をもとめる
6月中旬	メンター教員の発表と物的支援申請審査	メンターの教員の発表 物的支援の要請があった研究に対して，要求品目の必要性・正当性を委員会にて審査
8月24日～ 9月30日	【第二次】ISS チャレンジオリエンテーション	全校生徒対象に，ISS チャレンジの一連の流れについてオンラインで説明。

10月上旬	【第二次】メンター 教員の発表	メンターの教員の発表 物的支援の要請に対し、委員会にて審査
10月下旬	【第一次】研究経過 報告書締切	メンターによる研究経過の確認及び指導
1月14日	研究論文締切	評価規準表に基づいて提出論文を評価 ファイナリスト（口頭発表者4組）、セミファイナリスト（ポ スター発表者8組）を選出
1月 25・26日	発表オリエンテー ション	オンライン、口頭で、評価のフィードバックとファイナリス ト・セミファイナリストに対する口頭発表・ポスター発表の 連絡
2月	公開口頭発表会・最 終審査発表会	ファイナリスト4組による口頭発表と、セミファイナリスト 14組のポスター展示(感染症対策に基づきオンライン配信)
3月修了式	表彰	ファイナリスト、セミファイナリストに対して数点の賞を用 意

◇ ISS チャレンジ生徒研究成果発表会（公開口頭発表会）

目的：ISS チャレンジのファイナリストの研究成果について口頭発表を行うことにより、研究成
果及びその発表能力を競い、その審査を行った。

日時：令和3年2月下旬

参加者：全校生

発表者：ファイナリスト4件

発表時間：10分（質疑応答を含む）

発表方法：オンラインにて発表動画の配信

■発表タイトル一覧

食品の調理法ごとの抗酸化力の測定	4名(高2)
中高生のストレスに対する味覚からのアプローチ	3名(高2)
魚皮が含有する光反射物質の抽出及び安定化	5名(高2)
人工宝石の製造	3名(高1)

※) 一部の研究タイトルはエントリー時から変更されている。

(ii)-2 物的支援

41 研究のうち、審査を経て、のべ13件の支援を行った。研究計画書提出とともに物的支援要求
書を添付させ、計画と要求された物品とを委員会の中で議論・審査し、支援対象を決定した。支援
の内容は主に実験や観察などに用いる消耗品であるが、研究計画がしっかりしており、成果が見込
まれると思われる研究については必要な実験機器等の備品の支援も行った。

V. 検証

(i) 質問紙調査による ATL スキル¹の伸長の定量化

課題研究に生徒が主体的に遂行するためには、科学的な知識も必要とされるが、それ以上にリサーチスキル、コミュニケーションスキル、思考スキル、社会性スキル、自己管理スキルなどの多くの資質・能力が必要とされる。本校で実施している IB プログラムでは、この資質・能力の指標として、ATL(Approaches to learning)が設定されている。今年度の SSH 事業においては、ISS チャレンジに参加した生徒を対象に、試行的にこの ATL に関する質問紙調査を実施し、生徒の変容を数値化し、分析・検証をした。

質問紙調査の概要を以下に示す。

質問紙実施依頼対象者：ISS チャレンジ参加者 1次：40名 2次：33名

実施時期：

1次：研究計画書提出時(6月)，研究経過報告書提出時(10月)，研究論文提出時(1月)の計3回

2次：研究計画書提出時(10月)，研究論文提出時(1月)の計2回

調査方法：各 ATL の項目について3つずつの質問を作成し、Office365 のアンケート機能を使用して、Web 上で調査を行った。質問作成にあたっては、「MYP：原則から実践へ」²を参考に、研究計画時、研究経過報告時、研究論文提出時それぞれに合った内容の質問を作成した。そのため、共通の質問事項を心掛けたが、3回のアンケートで必ずしも同一の質問文とはなっていない。集計は、「そう思う」を5、「そう思わない」を1として5段階の得点化をした。1次応募者、2次応募者の項目毎の平均値、標準偏差は表1、2に示す通りである。

表1 ATLに関する質問紙調査(1次)

ATLの分類	質問内容	研究計画時		経過報告時		論文提出時	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
コミュニケーション	① 他の生徒や先生と考えや知識を話し合うことができた。	3.91	0.93	4.32	0.70	4.42	0.76
	② 多様なデジタル環境やデジタルメディアを用いて、他の生徒や専門家と協働することができた。	2.91	1.00	2.95	1.02	3.00	1.00
	③ 情報を求め、楽しむために多様な資料を読むことができた。	3.57	0.77	3.91	0.79	3.92	0.95
協働	① 自分の行動に責任をもつことができた。	3.57	0.88	3.95	0.82	3.88	0.78
	② 他者の見解や考えに積極的に耳を傾けることができた。	4.13	0.68	4.36	0.64	4.29	0.68
	③ リーダーシップを発揮し、集団の中で様々な役割を引き受けた。	2.91	1.16	3.18	1.15	3.21	1.32

¹ ATL スキルとは

IB の示す「学習の方法」のスキルで、Approaches to learning の略。学習スキルを発達させるための学習の方法であり、IB ではプログラムの主要構成要素として捉えている。

² 国際バカロレア機構(IBO), 「MYP：原則から実践へ」2014年9月

整理整頓	①	計画を立て、べ切を守ることができた。	3.35	1.31	3.68	0.92	3.83	0.94
	②	困難だが、やりがいがあり、現実的な目標を設定した。	3.61	0.64	4.09	0.85	4.17	0.75
	③	複雑な情報を整理するために、適切な方法を用いた。	3.57	0.71	2.86	0.87	2.75	1.16
情動	①	粘り強さと忍耐を示せた。	3.36	1.02	3.68	1.18	3.71	1.10
	②	前向きな思考で実践できた。	3.87	0.80	3.86	1.06	4.04	0.84
	③	専念し、集中することができた。	3.48	0.88	3.64	1.07	3.71	1.02
振り返り	①	効果的な学習(研究)に必要なスキル、テクニック、方法を構築することができた。	3.41	0.83	3.50	0.84	3.67	0.75
	②	学習(研究)方法の選択と使用において、柔軟性を示すことができた。	3.35	0.81	3.59	0.83	3.71	0.93
	③	倫理的、文化的、環境的影響を考えることができた。	3.17	1.17	3.68	0.92	3.79	0.82
情報リテラシー	①	さまざまな情報を関連付けることができた。	3.39	0.92	3.73	0.75	4.00	0.91
	②	特定の課題(研究テーマ)に対する妥当性に基づいて、情報やデジタルツールを評価し、選択することができた。	3.26	0.61	3.67	0.84	3.46	0.82
	③	広く認められている書式に従って、参考文献目録を作成することができた。	3.48	1.17	3.50	0.94	3.67	0.94
メディアリテラシー	①	さまざまな資料やメディアから情報を見つけ、整理し、分析し、評価し、統合し、そして倫理的に用いることができた。	3.48	0.88	3.52	0.73	3.88	0.93
	②	多角的で多様なソースからさまざまなものの見方を求めることができた。	3.43	0.71	3.45	0.94	3.63	0.75
	③	さまざまなメディアや形式を用いて、多数の受け手と情報や考え方を効果的にやり取りすることができた。	3.04	0.81	3.23	1.04	3.46	0.91
批判的思考	①	事実に基づき、時事的で、概念的な議論の余地のある問題を提起することができた。	3.43	0.92	3.36	0.93	3.88	0.97
	②	多角的なもの見方に基づき、アイデアを検討することができた。	3.57	0.82	3.86	0.69	3.88	0.88
	③	議論を形成するために、関連する情報を集め、整理することができた。	3.48	0.83	3.65	1.11	4.08	0.81
創造的思考	①	新しいアイデアや質問を提起するために、ブレインストーミングや視覚的な図表を用いることができた。	2.70	1.12	3.50	0.84	3.71	1.21
	②	新しい考えやプロセスを生み出すために、現存の知識を応用することができた。	4.00	0.59	3.95	0.88	4.08	0.91
	③	推測し、「もし〜だったら」という問いかけをし、検証可能な仮説を立てることができた。	3.35	1.00	3.82	0.89	3.88	1.01
転移	①	多数の教科や学問分野を横断して、概念的理解を比較できた。	3.13	0.90	3.59	0.83	3.88	0.88
	②	複数の教科や学問分野を関連付けることができた。	3.04	1.04	3.23	0.90	3.33	1.03
	③	解決策を生み出すために、知識や理解、スキルを組み合わせることができた。	3.70	0.95	3.82	0.94	3.79	0.76

