

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1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2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 1 年次)を提出いたします。

2 期目となる SSH 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では成果があったものの、それによって育てた資質・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ってきました。

SSH は先進的な科学技術を活用し、理科・数学教育を通じて生徒の科学的思考力、判断力などを培い、将来国際的に活躍し得る人材の育成を目指し、理数系教育に関する教育課程等の研究開発を行うことを目的としています。2 期目 1 年目の SSH 活動の総括として、1 期目の課題を踏まえて 2 期目のテーマを「学びの本質を捉え、SOCIAL CHANGE をもたらす科学技術人材の育成」に定め実施してきた本校の取組みを、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。まだ成果と言えるほどの実績は挙げられてはいませんが、残された今後 4 年間に向けて成果につながる種はたくさん蒔くことができた 1 年であったと自負しています。生徒たちの課題研究テーマにおいても、例えば「人工宝石の製造～アルミ缶からルビーをつくる」や「納豆菌の浄化作用を生かした災害用水」など身近な素材から社会への応用・貢献へとつながる研究の萌芽も見られます。

本校では日頃から授業や学校生活を通じて生徒たちに科学的な探究心を育むよう、日常の中に存在する素朴な疑問が国際社会における現代的課題にまで通じるものであることを理解させ、その課題を解決するための努力を惜しまぬよう支援しています。2 期目のテーマ「学びの本質を捉え、SOCIAL CHANGE をもたらす科学技術人材の育成」はそのような本校の教育実践から出てきています。それを実現する取組みのベースとして、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、何らかの研究成果を示せればと考えています。

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

令和元年度 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	12
(1)SS科目の開設	
(1)-1 SS 数学	
(1)-2 SS 理科	
(1)-3 SS 家庭科	
(2)SSIB 講座の開設	
2章 生徒課題研究および理数探究活動	24
－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)サイエンスセミナー・サイエンスフィールドワーク	
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	35
(1)ISS チャレンジ-SSH 部門-の実施	
(2)スタディーツアーの実施	
4章 実施の効果とその評価	41
5章 校内における SSH の組織的推進体制	43
6章 成果の発信・普及の実施等	44
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	45
関係資料	
資料1 教育課程表	46
資料2 課題研究テーマ一覧	47
資料3 運営指導委員会の記録	48
資料4 SS 理科における質問紙調査	52
資料5 SSIB 化学講座における実験課題とその評価	53
資料6 ISS チャレンジ-SSH 部門- 評価ルーブリック	54
資料7 サイエンスフィールドワーク資料	56

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令和元年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題							
「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 令和元年度実施規模							
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	108	118	125	125	123	116	715
DP					12	11	23
計	108	118	125	125	135	127	738
④ 研究開発内容							
○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。 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。 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。

○令和元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データから地方創成を考える(15名) ②東日本大震災から学ぶ科学(15名) ③動植物の特徴を生かしたものづくり(18名) ④社会貢献で理数探究(16名) ⑤「もしかして？」からはじまる楽しい科学の考え方(22名) ⑥言語を科学する(32名) ⑦音の「聴こえ方」を科学する。(16名)
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。 東京都統計グラフコンクールへの応募等 統計的問題解決を行い、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 ・問題解決の方法と手段 ・問題解決ストーリーのある統計 ・効果的な伝え方 ・アンケート調査入門
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実施(事前事後学習も含む) ①マングローブの観察、美ら海水族館のバックヤード見学 ②慶佐次川のマングローブ観察および塩分濃度の測定、I/I観察 ③ミナモトカメの個体数調査、清流域の動植物の観察 ④慶佐次川のマングローブ観察および塩分濃度の測定、鍾乳洞内の観察
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.47の関係資料2に提示。
6年(高3)	国際教養 (課題研究Ⅱ)		

<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	
		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	
		平方数に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		
		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		
		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	
		三角形の中線は 1 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	
		島の面積は？	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	
			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	
	影の動きはどうなる？		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
		「ベクトル」「座標幾何(2次曲線, 媒介変数と極座標)	
6年(高3)	SS 数学Ⅲ	5単位(週5コマ)で実施	
		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
		「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。	

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、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、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、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>運動を数値化するにはどうすればよいか?</td> <td>運動の表し方、力、運動の法則</td> </tr> <tr> <td>音の速さを測定するにはどうすればよいか?</td> <td>波の性質、音</td> </tr> <tr> <td>エネルギー問題はいつ解決するのか?それとも、解決することはないのか?</td> <td>運動とエネルギー、熱とエネルギー、電流、電気の利用、エネルギーとその利用、物理学が拓く世界</td> </tr> </tbody> </table>	探究の問い	学習内容	運動を数値化するにはどうすればよいか?	運動の表し方、力、運動の法則	音の速さを測定するにはどうすればよいか?	波の性質、音	エネルギー問題はいつ解決するのか?それとも、解決することはないのか?	運動とエネルギー、熱とエネルギー、電流、電気の利用、エネルギーとその利用、物理学が拓く世界				
	探究の問い	学習内容												
運動を数値化するにはどうすればよいか?	運動の表し方、力、運動の法則													
音の速さを測定するにはどうすればよいか?	波の性質、音													
エネルギー問題はいつ解決するのか?それとも、解決することはないのか?	運動とエネルギー、熱とエネルギー、電流、電気の利用、エネルギーとその利用、物理学が拓く世界													
	SS 化学基礎 (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>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>中庭の石の正体は?</td> <td>剛体のつり合い</td> </tr> <tr> <td>保存則とは何か?</td> <td>運動量の保存</td> </tr> </tbody> </table>	探究の問い	学習内容	中庭の石の正体は?	剛体のつり合い	保存則とは何か?	運動量の保存						
探究の問い	学習内容													
中庭の石の正体は?	剛体のつり合い													
保存則とは何か?	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
		エンジンの仕組みとは？	気体分子の運動
		光の正体は？	波の伝わり方，音，光
		場とは何か？	電荷と電場，磁場と電流，
		生活で電気をどのように活用しているか？	電流，電磁誘導と電磁波
		宇宙は何かからできているのか？	電子と光，原子と原子核
	SS 化学(選択)	5 単位(週 5 コマ)で実施	
		探究の問い	学習内容
		もしも水が直線分子だったら？	状態変化，気体の性質，固体の構造，溶液
		ピーナッツのカロリー測定の実験を失敗を活かせるか？	化学反応と熱・光エネルギー
		化学の応用とは？	化学反応と電気エネルギー
		化学反応はどっちに進む？	反応の速さとしくみ，化学平衡
		青写真を作ろう	無機物質
		薬や鏡をつくろう	有機化合物
		カレーがおいしいのはなぜ？	高分子化合物
	SS 生物(選択)	5 単位(週 5 コマ)で実施	
		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	
		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？	大気の構造と運動，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。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

東京学芸大学との連携により，科学の現代的課題や発展的内容を扱う講座を開発する。今年度の実施は，「香りの化学」講座。扱った内容はエステル合成および同定。同定の際には，NMR や IR 等の分光学的同定を行った。

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年間での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

科学の知識や技術への関心や探究心を高めるために、最先端の研究に触れる機会として、サイエンスフィールドワークを実施する。本年度は4年生(高校1年生)を対象に、以下の4つのコースに分かれて、実施した。

- A 宇宙科学コース：高エネルギー加速器研究機構，産業技術総合研究所，JAXA 筑波宇宙センター
- B 防災科学コース：地図と測量の科学館，建築研究所，土木研究所
- C 食・農・環境コース：国立環境研究所，農業環境変動研究センター，食と農の科学館
- D 医療臨床コース：川崎幸病院大動脈センターの医療現場

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する。

4月上旬	オリエンテーション
5月下旬	研究計画書提出
9月中旬	スクールフェスティバル(文化祭)にて、途中経過をポスター発表
10月末	研究経過報告書の提出
1月中旬	研究論文の提出
2月中旬	審査を経て、上位グループの口頭発表会およびポスター展示

◆生徒企画によるスタディーツアーの実施

- ・高レベル放射性廃棄物地層処分問題に向き合うスタディーツアー(2020年7月～8月)を実施。幌延深地層研究センター，京都大学エネルギー研究科等の訪問
- ・自然放射線測定のために企画した岡山スタディーツアー(2020年3月)は，新型コロナウイルス感染拡大の影響により開催を中止とした。

◆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。

- ・アジアサイエンスキャンプ
- ・全国SSH研究発表会
- ・日本学生科学賞
- ・高校生科学技術チャレンジ(JSEC)
- ・サイエンスキャッスル
- ・東熱科学技術財団研究助成金
- ・東京都SSH合同発表会

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

2019年11月22日(金)に授業研究会を実施し，SS数学およびSS理科の授業を公開し，研究協議を行った。

- ・SS数学テキスト作成

単元「推測統計」(§1「確率分布」，§2「推定」，§3「仮説と検定」)のテキスト作成。

- ・SS理科 実践報告書の作成

SS科目研究開発の経緯と単元設計の中に実験デザインを含む「導かれた探究」を組み込んだ授業実践の報告。

○実施による成果とその評価

- ・<生徒の変容>については，質問紙調査の分析より以下のことが言える。

SSHの取組みにより，「科学技術への興味・関心」や「科学技術に関する学習意欲」が増した生徒が多くいる。また，向上したと思う興味・関心・能力においても，バランスよく獲得していることがわかった。SSHの取組みにより，生徒の科学技術に対する意識改革につながったものと思われる。

- ・<教員の変容>については，カリキュラム・マネジメントの手段の1つとして導入した「研究グループ制度」により，教員の校内研究に対する意識改革につながった。

○実施上の課題と今後の取組

- ・SS科目における更なる授業改善
- ・SOCIAL CHANGEの視点を，生徒にいかにして伝えるか
- ・「研究グループ制度」の深化と拡張
- ・課題研究の指導体制の改善

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令和元年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果	(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料(令和元年度教育課程表、データ、参考資料など)」に添付すること)				
<p><生徒の変容について></p> <p>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)の受講者を対象に行った。</p> <p>◆本校の SSH の取り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?</p>					
高 3(n=33)	高 2(n=113)	高 1(n=115)			
大変増した	12%	大変増した	10%	大変増した	8%
やや増した	48%	やや増した	48%	やや増した	55%
効果がなかった	9%	効果がなかった	15%	効果がなかった	9%
もともと高かった	9%	もともと高かった	4%	もともと高かった	4%
わからない	9%	わからない	11%	わからない	10%
無回答	12%	無回答	13%	無回答	15%
図 1 科学技術に対する興味・関心					
<p>◆本校の SSH の取り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?</p>					
高 3(n=33)	高 2(n=113)	高 1(n=115)			
大変増した	9%	大変増した	8%	大変増した	9%
やや増した	45%	やや増した	38%	やや増した	42%
効果がなかった	18%	効果がなかった	24%	効果がなかった	17%
もともと高かった	9%	もともと高かった	2%	もともと高かった	4%
わからない	6%	わからない	15%	わからない	14%
無回答	12%	無回答	13%	無回答	15%
図 2 科学技術に関する学習に対する意欲					
<p>上記、2つの質問に対しては、どの学年においてもほぼ同様の傾向が見られる。「大変増した」「やや増した」の回答が約 60%前後であり、多くの生徒にとって本校の 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。</p> <p>本校は 2 期目の指定であり、中等教育学校(中 1～高 3 まで在籍)のため、本質問紙調査の対象生徒は SSH の取組みについて中 1 の頃から部分的に経験している。中学生段階から科学技術に対する興味・関心が高く、それを持続している生徒も多くいると考えられる。また、仮説 3 の研究開発事業として実施している校内課題研究コンテスト「ISS チャレンジ-SSH 部門-」への参加が、中 2～高 2 までの学年で多くなっていること(p.38 の表参照)は、生徒の科学技術に対する興味・関心の表れであると考えられる。</p>					

◆SSH の取組みへの参加により向上したと思う興味、姿勢、能力は何か。

高 3(n=33)

高 2(n=113)

高 1(n=115)

未知の事柄への興味(好奇心)	10%	未知の事柄への興味(好奇心)	9%	未知の事柄への興味(好奇心)	5%
科学技術、理科・数学の理論・原理への興味	10%	科学技術、理科・数学の理論・原理への興味	9%	科学技術、理科・数学の理論・原理への興味	4%
理科実験への興味	12%	理科実験への興味	9%	理科実験への興味	5%
観測や観察への興味	8%	観測や観察への興味	3%	観測や観察への興味	5%
学んだことを応用することへの興味	2%	学んだことを応用することへの興味	5%	学んだことを応用することへの興味	5%
社会で科学技術を正しく用いる姿勢	4%	社会で科学技術を正しく用いる姿勢	1%	社会で科学技術を正しく用いる姿勢	2%
自分から取組む姿勢(自主性・やる気・挑戦心)	4%	自分から取組む姿勢(自主性・やる気・挑戦心)	6%	自分から取組む姿勢(自主性・やる気・挑戦心)	8%
周囲と協力して取組む姿勢(協調性・リーダーシップ)	6%	周囲と協力して取組む姿勢(協調性・リーダーシップ)	6%	周囲と協力して取組む姿勢(協調性・リーダーシップ)	10%
粘り強く取組む姿勢	4%	粘り強く取組む姿勢	2%	粘り強く取組む姿勢	7%
独自のものを作り出そうとする姿勢(独創性)	4%	独自のものを作り出そうとする姿勢(独創性)	3%	独自のものを作り出そうとする姿勢(独創性)	6%
発見する力(問題発見力、気づく力)	6%	発見する力(問題発見力、気づく力)	4%	発見する力(問題発見力、気づく力)	3%
問題を解決する力	4%	問題を解決する力	4%	問題を解決する力	3%
真実を探って明らかにしたい気持ち(探究心)	4%	真実を探って明らかにしたい気持ち(探究心)	3%	真実を探って明らかにしたい気持ち(探究心)	6%
考える力(洞察力、発想力、論理力)	4%	考える力(洞察力、発想力、論理力)	10%	考える力(洞察力、発想力、論理力)	11%
成果を発表し伝える力(レポート作成、プレゼンテーション)	14%	成果を発表し伝える力(レポート作成、プレゼンテーション)	21%	成果を発表し伝える力(レポート作成、プレゼンテーション)	18%
国際性(英語による表現力、国際感覚)	6%	国際性(英語による表現力、国際感覚)	5%	国際性(英語による表現力、国際感覚)	4%

図 3 向上したと思う興味・関心・能力等

上記の興味・姿勢・能力に関する回答については、学年ごとに特徴が表れている。どの学年においても、「成果を発表し伝える力(レポート作成、プレゼンテーション)」が最も高くなっている。これは、各 SS 科目においてプレゼンテーションや実験レポートの作成等の課題が多く課され、学年を通じて、何度も経験したことによるものであると考えられる。

また、各項目の変移にも特徴が表れている。

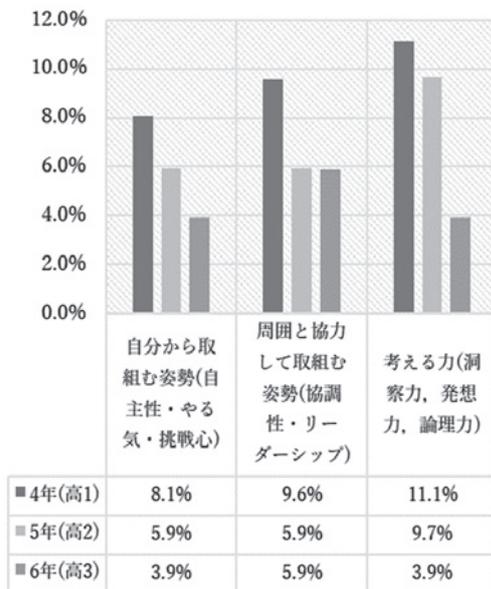


図 4 4年→6年で下降した項目

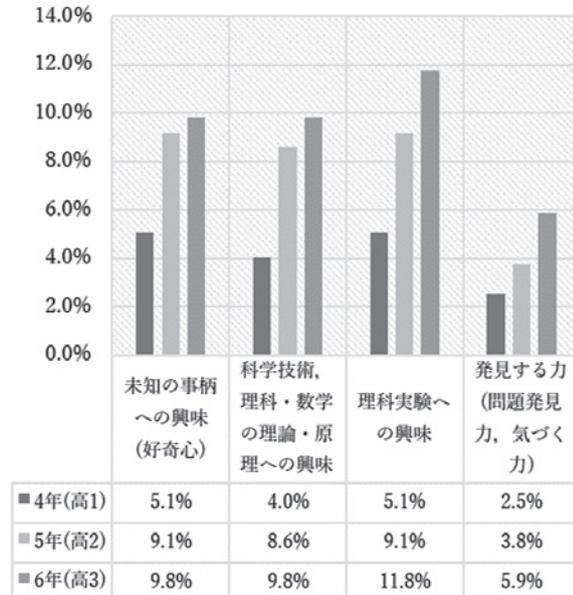


図 5 4年→6年で上昇した項目

図 4 は、高 1 から高 3 に学年が上がるにつれ、生徒の意識が下がる興味・関心・能力等である。図 5 は、逆に高 1 から高 3 に学年が上がるにつれ、生徒の意識が挙がる興味・関心・能力である。高 1 時は、SSH の取組みに参加することによって自主性や協調性、考える力など他教科や他領域にも汎用性の高い能力が身についたと考える生徒が多い。一方で高 3 時には、好奇心や科学技術への興味、理科実験への興味、問題発見力等、サイエンス領域に必要とされる能力等が身についたと考える生徒が多い。図 4 に示す下降した項目は、その能力等が低くなったことを示すもので

