

**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 —**



群馬県立前橋高等学校

〒371-0011

群馬県前橋市下沖町321番地1

TEL (027) 232-1155

FAX (027) 233-1046

URL : <http://www.nc.maebashi-hs.gsn.ed.jp/>

E-mail : maebashi-hs@edu-g.gsn.ed.jp

巻頭言

本校は、令和元年度にスーパーサイエンスハイスクールに指定され、今年度2年目を迎えました。1年目の取組を検証し、更なる充実・発展を目指して取組を始めようとしていた矢先、新型コロナウイルス感染症の影響が学校にも及び、3ヶ月という長期間の臨時休業となってしまいました。授業時数は大きく減り、多くの学校行事や部活動が中止や延期、内容の変更を余儀なくされ、それ以外のあらゆる事も大きく制約される1年となりました。このような中でSSH事業は、計画を大きく変更せざるを得ない状況でしたが、1学期が終わる頃から徐々に取組を始められ、職員と生徒が工夫しながら何とか活動を継続し、1月下旬には成果発表会を実施することができました。

本校のSSH事業のテーマは「society5.0の社会で必要とされるイノベーションを創出する「イノベータ」を育成する教育システムを開発すること」です。主な内容は3点で、①「充実した課題研究を実施すること」②「教科横断的なクロスカリキュラム授業の導入や「探究的な学び」を取り入れた授業の工夫等を通じて、授業の改善を進めること」③「「イノベータ」として必要な資質・能力を定量的に測定できる評価法の開発を行うこと」です。

運営指導委員会等では、それぞれについて主に以下のような御指導、御助言をいただきました。

①について

課題のテーマ設定が昨年と比較して改善され具体的になってきたが、テーマを解決するための適切な実験方法の考案やデータの確からしさの検証、考察などの研究の進め方に課題が残る。成果の発表についても、ポスターの作り方、著作権の問題を解決するための指導や科学的なコミュニケーション力を身につけるための指導を強化する必要がある。

②について

質問力や課題発見力を育成している点はよいが、発信力や表現力の育成も重要である。また、探究的な学習はじっくり考えさせることが大切であり、生徒同士が自身の考えを共有する時間も大切である。

③について

ルーブリック評価は教員の負担が大きすぎる場合がある。ルーブリックを利用した個人評価を完全に学生の自己評価だけで行っているなどの例がある。教員が継続して取り組むことができるように改善していくことが望ましい。

来年度に向け、いただいた御指導、御助言を検証し、イノベータを育成するために真に有効な教育システムを開発すべく、活動を充実・発展させていければと考えています。また、本報告書をご一読いただいた多くの皆様にも御指導、御助言をいただければ幸いです。今後の改善に役立てていきたいと思っております。

来年度は新型コロナウイルス感染症が収束に向かい、高いレベルでの課題研究・探究学習を実現し、全国の高校生とも一緒に切磋琢磨できる環境になることを祈っています。

結びに、SSH事業の実施にあたり、多大なる御指導をいただいております文部科学省、科学技術振興機構、群馬県教育委員会をはじめ、本校の取組を支えていただいております運営指導委員、大学、研究機関、群馬県庁、前橋市役所の皆様、そして御支援いただいた全ての関係の皆様にご心から感謝申し上げますとともに、次年度以降も引き続き御指導、御鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。巻頭の御挨拶といたします。

令和3年3月

群馬県立前橋高等学校長 二渡 諭司

目次

令和2年度SSH研究開発実施報告（要約）	3
令和2年度SSH研究開発の成果と課題	8
1章 学校の概要	14
2章 研究開発の課題と経緯	14
3章 研究開発の内容	
1節 事業報告	
1. 大学・企業・研究所との連携	
(1) 大学・企業・研究所オンライン研修	18
(2) 筑波研修	22
(3) 課題研究の指導	24
(4) イノベータ講演会	26
2. 国際化事業	
(1) 実用的な英語運用能力の育成	28
2節 カリキュラム研究開発	
1. 探究基礎	30
2. SS 物理基礎	33
3. SS 生物基礎	36
4. SS 情報科学	38
5. 科学探究Ⅰ・Ⅰ類	39
6. 科学探究Ⅰ・Ⅱ類	42
7. 探究総合	45
8. SS 物理	46
9. SS 生物	49
10. SS 化学基礎・化学	50
11. SS 地理総合	52
12. SS 家庭基礎	53
3節 探究的取り組み	
1. 課外活動 科学部	54
2. 各種コンクール等	55
4章 実施の成果とその評価	56
5章 校内におけるSSH組織的推進体制	66
6章 研究開発の実施上の課題および今後の研究開発の方向・成果の普及	67
関係資料	
1. 令和2年度教育課程表・学校設定科目一覧	69
2. 令和2年度探究基礎年間指導計画	70
3. 令和2年度科学探究Ⅰ・Ⅰ類年間指導計画	71
4. 令和2年度科学探究Ⅰ・Ⅱ類年間指導計画	72
5. 令和2年度探究総合年間指導計画	73
6. 令和2年度イノベータの資質・能力に係るICEルーブリック表	74
7. 令和2年度課題研究ルーブリック（科学探究Ⅰ・Ⅰ類）	75
8. 令和2年度課題研究テーマ一覧	76
9. 自己調整学習 学習方略の学び	78
10. 運営指導委員会の記録	79

群馬県立前橋高等学校	指定第 1 期目	1~5
------------	----------	-----

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							
課題①：イノベータに必要なベーススキルの獲得を促すプログラムの開発							
課題②：イノベータに必要な行動スキルの獲得を促すプログラムの開発							
課題③：イノベータに必要な認知スキルの獲得を促すプログラムの開発							
② 研究開発の概要							
これからの社会で必要とされるイノベータに必要な資質・能力を育成するため、以下の研究課題に取り組む。							
① 課題研究の中で CAPDO サイクルを回し、実験力を育成する指導法の開発と実践							
② 観察を行い、質問を考える中で、観察力や質問力を育成する指導法の開発と実践							
③ 新たな知識を創出するために必要な関連付ける力を育成するための指導法の開発と実践							
④ 英語運用能力を高め、グローバルなネットワークを構築する基礎力を育成するためのカリキュラム・指導法の開発と実践							
⑤ 論理的に表現する力を育成するためのカリキュラム・指導法の開発と実践							
⑥ 自己調整学習者としての資質・能力を育成するためのカリキュラム・指導法の開発と実践							
⑦ 批判的思考力を育成するためのカリキュラム・指導法の開発と実践							
⑧ 一連のSSH事業のイノベータ育成の観点からの効果を評価するための評価法の開発、及びイノベータ育成のための教育モデルの開発と普及							
③ 令和 2 年度実施規模							
実施規模は以下の通り。							
	1 年生		2 年生		科学部		
	生徒数	学級数	生徒数	学級数	1 年	2 年	3 年
普通科	281	7	279	7	11	11	5
(備考) SSH指定 1 期目 2 年であるため、対象は 1・2 年生全員、及び科学部活動所属の生徒になる。							
④ 研究開発の内容							
○研究計画							
5 年間かけて、以下の研究開発を行う計画を立てている。							
1 年次	SSH実施初年度に当たり、1 年生を対象に各実践、及び評価を行う。「探究基礎」、「SS」を付した科目では課題研究の手法の習得、及び研究課題⑧に係る、イノベータに必要な資質・能力の育成、そしてその評価を行う。得られた評価と事業毎に行うアンケート結果を基に事業評価を行い、次年度実施へ向けて事業の改善を図る。						
2 年次	SSH実施 2 年目に当たり、前年度の改善点も反映した上で 1 年次の事業を実施する。2 年次は「科学探究 I」、そして「探究総合」で自由なテーマ設定で課題研究を開始し、「SS」を付した科目と併せてイノベータに必要な資質・能力を育成し、そしてその評価も行う。初年度同様、1 年次、2 年次とも得られた評価データとアンケート調査の結果を基に事業評価を行い、次年度実施へ向けて事業の改善を図る。						
3 年次	SSH実施 3 年目で 1 つのサイクルが回ったため、一度これまでの事業の中間評価を行い、情報を発信する。3 年次も「科学探究 II」で課題研究を継続する。2 年次のポスター発表の際に各ゼミの代表グループを選出し、6 月にはそのグループによるプレゼンテーションを実施し、生徒研究発表会へ出場する本校の代表グループを選出する。その後は研究の成果を日本語の論文にまとめ、英語のサマリーの作成までを行い、残りの期間は小論文の作成を行って論理的に表現する力の向上に努める。「SS」を付した科目と併せてイノベータに必要な資質・能力を育成し、そしてその評価も行う。前年度同様、1 年次、2 年次、3 年次とも得られた評価データとアンケート調査の結果を基に事業評価を行い、次年度実施へ向けて事業の改善を図る。						

4 年次	これまで同様、各学年の各評価データとアンケート結果を以て事業の改善を行い、よりイノベータに必要な資質・能力の向上を図る事業へと更新する。
5 年次	SSH事業最終年度にあたり、これまで同様の各事業の実施に加え、得られた評価結果を基に 5 年間の事業全体を総合的に評価し、成果と課題を発信する。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

今年度は 1・2 学年対象であるため、以下の通り。

学科	開設科目	単位数	代替科目等	単位数	対象
普通科	探究基礎	1	総合的な探究の時間	1	1 学年全員
	SS 情報科学	2	情報の科学	2	1 学年全員
	SS 物理基礎	2	物理基礎	2	
	SS 生物基礎	2	生物基礎	2	
	科学探究 I	1	総合的な探究の時間	1	2 学年全員
	SS 家庭基礎	2	家庭基礎	2	2 学年全員
	SS 地理総合	3	地理B	3	
	SS 化学基礎	2	化学基礎	2	2 学年理系全員
	SS 化学基礎	3	化学基礎	3	2 学年文系全員
	SS 物理	3	物理	3	2 学年理系
	SS 生物	3	生物	3	いずれか選択
	SS 化学	2	化学	2	2 学年理系全員
	探究総合	1			2 学年希望者履修

○令和 2 年度の教育課程の内容

- ・「総合的な探究の時間」を課題研究を行う「探究基礎(1 年)」、「科学探究 I (2 年)」とし、課題研究の手法の学習から実施までを行った。
- ・「情報の科学」を「SS 情報科学」とし、課題研究を進める上で必要なデータの統計処理、及びイノベーション人材に必要な資質・能力を育成する、探究的な活動を行った。
- ・「物理基礎」、「生物基礎」、「家庭基礎」、「地理 B」、「化学基礎」、「物理」、「生物」、「化学」を「SS 物理基礎」、「SS 生物基礎」、「SS 家庭基礎」、「SS 地理総合」、「SS 化学基礎」、「SS 物理」、「SS 生物」、「SS 化学」とし、イノベーション人材に必要な資質・能力を育成する、探究的な活動を行った。
- ・「探究総合」を希望者選択の増単位対応の科目として設置し、さらに課題研究を深めたい生徒を対象に、探究的な活動を行った。

○具体的な研究事項・活動内容

※令和元年度実施内容についても記載するが、紙幅の関係で報告書本文に掲載できない取り組みも一部ある。

【大学・企業・研究所との連携】

- (1) 東京方面の大学・企業・研究所の専門家からオンラインで最先端の科学技術について学び、科学に対する興味・関心を高めるとともに、学習を深化させた。
- (2) 希望者を対象に、筑波の研究所を訪問して最先端の科学技術を体験し、科学に対する興味・関心を高めるとともに、学習を深化させた。
- (3) 課題研究の中間発表・成果発表において大学教員から指導を受け、研究を質的に向上させた。
- (4) イノベーション講演会を年に 2 回実施し、イノベーションの具体を知るとともに、イノベーションに対するモチベーションを向上させた。

【国際化事業】

- (0) 令和元年度は「Oxbridge 研修報告会」を実施し、平成 30 年度に Oxbridge 研修に参加した生徒達と経験を共有し、グローバル化に対する視野を広げた。また、令和元年度実施に向け、英語での表現力の育成を行ったものの、コロナ禍のため中止となった。令和 2 年度は企画すらできない状態であった。
- (1) 実用的な英語運用能力を培うため、英語関連授業を中心に英語の表現力の育成を行った。

【カリキュラム開発】

- (1) 「探究基礎」で課題研究を行い、課題研究メソッドの学習から実施までを行い、イノベーション人材に必要な資質・能力をはじめとする様々な資質・能力の育成を行った。
- (2) 「SS 物理基礎」で探究のサイクルを導入した授業やクロスカリキュラムの授業、そして知識構成型ジグソー法の授業を実施し、「実験力」や「関連付ける力」、「観察力」の育成を行った。
- (3) 「SS 生物基礎」でディベートや解剖実験を実施し、「批判的思考力」や「関連付ける力」、そして「観察力」の育成を行った。
- (4) 「SS 情報科学」でシミュレーション実験により、感染症の流行を防ぐための手立てについて検討する中で、「関連付ける力」の育成を行った。また、課題研究を進めるために必要な文章作成、データの統計処理、グラフ化、そしてポスターの作成等、基本的な情報処理技能の育成を行った。
- (5) 「科学探究Ⅰ・Ⅰ類」は理系の学問系統の課題研究を行い、イノベーション人材に必要な資質・能力をはじめとする様々な資質・能力の育成を行った。
- (6) 「科学探究Ⅰ・Ⅱ類」は前橋市を題材に地方創成について科学的な分析を行いながら課題研究を行い、イノベーション人材に必要な資質・能力をはじめとする様々な資質・能力の育成を行った。
- (7) 増単位対応で希望者のみ履修の「探究総合」で課題研究におけるグループワークを円滑に進めるための手法や課題研究をさらに深めるための活動を行い、イノベーション人材に必要な資質・能力をはじめとする様々な資質・能力の育成を行った。
- (8) 「SS 物理」で知識構成型ジグソー法の授業や実験をデザインする探究的な授業を行い、「関連付ける力」や「実験力」、そして副次的に「質問力」や「批判的思考力」の育成を行った。
- (9) 「SS 生物」で数学とのクロスカリキュラムの授業を行い、「関連付ける力」の育成を行った。
- (10) 「SS 化学基礎・化学」で家庭科とのクロスカリキュラムの授業を知識構成型ジグソー法の授業構成で行い、「関連付ける力」の育成を行った。
- (11) 「SS 地理総合」でGISを利用した探究型の授業を行い、「関連付ける力」と「論理的に表現する力」の育成を行った。
- (12) 「SS 家庭基礎」で課題解決型学習であるホームプロジェクトの発表を行い、「質問力」の育成を行った。

【探究的取り組み】

- (1) 科学部活動で課題研究を行い、その成果を県内の研究発表会の場で発表した。
- (2) 近隣の小中学生対象に科学実験教室を行った。

【評価法の研究開発】

- (1) イノベータに必要な資質・能力それぞれに対応するICEルーブリック表を開発した。
- (2) イノベータに必要な資質・能力を100段階で評価するシステムを開発し、現段階での評価資料による評価値を求めた。

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

- (1) 広報誌「SSH通信」を定期的に発行し、本校で行っている研究開発の共有に努めた。
- (2) 令和元年度は他SSH校や県内各高校・中等教育学校に課題研究の成果発表会の開催を通知し、ポスター発表会の運営法の共有を図った。令和2年度は課題研究の成果発表会の様子を動画配信し、研究成果の普及に努めた。
- (3) 令和元年度は県内の理科や英語の教員を中心に開発したクロスカリキュラムの授業を公開し、研究成果の普及に努めた。
- (4) 令和2年7月より、Benesse教育総研webページに令和元年度の研究成果を一部公開し、研究成果の普及に努めた。
- (5) 令和2年度の研究成果は、令和3年度内に群馬大学で開催される予定の理科教育学会全国大会で研究発表し、成果の普及に努める予定である。

○実施による成果とその評価

令和元年度に開発したICEルーブリック表を基に、グローバルなネットワークを構築する力を除く、イノベータに必要な資質・能力に対する自己認識を調査する質問紙を作成し、実施した。その結果、令和2年度1年生は回を追うごとにIフェーズ以降のフェーズに移行していると認識する生徒が増加しているものの、令和元年度1年生や本校と同等の学力実態をもつ令和元年度県内他校1年生の結果と比較すると、Eフェーズに到達できていると認識している生徒の割合は低くなった。これは令和2年度2年生でも同様で、令和元年度2年生（非SSH指定）の調査結果と比較すると、Iフェーズ以降に移行していると認識している生徒の割合は高いものの、Eフェーズに到達できていると認識をしている生徒の割合は低くなった。これはコロ

ナ禍の影響により、課題研究や通常の授業に割く時間が大幅に減少したことが大きく影響していると考えられる。

また、昨年度1年生から受検し始めた外部検定のGPS-Academicテストの現2年生の結果の推移を分析すると、「批判的思考力」や「関連付ける力」に対応する「創造的思考力」のS段階の評価割合が高くなっていることが分かり、1年間の教育活動に効果があったことが分かった。これは「グローバルなネットワークを構築する基礎力」に関わる外部検定のGTEC4技能検定の結果の比較からも分かり、平成30年度1年生（非SSH指定）のリーディング、リスニング、ライティングの3技能の結果と令和元年度1年生の同技能の結果とを比較すると、リスニングを除く2つの技能で大幅なスコアの増加がみられ、教育活動の成果がみられた。

外部検定の結果からはSSH事業導入による効果がみられるものの、Eフェーズの段階に到達できていると認識している生徒の割合はそれほど高くないため、これまで以上に生徒達に成長実感を与えることができるよう、事業展開をしていくことが課題である。

○実施上の課題と今後の取り組み

【大学・企業・研究所との連携】

(1) 東京方面研修・オンライン研修

令和2年度はコロナ禍の影響もあり、研修がオンライン化して「観察力」の育成が行えなかった。次年度以降は今年度の知見もふまえ、再度現地を訪問する研修を検討する。

(2) 筑波研修

質問力の育成の仕方に課題があるため、事前に先方との研修内容の打ち合わせが必要である。令和2年度は前年度よりも1コース余分に開設したが、やはり偏りが生じ、全ての生徒のニーズに応えることができなかった。次年度以降は再度コースを検討していく必要がある。

(3) 課題研究の指導

「科学探究Ⅰ（Ⅰ類・Ⅱ類）」ではコロナ禍の影響で直接的に外部指導者と関わる機会が減少した。次年度以降は今年度のノウハウも生かしつつ、生徒と外部指導者が直接関わる場面を設定していく。

(4) イノベータ講演会

実施後の「質問力」の相互評価に係る業務遂行の非効率さが目立った。今後は1人1台PCを活用し、より効率的に実施からフィードバックまでのサイクルを構築していく。

【国際化事業】

(0) Oxbridge 研修

コロナ禍の影響で令和元年度に報告会のみ実施（次年度はそれも実施できない）。感染状況も見つつ、実施の可能性を検討する。

(1) 英語関連授業を中心とした実用的な英語運用能力の育成

GTEC4技能検定の結果からスピーキングの項目に課題があることが分かったため、スピーキング能力を向上させるための練習の機会を確保しつつ、4技能トータル能力を育成していく。

【カリキュラム開発】

(1) 課題研究科目：探究基礎

CAPDoのサイクルの後半、考察・データ処理・ポスター作成・発表に十分な時間を確保する。また、個人よりもグループで研究を行うことの方が可能性が広がることを認識させるとともに、組織で動くために必要な力を身に着けさせる。

(2) SS 物理基礎

令和2年度はコロナ禍の影響もあり、前年度に開発した授業の多くを実践することができなかったため、次年度以降は実施できるよう検討していく。

(3) SS 生物基礎

「関連付ける力」の育成が十分ではないため、解剖実験の際の事前学習や実験方法、手順、事後学習の再検討をする。

(4) SS 情報科学

数式モデル導入の際に微分方程式が関わってくるため難しく感じる生徒が多く、導入部やモデルの工夫を検討する。

(5) 科学探究Ⅰ・Ⅰ類

6名を除いて基本的にはグループ研究であったが、個人で行いたいとする生徒からのニーズにも応えていくよう、個人

研究の増加を検討していく。また、グループ研究も役割分担や仕事量の平均化などが可視化できる計画シートの作成、班長の支援などを行う。各ゼミで課題研究のファシリテーター役を担う、「ゼミ長」の設置も検討する。

(6) 科学探究 I・II 類

コロナ禍の影響はあったものの、ICTの有効活用など試行錯誤の末、外部教育資源の有効活用ができた。次年度はより活発に学校外と関わるような取り組みを検討していく。

(7) 探究総合

コロナ禍の影響で今年度は行えなかった、大学・企業・研究所を訪問しての直接的な指導を受けるためのシステム、及び他のSSH校との交流のためのメソッドを検討していく。

(8) SS 物理

授業時間数が大幅に削減されたことに伴い、生徒達に実験をデザインさせる授業を計画通りに実施できなかったため、次年度以降は実施できるよう計画していく。

(9) SS 生物

PCR法に関する数学の数列とのクロスカリキュラムは、数学の該当内容の学習直後、あるいは同時進行的ではなかったため、効率が悪かった。次年度は数学の授業と並列的に進めていくか、課題等で補って対応していく。

(10) SS 化学基礎・化学

内容の精選、授業評価の方法、ルーブリックの観点の正当性などに課題が残ったため、次年度以降改善していく。

(11) SS 地理総合

「論理的に表現する力」の自己評価が低い点に課題があり、次年度以降は学習事項を考察する活動に留めず、他者との意見交換を通して自己及び他者の考えを深める活動を導入していく。

(12) SS 家庭基礎

「質問力」、「議論力」とともにEフェーズが少なかったため、普段の授業から自分の意見のエビデンスを説明させる等、質問力や議論力を高められるような工夫をしていく。

【探究的取り組み】

(1) 科学部活動

科学実験教室等を行う際には、小学生が理解できる表現で伝える工夫を今後もしていく。

(2) 外部コンクール・研究発表への参加

「物理チャレンジ」や「生物学オリンピック」にチャレンジする生徒を増やしていく。

【評価法の研究開発】

(1) イノベータのICEルーブリック表の開発

「SS」を付した科目での導入がなされたため、今後はそれ以外の科目での導入を促すべく、研修会等を実施する。

(2) イノベータの100段階評価法の開発

今後もデータを蓄積していき、よりイノベータの指数を表す評価としての妥当性を高めていく。

【事業全体】

コロナ禍の影響により、十分な教育活動が行えず、イノベータの資質・能力に関わる定期的に行う自己評価で、Eフェーズに到達できたと評価する生徒の割合が低かったため、限られた時間的・人的リソースの中で、生徒達の成長実感を促すための教育活動を工夫していく。

⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

令和元年度3月から令和2年度5月まで臨時休業、6月後半まで分散登校となり、3月実施予定であった課題研究の成果のまとめなどは実施ができなくなった。また、課題研究に取り組む時間の削減、そして何より大学・企業・研究所等の外部の教育資源の活用が限定的になってしまったため、課題研究の深化を十分に促せなかったことの影響が大きかった。授業時間数も削減され、資質・能力を育成するための取り組みの機会が減少した。令和元年度末、そして令和2年度末に予定していた本校独自の海外研修プログラム「Oxbridge研修」、そしてその経験を共有する報告会も実施ができなくなった。追い打ちをかけるように、ALTも帰国しなくてはならない状況になり、英語授業でのTT指導や他教科とのクロスカリキュラムによる授業に影響が出て、実用的な英語運用能力の育成や国際化事業の縮小化が余儀なくされた。東京方面の大学・企業・研究所研修も実施ができなくなり、オンラインで代替措置はとったものの、現地に赴いてのリアリティのある学びや観察力の育成は行えなかった。

②令和 2 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果

○研究開発の目的

これまで「総合的な学習の時間」で行ってきた「知のフロンティア」を育成する教育システムを発展させ、これからの社会で必要とされる「イノベータ」を育成するため、次の①～③のプログラムを研究開発することを目的とする。

- ①イノベータに必要なベーススキルの獲得を促すプログラムの開発
- ②イノベータに必要な行動スキルの獲得を促すプログラムの開発
- ③イノベータに必要な認知スキルの獲得を促すプログラムの開発

○研究開発の仮説

前述した開発課題に基づき、今年度は以下のような仮説を設定した。

- 1 課題研究や「SS」を付した学校設定科目の実験の中で CAPDo サイクルや探究のサイクルを回し、仮説と検証を繰り返す中で「実験力」を培うことができる。
- 2 多角的な分析視点を設定した上で、大学・企業・研究所訪問を行ったり、実験や観察を行ったりする中で、「観察力」を培うことができる。また、そのようにして得られたリソースを基に、開発・発展の可能性を探る質問をすることで、「質問力」を培うことができる。
- 3 クロスカリキュラムの授業実践や知識構成型ジグソー法の授業の実践を通し、知識を結びつけて課題を解決する中で、「関連付ける力」を培うことができる。
- 4 英語関連の授業やクロスカリキュラムの授業の中で、実験結果の分析や考察を英語で表現することを通し、グローバルなネットワークを構築する基礎力を培うことができる。
- 5 研究成果発表会等において、論理展開を意識したポスター発表を行ったり、研究の成果を論文にまとめたりすることを通し、論理的に表現する力を培うことができる。
- 6 様々な学習方略を学び、CAPDo のサイクルで構成される振り返りシート「キャリア・パスポート」に記入をする中で、自己調整学習者としての資質・能力を身に付けることができる。
- 7 ディベートやグループで議論をしながら目的に合致した実験をデザインする経験等を通し、物事を多角的に捉える視点を身に付けることができ、最適解を導き出すために必要となる批判的な思考力を育成することができる。
- 8 多角的かつ多面的な評価法を用いて、イノベータに必要な資質・能力の水準を評価し、その結果を基にそれぞれの資質・能力の育成法を改善し、イノベータの育成に効果的なカリキュラムを構成することができる。

○事業報告

上記の研究開発の目的を達成するため、以下の事業に取り組んだ。

【大学・企業・研究所との連携】

(1) 東京方面研修（令和元年度）、オンライン研修（令和 2 年度）

令和 2 年度はコロナ禍の影響でオンラインでの研修実施となった。令和元年度実施後のアンケート調査の結果からは、質問力を身につけられたかという質問に対して、ポジティブな応答は 70.6%であり、観察力においてはポジティブな応答は 85.3%であった。令和 2 年度はオンラインでの実施になり、質問力の育成しかなかったが、同様のアンケート調査の結果からは、ポジティブな応答が 92.1%と大幅に増加した。令和元年度の反省をふまえ、そこに至るまでのフィードバック、次の質問力を培う機会への目標設定が上手くいったことに加え、日常的な教室空間におけるオンラインでの研修であったため、質問することに対するハードルが下がった効果もあったと考えられる。質問力に対する成長実感が得られた研修を実施することができた。また、本研修を通し、研究のヒントや研究に対する視野を広げることができ