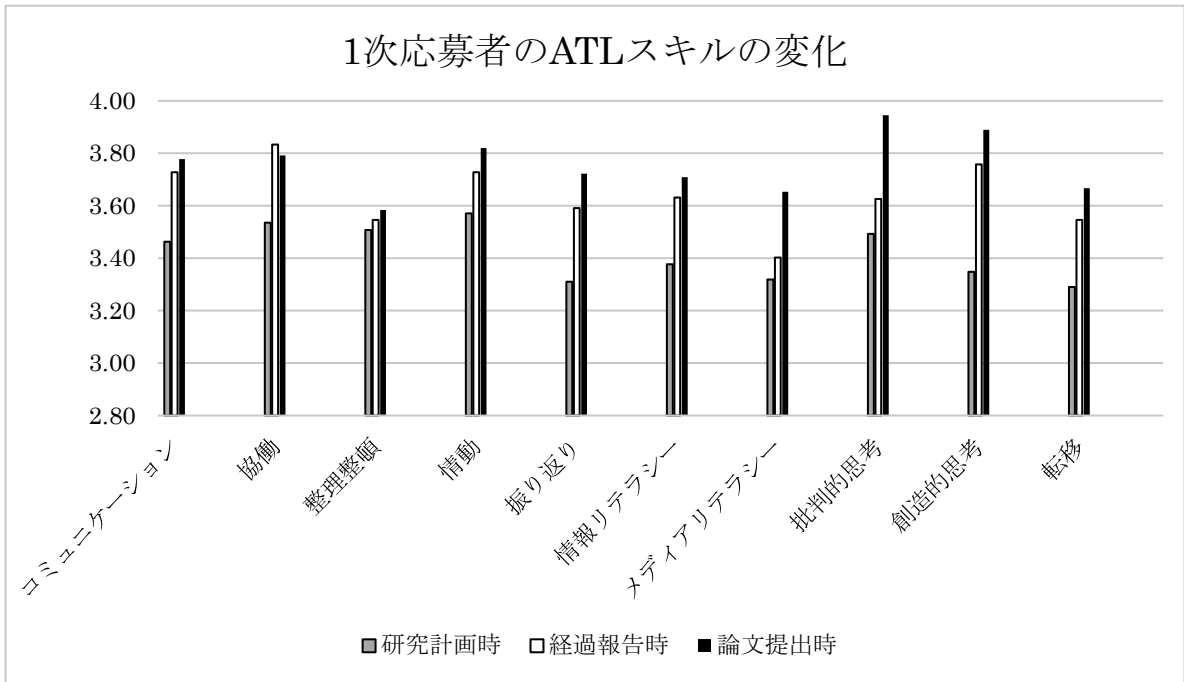


図1 課題研究の各時期におけるATL値 (1次応募者)

1次応募者の3回の調査結果の各項目の平均値を比較した図を図1に示す。研究計画時に比べ、研究経過報告時や論文提出時の方が、すべての項目において高い値を示していることが分かる。年間を通じた研究活動の過程を通じて、広範囲にわたって様々なスキルを伸長することができたと考えられる。後に述べるよう、1次応募者の多くは後期課程の生徒である。本校は前期課程において国際教養の時間で、課題を発見するスキルや分析評価を行う力、コミュニケーションのスキルなどの伸長を目指して、講座ごとの探究活動、統計的な考えを学び、実際に活用する活動、フィールドワークを通じた探究活動などを実施している。ISSチャレンジは前期課程の国際教養で行った探究活動の延長線上にある、より自由度の高い発展的な活動である。今年度の1次応募者たちは、前期課程のカリキュラムを通じて得た基本的なスキル・力を土台とし、より難易度の高いISSチャレンジに年間を通じてじっくり取り組むことで、それぞれの研究を高度に展開させ、スキルをさらに伸長できたと推測できる。

「コミュニケーション」「協働」「創造的思考」「情報リテラシー」などは研究計画時から経過報告時にかけて大きく伸びている。研究の序盤においては、既存の知識を応用したり、様々な情報を活用して新たなアイデアを創出する、検証可能な仮説を検討していくなどの創造的な活動を、チームメンバー内で協力して行われたと推測

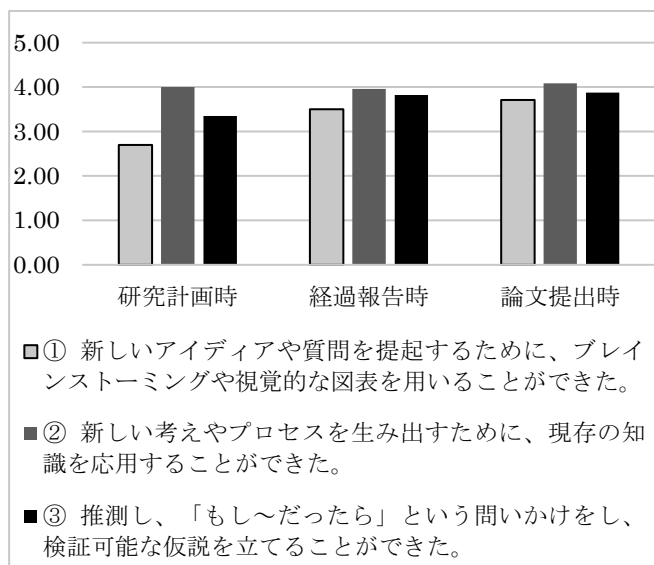


図2 「創造的思考」に関する質問項目への回答

できる。生徒からも「SSH では測定方法及び実験方法を定める時に先行研究を重要な参考源として使うことから、複数の情報の信頼性を評価し、取捨選択する力、得た情報をもとにチームの人と一緒に議論する力を研究を通して得ることができた。」といったコメントが寄せられた。

上記に述べた項目の中でも特に「創造的思考」における伸長は著しい。「創造的思考」に分類される3つの質問それぞれの回答結果を図2に示す。3つの質問の中でも特に「①新しいアイデアや質問を提起するために、ブレインストーミングや視覚的な図表を用いることができた。」の研究計画時から経過報告時にかけての伸長が大きいことが分かる。研究初期段階において、ブレインストーミングや図などのツールをうまく活用して、新たな考えを創造することができていたと考えられる。

また、「批判的思考」は研究経過報告時から論文提出時にかけて大きく伸びており、論文提出時には、全項目の中で最も高い値となっている。「批判的思考」に分類される3つの質問それぞれの回答結果を図3に示す。研究の終盤にかけて、様々な視点からこれまでの研究手法について再検討する活動や、実験結果の考察、今後の課題の検討などが行われたと思われる。論文提出時に寄せられた生徒のコメントの中にも「今年度の課題研究活動では実験における失敗が多く、何度も立ち止まって考え直す必要があった。でも今振り返ってみれば、実験の失敗から得たことも多く、一つ一つの実験が意味のあるものだったことに気づいた。」というものがみられた。実験結果を踏まえて、これまでの実験方法などを批判的に検討し、検討を生かして新たに実験を行うというサイクルの中で、スキルを伸ばすことができたと推測できる。

一方で「整理整頓」の値は大きな変化は見られていない。「整理整頓」に分類される3つの質問それぞれの回答結果を図4に示す。①②は微増しているものの、③の質問に対する回答で研究報告時において数値の低下がみられる。研究のはじめの段階における情報の整理において、研究課程で困難があったと推測できる。

生徒のコメントの中には「今回は、うまく実験ノートを活用できていなかったので来年もエントリーするのであれば、初めからノートに記入することを心がけたい。」

「論文に関しても、論理性を持たせるまで何度も読み直しましたが、それでも不十分さはあって、もっと定期的にこういった振り返りができたらよかったという反省があります。なので、次年度からは自分の行動

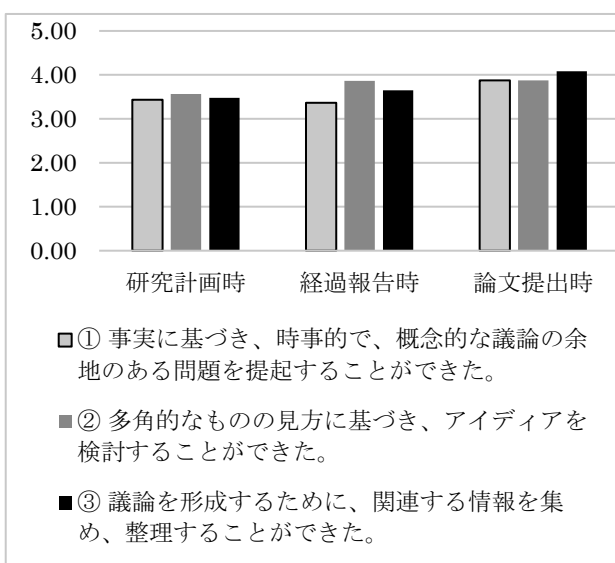


図3 「批判的思考」に関する質問項目への回答

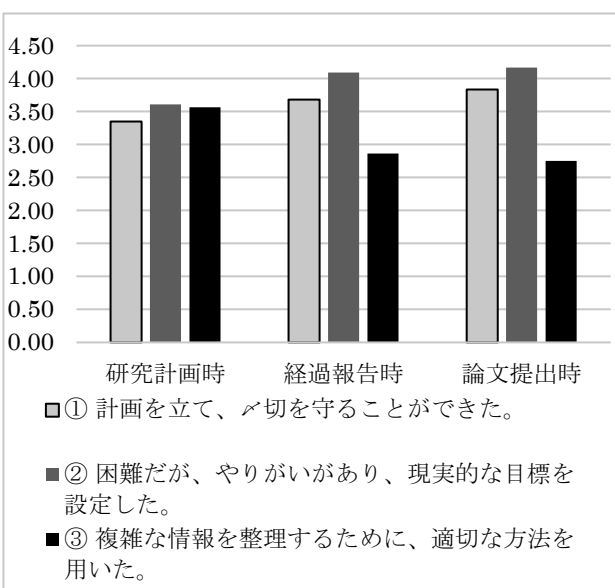


図4 「整理整頓」に関する質問項目への回答

をもっと振り返る時間を定期的に作りたいです。」というコメントが寄せられた。実験ノートなど記録ツールの活用を促し、自分たちの研究に関する成果の情報をしっかり管理し、それを元に適宜振り返りの機会が持てるように支援することで、さらにこうした生徒の力を伸ばすことができると考えられる。

表2 ATLに関する質問紙調査(2次)