はない。本質問は 16 項目の中から向上した項目を選択する質問であるため、生徒の意識が学年を上がるごとに変化していることを示すものである。以上のことから、高 1 から高 3 にかけて、SSH において様々な取り組みを経験することで、科学技術人材育成に通ずる興味・関心・能力をバランスよく身につけていると考えられる。

<教員の変容について>

本校では、本 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。カリキュラム・マネジメントの手段の 1 つとして、今年度より研究グループ制度を実施した。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 9 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 研究グループ制度の構成

	学年	構成教科						
①	1 年(中 1)	技術	国語	理科	保健体育	外国語	数学	外国語
②	2 年(中 2)	国語	社会	外国語	家庭科	理科	養護	
③	2 年(中 2)	音楽	外国語	数学	保健体育	理科		
④	3 年(中 3)	外国語	理科	国語	養護	数学	理科	
⑤	3 年(中 3)	社会	理科	外国語	外国語	体育		
⑥	4 年(高 1)	国語	情報	数学	地歴公民	体育	外国語	理科
⑦	5 年(高 2)	数学	外国語	保健体育	理科	国語		
⑧	6 年(高 3)	理科	数学	外国語	地歴公民	地歴公民	地歴公民	
⑨	DP(高 2・3)	地歴公民	数学	美術	国語	国語		

研究グループ制度実施の目的の 1 つに教科横断(融合)の視点による単元設計の構築がある。本年度は、この研究グループ制度の活用により、理科や数学が絡む教科横断(融合)的な単元として、以下の 2 つを公開授業(11 月 22 日に実施)として実施することができた。

グループ④ 2 年(中 2) 国語×理科(物理)

教科・科目	授業主題
国語	Fake—虚実を見抜く目を養う
理科	フェイクに対する批判的考察

グループ⑦ 5 年(高 2) 5 年生 SS 物理基礎×SS 数学Ⅱ

教科・科目	授業主題
SS 物理基礎	教科横断的な視点を取り入れた数学と理科の授業—運動—
SS 数学Ⅱ	教科横断的な視点を取り入れた数学と理科の授業—微分積分—

研究グループ制度の実施についての教員の意識は、以下の図 6 に示す通りである。

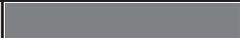
適切である		65%
改善の余地がある		15%
どちらとも言えない		15%
無回答		6%

図 6 研究グループ制度の実施に対する教員の意識(n=34)

図 6 の結果から、多くの教員がこの制度を肯定的に捉えていることが窺える。「改善の余地がある」との回答においても、もっと活性化できたらよいとの意見も多かった。中学高校の教育現場において、他教科の授業見学をしたり、他教科の単元設計を協働で考えたりするケースはあまり例がなく、新鮮であったと思われる。この研究グループ制度は、研究開発に対する教員の意識改革に一石を投じる取り組みであったと考えられる。

<受賞等>

今年度の生徒課題研究の成果として、下記の受賞や研究費採択が挙げられる。

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」

② 研究開発の課題	(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料(令和元年度教育課程表、データ、参考資料など)」に添付すること)
------------------	--

<生徒の変容>から

◆図 2 において、「科学技術に関する学習に対する意欲」に効果がなかったとする回答が一定数存在する。これは、SS 科目に対する授業意欲に通じるものであり、一部の生徒を探究の道程に乗せられていないことを示すものである。ここを克服するためには、更なる授業設計の工夫が課題であると考えられる。

◆図 3 に示す「向上したと思う興味・関心・能力等」において、以下の項目に対する回答率が非常に低い。

- ・社会で科学技術を正しく用いる姿勢
- ・問題を解決する力

本 SSH の研究開発課題に示される「SOCIAL CHANGE をもたらす科学技術人材」の育成のためには、上記項目は必須であると考えられる。仮説 1 と仮説 2 の研究開発のスパイラルによって生み出されるとしている SOCIAL CHANGE の視点を、生徒にいかにして伝えるかが今後の課題である。

<教員の変容>から

◆図 6 に示されるように、校内研究におけるカリキュラム・マネジメントの手段として実施している「研究グループ制度」の深化と拡張が今後の課題である。それに対する具体策は以下の通りである。

- ・グループミーティングが定期的に行えるように調整をはかる。
- ・研究グループとしてのミッションをより明確化する。

授業見学だけでなく、より踏み込んだ議論が可能となるようにゴールを設定する。

<受賞等>より

◆SSH 課題研究の指導は、指導教員(メンター)に委ねられる部分が多い。そのため、現状ではコンテスト等への参加も、指導教員に委ねられている傾向にある。教育課程上に位置付けられた「課題研究Ⅰ・Ⅱ」や校内課題研究コンテスト「ISS チャレンジャーSSH 部門」への参加等で、校内で展開されている課題研究数は非常に多い。もっと多くの研究チームが、外部コンテスト等に積極的に参加し、成果を残せるような指導体制の改善が必要であると考えます。

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

(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)
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
- ・グラフ電卓やパソコン等を積極的に活用した探究活動
- ・数学を使い、つくる活動

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オリジナル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、本校数学科教諭による研究会を休日に開催し、テキスト作成に向けて議論を重ねた。

日時	内容
令和 2 年 4 月 6 日 (土)	「推測統計」の章について全体の構成の確認
令和 2 年 5 月 18 日 (土)	「推測統計」第 1 節 探究課題の確認
令和 2 年 6 月 8 日 (土)	「推測統計」第 1 節 探究 1～探究 7 までの内容の確認
令和 2 年 7 月 27 日 (土)	「推測統計」第 2 節 探究課題の確認
令和 2 年 8 月 26 日 (月)	「推測統計」第 3 節 探究課題の確認
令和 2 年 9 月 28 日 (土)	授業研究会指導案検討(1)/

	「推測統計」第2節 残りの探究課題の確認
令和2年10月22日(火祝)	授業研究会指導案検討(2)/ 「推測統計」第1・3節 残りの探究課題の確認
令和2年11月30日(土)	3年使用テキスト TGUISS 数学3の改訂についての検討・確認
令和2年12月25日(水)	「推測統計」最終確認
令和2年1月25日(土)	次年度作成予定「初等幾何(仮称)」の構成の確認
令和2年2月24日(月祝)	次年度作成予定「初等幾何(仮称)」第1節の探究課題の検討

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現代的な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。

上記目的で作成した独自テキストで学習することにより、実社会の問題を数学化して解決したり、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、数学をつくっ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、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となっている。

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) 教科横断的な取り組み

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
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1年次の今年度は、「推測統計」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、「推測統計」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「推測統計」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 (推測統計)』として冊子にまとめた。「推測統計」の節構成と探究課題および学習する数学的内容は以下のとおりである。

第1節「確率分布」

探究1 宝くじはどのように比較し購入したらよいのだろうか？

確率変数・確率分布・確率変数の平均、分散、標準偏差

探究2 どの資格試験が合格しやすいだろうか？

二項分布

探究3 引換券を渡すのは2枚にする？それとも1枚ずつにする？

同時確率分布・独立な確率変数・確率変数の和の期待値・独立な確率変数の積の期待値・独立な確率変数の和の分散

探究4 みかんの個数を見積もることはできるかな？

連続型確率変数・確率密度関数・離散型確率変数・正規分布

探究5 テストのスコアを「評価」しよう

標準正規分布・正規分布による二項分布の近似

第2節「推定」

探究1 どのアイリスを仕入れる？

母集団・標本・母平均と標本平均・標本平均の平均と分散・標本平均の分布・推定・母平均の信頼区間

探究2 国民の過半数が支持している？

母比率の信頼区間

第3節「仮説と検定」

探究1 ガチャの確率表記は本当か？

帰無仮説と対立仮説・有意水準・危険率・統計的仮説検定・棄却域

探究2 エアコンは適切に作動しているか？

両側検定・片側検定

上記構成に基づいて今年度作成したテキストの一部は次ページで紹介する。

d. 検証

SS 数学における検証は、授業実践にてその授業を振り返ることによって行う。

今年度作成した「推測統計」は現行の本校のカリキュラムにおいては6年の選択となっており、履修者がほとんどいないため、昨年度作成した「複素数平面」の授業実践で検証としての振り返りを行う。複素数平面は6年数学 III の中に位置づいている。ここでは第2節「複素数平面上の図形」の探究課題に関する実践を振り返る。この探究課題においては問題解決を図る中で複素数平面上の点の移動はどのように表現できるかを学習する。授業では問題の状況を複素数平面上での考察に変換することにより、種々の複素数平面上の性質を活用することができることを理解できた。また、ここでは複素数平面にお

ける新たな概念として点の回転移動を複素数の演算と結びつけることであるが、自然な流れの中でその概念を獲得できたようである。

探究 1 宝はどこに埋まっている？

宇宙創成時の「火の玉宇宙論」を提唱した物理学者ジョージ・ガモフ（1904～1968）は、彼の著書の中で次のパズルのような問題を紹介している。

冒険家が、ある無人島で次のような古文書を発見した。
 『この島にある井戸から松に向かって真っすぐ進み、そこから右に90°曲がって同じ距離だけ進み、そこに杭1を打て。次に、同じ井戸から榎の木に向かって真っすぐ進み、そこから左に90°曲がって同じ距離だけ進み、そこに杭2を打て。杭1と杭2の真ん中に財宝を埋めた。』
 この島には松の木と榎の木はあったが、井戸は土に埋もれてしまったらしく、どこにも見当たらなかった。しかしこの冒険家は宝を発見することができたという。宝の場所はどこだったのだろうか。

下の図がこの島にある松の木と榎の木の位置を示している。この図で、宝の場所を数学的に探ってみよう。

図1：「複素数平面」のテキストの一部

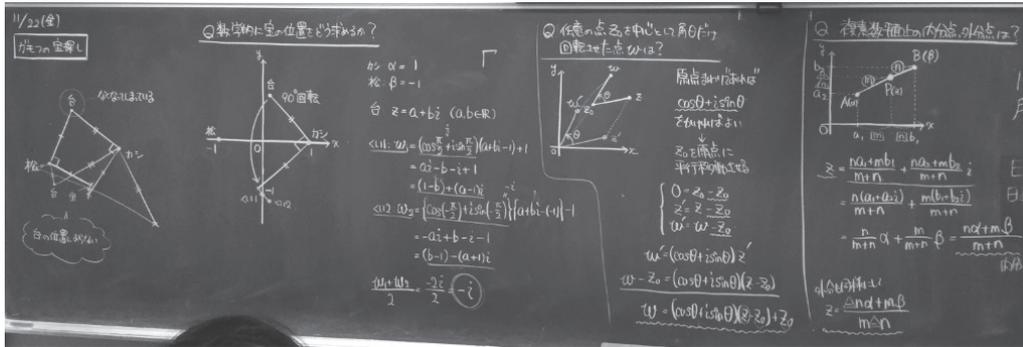


図2：上記授業の板書の一部

§3 仮説と検定

探究 1 ガチャの確率表記は本当か？

スマホアプリのゲームにおいて今や欠かせない要素となったのが「ガチャ」である。ガチャについては、課金に多額を投じるといった問題が以前から指摘されてきた。そんななか、2017年12月、Apple社がアプリに関するルールを改訂し、ガチャの個別アイテムごとの当選確率の表示が義務付けられるようになった。あるゲームにおけるガチャで、最高レア度のアイテムが当たる確率は3%と表記されている。ところが、このゲームをしているしょうへいさんは、200回ガチャを回して1回しか最高レア度のアイテムが当たらなかった。しょうへいさんは、最高レア度のアイテムが当たる確率は3%より低いのではないかと運営側を疑っている。運営側が間違っているのだろうか。それとも、しょうへいさんの運が悪いだけなのだろうか。

以下、最高レア度のアイテムが当たる確率を p と表す。

- 問1 運営側は $p=0.03$ であると主張している。それに対して、しょうへいさんの主張を、 p を用いて表しなさい。
- 問2 しょうへいさんが運営側を疑っているのは、「もし運営側の表記 $p=0.03$ が正しければ、200回ガチャを回して最高レア度のアイテムが1回しか当たらないなんてことは滅多に起こらないはずだ」と考えているからである。 $p=0.03$ が正しいと仮定するとき、200回ガチャを回して最高レア度のアイテムが1回しか当たらない確率を求めてみよう。あなたはその値を「滅多に起こらない」とみなすだろうか。
- 問3 問2の確率を求めたさわさんは、しょうへいさんのような主張をしたいなら、「 $p=0.03$ が正しいと仮定するとき、200回ガチャを回して最高レア度のアイテムが1回も当たらない確率」も加味する必要があると考えている。この考えに対してあなたはどうか考えるか。
- 問4 運営側が間違っているのか、それともしょうへいさんの運が悪いだけなのかを判断してみよう。

図3：「推測統計」のテキストの一部

(1)– 2 SS 理科

① 研究開発の課題

国際バカロレア (IB) 理科の「探究的な学び」の趣旨に基づき、かつ、学習指導要領における「探究の過程」を理科授業で実現する。

② 研究開発の経緯

本校理科教諭による検討会を定期的で開催し、授業実践の詳細について報告し合うとともに、報告冊子作成に向けて議論を重ねた。

日時	内容
令和元年 4 月 4 日 (木)	「研究開発の課題」の共有, 研究計画の立案
令和元年 4 月～令和 2 年 3 月	授業実践, 理論検討
令和元年 8 月 13 日 (火)	報告冊子の全体構成の確認
令和元年 9 月 11 日 (水)	高 2 物理基礎「音の速さを測定するにはどうすればよいか？」実践報告
令和元年 9 月 18 日 (水)	高 1 生物基礎「植物プランクトンを増殖させるには？」実践報告
令和元年 9 月 25 日 (水)	高 3 化学「香りの化学—SSIB 講座—」実践報告
令和元年 10 月 2 日 (水)	高 2 化学基礎「自作電池で人の心を動かそう！」実践報告
令和元年 10 月 9 日 (水)	高 1 生物基礎「TGUISS の生態系を評価する」実践報告
令和元年 10 月 16 日 (水)	高 2DP 化学 SL「この水溶液はどのような性質を有するか？」実践報告
令和元年 10 月 30 日 (水)	中 3 物理「物体を等速で引き上げるために必要な力の大きさは？」実践報告
令和元年 11 月 6 日 (水)	中 3 化学「有色の液体を pH の大きさの順に並べるにはどうすればよいか？」実践報告
令和元年 11 月 20 日 (水)	中 2 物理「摩擦に影響を及ぼす性質をどのように測定するか？」実践報告
令和元年 11 月 27 日 (水)	高 1 地学「津波は普通の波と何が違うのか？」実践報告
令和元年 12 月 4 日 (水)	高 3 化学「カレー (シチュー) がおいしいのはなぜ？」実践報告
令和元年 12 月～令和 2 年 1 月	理論の検討 (学習の方法, 形成的・総括的評価, 観点別評価とルーブリック)
令和 2 年 1 月～3 月	報告冊子 最終確認