たとする生徒が 85.0%と多く、有意義な研修であった。

(2) 筑波研修

令和元年度は2つのコースのみでの実施であったため、参加を希望した生徒が全員参加出来たわけではなかった。それをふまえ、令和2年度は3つのコースを設定し、研究開発の具体について学ぶとともに、質問力と観察力の育成を行った。質問力の自己評価はIフェーズの段階にあると評価した割合が38%で観察力は21%と比較的高めであった。

(3) 課題研究の指導

令和元年度は1年次の探究基礎で、夏休み明けに本校OB大学生のTAによる課題研究のテーマ設定に関する指導を実施した。生徒達の反応としては、OBから指導を受けることに対して有益であると反応した割合が85.6%と高かったため、令和2年度も実施したかったが、コロナ禍の影響で実施できなかった。令和2年度は1年次の探究基礎の中間発表会と成果発表会の場で、大学の指導者からの指導を受けた。2年次の科学探究Iでは、理系選択者対象のI類が成果発表会の場で大学の指導者からの指導を受けた。文系選択者対象のII類は大学・企業・商工会議所等、様々な立場の専門家から指導を受けたり、インタビューやアンケート調査に協力してもらったりした。II類は外部との交流の機会が多く、有意義な機会にできたとするポジティブな応答をした生徒が79.5%~97.6%であった。

(4) イノベータ講演会

令和元年度は3回実施できたが、令和2年度は年度当初が休校であったため、年2回の実施のみとなった。イノベータ講演会では、イノベータに必要な基礎的素養の学びから始まり、企業や研究所で行われているイノベーションの具体まで学んだ。そして、いずれも講演を聞く中で質問を考え、質問力を育成する機会でもあった。令和元年度は講演会実施後に行ったアンケート調査の結果から、講演会を通して質問力を培うことができたと回答した生徒が51.3%、67.7%、51.7%とあまり高くなかった。そのため、令和2年度は、講演内容をI・C・Eの内容に分け、それぞれに対応した質問が思いつきやすくなるようにした。講師に生徒に配布するワークシートを事前に送ることもした。また、Eフェーズに位置する質問を学年通信で共有したり、次回に向けての目標を設定させたり等、改善を図った。その結果、令和2年度は講演会後に行ったアンケート調査の結果では、ポジティブな応答がイノベータ講演会①で84.0%、②で1年生が94.7%、2年生が93.4%とかなりの成長実感を促すことができるものとなった。

【国際化事業】

(0) Oxbridge 研修

平成30年度実施分の報告会を令和元年度に実施、令和元年度はコロナ禍の影響で実施できなくなり、令和2年度は企画もできない状態であった。報告会では参加者の研修先での経験を他生徒と共有することに加え、質問力の育成も行った。実施後のアンケート調査からは、質問力を育成する上で効果的だとするポジティブな応答は40.8%と低く、課題が残った。

(1) 英語関連授業を中心とした実用的な英語運用能力の育成

令和2年度はコロナ禍の影響でALTが母国に帰らなくてはならない状況になり、TT指導ができなくなった。令和元年度実践分については、SS生物基礎で行ったディベートの内容に関して、TT指導による、4技能の育成を意図した英語でのディベートを実施した。また、令和元年度1学期は、1対1でのインタビュー形式、2学期はグループごとのプレゼンテーション、3学期はディベートの試合でのスピーチのパフォーマンス評価を実施し、令和2年度は2年生で1学期に1回、1年生で3学期に1回ずつ1対1のインタビュー形式でのスピーキングテストを行った。成果としては、平成30年度1年生(非SSH指定)のGTEC3技能検定の結果と令和元年度1年生のGTEC4技能検定の共通スコアを比較すると、令和元年度1年生の方がリーディングとライティングで+15.6、+9.6、そしてリスニングは-0.7であった。令和元年度1年生と令和2年度1年生の結果の比較では、今度は4技能検定で令和2年度1年生がリーディング、リスニング、ライティングで各+7.4、+5.8、+0.3であったが、スピーキングは-14.5であった。合計で考えるとALT不在によるスピーキングへの影響を最小限でカバーできるものとなった。

【カリキュラム開発】

(1) 課題研究科目：探究基礎(1年次「総合的な探究の時間」代替、1単位)

課題研究の手法の学習の後、SDGsの17項目を生徒のニーズに応じて10項目に分類し直した、「M10(マエタカテン)」

の10のゼミに分かれて課題研究を実施した。実験力、論理的に表現する力をはじめとする、様々な資質・能力の育成を意図している。成果発表会後のアンケート結果からは、「発表に必要なデータや項目を選定する思考力・判断力が身についたか」という項目では「とてもよく身についた」あるいは「少し身についた」と回答した生徒が83.8%、「班でポスター発表の資料準備をすることを通し協働性を高めることができたか」という項目では、「とても高まった」あるいは「少し高まった」という肯定的な回答は、91.6%であった。最後に、「成果発表会を通し、論理的に表現する力を培うことができたか」という項目では、肯定的な回答は、92.0%であった。

(2) SS 物理基礎

令和元年度は「実験力」の育成を意図して「電池の起電力と内部抵抗の測定」、「気柱共鳴の実験の応用」の探究型の実験の実施、「関連付ける力」の育成を位とした英語や数学とのクロスカリキュラム「等速度運動を学ぶ意義について」、「フックの法則」の実施、及び知識構成型ジグソー法による「運動の法則の実験」を行った。令和2年度はコロナ禍の影響もあり、授業時間数削減、ALT不在のため、「実験力」育成を意図した「気柱共鳴の実験の応用」と「浮力の反作用を活用した実験力の育成」のみとなった。2年間実施した「気柱共鳴の実験の応用」は授業実践後のアンケート調査「本授業を通して実験力が培えたか」という問いに対し、ポジティブな応答が令和元年度は86.4%、令和2年度は93.1%であった。

(3) SS 生物基礎

令和元年度はディベートを通じた批判的思考力の育成（令和2年度は報告書作成段階未実施）、令和2年度は解剖実験を通じた関連付ける力、観察力の育成を行った。実施後のアンケート調査の結果からは、批判的思考力を培うことができたとするポジティブな応答が87.2%であった。また、解剖実験の意義と生命尊重の認識・理解についてのアンケート調査では、93%の生徒の理解が深まったという結果が得られた。

(4) SS 情報科学

SS 情報科学では、課題研究を進めるために必要な文章作成、データの統計処理、グラフ化、そしてポスターの作成等、基本的な情報処理技能の育成を行うことに加え、シミュレーション実験なども行っている。令和2年度は身近な社会問題となっている、感染症の流行を防ぐための手立てについて検討し、「関連付ける力」の育成を行った。

(5) 課題研究科目：科学探究Ⅰ・Ⅰ類（2年次理系「総合的な探究の時間」代替、1単位）

理系の学問系統、「物理」、「化学」、「情報」、「数学」、「動物」、「医学」、「植物・農学・地学」のゼミに分かれ、自由なテーマ設定で課題研究を行った。基本はグループでの研究だが、個人研究も一部認めた（6名）。実験力、論理的に表現する力をはじめとする、様々な資質・能力の育成を意図している。成果発表会後のアンケート調査の結果からは、令和元年度1年次のアンケート調査の結果と比較し、「発表に必要なデータや項目を選定する思考力や判断力が身につきましたか」に対するポジティブな応答が86.7%→90.3%、「班でポスター発表の資料準備をすることを通し協働性を高めることができましたか」に対する応答が84.4%→87.3%、「成果発表会を通し、論理的に表現する力を培うことができましたか」に対する応答が81.8%→92.8%といずれも増加した。

(6) 課題研究科目：科学探究Ⅰ・Ⅱ類（2年次文系「総合的な探究の時間」代替、1単位）

「前橋の地方創生～前橋市の抱える課題の解決を目指し、研究・考察する～」を大枠のテーマとして、科学的な分析も導入しながらグループごとに研究に取り組んだ。実験力、論理的に表現する力をはじめとする、様々な資質・能力の育成を意図している。大学・企業・官公庁等との連携を積極的に行い、それらの機会が有意義であったとした生徒は79.5%～97.6%であった。

(7) 課題研究科目：探究総合（2年次増単位対応、希望者選択科目、1単位）

科学探究Ⅰをより深めたい生徒を対象に実施、文系理系問わずまとめて実施した。グループワークを円滑に進めるための手法や課題研究をさらに深めるための活動を行った。

(8) SS 物理

熱力学第一法則を題材に知識構成型ジグソー法により構成された授業を実践し、関連付ける力の育成を行った。また、一部指定はあるものの、反発係数を測定する実験をデザインすることを通し、実験力の育成を行った。授業実施後のアンケート調査の結果から、それぞれの資質・能力を培うことができたかという問いに対し、ポジティブな応答をした生徒の割合は、関連付ける力が91.6%、実験力が87.9%であった。

(9) SS 生物

生物の PCR 法と数学の数列に関するクロスカリキュラムの授業を実践し、関連付ける力の育成を行った。授業実施後のアンケート調査の結果からは、関連付ける力を育成することができたとする、ポジティブな応答をした生徒が 53.0%であった。

(10) SS 化学基礎・化学

家庭科の「衣生活をつくる」と界面活性剤の内容のクロスカリキュラムの授業を知識構成型ジグソー法の構成で行い、関連付ける力の育成を行った。授業実施後のアンケート調査の結果からは、関連付ける力を育成することができたとする、ポジティブな応答をした生徒が 91.1%であった。

(11) SS 地理総合

1人1台配布されたPCを利用し、GISのデータを多角的な視点から読み取り、様々な地理情報を関連付ける中で自然災害が生じる要因を論理的に考え、関連付ける力と論理的に表現する力の育成を行った。授業実施後のアンケート調査では、関連付ける力に関わる「被害想定区域の理由を考えることができたか」、論理的に表現する力に関わる「作成したハザードマップの内容を説明できたか」に対するポジティブな応答がそれぞれ 99.2%、94.9%であった。

(12) SS 家庭基礎

各自が実践したホームプロジェクトの内容を発表し合う中で質問をしたり、意見を述べたりする時間を設け、質問力や議論力の育成を行った。ICE ルーブリックによる自己評価では、E フェーズに到達できたと評価した生徒の割合は質問力、議論力それぞれで 22%と 15%であった。

【評価法の研究開発】

(1) イノベータに必要な ICE ルーブリック表

外部の専門家である柘磨昭孝氏より指導を受け、令和元年度に開発した。令和元年度は一部の利用にとどまったが、令和2年度は「SS」を付した科目が授業場で ICE ルーブリック表の記述を基にし、各授業内容に対応した ICE ルーブリックを作成するなど、利用が普及してきている。

(2) イノベータに必要な資質・能力の 100 段階評価

令和元年度に評価の方針を立てるも、コロナ禍の影響で方針転換をする必要性が生じて一部変更したが、結果的にはより多角的になった。令和2年度2年生の報告書作成段階における評価資料を基に 100 段階評価を実施し、正規分布に類似した評価値の分布を示した。外部コンテストの結果として科学の甲子園の群馬県大会で優勝したチームメンバーの評価値の偏差値を計算して偏りを調べたところ、科学の甲子園メンバー8名のうち4名が偏差値 70 以上であった。

② 研究開発の課題

【大学・企業・研究所との連携】

(1) 東京方面研修・オンライン研修

令和2年度はオンライン研修になった関係で、質問力の育成に焦点化して育成を行い、生徒達に成長実感を与えることができたが、次年度はやはり現地を訪問し、観察力の育成も行えるよう検討する。また、先方の負担を考慮してフィードバックは求めないが、生徒達が練り上げた質問を直接研修の講師に渡すことも効果的であると考えている。

(2) 筑波研修

質問力に対する成長実感をあまり与えることができなかったことが課題である。事前に先方に最先端科学の具体について学ぶ他に、質問力や観察力を培う場でもあることを伝え、その上で研修内容を検討してもらうことが必要である。また、令和元年度の反省をふまえ、コースを2コースから3コースに増設したものの、それでも生徒達のニーズに応じきれず、1つのコースに希望が集中するなど、偏りが生じた。次年度は生徒達からのニーズを調査した上で、コースを再検討する等、していこうと考えている。

(3) 課題研修の指導

文系生徒を対象にした科学探究Ⅰ・Ⅱ類では大学・企業・官公庁等の外部教育資源を有効活用できたが、コロナ禍の影響もあり、理系生徒を対象にした科学探究Ⅰ・Ⅰ類では、大学の研究室や研究所等を訪問し、指導を受けることはできなかった。コロナ禍の状況も見つつ、次年度以降は科学探究Ⅰ・Ⅰ類も外部教育資源の有効活用を検討していく。

(4) イノベータ講演会

アンケートの回収率が低い事業があった等、教員側の事務的な部分で課題があった。今後は紙媒体でのやりとりではなく、1人1台PCが配布されたのでそれを用いて、効率よくアンケートにも取り組ませ、回収するためのシステムを構築していく。

【国際化事業】

(0) Oxbridge 研修

次年度はコロナ禍の感染状況も見て、実施の可能性を検討していく。

(1) 英語関連授業を中心とした実用的な英語運用能力の育成

令和2年度はALT不在ながらもリーディング、リスニング、ライティングの3技能は伸ばすことができたため、次年度以降はスピーキング能力を向上させるため、練習の機会を確保しつつ、4技能トータルの能力を育成していく。

【カリキュラム開発】

(1) 課題研究科目：探究基礎

グループで研究を行うことの意義、そしてグループ研究を円滑に進めるためのスキルの獲得が課題である。また、令和2年度はコロナ禍の影響があり、CAPDoのサイクルの後半、考察・データ処理・ポスター作成・発表に十分な時間を確保できなかったため、それらの活動に十分な時間を割くことができるよう、次年度の計画を立てる。

(2) SS 物理基礎

コロナ禍の影響による授業時間削減、そして年度途中でクロスカリキュラムを行うALTの不在により、令和元年度に開発した授業のほとんどを行うことができなかった。次年度以降は現段階では授業時間が削減される見通しはないため、多くの授業を再度実践し、クロスカリキュラムについても英語担当と綿密に計画を練り、実践へと踏み出したい。

(3) SS 生物基礎

令和元年度以降実施しているディベートは他教科での実践も考え、スキル獲得と批判的思考力育成の機会として、これまで同様に実施していく。令和2年度に実践した解剖実験での関連付ける力の育成には課題があり、事前学習や実験方法、手順、事後学習の再検討をしていく必要がある。

(4) SS 情報科学

シミュレーション実験で数式モデルを導入する際、どうしても1年次の生徒達にとっては難しい、微分方程式の概念が登場し、必要以上に難しく感じさせてしまうため、微分方程式を生徒達にいかにして難しく感じさせずに導入することや異なる数理モデルを検討することが課題である。

(5) 科学探究I・I類

個人研究での満足度の高さ、他者と交流する機会があることなどから、個人研究の増加を検討する。また、来年度の活動から、ゼミ長という形でファシリテーター役を生徒に任せ、主体性を高めることも考える。そして、グループ研究を行う班に対しては、グループでの役割分担、仕事量の平均化などが可視化できる計画シートの作成や班長の支援などを行う。

(6) 科学探究I・II類

コロナ禍の中でのオンラインをはじめとする外部連携を模索し、現状でできる外部資源の有効活用の術を把握できた。次年度以降はより活発に学校外と直接的に関わるよう、コロナ禍の感染状況もふまえ、模索していく。

(7) 探究総合

コロナ禍のため実施できなかった、当初予定していた理系分野の大学・企業・研究所等への訪問や他のSSH指定校との交流の機会を設けることが課題である。

(8) SS 物理

1年次のSS物理基礎では、気柱共鳴の応用の実験で報告されている通り、予備実験と本実験があることを実感を持って理解させることを意図し、2年次のSS物理では、1年間課題研究を行ってきたことをふまえ、反発係数の測定で報告したような実験をデザインさせる教育活動を行っている。他にも摩擦係数の測定でも実験をデザインさせる授業をデザインしていたが、授業時間削減のため、実施できなかった。次年度以降に実施する。

(9) SS 生物

数学とのクロスカリキュラムによる授業で、本題の生物の内容にいたる手前の数学の内容でつまづき、理解が進まなかった生徒がいた。そのため、数列履修後、もしくは並列して授業を行うか、授業時に復習を行ったり事前課題を出すなどしたりすることが必要である。あるいはグルーピングの際に、数学の成績でソートするなどが考えられ、次年度以降はこれらを模索しながら実践していく。

(10) SS 化学基礎・化学

授業前に界面活性剤の分子構造について説明を受けなかった中で実験を行い、話し合いが持たれたクラスがあった。次年度以降は、思考する際のベースとなる知識の理解を優先していく。また、クロスカリキュラムの授業における、内容の精選、授業評価の方法、ルーブリックの観点の正当性などを検討し、改善する。

(11) SS 地理総合

授業後に実施した「関連付ける力」及び「論理的に表現する力」のアンケート結果から、「関連付ける力」では自己評価が高い生徒が多いが、「論理的に表現する力」では自己評価が低くなる傾向があり、このことから学習内容を自ら分析し考察することはできるが、その考察したことを他者に伝えるなど表現することを苦手としていることが分かった。今後は、授業では学習事項を考察する活動に留めず、他者との意見交換を通して自己及び他者の考えを深める活動を導入する。

(12) SS 家庭基礎

質問力、議論力ともに E フェーズに到達できたと自己評価できた生徒が少なかったことをふまえ、普段の授業場面でのグループワークの発表で、エビデンスを基に自分の意見を説明させる等、質問力や議論力を高める工夫をしていく。

【探究的取り組み】

(1) 科学部活動

令和元年度には中学生対象に、そして令和2年度には小学生対象に科学実験教室を行ったが、回数的には年度内1回、少人数対象にとどまった。今後はその機会を増すことを検討することに加え、実験内容を小・中学生が理解できる表現で伝える工夫をさせていく。

(2) 外部コンクール・研究発表への参加

令和2年度はSSH指定最高学年が2年生であったこともあり、「物理チャレンジ」や「生物学オリンピック」にチャレンジするまでの生徒はいなかったため、今後は増やしていくよう、呼びかけをはじめとする広報活動を積極的に行っていく。

【評価法の研究開発】

(1) イノベータの ICE ルーブリック表の開発

令和元年度、令和2年度と経過するにつれ、ICE ルーブリック表を授業内容に適した形で表現し直し、利用する教員が増えてきたが、より多くの教員が利用するようになる必要がある。まずは教員研修を実施し、自分の専門科目で作ってみる経験を積ませ、より多くの教員が利用するよう促していく。そして、年度末にはICE ルーブリック表の見直しを行い、より本校の実態に合致するものへと更新していく。

(2) イノベータの100段階評価法の開発

令和2年度2年生のこれまでのデータを基に、3年次のポートフォリオ評価の2点を除く98点分の評価を行った。そして、科学の甲子園の群馬県大会優勝チームのメンバーの評価値との比較を行ったが、今年度だけのわずかなデータで妥当性を判断することはできない。今後もデータを蓄積し、必要に応じてマイナーチェンジしていき、より妥当性の高いものへと仕上げていく必要がある。

【事業全体】

コロナ禍の影響により十分な教育活動が行えず、イノベータの資質・能力に対する自己評価では、Eフェーズに到達できたと評価する生徒の割合が低く、成長実感を与えられていない状況にあることが分かった。今年度の質問力の育成で成長実感を促すことができたように、資質・能力の育成に関わる事業を実施する際には、毎回、次の育成の機会への目標設定をさせ、それが達成できたか振り返らせるような活動を導入する等、工夫していく必要がある。

1章 学校の概要

1節 学校名、校長名

学校名 群馬県立前橋高等学校

校長名 二渡 論司

2節 所在地、電話番号、FAX 番号

所在地 群馬県前橋市下沖町321番地1

電話番号 027-232-1155

FAX 番号 027-233-1046

3節 課程・学科・学年別生徒数・学級数及び教職員数

1. 課程・学科・学年別生徒数・学級数（令和3年2月現在）

課程	学科	第1学年		第2学年		第3学年		計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
全日制	普通科	279	7	278	7	278	7	835	21

2. 教職員数

校長	教頭	教諭	養護 教諭	非常勤 講師	実習 助手	ALT	事務 職員	学校 司書	その他	計
1	1	48	1	7	1	0	5	1	3	68

2章 研究開発の課題と経緯

1節 研究開発課題

本校が実践してきた「総合的な学習の時間」を含む一連の教育システムを、SSH指定校に許された弾力的なカリキュラム編成、そしてその中で行う豊富で実証的な探究活動などにより更に発展させ、「グローバルなネットワークを構築する基礎力」、「論理的に表現する力」、「自己調整学習者としての資質・能力」、「批判的思考力」をベーススキルとして高いレベルで有し、「観察力・質問力」、「実験力」で構成される行動スキルを行使して集めたリソースを「関連付ける力」で結び付け、新たな知を創出することができる人材である「イノベータ」の育成を図る。

そのため、課題研究を実施する「探究基礎」や「科学探究Ⅰ（Ⅰ類・Ⅱ類）」、「探究総合（希望者履修）」、授業の中で探究活動を実施する「SS」を付した学校設定科目、探究活動に必要な情報スキルを学ぶ「SS情報科学」に加え、上記科目以外の科目の授業場面における「探究的な学び」およびアクティブラーニング型の取組の実践により、「イノベータ」を育成するための科学教育モデルの開発研究を行う。

2節 研究の内容・方法・検証

1. 現状の分析と研究の仮説

平成30年度まで実施していた、本校の「総合的な学習の時間」では、「知のフロンティア」、つまりイノベータを育成すべく、生徒達のニーズに応じてゼミを編成し、課題研究を行ってきたが、大学や企業・研究所の専門家からの高度に専門的な指導を受けたり、科学的な実証実験を行うために必要となる物品等の購入ができず、調べ学習のレベルに留まっているのが現状であるため、これまでの活動で培ったノウハウを更に発展させ、探究的な活動を充実させ、より深い学びとする改革が必要と考えた。そこで、「総合的な学習の時間」を含む現行の本校の教育システムが、イノベータに必要とされる資質・能力を育成する観点で効果的かどうかを把握するため、教科学力では直接的に測定することが難しい、「関連付ける力」、「質問力」、「観察力」、「実験力」、「自己調整学習者としての資質・能力」、「批判的思考力」に関する調査を平成30年11月中旬に全校生徒対象に実施した。その結果、昨年度までの本校の教育システムでは、イノベータに必要とされる資質・能力を十分に育成することができていないことが明らかとなったため、以下のような8つの研究仮説を設定した。

□仮説1

課題研究の中でCAPDoサイクルを回し、仮説と検証を繰り返す中でイノベータに必要とされる実験力を培うことができる。

□仮説2

多角的な分析視点を設定した上で、大学・企業・研究所訪問を行ったり、実験や観察、フィールドワークを行ったりする中で、開発・発展のために必要となるリソースを集める、観察力を培うことができる。また、そのようにして得られたリソースを基に、イノベータ講演会、校内・校外での各種研究成果発表会や大学・企業・研究所訪問、国際交流の場等で開発・発展の可能性を探る質問をする経験などを経て、イノベータに必要とされる質問力を培うことができる。

□仮説3

多教科間の連携授業であるクロスカリキュラムの授業実践により、各教科で学習した知識を関連付けて課題を解決する経験を通し、一見すると関連性が低そうな内容を結びつけて課題を解決する視点を身に付けさせることができる。そして、知識構成型ジグソー法の授業を実践することにより、様々な分野の専門家が知識を持ち寄り、新たな知識を創出する模擬体験を通して、イノベータに必要とされる関連付ける力を培うことができる。

□仮説4

英語運用能力を高めた上で英語で研究成果の発表を行ったり、海外の研究者や高校生・大学生と課題研究等に係る交流を継続的に行ったりすることにより、グローバルなネットワークを構築する基礎力を培うことができる。

□仮説5

研究成果発表会等において、論理展開を意識したプレゼンテーションを行ったり、研究の成果を論文にまとめることを通し、論理的に表現する力を培うことができる。

□仮説6

課題研究や各教科の学習で「予見」、「遂行コントロール」、「自己省察」の循環的なプロセスを回し、学びを改善していくことで、自身で研究を方向付け、調整することができる、自己調整学習者としての資質・能力を身に付けることができる。

□仮説7

ディベートの実施等を通して、自然科学の知識の本質に対する理解を深めることで、物事を多角的に捉える視点を身に付けることができ、最適解を導き出すために必要となる批判的な思考力を育成することができる。

□仮説8

多角的かつ多面的な評価法を用いて、イノベータに必要な資質・能力の水準を評価し、その結果を基にそれぞれの資質・能力の育成法を改善し、イノベータの育成に効果的なカリキュラムを構成することができる。

2. 研究内容・検証

研究仮説を検証・評価するため、研究課題1～8を設定する。研究課題の検証と評価を通して、イノベータに必要な資質・能力の育成を促すカリキュラムや指導法を開発し、実践によってより効果的にイノベータの育成を促すカリキュラムを開発することができると考えられる。

□研究課題1

課題研究の中でCAPDo サイクルを回し、仮説と検証を繰り返す中で実験力を育成するためのカリキュラム・指導法の開発と実践

□研究課題2

地方だけではできない先端研究等の観察や講義聴講等可能な大学・企業・研究所訪問や実験・観察・フィールドワークを行う中で多角的な視点から物事を捉え、必要なリソースを集めるための観察力を育成し、それも加味した上で新たな知の創出や物事の改善の可能性を探るための質問力を育成するためのカリキュラム・指導法の開発と実践

□研究課題3

クロスカリキュラムにより、各教科で学習した知識を関連付けて課題を解決する視点を身に付け、知識構成型ジグソー法等により新たな知識を創出する模擬体験を通し、関連付ける力を育成するための指導法の開発と実践

□研究課題4

英語運用能力を高め、海外研修の場でプレゼンテーションを行ったり、海外の研究者や高校生・大学生と継続的に課題研究に係る交流を行ったりする中で、グローバルなネットワークを構築する基礎力を育成するためのカリキュラム・指導法の開発と実践

□研究課題5

研究の成果を論理展開を意識した上で、ポスターやプレゼンテーションソフトを利用して発表したり、論文にまとめたりすることを通して、論理的に表現する力を育成するためのカリキュラム・指導法の開発と実践

□研究課題6

「予見」、「遂行コントロール」、「自己省察」の循環的なプロセスを回し、学びを改善して自己調整学習者としての資質・能力を育成するためのカリキュラム・指導法の開発と実践