ATL の分 類	質問内容		研究計画時		論文提出時	
			平均値	標準 偏差	平均 値	標準 偏差
コミ ユニ ケー ション	①	他の生徒や先生と考えや知識を話し合うことができた。	4.55	0.50	4.05	0.76
	②	多様なデジタル環境やデジタルメディアを用いて、他の生徒や専門家と協働することができた。	3.45	0.99	3.21	1.28
	③	情報を求め、楽しむために多様な資料を読むことができた。	3.82	0.39	3.58	0.88
協働	①	自分の行動に責任をもつことができた。	4.09	0.67	3.89	1.02
	②	他者の見解や考えに積極的に耳を傾けることができた。	4.82	0.39	4.05	0.89
	③	リーダーシップを発揮し、集団の中で様々な役割を引き受けた。	3.73	0.86	3.37	1.35
整理 整頓	①	計画を立て、べ切を守ることができた。	3.64	1.07	3.68	1.03
	②	困難だが、やりがいがあり、現実的な目標を設定した。	4.18	1.03	3.42	0.94
	③	複雑な情報を整理するために、適切な方法を用いた。	3.82	0.72	2.79	0.95
情動	①	粘り強さと忍耐を示せた。	3.91	0.79	3.63	0.81
	②	前向きな思考で実践できた。	4.09	0.90	3.84	1.04
	③	専念し、集中することができた。	3.82	0.72	3.26	0.85
振り 返り	①	効果的な学習(研究)に必要なスキル、テクニック、方法を構築することができた。	3.91	0.51	3.26	0.96
	②	学習(研究)方法の選択と使用において、柔軟性を示すことができた。	3.64	0.98	3.53	0.82
	③	倫理的、文化的、環境的影響を考えることができた。	4.18	1.03	3.32	1.13
情報 リテ ラシー	①	さまざまな情報を関連付けることができた。	4.36	0.48	3.42	1.14
	②	特定の課題(研究テーマ)に対する妥当性に基づいて、情報やデジタルツールを評価し、選択することができた。	4.00	0.74	3.37	1.04
	③	広く認められている書式に従って、参考文献目録を作成することができた。	3.09	1.16	3.58	1.09
メディア リテ ラシー	①	さまざまな資料やメディアから情報を見つけ、整理し、分析し、評価し、統合し、そして倫理的に用いることができた。	4.00	0.60	3.53	0.99
	②	多角的で多様なソースからさまざまなものの見方を求めることができた。	3.00	0.95	3.00	0.79
	③	さまざまなメディアや形式を用いて、多数の受け手と情報や考え方を効果的にやり取りすることができた。	3.45	0.50	2.84	1.04
批判 的思 考	①	事実に基づき、時事的で、概念的な議論の余地のある問題を提起することができた。	3.73	0.75	3.26	0.78
	②	多角的なもの見方に基づき、アイデアを検討することができた。	4.20	0.75	3.53	0.99
	③	議論を形成するために、関連する情報を集め、整理することができた。	3.80	0.75	3.32	0.92
創造 的思 考	①	新しいアイデアや質問を提起するために、ブレインストーミングや視覚的な図表を用いることができた。	3.00	0.95	3.00	0.92
	②	新しい考えやプロセスを生み出すために、現存の知識を応用することができた。	4.64	0.64	3.58	0.99

	③	推測し、「もし～だったら」という問いかけをし、検証可能な仮説を立てることができた。	4.00	0.77	3.26	1.02
転移	①	多数の教科や学問分野を横断して、概念的な理解を比較できた。	3.91	0.79	3.42	0.75
	②	複数の教科や学問分野を関連付けることができた。	4.00	0.95	3.37	1.18
	③	解決策を生み出すために、知識や理解、スキルを組み合わせることができた。	4.09	0.67	3.63	0.81

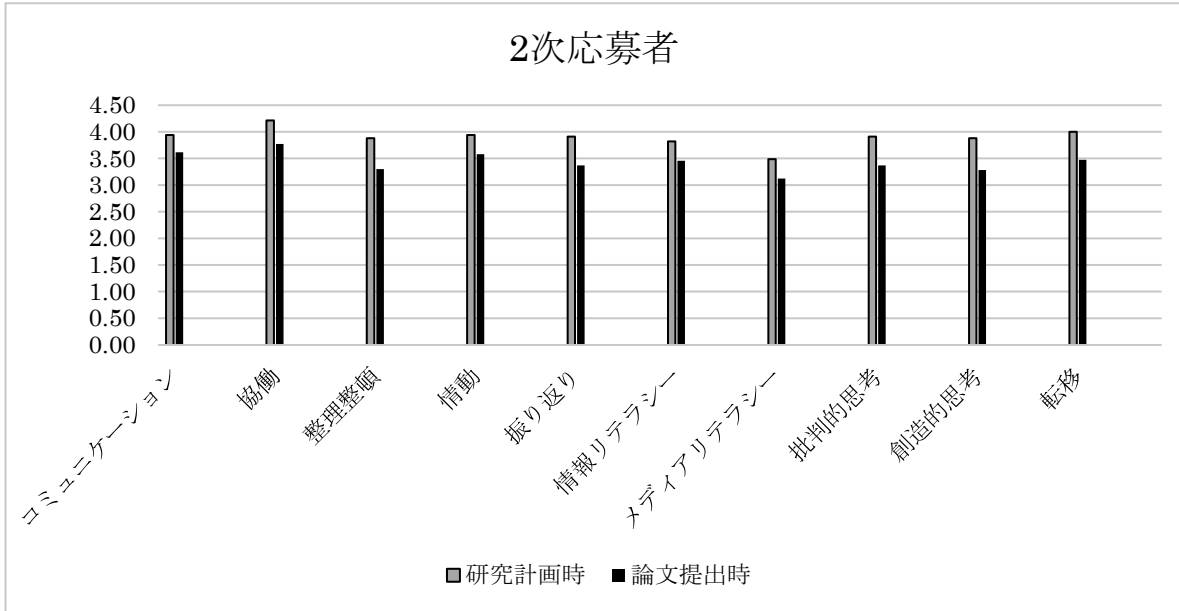


図5 課題研究の各時期におけるATL値（2次応募者）

2次応募者の2回の調査結果の各項目の平均値を比較した図を図5に示す。1次応募者と比較して、研究計画時の値が全体的に高いが、研究計画時に比べ、研究経過報告時や論文提出時の方が、値が微減していることがわかる。

2次応募者は図6が示す通り、前期課程の参加者が多い。ISSチャレンジに参加するのが初めての生徒も多く、初めて体験する様々な活動を通じ、実際にやってみることで自身の伸ばすべき点に気づけたとも解釈できる。生徒からのコメントには「計画力と実行力の大切さを痛感した。計画は、自分の能力を把握して、ほかのプロジェクト(各教科の課題など)の進行も考慮しながら、立てなければならないので、新たな課題などの計画を妨げるもの(リスク)を予想する力も必要だと思った。」といったものがみられ、実際にやってみることで具体的にどのような力が必要なのか、いかにそうした力が大切であるのかに気付くことができたと推測できる。特に低学年層に対しては、こうした気づきを踏まえて、前向きに研究に取り組めるような細やかな支援が必要であると考えられる。

また以下のような、来年度以降に向けた内容も寄せられた。「今回は初めて考察の際に微分を用いました。微分を個人で勉強した際には何に使うのかと疑問を持っていましたが、実践で使うことで改めて理解することに繋がりました。考察で予想したことが実験出来ていないので、来年度はその点に関して実験をしたいです。」こうした生徒の意思が持続し、来年度以降も継続的に取り組めるような支援、働きかけが重要であると考えられる。

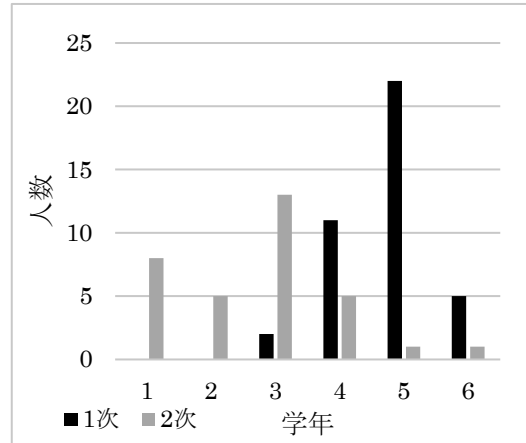


図6 学年別人数

(ii) 1次応募者と2次応募者の比較

図6が示す通り、1次応募者は後期課程の生徒がほとんどで、多くはISSチャレンジに過去に参加経験のある生徒であった。一方で2次応募者は前期課程の生徒が多く、ISSチャレンジに初めて参加する生徒が多かった。コロナ禍などによって、1次募集では参加を躊躇していた前期課程の生徒も、少し環境が落ち着いた2次募集の時期には、参加を決意することができたと考えられる。低学年層を取り込めたという点において、2次応募の機会を設定した価値は高かったと考えられる。

一方で上記で示したとおり、1次応募者ではATLスキルの大きな伸長が見られた一方で、2次応募者ではみられなかった。スキルの伸長に対しては、短期の取り組みではなく、年間を通じた長期の取り組みを通じて、じっくりと1つの研究活動を行うことの効果が高いことが推測できる。理科の授業などで行う探求的な活動は、基本的には短期的な活動となるが、ISSチャレンジのような年間を通じた課題研究活動が生徒のATLスキルの伸長という点からも非常に効果が高いといえる。

年間を通じた活動を行った1次募集応募者から寄せられたコメントには「私たちは、部活動などがなく、時間のある日は毎日実験を行った。最初の4ヶ月程はあまりなにも上手くいかず、時間を無駄にしているのではないかと思うこともあったが、いつか成功することを信じて、実験を続けた。その結果、今年度の目的を達成するような結果が出て、努力し続けることの重要性を学んだ。」といったものもあった。達成感や充足感を得るまでに至るためにも、1つの研究に長期にわたってじっくりと取り組む機会が重要と考えられる。今回2次募集で参加した生徒も来年度以降も参加し、継続的に研究に取り組んでいけるような支援が重要であると考えられる。