③ 研究開発の内容

a. 仮説

「社会への応用, 現代社会への課題」を授業設計の軸として、「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を重視し、「構造化された探究」ではなく「導かれた探究」を実施することで、IB 理科の「探究的な学び」と、学習指導要領の「探究の過程」を理科授業で実現することができる。そして、このような理科授業を通して学習することで、生徒は科学的探究の能力とスキルを伸長することができる。

b. 研究内容

上記の仮説の検証のために、本校の中高一貫 6 年間の理科学習においては、生徒が実験デザインの経験を積むとともに、教員は科学的探究活動に必要な能力やスキルを明確に示した学習評価を実施し、表計算ソフトやデータベースの検索、コンピューターによるシミュレーションなど ICT の活用を積極的に行うことを共通して実施している。そして高校 1～3 年生で開設する SS 理科科目においては、さらに

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. については，理科と他領域とのつながりへの視点を，中学段階の理科に引き続き SS 理科科目でも継続するために IB のモデルを参考にして授業開発を行っている。具体的には，概念理解のための「探究の問い」を設定し，生徒が現実社会の課題についての科学的な知識を得た上で分野を超えた解決策を考えられるよう授業形態の工夫等も考えている。

2. については，高校理科の授業において，「科学とは何か？」を生徒に問い，教師→生徒の一方向へ知識を伝授するスタイルではなく，教師⇄生徒，生徒⇄生徒の対話を実現するインタラクティブな授業の実施を目指している。この「探究の過程」を実現するために，学習過程のうち「仮説の設定」から「考察・推論」までの実験や観察をデザインする取り組みを行っていく。

3. については，一般的に探究的な学習には，表3のような3つの段階があると考えられる。SS 理科科目における探究は，「導かれた探究」の実施を目指す。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，課題の本質に気付き，より深い学びになることを狙う。また，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。

表3 探究的学習の段階

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		

さらに，学習指導要領の「探究の過程」と IB 理科の「探究的な学び」をそれぞれ分析することで，SS 科目の位置づけと，SS 科目が「導かれた探究」であり，その構成要素として「学習の方法 ATL」，「探究の道程にのせるための単元設計」，「探究を定量評価する観点別評価」が挙げられることを明確にした。「学習の方法 ATL」は，教科によらない汎用的なスキルである。ATL の発達には，生徒が教科の授業を転移可能な理解へと深めることや，自律的な学習者となることを手助けするとされており，IB の単元指導案の中にも明示することが求められている。よって，ATL は IB の示す学習の方法を共有し，育成したい資質・能力を明確化する働きをするものである。また，生徒が探究活動に主体的に向き合うためには，知識や概念，スキルの定着が必要になる。生徒を探究的な学びに導くために，どのように形成的評価と総括的評価を単元の中で位置づけ，ステップアップしていく展開となるよう工夫しながら，単元設計に取り組むのかという「探究の道程にのせるための単元設計」が重要である。さらに，生徒の探究活動は，点数化しやすいテストではなく，ルーブリックを用いた方法で探究により身に付けた能力を定量評価することが望ましい。

このような点に重点を置いた単元を、各科目の授業において設計し、実際に実践し、その成果を教員向けの報告冊子にまとめ、他校へ発信する。さらに、生徒を対象としたアンケート調査によって、このような単元設計による理科授業の有効性を確認する。

c.方法

上記のような点に重点を置いた単元を、各科目の授業において設計し、実際に実践し、その一部を教員向けの報告冊子にまとめ、他校へ発信した。

また、本校生徒を対象に質問紙調査を行い、「実験デザイン」を伴う授業設計について検証した。理科学習評価シートを用いた振り返りについて、毎学期、質問紙調査を行った。ここでは、探究に関わる資質・能力を評価する規準である、「規準B:探究」の取り組みに対する振り返りの自由記述について、分析を行った。

d.検証

教員向けの報告冊子の構成は以下の通りである。

1章	はじめに
2章	学習指導要領×IBによるSS理科における「探究的な学び」の研究開発
3章	学習の方法(ATL)の共有
4章	探究の道程にのせる単元設計
5章	探究を定量評価する観点別評価
6章	授業実践
	「摩擦に影響を及ぼす性質をどのように測定するか？」中2理科(物理分野)
	「物体を等速で引き上げるために必要な力の大きさは？」中3理科(物理分野)
	「有色の液体をpHの大きさの順に並べるにはどうすればよいか？」中3理科(化学分野)
	「植物プランクトンを増殖させるには？」高1生物基礎
	「津波は普通の波と何が違うのか？」高1地学基礎
	「この水溶液はどのような性質を有するか？～酸と塩基編～」高2DP化学SL
	「音の速さを測定するにはどうすればよいか？」高2物理基礎
	「ヘスの法則の有用性を実感する ピーナッツのカロリー測定の実験を失敗を活かせるか？」高3化学
	「カレー(シチュー)がおいしいのはなぜ？-カレールウ(シチュールウ)から物質を分離・確認する実験のデザイン-」高3化学
付録	理科として発達を目指すATLスキルの一覧

中学1年生から高校3年生までの様々な科目において、以下の点についてまとめることで、IB理科の「探究的な学び」および学習指導要領の「探究の過程」を実現する単元設計は、具体的にどのようなものであるか、詳細に示すことができた。

- | | | | | |
|-----------------|--------------------|---------|-------|------------|
| ・探究の問い | ・対象学年、科目 | ・単元について | ・学習内容 | ・単元構成と評価計画 |
| ・総括的評価課題とルーブリック | ・生徒の実験デザインの例と評価の方法 | ・授業者から | | |

授業者自身による振り返りより、探究活動を理科授業に導入することで、次のような成果が得られた

ことがわかった。いくつか例示する。

- ・ 生徒は総括的評価課題に取り組む中で、同じ班の生徒と積極的に意見を交わし、仮説を確かめるための実験方法のデザインを行っていた。単元を通して、繰り返し実験を行ったため、総括的評価課題に取り組む際にも、ノートを見返しながら、仮説を立て、実験器具を選び、検討を繰り返していた。
- ・ 複数の実験結果から総合的に考察を行っており、複数の実験結果から総合的に考察するという科学的なプロセスを体験することができた。
- ・ 実験デザインの過程を通じて、コミュニケーションスキルや協働スキルが伸長したことは間違いないものと確信している。さらに、生徒たちのレポートからわかる通り、様々な工夫により実験デザインをしてデータと取ろうとした努力は、間違いなく創造的思考スキルを伸ばしてくれたのではないかと思う。
- ・ 単元の前半で学習しているときにはよく理解できていなかったことが、探究活動のために調べる中で理解されていくという過程が印象的であった。単元の内容をより深く理解しようとしたためか、活動中は生徒間での話し合いや教員への質問も活発であった。また、学習した様々な内容を生徒が探究の過程で活用しようとする姿勢が多くみられた。
- ・ 教師が手順書を用意し、その指示通りに作業を進める形式の実験では、思ったような結果が得られない、といったトラブルはあまり起こらない。実験デザイン、そして、実験の難しさ、自然の複雑さ、内容の深い理解の必要性などを、生徒は痛感していたようであった。

また、理科学習評価シートを用いた「規準 B：探究」の取り組みについての振り返りにおける、生徒の回答例を以下に示す。なお、生徒の記述をそのまま抜粋している。

- ・ やっていくうちに他者にどれだけわかりやすく説明出来るかというのが問われてきて、それを向上させるにはコミュニケーション能力が、必須になってくるのかなあと考えた。
- ・ 何故この評価になったか自分で化学のノートを見返してみると、「再現性のあるノート」「わかりやすいノート」というポイントに置いて欠けた部分があった。
- ・ 地学のグループ活動では、「紫外線」に関する研究を自らテーマを決めて取り組むということを行ったが、そのうえで自分たちの現在のスキルで証明が可能な範囲でのデータ収集方法を明らかにしたり、自分たちが何をこの実験を通して知りたいのかを説明することが出来た。
- ・ 自ら焦点を絞って研究課題を提示することが少なかったが、今学期は実験のデザインを考える機会が多かった。その時、研究の背景となる科学的文脈を意識し、実験の原理を踏まえた上で授業に取り組めたと思う。よって、適切な手法を自分で考え用いることにつながったと思う。しかし、今学期に実施した実験には課題点が複数あったため、それらの対策案を今後も考えていきたい。

上記の記述に見られるように、学習を振り返りながら、自分に足りなかったところやより必要だと考えたことを意識できているようすが窺える。単に観察・実験を行うだけではなく、それらを終えた後に、探究活動を終えた後に、どのようなスキルがよりよい探究活動につながっていたのかを振り返っているようすが窺える。このように振り返りを行うことで、次に探究活動に取り組んだ際に、探究活動を振り返りながら実験をデザインしたり、データを処理したりすることで、スキルが育成できると考えられる。

(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
令和元年 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。
令和元年 5 月 ～令和 2 年 1 月	題材の検討、開発
令和元年 5 月 ～令和 2 年 1 月	授業実践
令和元年 12 月 ～令和 2 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	題材の内容の例
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 ・ 生活をもたらす環境への影響

今年度より、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。

c.方法

本年度、前期課程で設定した題材は以下のとおりである。

分野	題材の内容の例
食物	・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	・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	・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	・家事の社会化とその費用
消費生活・環境	・生活に必要なお金 ・生活がもたらす環境への影響

また、特に今年度は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。

d.検証

今年度、前期課程の生徒の授業後の振り返りシートに次のような記述がみられた。

なお、()内や下線はこの節の筆者が加筆したものである。

<ul style="list-style-type: none"> ・調理実習は今まで(本校入学前)ただ「作って食べるだけ」と思っていたけれどいろいろと学ぶことが多かったです。(豚肉の表面につける)粉の種類(片栗粉・小麦粉)の違いやあり無しの違い、調味料を入れるタイミングによる違いなどを<u>比べてみる</u>ことによって、味や食感などのできぐあいに差ができることがわかりました。 ・ピーマンは加熱して食べたほうが苦みが少ないけど、それは<u>なぜなのだろうか</u>。また、加熱の仕方によって<u>違いは出てくるのだろうか</u>。 ・(野菜をゆでる・煮るときに)根菜類は水から入れ、葉物はお湯から入れるが、それは<u>なぜなのだろうか</u>。野菜の<u>つくりが何か違うのだろうか</u>。 ・野菜の切り方によってかたさなどの食感に違いがあることが分かった。また、それは<u>繊維の方向が関係している</u>ことが分かった。 ・(栄養素としての)カルシウムについて考えるときに、魚介類だと食べる部分に「骨」が含まれているかどうかに関係してくるが、それは<u>内骨格だけではなく外骨格も含まれる</u>ことに、「なるほどな」と思った。 ・三大栄養素の消化については<u>理科でも学習した</u>な、と思ったが、さらに、<u>体にどのように役立てられるのか</u>が分かった。

特に下線部では、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) SSIB 化学講座の開設

SSH 指定 1 期目の研究開発において開設した SSIB 講座の深化と拡張のため、継続して SSIB 講座を開設する。DP での学習内容の一部を DP 生とともに SSH 対象生徒が受講する講座となる。

① 研究開発の課題

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として、大学との連携により高度な課題解決につながる講座を設定した。今年度の実施した講座は、日常的な「香り」に着目し、香り物質の合成から同定にいたるまでの実験操作および分析過程を学んだ。測定機器を用いた定量的な同定方法への達成感が強く、有機化合物の構造的理解にもつながった。

② 研究開発の経緯

平成 31 年 4 月～令和元年 6 月	SSIB 講座設計のための検討会議
令和元年 7 月	大学教員による授業参観
令和元年 8 月 26 日, 27 日	SSIB 化学講座の実施
令和元年 8 月	Web 回答による質問紙調査
令和元年 9 月	総括的評価課題の学習評価
令和 2 年 1 月	質問紙調査および評価課題の分析および効果検証

③ 研究開発の内容

a. 仮説

DP の学習内容の一部を SSIB 講座として、大学の実験施設を利用して、大学教員による講義や実験指導を行うことにより、科学的に専門性の高い発展的学習内容を含む講座の開発ができる。

b. 研究内容

講座名・テーマ	SSIB 化学講座 テーマ：香りの化学
対象学年・実施対象生徒	高校 2 年生 12 名
実施日時	令和元年 8 月 26 日, 27 日 10:00～16:00
実施場所	東京学芸大学自然科学系 1 号館
担当教員	東京学芸大学分子化学分野 吉原伸敏准教授 前田優准教授 山田道夫准教授
教育課程編成上の位置づけ	希望者対象の講座のため、教育課程外の取組みとなる。

c. 方法

東京学芸大学分子化学分野の先生方との連携のもとに、2 日間の実験講座として実施した。学習内容は、DP 化学における有機化学および有機化合物の分光学的同定で、NMR や IR の測定も含む。アルコールとカルボン酸から合成される任意のエステルを適切な方法で合成し、生成物を同定する課題に取り組む講座として実施した。講座の様子を図 4 に示す。

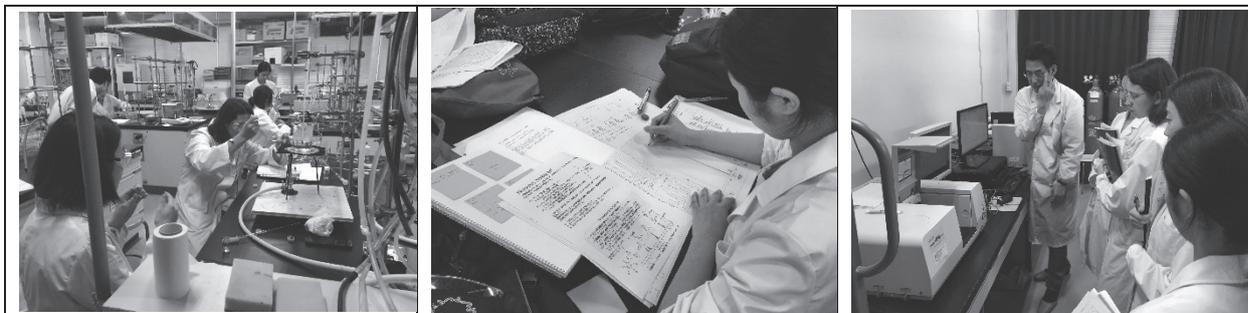


図 4 SSIB 講座の様子

d.検証

講座終了時に参加生徒に質問紙調査を行った。本講座の受講により、講座の感想とともに、どの程度 DP 化学のねらいが達成されるかについて、調査した。その結果を以下の図 5 に示す。すべてを網羅するには至っていないが、高大連携の取り組みの効果がいくつか表れたと言える。「科学技術の特徴づける知識体系、方法、および手法を習得する」「化学技術の特徴づける知識体系・方法・および手法を応用し活用する」「科学情報を分析、評価、統合する能力を身に付ける」の 3 項目については、達成されるもしくはやや達成されるとの回答であり、香り成分に関する理論の整理や合成方法の習得を生徒自身が実感できている。感想の中でも、「NMR を読めるようになった」ことを挙げた生徒が多く、テキストの学習だけでは学べない、実際に測定してみた効果であったのではないかと考えられる。「化学に自分からのめり込む事が出来るようになった。もっと研究したい、と探究心が生まれた。」との感想もあり、生徒が主体的に活動できるように探究のプロセスに重きを置いたことによるものでないかと考える。