□研究課題7

ディベートの実施等を通して、自然科学の知識の本質を学ぶ過程で多角的な視点から物事を捉え、最適解を導き出す、批判的思考力を育成するためのカリキュラム・指導法の開発と実践

□研究課題8

一連のSSH事業のイノベータ育成の観点からの効果を評価するための評価法の開発、及びイノベータ育成のための教育モデルの開発と普及

3. 必要となる教育課程の特例等

令和2年度は1・2学年の対象であり、以下の学校設定科目を設置した。

学科	開設科目	単位数	代替科目等	単位数	対象
普通科	探究基礎	1	総合的な探究の時間	1	1学年全員
	SS 情報科学	2	情報の科学	2	
	SS 物理基礎	2	物理基礎	2	
	SS 生物基礎	2	生物基礎	2	
普通科	科学探究I	1	総合的な探究の時間	1	2学年全員
	SS 家庭基礎	2	家庭基礎	2	
	SS 化学基礎・化学	4	化学基礎・化学	4	2学年理系生徒全員
	SS 化学基礎	3	化学基礎	3	2学年文系生徒全員
普通科	SS 物理	3	物理	3	2学年科目選択者

SS 生物	3	生物	3	(いずれも理系)
SS 地理総合	3	地理B	3	
探究総合	1			2 学年希望者 (増単位対応)

4. 教育課程の特例に該当しない教育課程の変更

令和2年度は特になし。

3節 研究開発の経緯

1. 大学・企業・研究所との連携

期日	項目	内容	連携等
7月	質問力育成	第1回イノベータ講演会(1学年)	共愛学園前橋国際大学
10月	観察力・質問力育成	筑波研修	本文に明記
11月	質問力育成	大学・企業・研究所オンライン研修	本文に明記
12月	質問力育成	第2回イノベータ講演会(1・2学年)	(株)カインズ

2. 国際化事業

期日	項目	内容	連携等
7月	英語運用能力育成	2年生スピーキングテスト実施	
12月	英語運用能力育成	GTEC 受験	
3月	英語運用能力育成	1年生スピーキングテスト実施	

3. カリキュラム研究開発

①探究基礎

期日	項目	内容	連携等
4月～5月	ゼミ配属	SDG sに基づくゼミ設定の説明と配属	
6月	テーマ設定	SDG sから出発し、身近で解決可能な課題を発見し、テーマを決定する	
7月	研究計画書作成	研究計画書を作成し、必要な物品の購入申請を行う	
8月～9月	調査・研究	調査・研究の手法を学び、課題研究を進める	
10月	中間発表会	各大学からゼミ毎に1名の講師を招き、指導・助言を受ける	群馬大学共同教育学部、群馬大学理工学部、共愛学園前橋国際大学
11月～1月	調査・研究および、整理・分析	S S H成果発表会に向けて研究結果の整理・分析を行う	
1月27日	S S H成果発表会	課題研究の成果を発表する	群馬大学共同教育学部、群馬大学理工学部、共愛学園前橋国際大学
2月	論文作成	課題研究の成果を論文にまとめる	

②SS 物理基礎

期日	項目	内容	連携等
7月	実験力育成	気柱共鳴の実験(応用) スプレー缶内の気体の正体は?	
11月	実験力育成	浮力の反作用を活用した実験力の育成	

③SS 生物基礎

期日	項目	内容	連携等
11月	観察力、関連付ける力育成	ブタの腎臓の解剖	
1月	批判的思考力育成	生命倫理に関するディベート	

④SS 化学基礎・化学

期日	項目	内容	連携等
12月	関連付ける力育成	ジグソー法を取り入れた、家庭基礎とのクロスカリキュラム授業。石けんが汚れを落とすしくみを化学的観点で考察する	

⑤科学探究I・I類

期日	項目	内容	連携等
4月～5月	ゼミ配属	科学の7分野に基づくゼミ設定の説明と配属	
6月	テーマ設定	自身の進路に関する分野で解決可能な課題を発見し、テーマを決定する	
7月	研究計画書作成	研究計画書を作成し、必要な物品の購入申請を行う	

8月～9月	調査・研究	調査・研究の手法を学び、課題研究を進める	
10月	中間発表会	ゼミ内でPPTを用いてオーラル発表を行い、生徒同士でブラッシュアップする	
11月～1月	調査・研究および、整理・分析	S S H成果発表会に向けて研究結果の整理・分析を行う	
1月27日	S S H成果発表会	課題研究の成果を発表する	群馬大学共同教育学部、前橋工科大学
2月	論文作成	課題研究の成果を論文にまとめる	

⑥科学探究Ⅰ・Ⅱ類

期日	項目	内容	連携等
4月～5月	先行研究	「前橋の地方創生」について知識を得る	
6月	テーマ設定	講演会の内容や話し合い等も参考に「前橋の地方創生」に関する課題を発見し、テーマを決定する	共愛学園前橋国際大学
7月	研究計画書作成	研究計画書を作成し、今後の見通しを立てる	
8月～9月	調査・研究	調査・研究の手法を学び、課題研究を進める	前橋商工会議所、前橋デザインコミッション
10月	グループ間交換議論会	各自の研究について他グループの生徒と議論し、今後の研究について各グループの見通しを立てる	
11月～1月	調査・研究および、整理・分析	S S H成果発表会に向けて研究結果の整理・分析を行う	群馬県庁、前橋市役所、群馬大学、高崎経済大学、前橋中央通り商店街振興組合、株式会社コシダカホールディングス、他多数
1月27日	S S H成果発表会	課題研究の成果を発表する	群馬大学共同教育学部、前橋工科大学
2月	論文作成	課題研究の成果を論文にまとめる	

⑦探究総合

期日	項目	内容	連携等
4月～5月	テーマ検討	ゼミ設定とテーマの検討	
6月	テーマ設定	自身の関心の深い分野で解決可能な課題を発見し、テーマを決定する。テーマに関連する研究所訪問の検討	
7月	研究計画書作成	研究計画書の作成、研究所訪問の準備	
8月～9月	調査・研究	研究所訪問の報告書作成。報告会。課題研究	
10月	中間発表会	中間発表会の準備及び、課題研究	
11月～1月	調査・研究および、整理・分析	S S H成果発表会に向けて研究結果の整理・分析	
1月27日	S S H成果発表会	課題研究の成果の発表	群馬大学共同教育学部、前橋工科大学
2月	論文作成	課題研究の成果を論文にまとめる	

⑧SS 物理

期日	項目	内容	連携等
10月	関連付ける力、質問力育成	知識構成型ジグソー法による熱力学第一法則の導入	
12月～1月	実験力、批判的思考力育成	反発係数の前提の正否を確かめる実験のデザイン	

⑨SS 生物

期日	項目	内容	連携等
7月	関連付ける力育成	数学手法を用いたPCR法	

⑩SS 地理総合

期日	項目	内容	連携等
1月	関連付ける力、論理的に表現する力の育成	GIS(地理情報システム)を用いたハザードマップの作成	

⑪SS 情報科学

期日	項目	内容	連携等
1月	関連付ける力の育成	感染症の流行の数式モデルの理解、およびシミュレーションによる感染流行の予測と防止対策の検討	

⑫SS 家庭基礎

期日	項目	内容	連携等
9月	質問力の育成	ホームプロジェクトの発表	

3章 研究開発の内容

1節 事業報告

1. 大学・企業・研究所との連携

(1) 大学・企業・研究所オンライン研修

ア. 実施の経緯

昨年度は1学年生徒を10コースに分けて大学、企業、研究所へ訪問し、「観察力」と「質問力」を培うための東京方面研修を行った。今年度もコース編成を進めていたが、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い9月上旬の時点で訪問中止を決定し、代替行事として分野別オンライン研修を企画した。

イ. 仮説

質問を練り、事後に評価する過程および実際の質疑応答を通じて、新たな知を創出し物事の改善の可能性を探るための「質問力」を育成することができる。最先端の学問研究や企業が行う事業についての講義・演習を通じ、探究基礎で実施中の課題研究を進めるうえでの参考とすることができる。さらに、進路選択やキャリアについて考える足がかりとすることができる。

ウ. 対象生徒

1学年 281名

エ. 内容

①使用教材

事前研修用ワークシート、本研修・事後研修用ワークシート

②研修の構成

事前研修、本研修、事後研修

③研修の流れ

(I) 事前研修

11月4日(水)

○研修を受ける大学、企業、研究所や講師についてインターネットで調べてまとめる。

○第1回イノベータ講演会で作成した質問についてのリフレクションを行う。(Eフェーズの質問例等をまとめた資料を読み合わせる。)

○ワークシートにあるICEルーブリックを理解し、「質問力」を向上させるために特に意識したいポイントをまとめる。

Iフェーズ	Cフェーズ	Eフェーズ
<p>○表面的な質問をすることができる。例えば以下のような質問</p> <ul style="list-style-type: none"> ・不明な事柄に関する質問 ・単発的な質問 ・確認のための質問 <p>など</p>	<p>○講演内容に対する理解を深めるための、意図を持った質問をすることができる。例えば以下のような質問</p> <ul style="list-style-type: none"> ・批判的な質問 ・前提を吟味する質問 ・背景を探る質問 ・因果関係を明らかにする質問(「なぜこうなったか」) など 	<p>○(講演内容とはかかわりがあるが、)講演の中では明言されていないことで、例えば以下のような生産的な質問をすることができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・進路希望を実現するために、自身の生活を改善する行動を促すための質問 ・講演者にも新たな気づきを与え(と思われ)、お互いにプラスになる質問(価値を生み出す質問) など <p>○建設的な対立を促す質問をすることができる。</p> <p>○内容に対する新たな可能性を探る質問をすることができる。</p> <p>○既存の価値観を破壊する質問(「なぜなのか」、「なぜ違うのか」)をすることができる。</p>

(Ⅱ) 本研修

11月10日(火) 午前

8講座(前後半各4講座)の中から、各生徒が希望する2講座を普通教室で受講した。各講座において生徒は2教室に別れ、2教室と講師の間でGoogle MeetまたはZoomを用いて通信を行った。(Surfaceを使用し、生徒たちの様子を写した。)各講座は講義・演習80分程度に質疑応答10分程度を加えた90分間で実施した。質疑応答の際は質問する生徒が画面の前に立ち発言した。

No.	講座依頼先	人数	内容	質問力の育成以外に期待される効果
1	東京大学 医科学研究所 ヒトゲノム解析 センター	80	ゲノムデータ爆発と アルゴリズム (バイオインフォマティクス の紹介)	科学の1つの分野が多く他の分野との関わりの中で深められていることを学ぶことができる。近未来に想定される科学の進歩の例に触れることで知的好奇心が刺激され、日々の学習のよい動機付けになり、探究心が醸成される。
2	群馬大学 次世代モビリティ 社会実装研究 センター	57	自動運転の歴史・課題・見通し (技術の組み合わせや企業・自治体の連携による課題解決)	研究の進行により現在の社会が抱えている過疎化や労働者不足(トラックドライバー)などの課題が解決されていく一連の流れを学ぶことができる。課題解決をするための様々な方法について学ぶことができる。
3	早稲田大学 人間科学学術院	80	コントと漫才の認知科学 (スキーマの視点とスクリプトの視点)	スキーマとスクリプトの概念を用いてコントを分析する演習を通じて、人文科学における分析手法の一例を体験し、そのよさを味わうことができる。
4	株式会社 SKYAH	62	持続可能な開発と ソーシャルビジネス (寄付の卒業に向けた計画)	海外事業でリーダーシップをとりたいと考える生徒にとって、講師の姿がロールモデルとなる。グローバルな立場での社会貢献について学び、視野を大きく広げることができる。
5	かずさ DNA 研究所	77	DNA 研究の歴史と最先端の 研究成果 キーホルダー制作を通じた 二重螺旋構造の理解	人類や地球の未来を考えるスケールの大きな研究に触れ、科学への関心を高めることができる。研究における生命倫理の問題について理解し、将来の研究者としての素養を身につけることができる。
6	国立感染症研究所	80	医師・研究者の道 新型コロナウイルス他の 感染症	医師や研究者として働く厳しさを理解し、志すうえでの覚悟を持つことができる。OBである講師の言葉を受け、高校生活で高めるべき資質・能力を明確にできる。
7	株式会社 ベネッセ コーポレーション	69	企業理念・事業紹介 ワークショップ 「高校生向けスマホアプリの 開発」	企業で働くとはどういうことかを具体的にイメージし、キャリア意識を高めることができる。グループで協力してスマホアプリを企画することで協働性を養い、発表を通してプレゼンテーション能力を向上させることができる。
8	群馬県庁 統計課経済産業係 (講師来校)	53	県庁の組織と役割 演習「経済統計から景気を 読み取る」	毎月勤労統計調査の結果および消費者物価指数を分析する演習を通じ、様々な事象と関連付けてデータを分析する力を培うことができる。真実を積み重ねて未来を予測する統計の意義を実感することができる。

(Ⅲ) 事後研修

11月10日(火)午後

- 2講座それぞれについて感想をまとめる。
- 2講座を通じて1つの質問を選び、質問力のICEルーブリックに基づいて自己評価する。
- 2～3人のグループで個人の他者評価を行う。
- ワークシートにまとめた内容をアンケートに入力する。

オ. 成果と課題の検証(アンケート結果より)

表1 回答数273人(247人) ※()内が昨年度

表1は事後研修で実施したアンケート調査に基づく質問力の自己評価と他者評価の比較である。特徴として他者評価でEフェーズに達した92人(34%)のうち61人がCフェーズ以下の自己評価をしており、メタ認知の力が不足している可能性がある。一方で訪問研修を実施した昨年と比較すると、Iフェーズの生徒の減少とEフェーズの生徒の増加が自己評価と他者評価の双方で顕著であった。予想できる要因として、事前研修が充実していたこと、質問力と観察力の2つの観点があった訪問研修からオンライン研修に変わったことで質問力の向上という1つの目標が明確に生徒に伝わったことが挙げられる。

		自己評価		
		I	C	E
他者評価	I	12(58)	7(26)	1(3)
	C	9(20)	145(105)	7(4)
	E	3(3)	58(15)	31(13)

表2は「研修を通じて質問力を培えたか」という質問に対する回答結果である。「十分に培えた」「ある程度培えた」というポジティブな回答が92.1%であり、非常に高い数値となった。表1と合わせ、今回の研修は質問力の向上に一定の効果があったといえる。前述のとおりオンライン研修となったことで質問力の向上という目標が強調され、質疑応答の時間も10分前後とたっぷりとることができ、全8講座でのべ42人の生徒が実際に講師に質問することができた。オンラインで実施すると画面を介してとはいえ講師と生徒が近距離で表情が見える状態で話すことができ、教室という日常空間にいる安心感も重なり質問することへのハードルが下がった可能性がある。実際に質問することができた生徒が多いことは高い満足感につながっていると考えられる。

表2	十分に培えた	ある程度培えた	あまり培えなかった	全く培えなかった
質問力(今年)	25.6%	66.5%	3.2%	2.1%
質問力(昨年)	24.1%	44.8%	26.4%	4.6%

表3は「研修を通じて、研究のヒントを得られたり、研究に対する視野を広げたりすることができたか」という質問に対する回答結果である。「できた」「どちらかといえばできた」というポジティブな回答が85.0%であった。オンラインでの研修であっても、大学や研究所における先進的な研究を学ぶことが、自身の課題研究に活かされることがわかった。今回のアンケートでは、講座別での調査を行わなかった。講座別での調査を行うことで講座依頼先の精査に役立つので、改善すべきである。

表3		できた	どちらかといえ ばできた	どちらかといえ ばできなかった	できなかった
研修を通じて、研究のヒントを得られたり、研究に対する視野を広げたりすることができたか	今年	39.1%	45.9%	10.7%	1.8%
	昨年	24.5%	49.4%	20.8%	4.9%

また、研修の前後での生徒の変容を、事前研修と事後研修でそれぞれワークシートに記入した次の質問への回答から考察できる。

事前研修：質問力を向上させるために、特に意識したいポイントを以下に記入しましょう。

事後研修：自分で質問を考えて評価をしたり、他の生徒が考えた質問に対する評価をしたり、自分の考えた質問に対する他の生徒による評価を読んだりする中で、次回の講演会でどのフェーズの質問を考えたいかという目標を設定しましょう。また、その目標を達成するためのポイントを具体的に以下の欄に記入しましょう。少し意識すれば改善できるポイントを挙げるのが重要です。

<回答例1>

事前研修：講師の方の話を聴いている時に、「なぜ？」という疑問点を常に思い浮かべながら聴きたい。

事後研修：今回は、Eフェーズの質問を考えたい。前回Iフェーズだった時に考えたポイントを意識したら、今回はCフェーズになれたので、次回に向けて、日頃からニュースなどを見て、「何でここはこうなのだろう？」などの疑問点を抱いて、講師の方の話を聴いたときに、色々な質問を考えられるようにしたい。

<回答例2>

事前研修：メタ的視点から講演全体を把握して、因果関係や様々な分野、自分の立場に関連させて新たな可能性を探る。

事後研修：講義の受け方が間違っていた気がする。自分に必要なことを抽出しようとするのではなく、学生としてその分野を専攻するような気持ちで臨めば、今分らないこと、これから学習すること、応用できそうなこと、のように立場の整った質問が出来ると思った。今度は自分の立場をしっかりと準備した上で視点を広げ、Eフェーズの質問をしたい。

<回答例の考察>

いずれの生徒も質問力のICEルーブリックをふまえて特に意識するポイントを設定している。例1の生徒は1学期のイノベータ講演会の反省をふまえて今回の研修に臨み、次の段階に進むことができた。例2の生徒は、研修を通じて講演を聴く上での意識のおき方について自ら気づきを得ることができた。

カ. その他の成果と課題

生徒が進路選択やキャリアについて考える足がかりとすることも研修のねらいのひとつであったが、事後研修でまとめた感想からはこのねらいを達成した生徒が多いことが読み取れた。今回はこの感想数点を講師に郵送したが、質問を練り評価したワークシートそのものを渡した方が意義は大きい。(想定してワークシートを作成する必要がある。)

イで述べた仮説はおおむね認められたと考えるが、オンライン研修では観察力を育成することができず、視覚的に受け取る刺激の大きさは訪問研修に及ばない。可能な状況であれば次年度は訪問研修を実施し、質問力の育成に関する今年の知見も生かすことが望ましい。

危惧された通信の不安定さも改めて明らかになった。2週間前に講師と接続テストを行い準備したものの、前日から直前にかけてネットワークや接続機器に関する不調が発生した。今回は無事に解決できたが、設備充実に加え設定等のノウハウの蓄積も今後の課題である。



(2) 筑波研修

ア. 仮説

研究学園都市である筑波の研究所を訪問し、最先端の科学技術を研究開発する現場を実際に肌で感じることで、今後の課題研究への示唆が得られ、研究開発に対するモチベーションの向上を促すことができる。また、訪問の中で自身の経験に結びつける質問や観察をすることを通し、イノベーション人材に必要な資質・能力である、「質問力」や「観察力」を培うことができる。

イ. 対象生徒

1・2年生の希望者90名を対象とし、昨年度よりも10名ほど定員を増やした。参加希望者は定員内に収まったが、希望コースに偏りが生じたため抽選を行い、別のコースへ振り分けることになった。

ウ. 内容

本研修の「質問力」や「観察力」に係るICEルーブリックは以下の通りである。

	I フェーズ	C フェーズ	E フェーズ
観察力	○観察の際の気づきを述べる ことができる。	○自ら観察の観点を定め、意図的な観察によって必要な情報を見出すことができる。	○本日の研修で観察を通して学習したことを基に新たな価値や意義を見出したり、課題研究の今後の質的な向上に生かすことができる。
質問力	○表面的な質問をすることができる。例えば、以下のような質問 ・不明な事柄に関する質問 ・単発的な質問 ・確認のための質問 など	○説明に対する理解を深めるための、意図を持った質問をすることができる。例えば、以下のような質問 ・批判的な質問 ・前提を吟味する質問 ・背景を探る質問 ・因果関係を明らかにする質問（「なぜこうなったのか」） など	○（説明内容とは関わりがあるが、）講演の中では明言されていないことで、例えば以下のような生産的な質問をすることができる。 ・進路希望を実現するために、自身の生活を改善する行動を促すための質問 ・講演者にも新たな気づきを与え（と思われる）、お互いにプラスになる質問（価値を生み出す質問） など ○建設的な対立を促す質問をすることができる。

令和2年度も令和元年度同様、10月28日（水）の群馬県民の日を利用して実施した。生徒達の多様なニーズに応えることができるよう、「宇宙・物理コース」、「防災・生物コース」、「環境・化学コース」の3つのコースを設定した。「宇宙・物理コース」は午前に土木研究所を訪問し、午後に筑波宇宙センター、地質標本館およびサイエンス・スクエアを訪問した。「防災・生物コース」は午前に防災科学研究所と地質標本館を訪問し、午後は2グループに分かれ、理化学研究所のバイオリソース研究センターと高エネルギー加速器研究機構をそれぞれ訪問した。「環境・化学コース」は午前に国際農林水産業センターを訪問し、午後に物質・材料研究機構を訪問した。

1. 宇宙・物理コース（1年生希望者17名、2年生希望者14名、引率教諭1名）

- ・土木研究所 [PWR I]（午前）
- ・筑波宇宙センター（午後）
- ・地質標本館、サイエンス・スクエア（午後）

2. 防災・生物コース（1年生希望者24名、2年生希望者4名、引率教諭2名）

- ・防災科学研究所 [NIED]（午前）
- ・地質標本館（午前）
- ・高エネルギー加速器研究機構 [KEK]（午後）
- ・理化学研究所バイオリソース研究センター [BRC]（午後）

3. 環境・化学コース（1年生希望者18名、2年生希望者6名、引率教諭1名）

- ・国際農林水産業センター [JIRCAS]（午前）
- ・物質・材料研究機構 [NIMS]（午後）

エ. 成果と課題

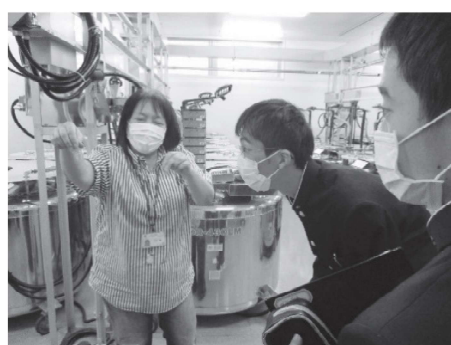
本研修が「質問力」と「観察力」を培う上で効果的であったか、生徒アンケートの結果を参照すると、「質問力」に関しては、「Iフェーズ:38%」、「Cフェーズ:56%」、「Eフェーズ:6%」という結果が得られた。「観察力」に関しては、「Iフェーズ:21%」、「Cフェーズ:69%」、「Eフェーズ:10%」という結果が得られた。「質問力」については、Iフェーズの段階にあると自己評価した割合が高く、あまり成長実感を与えることができなかったことが分かるが、「観察力」に関しては比較的成長実感を与えることができたことが分かる。よって、本研修は「観察力」を培う上では一定の効果があると考えられるが、「質問力」の育成には課題があることがわかった。事前に先方に「質問力」や「観察力」を育成する場でもあることを伝え、生徒に配付するワークシートなどの教材を送った上で、研修内容を検討してもらうのも効果的であると考えられる。

令和元年度の反省をふまえ、見学を3コースに設定し参加者を募ったところ、1つのコースに偏りがでてしまった。結果として、第2希望のコースへ参加してもらった生徒もおり、本来の希望に添えなかったことは少し残念であった。来年度は生徒達からのニーズも調査した上で、コース設定を再検討したいと考えている。また、今年度はコロナウイルス感染症の拡大防止のため、学校側も研究施設側も対策を取りながら実施することとなり、従来通りのような研修を行うことができなかった。

当日の様子



大型耐震実験施設にて



理化学研究所にて



土木研究所にて



地質標本館にて



筑波宇宙センターにて



物質・材料研究機構にて

(3) 課題研究の指導

1 探究基礎での外部指導者

ア. 外部指導者の活用場面

①中間発表 群馬大学共同教育学部理科教育より 4名

日置英彰 教授、岩崎博之 教授、青木悠樹 准教授、佐藤綾 准教授
群馬大学理工学府より 3名

大澤研二 教授、山崎浩一 教授、天羽雅昭 教授

共愛学園前橋国際大学より 3名

後藤さゆり 副学長・教授、西川正也 副学長・教授、岡井宏文 専任講師

②成果発表 中間と同じ

イ. 内容

①では、テーマを達成するための仮説や実験方法の指導、②では結果のまとめ方や考察や展望に関する指導を依頼した。

ウ. 成果と課題

①では、昨年度、同じタイミングで実施した際に、指導助言内容を明記しなかったために、仮説やテーマそのものを大きく変更するような指導があり、テーマを10月に変更する班が散見され、実験やポスター作成に時間が十分にとれなくなった。そこで今回は事前に「テーマを大きく変えてしまう」のではなく、「そのテーマ、あるいは関連したテーマが達成できるように軌道修正する」ように指導項目を明確にすることで、実態にあった外部指導者の活動ができるように改善された。

2 科学探究 I での外部指導

ア. 外部指導者の活用場面と内容

連携先一覧 (分類: ①講演会等、②課題研究の活動における指導助言)

分類	外部指導者	詳細
①	共愛学園前橋国際大学 学長 大森 昭生 様	講演会講師
①	前橋商工会議所 政策部政策課 課長補佐 須賀 裕一 様	外部講師指導会
①	前橋商工会議所 政策部 部長 今井 有子 様	外部講師指導会
①	前橋デザインコミッション 事務局長 橋本 薫 様	外部講師指導会
②	群馬大学 共同教育学部 教授 佐野 史 様	成果発表会の指導助言
②	前橋工科大学 工学部 システム生体工学科 准教授 平川 隆一 様	成果発表会の指導助言
②	前橋工科大学 工学部 システム生体工学科 助教 藤田 佳祐 様	成果発表会の指導助言
②	赤城自然塾 松島 伸安 様	来校してのインタビュー・講話