(iii) 論文提出時に寄せられた生徒からのコメント

研究テーマ	コメント
時間割を入力ことで自動でその日の準備を提示してくれるソフトの開発	僕は今回が初めてのISSチャレンジでした。始める前からそれなりに覚悟はしていたつもりでしたが、いざやり始めてみると想像の何十倍も大変で、学校生活との両立も難しいものでした。しかし、終わった後の達成感や、自分の成長が目に見えるのは新しい感覚で、とても楽しかったです！
光合成する窓を作る	学んだことはチームで活動するときの利点と欠点で、心強さや、分担したときに終わるのが速いという利点もあれば、話し合い実験の日時が合わなかったり、1つのことを決めるのに時間がかかったりして欠点もあった。また、私達のチームは研究企画書がきちんと完全な状態ではなかったり、

	段階の踏み方が良くなかったりしたので、いざ実験をやる時や論文にまとめる時、大変で迷いがあった。次につなげたいと思うことは企画書を作る上できちんと調べることだ。
光合成する窓を作る	課題研究活動を通して、自分たちが興味があることを自ら実験や観察をして調べながら探求する過程がすごく楽しいと感じました。その中で、情報集めや先行研究の収集は難しかった、意味がわからない部分がとても多かったけど、仲間と情報を共有し、一緒に考えると、たくさんの新しいこと知ることになりました。
納豆菌の凝集作用を活かした池の水質改善	今年はコロナの影響もあり、研究を進めるのがとても難しかったです。グループで、オンラインで話し合いをするなど、新しい活動の仕方を模索することは出来たと思います。
ポリフェノールの抽出とその利用	与えられたものを単にやるのではなく、自分で気になったテーマで実験デザインから考察まで全て自分たちでやるという経験がなかったのでとても良い経験になった。 授業では正解があるけど何が正しいかわからないところが難しくもあり面白かった。

参加者から寄せられたコメントからは、コロナウイルス流行の影響で苦労があったこと、そうした中でも工夫をこらして活動を進めていた様子がうかがえた。また、研究活動の面白さ、難しさを実感し、反省点も挙げながらも今後へつなげる意欲を持ってている様子もうかがえた。今年度は制限のある中での実施となったが、そうした中でも生徒の意欲向上につながったと考えられる。

3) 実施の効果とその評価

「ISS チャレンジ」エントリー数の推移

令和2年度	令和元年度	平成30年度	平成29年度	平成28年度	平成27年度	平成26年度
41件	58件	63件	57件	65件	34件	21件

「ISS チャレンジ」研究者の内訳比較

	令和2年度	令和元年度	平成30年度	平成29年度	平成28年度
1学年	8名	1名	26名	14名	21名
2学年	5名	41名	35名	36名	8名
3学年	15名	34名	16名	11名	46名
4学年	16名	19名	36名	45名	38名
5学年	23名	45名	39名	37名	29名
6学年	6名	9名	11名	7名	7名
計	73名	149名	163名	150名	149名

今年度は、新型コロナウイルスの影響により、研究活動に利用できる時間や場所が大きく制限されたため、全体の参加者は大きく減少した。それにも関わらず、1学年の参加者増加、昨年度の参加者

が1名だった今年の2学年も増加した。今後も、六か年を通したSS理数探究のために、低学年での意識付けも重視していきたい。

一方、高学年は、例年と異なる状況であっても積極的に外部発表に参加した。また、学校での活動制限を補うように自宅で研究を進めたり、限られた活動時間を有効に活用して大きな成果をあげたチームも見られた。

社会状況の影響を大きく受けた1年であったが、今年の経験を糧として次年度も研究者育成を目指したい。

<生徒が参加した校外での生徒課題研究発表会>

- ① TAMAサイエンスフェスティバル in TOYAKU2020
(令和2年11月1日:東京薬科大学 オンライン開催)
- ② 第14回高校生理科研究発表会
(令和2年12月21日~12月28日:千葉大学 オンライン開催)
- ③ 東京都SSH指定校合同発表会
(令和2年12月20日:工学院大学新宿キャンパス Zoom開催)
- ④ 関東近県SSH校合同発表会
(平成31年3月21日:工学院大学新宿キャンパス Zoom開催)
- ⑤ 令和2年度「Tokyoサイエンスフェア」研究発表会
(東京都教育委員会 オンライン開催)
- ⑥ 東京学芸大学主催 SSH/SGH課題研究成果発表会
(令和3年2月23日:東京学芸大学主催 オンライン開催)
- ⑦ 第11回中高生国際科学アイデアコンテスト つくばScience Edge2021
(令和3年3月26日27日:つくば国際会議場 オンライン開催)
- ⑧ 第3回高校生サイエンス研究発表会 in 第一薬科大学2021
(令和3年3月15日~20日, 22日~24日:第一薬科大学主催)
(そのうち本人の発表及び審査は3月17日, オンライン開催)

4章 実施の効果とその評価

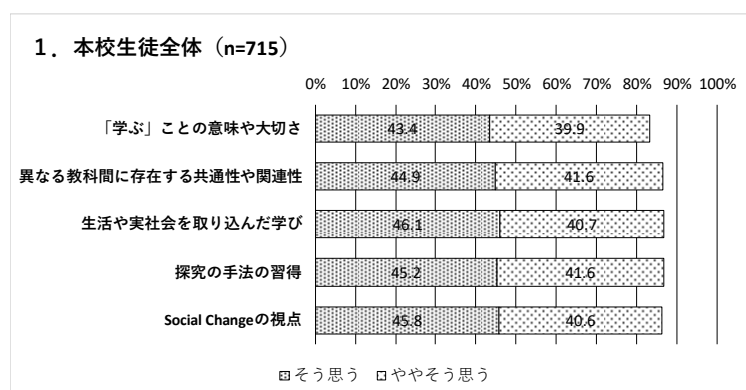
本校のスーパーサイエンスハイスクールの2期目の研究開発課題は、「『学びの本質』を捉え、SOCIAL CHANGEをもたらす科学技術人材の育成」であり、主体的に取り組む探究的な学びを通して、社会に変革をもたらす科学技術人材の育成をめざしている。この目標を実現させるために、3つの仮説にあわせてそれぞれの事業を展開させているが、2期目の2年次は、SSH校の生徒として「学ぶことの意味や大切さ」「異なる教科・科目の間に存在する共通性や関連性」「自分たちの生活や実社会の状況を取り込んだ学び」「探究の手法」「現代社会の課題に主体的に向き合う視点」がそれぞれ獲得できているかについて評価する。また、生徒がSSH事業などの研究開発や課題研究をどのように捉えているかについて、SSH事業1期目の5年次である2018年度から2期目の2年次である今年度までの生徒回答を経年比較することにより、今年度の事業を評価したい。

令和2（2020）年12月に生徒を対象として実施した学校評価アンケートに、従来の設問に加え本校の生徒としてSSH事業で経験・獲得してほしいと考える学びが、実感できているのかを問う設問5つを追加して実施し、その5項目を抽出して評価した。また、1年次の報告書で報告した3つの抽出項目について、2018年度から今年度までの回答を経年比較することによっても評価した。

生徒：715人/737人中（1～6学年） 令和2（2020）年12月25日（実施・回収）

方法：個人の意識調査である。項目ごとの設問に対して、「そう思う・ややそう思う・あまりそう思わない・そう思わない・判断できない」の5（段階）の選択肢から個人の認識や理解に従い回答する。

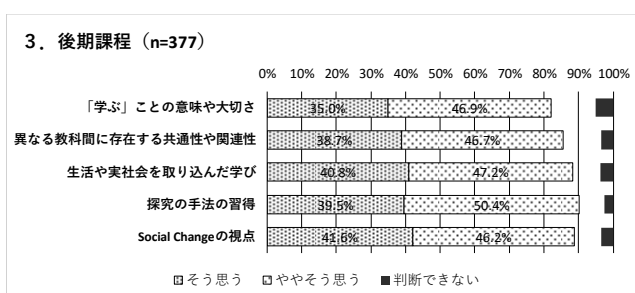
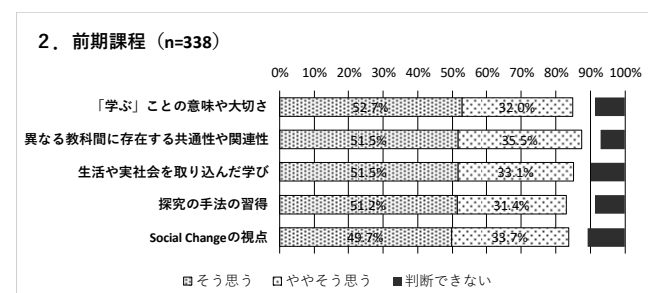
（1）SSH校として経験・獲得してほしい学びの認識について



グラフ1は、5つの設問「SSH校の生徒として、「学ぶ」ことの意味や大切さを発見できる」「SSH校の生徒として、異なる教科・科目の間に存在する共通性や関連性を見出すことができている」「SSH校の生徒として、授業において自分たちの生活や実社会の状況を取り込んだ学びを経験できている」「SSH校の生徒として、国際教養や課題研究を通して、探究の手法を身につけることができている」