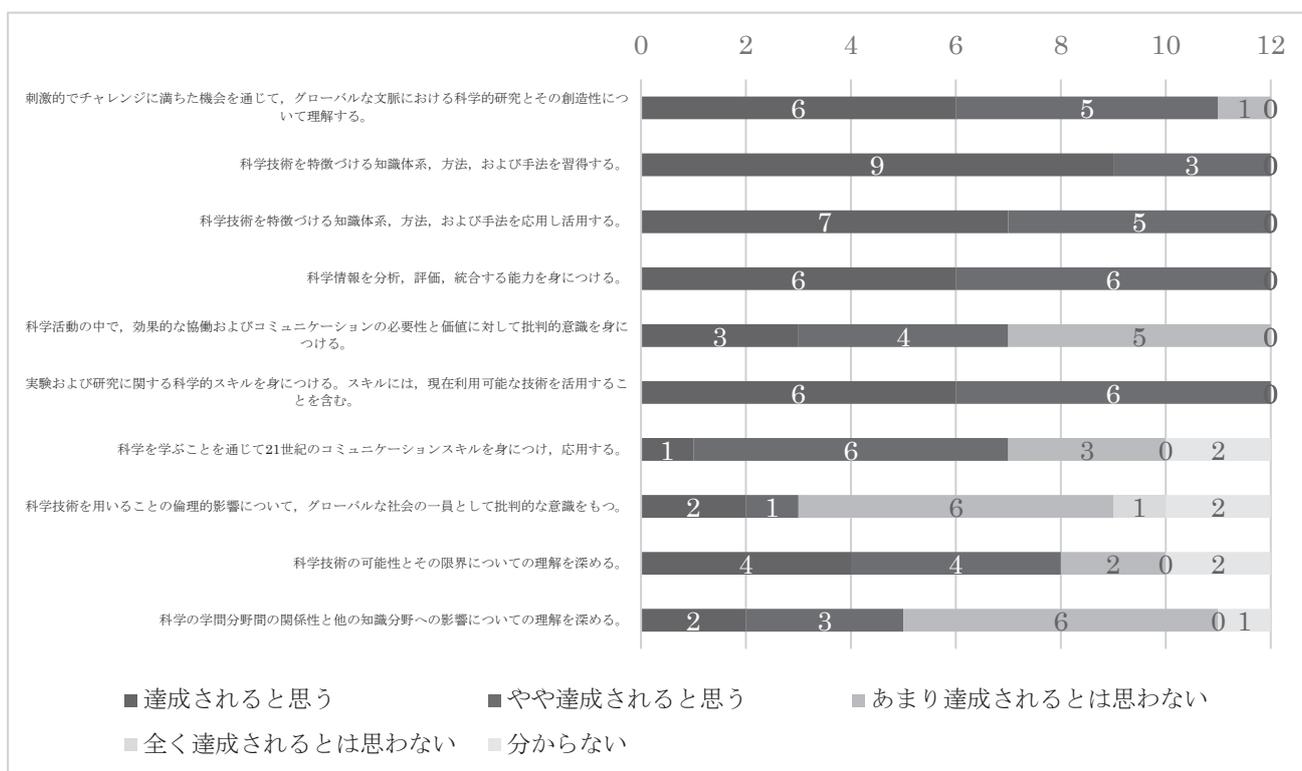


図 5 達成度の検証

また、実験講座における課題を、ルーブリック(関係資料 5 参照)を用いて評価した。評価規準は、DP 化学の学習のねらいとも一致する「知識と理解」、「分析と評価」、「研究スキル」について評価した。本講座を受講した生徒の評価平均は 7 点満点で以下に示す通りであった。

評価の観点	知識と理解	分析と評価	研究スキル
平均点	6.6	6.6	6.5

講座終了時の質問紙調査で、実験 4 の任意のエステル合成と同定をもっとも楽しかったと選択した生徒が多かったことから、この課題に主体的に取り組むことができたことがうかがえる。参加した生徒のほとんどが、自身が選んだ香り物質を、適切な方法で合成し、同定することができた。実験ノートの記述から読み取れる原理の理解を示す論理的展開もなされており、非常に良い結果であったと言える。

2章 生徒課題研究および理数探究活動 ー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ー

(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。特に今年度は、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した。結果として、生徒たちは研究スキルの伸長を実感しているとともに、自分に不足している研究スキルを明確化できていることがわかった。

② 研究開発の経緯

平成31年4月	生徒向けオリエンテーション、メンター候補との面談
平成31年5月～	講座振り分け、研究計画書提出
令和元年10月	評価規準に関するワークショップ（教員向け） 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2年1月	中間論文提出（5年生）
令和2年2月	中間成果発表会（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21名 6年生51名
単位数	5年生・6年生ともに1単位

c. 方法

今年度の課題研究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オリエンテーションを行い、課題研究を実施する目的やその評価規準、スケジュールなどを確認した。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、教員と面談する機会を設けた。それから、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、5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、2月に中間成果の発表を行った。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



図1 中間発表会の様子

は、5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。

以上の課題研究Ⅰ・Ⅱの実施においては、研究スキルの育成のため、特に次の3点を工夫した。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。

d. 検証

2月の研究発表まで終えた5年生21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。

- ア) 今年度の課題研究を通して自分で伸ばせたと考える力（複数回答可）
- イ) 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
- ウ) 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)	探究課題を明確に定義する力	情報・データ収集力			他者に伝える力
2学年 (中2)		データ収集のためのデザイン力	統計的分析力		統計的表現を適切・効果的に使用する力
3学年 (中3)			選択もしくは創りだした方法を用いて分析する力	必要な方法を選択もしくは創りだす力	
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		研究の一連のプロセスを遂行する力	
5・6学年 (高2・3) 課題研究Ⅰ・Ⅱ	実現可能性のある課題設定力			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	科学的論文作成能力 研究発表力 協働
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					

まず、(ア)と(イ)の結果について述べる。

結果は図2と図3のようになった。課題発見力、情報収集力、分析・評価力については自分で伸ばせたととらえている生徒が多いことがわかる。併せて、表2には、今年度の課題研究を通して特に伸ばせたと考える力として課題発見力、情報収集力、分析・評価力を挙げた生徒が記述した理由の一例を載せた。理由は多岐にわたっているが、課題発見力としては独自性あるテーマや身近で研究しがいのあるテーマを設定できたとき、情報収集力としては多くの先行研究を整理したり先行研究をもとに研究方法を構成できたとき、分析・評価力としては新たな分析手法を用いたり新たな指標をつくったりしたときに、それらの力を伸ばせたと実感していることがよみとれる。これらは、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。また、情報収集力に手ごたえを実感していることから、研究計画書を改訂して先行研究をより重視する姿勢を形で示したことが有効であった可能性がある。

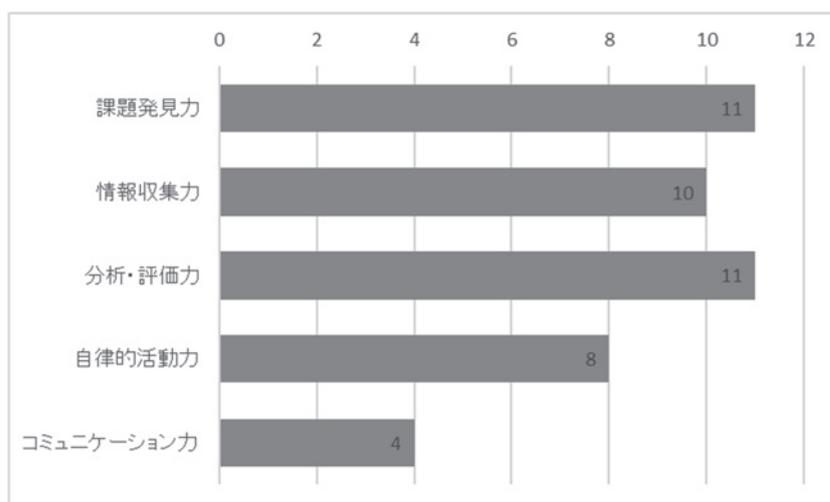


図2 今年度の課題研究を通して自分で伸ばせたと考える力

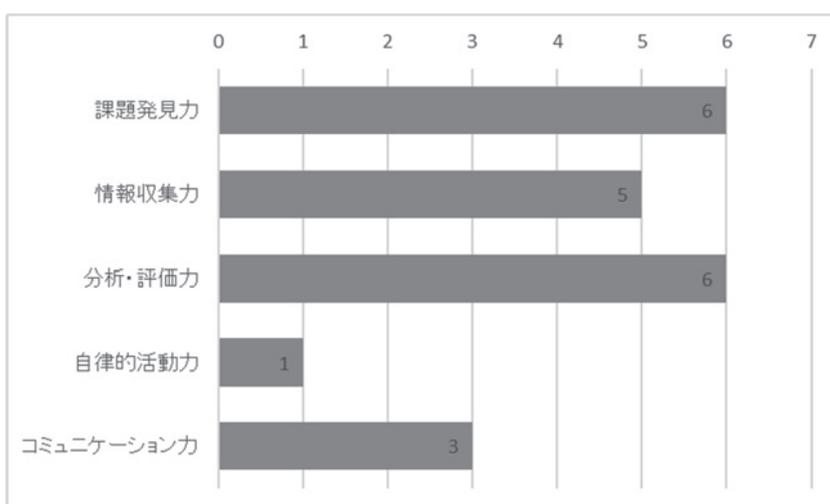


図3 今年度の課題研究を通して特に伸ばせたと考える力

表2 図1・2の理由の記述例

力の種類	理由の記述例（テーマ名は、当該の理由を記述した生徒のもの）
課題発見力	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 実現可能なようでありながら、先行研究例のない、または少ない研究テーマを設定することができたから。 (テーマ：スタビライザー・ジンバルの実生活への応用) ➤ とても身近で、研究しがいのある課題を設定できたから。 (テーマ：楽曲中ドラムの自動採譜)
情報収集力	<ul style="list-style-type: none"> ➤ デザインに関する先行研究は多数存在し、その中でも商品に対するものや街の都市開発デザインなど多くの対象に対して様々なアプローチでの研究が施されているため、そこから自分に必要な情報を収集し、自身の研究に活用できるように分析、わかりやすく整理することができたから。 (テーマ：ひとを魅せるデザイン) ➤ 様々な文献を漁って目的に沿った実験デザインを構成したから。 (テーマ：大腸菌 Rex01 の未知数な可能性)
分析・評価力	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 今年度の研究では今まで使っていなかったより正確なデータ分析を行ったからだ。去年度も同じ様な研究をしていたが、当時はデータ分析を十分にできていなかったため、音あり・音なしの差を十分に調べられていなかった。それを改善する形で、今年度は正規性検定や有意差検定という信頼性のある分析を行った。これらの分析方法はやったことのないものだったので、新たに得られたスキルとなった。 (テーマ：音の影響による植物の生理作用の変化) ➤ アナログであるディスクの軌道を定量的に評価する指標を作れたから。 (テーマ：フライングディスクの軌道)

次に、(ウ)の結果について述べる。(ウ)からは、不足していたと生徒がとらえている力がわかるが、生徒が自分に不足していると考えている力を明確にしているという点で、今後の伸長に期待できる力でもある。

(ウ)の結果は図4のようになった。(ア)(イ)の結果からの帰結として、自律的活動力とコミュニケーション力が不足していたととらえている生徒が多いが、なかでもコミュニケーション力についてそうとらえている生徒が多いことがわかる。表3には、不足していた力として自律的活動力とコミュニケーション力を挙げた生徒が記述していた理由の一例を載せた。

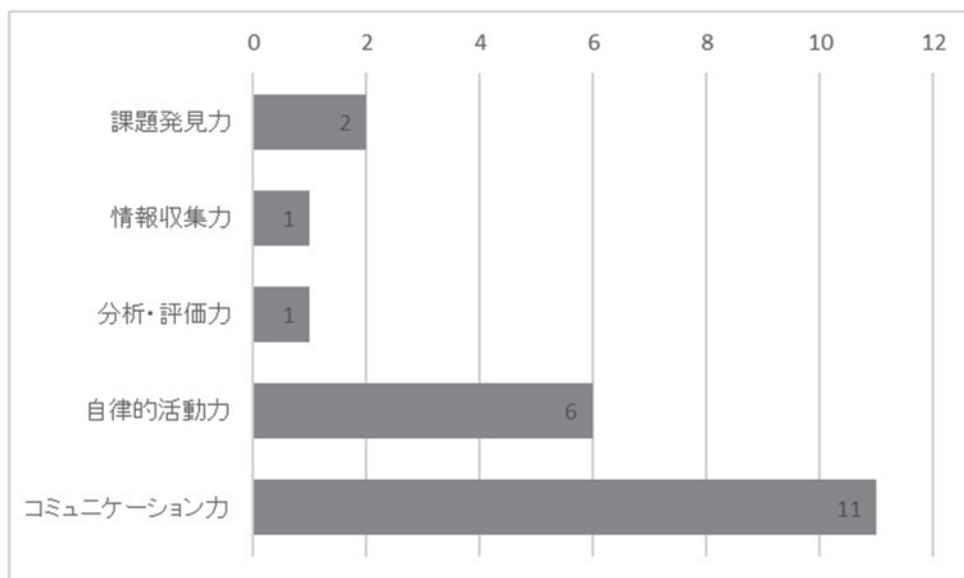


図4 今年度の課題研究を通して不足していたと捉えている力

表3 図4の理由の記述例

力の種類	理由の記述例（一部抜粋）
自律的活動力	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 立てた計画通りに進めることが出来ず、先に進めることが出来なかったから。 (テーマ：音の影響による植物の生理作用の変化) ➤ 計画通りに研究が進まなかったので本来終わってるはずのものが終わらなかった。 (テーマ：人の関心を惹く動画の撮影技法と編集技法)
コミュニケーション力	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 理系の研究は他者に伝えるのが難しく、何度やっても伝え方の工夫に苦戦したから。 (テーマ：大腸菌 Rex01 の未知数な可能性) ➤ 分析、研究した成果をいざ論文に文章という形でまとめようとする、なかなか上手くかけず、まとまらない文に仕上がってしまった。また、外部への発表やフィードバックを貰う機会を設けず、研究を発信することが出来なかった。 (テーマ：ひとを魅せるデザイン)

表3のコミュニケーション力に関する記述の一つに、何度発表しても伝え方の工夫に苦戦したことが挙げられている。これは、研究経過発表会（10月開催）を設けて発表する場を増やしたからこその実感を促せたのではないかと考えられる。

総じて、課題研究を通して、生徒たちは研究スキルの伸長を実感しているとともに、自分に不足している研究スキルを明確化できていることがわかる。

(2) 各学年で実施した SS 理数探究

本校では、6年間一貫して、科学的探究の手法を身に付けるための授業を実施している。本節では1学年(中1)から4学年(高1)での取り組みについて述べる。なお、5学年(高2)と6学年(高3)での取り組みについては、2章(1)で述べた。

(2)-1 SS 理数探究

① 研究開発の課題

p.46 の関係資料1の「教育課程表」に示す通り、本校では1学年(中1)から6学年(高3)における「国際教養」にて課題研究や理数探究活動を実施している。本SSH事業では、ここで実施する課題研究や理数探究活動にて、学際的な学びを通して現実社会・生活への問題意識を基に課題を見つけ、科学的なアプローチができるカリキュラムを設計し、探究活動を軸として展開している。

② 研究開発の経緯

平成31年4月	各学年で育成する資質・能力に応じたプログラムの検討
平成31年4月～令和元年12月	各学年で開発したプログラムの実施
令和2年1月	質問紙調査(4学年(高1)対象)
令和2年1～3月	各学年で開発したプログラムの課題の整理

③ 研究開発の内容

a.仮説

各学年のSS理数探究における取組みを整理し、発達段階に応じて自立して課題研究を遂行するために必要な資質・能力を設定することによって、6か年の体系だった理数探究プログラムが開発できる。(p.25の表1参照)

b.研究内容

実施対象生徒数	476名 (1学年(中1):108名, 2学年(中2):118名, 3学年(中3):125名, 4学年(高1):125名)
単位数	各学年 1単位(週1コマ)
教育課程編成上の位置づけ	「国際教養」の一部として実施

c.方法

〔1学年(中1)〕

(i) 育成すべき資質・能力

1学年(中1)で設定した資質・能力は以下のとおりである。

課題発見力	自ら問題と思う事柄を見だし、テーマを設定する。 テーマからさらにより具体的にリサーチクエスチョンを設定する。
情報収集力	リサーチクエスチョンに関連する関連文書や先行研究を調査する。 情報源とその内容を記録にしっかり残す。
コミュニケーション力	成果をまとめ、他者に発信する。 他者から示唆やアドバイスを得る。