②	群馬県庁産業経済部 eスポーツ新コンテンツ創出課 田島 篤暉 様	訪問してのインタビュー
②	株式会社コシダカホールディングス 代表取締役社長 腰高 博 様	訪問してのインタビュー
②	前橋中央通り商店街振興組合 理事長 大橋 慶人 様	訪問してのインタビュー 電話での質問
②	高崎経済大学 地域政策学部地域政策学科 教授 岩崎 忠 様	zoom でのオンラインインタビュー
②	静岡商工会議所 商工観光課 斉藤 様	メールでの質問
②	静岡市伝馬町発展会 会長 塚本 様	メールでの質問
②	静岡呉服町名店街 事務局長 綱島 様	電話での質問
②	GRASSA 前橋 店長 澤井 様	訪問してのインタビュー
②	なか又 前橋本店 様	訪問してのインタビュー
②	上毛電気鉄道株式会社 社長 古澤 和秋 様	訪問してのインタビュー
②	前橋市役所 政策部交通政策課 課長 細谷 様	電話にて対応
②	前橋市役所 政策部交通政策課 南雲 貞人 様	土曜 AL での講話・質問
②	群馬大学 次世代モビリティ社会実装センター 准教授 小木津 武樹 様	zoom でのオンラインインタビュー
②	群馬大学 社会情報学部 3 年生	google フォームでのアンケート
②	ARIGATO COMPANY 株式会社 代表取締役 福島 直 様	zoom でのオンラインインタビュー

イ. 成果と課題

上表のとおり、科学探究 I では、講演会、成果発表会、日々の課題研究のさまざまな場面で外部指導者を活用することができた。新型コロナウイルス感染予防の観点から、メールや電話、zoom などの非接触型の場面が多かったが、その分、授業内や放課後すぐに行うなどの時間的なメリットはあったが、環境設定の手間やネットワークトラブルなどは散見した。次年度は、インタビューや調査などはオンラインの長所を生かしつつも、講演や課題研究の指導などは外部講師と生徒が直接関わる場面を設定し、活用効果を高めたい。

3 その他

今年度は、昨年度実施した本校 OB の大学生・大学院生による TA 指導は新型コロナウイルス感染予防の観点から実施しなかった。次年度はオンラインなどを活用し、実施していきたい。

(4) イノベータ講演会 (質問力の育成について)

ア. 仮説

さまざまな分野で活躍する「イノベータ」から直接学ぶ機会を設け、新たな知の可能性を探る質問をすることにより、質問力を高めることができる。

イ. 対象生徒

第1回 1学年全生徒(7クラス 281名) 第2回 1・2学年(14クラス 557名)

ウ. 内容

① 評価基準

ワークシートにより、ICE ルーブリックを提示し、評価の具体について把握させた。

	I フェーズ	C フェーズ	E フェーズ
質問力	○表面的な質問をすることができる。 例えば、以下のような質問 ・不明な事柄に関する質問 ・単発的な質問 ・確認のための質問など	○講演内容に対する理解を深めるための、意図を持った質問をすることができる。例えば、以下のような質問 ・批判的な質問 ・前提を吟味する質問 ・背景を探る質問 ・因果関係を明らかにする質問(「なぜこうなったのか」) など	○(講演内容とは関わりがあるが、)講演の中では明言されていないことで、例えば以下のような生産的な質問をすることができる。 ・進路希望を実現するために、自身の生活を改善する行動を促すための質問 ・講演者にも新たな気づきを与え(と思われ)、お互いにプラスになる質問(価値を生み出す質問)など ○建設的な対立を促す質問をすることができる。 ○内容に対する新たな可能性を探る質問をすることができる。 ○既存の価値観を破壊する質問(「なぜなのか」、「なぜ違うのか」)をすることができる。

② 実施内容

	実施	講演者	演題	概要
第1回	7月3日 (金) 6校時	大森昭生 共愛学園前橋国際大学学長	答えがないから面白いー課題研究の意義と進め方ー	予測困難な時代に求められる力とは、主体的な学びの継続、課題設定能力、課題解決能力、協働力などであるという話がなされ、今後の探究活動を行う上での基本的な姿勢および進め方について詳細な説明があった。
第2回	12月9日 (水) 2,3校時	土屋裕雅 (株)カインズ 代表取締役会長	カインズ価値創造ストーリー	会社経営の中で得た知見である4つの視点「ずらす」「ストーリー」「グローバル」「ブラッシュアップ」は課題を解決する方向性についてのヒントになった。さらに困難が生じたときの乗り越えるためのマインドについて、①目標を宣言すること②固執しすぎずに臨機応変に対応すること③理論武装して自信や判断を持つことなど④間に合うかも知れないという気持ちで諦めないことなど示された。

エ. 成果と課題

① 第1回イノベータ講演会

令和元年度実施時は生徒達の成長実感があまり得られなかった反省をふまえ、令和2年度は生徒達がIフェーズ、Cフェーズ、Eフェーズに対応した質問を想起しやすいよう、講演内容をそれぞれのフェーズに関わる内容に分類し、書き込むようにワークシートを構成し直した。また、事前に講師に質問力育成の場であることを伝え、ワークシートも渡した。講師もそれをふまえた上での講演内容を検討してくれた。実施後に行ったアンケートの中で、「講演会が質問力の育成を考えた上で効果的であったか」について4件法で調査を行った。結果は表1のとおりである。昨年の1年と比較するとポジティブな回答である「3. ある程度培うことができた。」を選択した生徒が増加していることがわかる。アンケート調査の中では生徒の視点から改善すべき点を上げさせ、次のような意見があった。①そもそも「フェーズ」とは何なのか②Eフェーズの回答を共有し、模範となるような質問の内容を知りたい。③質問しやすい具体的で身近な講演会にしてほしい。①②については、講演後のリフレクションの機会に補足説明や質問項目の共有を行った。

表1 質問力育成への効果アンケート集計結果

数値は%

	1×	2△	3●	4○
R2	2.1	11.7	80.4	3.6
R1	7.2	39.2	45.2	6.1

② 第2回イノベータ講演会

＜1学年＞ 質問力に対する効果について表2に示した。「3」を評価した生徒は77.3%で7月と比較し減少し、「4」を選択した生徒は3.6%から17.6%に増加している。結果としてポジティブな回答は7月に比べ84.0%から94.7%に大きく増加している。これは、第1回のイノベータ講演会の後、学年通信などを通して質問力に関するリフレクションを行った成果であると考えられる。

表2 質問力育成への効果アンケート集計結果

	1×	2△	3●	4○
R2(1年12月)	0.8	4.5	77.3	17.4
R1(1年7月)	2.1	11.7	80.4	3.6

数値は%

また、「質問力」に係わるICEルーブリックの自己評価と他者評価は、それぞれ表3にあるとおりとなった。自己評価と他者評価が一致した数がIフェーズを除いて数の上では増加している。このことは、授業等でICEルーブリックを用いた評価を行う機会が多くあり、生徒自身のメタ認知能力が向上していったものと考えられる。

表3 自己評価と他者評価

		他者評価		
		I	C	E
自己評価	I	50	46	9
	C	16	102	39
	E	2	2	5

表3 自己評価と他者評価

		他者評価		
		I	C	E
自己評価	I	25	17	1
	C	6	140	27
	E	1	6	23

次に自己評価と他者評価の一致率については表4のとおりである。自己評価と他者評価が一致している率は7月58.6%から12月76.4%に増加した。昨年度の1年生でも最終的に72%に達している。一方、自己評価の方が低いグループは7月33.6%から、12月18.3%に減少した。自己評価の方が高いグループは7月7.5%から5.3%に減少した。

表4 第1回7月

評価	件数	割合
自己=他者	157	57.9%
自己<他者	94	34.7%
自己>他者	20	7.4%
計	271	100%

表4 第2回12月

評価	件数	割合
自己=他者	188	76.4%
自己<他者	45	18.3%
自己>他者	13	5.3%
計	241	100%

＜2学年＞ 「質問力」に係わる評価は表5のとおりである。「3：質問力はある程度培えた。83.8%」、「4：質問力は十分に培えることができた。9.6%」であった。昨年の1年生のときの10月の回答では「3」と「4」をあわせたポジティブな回答は51.7%であったが、1年後の今回は93.4%を占め増加した。生徒の感想には次のようなことが示されていた。「経験をもとに具体的な内容を話され、自分のこととして考えられた。」「不確実性の時代と言われるようになってから久しい。古い時代から新しい時代へのパラダイムシフトに動揺することなく、常に新しい視点で物事を捉えたい。」「これは経営だけでなく、ほかの様々なことについても言えることだから。」これらの記述から、生徒は講演の内容を自分事として考え、受け入れようとする姿勢がみられたのではないかと考えられる。その姿勢や内容に対する共感や理解が、「質問力の育成」に繋がりを、自分の生活を改善するような行動を促す質問や新たな気づきを与えお互いにプラスとなる質問を生み出すことができたのではないかと考えられる。

表5 質問力育成への効果アンケート集計結果

	1×	2△	3●	4○
R2(2年12月)	0.5	6.1	83.8	9.6

数値は%

Eフェーズの評価を受けた質問には次のようなものがあげられる。「良いモノを作るためのヒトについての質問。当然、会社が大きくなればなるほど、社員の配属についての問題が出てくる。その中で、社員の希望と会社側の考えが乖離することがあると思うが、そのようなときはどのように対応しているのか。また、その対応がカインズの製品にどのような影響を与えていると思うか。」「カインズは地球環境に配慮しつつ、客の生活がより快適になるような製品を開発していると仰っていたが、実際問題、地球環境の保全と、客のニーズに答えられる、またはカインズにとって利益となるような製品の開発は両立できないことも多いと思う。そのような事態になったとき、どのような対策を講じているのか。」

表6 自己評価と他者評価

		他者評価		
		I	C	E
自己評価	I	39	23	3
	C	17	114	14
	E	1	5	14

課題としては、第2回のアンケートの回収率が低かった点があげられる。これは他者評価を受けるためワークシートの回収、再配布がくり返され、アンケート結果を入力する段階に入るまでに10日近くかかってしまい、その結果として最終的な回答のClassiへの入力率が低くなった。今後は1人1台PCが配布されたので効率よく、アンケートにも取り組ませるためのシステムを構築したい。

2. 国際化事業

(1) 実用的な英語運用能力の育成

ア. 仮説

英語関連の授業等を通し、英語運用能力を高め、海外研修の場でプレゼンテーションを行ったり、海外の研究者や高校生・大学生と継続的に課題研究に係る交流を行ったりする中で、グローバルなネットワークを構築する基礎力を身に付けることができる。

イ. 対象生徒

令和元年度 1 学年全生徒 (7 クラス 280 名)

令和2年度 1・2 学年全生徒 (14 クラス 557 名)

ウ. 内容

今年度については、新型コロナウイルス流行の影響から海外研修の実施や海外からの留学生の受け入れをすることができず、課題研究に係る海外の高校生等との交流は実現できなかった。来年度以降は海外研修や、海外の留学生受け入れの機会等だけでなく、オンラインでの交流も含めて積極的に英語で課題研究の内容を発信できるようにしたい。

加えて、ALT(外国語指導助手)の不在により、1年生の英語の授業においてチームティーチングをすることができず、当初予定していた取り組みを行うことができなかった。よって、以下では英語の授業における前年度の取り組みを中心に紹介する。来年度についてはALTとのチームティーチング以外の英語の授業でも高度な英語運用能力育成のための取り組みを計画的に実施したい。

①ALT とのチームティーチング

昨年度は1年生のコミュニケーション英語 I のチームティーチング(週1時間)で、1学期にスピーチ、2学期にプレゼンテーション、3学期にディベートを実施した。段階的に活動のレベルを上げることで、無理なく生徒が英語で自分の考えを表現できるように指導した。

3学期のディベートの活動については、SS 生物基礎の授業で2学期中に既に行ったディベートの論題から選び(「動物園の是非」)、教科横断的な取り組みを行った。あらかじめスピーチを用意してから試合を行う準備型ディベートから始め、ディベートのやり方について学んだうえで、その場で論題発表し、短時間の準備でスピーチを行う即興型ディベートを行い、より実践的な力を養うための活動とした。

ディベートでは、ただ自分の意見を主張するのではなく、ジャッジを説得できるように、わかりやすいスピーチをすることが求められる。また、相手の論点をしっかり理解できて初めて反論、反駁などができるようになる。そのような力を養うために、いきなり試合をするのではなく、まず相手のスピーチを聞き、メモをとる練習、さらに質問をして不明点や、英語が聞き取れなかった部分を明らかにするための練習を行った。今後は、よりわかりやすいスピーチをするために、引き続きディベートを取り入れた指導を行いたい。

ディベートの試合はスピーキングとリスニングのスキルを中心に活動を行った。準備段階では、論題に関連した英文を読み(リーディング)、それに対する意見を英語で書く(ライティング)など、4技能を意識した取り組みとした。

②パフォーマンス評価

昨年度の1学期は、1対1でのインタビュー形式、2学期はグループごとのプレゼンテーション、3学期はディベートの試合でのスピーチを評価した。2学期のプレゼンテーションでは、生徒同士の相互評価も取り入れ、聞き手を意識した表現活動となるように設定した。毎回、ループリック評価項目を、事前に生徒に示したため、パフォーマンステストに向けての生徒の取組も大変積極的であった。

今年度は2年生で1学期に1回、1年生で3学期に1回ずつ1対1のインタビュー形式でのスピーキングテストを行った。

エ. 成果と課題

昨年度、今年度ともに12月に外部の検定試験であるGTECの4技能型検定を1、2年生全員が受験をした。その結果を元に2年間の取り組みの成果と課題を

考えたい。表1にあるように、令和元年度1年生と平成30年度1年生のスコアを比較すると、リーディングとライティングにおいて令和元年度が平成30年度を上回るスコアをマークしており、4技能を意識した英語運用能力育成の成果と考えられる。

一方、表2にあるように、令和2年度の1年生と令和元年度の1年生を比較すると、スピーキングの

スコアが令和2年度は令和元年度より14.5ポイント低くなっており、新型コロナウイルス流行の影響とALTの不在により、授業内でのスピーキング練習が不足した結果と考えられる。しかし、リーディングとリスニングのスコアは令和2年度が

令和元年度を上回っており、トータルスコアでは差が見られなかった。よって、今後の課題としてはスピーキング能力を向上させるための練習の機会を確保しつつ、4技能トータルの能力を育成していくことが挙げられる。

	令和元年度1年生		平成30年度1年生	
	人数	スコア(前年比)	人数	スコア
トータル	276	871.9(-)		*
リーディング	276	191.3(+15.6)	269	175.7
リスニング	276	192.4(-0.7)	269	193.1
ライティング	276	235.9(+9.6)	269	226.3
スピーキング	276	252.4(-)		*

表1 令和元年度1年生と平成30年度1年生のスコア比較

*平成30年度はスピーキング未実施

	令和2年度1年生		令和元年度1年生	
	人数	スコア(前年比)	人数	スコア
トータル	275	871.0(-0.9)	276	871.9
リーディング	275	198.7(+7.4)	276	191.3
リスニング	275	198.2(+5.8)	276	192.4
ライティング	275	236.2(+0.3)	276	235.9
スピーキング	275	237.9(-14.5)	276	252.4

表2 令和2年度1年生と令和元年度1年生のスコア比較

2節 カリキュラム研究開発

1. 探究基礎

ア. 仮説

課題研究の中で CAPDo サイクルを回し、仮説と検証を繰り返す中で、実験力を育成することができる。また、研究の成果を、論理展開を意識した上でポスターやプレゼンテーションソフトを利用して発表したり、論文にまとめたりすることを通し、論理的な表現力を育成することができる。

イ. 対象生徒

1 学年全生徒 (7 クラス、279 名)

ウ. 内容

A) 概要

令和元年度より実施されている探究基礎は、総合的な探究の時間を代替する学校設定科目であり、1 学年全員が対象である。SSH 事業であることを踏まえ、講演会の効果的な導入により、課題研究の意義を明確にしたり、課題研究と大学、社会とのつながりを意識したりできるようにしている。また、令和元年度に引き続き、実験器具や装置の購入、アンケートやフィールドワークの推奨などを明示し、実証的な研究プロセスを組み込むことができた。評価基準としては、本校独自に作成したループブックを活用しており、それに基づいた生徒の活動・教員による支援・指導を行うことができた。令和2年度の主な活動をまとめたものは以下の通りである。(4,5 月が休校となったので、当初予定とは異なる)

B) 主な取り組み

4～5 月 (休校中)	SDGs を学ぶ	10 月	中間発表会
6 月	ゼミ配属 オリエンテーション 課題研究の手法を学ぶ	11 月	分野別オンライン研修
7 月	イノベータ講演会(課題研究の意義と進め方) 研究計画書・物品購入希望書の提出	12 月	プレゼンテーション講座 イノベータ講演会 ポスター作成
8 月	調査・研究を開始	1 月	SSH 成果発表会
9 月	(物品の納入が始まる)	2 月	論文作成

C) ゼミ配属

本校のゼミは SDGs (2015 年 9 月の国連総会で採択された“2030 年までに持続可能でよりよい世界を目指す国際目標”) の 17 の目標を、生徒の実態や教員数を踏まえて 10 に再編したもので構成される。生徒の希望に添った形でゼミを配属し、進路や興味関心を踏まえた上で班を設定した。詳細は以下の通りである。

ゼミ名	担当(教科)	班数	人数	ゼミ名	担当(教科)	班数	人数
M1 貧困・飢餓・安全	加藤(英語)	6	19	M6 真の経済成長と労働	木村(社会)	7	26
M2 衛生・健康・福祉	濱田(体育)	7	28	M7 住環境や生活	町田(家庭科)	6	24
M3 教育と文化	鐘田(英語)	8	32	M8 産業と技術革新	武田(数学)	8	33
M4 平等・平和	石原(英語)	5	21	M9 生態系と地球	石井(数学)	8	29
M5 エネルギー・環境	手島(数学)	10	39	M10 人間とは	須田(国語)	7	28

D) 検証

以下の表 1～3 は同じアンケート内容を、第 1 回は課題研究のテーマが設定前、第 2 回はポスター発表後に行ったものを比較した表である。この表の数値の変化から今年度の探究基礎の指導効果・改善点を検証していく。まず、「課題研究に主体的に取り組んでいるか」という項目で「とても主体的である」「どちらかといえば主体的である」という肯定的な意見の割合は第 1 回は 83.2% で、第 2 回は 88.1% で 4.9 ポイントの増加を示した。課題研究を進めるにつれて、自ら積極的に研究に係わっていくようになった様子が窺える。特に「全く主体的ではない」は 1.1% から 0.0% へ減少しており、課題研究を班のメンバーに任せきりにしてしまった生徒がいなくなったことも見て取れる。

次に、「グループで研究することについて賛成ですか」という項目の比較をみると、「賛成」「どちらかといえば賛成」は第 1 回では 89.1% で、第 2 回では 83.2% であり、5.9 ポイント減となった。本校のグループ活動は、協働性を高めることも目標の一つとなっているが、数値が大きく下がったことはこのグループ活動が上手くいかなかった班があったことが推測される。一部の生徒に負担がかかることで、「これならば一人でやったほうが良い」と考えた生徒が一定数いることや、テーマそのものがグループで 1 つになるので、課題研究が進む中で自分のやりたい研究とのずれを認識し、興味関心を失ってしまったなどが考えられる。これ

については、研究の基本はグループであるが、2年次選択科目である「探究総合」を履修した生徒は個人研究が認められている。ただし、令和2年度の「探究総合」履修者に行ったアンケートでは、個人研究より、履修者同士でグループを組んだ班の満足度の方が高かった。個人でできることの限界を考え、組織として活動するために必要な力を身につけさせたい。

最後に表3にあるように「現在、探究基礎1単位で課題研究を行っています、それで時間的に十分でしたか」、という項目の数値を検証していく。課題研究が本格的に始まっていない第1回では「時間が少し足らなかった」「時間が全く足らなかった」の合計は50.0%と半数だったのに対し、第2回では61.6%となり、11.6ポイント増加した。4～5月が休校となり年間計画が後ろ倒しを倒しになった影響が、後半の研究時間の確保を難しくしたと思われる。課題研究のCAPDoのサイクルの後半である、考察・データ処理・ポスター作成・発表に十分な時間を確保するためにはテーマ設定や仮設定を早く行い、早期に実験や調査の準備を行うことが肝要である。ただし、テーマ設定は課題研究のうち、最も重要なプロセスで、単純に時間を縮めてよいものでもない。全体の流れを再度見直して、課題研究の後半の時間を確保できるように次年度の計画を立てていきたい。

	とても主体的である	どちらかといえば主体的である	どちらかといえば主体的でない	全く主体的でない
第1回	23.1%	60.1%	15.8%	1.1%
第2回	27.0%	61.1%	11.9%	0.0%

表1：課題研究に主体的に取り組んでいるか、についての項目（割合）

	賛成	どちらかといえば賛成	どちらかといえば反対	反対
第1回	57.1%	32.0%	8.0%	2.9%
第2回	50.0%	33.2%	12.4%	4.4%

表2：グループで研究することについて賛成ですか、についての項目（割合）

	時間に余裕があった	丁度良かった	時間が少し足らなかった	時間が全く足らなかった
第1回	4.7%	45.3%	44.9%	5.1%
第2回	4.0%	34.5%	55.8%	5.8%

表3：現在、探究基礎1単位で課題研究を行っています、それで時間的に十分でしたか、についての項目（割合）

E) 課題研究の実験の様子



食料廃棄物からバイオエタノールの作成(左2枚)

スマホの効率的な除菌

風力発電の効率化

エ. 成果と課題

成果発表会では以下のICEルーブリック表を提示し、評価の具体について把握させた。

	Iフェーズ	Cフェーズ	Eフェーズ
論理的表現	○主張に誤りはなく、前提や根拠が適切に示されているが、定義を説明する部分の占めるウエイトが大きい。	○前提や根拠が仮説や主張と適切に関連付いており、そこから導かれる主張に正当性がある。	○主張が明確であり、先行研究の分析から得られた知見も基に論を展開し、新規性や汎用性の高い提案がなされている。
説明技術	○プレゼンの中で話すべきことを一通り話すことができている。	○説明の中で適切な間を置いたり、抑揚をつけたりしながら、分かりやすい説明をすることができる。	○相手の反応を見て、分かりやすい説明ができる。例えば以下のようなもの。 ・表現が難しいようであれば平易で分かりやすい表現に代えて説明している。 ・抽象的なものは具体例を交えたりしながら説明をしている。
目線	○手持ちの説明用資料を見ながら説明をすることができる。	○重要なポイントはポスターを利用しながら、目線は相手の方へ向け、プレゼンをすることができる。	○相手の理解を促すために時折目線をポスターへ移すものの、聞いている人、一人一人にしっかりと間をとってアイコンタクトをし、理解度を把握しながら説明をすることができる。

		他者評価		
		I	C	E
自己評価	I	0	5	2
	C	2	127	56
	E	0	6	23

表4：論理的表現の評価

評価	件数	割合
自己=他者	150	67.9%
自己<他者	63	28.5%
自己>他者	8	3.6%

表5：表4の一致率

表4～表9は論理的表現・説明技術・目線の各項目について、発表した生徒が行った自己評価と、その発表を見た生徒が行った他者評価（の中で最も多かった評価）をクロス集計した表とその一致率を示した表である。表にある通り、自己評価と他者評価が一致した割合は、各項目で7割弱であった。

		他者評価		
		I	C	E
自己評価	I	5	8	2
	C	2	82	50
	E	0	11	61

表6：説明技術の評価

評価	件数	割合
自己=他者	148	67.0%
自己<他者	60	27.1%
自己>他者	12	5.9%

表7：表6の一致率

一致しなかったものについて、他者評価より自己評価を低く見積もった生徒の割合は、論理的表現で28.5%、説明技術で27.1%、目線で29.9%となり、3割弱の生徒が発表をすることに対して自信がなく、自己を低く評価していることが分かる。この点については次年度の年間計画の中で進捗状況を発表する機会を複数回設定したり、普段の授業の中で自分の考えを発表する機会を多く設けたりすることによって改善していきたい。また、表10～表12は、成果発表会後に、課題研究を通してイノベータの資質能力が向上したかどうかをアンケートした結果である。まず「発表に必要なデータや項目を選定する思考力・判断力が身についたか」という項目では「とてもよく身についた」あるいは「少し身についた」と回答した生徒が83.8%であり、この結果から、思考力・判断力を十分に伸ばすことができたと考えられる。次に、「班でポスター発表の資料準備をすることを通し協働性を高めることができたか」という項目では、「とても高まった」あるいは「少し高まった」という肯定的な回答は、91.6%であった。しかし、以下の感想にもあるように一定数の生徒の感想記述から、

		他者評価		
		I	C	E
自己評価	I	7	28	3
	C	3	87	35
	E	0	7	51

表8：目線の評価

評価	件数	割合
自己=他者	145	65.6%
自己<他者	66	29.9%
自己>他者	10	4.5%

表9：表8の一致率

グループ内で意欲や活動の差があること、声かけや計画が不十分でグループ全体としての活動が不足したなどがわかった。個人研究の良さもあるが、1年生は協働性を培うのも目的の一つであるので、次年度ではグループ内で個人の役割を意識させたり、活動の差が出ないようにしたりとゼミ担当を中心にマネジメントできような体制を作っていきたい。最後に、「成果発表会を通し、論理的に表現する力を培うことができたか」という項目では、肯定的な回答は、92.0%となり、論理的な表現力の育成に大きく貢献したことが伺える。

とてもよく身についた	少し身についた	あまり身につかなかった	全く身につかなかった
33.6%	60.2%	5.8%	0.4%

表10：発表に必要なデータや項目を選定する思考力や判断力が身につきましたか、についての項目（割合）

とても高まった	少し高まった	あまり高まらなかった	全く高まらなかった
38.1%	53.5%	6.6%	1.8%

表11：班でポスター発表の資料準備をすることを通し協働性を高めることができましたか、についての項目（割合）

十分に培うことができた	ある程度培うことができた	あまり培えなかった	全く培えなかった
27.4%	64.6%	7.5%	0.4%

表12：成果発表会を通し、論理的に表現する力を培うことができましたか、についての項目（割合）

（参考）成果発表会後の生徒の感想

- ・中間発表で教授の方から頂いたアドバイスを軸に、本番までに一連の考察、まとめができた。
- ・課題研究を通して、事象を論理的に考える力・問題を解決する力が身についたと思う。課題研究が行き詰まり一度はどうなることかと思っただが、なんとかポスターを仕上げられた。授業時間があと1.5倍ほどあったらもう少し別のことができたと思う。
- ・自分は今回の成果発表会を通して、本格的なプレゼンテーションを初めて経験した。発表中に投げかけやクイズなどを取り入れ、聞き手が関心を持って答えてくれたので、自分は落ち着いて発表することが出来た。
- ・できるなら来年も同じテーマの研究をもっと詳しく、専門的にやってみたい。
- ・第三者に自分たちの実験をわかりやすく伝えるということの難しさを身をもって感じた。また表記に関しても、大学の教授から教えて頂いた、①数値化を行うこと②表記を正確に行うこと（度→℃など）の細かい点まで次回から意識していきたい。他の人の発表は自分が思い付かないような視点から物事を考えていて、興味深かった。
- ・他の班の多くの研究を見て、自分たちの研究に足りない部分や改善点なども見出すことができた。
- ・役割分担や班員との協力は大切だということを痛感した。
- ・班長一人の負担が大きかったから班員みんなで分担したい。
- ・メンバーとともに研究を進めていくので、どうしても自分がやりたいことを押し通す事はできなかったが、協力していく中で協働性を高めることができた。次年度では活動にもっと主体的に取り組めるようにしていきたい。
- ・計画や実験に当てる時間が足りずに誤魔化しながらだった感じはする。また生物関連のものを研究テーマにしたため冬の間は活動が制限されるなどがあった。