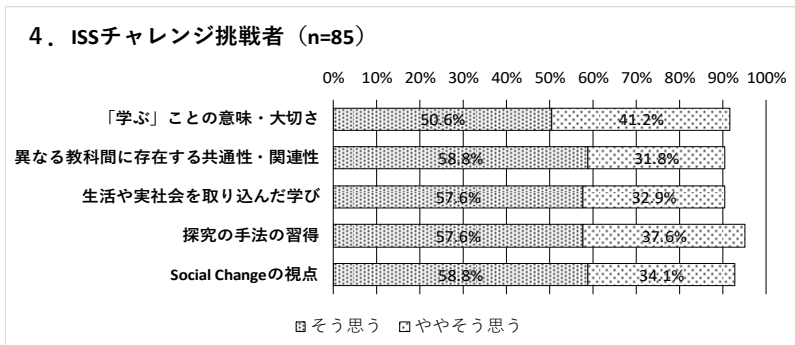
「SSH校の生徒として、現代社会の課題に主体的に向き合う（Social Change）視点が芽生えている」それぞれについて、全生徒の回答の割合を示したものである。全校生徒のおよそ85%以上が全ての項目について「そう思う」または「ややそう思う」と回答していることから、SSH事業で設定された学びが大部分の生徒が獲得できた実感を得られていることが示唆される。今年度は、コロナ禍で計画通りの事業が実行できなかったが、SSH1期目から継続的に育んできた「探究の手法の習得」や「異なる教科間に存在する共通性や関連性の発見」が2期目に掲げる「生活や実社会を取り込んだ学び」や「現代社会の課題に主体的に向き合う（Social Change）の視点」へと着実に結実しつつあることが伺える。

グラフ2は前期課程（1学年～3学年）、グラフ3は後期課程（4学年～6学年）の回答の割合を示したも



のである。前期課程と後期課程では回答の割合に差異があることが分かる。

「生活や実社会を取り込んだ学び」「探究の手法の習得」「Social Change の視点の芽生え」については、前期課程から後期課程で「そう思う」「ややそう思う」の割合の合計がおよそ10%増加していること、「判断できない」の割合が減少していることから、中等教育6か年の連続した学びによってSSH事業の意義の理解が進み、生徒の「生活や実社会を取り込んだ学び」や「Social Change の視点」が育まれていることが示唆される。一方で、「『学ぶ』ことの意味や大切さ」については、前期課程から後期課程で「そう思う」「ややそう思う」の割合の合計がやや低下していることが分かる。これは、発達段階により理系科目に興味を持つ生徒と文系科目に興味を持つ生徒に分化することが理由の一つであると考えられる。



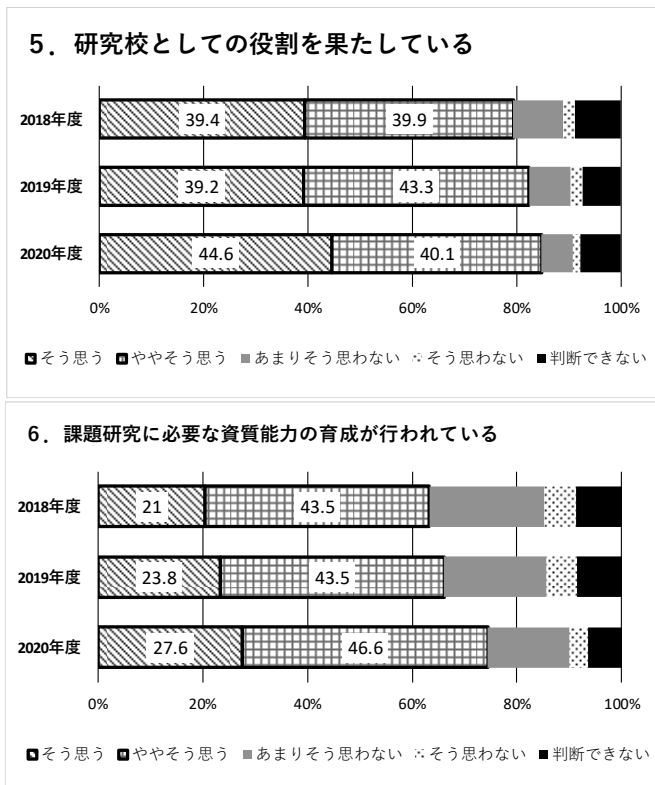
グラフ4は、ISSチャレンジ挑戦者85名（前期課程44名、後期課程41名）の回答の割合を示したものである。ISSチャレンジ挑戦者の90%以上が全ての項目について「そう思う」「ややそう思う」と回答していることに加えて、「そう思う」と回答した割合が全校生徒と比較して10%以上増加していることから、ISS

チャレンジは、習得した探究の手法を生活や実社会を取り込んだ学びやSocial Changeの視点に向けさせるきっかけとなっていることが伺える。

学校評価アンケートに新たに追加した項目の分析から、「6か年のIB教育における授業と課題研究のスパイラルが生徒にSOCIAL CHAGEの視点をもたらす」とする仮説3がほぼ実証されていると推測される。

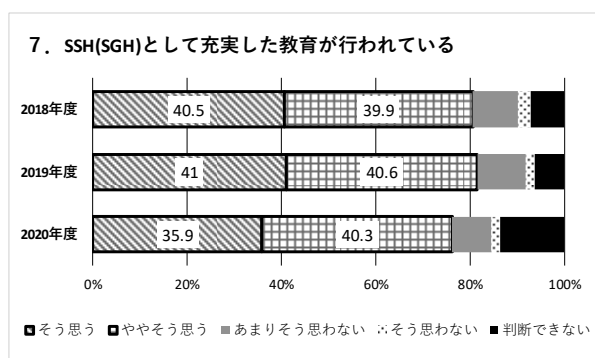
(2) 本校の教育開発事業に対する生徒の認識に関する経年比較

(1)で述べた5つの設問は今年度に新たに追加したものであり、2019年度以前の状況と比較することができない。そこで、1年次の報告書で報告した本校の教育開発事業に対する生徒の認識をSSH1期目の5年次である2018年度から2期目の2年次である今年度までの3年間で比較することにした。



グラフ5は、設問「学校は社会に対して特色のある研究校としての役割を果たしている」に対する全生徒の回答の割合を比較したものである。今年度はコロナ禍の影響により1学期（4月から7月）の間、教育関係者の授業見学はお断りし、2学期（9月）以降の授業見学も例年より大幅に減少した。また、第7回公開研究大会は、普段の授業を撮影・編集してYouTubeで公開し、Zoomで研究協議を実施した。このように、生徒が直接的に研究校としての役割を実感できる機会が少なかったにも関わらず、「そう思う」「ややそう思う」と回答した割合の合計が増加傾向であることが分析から分かった。SSH2期目から取り組んでいる研究グループ制度による授業見学や教科間が連携する授業の検討、公開研究大会のための授業撮影等の小さな取り組みの積み重ねが生徒の認識に影響を与え、コロナ禍においても研究校の役割を果たしていると考えられる割合の増加に繋がったものと想像される。

前ページのグラフ6は、設問「教科で課題研究に必要な資質能力の育成はなされている」に対する全生徒の回答の割合を比較したものである。グラフ5と同様に、「そう思う」「ややそう思う」と回答した割合の合計が増加傾向であることが分析から分かった。今年度は4月から2ヶ月間臨時休業となり、ISS チャレンジの募集が大幅に遅れるとともに申込者も149名から85名へと大幅に減少した。放課後の活動であるAcademic Dayも1学期（4月から7月）の間は中止され、3学期（1月以降）も中止されている。このような状況にも関わらず、課題研究に必要な資質能力の育成が行われているとする認識が高くなっていることは、今年度の活動の状況だけで生徒が認識・回答をしていないことが想像される。学校設定科目である国際教養（1学年「理数探究」、4学年「パーソナルプロジェクト」、5学年「課題研究Ⅰ」、6学年「課題研究Ⅱ」）とSS数学、SS理科が有機的に機能していることと、仮説1で立てた「実社会の状況を取り込んだ探究的な学びを実現する授業設計」により生徒の認識に影響を与え、コロナ禍においても課題研究に必要な資質能力の育成が行われていると考える比率の増加に繋がったものと想像される。



グラフ7は、設問「SSH（/SGH）として充実した教育が行われている」に対する全生徒の回答の割合を比較したものである。グラフ5、グラフ6と異なり、「そう思う」と回答した割合が今年度減少したこと、「判断できない」と回答した割合が増加したことが分析から分かった。これは、2019年度までの設問と今年度の設問の変化によるものと考えられる。2019年度までは「SSH/SGHとして充実した教育が行われている」と設問されていた。2019年

度に本校のSGH事業が終了し、後継事業であるワールド・ワイド・ラーニング（WWL）コンソーシアム構築事業の事業連携校となりWWL事業に関わることができるよう対象生徒がSGH事業と比べて少なくなったことから、「SSHとして充実した教育が行われている」と設問を変更した。この設問の変更によって、生徒の認識に大きな影響があったと考えられる。SSH事業もSGH事業も探究的な学びへのアプローチを支援する教育事業であることには変わらないが、サイエンスの文脈でアプローチするか、グローバルな文脈でアプローチするかは異なる。これまでグローバルな文脈でアプローチしてきた生徒にとっては、SGH事業が充実した教育につながっていたと評価し、SSH事業が充実した教育につながっているかは「判断できない」と評価する可能性がある。また、前期課程（特に1学年）では、前述のコロナ禍でのSSH事業の一部中止・縮小の影響により、SSH事業について「判断できない」と率直な回答をする生徒が出ることも自然なことである。また、後期課程においては、発達段階により理系科目に興味を持つ生徒と文系科目に興味を持つ生徒に分化することが理由の一つであると考えられる。