(ii) プログラムの内容

「理数探究」

担当教員の専門性を生かした講座にわかれて、講座ごとに個人あるいはグループごとの探究活動を通して、資質・能力を育成した。各講座の内容と対象生徒数を示す。

データから地方創生を考える (対象生徒：15名)	データベースを活用して、さまざまなデータの読み方や取り扱いを学ぶ。2年生での統計グラフコンクールにつながるよう、統計的手法の基礎を学ぶ。
東日本大震災から学ぶ科学 (対象生徒：15名)	東日本大震災に関連するデータを活用したり、津波などの自然現象の仕組みを理解したりすることを通して、科学の手法を学ぶ。
動植物の特徴を生かしたものづくり (対象生徒：18名)	動植物の観察から得た気づきを基に、ものづくりを行う。動植物を観察する手法や自然の中から課題を見つける手法を学ぶ。
社会貢献で理数探究！ (対象生徒：16名)	さまざまなデータを分析し、社会貢献につながる課題を設定し、探究する。
「もしかして？」からはじまる楽しい科学の考え方 (対象生徒：22名)	与えられた課題について、取り組みながら、論理的思考を学ぶ。また、自ら立てた課題について、その課題を解決するための実験をデザインする方法を学ぶ。
言語を科学する (対象生徒：32名)	発音や発声のしくみについて、探究する。音と舌の動きなどから、言語を分析する手法を学ぶ。
音の「聴こえ方」を科学する (対象生徒：16名)	広告に使用される音楽や、時代ごとに流行した音楽を分析し、その傾向を探究する。音に関連した課題を自ら設定し、音を分析する手法を学ぶ。

〔2学年（中2）〕

(i) 育成すべき資質・能力

2学年（中2）で設定した資質・能力は以下のとおりである。

情報収集力	自らの課題に必要な情報を整理する。 自らが必要とするデータの収集方法をデザインする。
分析・評価力	統計的手法を用いて、分析する。
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。 統計的表現を用いて取り組んだ課題を、他者に発信する。

(ii) プログラムの内容

「東京都統計グラフコンクールへ応募しよう」

統計的問題解決を行い、そのプロセスとプロダクトをポスターにまとめる。自らの問題を見つけ、課題を設定し、計画を立て、事実やデータを根拠にした結論を導く。この統計的問題解決のプロセスを生徒各々の問題意識に基づいて1サイクル経験できるようにする。あおして作成したポスターは、東京都統計グラフコンクールに応募する。

国際教養の時間を数時間使い、次の学習に取り組んだ。

- ・1年時に学習した「統計的問題解決とは何か」といった内容の確認
- ・過去のポスターを鑑賞することによる適切・効果的な統計的表現の学習
- ・コンピュータを用いた統計的分析の学習

〔3 学年（中3）〕

（i）育成すべき資質・能力

3 学年（中3）で設定した資質・能力は以下のとおりである。

分析・評価力	フィールド調査の手法を獲得する。 定量的な分析方法を身に付ける。
自律的学習力	課題の解決に必要な手法をデザインする。

（ii）プログラムの内容

「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」

沖縄の自然の中で、フィールド調査の手法を獲得するためのフィールドワークである。マングローブや沖縄特有の動植物の観察を行ったり、塩分濃度とマングローブの植生との関係を調査したり、ミナミコメツキガニの個体数調査を行ったりするなどのフィールド調査を行い、現地でしか得られないデータを収集する。

国際教養の時間を使い、次の学習に取り組んだ。

- ・フィールドワークの意義の確認
 - ・実地調査先のフィールドについての情報収集
 - ・フィールド調査の手法の獲得（塩分濃度の測定および一定区域に生息する生物の個体数調査）
- フィールドワーク当日は、以下のコースに分かれて行った。
- ・A コース：マングローブの観察、美ら海水族館のバックヤードの見学
 - ・B コース：慶佐次川のマングローブ観察および塩分濃度の測定、イノー観察
 - ・C コース：ミナミコメツキガニの個体数調査、清流域の動植物の観察
 - ・D コース：慶佐次川のマングローブ観察および塩分濃度の測定、鍾乳洞内の観察

〔4 学年（中4）〕

（i）育成すべき資質・能力

4 学年（高1）で設定した資質・能力は以下のとおりである。

課題発見力	実現可能性のある課題を自ら設定する。
情報収集力	適切な先行研究を収集する。 収集した先行研究を適切に分析する。
自律的学習力	課題研究の一連のプロセスを遂行する。

（ii）プログラムの内容

「パーソナルプロジェクト（PP）の取り組み」

PP は生徒が自分の探究課題を設定し、推進する、MYP における「探究」の集大成である。MYP における探究は「調査」「計画」「行動」「振り返り」のサイクルで実施される。3 学年（中3）までに身に付けた資質・能力を発揮し、自律的に探究に取り組むとともに、より一層自律的にまた深化した探究を行う 5 学年・6 学年での課題研究に向かう段階である。

国際教養の時間を使い、次の学習に取り組んだ。

- ・プロポーザルの提出
- ・スーパーバイザーとのミーティング
- ・プロセスジャーナルへの記録
- ・発表会

d. 検証

各学年で育成すべき資質・能力の定着を図るために、SS 理数探究の最終学年である 4 学年（高1）

を対象に質問紙調査を行った。質問項目および回答を以下に示す。

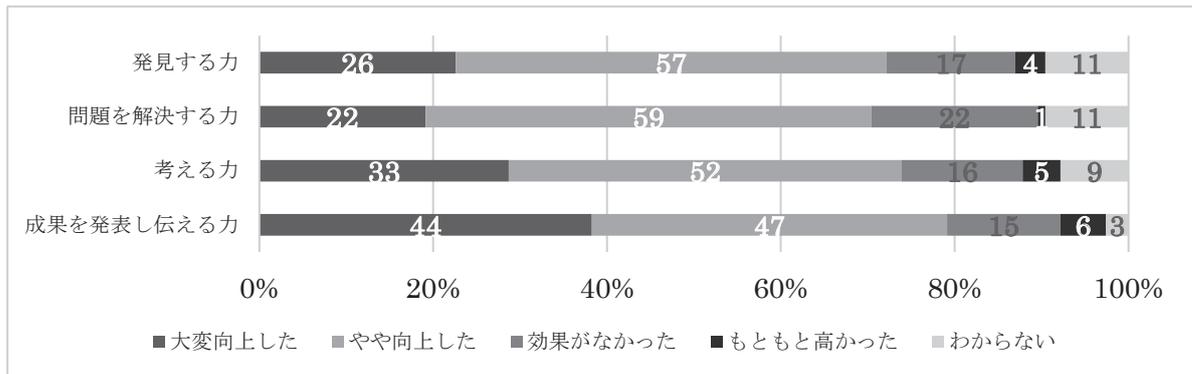
<質問項目>

学習全般や科学技術，理科，数学に対する以下に示す能力はどの程度向上しましたか。

- ・発見する力（問題発見力，気づく力）
- ・考える力（洞察力，発想力，論理力）
- ・問題を解決する力
- ・成果を発表し伝える力（レポート作成，プレゼンテーション）

<結果>

以上の項目についての回答は，以下のとおりである（n=115）。



どの項目についても、「向上した」と回答する生徒が70%以上であることから，4か年で探究に必要な資質・能力はある程度，育成できたことが窺える。ただし，「問題を解決する力」については，他の項目よりも「向上した」と回答する生徒が少ないことから，課題を発見したり，成果を伝えるコミュニケーション力はあるものの，情報を収集したり，分析・評価したりする力の育成については，課題であると考えられる。したがって，今後は課題を解決する手法を重点的に育成する必要があると言える。

(2)－3 サイエンスフィールドワーク

① 研究開発の課題

科学の知識や技術が、最先端の研究でどのように生かされているのかを知り、それに関わる関心や探究心を高める。いくつかの施設では観察、実験など行い、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深める。

② 研究開発の経緯

令和元年 10 月 16 日 (水)	事前説明
令和元年 11 月 12 日 (火)	フィールドワーク当日 (コースに分かれて実施)

③ 研究開発の内容

a. 仮説

最先端の研究に触れることで、科学の知識や技術、最先端の研究に関わる関心や探究心を高めることができる。

b. 研究内容

講座名・テーマ	サイエンスフィールドワーク
実施対象学年・実施対象生徒	4 年・125 人
実施日時	令和元年 11 月 12 日 (火)
実施場所	高エネルギー加速器研究機構, 産業技術総合研究所, JAXA 筑波宇宙センター, 地図と測量の科学館, 建築研究所, 土木研究所, 国立環境研究所, 農業環境変動研究センター, 食と農の科学館, 川崎幸病院大動脈センター
教育課程編成上の位置づけ	教科(理科)行事の一部として実施

c. 方法

4 つのコースに分かれて、実際の研究現場などを見学し、学校での学びと社会を結びつける。各コースの内容と対象生徒数を示す。

A 宇宙科学コース (対象生徒数：40 名)	高エネルギー加速器研究機構, 産業技術総合研究所, JAXA 筑波宇宙センターの見学を通して、宇宙科学についての理解を深める。
B 防災科学コース (対象生徒数：31 名)	地図と測量の科学館, 建築研究所, 土木研究所の見学を通して、防災科学について理解を深める。
C 食・農・環境コース (対象生徒数：34 名)	国立環境研究所, 農業環境変動研究センター, 食と農の科学館の見学を通して、生命科学についての理解を深める。
D 医療臨床コース (対象生徒数：20 名)	川崎幸病院大動脈センターの医療現場に接することで、医療の現実を理解する。

d. 検証

仮説を検証するために、本フィールドワーク後に「最先端の科学の発展は、私たちにどのような影響を与えているか？」というレポート課題を課した。本課題を 4 年 SS 理科の評価観点の 1 つである「標準 D：科学による影響の振り返り」にしたがって評価した。P. 56 の関係資料 7 にサイエンスフィールドワークの課題レポートとループリックを示す。

ルーブリックにしたがって、生徒のレポートの採点を行った。各コースの評価の平均は、以下に示す通りであった。

A コース	B コース	C コース	D コース
5.5	5.6	6.6	5.3

(8 点満点)

また、生徒の記述をみると、技術開発の最先端と自分が教室で学んでいる科学を照らし合わせて考えていたり、放射線の研究を行うことで社会問題の解決につながっていくと考えたりするなど、自らの将来や社会と関連させながら考えることができているようすが見受けられた。授業や課題研究で学ぶ科学だけではなく、最先端の研究に触れることで、科学の知識や技術、最先端の研究に関わる関心や探究心を高めることができるようになったと考えられる。

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—SSH 部門の実施について—

① 研究開発の課題

生徒個人および団体による課題研究活動の奨励、支援を目的として、課題研究の成果発表会をコンテスト形式で実施している。SSH、SGH 共催で実施しており、今年度も研究計画・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。

② 研究開発の経緯

平成 31 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
令和元年 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
令和元年 6 月	研究計画時における質問紙調査
令和元年 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
令和 2 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
平成 31 年 5 月 ～令和 2 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
令和 2 年 1 月	研究論文提出時における質問紙調査
令和 2 年 3 月	ISS チャレンジ（SSH 部門）成果発表会における審査

③ 研究開発の内容

a.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。

b.研究内容

ISS チャレンジの概要は下表のとおりである。

項目	ISS チャレンジ
教育課程編成上の位置づけ・科目名・単位数	教育課程外の活動
実施対象学年	全学年
実施対象生徒数	ISS チャレンジにエントリーした生徒全員 1 年生：1 名，2 年生：41 名，3 年生：34 名 4 年生：19 名，5 年生：45 名，6 年生：9 名 合計 149 名

1 年生…中学 1 年生に相当，2 年生…中学 2 年生に相当，3 年生…中学 3 年生に相当
4 年生…高等学校 1 年生に相当，5 年生…高等学校 2 年生に相当，6 年生…高等学校 3 年生に相当

また、ISS チャレンジは下表のような流れで実施した。

平成 31 年 4 月 11 日	ISS チャレンジオリエンテーション
平成 31 年 4 月下旬	募集要項の提示
令和元年 5 月 22 日	研究計画書締切【1 次審査】
令和元年 6 月 11 日	研究実施説明会
令和元年 6 月上旬	物的支援対象審査
令和元年 5 月～令和 2 年 2 月	課題研究の実施、外部発表等の遂行
令和元年 10 月 30 日	研究経過報告書締切【2 次審査】
令和 2 年 1 月 14 日	最終論文締切【3 次審査】
令和 2 年 2 月 7 日	評価フィードバック、ファイナリスト・セミファイナリスト発表
令和 2 年 2 月 22 日	公開口頭発表会【4 次審査】
令和 2 年 3 月 23 日	表彰（修了式）※

※新型コロナウイルスの影響により、表彰は新年度になってから開催することと変更した。

c.方法

c-(1)ISS チャレンジ生徒研究成果発表会（公開口頭発表会）

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。

- ・日時：令和 2 年 2 月 22 日（土）8:45～12:20
- ・参加者：3,4,5 学年（中 3, 高 1, 2）生徒（全員）、1,2 学年（中 1,2）生徒（任意参加）、保護者
- ・発表者：ファイナリスト 4 件 司会進行：ISS チャレンジ SSH 部門エントリー有志生徒
- ・発表時間：20 分（質疑応答を含む）
- ・使用機器：プロジェクタ、パワーポイント等の PC 機器
- ・発表タイトル一覧（発表順）：

アントシアニン分解能力をもつ腸内細菌の探索	3 名(高 2)
人工宝石の製造	3 名(中 3)
積分ゼータ関数の拡張	1 名(高 2)
セイロンベンケイソウの不定芽発生	1 名(高 2)

なお、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。

- ・評価用紙：

見学生徒は、ファイナリストの発表に対し評価を行った。評価の詳細は「関係資料 6 ISS チャレンジ SSH 部門 審査について」を参照。

c-(2)支援制度

c-(2)-1 人的支援

昨年度までに引き続き、今年度も本校の課題研究の取り組みについてよく理解している卒業生に研究支援を依頼した。長期休暇中などに来校してもらい、研究方法や論文作成の相談やアドバイスをこなってもらった。また、1 月の生徒の論文提出後には、それぞれの論文について添削してもらい、生徒へのフィードバックを行った。

c-(2)-2 物的支援

ISS チャレンジ SSH 部門にエントリーした 58 研究のうち、研究計画書提出とともに物的支援要求書を添付した研究チームに対して、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。

d. 検証

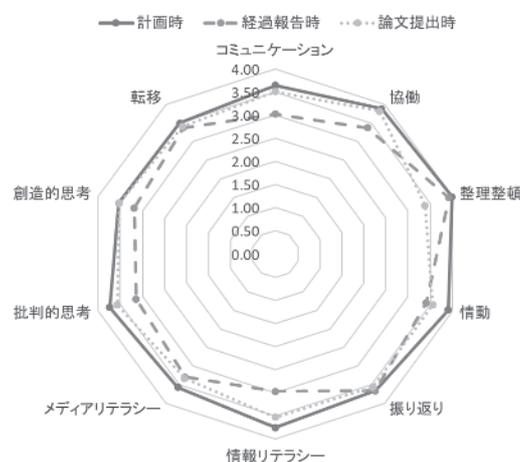
d-(1) 質問紙調査による ATL スキル¹の伸長の定量化

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。

質問紙調査は、ISS チャレンジ参加者 149 名を対象として、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回実施した。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。項目毎の平均値、標準偏差は下表に示す通りである。

ATL に関する質問紙調査結果

ATL の分類	計画時	経過報告時	論文提出時
コミュニケーション	3.65	3.02	3.51
協働	3.88	3.37	3.81
整理整頓	3.99	3.92	3.38
情動	3.91	3.41	3.56
振り返り	3.65	3.66	3.56
情報リテラシー	3.76	2.98	3.54
メディアリテラシー	3.57	3.29	3.32
批判的思考	3.74	3.14	3.57
創造的思考	3.54	3.19	3.53
転移	3.49	3.37	3.40



3回の調査結果の各項目の平均値を比較した表と図を示した。

「振り返り」を除き、研究計画時に比べ、研究経過報告時に値が低くなっていることがわかる。

特に、「コミュニケーション」「情報リテラシー」「批判的思考」で顕著である。「コミュニケーション

¹ ATL スキル

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」2016年。

ョン」では「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」、「情報リテラシー」では「さまざまな情報を関連付けることができた。」「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」、「批判的思考」では「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。」「多角的なものを見方に基づき、アイデアを検討することができた。」という項目で、特に下がっていた。最初に計画を立てる段階では、これらの ATL に関して自己評価を高くしていたが、実際に課題研究を進める中で、関連する先行研究等のレビューを思うように進めることができなかつたり、多角的に自らの研究を見直し、検討することができていなかったものと推測される。