2. SS 物理基礎

(1) 『気柱共鳴の実験(応用) スプレー缶内の気体の正体は?』

ア. 仮説

気柱共鳴の基本的な実験を通して学んだ測定原理を応用し、ある特定の物理量の値に着目し、スプレー管内の気体の種類を類推する探究的な実験を通し、イノベータに必要な資質・能力である「実験力」を培うことができる。

イ. 対象生徒

令和元年度、令和2年度ともに1学年全生徒(7クラス、281名)

ウ. 内容

①本時の評価基準、及び規準の提示

本時の実験力と議論力に係る ICE ルーブリックを提示し、評価の具体について把握させた。提示したものは以下の通り。本時の活動の最後にはプリントに記載されている ICE ルーブリックを基に自己評価を行うことも伝えた。

	Iフェーズ	Cフェーズ	Eフェーズ
実験力	○前回の実験の経験に基づき測定を行い、管口部から音が最も大きくなる水面までの距離を測定することができた。	○これまで学習した知識を基に仮説を立て、実験結果と与えられた表とを照合し、スプレー缶内の気体が何であるか類推することができた。	○仮説を立て、実験を行い、その結果からスプレー缶内の気体を類推することができた。さらに、与えられた表と測定結果のずれについて分析し、そのずれを解決するための方法や、本実験のさらなる応用について述べた。
議論力	○仲間との議論の中で自分の意見を伝えることができた。(伝えただけ)	○仲間と議論をする中で他者の意見を聞き、それを基に自分の意見をより科学的なものへと変容させることができた。(個人内での変容に限る)	○仲間と議論をする中で様々な意見をまとめてグループの意見とし、より科学的に正しい意見へと昇華させ、グループで共有することができた。

②個人での仮説立案

気柱共鳴の実験装置と前回測定をして固有振動数が明らかになっているおんさを用いて測定をさせ、スプレー缶内の気体を類推する場合に測定を通して明らかになる、どんな物理量に着目をすれば良いか、各個人で仮説を立てさせ、生徒を指名して仮説を共有した。

③班ごとに実験手順を考える

スプレー缶内の気体の種類を音速の値により類推できるよう、0℃、1atmの条件下における種々の気体中の音速一覧(表1)を配布し、音速を算出するためにどのような実験手順を踏めばよいかを班で考えさせ、代表生徒の発表により手順を共有した。

物質	音速 [m/s]
ネオン	435
窒素	337
硫化水素	289
二酸化炭素	258
二酸化硫黄	211

表1: 種々の気体中の音速
(理科年表 H24 版より引用)

④検証実験

各班に1本のスプレー缶しか与えることができないため、測定は2回まででやむを得ないとした。

⑤実験結果の分析・考察

測定から得られた気柱の波長、おんさの固有振動数からスプレー缶内の気体の音速を求めさせ、そこから気体の種類を類推させた。

⑥クラスでの考察の共有

考察欄に記載したことを班の代表に発表させ、共有させた。

⑦本時の活動の自己評価

本時の活動を振り返り、プリントに「実験力」、「議論力」が ICE ルーブリックのどのフェーズにあるか自己評価をさせ、プリントを回収した(回収後、授業担当教諭による他者評価を実施)。

エ. 成果と課題

音速を算出すると約280m/s(25℃時)になる。表1から近い値を探すと硫化水素となるが、表1の値は0℃のものであり、実際は二酸化炭素である。授業では温度 $t[^\circ\text{C}]$ の空気中の音速 $V[\text{m/s}]$ を「 $V = 331.5 + 0.6t$ 」と学習している。この公式と表1を参考にして二酸化炭素中の音速 $V_{\text{CO}_2}[\text{m/s}]$ を「 $V_{\text{CO}_2} = 258 + 0.6t$ 」

	媒質	音速[m/s]
気体	ヘリウム(0℃)	970
	二酸化炭素(20℃)	275
	窒素(20℃)	349
液体	水(20℃)	1482
	海水(20℃)	1513
	メタノール(20℃)	1121
固体	窓ガラス	5440
	鉄	5950
	アルミニウム	6420

表2: 各媒質中の音速
啓林館「改訂版 物理基礎」より

と予想するに留まる生徒が多かった。一部の生徒は教科書に載っている20℃での二酸化炭素中の音速275m/s(表2)に気づき、「別表」と比較して1℃あたり0.85m/s(理科年表では0.87m/s)増加することを突き止め、 $V'_{CO_2} = 258 + 0.85 \times 25^\circ C \cong 279m/s$ として気体を特定することができた。

「実験力」についての自己評価と他者評価の結果を以下のグラフ1,2に示す。自己評価と他者評価のクロス集計結果(表3)を元に各評価の一致率を求めたものが表4である。

		他者評価			評価	件数	割合
		I	C	E			
自己評価	I	11	52	0	自己=他者	186	67.1%
	C	2	160	8	自己<他者	60	21.7%
	E	0	29	15	自己>他者	31	11.2%
		計				277	100%

表3：クロス集計結果

表4：評価の一致率

イノベータ講演会①(7/3実施)における「質問力」の自己評価と他者評価の一致率は57.9%であった。今回は「実験力」についての評価であるが、

一致率は67.1%となり、9.2%の増加が見られた。これは「質問力」の評価の際に他の生徒と一緒に他者評価を行ったことでメタ認知能力が向上したものと推察できる。

また、前回の一般的な気柱共鳴の実験と、本時の計2回の実験を通して「実験力」が培えたか、というアンケート(回答数276名)をした。結果は、①十分に培うことができた(39.5%)、②ある程度培うことができた(53.6%)、③あまり培えなかった(6.9%)、④全く培えなかった(0%)と、93.1%の生徒がポジティブな応答を示し、生徒の実験力に対する成長実感を促すことができた様子がうかがえる。本実験授業は昨年度開発され、今年度で2回目の実施になる。昨年度の1年生もポジティブな応答が86.4%であり、生徒の実験力に対する成長実感を促す授業として妥当であることが確認された。

(2)『浮力の反作用を活用した実験力の育成』

ア. 仮説

測定したい物理量を求めるために、実験の方法を生徒自身でデザインすることで、イノベータに必要な資質・能力である「実験力」を培うことができる。

イ. 対象生徒

令和2年度1学年全生徒(7クラス、280名)

ウ. 内容

①導入

初めに生徒へ、「100gのコップに水が200g入っている。そこに氷を30g入れると、はかりは何gを示すか(右図)。ただし、氷は全て水面に浮かんでいるものとする。」と質問をした。その際に“氷が全て浮かんでいる”ことを強調すると、約2割の生徒が「300g」と誤答した。その後、全体で「330g」が正解であると確認した。



図：導入

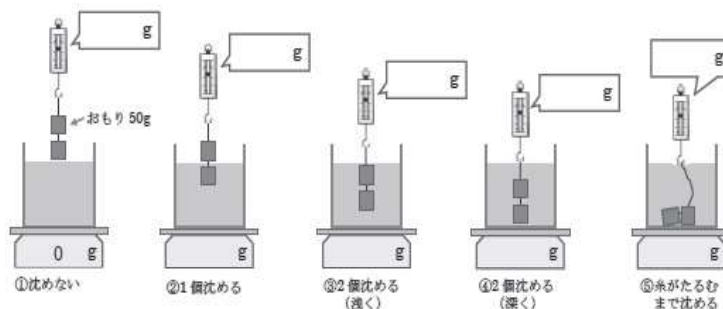
②本時の評価基準、及び規準の提示

本時の実験力に係るICEルーブリックを提示し、評価の具体について把握させた。提示したのは以下の通り。本時の活動の最後にはプリントに記載されているICEルーブリックを基に自己評価を行うことも伝えた。

	Iフェーズ	Cフェーズ	Eフェーズ
実験力	○実験結果を、表を活用して整理することができた。	○予想を立て、実験を行い、その結果から浮力と沈め方の関係や、はたらく力について示すことができた。	○予想を立て、実験を行い、その結果から浮力と沈め方の関係や、はたらく力について示すことができた。さらに、今回の実験を実証するための、他の方法をデザインすることができた。

③個人及びグループでの予想

右図のような各状態を示す。容器に水だけを入れた状態でキッチンスケール(はかり)を基準の0gとし、そこから1個50gのおもりを2個沈めて行く。このときのばねばかりとキッチンスケールが示すおおよその値を、自分なりの法則性を定めて予想し、理由と共に記入させた。その後、4人のグループで意見を出し合い、グ



図：個人及びグループでの予想

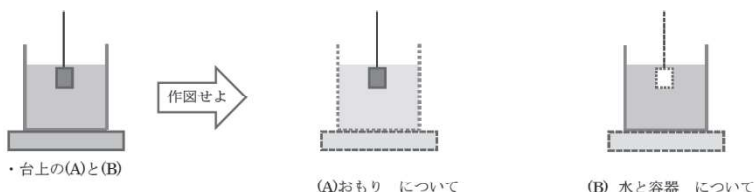
ループとしての予想をまとめた。同時に、与えられた実験道具「おもり(50g×3個)、釣り糸、ばねばかり(500g目盛)、キッチンスケール、メスシリンダー(200 mL)、ビーカー(100 mL)、スタンド」で何の物理量を求めるために、どのような実験装置組めば良いか予想させた。

④実験

実験については、「ばねばかりを鉛直に立てて使用する」「おもりがビーカーの側面につかないようにする」など、簡単な確認に留め、18分間の時間を取り、グループで協力しながら予想した状況を実証する実験を行った。実験プリントに記載されている容器はビーカーのように見えるが、実際の実験ではメスシリンダーを活用すれば、ばねばかりの示す値とキッチンスケールの増加量、メスシリンダーの増加量(=体積[mL])が同時に計測できる。この点に気づけば、実験時間を短縮することができる。さらに、水の密度 $\rho = 1.0\text{g}/\text{cm}^3$ を活用して、沈めたおもりの体積[mL = cm^3]とキッチンスケールの増加量[g]の値が一致していることが分かる。

⑤実験結果の分析・考察

おもりを沈めたことによるキッチンスケールの増加量の変化は、“何の力”によるものかを作図により説明させた(右図)。まず、おもりについて着目することで、多くの生徒が浮力を作図する。次に水と容器には



図：作図による力の考察

たらく力を作図する際に、水の重さは変化していないにもかかわらず、キッチンスケールの値が増加したことから、「浮力の反作用」がはたらいているという結論に達する。ただし、浮力についても、作用・反作用の法則についても学習済みであるにもかかわらず、実際に「浮力の反作用」が作図できた生徒は1割程であった。また、水に沈んだおもりが1個と2個の時を比較させ、「沈んだ物体の体積が2倍になると浮力の大きさも2倍になる」ことと、浅く沈めたときと深く沈めたときを比較させ、「浮力の大きさは水深によらない」ことを確認したところで、改めて浮力の公式「 $F = \rho Vg$ 」を確認し、沈める物体の体積Vに比例し、深さによらないことを示した。

⑥今回の実験を実証するための、他の方法をデザインする

今回の実験を実証するための、他の方法をデザインさせた。生徒の回答としては「異なる密度の液体で実験を行い、浮力の大きさの変化を調べる」「異なる密度のおもりで実験を行い、浮力が変化しないことを調べる」「(実現可能かは別として)重力加速度が異なる状況で実験を行い、浮力の大きさの変化を調べる」「沈める物体を水平方向に増やしても、得られる浮力の大きさが変わらないことを確かめる」などが挙げられた。

⑦本時の活動の自己評価

本時の活動を振り返り、プリントに「実験力」がICEルーブリックのどのフェーズにあるか自己評価をさせ、プリントを回収した。(回収後、授業担当教諭による他者評価を実施)

Ⅱ. 成果と課題

「実験力」に係わるICEルーブリックの自己評価と他者評価のクロス集計結果は右の表の通りである。それを元に各評価の一致率も示した。

前回の気柱共鳴の実験(応用)における「実験力」についての評価の一致率は67.1%であった。今回は、さらに5.0ポイントの増加が見られ、一致率は72.1%に達した。ICE

		他者評価		
		I	C	E
自己評価	I	36	21	5
	C	20	156	24
	E	0	7	7

表：クロス集計結果

評価	件数	割合
自己=他者	199	72.1%
自己<他者	50	18.1%
自己>他者	27	9.8%
計	276	100%

表：評価の一致率

ルーブリックを実施する毎に一致率は増加しており、メタ認知能力が向上したものと推察できる。

また、生徒アンケートで、イノベータに必要な「実験力」を培えたかどうかを調査した結果、①十分に培うことができた(25.6%)、②ある程度培うことができた(65.9%)、③あまり培えなかった(6.7%)、④全く培えなかった(1.9%)と、91.5%の生徒がポジティブな応答を示し、前回の気柱共鳴の実験(応用)と同様に、生徒達の多くは本時の授業内容が、イノベータに必要な「実験力」を培う上で効果的であると認識していることが分かった。

3. SS 生物基礎

ア. 仮説

ブタの腎臓の解剖実験を通し、イノベータに必要となる観察力、関連付ける力を育成することができる。また、成長過程にある高校生として重要な生命尊重の心情を育成できる。

イ. 対象

1 学年全生徒（7 クラス 280 名） 実施時期 11 月～12 月

ウ. 内容

生物の体や臓器の構造や働きを理解するには、教科書や資料集による学習でも一定の理解をすることは可能である。しかし、実験では実物を解剖することにより視覚で立体的に捉えるだけでなく、嗅覚や触覚などその他の感覚も伴い学習することができ、より深い理解と定着を期待できる。また、腎臓の解剖を行うことにより、他の臓器や器官との関連性を考察し、一つの臓器にとどまらず、総合的に各器官が協調し個体が成立していることを認識することも意識した。さらに、当日の朝に解体したブタの臓器を使用することにより、生きていた生命の臓器を解剖させていただき実験が成立することを伝え、実験動物への感謝をあらわし、生命尊重の心情を育成できるよう最大限の配慮を行った。

解剖実験がただの臓器の理解だけにならぬよう、事前学習およびアンケートを行い、そのアンケート結果を生徒にまとめさせ、その結果も生徒が真剣に実験に向き合えるよう事前指導に使用した。

実験の評価に関しては ICE ルーブリックも表 1 の通りで、本校のイノベータの資質能力にルーブリックに合わせて、作成した。

I フェーズ	C フェーズ	E フェーズ
生命尊重の気持を持ち、腎臓の構造をスケッチし理解できた。	生命尊重の気持を持ち、腎臓・心臓の構造を丁寧なスケッチ、記録からはたらきを理解し説明することもできた。	解剖の意義を理解し、生命尊重の観点から、腎臓・心臓の記録を正確にでき、関連する臓器や組織についての働きや関連性まで考察できた。

表 1 解剖実験の ICE ルーブリック（観察力・関連付ける力・生命尊重の心情）

エ. 成果と課題

実験後の ICE ルーブリックの生徒の自己評価と教員評価のクロス集計（表 2）をみると、生徒の自己評価は C フェーズが多い。I フェーズの生徒は、スケッチが正確にできなかったという理由が最も多い。E フェーズが少ないのは、スケッチの出来具合とともに他の臓器や組織との関連性を考察が深くできなかったという理由が多かった。教員評価については、スケッチが正確でなくて

		教員評価		
		I	C	E
自己評価	I	3	24	0
	C	0	101	8
	E	0	10	5

表 2 実験評価

も、言葉や考察でカバーできていればCフェーズと評価した。Eフェーズは他の臓器との関連性が考察できていなければ、Eフェーズ出なくCフェーズ評価にした。

実験後の生徒のアンケートでは、臓器に対する理解（表3）は、ほぼ全員が理解が深まったと感じており、実験力を含め、観察力が高まったと考えられる。しかし、関連付ける力について、表1のICEルーブリックからも大きく養

変化無し	やや理解が深まった	大変理解が深まった
0%	18.6%	81.4%

表3 実験授業での臓器に対する理解について

解剖授業を強く反対したい	解剖授業を嫌悪した	変化無し	やや深まった	大変深まった
0.9%	0.9%	5.3%	21.9%	71.1%

表4 解剖実験の意義と生命尊重の認識・理解について

われたわけではないと考えられ、それについては、事前学習や実験方法、手順、事後学習の再検討が必要と思われる。

表4の解剖実験の意義と生命尊重の認識・理解についてのアンケートでは、93%の生徒が深まったと感じており、実験により生徒は様々なことを考えながら生命に対する感謝や畏敬の念を持つことができたといえる。しかし、数名は解剖実験に対して、嫌悪や反対の意識を持っており、少数ではあっても、実験を行うときに配慮し、注意深く進めていく必要があると考えられる。

今回、初めてICEルーブリックを使用しての評価を試みたが、生徒に対して評価基準を明らかにして実験に臨める点はよいと感じられた。しかし、生徒も教員もIフェーズは、評価が低いというイメージがあり評価しにくく、どちら側もCフェーズが圧倒的に多くなってしまったという結果となった。それでもよいのかもしれないが、ルーブリックを作成するときには授業の内容に応じて慎重に作成し、生徒にも周知していく必要があると思われる。



図 解剖実験の様子

4. SS 情報科学

ア. 実践 『シミュレーションによる問題解決（感染症の流行する様子を調べてみよう！）』

数式を用いたモデル化では、身近な現象の状態が時間の経過と共に変化する様子を調べることができ、グラフ化することで変化の様子を詳しく理解することができる。今回の授業では、感染症流行の数式モデル（SIRモデル）を取り上げてシミュレーション実験を行い、数式モデルのパラメータの値が及ぼす影響について調べ、感染症流行の対策方法について検討した。

イ. 対象生徒

1 学年全員（279 名）

ウ. 内容

今年度は新型コロナウイルス感染症の影響でソーシャルディスタンスやマスクの着用、手指のアルコール消毒などのコロナ対策が「新しい生活様式」として取り入れられたが、生徒たちは「なぜそのような対策を取る必要があるのか」、また「なぜそれが感染拡大防止に有効なのか」を十分に理解する機会を持たないまま実践している。授業では、その理由について解き明かすことを目的として、数式モデルを用いたシミュレーションを行い、数式モデルのどのパラメータがどのように影響するのかを理解し、実際の行動とどのような関係があるのかを考察した。シミュレーションを通じて自らの行動についてその理由を考察することは、主体的で対話的で深い学びに繋がり、またシミュレーションの有用性について理解を深めることになる。

エ. 成果と課題

数式モデルが微分方程式で表現されているため、難しく感じた生徒もいたが、パラメータの値を変えることで、S（未感染者）、I（感染者）、R（回復者）の人数の変化をグラフで確認することができた。「1 日当たりの接触人数 m 」と「1 回の接触当たりの感染確率 p 」の値をそれぞれ大きな値から小さな値に変えると I（感染者数）の増加のピークの山が下がり、時期が遅くなることを確認して、その理由について検討した。多くの生徒が「1 日当たりの接触人数 m 」の値を下げることで、実生活でのソーシャルディスタンスやステイホームに相当すること、また「1 回の接触当たりの感染確率 p 」の値を下げることは、実生活でのマスクの着用や手指のアルコール消毒、換気に相当することを挙げて、「新しい生活様式」について理解を深めた。また、テレビのニュースや新聞で見聞きする基本再生産数についても取り上げて、1 を超える場合と 1 未満の場合についても確認した。先ほどと同様に、「1 日当たりの接触人数 m 」と「1 回の接触当たりの感染確率 p 」を同時に下げることが、基本再生産数を 1 未満にする有効な方法であり終息に繋がることを確認した。さらに関連する差別や偏見などの問題も取り上げて、未知の現象に対する不十分な理解から不安が生じ、差別や偏見に繋がりやすいことを学び、正しい理解のもとで適切な行動を取ることの必要性や重要性を確認した。

表 1 のアンケート結果から、事前に将来の状況を予測して影響を把握し、対策などを考えることができるコンピュータ・シミュレーションが有益であることを概ね理解することができ、また「新しい生活様式」で取る行動の理由についても、数式モデルのシミュレーションと関連付けて理解することができた。

今後の課題としては、入院患者の病床ベッドに関する待ち行列を取り入れたモデルや事象の発生に確率的要素を含んだ新たな数式モデルの提案、また身の回りの様々な現象に関する数式モデルや独自に考えた数式モデルを取り上げてシミュレーションを行うことなどが挙げられる。

I フェーズ (Ideas) 知識の獲得	接触人数と感染確率のパラメータの値を変えた時の実験結果を、グラフを描いて整理することができましたか？（S 未感染者、I 感染者、R 回復者のグラフ）				
	とてもよくできた	できた	どちらでもない	少しできなかった	全くできなかった
	13.4%	42.1%	31.2%	10.9%	2.5%
C フェーズ (Connections) 知識の拡張と洗練	数式モデルを用いたシミュレーションの有用性は、理解することができましたか？（シミュレーション結果から、将来を予測し、影響を把握し、対策ができること。）				
	とても良く理解できた	理解できた	どちらでもない	少し理解できなかった	全く理解できなかった
	30.7%	39.9%	25.2%	3.7%	0.6%
E フェーズ (Extensions) 知識の有意義な活用	感染症の流行シミュレーションの実験を通じて、感染防止対策のソーシャルディスタンスやステイホーム、マスク着用や手指のアルコール消毒、換気などの必要性を理解することができましたか？				
	とても良く理解できた	理解できた	どちらでもない	少し理解できなかった	全く理解できなかった
	52%	31.7%	15.3%	1%	0%

表 1. 授業アンケートの質問項目と結果（ICE ルーブリック：関連付ける力）

5. 科学探究 I・I 類

ア. 仮説

課題研究の中で CAPDO サイクルを回し、仮説と検証を繰り返す中で、実験力を育成することができる。また、研究の成果を、論理展開を意識した上でポスターやプレゼンテーションソフトを利用して発表したり、論文にまとめたりすることを通し、論理的な表現力を育成することができる。

イ. 対象生徒

2 学年理系生徒 (5 クラス、200 名)

ウ. 内容

A) 概要

2 学年の理系選択者が履修する「科学探究 I・I 類」は、総合的な探究の時間を代替する学校設定科目であり、1 学年で全員が履修した「探究基礎」を基に、より深い科学的な課題研究を取り組む科目である。1 学年の「探究基礎」では、全体に向けた講演や課題研究の手法・意義を学ぶ講義があったのに対し、「科学探究 I・I 類」では、個々の課題研究が深まるように、時間を十分に確保したり、班・テーマごとに大学、社会とのつながりを意識したりできるようにしている。評価基準としては、昨年度、作成した「探究基礎」のルーブリックに、昨年度、本校の課題研究に不足していた先行研究、予備実験の項目を追加・補足し、活用することで、それに基づいた生徒の活動・教員による支援・指導を行うことができた。令和 2 年度の主な活動をまとめたものは以下の通りである。(4, 5 月が休校となったので、当初予定とは異なる。)

B) 主な取り組み

4~5 月 (休校中)	テーマ設定、情報収集	10 月	ゼミ内で中間発表会 (PPT を用いたオーラル発表)
6 月	ゼミ配属 オリエンテーション	11 月	調査・研究
7 月	研究計画書・物品購入希望書の提出	12 月	ポスター作成
8 月	調査・研究を開始	1 月	S S H 成果発表会
9 月	(物品の納入が始まる)	2 月	論文作成

C) ゼミ配属

「科学探究 I・I 類」のゼミは、物理、化学、数学・情報、動物・医学、植物・農学、地学の 7 つのゼミを設定し、進路や興味関心を踏まえて生徒の希望を調査し、担当教員の支援・指導を円滑に行うために 1 つゼミがゼミを配属し、ゼミを以下の表のように再構成して設定した。詳細は以下の通りである。

ゼミ	担当 (教科)	人数	ゼミ	担当 (教科)	人数
M1 物理	岡部 (数学)	26	M5 数学	高橋 (英語)	26
M2 物理	田村 (数学)	26	M6 動物	中野 (国語)	24
M3 化学	新井 (化学)	32	M7 医学	田村 (英語)	33
M4 情報	山越 (数学)	21	M8 植物・農学・地学	塩原 (英語)	29

D) 検証

C のゼミ配属について、今年度は意図的に各ゼミ担当は、原則として専門教科ではないゼ

ミを配属するようにした。その理由について、ゼミ担当はあくまで生徒の課題研究をする上でのファシリテーターとして機能させるためであり、実質的な指導は大学や研究所などの外部指導員を想定していたためである。ただ、大学や研究所に聞く必要性の低いものはある程度、学校組織内で対処できるように、ゼミ担当とは別に M1 と M2 に物理教員、M3 に化学教員、M6～8 に生物教員を副担当で配属し、特にテーマ設定でヒアリングを実施したり、実験方法の計画や実験に関与し、専門性を高めたりする工夫をした。その結果、以下の表 2 にあるように、まず、スケジューリングの精度が向上し、かつ生徒は探究基礎でノウハウをある程度身につけていることから、「時間に余裕があった」「丁度良かった」が昨年度（2 学年科学探究 I は未実施だったので、1 年の探究基礎との比較）は計 24.4%だったのに対し、今年度は 64.9%と大きく向上することができた。副担当の設定により、専門性が高くなったと考察される理由は、ポスター・論文の成果でもわかるが、エ成果と課題でも別記、検証する。

次に課題研究のメンバー構成と主体性について検証する。今年度は、個人研究を可とした。その結果、6 名の生徒が個人研究を実施した。この数字はまず想定以下であり、その理由は、昨年度、グループで研究することに賛成かどうかの調査を実施したときに、280 名において、「どちらかといえば反対」「反対」が計 25.9%であり、人数換算すると 50 名程度が個人を希望していたことになる。しかし、実際には個人のメリットとデメリットを踏まえ、時間や研究の効率を考えてこのような結果になったと考えられる。その結果、表 1 にあるように、課題研究に主体的に取り組んでいるかの質問には、「とても主体的である」「どちらかといえば主体的である」の合算は、今年度は 89.5%であり、昨年度より 12.0%向上した。さらに、グループもしくは個人でそれぞれの満足度を 5 段階（1 が最も良い）で質問した平均を表 3 の右側に示したが、グループの平均が 2.4 に対して、個人の平均は 2.0 となり、どちらも満足度は高いが、個人の方がより高いことがわかった。以上のことからグループと個人で希望が反映したメンバー編成を行うことで主体性や意欲に向上につながったと考察される。