この分析で分かったことは、本校のSSH事業の課題と位置づけることができる。本校のSSH事業は理系（SSH）コースの設定をせず、DPコースの生徒を除く全ての生徒を対象に展開されるものである。SGH事業が終了した2020年度以降、学校設定科目である国際教養（特に「パーソナルプロジェクト」「課題研究Ⅰ・Ⅱ」）とSS科目の授業設計をさらに工夫し、生徒を探究の道程に乗せるようにする必要性を示唆するものである。また、校内研究における「研究グループ」をさらに深化・拡張することで、異なる科目・教科間での連携を深め、生活や実社会を取り込んだ学びを推進することに繋げていく必要性も示しているものと考えられる。

5章 校内におけるSSHの組織的推進体制

(1) 校内の組織におけるSSHの組織的な運営推進体制

本校では、スーパーサイエンスハイスクール（SSH）に関わる事業の企画立案及び実施に関わる実行組織としてサイエンス委員会を設置し、SSH事業を推進している。1年次の令和元（2019）年度までは、スーパーサイエンスハイスクール委員（SSH委員会）とスーパーグローバルハイスクール委員会（SGH委員会）が組織されていたが、令和元（2019）年度にSGH事業が終了し、後継事業であるワールド・ワイド・ラーニング（WWL）コンソーシアム構築事業の事業連携校に指定されたことから委員会等の改組が行われ、SSH委員会はサイエンス委員会に、SSHグループはサイエンスグループに、SGH委員会はグローバル委員会に、SGHグループはグローバル委員会にそれぞれ改組された。図1に校内組織を示す。

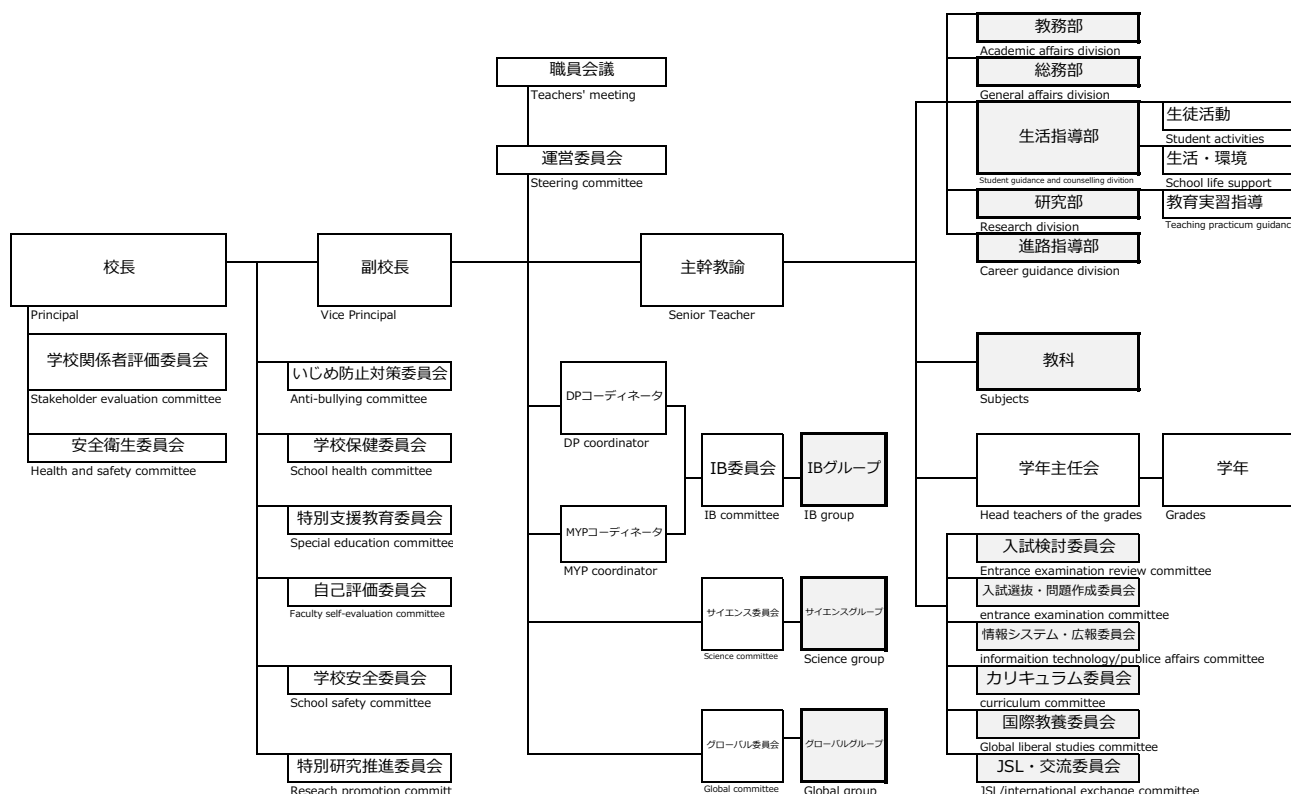


図1 校内組織図（2020年度）

サイエンス委員会は、5名の教諭で構成している。委員長はSSH主担当を兼ねており、科学技術振興機構等との連絡・調整などSSH事業に関わる渉外の基軸を担っている。また、サイエンス委員長は特別研究推進委員会に所属し、校内全体の研究推進との連携を図っている。

特別研究推進委員会は、校長・副校長・主幹教諭・研究部主任・IB委員長・DPコーディネーター・MYPコーディネーター・サイエンス委員長・グローバル委員会代表・国際教養委員長で構成される。研究部主任は、特別研究推進委員会の取りまとめ役を担う。本委員会は、本校の特別研究（IB・SSH・WWL）を推進するために必要な連絡・調整を行い、各研究開発事業の推進を支えている。また、SSHを含む各研究開発事業の推進にかかる問題が生じた際には、その問題解決を全校体制で対応するための中核的な組織として機能するとともに、平時においては、研究倫理に関する審査なども行い、安全かつ安定的な各種研究開発事業の推進を支えている。

教科では、数学科・理科・家庭科においてSS科目を開設し、研究開発の企画および実践を行なっている（仮説1）。SS科目の授業設計や評価等の方法はIBの理念や手法を参考としており、適宜IB委員会からの指導・助言を得ている。また、教科は、課題研究に関わる専門的な側面からの生徒指導の中心的な役割を担う（仮説2）。

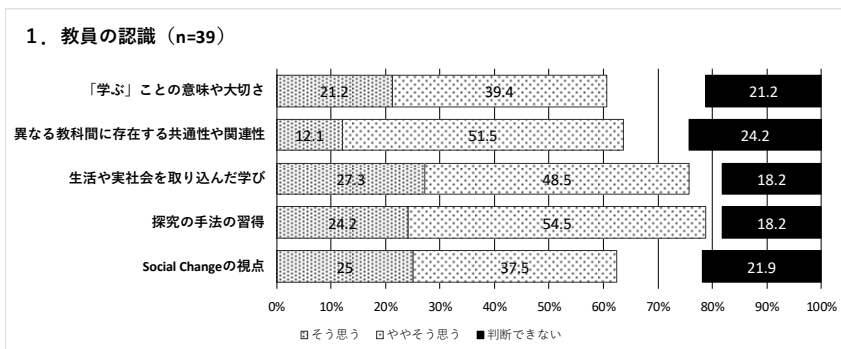
国際教養委員会は、「課題研究Ⅰ・Ⅱ」及び各学年の理数探究科活動に関わる企画立案と運用を担っている（仮説2）。また、グローバル委員会と「課題研究推進プログラム（ISSチャレンジ）」において、連携強化を図っている。

サイエンスグループはSSHに関わる各事業の実行組織として10名の教員で構成される。サイエンス委員会の傘下に位置し、SSH部門の課題研究のメンターとしての生徒指導、及び論文審査と評価を行う。また、SSHに関わる各種事業の生徒引率等を行う。

（2）SSH校として経験・獲得してほしい学びの認識の乖離と組織的推進体制の課題

令和2（2020）年12月20日に教員39名（50人中）を対象として実施した学校評価アンケートに従来の設問に加え、SSH事業で経験・獲得してほしいと考える学びが、教育活動の中で生徒に経験・獲得させられているかを問う設問5つを追加して実施し、その5項目を抽出して集計した。

方法：個人の意識調査である。項目ごとの設問に対して、「そう思う・ややそう思う・あまりそう思わない・そう思わない・判断できない」の5（段階）の選択肢から個人の認識や理解に従い回答する。



グラフ1は、5つの設問「SSH校として、生徒は「学ぶ」ことの意味や大切さを発見できている」「SSH校として、生徒は異なる教科・科目の間に存在する共通性や関連性を見出すことができている」「SSH校として、生徒は授業において自分たちの生活や実社会の状況を取り込んだ学びを

経験できている」「SSH校として、生徒は国際教養や課題研究を通して、探究の手法を身につけることができている」「SSH校として、生徒に現代社会の課題に主体的に向き合う(Social Change)視点が芽生えている」それぞれについて、教員の回答の割合を示したものである。4章で示した生徒の認識とここで示した教員の認識には、共通していることと乖離していることが認められる。

「生活や実社会を取り込んだ学び」や「探究の手法の習得」に関しては、生徒の認識と教員の認識に大きな差異は認められない。これは、校内組織中の特別研究推進委員会で本校の特別研究（IB・SSH・WWL）を推進するための連絡・調整を行なっていることで、課題研究における探究の手法の取得について検討が有機的に行われていること、また、サイエンスグループやグローバルグループが生徒の課題研究を指導していく過程で、生徒が生活や実社会を取り組んだ学びを獲得できている実感が得られていることによるものと考えられる。