しかし、これら3つのATLは、研究経過報告時に比べ、論文提出時では、やや値が高くなっていることがわかる。上述したような反省点があることを自覚し、その後の課題研究活動で改善するよう努力したのではないか。他に「協働」の「他者の見解や考えに積極的に耳を傾けることができた」や、「創造的思考」の「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」でも、やや値が高くなった。課題研究が終盤になり、研究の結論を構築する段階、具体的には最終論文の執筆の際に、他者とよく議論し、既存の知識とのつながりを考え、自らの課題研究の社会的な価値を再認識するような活動を行ったことで、これらの項目の値が上がったものと考えられる。

d-(2) ISS チャレンジエントリー数の推移

ISS チャレンジは生徒課題研究を推進するか、といった仮説の検証を、エントリー数の推移から検証する。

下表は、ISS チャレンジのエントリー数の推移と、研究者の内訳を表したものである。

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
58件	63件	57件	65件	34件	21件

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

今年度は1学年の参加人数が非常に少なくなってしまったため、合計人数が昨年度と比べて少なくなりました。次年度以降、1年生の参加を促す手立てを打つことが必要である。また、2学年以上の生徒の人数は、あまり増減せず、安定していることがわかる。ISS チャレンジに複数回エントリーしている生徒もいる一方で、初参加の生徒・グループもあり、課題研究に対して意欲的に取り組もうとする生徒が一定数いることがわかる。よって、ISS チャレンジの開催は、生徒課題研究推進について一定の効果があるものと考えられる。

(2) スタディーツアー等

SSH 指定 1 期目の 5 年間に於いて、課題研究のためのフィールド調査や現地インタビューの実施を希望する生徒が多いたことを受けて、2 期目よりスタートさせた研究開発である。生徒企画によるスタディーツアーという位置付けだが、本年度は試行のため教員主導で行った。

① 研究開発の課題

仮説 1, 2 における実践のスパイラルによって活性化された生徒の主体的な研究活動の場として、スタディーツアーを実施した。本年度は、放射線や高レベル放射性廃棄物の地層処分問題をテーマとした生徒研究の研究活動の一環として、地下水放射線実験講座、幌延深地層研究センターの見学、京都大学エネルギー科学研究科への訪問、中学生サミット in 京都への参加、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研修会 in 六ヶ所村への参加等を行った。

② 研究開発の経緯

放射線実験講座に関わる経緯	
令和元年 5 月 27 日(月)	地下水放射線実験@本校物理実験室
令和元年 6 月 13 日(木)	地下水放射線実験@本校物理実験室
令和元年 6 月 28 日(金)	地下水放射線実験@本校物理実験室
令和元年 7 月 26 日(金)	地下水放射線実験@本校物理実験室
令和元年 10 月 24 日(木)	地下水放射線実験@本校物理実験室
令和元年 11 月 20 日(水)	地下水放射線実験@本校物理実験室
令和 2 年 3 月 10 日(火) ～12 日(木)	岡山スタディーツアー @岡山市「おまちアクアガーデン」、岡山理科大学 →新型コロナ感染拡大の影響により中止した。

地層処分問題関連に関わる経緯	
令和元年 6 月	一般財団法人 原子力文化財団 選択型学習支援活動への応募および支援決定
令和元年 7 月 7 日	NUMO(原子力発電環境整備機構) 実松氏の講演会を実施
令和元年 7 月 28 日～29 日	幌延深地層研究センターの見学
令和元年 8 月 20 日	京都大学エネルギー科学研究科への訪問
令和元年 8 月 21 日～22 日	中学生サミット in 京都への参加
令和元年 8 月末	参加者への質問紙調査
令和元年 12 月 20 日～21 日	高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研修会 in 六ヶ所村での発表

③ 研究開発の内容

a. 仮説

仮説 1, 2 における実社会とつながった授業や講座、課題研究や理数探究活動の経験から、SOCIAL CHANGE の視点が見出され、生徒の主体的な活動へとつながる。

b. 研究内容

放射線実験講座

対象学年・実施対象生徒	高校生を中心とする希望者
実施日時	令和元年 5 月～令和 2 年 3 月
実施場所	本校物理実験室、練馬区役所、岡山市等

担当講師	大西和子先生 東京学芸大学教員養成開発連携センター専門研究員
教育課程編成上の位置づけ	希望者対象の講座のため、教育課程外の取組みとなる。

地層処分問題関連

対象学年・実施対象生徒	高校生を中心とする希望者
実施日時	令和元年6月～12月
実施場所	幌延深地層研究センター、京都大学エネルギー科学研究科、京都教育大学附属中学校、六ヶ所村等
教育課程編成上の位置づけ	希望者対象の講座のため、教育課程外の取組みとなる。

c.方法

放射線実験講座は、希望者を募り、学校での継続的な実験講座を経て、岡山でのフィールド調査を実施するものであった。地層処分関連の活動は、昨年度からの継続活動となるが、高レベル放射性廃棄物(いわゆる「核のゴミ」)の地層処分問題について、学び、考え、議論する機会として、各地へスタディーツアーをしてフィールド学習を行った。本活動は、一般財団法人原子力文化財団の支援によるものである。



NUMO 実松氏の講演



幌延深地層研究センター見学



中学生サミット



京都大学エネルギー科学研究科



中学生サミットでの議論



六ヶ所村での研修

図1 スタディーツアーの様子

d.検証

参加生徒へのアンケート調査(5点法)の結果は以下の通りである。

授業で学んできた科学への理解を深めることができた。	「科学の方法」を学ぶ機会になった。	科学技術と人間生活との関わりについて深く考えた	SOCIAL CHANGE の視点が見出された
4.0	3.5	3.5	4.5

自主的に参加した講座やフィールド調査であったこともあり、生徒の意識の変容からは良い結果が得られている。今後はこの活動をより拡充していきたい。

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をもたらし科学技術人材の育成」であり、主体的にとりく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しているが、2期目の初年度は、「学びの本質」や「学びの主体性」及び「社会変革をもたらす科学技術人材の育成」の視座からその効果を総合的に評価するために、生徒・保護者・教員の三者が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を評価したい。

令和元（2019）年12月から令和2年1月にかけて生徒・保護者・教員を対象として実施した学校評価アンケートから該当項目を抽出して評価した。

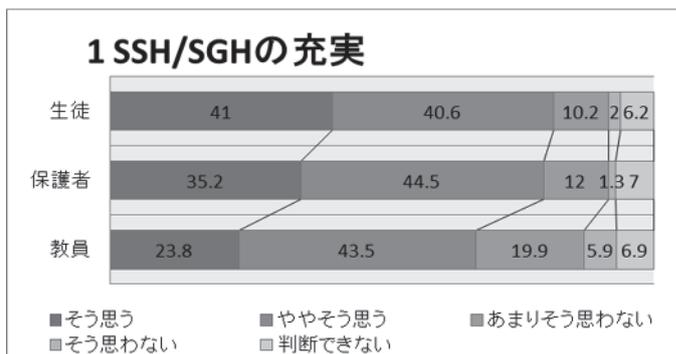
生徒：716人/738人中（1～6学年） 令和元（2019）年12月24日（実施・回収）

保護者：629人（1～6学年）令和元年12月24日（配布）～令和2年1月7日（回収）

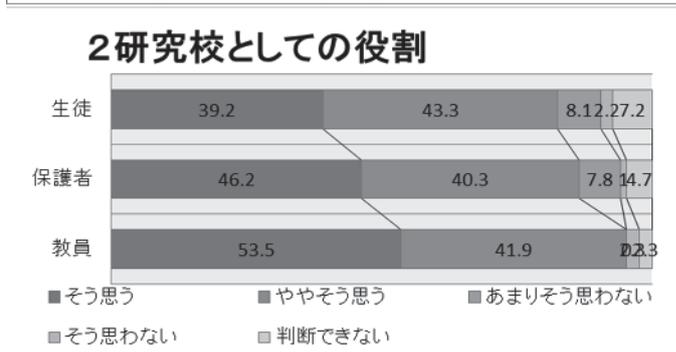
教員：43人/52人中 令和元年12月20日（実施・回収）

方法：個人の意識調査である。項目毎の設問に対して、「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したがい回答する。

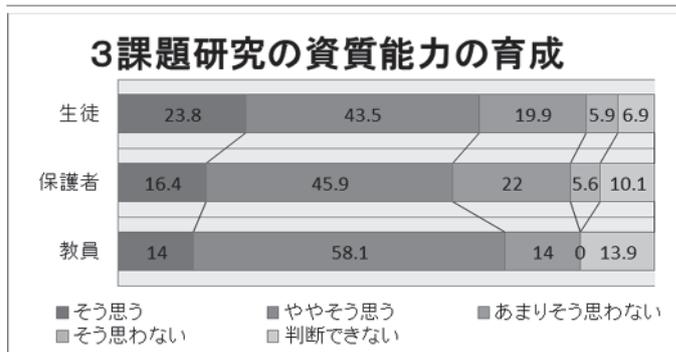
（1）本校の教育研究開発事業に対する生徒・保護者・教員の認識について



グラフ1は設問「SSH/SGHとして充実した教育が行われている」に対する回答者グループ毎の比率を比較したものである。文部科学省の指定を受けて本校で実施している教育研究開発としてSGHと合わせて問うたものであるが、教員が認識しているより、生徒の方が充実していると認識していることがうかがえる。



グラフ2は設問「学校は社会に対して特色ある研究校としての役割を果たしている」に対する回答者グループ毎の比率を比較したものである。相対的に教員の認識が高くなっているのは、各教育委員会などから年間を通して受け入れているIB派遣研修教員等の教員研修にともなう学校としての実績などが反映されている可能性がある。生徒・保護者ともに8割が研究校としての役割を認識していることは、生徒に直接還元されるSSHを始めとした教育研究の実質的な成果の表れと考えることができる。

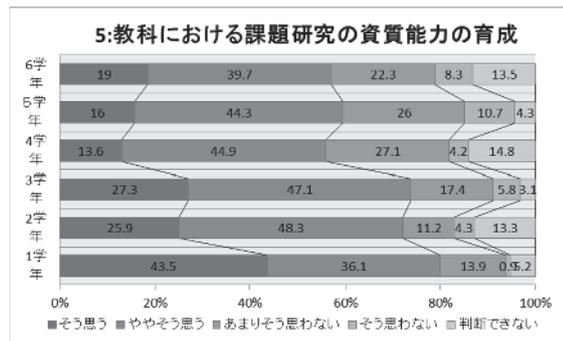
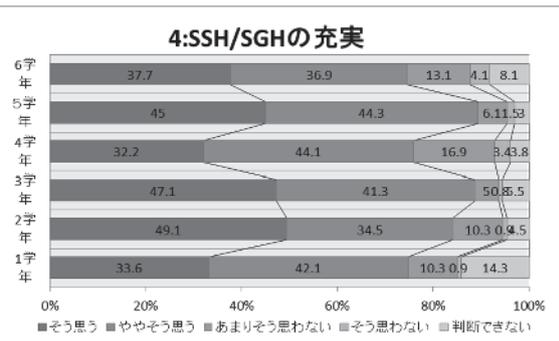


グラフ3は設問「教科で課題研究に必要な資質能力の育成がなされている」に対する回答グループ毎の比率を示したものである。生徒・保護者をふくめて過半数が教科指導をとおして課題研究が意識されていることがうかがえ、ISS チャレンジや課題研究 I・II のように課題研究そのものを扱う時間だけでなく SS 科目など教科指導を通じて課題研究のスキル等が生徒ともども意識されていることがうかがえる。

(2) 学年における生徒の認識の様相について

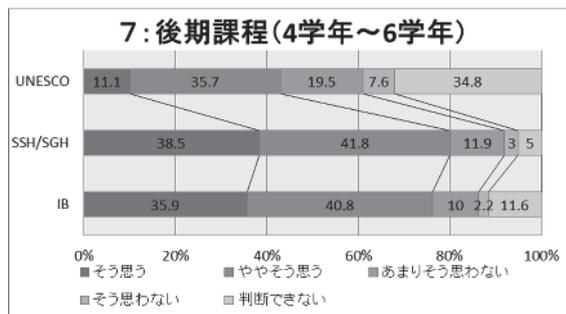
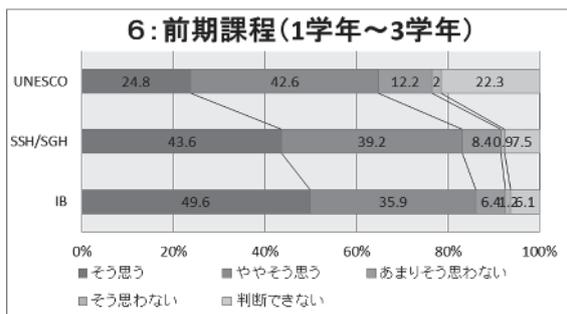
グラフ4の「SSH/SGH に関わる教育の充実」の認識では、学年を超えて8割の生徒が充実していると認識している。ただし、初年度(中学1年)ではSSH/SGHのプログラムに関わる機会が少ないだけでなく、IB(全生徒がMYP)の初年度ということもあり、相対的に認識が薄いことが考えられる。4学年ではMYPの最終年度であり課題研究の時間に相当するところで、MYPの学びの仕上げとしてIBのレギュレーションに従い実施されるPersonal Projectに時間に割かれるなど、一時的に課題研究に関わる活動から遠ざかっていることも考えられる。

グラフ5の「教科指導における課題研究に関わる資質能力の育成」は相対的に前期課程の認識の方が高い傾向にある。前期課程の「国際教養」の時間では課題研究等に関わる手法や技能などを明示的にあつかう機会があるのに対し、生徒個人毎の課題研究を行いながら実施を通してその手法や技能を自学したりメンター等から学び取る後期課程のあり方と対照的に捉えられている可能性がある。



(3) 教育研究開発事業の認識の相対的な位置づけについて

本校の特徴として学校全体で取り組んでいる3つの事業「ユネスコスクール」「SSH/SGH」「国際バカロレア (IB)」の取り組み具合について、生徒が相対的にどのように認識しているか評価する(グラフ6・7)。前期課程(1~3学年)では、相対的に国際バカロレアIBの認識が高い((2)のグラフ4を参照)、それに対して後期課程(4~6学年)ではSSH/SGHの認識が相対的に高まっていることが分かる。後期課程に開設されているSS科目やSSIB講座等の教科指導および課題研究I・IIなどの教育課程に位置付けられた取組に合せて、ISSチャレンジ(課題研究推進プログラム)等の各種事業に係る認識が高まっていることが推測される。



5章 校内におけるSSHの組織的推進体制

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スーパーサイエンスハイスクール委員会（SSH委員会）を設置しSSH事業を推進している。図1に校内組織を示す。

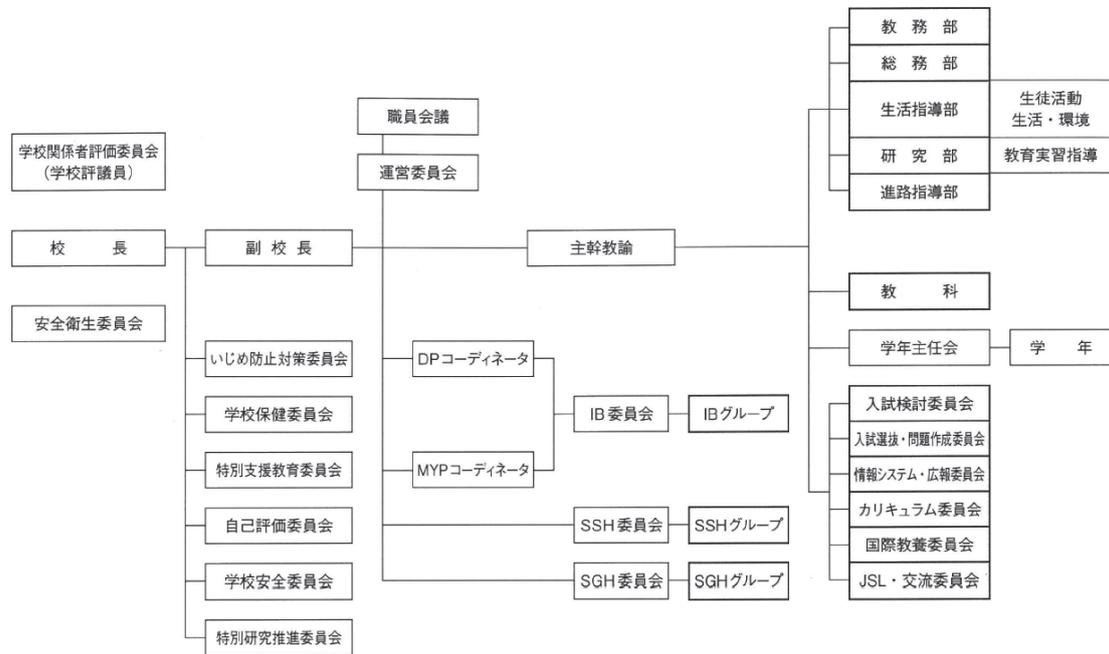


図1 校内組織図 (2019年度)