	とても主体的である	どちらかといえば主体的である	どちらかといえば主体的でない	全く主体的でない
昨年度	21.9%	55.6%	19.6%	3.0%
今年度	25.5%	64.0%	9.5%	1.1%

表 1：課題研究に主体的に取り組んでいるか、についての項目（割合）

	時間に余裕があった	丁度良かった	時間が少し足らなかった	時間が全く足らなかった
昨年度	3.7%	20.7%	57.8%	17.8%
今年度	8.5%	56.4%	28.7%	6.4%

表 2：科学探究 I の 1 単位で課題研究を行っていますが、それで時間的に十分でしたか、についての項目（割合）

	グループ	個人	グループでの満足度	個人での満足度
昨年度	100%	0%	-	-
今年度	98.0%	3.0%	2.4	2.0

表 3：課題研究を行ったメンバー構成と満足度（5 段階（1 が最高評価）の平均値）

エ. 成果と課題

上記のウ. 内容の検証で挙げたように今年度は、各ゼミに担当とは別に専門教科の教員を配置し、ヒアリング等を実施したことで、表 4 にもあるように、必要なデータや項目を選定する

思考力や判断力が身につきましたか、という設問で、全体的に肯定的な意見が増えたことに加え、特に、「とてもよく身についた」が2.7%増加し、「全く身につかなかった」が2.6%減少したのが特徴的であり、さらに、表6にあるように成果発表会を通し、論理的に表現する力を培うことができましたか、という質問に対しても全体的に肯定的な意見が増えたことに加え、特に「あまり培えなかった」が8.6%も減少したことから、生徒も実感をもって、今年度の課題研究は専門性が高まったことが伺える。

また、表5にもあるように班でポスター発表の資料準備をすることを通し協働性を高めることができましたか、という質問も微増ではあるが、昨年度に比べ肯定的な意見が増えた。この点については、今年度は、ウ内容にあるように個人の研究を認めたので、むしろ、協働性はあまり向上しないと考えたが、今年は、新型コロナウイルスの関係もあり、大学講師やTAなどの外部との関わりが比較的少なく、またカリキュラム上、1年生に比べ、講演や座学が少ないため、生徒の主体的な活動場面が増えたので、このような結果になったと考えられる。

以上を踏まえた課題だが、生徒の内在的な希望として個人研究をやりたいものは一定数いることや、個人で課題研究を実施しても生徒の課題研究の満足度が高いこと、また協調性の育成にも、個人であっても1学年との交流会や中間や成果発表で生徒間の交流があることで、協調性の育成も可能であることから、次年度は個人研究の数を増やすことを検討したい。また、今回は教員がファシリテーター役で課題研究に関わっていたが、課題研究の専門的指導は、教員がそれぞれ別に配属されること、外部指導を有効に活用できてきたことから、この役割はゼミ長という形で、生徒に任せるのも主体性を高める方法として良いと考えられる。さらに、満足度についての調査だが、個人研究と同じ程度にグループの満足度を高める工夫を考えて実施していきたい。具体的には、グループで満足度の低い理由に、生徒の感想から「グループで活動を行ったのに、分担がしっかりと出来ていなくて効率があまり良くできていなかった。」「グループでやる生徒とやらない生徒が分かれていた。」などの意見が複数あり、グループによるデメリットが強く出てしまい、このような満足度になったと分析される。一方、「協力して実験を行った方が効率的で良いデータも取れることを実感した。」「班で協力して一つのことに取り組む楽しさを覚えた」なども複数あり、グループでの良さを感じた班の満足度は高かった。グループでの役割分担、仕事量の平均化などが可視化できる計画シートの作成や班長の支援などを行い、次年度はこれらの改善を図りたい。

	とてもよく身についた	少し身についた	あまり身につかなかった	全く身につかなかった
昨年度	23.7%	63.0%	10.0%	3.3%
今年度	26.4%	63.9%	9.0%	0.7%

表4 発表に必要なデータや項目を選定する思考力や判断力が身につきましたか、についての項目（割合）

	とても高まった	少し高まった	あまり高まらなかった	全く高まらなかった
昨年度	34.4%	50.0%	11.5%	4.1%
今年度	34.7%	52.6%	10.2%	2.6%

表5 班でポスター発表の資料準備をすることを通し協働性を高めることができましたか、についての項目（割合）

	十分に培うことができた	ある程度培うことができた	あまり培えなかった	全く培えなかった
昨年度	17.4%	64.4%	14.4%	1.9%
今年度	19.9%	72.9%	5.8%	1.4%

表6 成果発表会を通し、論理的に表現する力を培うことができましたか、についての項目（割合）

6. 科学探究 I・II類

ア. 仮説

課題研究の中で CAPDo サイクルを回し、仮説と検証を繰り返す中で、探究の過程を学び、探究的な思考を育成することができる。また、研究の成果を、論理展開を意識した上でポスターやプレゼンテーションソフトを利用して発表したり、論文にまとめたりすることを通し、「論理的に表現する力」を育成することができる。

イ. 対象生徒

2 学年文系生徒 (2 クラス、83 名)

ウ. 内容

A) 概要

2 学年の文系選択者が履修する「科学探究 I・II類」は、総合的な探究の時間を代替する学校設定科目であり、1 学年で全員が履修した「探究基礎」を基に、より深い課題研究を取り組む科目である。「1 年次に学んだ課題研究の手法を生かし、前橋市を題材にグループで課題研究を行う」ことを全体の共通課題として掲げ、「前橋の地方創生～前橋市の抱える課題の解決を目指し、研究・考察する～」を大枠のテーマとして、グループごとに研究に取り組んだ。そのテーマの性質上、学校外に学びの場を広げる必要もあり、また通常の授業では得にくい外部からの刺激を生徒に与え、主体的な学習を促すためにも、外部連携を積極的に行った。評価基準としては、昨年度作成した「探究基礎」のルーブリックと、理系対象の「科学探究 I・I類」のルーブリックを参考に作成し、活用した。令和 2 年度の主な活動をまとめたものは以下の通りである。(4、5 月が休校となったので、当初予定とは異なる。)

B) 主な取り組み

4～5 月 (休校中)	先行研究、情報収集	10 月	調査・研究 グループ間交換議論会
6 月	オリエンテーション、外部講演会 テーマ設定	11 月	調査・研究
7 月	グループ決定 研究計画書・物品購入希望書の提出	12 月	調査・研究 ポスター作成
8 月	調査・研究を開始	1 月	S S H 成果発表会
9 月	調査・研究 外部講師指導会	2 月	論文作成 ポスター修正

- ・(6 月) 外部講演会 (共愛学園前橋国際大学 学長：大森 昭生氏)

課題研究初期の段階で「前橋の現在」や「地方創生」についての基礎知識を習得するために実施。共愛学園前橋国際大学の協力を得て、テーマ設定・グループ編成に向けてのインプットの機会として活用した。



大森学長による外部講演会の様子

- ・(9 月) 外部講師指導会 (前橋商工会議所 政策部部長：今井 有子氏

政策部政策課課長補佐：須賀 裕一氏
前橋デザインコミッション 事務局長：橋本 薫氏)

課題研究中盤で、専門家からの視点で助言をもらい、知見を得るために実施。前橋商工会議所の協力の下、3 名の講師を招き、各グループを回ってもらう形で行った。また、各グループの研究テーマに応じた外部機関も紹介してもらい、その後の外部連携を行っていくきっかけとなった。



外部講師指導会の様子

・〈10月〉グループ間交換議論会

課題研究の折り返しとなる時期に、各自の研究の中間報告と整理・まとめ、またその後の研究に向けた課題の設定を行うための機会として実施。より生徒間での議論活動を重視する形で、中間発表会の代替として行った。大会場にて、研究グループを解体して他の研究グループの生徒と各自の研究について発表・議論を行い、その後元の研究グループに戻って各自の今後の研究について考え、課題を設定。それまでの研究を振り返り、その後の研究を計画的に進めることを目指した。



グループ間交換議論会の様子

・〈8月～12月〉各グループの調査活動（外部との個別連携）

各グループで設定したテーマに基づき、書籍やインターネットでの調査や、学校内外でのアンケートの実施、実際に現地に赴いてのフィールドワーク、外部機関を訪ねたり来校してもらったりICTを活用したりしてのインタビューや指導・助言、シンポジウム等への参加等を行い、より実証的な研究になることを目指した。



オンラインインタビューの様子

・〈1月〉成果発表会

各グループでポスターを作成し、理系対象の「科学探究Ⅰ・Ⅱ類」と合同で、課題研究のまとめとして実施。グループ内でローテーションを回して個人発表を行い、それ以外の時間は他のグループの発表を各自見学した。また教員や外部専門家にも見て回ってもらい、意見や質問を収集し、その後の論文作成やポスター修正に活かした。



成果発表会の様子

C) ゼミ配属

「科学探究Ⅰ・Ⅱ類」では、「前橋の地方創生」という共通のテーマを大枠とするため、テーマ別のゼミ区分というのは行わず、人数・会場の関係で3会場に分け、各会場に1人担当教員を配置した。各会場の人数・グループ数は以下の通りである。

会場	担当（教科）	グループ数	人数
第1会場（2-1教室）	鵜川（社会）	5	27
第2会場（2-2教室）	宮田（国語）	4	22
第3会場（大会議室）	西澤（社会）	7	34

D) 検証

「科学探究Ⅰ・Ⅱ類」では、外部教育資源の活用によって、より活発かつ主体的な課題研究とすることを旨とし、外部機関との積極的な連携に1年間継続して取り組んだ。主な取り組みの内容としては前述の通りだが、全体での外部講演会や指導会のみならず、各グループがそれぞれの研究テーマに応じて、ヒントとなり得る外部機関を探し、様々な手段・形式で連携を試みた。またその際、全体で行ったもの以外については、各グループ生徒と担当教員がそれぞれ相手先と連絡等調整を行い、できる限り生徒が自分たちの手で外部とつながっていくことを目指した。外部連携に際する主な手段・形式、連携した主な外部機関については、それぞれ以下の通りである。

外部連携の主な手段・形式		
外部講演会	外部講師指導会	土曜AL講演会
直接インタビュー（訪問 or 来校）	オンラインインタビュー	フィールドワーク（聞き取り・撮影）
アンケート（Google Forms）	質問（電話 or メール）	

連携した主な外部機関	
共愛学園前橋国際大学 学長：大森 昭生 様	前橋商工会議所 政策部部长：今井 有子 様
前橋商工会議所 政策部政策課課長補佐：須賀 裕一 様	前橋デザイン Kommission 事務局長：橋本 薫 様
前橋中央通り商店街振興組合 理事長：大橋 慶人 様	静岡商工会議所 商工観光課 様
静岡市伝馬町発展会 様	静岡呉服町名店街 様
群馬県庁 産業経済部 eスポーツ新コンテンツ創出課：田島 篤暉 様	前橋市役所 政策部交通政策課：南雲 貞人 様
群馬大学 次世代モビリティ社会実装センター准教授：小木津 武樹 様	高崎経済大学 地域政策学部地域政策学科教授：岩崎 忠 様
群馬大学 社会情報学部 3年生 様	株式会社コジカホールディングス 代表取締役社長：腰高 博 様
赤城自然塾：松島 伸安 様	ARIGATO COMPANY 株式会社 代表取締役：福島 直 様
GRASSA 前橋 様	なか又 前橋本店 様
上毛電気鉄道株式会社 様	

このように、生徒たちは積極的に外部機関と連携し、課題研究の質を向上させようとしていた。また、振り返りアンケートの結果を見ても、そうした外部連携も含めた様々な取り組みについて、生徒たちは「大変有意義な機会にできた」「ある程度有意義な機会にできた」と回答した者が大多数であり、ポジティブな印象を持った者が多かったことが分かった。振り返りアンケートの結果は以下の通りである。

「科学探究Ⅰ・Ⅱ類」 年間の取り組みに対する振り返りアンケート			
大変有意義な機会にできた	ある程度有意義な機会にできた	あまり有意義な機会にできなかった	全く有意義な機会にできなかった
〈6月〉外部講演会			
33.7%	45.8%	14.5%	6.0%
〈9月〉外部講師指導会			
40.2%	40.2%	17.1%	2.4%
〈10月〉グループ間交換議論会			
39.8%	49.4%	8.4%	2.4%
〈8月～12月〉各グループの調査活動（外部との個別連携）			
46.3%	45.1%	7.3%	1.2%
〈1月〉成果発表会			
48.2%	49.4%	1.2%	1.2%

エ. 成果と課題

文系全体を「前橋の地方創生」というテーマで東ね課題研究を行わせる、外部機関と積極的に連携を取ることでより学校の外とつながった探究的な学習を目指す等、試験的な取り組みも多かったが、全体の感触としては概ね良好であり、また前述したように生徒からの感想も良いものであった。また、外部連携の方法や年間を通じた学習の進め方等、形も少しずつ見え、次年度以降に向けても重要な基盤構築の1年となった。新型コロナウイルスによる2か月間の休校もあって年度当初の計画とは大きくずれたものの、オンラインでのインタビュー等できることを考え、期間も短い中でしっかりと生徒たちが研究を全うしてくれたことが最大の成果であった。生徒はこちらの当初の想定以上に活発に外部連携等を行い、今後の文系課題研究に大きな可能性を示してくれた。この1年の取り組みを受けて、次年度以降はより活発に学校外と関わるような探究的な学習を目指していきたい。「探究的な学習」という分野において外部教育資源の活用は大きなテーマであるといえるので、学校の中のみならず、より広がりを持った学習が生まれるよう、今後も試行錯誤したいと思う。

7. 探究総合

ア. 仮説

「科学探究Ⅰ」での課題研究に引き続き取り組むことでより深く研究を進めていくことができる。

イ. 対象生徒

2 学年生徒希望者（文系 2 名、理系 30 名 合計 32 名）

ウ. 内容

A) 概要

2 学年の探究総合は文系・理系にかかわらず希望者が履修することができる学校設定科目である。6 限の「科学探究Ⅰ・Ⅰ類Ⅱ類」の各ゼミに所属し 7 限でもその活動を引き続き行っている。このことにより課題研究の時間を十分に確保し、より深い研究を進めることができる。班のメンバーがすべて 7 限の「探究総合」を選択しているとは限らないので、まず 6 限での活動を振り返った上で、7 限での活動目標を各自が立て、取り組むことができるように指導している。ゼミでの探究活動以外にも、時にはテーマ設定の方法論・ポスター作成について・論文作成のポイントなどについて「科学探究Ⅰ」での活動に合わせて、KJ 法、マインドマップなど取り入れたグループ討論や発表なども行った。毎時間行う活動計画書とその報告を記載したワークシートを提出させ、それを評価の一部に加えている。

B) 主な取り組み（科学探究Ⅰに準ずる）

C) 検証

32 名の履修者は、個人研究 5 名、全てのメンバーが探究総合を選択しているのが 1 班 4 名、それ以外は、ゼミの班のうち 1 名～3 名だけが探究総合を選択しているという状況にある。これらの履修者に探究総合の在り方についてアンケートを実施した。個人研究の履修者については、「一人で行動できるので自由度が高く、思い通りに進めることができる」「自分の興味にあった研究を高校ででき、視野が広がる」などのメリットを上げている一方で、「一人でより多くのことをこなさなければならない。一人で行うことで行き詰まったときに解決が難しい。」等の意見があった。班の全員が履修した班については、「2 時間続けて活動できる。」全員デメリットは感じないという意見であった。班の中で自分だけあるいは 2～3 名が履修していたという生徒については、メリットとして「2 時間連続で実験が行える。より深く研究できた。研究に使える時間が増えた。6 限で決めたことをさらに進められてより深く研究できた。」などをあげていたが、デメリットとして、「班の中で 7 限を取っていない人との差が生まれてしまう。班の一人一人に責任感がつかず、自分に任せになってしまった。履修していない生徒へ実験の共有や情報が遅れる。」などの意見があった。全体としては、「探究総合」の趣旨を理解し、1 単位多く課題研究に取り組めるメリットを生かして主体的に活動ができたと考えられる。

エ. 成果と課題

来年度に向けての課題として 2 つ上げたい。

1 つ目は、当初行う予定でいた大学や企業の研究室訪問がコロナ禍の中で中止となったが、来年度は是非実施したい。生徒へのアンケート調査でも「テーマと関連のある研究室への訪問。学会への参加。研究者からの講演。大学生や大学教授との話し合い。」など多くの意見が寄せられた。こうした研究者との交流で得られる指導や助言を受ける機会が得られれば、課題研究を行っている中で生徒の行き詰まりへの対応や課題解決にも繋がるのではないかと思う。

2 つ目は他の SSH 校の生徒との交流である。県内でも成果発表会や報告会など交流する場があったがこれらも中止となった。校内での成果発表会ではポスター発表する生徒の周りに多くの生徒が集まり、活発に質疑応答が繰り返され、他校の生徒たちとの間で同様に意見を交わすことができる機会があることは、課題研究のモチベーションを上げるためにも大いに意味のあることである。来年度はそうした場に、探究総合を履修している生徒を送り出していきたい。

8. SS 物理

(1) 知識構成型ジグソー法の授業構成による「関連付ける力」の育成 ～熱力学第一法則を事例に～

ア. 仮説

熱力学第1法則を構成する物理量の関係性を知識構成型ジグソー法によりデザインされた授業で見出すことを通し、熱力学第1法則に対する実感の伴った理解を促すことに加え、イノベータに必要な資質・能力である「関連付ける力」（副次的に、「質問力」も）を育成することができる。

イ. 対象生徒

令和2年度2学年理系SS物理選択者(4クラス、149名)

ウ. 内容

※() 内は ICE モデルの各フェーズに対応した質の内容であることを示す。

- ①「物体の温度を上げるためには、どうすれば良いか？」という問いを投げかけた。(Iフェーズ)
- ②「内部エネルギー」、「気体が行う仕事」の復習をした。(Iフェーズ)
- ③『内部エネルギー』と『仕事』、そして『熱』との間に成り立つ関係を思いつく限り全て記述しなさい。」という問いを投げかけ、記述させた。(Cフェーズ)
- ④本時を通して育成する「関連付ける力」に関わる ICE ルーブリックを提示した。(Iフェーズ)

Iフェーズ	Cフェーズ	Eフェーズ
各エキスパート活動で得られた実験結果を班員に説明することができる。	各エキスパート活動で扱っている熱現象を「内部エネルギー」、「仕事」、「熱(量)」と関連付け、解釈することができる。	各エキスパート活動を通して見出した「内部エネルギー」、「仕事」、「熱(量)」の関係をまとめ、物理法則を創出することができる。

⑤エキスパート活動 (Cフェーズ)

※班を一度解体し、次の3つの各活動に Ex1 と Ex2 は各1名、Ex3 には2名が取り組んだ。

■Ex1 気体の圧縮実験

- ・シリンダー内の気体をピストンでゆっくり圧縮した場合と勢いよく圧縮した場合とで、シリンダー内の気体の温度変化に差はあるか考えさせ、そう考えた理由もできるだけ詳しく記述させた。
- ・シリンダー内にトイレットペーパーをちぎって入れ、実際に実験をさせ、その結果を記述させた。
- ・実験結果と最初の予想をふまえ、この実験から見出すことができる、「内部エネルギー」、「仕事」、「熱」との間に成り立つ関係（全部用いなくても良い）を考えさせた。
- ・一定の速さ w で近づいてくるピストンに、質量 m の気体分子が速さ $v(>w)$ でピストンの面に対して垂直に弾性衝突をする状況を考えさせ、気体分子の衝突によりピストンの速さは変化しないと考えた時、気体分子は衝突の前後でどれだけ運動エネルギーが変化するか、計算させた。

■Ex2 気体の膨張実験

- ・丸底フラスコ内の空気を注射器を引いて膨張させた場合、空気の温度は変化するか、しないか考えさせ、変化すると考えた場合は温度が上がるか、下がるか、そう考えた理由とともにできるだけ詳しく記述させた。
- ・実験器具を使い、実験をさせた。
- ・実験結果と最初の予想をふまえ、この実験から見出すことができる、「内部エネルギー」、「仕事」、「熱」との間に成り立つ関係（全部用いなくても良い）を考えさせた。
- ・一定の速さ w で遠ざかっていくピストンに、質量 m の気体分子が速さ $v(>w)$ でピストンの面に対して垂直に弾性衝突をする状況を考えさせ、気体分子の衝突によりピストンの速さは変化しないと考えた時、気体分子は衝突の前後でどれだけ運動エネルギーが変化するか計算させた。
- ・ここまで終わった生徒には、注射器を引いたり、押ししたりを繰り返した時の温度変化の様子を観察させ、なぜそのような温度の変化をするのか、理由を考えさせた。

■Ex3 水の攪拌実験

- ・断熱性のマグに200mlの水を入れ、3分間振り続けると水の温度はどうなるか考えさせ、温度が上がる、下がる、変化しない、をはっきりさせて、そう考えた理由も記述させた。
- ・ペットボトルに水を200ml入れ、3分間振り続けた場合、この前の場合と比べ、水の温度はどうなるか考えさせ、理由も記述させた。
- ・断熱性のマグ、ペットボトルに水200mlをそれぞれ入れ、実験をさせた。
- ・実験結果と最初の2つの予想を基に、この実験から見出すことができる、「内部エネルギー」、「仕事」、「熱」との間に成り立つ関係（全部用いなくても良い）を考えさせた。

⑥エキスパート活動で得た知識を共有させた。(Cフェーズ)

⑦ジグソー活動

- ・CanBeMap の作成により、エキスパート活動で各自が獲得した知識の整理・統合を促し、その中で深めたい問いも考えさせて副次的に質問力の育成も図った。(C フェーズ)
- ・CanBeMap を見ながら、「内部エネルギー」、「仕事」、そして「熱(量)」の間に成り立つ関係を班で考えさせ、意見をまとめさせた。(E フェーズ)

⑧クロストーク (E フェーズ)

- ・③で提示された問いに対する答えはどうあるべきか、クラスで議論をした。

⑨各自の最終的な意見の記入をさせた。(E フェーズ)

エ. 成果と課題

①CanBeMap への「深めたい問い」の記載内容について

ジグソー活動の中で CanBeMap へ「深めたい問い」まで挙げる事ができた班は、39 班中 11 班であった。「思い浮かんだ問い」はほとんどの班で上げることができていたが、エキスパート活動で得られた知識を「確実に言えること」と「推測できること」に峻別する作業に多くの時間がかかり、「思い浮かんだ問い」を「深めたい問い」まで昇華させる時間的な余裕はなかった様子が見える。とはいえ、3 分の 1 近くの班が「深めたい問い」を捻出するまでに至ったのであれば、問いを考えさせた意義はあったと考えている。

「深めたい問い」として生徒が挙げたものは以下の通りである。

- (Ex1 で) ピストンの先に気体分子との反発係数の高い素材をつけると、より温度が上昇するのか。
- (Ex3 で) ずっと振り続けると水は蒸発するのか。また、蒸発するのであれば、蒸発までにどれくらいの時間を要するのか。

上に挙げた例の他にも、Ex3 に関わる「深めたい問い」がいくつか見られた。授業デザイン当初は、Ex3 が高校 2 年生に取り組ませるには少し質が低い課題かと思っただけ、思いの外、生徒達の興味・関心を喚起させ、授業に主体的に取り組ませる上で効果的であったことが分かった。

②ICE ルーブリックによる活動の評価

結果は右表の通りとなった。自己評価と教員評価が一致した生徒の割合は 75.3%であった。「関連付ける力」に関する教員と生徒によるクロス評価を行うのは、1 年次の 12 月頃に行った「フックの法則」の実験以来であり、当時は一致率が 48.3%程度であったことを考えると、大幅に増加している。その要因として考えられることは、以下の 2 点である。

- ・生徒のメタ認知能力が SSH 活動の中で増えた。
- ・教員側で作成した ICE ルーブリックの質が向上し、客観性が増した。

いずれにしてもポジティブな変化であり、この結果は歓迎したい。とはいえ、生徒の自己評価が教員評価よりも若干高めである点が気になる。教員からの評価が C フェーズに対し、自己評価で E フェーズに到達できたと認識している生徒が 10 名いる。その生徒の多くは、エキスパート活動から得られる情報だけを統合しているため、熱力学第一法則の一つの側面しか捉えられていない(放熱により内部エネルギーが減少する点の言及が欠如)。これから先の進路で研究を行う上では、先行研究から現段階で明らかになっていることを整理し、まだ明らかになっていない要素を見出すことも重要であるため、その点はルーブリックにしたがい、厳しく評価した。C フェーズでの一致率が高い理由は、熱現象を「内部エネルギー」、「仕事」、「熱(量)」に関連付けて解釈をできている生徒が多いことによる。

今回の授業の「関連付ける力」の育成に対する効果として、「十分に培うことができた (27.3%)」、「ある程度培うことができた (64.3%)」とポジティブな回答をした生徒が 91.6%に対し、「あまり培えなかった (8.4%)」、「全く培えなかった (0%)」とネガティブな回答をした生徒が 8.4%であり、生徒達の「関連付ける力」に対する成長実感を促すことができたことが分かる。

(2) 反発係数の測定を通じた実験力の育成 ～副次的に批判的思考力も育成～

ア. 仮説

教科書に記載されている反発係数の前提を鵜呑みにせず、様々な条件を制御して実験を行う中で、イノベータに必要な資質・能力である「実験力」を育成することができる。副次的に、「批判的思考力」も育成することができる。さらに、研究を構成する要素である、「先進性」、「独創性」、「実践性」のうち、精度の高い測定を簡易に行う方法について考察する中で、「実践性」の視点獲得を促すことができる。

イ. 対象生徒

令和 2 年度 2 学年理系 SS 物理選択者 (5 クラス、175 名)

ウ. 内容

- ①「教科書には、『反発係数は、衝突におけるはね返りの度合いを表す量である。その値は、物体や壁の材質などによって決まり、衝突する速さにはほとんど関係しない』とあるが、この前提は正しいと思うか？間違っていると思う場合、間違っていることを示す事例を可能であれば挙げよ。」という問いを投げかけた。(C フェーズ)

		教員評価		
		I	C	E
自己評価	I	4	15	0
	C	10	105	1
	E	0	10	1

- ②小球の床への衝突の時間間隔から反発係数の値を求める場合、どのような原理で求めることができるか考えさせた。(Cフェーズ)
- ③教科書に記載されている反発係数を求める実験の多くは、自由落下させる最初の高さと、はね返った後に達する最高点の高さを利用するものがほとんどだが、本実験では時間間隔に着目した。前者の方法ではある種の困難さがあるためだが、それはどういふものか考えさせた。(Cフェーズ)
- ④本時を通して育成する「実験力」に関わるICEルーブリックを提示した。(Iフェーズ)