「『学ぶ』ことの意味や大切さ」「異なる教科間に存在する共通性や関連性」「Social Changeの視点」については、生徒の認識と教員の認識に乖離が見られ、教員の学びの認識の方が20%ほど低い結果となった。教員の自己評価は低めに示されることも理由として考えられるが、特別研究推進委員会が校内研究における「研究グループ」をさらに深化・拡張させる必要があること、また、国際教養委員会が国際教養（特に「パーソナルプロジェクト」「課題研究Ⅰ・Ⅱ」）の授業設計を、教科（数学科・理科・家庭科）がSS科目の授業設計をさらに工夫し、生徒を探究の道程に乗せるようにする必要性を示しているものと考えられる。

6章 成果の発信・普及

(1) SS科目における成果の発信

①SS 数学での成果→テキストの一部を本校 Web ページに掲載

SS 数学では独自テキストを編纂しており、今年度は「推測統計」の章をブックレットとして完成させた。テキスト作成にかかわる考え方や詳しい内容については、1章(1)-1を参照されたい。このブックレットは全国のSSH指定校に送付するとともに、公開研究会等での来校者に配布し、本校数学科の成果の普及としている。

②SS 理科での成果→本校 Web ページに掲載

SS 理科ではIB理科の「探究的な学び」と学習指導要領の「探究の過程」を理科授業において実現する単元設計について研究し、その成果を教員向け報告冊子「TGUISS 実験デザイン集」にまとめた。この冊子を全国のSSH指定校等に送付するとともに、公開研究会等での来校者に配布することで、本校理科の成果の普及を今後図る予定である。

(2) 公開研究会での公開授業および研究協議会の実施

2020年11月21日(土)に公開研究会(オンライン)を開催し、以下の公開授業の動画配信および研究協議会を実施した。参加者は、約400名であった。

対象学年	2年(中学2年)
関係教科	数学 理科 総合的な学習の時間
授業テーマ	IDU ¹ の枠組みで構成する教科等横断的な授業 ～重要概念「Logic」に焦点を当てて～

対象学年	3年(中学3年)
関係教科	国語 社会 数学 理科 外国語 技術
授業テーマ	私たちは何によって未知の複雑な事象を知り得るのか ～語りの再構築からとらえる<関係性>～

対象学年	5年(高校2年)
関係教科	理科(SS 化学基礎)
授業テーマ	環境問題は定量化できるか?

対象学年	6年(高校3年)
関係教科	数学(SS 数学Ⅲ) 国語(現代文 B, 古典 B) 国際 A(憲法と人権, 国際協力と社会貢献) 国際 B(ファシリテーション実践)
授業テーマ	知の統合が拓く「育てたい生徒像」の実現

¹ IDUとは…Interdisciplinary Unitの略。国際バカロレア中等教育プログラム(IBMYP)で実施される2つ以上の学問分野または教科の知識体系や知るための方法を理解し、それらを統合して新たな知識を創造するための単元である。

(3) SSH 課題研究の成果の発信

① 公開研究会における生徒課題研究発表動画の配信

2020年11月21日(土)の公開研究会にて、本校生徒の課題研究発表動画を公開研究会の参加者に限定公開した。動画公開した課題研究は、以下の通りである。

口頭発表	中高生のストレスに対する味覚からのアプローチ
	過剰包装の対抗策となる新たな選択肢の創出
	人工宝石の製造ーアルミ缶からルビーをつくるー
	食品の調理法ごとの抗酸化力の測定
	The Potential of Edible Packaging in Japan

② 東京学芸大学(管理機関)主催 SSH/SGH/WWL 課題研究発表会

2021年2月23日(火祝)に東京学芸大学(管理機関)主催で SSH/SGH/WWL 課題研究発表会(オンライン)を開催した。

SSH 部門の参加校：東京学芸大学附属高等学校

東京学芸大学附属国際中等教育学校(本校)

筑波大学附属駒場高等学校

東京都立戸山高等学校

東京工業大学附属科学技術高等学校

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校

タイ王国 PCSHSCR

本校からの発表は、以下の通りである。

口頭発表	【化学】中高生のストレスに対する味覚からのアプローチ
ポスター発表	【化学】過剰包装の対抗策となる新たな選択肢の創出
	【化学】活性炭を利用した生活排水に含まれる栄養塩類の吸着
	【化学】魚皮が含有する光反射物質の抽出および安定化
	【物理】小水力発電において水車・水路の形状を変えることで回転性能は向上できるか

7章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向性

以下に、課題とその改善策を整理する。

	問題点もしくは今後の課題	改善策
仮説1	<p>SS科目の開設について</p> <p>研究開発課題でもある「SOCIAL CHANGE」の視点を生み出す授業展開や指導方法が、学校全体で十分には共有されていない。</p> <p>教員、生徒共に、グローバルな課題を社会問題のレベルで捉えることはできていても、当事者性を意識した自分事に落とし込むまでの深化ができていないと言えない。授業研究を重ね、1つの事象を多様な視点で捉えることにより、「葛藤の中で社会は動いていく」という社会構造を授業設計の中に導入することが課題である。</p>	<p>→特別研究推進委員会¹による教員の指導力向上のための研修、教科会における授業研究等を行う。</p> <p>日頃の授業で展開されるグローバルな課題が、課題研究や理数探究活動における生徒自身の課題発見につながるように、授業設計をさらに工夫する。具体的には、授業内に提示する「探究の問い」にSOCIAL CHANGEの視点を組み込むことや、総括的評価課題においてSOCIAL CHANGEに向き合うことで問題解決するプロセスを含ませることなどである。</p> <p>また、中高6年間の学習活動を総括して、どの学習活動がどの資質・能力の育成に寄与しているかを、より精緻な分析をもとに整理する。これにより、より戦略的に授業設計をすることができる。</p>
	<p>SSIB 講座</p> <p>今年度は、コロナ感染拡大の影響により大学構内への入構が規制されたため、SSIB講座が実施できなかった。1年次に引き続き、以下が課題となる。</p> <p>SSIB講座は、国際バカロレアディプロマプログラムでの学習内容や方法をベースとした実験講座となっている。その特徴を活かしつつ、より汎用的で多くの高校生が参加しやすい講座へとシフトしていくことが課題である。</p>	<p>→本講座は、これまで受講した生徒からの評判が非常に良い。物質の合成から測定機器による定量的同定、収率に起因する実験操作の工夫や考察など、一連の科学的手法を短期集中型で体験できることの効果である。より汎用的な講座とするために、文科省が提示する3つの観点との対応を明確にし、他校にも普及できる講座内容に修正していく。</p>
仮説2	<p>課題研究Ⅰ・Ⅱ</p> <p>課題研究を実施するにあたり、生徒自身が不足していたと考える力として、「自律的活動力」と「コミュニケーション力」が挙げられた。課題研究が計画通りに進められなかったこと、プレゼンテーションや研究論文執筆の際の苦労がその要因として考えられる。課題研究を計画通りに進めるための環境整備、生徒のプレゼンテーション準備や論文執筆等の作業において効果的に機能する教員のファシリテーション能力の育成が課題である。</p>	<p>→生徒自身が不足している力を認識できたことは1つの成果とも考えられる。それを克服するためには、課題研究における生徒と指導教員との関わり方を改善することが必要である。校内研究会を利用して、指導教員のための研修を継続的に実施する。</p> <p>これまでの本校のSSH課題研究をデータベース化し、生徒が過去の研究方法や論文の書き方を参考にできる環境を整える。</p>

¹ 特別研究推進委員会 本校の特別研究（IB・SSH・WWL）を推進するために必要な連絡・調整を行い、各研究開発事業の推進を支えている。また、SSHを含む各研究開発事業の推進にかかる問題が生じた際には、その問題解決を全校体制で対応するための中核的な組織として機能するとともに、平時においては、研究倫理に関する審査なども行い、安全かつ安定的な各種研究開発事業の推進を支えている。

	<p>理数探究活動</p> <p>前・後期課程 6 か年を通じた理数探究活動の開発であり、最も多くの教員が関わる研究開発の項目である。探究活動で取り込まれる研究範囲は広く、多くの視点で研究開発されることは非常に良いことだが、特定の資質・能力の伸長にフォーカスした成果が検証しにくい。共通の質問紙調査を実施できたことは今年度の成果ではあるが、共通のルーブリック作成はできていないため、スキルの伸長を定量的に測定できているとは言い難い。</p>	<p>→理数探究活動の 6 か年一貫したルーブリックを最終報告までに作成することを目指したい。そのために、(今年度実施した質問紙調査を分析し、) 6 か年を通じた探究活動のスマールステップの指標を作成する。</p>
仮説 3	<p>SOCIAL CHANGE の視点</p> <p>この 2 年間の取り組みにおいて、生徒課題研究だけでなく、SOCIAL CHANGE につながる生徒の自主的な活動は多くあったが、すべてを実現できたわけではない。コロナ感染拡大の影響や生徒たちの企画の甘さに加えて、放課後や休日の活動への教員支援体制の課題もある。</p>	<p>→課題研究, ISS チャレンジ²等の放課後の活動, その他生徒の自主的な活動へのサポート体制を強化する。生徒の研究や活動に専門的な助言のできる教員を配置することや、放課後や休日の生徒支援活動に教員が余裕を持って取り組めるような学校としてのシステム構築が必要である。</p> <p>現在も学期に 2 回程度設定している Academic Day³を工夫して、学年を越えた課題研究による交流や校内発表の機会を設けるなど理数探究活動の啓発をする。</p>
全体を通して	<p>カリキュラム・マネジメントの視点</p> <p>研究グループ制度⁴の継続により、教科連携や教科横断、あるいは授業科目と課題研究との連携等、具体案を見出すことができた。まずは、教員の指導力向上のためにも、この制度を定着させることが課題である。</p> <p>また、現段階では、各グループが機能し教科を越えた横のつながりで授業研究することに重きが置かれているが、より総括的な視点でのマネジメントが必要である。</p>	<p>→本校の特色として、個々の教員の取り組みの範囲が広いことが挙げられるので、実践経験を持ち寄り、共有することで、個人、学年・教科・研究グループ等の小グループ、学校全体それぞれの課題や強みを明確化していくことが必要である。</p> <p>SBCDE⁵によるカリキュラム評価により、本校のカリキュラム・マネジメントの大まかな傾向が見いだされた。今後は、全体の経年変化や量的比較をした上で、研究体制の強化、外部人材・物資の活用など、特に問題点や特徴が浮上した個別の領域や課題について、複数の手法でさらなる分析を行い、成果と課題を顕在化させる。</p>