SSH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、SSH委員長は特別研究推進委員会に所属（今年度は研究主任も兼任しているため特別研究推進委員会のとりにまとめも担っている。）し、校内全体の研究推進との連携をはかっている。

特別研究推進委員会は、校長・副校長・主幹教諭・研究部主任（実務担当責任者）・IB委員長・DPコーディネータ・MYPコーディネータ・SSH委員長・SGH委員長・国際教養委員長で構成され、本校の特別研究（IB・SSH・SGH）を推進するために必要な連絡・調整を行い、各研究開発事業の協働・協力体制の強化をはかっている。また、各研究開発事業（SSHを含め）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、研究開発の企画及び実践を行っている（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活動に関わる企画立案及び運用を担っている（仮説2）。また**SGH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。

SSHグループは、SSHに関わる各事業の実行組織として11名の教員で構成される。SSH委員会の傘下に位置し、SSH部門の課題研究の指導（メンターとして）、論文審査を行う。また、SSHに関わる各種事業の生徒引率等を行う。

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

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

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) 授業研究会での公開授業の実施

令和元年度に授業研究会を開催し、SS科目としてSS物理基礎およびSS数学IIの授業を公開した。これらの授業は「教科横断的な視点を取り入れた数学と理科の授業」のテーマのもと、教科間連携を意図した授業構成となっている。

実施日時：令和元年11月22日（金）

対象生徒：本校5年1・2組30名（男子13名，女子17名）

授業者と単元：1コマ目 西村 壘太（SS物理基礎） 単元「力と運動」

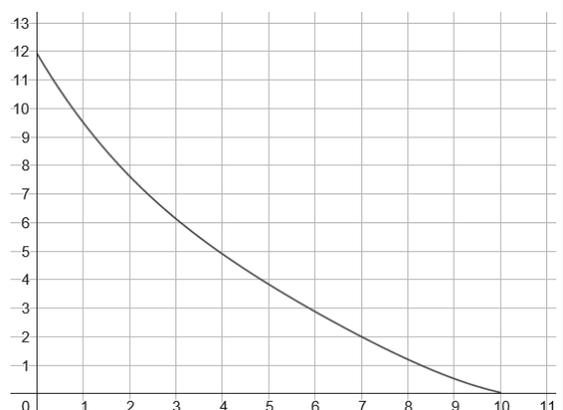
2コマ目 小林 廉（SS数学II） 単元「極限と微分積分の考え」

授業での提示課題（SS物理基礎）

先日、授業で使おうと思い、W棟3階の非常階段から中庭の地面まで、500gのおもりを自由落下させ、その運動の記録を記録タイマー（交流50Hz）と記録テープで測定する実験を行った。しかしうっかりして、記録タイマーの一部を紛失してしまった。この記録テープは、落下し始めたところでも、落下し終わったところでもなく、途中の部分である。落下し始めてから地面に着くまでにかかった時間は、ストップウォッチで測定していたので、1.2秒程であるとわかっている。この記録テープを使って、地面からW棟3階までの高さを調べられないだろうか。

授業での提示課題（SS数学II）

次の図は、車がブレーキをかけはじめてからの、時間と速度の関係を表したものである。ブレーキをかけはじめてから止まるまで、車の位置はどのように変化するだろうか？時間と位置の関係をグラフに表してみよう。ブレーキをかけ始めたときの位置を0mとする。



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

仮説ごとに整理して記述する。

	問題点もしくは今後の課題	改善策
仮説1	SS科目の開設について 1期目からの継続の研究開発となるので、各科目とも探究的な学びを実現すべく様々な取り組みを積み重ねてきた。これまでは、生徒の資質・能力の伸長を授業担当教員の直感や生徒への質問紙調査から分析してきたが、より精緻な分析方法を開発することが現時点での課題である。	→総括的評価課題の観点別評価と資質・能力の対応関係を明確にし、分析に活かす方策を研究開発する。
	SSIB講座 本校で導入している国際バカロレアディプロマプログラム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。その特徴を活かしながら、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。	→「目標・指導・評価」一体型の単元設計をとる際に、文科省の提示する3つの観点との対応を明確にすることを心掛ける。
仮説2	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。	→生徒自身が不足している力を認識していることは1つの成果とも考えられる。一方でそれを克服するためには、課題研究における指導教員との関わり方を改善していくことが必要である。
	理数探究活動 中高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。その分探究活動の幅も広く、多くの視点で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の検証が実施しにくい。	→各活動に共通のルーブリックを作成したり、共通の質問紙調査を実施するなどして、一貫して測る項目を明確にしていく。
仮説3	SOCIAL CHANGEの視点 この1年を通して、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。生徒たちの企画の甘さもあるが、学校のシステム上の課題もある。	→スタディーツアーの本格的実施も含め、生徒の自主的な活動への支援を充実させる。

関係資料 1 教育課程表

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					古典B			家庭基礎	
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)	国語 ・現代文B(2) ・古典A(4) ・古典B(2) ・国語表現(2) ・日本語理解(2)	Japanese A Literature HL		
6									
7								地理A	日本史A
8									
9	数学	数学	数学	SS数学 I	SS数学 II	地理歴史 ・世界史B(4) ・日本史B(4) ・地理B(4) ・世界史特講(2) ・日本史特講(2) ・地理特講(2)	Japanese A Literature HL		
10									
11									
12								理科	物理基礎1
13	生物基礎1	生物基礎2							
14			地学基礎1	化学基礎2					
15	音楽1	地学基礎2			化学基礎2	SS生物基礎	SS物理基礎	外国語 ・C英語Ⅲ総合(2) ・C英語Ⅲ演習(2) ・英語表現Ⅱ総合(2) ・英語表現Ⅱ演習(2)	English A Lang&lit HL / English B HL
16			美術1	音楽2					
17	美術2	美術3			体育	体育	国際 ・国際A(2) ・国際B(1)		
18			保健体育	保健体育				保健体育	保健
19	技術1・家庭1	技術2・家庭2			技術3・家庭3	芸術	保健		
20			英語	英語				英語	C英語 I
21	英語	英語			英語	英語表現 I	理科 ・ SS物理(5) ・ SS化学(5) ・ SS生物(5) ・ SS地学(3) ・ SS地学基礎(2)		
22			LE	LE				LE	情報の科学
23	国際 教養 (含HR)	国際 教養 (含HR)			国際 教養 (含HR)	道徳	Global Issues フランス語 ドイツ語 スペイン語 中国語 韓国・朝鮮語		
24			道徳	道徳				IM	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
25	情報	国際2 (理数探究活動 を含む)			国際3 (理数探究活動 を含む)	国際 教養	パーソナル プロジェクト		
26			国際 教養 (含HR)	国際 教養 (含HR)				国際 教養 (含HR)	国際 教養
27	学級活動	学級活動			学級活動	HR	HR		
28			学級活動	学級活動				学級活動	HR
29	学級活動	学級活動			学級活動	HR	HR		
30			学級活動	学級活動				学級活動	HR
31	学級活動	学級活動			学級活動	HR	HR		
32			学級活動	学級活動				学級活動	HR

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。
 ③4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 テーマ一覧	
1	Google Earth Engineを用いた津波被害予測プログラムの作成
2	LINEbotを使用した人間のように会話できる会話ボットの開発
3	アカハライモリと天候の関係
4	アスタキサンチンを生成する生物を比較する
5	アミラーゼ活性のあるバクテリアの同定
6	エビとクビレズタの複合洋食
7	お茶の代替としてのしそ茶 -新しいお茶が見出す価値とアイデンティティー-
8	カルピスを極める
9	キサンタンガムの熱安定性 (Heat Stability of Xanthan Gel)
10	キムワイプから学ぶ紙製品の仕組み
11	コーヒー豆の抽出粕を用いた消臭方法に関する研究
12	スタビライザー・ジンバルの実生活への応用
13	スポーツアプリの制作-運動部の中・高校生の問題解決に対するアプローチ-
14	スマートフォンを用いたバナナの糖度推定
15	トランプの最適なシャッフル
16	バイオインフォマティクスを用いたうつ病の解析
17	人の歩行動作についてのアドバイスの提案
18	ひとを魅せるデザイン
19	フライングディスクの軌道
20	ポリフェノールの抽出とその活用 多種多様な食品とその調理法の違いによるポリフェノール含有量の違い
21	液垂の発生に影響する要素とは
22	音の影響による植物の生理作用の変化
23	海の環境とそこに住む生物の関係性
24	外国人が心地よく過ごせる日本づくり～食～
25	楽曲中ドラムの自動採譜
26	蟻がTNTを運ぶ原因の解明 -窒素化合物と蟻の行動学-
27	蟻酸による蟻の仲間の分別の仕方を利用した、異世帯コロニーの作成
28	暁新世野田層群港層産立樹幹化石の解剖学的分類と古環境再現
29	御朱印収集支援ソフトの開発2
30	高校生の生活習慣から学ぶうつ病の原因と追求 寝る前の行動から睡眠の質を高めるためにできることとは？
31	高速フーリエ変換を用いたヒット曲の分析
32	雑草の生命力の有効活用 カフェインによるアレロパシー効果の実用化を目指して
33	自転車の事故防止のアイデア
34	浄水方法としての塩素殺菌の有効性とは
35	食品中の鉄分とルミノール反応 5年目の挑戦
36	新たな忘却曲線と効率の良い記憶法
37	人の関心を惹く動画の撮影技法と編集技法
38	線香花火に色を付ける
39	大腸菌Rex01の未知数な可能性
40	短期記憶を最大限に発揮する環境とは
41	昼食後の睡眠に適した枕の開発
42	直火式エスプレッソマシンを用いたコーヒー抽出の最適解を見つける
43	透過ディスプレイの効率的な作り方とその利用性
44	動画から読み取る安価かつ簡単なボールの軌道算出方法
45	日本で売れる車の条件とは？
46	尿が跳ねない便器の考案
47	発展途上国における木造建築の耐震構造について
48	編み物に適した環境づくりとは
49	琥珀から考える生物の進化

関係資料 3 運営指導委員会の記録

<第1回> 2019年8月28日/14:00~/ミーティングルーム

【挨拶など】

校長, 参加者

【事業方針】

2期目について説明

SSHは研究開発であるので、仮説を立てて検証をしていく。

本校では仮説を3つ立てている。

1期目よりも焦点化・深みを出した仮説となっている。

1つ目の仮説については、SS科目(数学・理科・家庭科)の探究型の授業について検証していく。

2つ目の仮説については、自発的・主体的に課題研究に取り組ませるための検証をしていく。(具体的には、時間割内への設定、SSHチャレンジの実施、計画・実施・分析のサイクルの短期間化、ルーブリック評価の分析 など)

3つ目の仮説については、仮説1・仮説2によって行われる生徒の主体的な研究によって生み出されるものを社会に役立てていく視点をもたせること。

それに対する文部科学省からの指摘は以下の3つである。

1. 国際基準のカリキュラムを積極的に取り組みこと。
2. SGH事業にどう組み込んでいくか。単にSGH事業が終了するだけの整理にならないようにすること。
3. 取り組みの成果を他校に波及していくこと

【質問・意見交換など】

*他校の生徒も本校独自の教科書は使うことはできるのか。

・販売をしている。

*SOCIALCHANGEについて

・さまざまな生徒の取り組みが社会につながっている、社会に役立つ、社会に変化を与えうるという道筋をつける。

・定量化するときのものさしになりやすいのではないか。

*SGHとのかかわりについて

・SGHの事業自体が終了することとなっている。これについて本校独自に考えていかなければいけない部分がある。文科省でWWLというプログラムが動き始めているが、SSHと同時に申請をすることができないため、今年度に向けてはSSHの申請を行った。

・今後、文系・理系のどちらにも関わるような内容が重要になっていくだろう。

*大きくSOCIAL CHANGEというのを出していくのであれば、育てようとしている学習者像を明確にしたほうがよいのではないか。

*定量化した評価をしていくための視点

・どのような生徒を育てようとしているのかを明確にしたほうがよい。

- * 社会を変えようという視点は大事だが、長いスパンで見えていかないとわからないことも多い。
卒業時の志し、大学に入った OB・OG、社会に出ていくときの進路決定など、そこまで追うのかどうか。
授業で課題研究をただけの生徒と、それにプラスして（ISS チャレンジなどの）有志・部活等でも行っている生徒の違いを見ていく、とか。
- * 主体的に取り組み能力や視点を育てていくフレームワーク，SOCIALCHANGE へのつながり
 - ・ どのような時期のどんな指導や経験から（課題研究や ISS チャレンジへの）主体性に結びついていくのか、データとして出てくればいいのだが…。
 - ・ 中高一貫の強み（後期課程の生徒の活動を見ていて、やってみようと思う前期課程の生徒は多いだろう）
- * テーマ設定の方法
 - ・ 先行研究をチェックしてからエントリーすることにはなっているが、チェックしきれていない生徒も多い。場合によってはメンターの教員と相談して別のテーマになることもある。
- * 研究環境
 - ・ JST からの予算，大学や研究機関との連携
- * 生徒の最近の活動について
 - ・ SSH 神戸：ポスター発表賞を受賞
 - ・ 福島スタディーツアー
 - ・ 放射線教室の実施
 - ・ 高レベル放射性廃棄物の地層処分問題への取組み（北海道幌延）
 - ・ 中学生サミットへの参加（京都）
 - ・ SSIB 講座（大学で DP 化学）
- * これから 5 年間の進め方（1 期と違うところ）
 - ・ 1 期目の仮説が検証や分析のしにくいものだったため，2 期目はカリキュラムマネジメントとも絡めて分析しやすい仮説とした。
資質能力を図る手法として IB の手法や質問紙を用いる 等。
- * どのような検証がよいのか。
- * 一人一人の SOCIALCHANGE をどのように検証していくのか，というのは難しいことだが，過去の日本を見ていると，SOCIALCHANGE は起こっていたのではないか。
- * 科学者の英語力の向上が大切。

<第 2 回> 2020 年 2 月 22 日 / 13:30 ~ / ミーティングルーム

【挨拶など】

校長，副学長，SSH 担当教員

【活動報告】

* SSH の研究に関するスライドショー

* 数学科より

一方的に概念を与えるのではなく，探究を通して，概念を獲得する。
オリジナルテキストを作成し，使用している。

前期課程＋4年生分の教科書は完成していたが、後期課程はまだできていなかった。

5・6年の教科書の内容について、検討している事項を紹介。

最低月1回の数学研究会にて、議論を重ねている。まとまって時間をとって、議論できる日を用意。

統計的な処理を系統的に指導していきたいと考えている。

*理科より

SS科目に関する取組。

探究的な活動の重視は、IBでも新学習指導要領でも言われている。本校でも重視している。

6年間どのように探究に取り組んでいるのか、実験のデザインを詳述した報告書を作成中である。3月に完成。

【フリーディスカッション】

*プレゼン力や伝える力が高い。どのような指導をしているのか？

・授業に限らず、発表の機会が多い。「伝えたい」という思いを抱いたときに、その場を提供する。

*仮説→検証のち密さがある。どのように指導をしているのか？

・理科の授業において、毎年必ず2回は課題を立てて、実験をデザインをする機会がある。1年生は比較的簡単な課題を、高校生になると少しずつ内容も複雑になり、自分で行っていく。探究をしていくことに抵抗はないと考えられる。

*どうやって着想を得ているのか。

・最初にどこでその着眼点があったのか、わからない。意図的に与えているわけではない。着想で研究の大部分が決まる中、そこをどうやってクリアしていくのか。4月に相談会をする。どうやって研究にしていこうかと、難しそうだなと思いながらも話を進めていく。本当の原石は子供たち。挫折する経験が大切なのは。それを学校で蓄積していけば、よいのでは。うまくいかなかったとき、次に行くときには必ず経験を生かしているだろう。最後まで残る、3年、30年持つ研究はそうそうない。だからこそ、挫折したスキルが必要。時期尚早だったのか、テーマが難しかったのか。これだけの母集団でさまざまなケースが出てくるのは、他校では得られないのではないか。身近なものは、子供たちらしい。サイエンスであっても、SGH的なものでも、身近であることがよい。数学の研究の着想は、数学が好きで中学校段階で、高校の範囲まで学んでいたと思われる。一方で、数学界で既知の事実なのか、どこまでがオリジナリティがあるのかがわからなかった。発表は痛々しいほど、工夫が見られた。