Iフェーズ	Cフェーズ	Eフェーズ
測定値を用いて、反発係数の値を求めることができる。	実験目的に沿った、適切な方法が考案され、実施されている。また、測定の際のポイントも明確である。	実験に首尾一貫性があることに加え、独自性のある実験方法が考案されている。

- ⑤反発係数の前提が正しいかどうか確かめる実験を各自でデザインさせた。その際、実験室にありそうな道具は自由に使用して構わないとした。また、精度の高い測定を行うために意識すべきポイントを別途記入させた。ただし、「オシロ touch」を用いて時間間隔から反発係数を求める方法を採用することは前提とした。(Eフェーズ)
- ⑥各自でデザインした実験を共有させ、各班で行う実験内容を確定させた。実験は1パターンのみではなく、時間が許す限り様々なパターンの実験をするよう指示した。(Cフェーズ)
- ⑦実験を行い、反発係数を求めさせた。(Iフェーズ)
- ⑧実験によって得られた反発係数の値を班で分析し、反発係数の前提の正否に対する班の結論を導き出させた。(Cフェーズ)
- ⑨Chromebookを起動させ、G-Suiteの「Classroom」に各班の結論を入力させ、それらをクラス全体で共有し、反発係数に対する前提は正しいのか、間違っているのか、各自で結論を導き出させた。(Cフェーズ)

Ⅱ. 成果と課題

本授業での活動の評価は、生徒達が各自でデザインした実験計画を基に行った。ICEルーブリック表を利用し、自己評価、及び教員評価を行った結果は右図の通りとなった。教員評価でIフェーズの段階であると評価したものの多くは、最初に実験目的を設定する段階で本授業の主旨とずれてしまったものである。具体的には、衝突の時間間隔から反発係数の値を求め、教科書に記載されている反発係数の前提が正しいか確かめることが本来の目的であるのに対し、時間間隔を利用して反発係数を求めることが目的であるとしてしまった。他には実験目的や実験方法が適切に記されていないながらも、測定のポイントが記されていないものも見られた。今後のフィードバックにより、研究の「実践性」の側面も意識していくよう促していきたい。

		教員評価		
		I	C	E
自己評価	I	24	26	0
	C	20	84	4
	E	1	5	2

逆に、Eフェーズに到達できていると評価したのものには、次のようなことが記載されていた。

- ・ダイラタンシー流体に物体を衝突させる際、衝突速度が小さいと跳ね返らないが、衝突速度が大きいと跳ね返るため、反発係数の前提は正しくないとし、それを確かめる実験をデザインできていた。

この事例は他生徒にも共有し、自分達で考えたものにもオリジナリティーを付加できる余地はないか、再度検討させる時間を確保したいと考えている。

授業後に行ったアンケート調査「本授業の『実験力』の育成に対する効果について」で「4:十分に培うことができる(27.7%)」、「3:ある程度培うことができた(60.2%)」とポジティブな応答が87.9%であったのに対し、「2:あまり培えなかった(11.5%)」、「1:全く培えなかった(0.6%)」といったネガティブな応答が12.1%であった。ネガティブな応答の原因を把握するため、今年度から生徒達に「こうすると良いんじゃないか」と思ったことを書かせるようにしている。そこに記載されている内容を読むと、ほとんどが本実験に備え、新たに導入した「オシロ touch」の操作が難しく、慣れる時間も含めてもう少し実験時間を確保して欲しいというものであった。こういった点については、授業実践を行うにつれて少しずつ授業をマイナーチェンジし、最終的には最適化がうまくいってネガティブな応答をする生徒が激減した。

今年度はコロナ禍の影響で授業進度を速く保つ必要があり、本実験よりもさらに実験デザインの自由度が高い、摩擦係数の測定の実験授業もデザインしていたが実施できなかった。生徒達の意見には、「自分たちで実験をつくる授業は面白かった」というものもあった。本授業は生徒達の実験力に対する成長実感を促す点、そして科学的な探究を楽しむ気持ちを育む点においては効果があったと言える。

《主要参考文献》

- ・ 國仲寛人(2008)「巨視的物体の非弾性衝突」『物性研究』90-5, pp. 685-720. 物性研究刊行会
- ・ 渡會兼也 他(2018)「音センサーでピンポン玉の反発係数を測定する」『物理教育』66巻第3号, pp. 181-183. 物理教育学会
- ・ 楠見孝・道田泰司(編)(2015)「批判的思考-21世紀を生きぬくリテラシーの基盤-」新曜社

9. SS 生物

ア. 仮説

生物と数学のクロスカリキュラムの授業実践を通し、知識を結びつけて課題を解決する中で、「関連づける力」を培うことができる。

イ. 対象生徒・実施日

2 学年 SS 生物選択者 (18 名)、7 月実施

ウ. 内容

本時の「関連づける力」に係る ICE ルーブリックは以下の通り。

I フェーズ	C フェーズ	E フェーズ
生物・数学の知識が分散しており、断片的である。	生物・数学で学習した知識を関連づけることができる。	他の学問や社会にも関連づけ、新たな発見により再構成することができる。

①本時の評価基準の提示

②PCR 法のしくみを学び、プライマーと酵素によって生成する DNA 断片の数の規則性を見出す

【生物担当】

③数列、漸化式の復習をし、DNA 断片の数の規則性から n 次式まで一般化する。【数学担当】

④数量的な概念を踏まえ、PCR 法の意義を見出し、利用法を考える。【数学-生物の合科的な指導】

以上のように、合科的な指導を実施する必要性については、生物で扱う PCR 法はしくみや利用法が主で、複製のサイクルを繰り返すことで、指数関数的に DNA 片が増えることが、実験を行っても実感をもって理解することは難しい。そこで、2 種類のプライマーによって作り出せる 3 種類の DNA をそれぞれ計算することで、定量的に把握でき、ウイルスがもつ DNA が遺伝解析できたり、大学などで扱う空気中・土壌中などの広範囲に微小に存在する DNA などを解析できる実験系を理解したりできるようになる。

エ. 成果と課題

検証

今回の ICE ルーブリックは自己評価で行った。E フェーズは 11.8%というものは他の授業開発でもみられるが、I フェーズが 29.4%はやや高く、本時

	I フェーズ	C フェーズ	E フェーズ
割合	29.4%	58.8%	11.8%

表1 活動の評価

の授業内容がやや難易度が高かったと考えられる。この授業を開発する上で、事前に生物選択ではなく、物理選択者で同様の計算部分のみを解かせ、本時の数学の計算内容のレベル設定をしたが、生物選択者では PCR 以前に数学で履修済みの数列の公式などもほとんど覚えておらず、公式は提示しても演習が不足しているために計算そのものに時間がかかり、他の学問や社会にも関連づけるまでにできなかった。合科的な指導を展開する前に、選択者の数学の知識や理解度を確認しておく必要があった。

成果

生徒アンケートで、イノベータに必要な「関連づける力」を培えたか調査した結果、「1. 全く培えなかった: 5.9%」、「2. あまり培えなかった: 41.2%」、「3. ある程度培うことができた: 47.1%」、「4. 十分に培うことができた: 5.9%」となり、ポジティブな応答の「3」、「4」の合算値が 53.0%、ネガティブな応答である「1」、「2」の合算値は 47.1%でややポジティブが上回った。(表 2) 表 1 にあるように生徒の到達段階の ICE ルーブリックにやや肯定的印象が強く、生徒の感想にも「 $P_n = 2^n - 2n$ となって、累乗が含まれていることから PCR 法の効率の良さを感じた」、「PCR 法は効率がよいと感じた」とあり、数学的な手法を取り入れたことによる成果はある程度あった実感がある。しかし、約半数のネガティブな印象の生徒の感想にあるように「数学が苦手なので大変だった」、「数列に関しては 2 年に入って教わったばかりなのに想像以上に何も覚えていなくて残念だった」ということから、数学に引っぱり、主題まで理解を深めることができなかったのは改善が必要である。例えば、感想にあるように時間が経つと、忘れてしまうので、数列履修後もしくは並列してこの授業を行う、もしくは復習や事前課題を出す、あるいはグループを組む際に、今回のように任意ではなく、数学の成績でソートして指定グループをつくるなどの工夫が挙げられる。次年度は生徒の実態を把握した上で、上記の実践を行ってみたい。

生物 (PCR 法) と数学 (数列) のクロスカリキュラムの学習を通して、関連づける力を培うことができたか。			
十分に培うことができた	ある程度培うことができた	あまり培えなかった	全く培えなかった
5.9%	47.1%	41.2%	5.9%

表2 「関連づける力」に関する生徒アンケートの結果

10. SS 化学基礎・化学

(1) 『石けん(界面活性剤)を科学する』

ア. 仮説

この授業は家庭基礎とのクロスカリキュラムとして行ったものである。家庭基礎の「衣生活をつくる」という単元の中で洗濯・漂白について学び、特に界面活性剤の浸透、乳化・分散、再付着防止作用についても学ぶ。これは、化学の「溶解のしくみ」や「コロイド」の分野と関連づけられる内容である。そこで、本来、家庭基礎で紹介されている浸透、乳化・分散、再付着防止作用の実験を化学の実験として行い、汚れが落ちる仕組みについて化学的アプローチで理解を深め、このことにより、日常生活の中に化学で学ぶ知識が関連づけられているという視点を培うことができると考えた。また、実験の結果を考察する場面でジグソー法を用いて議論することで、思考活動を活性化させることができると考えた。

イ. 対象生徒

2 学年理系(5 クラス 196 名)

ウ. 内容

①本時の評価基準、及び規準の提示

本時の「関連付ける力」に係る以下の ICE ルーブリックを提示し、評価の具体について把握させた。また、本時の活動の最後にはこれを基に自己評価を行うことも伝えた。

	I フェーズ	C フェーズ	E フェーズ
関連付ける力	○経験をもとに考えることができたが、それを分子の構造などの因果関係と結びつけて考察することができなかつた。	○各活動を通して、話し合いに積極的に参加し、石けんのはたらきや水のはたらきを分子の構造から関連づけて、現象を説明することができた。 また、因果関係を明らかにしながら課題に取り組めた。	○各活動を通して、見いだした「石けんのはたらき」を石けん(界面活性剤)分子の構造に着目して説明をするができ、さらに洗剤以外で汚れ取り除くはたらきのある物質に着目してそれらの洗浄の原理について興味をもって「発展問題」に取り組み仮説をたてることができた。

②本時の活動に必要な概念の理解

洗剤が油汚れに有効であることを理解するために、物質が溶媒に溶けるとい原理について化学基礎での知識を復習し、さらに界面活性剤(石けん)の構造的特徴の説明をした。

③班ごとの実験

SS 家庭基礎でも学ぶ洗剤の 4 つのはたらきを各班で実験(A~D)を行い、洗剤を入れた水と純水での溶解の違いについて観察させた。さらに、それらの実験で観察された現象が家庭基礎で学ぶ界面活性剤のはたらきとして浸透、乳化・分散のはたらきを示していることについて確認させた。

④実験結果の分析・考察(エキスパート活動)

各班で A~D に割り当てられたメンバーが A~D の実験ごとにグループを作成し、割り当ての実験について結果を持ち寄り、その結果の考察を話し合いによってまとめさせた。

⑤実験結果の分析・考察(ジグソー活動)

実験班に戻り、エキスパート活動で得られた知見を班員と共有した。それぞれの実験結果とそれが示す界面活性剤のはたらきについて理解を深めた。さらにワークシートに、汚れの種類についていくつかの観点を示し、汚れを落とす適切な方法を考えさせる課題を用意し、汚れの種類や性質から既習の化学反応と結びつけて適切な方法を予測させる取り組みを行わせた。

⑥本時の活動の自己評価

本時の活動を振り返り、「関連付ける力」が ICE ルーブリックのどのフェーズにあるか自己評価を行い、プリントを回収した。(回収後、授業担当教諭による他者評価を実施)

エ. 成果と課題

「関連づける力」について自己評価と他者評価の集計結果が右の表1で、自己評価と他者評価の一致率をまとめたものが表2である。教員による評価(他者評価)はIフェーズが全体の17.2%、Cフェーズが60.0%、Eフェーズが22.8%であった。一致率については表2が示すとおり自己評価と他者評価が一致していたのは61.1%であった。他者評価よりも自己評価の低い生徒は23.3%であった。これは他の活動でのルーブリック評価での本校の生徒にみられる自己評価が低めであるという特徴と一致している。

表1 自己評価と他者評価の集計結果 表2 自己評価と他者評価の一致率

		他者評価		
		I	C	E
自己評価	I	15	12	1
	C	15	84	29
	E	1	12	11

評価	件数	割合
自己=他者	110	61.1%
自己<他者	42	23.3%
自己>他者	28	15.6%
計	180	100%

次に「汚れを落とすという現象を化学で学習した化学反応と結びつけて考察することができたか」という「関連づける力」の育成については、4件法によるアンケートを行った。調査の結果は表3のとおりで、「ある程度培えた」という生徒は全体の74.4%を占めた。「十分に培えた」という生徒を含めると91.1%の生徒がポジティブな評価をしている。これらの結果と生徒の感想などから今回の授業の成果と課題について考察したい。

表3 「関連づける力」の育成について

	件数	割合
①全く培えなかった	5	2.8%
②あまり培えなかった	8	4.4%
③ある程度培えた	134	74.4%
④十分に培えた	30	16.7%
未回答	3	1.7%
計	180	100%

まず、家庭基礎とのクロスカリキュラムについてである。生徒の感想には「家庭基礎と化学の知識を有機的に結びつけられた。」「化学的知識と実生活が結びついた興味深い実験だった。」「身近なもので化学の実験ができて楽しかった。」「油汚れなどが落ちるしくみがわかった。」「生活との密接な結びつきを感じられた。」「家庭基礎と結びついた面白い実験ですごくよかった。」「汚れの性質からどの洗剤を使えば良いかを学べた。」などの記入があった。化学で学ぶ物質が生活の中でその用途に応じて使われていることに気づき、教科を横断して知識が繋がっているということにも気づくことができたようでこのクロスカリキュラムによる授業は一定の目的を果たせたと思う。

しかし、ワークシートの中で発展問題として界面活性剤を用いずに汚れを落とす方法を考察させたが、結果は満足のものではなかった。既知の化学的知識(溶解のしくみ、中和反応、酸化還元反応等)を活用し、汚れの性質から汚れを落とす方法について、仮説は立てられたが根拠が曖昧であり、そもそも正解ではなかったりした解答も多くみられた。これは、1時間の学習の中で、石けん(界面活性剤)のはたらき以外の漂白や、衣類の汚れ以外に使うトイレ用、台所用、浴室用などの洗剤と汚れの種類についての関連性について十分に時間を取って考えることができなかつたためかと思われる。感想の中にも「難しかった。酸化還元と中和の関係が整理できなかつた。」「時間が足りない。」「忙しかった。2時間あればよかつた。」といった意見もあり、1時間の中で取り組む内容が多すぎたといえる。今後は内容を精選するか、2時間の授業計画を行うか検討する必要がある。

次に、ジグソー法での授業についての生徒の感想は次のとおりである。「エキスパートは新鮮でよかつた。」「話し合うメンバーが変わつたのは新鮮だった。」「エキスパート活動によって話し合いが効率よく進んだ。」「界面活性剤のはたらきを頭の中でイメージしたり、それを実際グループの人に伝えたりといった自主的な活動ができてよかつた。」といった肯定的評価がみられた。たしかに、授業内での討論よりもジグソー法での話し合いの方が活発に行われていた。これは、エキスパート活動で自分の分担の実験の考察が、しっかり理解できていないと自分の班に戻ったときに班員に説明することができないという責任感によるものと考えられる。ジグソー法による論理的思考力の育成に関する可能性を感じた。

今回は洗剤について家庭基礎で学ぶ前に化学で実験を行った。どちらが先に学習を終えていたほうが効果的なのかという問題についてははっきりした結論は出せなかつた。ただ、5クラスのうち、1クラスは界面活性剤の分子構造について、実験の前に説明を受けなかつた中で実験を行い話し合いが持たれた。生徒の感想には「先に石けんの構造の特徴を知つたほうが考察しやすかつた。」とあつたように、思考する際のベースとなる知識の理解が優先であることが分かつた。今後の授業の構成に生かしたい。クロスカリキュラムの授業としてはじめての試みで行つたが、内容の精選、授業評価の方法、ルーブリックの観点の正当性など課題が残つた。今後さらに改善していきたい。

11. SS 地理総合

ア. 仮説

自らが生活する地域の地形の特徴を「地理院地図」を基盤とした GIS を利用することで読み取ることができる。さらに、読み取った地形の特徴を関連付けて、自然災害の際に生じる被害の状況を予測し、その状況を十分な根拠をもとに他者に説明することができる。

イ. 対象生徒

2 学年理系 SS 地理総合選択者（116 名）

ウ. 内容

学習指導要領改訂に伴い、2022 年度から実施される新設科目「地理総合」では、地理情報システム（以下 GIS）の活用が求められている。この背景には、自然災害が多発し、その対応に ICT の進歩を背景とした GIS の活用が有意であり、防災教育に繋がるという側面がある。

そこで、GIS を用いて地域の地形の特徴を読み取るとともに、地形の特徴が自然災害に与える影響を考察することをテーマとして設定した。今回は、GIS として国土地理院の地図閲覧サイト「地理院地図」を用いた。地理院地図は地形に関する情報が充実しており、多角的な視点から地理情報を読み取ることができ、様々な地理情報を関連付けることで、自然災害が生じる要因を論理的に考えることができ、「関連づける力」及び「論理的に表現する力」を養うことができると考えた。なお、本授業に用いた ICE ルーブリックは以下の表 1 の通りで、本校のイノベータの資質能力にルーブリックに合わせて作成した。

I フェーズ	C フェーズ	E フェーズ
○自然災害における被害想定区域を指定することができる。ただし、その理由は曖昧な部分がある。	○自然災害における被害想定区域を指定し、その理由を「地形等の自然条件」と関連付けて考えることができる。	○自然災害における被害想定区域を指定し、その理由を「地形等の自然条件」と関連付けて考えることができる。さらに、実際に自然災害が生じた際の被害状況や避難に適した地域を他者に説明できる。

表 1 SS 地理の GIS を用いた活動における【関連づける力】【論理的に表現する力】の ICE ルーブリック

エ. 成果と課題

以下の表 2 は、授業後に実施した「関連づける力」及び「論理的に表現する力」のアンケート結果である。この結果によると、「関連づける力」では自己評価が高い生徒が多いが、「論理的に表現する力」では自己評価が低くなる傾向がある。これは、学習内容に対し、自ら分析し考察することはできているが、その考察したことを他者に伝えるなど表現することを苦手としていることが影響していると考えられる。表 3 の ICE ルーブリック評価からもアンケートでは自己評価が高い一方で、E フェーズの評価を行う生徒が少ないことから、その傾向がみられる。以上から、今後の授業では学習事項を考察する活動に留めず、他者との意見交換を通して自己及び他者の考えを深める活動が不可欠であると言える。

被害想定区域の理由を考察することができたか。【関連づける力】			作成したハザードマップの内容を説明できたか。【論理的に表現する力】		
できた	どちらかといえばできた	できなかった	できた	どちらかといえばできた	できなかった
75.9%	23.3%	0.9%	39.7%	55.2%	5.2%

表 2 【関連づける力】【論理的に表現する力】に関する生徒アンケート結果

ICE ルーブリック評価		
I フェーズ	C フェーズ	E フェーズ
7.8%	71.6%	20.7%

表 3 【関連づける力】【論理的に表現する力】に関する ICE ルーブリックの自己評価

12. SS 家庭基礎

『ホームプロジェクト(発表)』

ア. 仮説

夏休み中の課題として取り組んだホームプロジェクト（家庭科の学習で学んだことを各自の生活に生かす課題解決型学習）をクラスで発表する。発表に対しての質疑応答を通じて「質問力」や「議論力」を育成することができる。

イ. 対象生徒

2 学年全生徒(7 クラス、278 名)

ウ. 内容

本時の評価基準、及び規準の提示

ワークシートにある ICE ルーブリックを提示する。「質問力」や「議論力」を向上させるために特に意識させたいポイントは以下の通り。本時の活動の最後にはプリントに記載されている ICE ルーブリックを基に自己評価を行うことも伝えた。

	I フェーズ	C フェーズ	E フェーズ
質問力	○実践した内容を理解するための質問をすることができる。	○実践した内容を理解し、知識を踏まえた具体的な質問をすることができる。	○ホームプロジェクトの目的を理解し、その実践により生じた成果や、新たな課題についての質問をすることができる。
議論力	○グループ発表の際に自分の意見を述べることができた。	○議論をする中で他者の意見に対し、理由や根拠を具体的に述べることができた。	○他者の意見を参考にし、自分とは違う視点を踏まえ、理由や根拠を具体的に述べることができた。

エ. 成果と課題

各自が実践したホームプロジェクトの内容等を発表し合うことにより、他者の考え方を知り、自分の実践を振り返る機会になった。事前に、グループ発表後に、質問したり、意見を述べたりする時間があることや、ルーブリック評価のことを説明し、用語に関する質問や「はい」や「いいえ」で答えられるような質問をしないよう指導した。

活動後に実施した自己評価では、質問力、議論力とも C フェーズ が一番多かった(質問力 65%、議論力 70%)。E フェーズは少なかった(質問力 22%、議論力 15%)。ホームプロジェクトの実践内容は分野が多岐にわたり、内容に関する知識に差が生じやすいため、質問力、議論力とも E フェーズが少なかったと考えられる。

SS 家庭基礎の授業は今回の授業のような発表を伴うグループワークを多く取り入れている。普段の授業から自分の意見のエビデンスを説明させる等、質問力や議論力を高められるような工夫をし、ともに E フェーズが増えていくよう努めていきたい。

3章

3節 探究的取り組み

1. 課外活動 科学部

科学実験教室

ア. 仮説

今までは、2年に一度行われる文化祭の中で、化学実験を実験ショーや科学工作のイベントを行ってきた。科学実験教室では地域の小学校5、6年生を対象を絞り、見せるだけではなく、対象者に体験をしてもらったり、原理を理解したりすることで科学の面白さを深めてもらう企画を計画した。地域貢献・社会貢献と同時に部員がそれを企画し実施するなかで部員同士の協調性、また、個人の企画力を高めていけると考えた。

イ. 内容

日時 令和2年11月3日(火) 文化の日 13:30~15:00

対象 小学5・6年生(近隣の4校にちらしを配布)

場所 前橋高校 化学実験室

目的 科学実験をとおして、科学の面白さを体験してもらう。

内容 ①ボンボン船の制作と動く原理



*動く原理についての説明

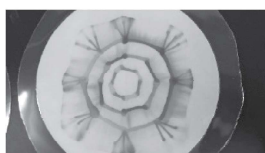


*製作したボンボン船をベランダに用意したプールで動かしてみた。

②クロマトグラフィーの原理でカラフルコースターの製作



*色が分離することについての説明



③炎色反応



ウ. 生徒の感想

- ・思っていたより子供たちが反応を返してくれるので、質問形式やクイズにしておくのと盛り上がりがいい。
- ・小学生に分かるように説明をするのが難しかった。
- ・科学教室を通してイベントの運営についてよくわかった。この経験を今後に活かしたいと思った。

- ・当日は柔軟に動いて、参加者に気を配れるように注意しました。予想外の事態があったが、それをおしてリカバリーする対応力もつけられたと思う。
- ・来てくれた皆が楽しそうに色々なものに取り組む姿は、非常に心地よいものがあった。後半に行くにつれてどんどん勢いが出ていく雰囲気は素晴らしいと感じた。

エ. 来場者の感想 小学生9名・保護者7名

①小学生の感想(抜粋)

- ・科学教室は、とても楽しかった。またやってほしいです。
- ・楽しくて色々なことが分かったからよかった。もっといろんな実験をしてみたいと思った。
- ・科学のことがさらにすごいと思った。
- ・炎色反応で別のものを燃やしたら何色になるか知りたくなりました。

②保護者の感想(抜粋)

- ・小学校ではなかなか体験できないような実験をさせて頂き、子供はとても楽しそうにしていました。生徒さんの説明も大変上手で、大人の私も本当に勉強になりました。
- ・子供の興味を引く実験ばかりで科学というちょっと壁を感じるものに対しても楽しく学べました。大人でも楽しかったです。
- ・手作り感がいっぱいだなかなかほほえましい教室でした。お兄さん方の一生懸命さが伝わってきました。子供が喜びそうなテーマを選んでくれていてよかったです。
- ・実験や製作をたくさんして頂いて子供もとても良い経験だったと思います。説明もわかりやすく、身近なたとえで話していただいたので子供もわかりやすかったと思います。
- ・子供が科学に興味を持つきっかけになり、家庭での話題にもつながるので良かったです。科学にも色々なものがあると思いますのでまた企画していただけることを楽しみにしています。

オ. 成果と課題

コロナ禍もあり参加人数は多くはなかったが、初めての取り組みの中で部員らは準備の段階から自分の役割を自覚し動くことができた。個々には反省もあるが、それを踏まえた上で今後の活動や生活に生かしてほしいと思う。事故や怪我等なく無事行うことができ成功したと考えたい。本企画の中で収穫は、原理を小学生にどのようにわかりやすく伝えるかについてパワーポイントを上手く活用して説明しただけでなく、小学生の立場にたって、理解できる事例やアニメの話題などを取り上げたりするなどの工夫が随所にみられ、そのことに対する小学生のリアクションを感じることができたことである。次回以降も相手の立場に立つ企画と準備を行っていきたい。

2. 各種コンクール等

- ・科学の甲子園 群馬県大会 優勝 11月14日(土)
- ・科学の甲子園 全国大会出場 3月19日(金)~21日(日)
- ・第45回全国総合文化祭参加代表校選考群馬県大会 12月9日(土)
「腐食性昆虫の生態について」 生物部門 最優秀賞
「赤ジンは何のために赤いのか(2報)」