² ISS チャレンジ 校内の課題研究コンテストの名称。中学 1 年生～高校 3 年生までが、個人またはグループで自主的な研究活動を競うものである。各研究には教員によるメンターがつき、研究に必要な物的支援は SSH 経費からされる。

³ Academic Day 教員も生徒も、放課後は課題研究等の学習活動を優先させる日として、各学期に 2 回程度設定している。

⁴ 研究グループ制度 授業研究を目的とし、同一学年の授業をもつ教員の教科や経験のバランスを考慮して構成した教員のグループ

⁵ SBCDE カリキュラム評価の手法の 1 つで、School-Based Curriculum Development & Evaluation の略。「学校を基盤としたカリキュラム開発と評価のための調査項目」

<p>成果の普及 成果普及のフィールドは、定例開催している公開研究会・授業研究会における授業公開や研究協議会の開催、学校 Web ページにおける実施報告書や SS 科目の成果物の掲載に留まっている。</p> <p>管理機関との連携 本校の管理機関は東京学芸大学となり、これまでも研究授業に対する指導助言をお願いしたり、大学主催で課題研究発表会や実験講座を実施したりしている。大学教員の協力が得られることが本校 SSH における強味であるので、その範囲を拡張していくことが課題である。</p>	<p>→さらなるホームページの有効活用、オンラインによる成果発表や情報交換会などのイベントを実施する。</p> <p>→上記仮説 2 および仮説 3 における課題を克服するために、課題研究の指導に、教職大学院の学生による支援をお願いする。</p>
---	---

関係資料 1 教育課程表

国際バカロレア MYP実施				一般プログラム			国際バカロレア DP実施	
前期課程			後期課程			後期課程		
1年 (中1)	2年 (中2)	3年 (中3)	4年 (高1)	5年 (高2)	6年 (高3)	5年 (高2)	6年 (高3)	
1	国語基礎	国語基礎	国語基礎	国語総合	現代文B	体育	体育	
2								
3								
4								
5	社会	社会	社会	現代社会 or 現代社会(IM)	世界史A or 世界史A(IM)	家庭基礎	Japanese A Literature HL	
6								
7								
8								
9	数学	数学	数学	地理A	日本史A	Japanese A Literature HL	English A Lang&lit HL / English B HL	
10								
11								
12								
12	理科	物理基礎1	物理基礎2	SS数学A or SS数学A(IM)	SS数学II	English A Lang&lit HL / English B HL	English A Lang&lit HL / English B HL	
13								
14								
15								
16	音楽1	地学基礎1	化学基礎2	SS生物基礎	SS物理基礎	History route 2 HL	History route 2 HL	
17								
18								
19								
20	美術1	音楽2	音楽3	SS地学基礎 or 科学と人間生活(IM)	SS化学基礎	Mathematic s SL	Mathematic s SL	
21								
22								
23								
24	保健体育	美術2	美術3	体育	体育	Chemistry SL	Chemistry SL	
25								
26								
27								
28	技術1・家庭1	音楽2	美術3	SS数学基礎 or 科学と人間生活(IM)	SS数学III(6)	Mathematic s SL	Mathematic s SL	
29								
30								
31								
32	英語	技術2・家庭2	技術3・家庭3	芸術	SS家庭基礎	Chemistry SL	Chemistry SL	
33								
34								
35								
36	英語	英語	英語	C英語 I	C英語 II	Visual arts SL	Visual arts SL	
37								
38								
39								
40	LE	国際教養(含HR)	LE	情報の科学	英語表現 I	Visual arts SL	Visual arts SL	
41								
42								
43								
44	国際教養(含HR)	国際教養(含HR)	LE	選択科目 Global Issues フランス語 ドイツ語 スペイン語 中国語 韓国・朝鮮語	選択科目 Global Issues フランス語 ドイツ語 スペイン語 中国語 韓国・朝鮮語 生物イマージョン(2)	TOK	TOK	
45								
46								
47								
48	SS理数探究	国際2 (SS理数探究)	国際3 (SS理数探究)	国際教養 パーソナル プロジェクト	国際教養 課題研究I	TOK	TOK	
49								
50								
51								
52	情報	国際2 (SS理数探究)	国際3 (SS理数探究)	国際教養 パーソナル プロジェクト	国際教養 課題研究I	TOK	TOK	
53								
54								
55								
56	学級活動	学級活動	学級活動	HR	HR	HR	HR	
57								
58								
59								

① 国際教養とは、学習指導要領で定められている「総合的な学習の時間」「学級活動(HR)」および「道徳」(前期課程)を再編した領域。
 ② 国際教養では、教科教育とは違った視点で様々なテーマ学習を行う。校外学習やSchool Festival等の活動も含む。
 ③ 4年次に集中講座としてシーズンスポーツ(1単位)を選択することができる。

関係資料2 課題研究テーマ一覧

課題研究Ⅰ・Ⅱ 研究テーマ一覧	
1	Creating a Game that Teaches People How to Train AI
2	スーパーボールのバウンドの規則性
3	タイマンのテキサスホールデムにおける確率論
4	バイオインフォマティクスの応用によるショウジョウバエの種分化の分子系統樹の作成
5	宇宙における仮定条件下での生命体のデザイン
6	液状化に強い建築基礎の提案 液状化に耐えうる条件とは
7	過剰包装の対抗策となる新たな選択肢の創出
8	楽器を最も響かせることのできるコンサートホールの提案
9	活性炭を利用した生活排水に含まれる栄養塩類の吸着
10	環境ストレスと植物の反応
11	魚皮が含有する光反射物質の抽出及び安定化
12	空気に触れて無色に変化するスティックのりの研究
13	効率的に発電が可能なペットボトル風車の研究
14	姿勢と学習能力の関係性について
15	歯科医療費の抑制と予防歯科の推進
16	将棋 AI を用いた競技者の新たな棋力の断定方法の確立
17	小麦粉のグルテン量とパンの物性の関係
18	植物と光の色の関係 一根菜類は水耕栽培可能なのかー
19	食品の調理法ごとの抗酸化力の測定
20	振動力発電を普及させるためのデザインを提案する
21	精油を用いた火傷の治療法の提案
22	待ち時間の体感時間を短くする
23	地震波形や地震力を利用した地域単位のハザードマップ作製
24	中高生のストレスに対する味覚からのアプローチ
25	日本食を世界に広める

関係資料3 SSH運営指導委員会の記録

1. 第1回運営指導委員会

日時：令和2（2020）年12月21日（月）16：00～

開催方法：Zoomによるオンライン開催

出席者：

運営指導委員

氏名	所属	職名等
滝澤 修	情報通信研究機構	室長
古屋 輝夫	理化学研究所	理事長特別補佐
森上 展安	森上教育研究所	所長
吉富 芳正	明星大学	教授
亀田 クインシー	玉川大学 学術研究所	講師

本学参加者： 狩野 賢司（管理機関 東京学芸大学副学長）

本校参加者： 荻野 勉（校長），坂井 英夫（副校長）

鮫島 朋美，伊藤 穂波，内野 浩子，

川上 佑美，荻谷 麻子（サイエンス委員会）

議題：「SSH 事業を検討していく中で、本校の強みとは何か？」

→外部から見たとき、本校 SSH に強みとして主張できる点は何か。

「理数探究（課題研究）を指導する教員の資質・能力向上の手立て」

→大学や研究機関では、どのように研究者を育成しているか。

2. 第2回運営指導委員会

日時：令和3（2021）年3月8日（月）16：00～

開催方法：Zoomによるオンライン開催

出席者：

運営指導委員

氏名	所属	職名等
滝澤 修	情報通信研究機構	室長
古屋 輝夫	理化学研究所	理事長特別補佐
森上 展安	森上教育研究所	所長
吉富 芳正	明星大学	教授
亀田 クインシー	玉川大学 学術研究所	講師

本学参加者： 狩野 賢司（管理機関 東京学芸大学副学長）

本校参加者： 荻野 勉（校長），坂井 英夫（副校長）

鮫島 朋美，伊藤 穂波，内野 浩子，

川上 佑美，荻谷 麻子（サイエンス委員会）

議題：「SSH 課題研究の審査と講評」

→今年度の ISS チャレンジファイナリストの口頭発表から SSH 課題研究を振り返る。

「カリキュラムマネジメントの評価および分析」

→カリキュラムマネジメントの視点で SSH 研究開発を分析する。

令和元年度指定
スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書
第2年次

2021年（令和3年）3月24日 発行

国立大学法人 東京学芸大学 附属国際中等教育学校

〒178-0063 練馬区東大泉 5-22-1

TEL. 03-5905-1326

FAX. 03-5905-0317

<http://www.iss.oizumi.u-gakugei.ac.jp/>

印刷 有限会社 サンプロセス