*研究が何年目であるとか、前年度までの課題、今年度の成果、今後の課題がわかりやすかった。

*ポスター発表の積極性がもう少し欲しい。

*プレゼン中の（引用・参考）の有無がバラバラ。あった方が望ましい。

*口頭発表での様子は、原稿なしで、非常に堂々としていて、よい。

【来年度以降、SOCIAL CHANGEにつながるためには】

*SGHとSSHの取組みには接点がある。「もったいない」気持ちをSGH的に解決する、SSH的に解決することやしていく。SSH、SGH、IBを相補的に行っていけばよいのではないか。チャレンジングに。並列で走っているからこそ、できることである。それこそ、SOCIAL CHANGEになるのではないか。サイエンスの研究だけでは難しいので、グローバルな視点で、方法をサイエンスで認められる。科学技術基本法「人文科学のみに関わることを除く」という文言が抜かれる。5・6月の審議で出ると考えられる。

- *海外で発表したり、フィールドワークをしたりするチャンスがあればよいのではないか。東南アジアとかアフリカとか。プレゼンは欧米でできると、チャレンジングである。
- *食育基本法でフードロスが入ってきて、テレビや新聞でも取り上げられている。海外では、賞味期限切れは、すごく割引した値段で年金生活者に売っている。そういったことを子供たちがやってくれれば、注目もされるのではないか。デパ地下は日本だけ。ここに対するアプローチはどうだろうか。事業ごみを減らす取り組み。
- *ゼータ関数と SOCIAL CHANGE の取組みをどう解釈するか。学問的価値を考えていくことも、SOCIAL CHANGE ではないか。どんなにおもしろいかと。これも大きな SOCIAL CHANGE。実用性だけではない。

関係資料 4 SS 理科における質問紙調査

アンケート用紙 (PSOW のアンケート)

1 学年 (中 1) から 4 学年 (高 1)
* 1～11 は 5 件法 (1 : そう思わない, 5 : そう思う) *14 以降は各評価規準に対して自由記述による回答
1. 観察・実験に積極的に取り組むことができた。
2. 理科の授業の中で、相互作用を通して思考やメッセージ、情報を効果的にやりとりすることができた。
3. 理科の授業の中で、他者とともに効果的に取り組むことができた。
4. 理科の授業の中で、複雑な情報を整理するために適切な方法を用いることができた。
5. 理科の授業の中で、前向きな思考を実践することができた。
6. 理科の授業において、効果的な学習に必要な新しいスキル、テクニック、方法を構想することができた。
7. 理科の授業において、解決策を特定し、情報に基づいた決定をするために、データを収集し、分析することができた。
8. 理科の授業において、さまざまな資料やメディア (デジタルソーシャルメディアやオンラインネットワークを含む) 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。
9. 理科の授業において、新しい情報や証拠に基づいて理解を見直すことができた。
10. 理科の授業において、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。
11. 理科の授業において、他の教科や学問分野を関連づけることができた。
12. ○学期の理科の授業を通して、あなたに身に付いたスキルは何ですか? (複数回答可)
13. 実験をデザインし、実行するときに、今のあなたに必要なと思うことは何ですか? (複数回答可)
14. 評価規準○「○○○○」に対する振り返りを記入してください。
規準 A : 知識と理解 規準 B : 探究とデザイン
規準 C : 手法と評価 規準 D : 科学による影響の振り返り

5 学年 (高 2) から 6 学年 (高 3)
* 1 は 5 件法 (1 : 積極的に取り組めた, 5 : 積極的に取り組めなかった)
* 6 以降は各評価規準に対して自由記述による回答
1. 観察・実験に積極的に取り組むことができましたか?
2. ○学期の実験・観察を通して、あなたに身に付いたスキルは何ですか? (複数回答可)
3. 実験をデザインし、実行するときに、今のあなたに必要なと思うことは何ですか? (複数回答可)
4. 理科に関連する課題研究を実施するときに、最も重要だと思う項目を 1 つ選んでください。
5. 理科に関連する課題研究を実施するときに、あなた自身が苦勞しそうだと思うことは何ですか? (複数回答可)
6. 評価規準○「○○○○」に対する振り返りを記入してください。
規準 A : 知識と理解 規準 B : 探究 規準 C : 実験観察の技能
規準 D : データ処理 規準 E : 評価 規準 F : 科学による影響の振り返り

関係資料 5 SSIB 化学講座における実験課題とその評価

実験課題：任意のエステルを合成する方法を立案し、合成・精製、生成物の同定を行う。

評価の観点：以下にループリックを示す。

<知識と理解>

0	この生徒は以下の説明に記載された基準に達していない。
1～2	選んだエステルの合成に際し、実験1～3で学んだ原理への理解が非常に乏しい。
3～4	選んだエステルの合成に際し、実験1～3で学んだ原理への理解を一部適用することができるが、その能力は低い。
5～6	選んだエステルの合成に際し、実験1～3で学んだ原理をほぼ理解し、概ね適用できている。
7	選んだエステルの合成に際し、実験1～3で学んだ原理を完璧に理解し、使いこなしている。

<分析と評価>

0	この生徒は以下の説明に記載された基準に達していない。
1～2	<ul style="list-style-type: none"> 生成物の収率を算出する方法を理解していない。 NMR スペクトルの読み取り方を理解していない。
3～4	<ul style="list-style-type: none"> 生成物の収率の算出方法はある程度理解しているが、正しく算出できていない。 NMR スペクトルの読み取り方をある程度理解しているが、正しくは読み取れていない。
5～6	<ul style="list-style-type: none"> 生成物の収率の算出方法を理解し、正しく算出できている。 NMR スペクトルの読み取り方を理解し、正しくは読みとれている。
7	<ul style="list-style-type: none"> 生成物の収率の算出方法を理解し、正しく算出できている。さらにその過程を示し、根拠を持って分析および評価している。 NMR スペクトルの読み取り方を理解し、正しくは読みとれている。さらにその過程を示し、根拠を持って分析および評価している。

<研究スキル>

0	この生徒は以下の説明に記載された基準に達していない。
1～2	<ul style="list-style-type: none"> 任意のエステル合成に対して、忍耐力、責任感、環境への配慮に欠ける。 実験方法、実験中の変化や測定結果の記録がほとんどない。
3～4	<ul style="list-style-type: none"> 任意のエステル合成に対して、忍耐力、責任感、環境への配慮に欠ける部分がある。 実験方法、実験中の変化や測定結果の記録が十分でない。
5～6	<ul style="list-style-type: none"> 任意のエステル合成に対して、忍耐力、責任感、環境への配慮を示し取り組むことができた。 実験方法、実験中の変化や測定結果の記録をほぼとることができている。
7	<ul style="list-style-type: none"> 任意のエステル合成に対して、忍耐力、責任感、環境への配慮を完璧に示し取り組むことができた。 実験方法、実験中の変化や測定結果の記録を十分にとることができている。

ISS チャレンジ SSH 部門 審査について

ISS チャレンジ (SSH 部門) ファイナリスト (最終審査進出者) の研究成果発表を聴いて、評価しましょう。審査は Web 上で回答してください。SSH 委員会から配信されたメール、または以下の QR コードからリンク先に接続し、本日中に回答してください。



ISS チャレンジ 2019 (SSH 部門) のファイナリストの口頭発表は以下の通りです。

8:55~9:15	SSH 発表① 「アントシアニン分解能力を持つ腸内細菌の探索」 (5 年)
9:15~9:35	SSH 発表② 「人工宝石の製造」 (3 年)
9:35~9:55	SSH 発表③ 「積分ゼータ関数の拡張」 (5 年)
9:55~10:15	SSH 発表④ 「セイロンベンケイソウの不定芽形成の仕組み」 (5 年)

Web 上での回答項目は以下の通りです。発表を聞く際の参考にしてください。

観点 A 「研究テーマ」

観点 B 「実験・観察 or 分析のスキル」

観点 C 「論理的展開」

観点 D 「独創性」

観点 E 「プレゼン力」

発表に対するコメント

【審査用ルーブリック】

<SSH> 各評価観点の点数を入力し、各発表へのコメントをお願いします。

評価観点	点数・評価の目安	
A 研究テーマ	1	研究テーマが不明瞭であった。
	3	研究テーマが明確であり、何を研究しているのかがわかった。
	5	研究のテーマが明確にわかり、研究の社会的・学問的意義を感じた。
B 実験・観察・分析 or 数理処理スキル	1	実験・観察・分析 or 数理処理スキルが乏しい。
	3	実験・観察・分析 or 数理処理スキルが発揮された研究であった。
	5	実験・観察・分析 or 数理処理スキルが発揮され、非常にレベルの高い研究であると感じた。
C 論理的展開	1	研究結果に基づく結論への展開に一貫性がなかった。
	3	研究結果に基づく結論への展開が論理的であり、納得のいくものであった。
	5	研究結果に基づく結論への展開が論理的であり、妥当性・再現性も確保され、結論からつながる今後の課題も明確に示されていた。
D 独創性	1	独創性や新たな視点は、含まれていなかった。
	3	研究全体を通して、独創性や新たな視点が見受けられた。
	5	研究全体を通して、独創性や新たな視点が見受けられ、今後の研究の発展が楽しみであると感じた。
E プレゼン力	1	研究内容や成果が理解しにくい発表であった。
	3	発表の構成等に工夫がみられ、研究内容や成果が理解できる発表であった。
	5	発表の構成等に効果的な工夫がみられ、研究内容や成果がよく伝わる理解しやすい発表であった。

4年サイエンス・フィールドワーク 課題

November 12 2019
TGUISS 理科

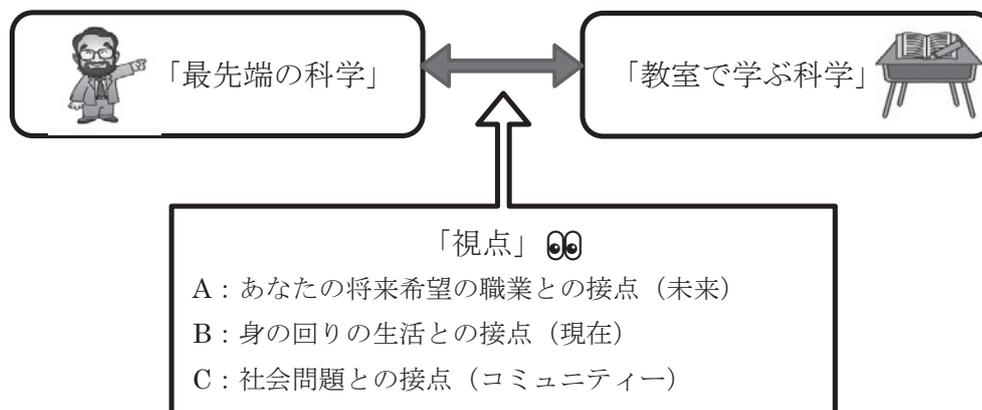
Inquiry Question

最先端の科学の発展は、私たちにどのような影響を与えているか？

いよいよサイエンスフィールドワークですね！

サイエンスフィールドワークでは、普段は見学できないよう施設や研究室を訪問することで、最先端の科学を見ることができます。これまで、理科の学習の中で何度も学習したように、科学の発展は多くの研究の蓄積の上に成り立つものであり、その研究の成果によって私たちの生活は確実に便利で豊かなものになっています。

今回のフィールドワークでは、「最先端の科学」と「教室で学ぶ科学」をつなぐものは何なのか？それをA~Cのいずれかの「視点」を持って、見てみましょう。



この経験を、MYP 理科の集大成として、以下の課題に取り組みましょう。

サイエンスフィールドワーク課題

以下の①~③を示し、さらにその3つの関係をわかりやすく表現し、Inquiry Question に対する考えも含めて、A4 1枚にまとめる。

提出物は、PDF ファイルに変換し、電子データとして提出すること。

① 「最先端の科学」として…

サイエンスフィールドワークで学んだこと。

写真や資料など具体的なものととも、何を学んだのかを説明すること。

② 「教室で学ぶ科学」として…

①で説明した事項が、これまでに学んだ科学のどの科目のどの内容とつながりがあるのかを示す。たぶん複数あると思います。

③ 「視点」として

上記のA~Cの視点から1つ選び、それについて具体的に示す。

★ ①⇔②、②⇔③、①⇔③の関係を、ていねいに説明すること。

★ タイトル、クラス・番号・氏名を必ず明記すること。

4年サイエンス・フィールドワーク 課題

November 12 2019
TGUISS 理科

3. 提出先

レポートの提出先は、Office365 の Onedrive 中の提出フォルダとします。

tguiss メールでリンク先のアドレスをお知らせします。

ファイルの名前は、クラス・番号・氏名がわかるように、以下の例に従うこと。

例) 4年1組23番 西村壘太さんの場合、

ファイル名は「4123_西村壘太_サイエンスフィールドワーク」とする。

4. 提出締め切り

令和元年11月29日(金)

この課題は、以下の評価規準で評価する。

・評価規準 D 科学による影響の振り返り

	規準 D の説明	この課題における評価規準の説明
0	この生徒は以下の説明に記載された基準に達していない。	この生徒は以下の説明に記載された基準に達していない。
1-2	<ul style="list-style-type: none"> i. 具体的な問題または課題への対処に科学がどのように用いられるかについて概要を述べる。 ii. 一つの要因と関係づけながら、具体的な問題または課題の解決に科学を用いることが与える影響についてその概要を述べる。 iii. 完全ではないが、科学用語を応用して理解したことを伝える。 iv. 完全ではないが、情報源を明記する。 	<p>①, ②, ③については示されているが、その関係が示されていない。もしくは適切でない。</p> <p>今回のサイエンスフィールドワークを通して、Inquiry Question に向き合うことができていないと思われる。</p>
3-4	<ul style="list-style-type: none"> i. 具体的な問題または課題への対処に科学がどのように応用され、用いられるかをまとめる。 ii. 一つの要因と関係づけながら、具体的な問題または課題の解決に科学とその応用を用いることが与える影響を記述する。 iii. 科学用語をときどき応用し、理解したことを伝達する。 iv. 情報源をときどき正しく明記する。 	<p>①, ②, ③について、具体的に示されているが、そのテーマが曖昧である。または、それぞれの関係に関する説明が曖昧である。</p> <p>Inquiry Question に対する考えが表面的であり、サイエンスフィールドワークの成果があまり現れていない。もしくは、MYP 理科の集大成としては完成度が低い。</p>
5-6	<ul style="list-style-type: none"> i. 具体的な問題または課題への対処に科学がどのように応用され、用いられるかを記述する。 ii. 一つの要因と関係づけながら、具体的な問題または課題の解決に科学とその応用を用いることが与える影響を論じる。 iii. 大抵の場合、科学用語を応用し、理解したことを明確かつ正確に伝達する。 iv. 大抵の場合、情報源を正しく明記する。 	<p>①, ②, ③について、焦点を明確にした上で、具体的に示し、それぞれの関係に関する説明も示されている。</p> <p>Inquiry Question に対する考えがサイエンスフィールドワークの成果とともに示されており、MYP 理科の集大成となる完成度の高い作品である。</p>
7-8	<ul style="list-style-type: none"> i. 具体的な問題または課題への対処に科学がどのように応用され、用いられるかを説明する。 ii. 一つの要因と関係づけながら、具体的な問題または課題の解決に科学とその応用を用いることが与える影響を論じ、評価する。 iii. 科学用語を一貫して応用し、理解したことを明確にかつ正確に伝える。 iv. 情報源を完璧に明記する。 	<p>①, ②, ③について、焦点を明確にした上で、具体的に示し、それぞれの関係に関する説明も明瞭である。</p> <p>Inquiry Question に対する考えがサイエンスフィールドワークの成果とともに示されており、MYP 理科の集大成となる非常に完成度の高い作品である。</p>

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1年次

2020年（令和2年）3月17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