4章 実施の成果とその評価

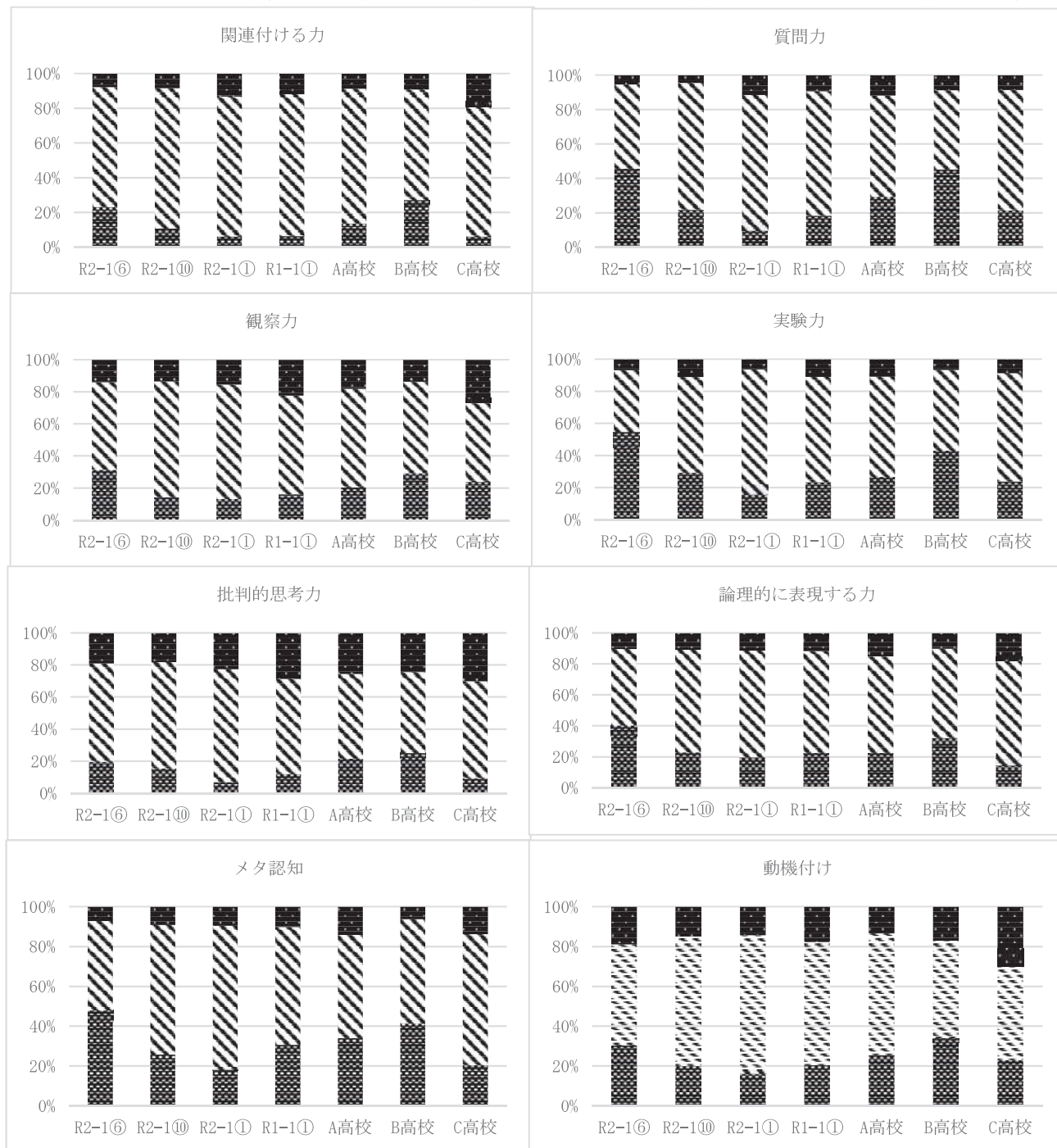
1. SSH事業導入による生徒の変容

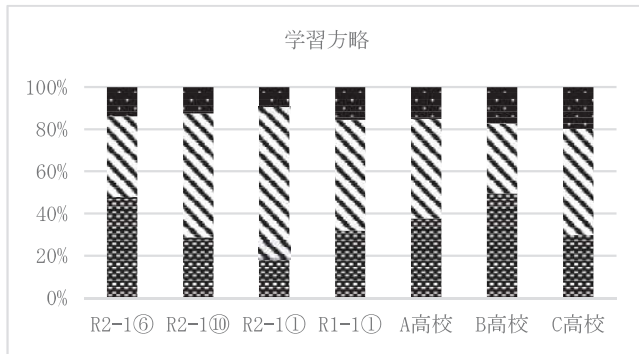
(1) ICE ルーブリック表を用いたイノベータに必要な資質・能力の自己評価

①令和2年度1年生の結果

以下に本校の令和2年度1年生、令和元年度1年生、そして本校と同等の学力実態を持つ令和元年度の県内他校1年生の自己評価の結果を示す。グラフの表記「R2-1⑥」は、「令和2年度1年生6月実施調査結果」を表し、令和2年度1年生は6月、10月、1月の計3回調査を実施した。棒グラフは下から順に「Iフェーズ」、「Cフェーズ」、「Eフェーズ」と自己評価した生徒の割合を表す。A高校は本校同様、SSH指定校であり、B高校とC高校は普通科の高校である。なお、県内他校1年生の自己評価の結果は令和元年度のものであり、その理由は以下の通り。

- ・令和2年度はコロナ禍の影響で県内全高校が3月から5月まで臨時休業となり、例年と比較すると十分な教育活動が行えなかったと思われる。その状態の他校と比較をするより、十分な教育活動を行うことができた令和元年度の他校1年生と比較をした方が前年度の反省をふまえ、最適化させた教育活動の教育成果を把握する上で適切だと判断したため。
- ・他校もコロナ禍の影響で例年と比較して十分な教育活動が行えなかったと思われ、調査への協力をお願いするのは憚られたため。





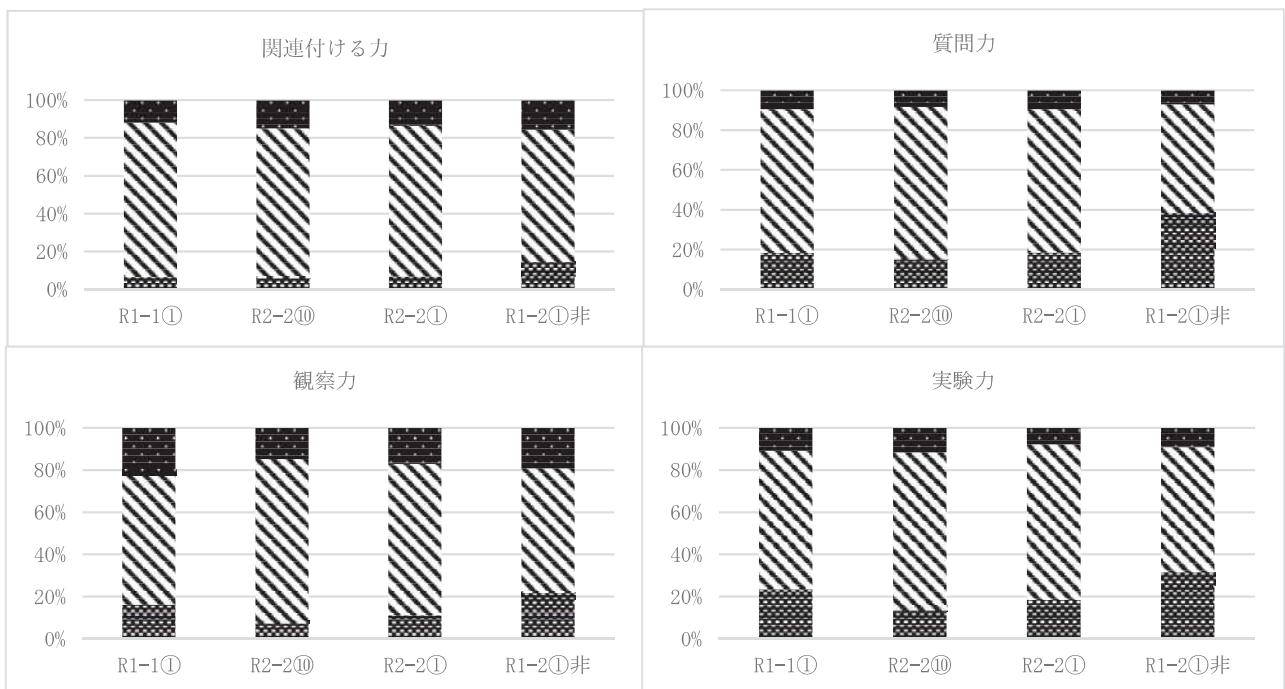
令和2年度1年生の結果を見ると、回を追うごとにIフェーズの段階と評価している生徒が減少していることが分かる。1年生の段階では、それぞれの資質・能力がまずはCフェーズ以降の段階へ移行することが1つの目標であり、その点に関しては達成することができたことが分かる。また、多くの項目でEフェーズまで到達できたと評価した生徒が増えているが、「実験力」、「動機付け」、「学習方略」の項目に関しては、最後の1月の調査の段階で減少してしまっている。この原因として考えられることは、これらに関係する内容を扱う授業で教員や他生徒から評価をされる機会を通し、自己評価の修正が行われたためだと考えられる。これはメタ認知能力の高まってきていることの表れであると考えることができ、歓迎すべき結果であると捉えている。

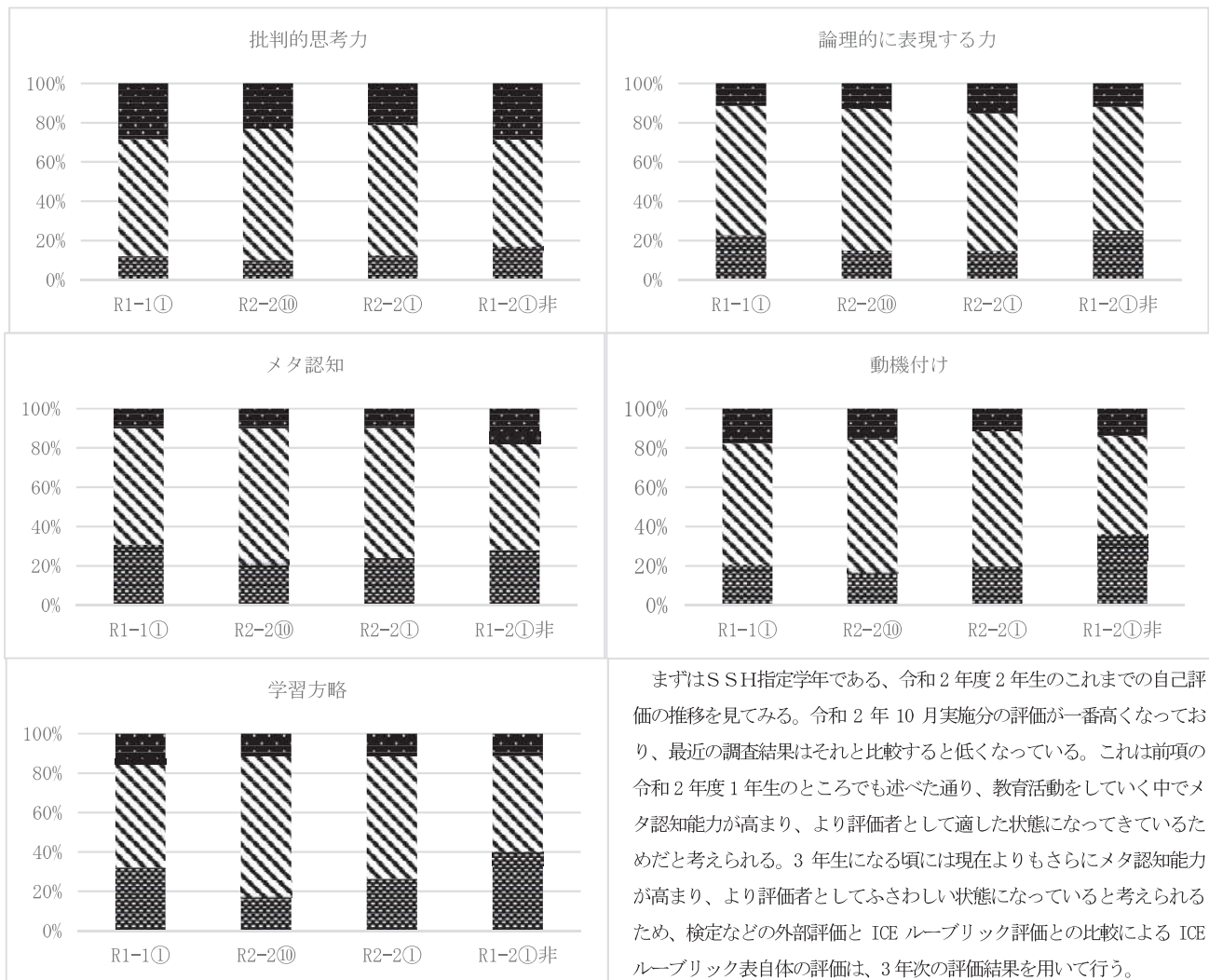
令和元年度1年生の1月の調査結果と同時期の令和2年度1年生の調査結果とを比較すると、令和2年度1年生の方が全ての項目でIフェーズ以降の段階にあると評価している生徒の割合が多いことが分かる。このことから、多くの事業で前年度の反省をふまえて最適化を図り、その方向性が間違っていなかったことが分かる。しかし、Eフェーズの段階にあると評価した生徒の割合に着目すると、「関連付ける力」と「質問力」以外は全て令和元年度1年生の方が高くなっていることが分かる。この点はコロナ禍の影響で臨時休業になり、前年度行った全ての事業を実施できなかったため、資質・能力を培う機会が少なくなったことと関係があると考えられる。「観察力」は東京方面研修がオンライン化されて現地を訪問できなかったことと関係し、「実験力」は授業進度を速く保つため、実験機会が減ったことと関係があることは容易に想像ができる。「批判的思考力」に関しては、授業が前年よりも後ろ倒しになり、調査実施段階でディベートを実施できていなかったこととも関係があると考えられる。このようにコロナ禍の影響で各資質・能力の育成に影響が出たことは明らかだが、そのような状況下でも精選して実施した事業により、生徒達には成長実感を与えることができたことは明らかである。

最後に令和2年度1年生1月調査結果と令和元年度の同時期の他校1年生の調査結果とを比較すると、「関連付ける力」、「論理的に表現する力」以外の資質・能力では、Iフェーズ以降の段階にあると評価した生徒の割合は本校1年生が最も多いことが明らかになった。しかしながら、Eフェーズに到達できていると評価した生徒の割合は、「質問力」以外の資質・能力でC高校の1年生の方が高い。今後はCフェーズの段階にあると評価した生徒をいかにしてEフェーズに到達できたと成長実感を与えることができるかが課題である。

②令和2年度2年生の結果

次に令和2年度2年生のこれまでの調査結果と令和元年度2年生の1月の調査結果を提示する。「(1)」で述べた通り、今年度は他校への調査依頼をしなかったため、過年度の生徒との比較にとどめるが、来年度は調査依頼をしたいと考えている。グラフの表記については「(1)」と同様、下からIフェーズ、Cフェーズ、そしてEフェーズの順になっている。令和元年度2年生は非SSH指定学年であるため、SSH事業導入による生徒の成長実感の評価するには適している。





まずはSSH指定学年である、令和2年度2年生のこれまでの自己評価の推移を見てみる。令和2年10月実施分の評価が一番高くなっており、最近の調査結果はそれと比較すると低くなっている。これは前項の令和2年度1年生のところでも述べた通り、教育活動をしていく中でメタ認知能力が高まり、より評価者として適した状態になってきているためだと考えられる。3年生になる頃には現在よりもさらにメタ認知能力が高まり、より評価者としてふさわしい状態になっていると考えられるため、検定などの外部評価とICEルーブリック評価との比較によるICEルーブリック表自体の評価は、3年次の評価結果を用いて行う。

次いでSSH非指定学年である令和元年度2年生1月実施調査の結果と、SSH指定学年である令和2年度2年生1月実施調査の結果とを比較すると、全ての項目でIフェーズ以降の段階へ移行している生徒の割合が、SSH指定学年である令和2年度2年生の方が高くなっている。これは1年次より行ってきた教育活動の成果が表れているためだと考えられる。しかし、Eフェーズに到達できていると評価している生徒の割合は、「質問力」と「論理的に表現する力」と「学習方略」以外は令和元年度2年生の方が高くなっている。この結果を以下のように分析している。

- ・令和元年度2年生はSSH非指定学年ではあるが、「総合的な学習の時間」で課題研究と同等の教育活動に取り組んできた。そのため、令和2年度2年生がコロナ禍の影響で1年次の3月～2年次5月までの3ヶ月間、そして6月後半までの分散登校により学校での資質・能力育成の教育活動に取り組めなかったことが大きく影響している。
- ・コロナ禍の影響で授業進度を速く保つ必要があったため、資質・能力育成のための教育活動に重点を置いた授業を計画はしていても実施できなかった教科・科目が多かった。

一番影響が大きいのは前者であり、1年次3月は1年間の活動の総括をする時期であり、自身の1年間の活動評価をする中でメタ認知能力の育成を図ることができる。また、年度当初の4月、5月の辺りは新しい課題研究班の仲間とそれぞれが経験してきたことを関連付け、実施可能な課題研究へと昇華させる過程で「関連付ける力」や「批判的思考力」を高めることができると考えられる。当然、1年間という長いスパンで課題研究を行っていれば、「動機付け」のEフェーズの記述に関わるような、班全体の動機付けを高く保つようなはたらきかけを生徒同士で行う機会も増えよう。Eフェーズに到達できたと評価した生徒の割合が比較的に少なかった原因の全てをコロナ禍の影響によるせいにはならないが、大きく影響していることは事実である。

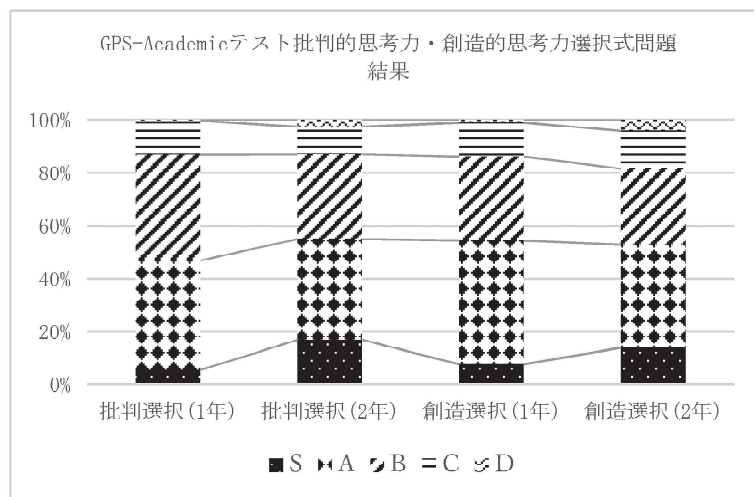
(2) 外部検定による評価

①ベネッセコーポレーション「GPS-Academicテスト」

令和元年度は、SSH主対象学年である1学年全生徒が6月1日(土)に受験した。令和2年度も同時期に1・2学年全生徒を対象に受験させる予定であったが、コロナ禍の影響で実施日をなかなか定めることができなかった。定点観測をするため、実施時期を後ろ倒しにしすぎる訳にもいかず、最終的には6月27日(土)、28日(日)の週末を利用して自宅受験での実施、という形式になった。

今回の報告では、事業実施による効果を把握するため、令和2年度2年生の令和元年度受検分(1年次)と令和2年度受検分(2年次)の

比較を行う。「GPS-Academic テスト」は「批判的思考力」、「協働的思考力」、そして「創造的思考力」を測定する検定である。分析対象とするのは、本校が掲げるイノベータに必要な資質・能力である「ベーススキル」に含まれる「批判的思考力」、及び「認知スキル」である「関連付ける力」に対応する「創造的思考力」の2項目である。「GPS-Academic テスト」は選択式の問題と記述式の問題により各思考力の測定を行い、総合的に評価をする。しかし、記述式の問題は1題の配点が大きく、SDGsの17項目のどの項目が問題内容として扱われているかで受験生にとって得手、不得手があり、評価が変動しやすい側面があるため、選択式問題の結果のみの分析を行う。結果は右上のグラフの通りである。「批判選択（1年）」が「批判的思考力」を測定する選択問題の1年次結果を表し、「創造選択（1年）」が「創造的思考力」を測定する選択問題の1年次結果を表す。評価は下から順に「S」、「A」、「B」、「C」、「D」になっており、下にいくほど評価が高くなる。グラフから明らかのように、両思考力ともに「S」の評価の割合が1年次よりも2年次の方が高くなっている。コロナ禍の影響で長期間に及ぶ臨時休業期間があったものの、1年間かけて取り組んできた教育活動の成果があったことが分かる。逆に、「批判的思考力」は「D」の割合が若干高くなり、「創造的思考力」に関しては「B」、「C」の割合が低くなり、「C」、「D」の割合が高くなってしまっている。この点に関しては、検定を受ける環境に課題があったのではないかと考えている。本検定は生徒達から見ると学校での学業成績には全く関係せず、大学入試とも直接的に関係しない。そのようなものであれども、学校で他の生徒が集中して取り組んでいる環境の中でならば集中して取り組めただであろうが、自宅での受験であれば注意力散漫になったり、取り組みが甘くなってしまうことは容易に想像ができる。来年度受験する際には今年度の反省もふまえて、集中して取り組ませる環境を整えていきたいと考えている。



②ベネッセコーポレーション「GTEC4 技能検定」

「実用的な英語運用能力の育成」の項で説明、ここでは割愛する。

(3) イノベーション人材に必要な資質・能力の100段階評価

コロナ禍の影響で評価資料が一部入手できなかったため、昨年度に立てた方針を少し変更せざるを得なくなった。結果的には昨年度案よりも様々な評価資料を用いて多角的に評価しているため、生徒の資質・能力を数値化するものとしてはより適していると考えている。詳細は以下の通り。【 】内の数値が評価値を表している。

I. 認知スキル【40点】

○関連付ける力【40点】

- ・SS科目でのクロスカリキュラムによる授業での活動など、関連付ける力に係る活動をICEルーブリックを用いて評価し、Iフェーズ1点、Cフェーズ2点、Eフェーズ4点と点数化して平均し、最大5点にする（以下、ICEルーブリックによる点数化は同様）。
- ・定期的に行う、ICEルーブリックを用いたイノベータに関する資質・能力の評価を点数化して平均し、最大10点にする。
- ・課題研究での関連付ける力を1・2学年の課題研究ルーブリックの「check」の評価を点数化して平均し、最大15点にする。
- ・GPS-Academicテストの「創造的思考力」の選択式問題の評価をグレード別に点数化して平均し、最大10点にする。

II. 行動スキル【36点】

○実験力【18点】

- ・SS科目での実験力に係る活動をICEルーブリックを用いて評価し、点数化して平均を最大6点にする。ただし、文系生徒は2年次以降、授業場面での実験力育成の機会が少ないため、最大4点とする。
- ・定期的に行う、ICEルーブリックを用いたイノベータに関する資質・能力の評価を点数化して平均し、最大6点にする。
- ・課題研究での実験力を課題研究ルーブリックの合算点から評価し、最大6点にする。ただし、文系生徒は2年次以降、授業場面での実験力育成の機会が少ないため、この項目は最大8点とする。

○質問力・観察力【18点】

- ・授業や各種講演会、大学・企業見学等での質問力・観察力に係る活動をICEルーブリックを用いて評価し、点数化して平均を最大12点にする。
- ・定期的に行う、ICEルーブリックを用いたイノベータに関する資質・能力の評価を点数化して平均し、最大6点にする。

III. ベーススキル【24点】

○グローバルなネットワークを構築する基礎力【6点】

- ・本校英語科教諭によるパフォーマンステストによる評価を点数化して平均を最大3点にする。

- ・GTEC 4 技能テストのスコアをグレード別に点数化して平均し、最大 3 点にする。

○論理的に表現する力【6 点】

- ・課題研究の最終提出論文の評価を点数化して平均し、最大 3 点にする。
- ・定期的に行う、ICE ルーブリックを用いたイノベータに関する資質・能力の評価を点数化して平均し、最大 3 点にする

○自己調整学習者としての資質・能力【6 点】

- ・自己調整学習能力評価尺度のアンケート結果の平均を最大 2 点にする。
- ・定期的に行う、ICE ルーブリックを用いたイノベータに関する資質・能力の評価を点数化して平均し、最大 2 点にする。
- ・3 年次に作成するポートフォリオを ICE ルーブリックのメタ認知の項目を用いて評価し、最大 2 点にする。

○批判的思考力【6 点】

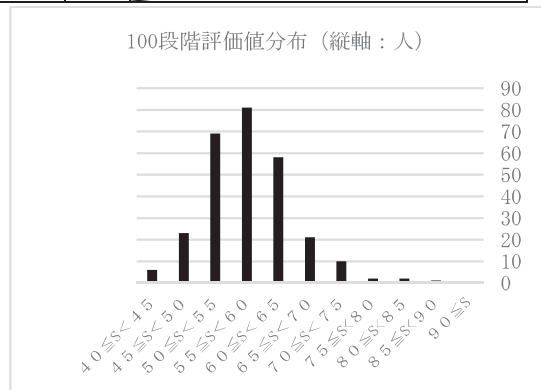
- ・SS 科目でのディベートなど批判的思考力を育成するための授業の活動を ICE ルーブリックを用いて評価し、点数化して最大 2 点にする。
- ・GPS-Academic テストの「批判的思考力」の選択式問題の評価をグレード別に点数化し、平均を最大 2 点にする。
- ・定期的に行う、ICE ルーブリックを用いたイノベータに関する資質・能力の評価を点数化して平均し、最大 2 点にする。

また、それぞれの資質・能力を育成するための事業内容については以下の表の通り。表の表記の仕方として、右端の方にある実施状況の「R2 2 年理系」は、令和 2 年度第 2 学年理系選択の生徒達が高校入学からこれまで受けてきた教育活動の実施状況を表している。なお、実施状況の空欄部は実施していないことを表し、「/」は実施が不可能なものを、そして「△」は特定の科目の選択者など、一部の生徒達だけが教育活動に取り組んだことを表している。「未」については報告書作成の段階でまだ評価に必要なデータが得られていないものを表す。

資質 能力	評価ツール	実施	内容		評 点	実施状況（実施に○）					
						R2 1 年	R2 2 年理系	R2 2 年文系			
認知スキル	関連付ける力	授業内容に対応した ICE ルーブリック	1 年次	SS 物理基礎	等速度運動	5		○	○		
					運動の法則			○	○		
					フックの法則			○	○		
			2 年次	SS 生物基礎	解剖実験、生命倫理		○				
					SS 情報科学		シミュレーション	○			
							SS 物理	熱力学第一法則	/	△	/
								SS 化学・化学基礎	石けんを化学する	/	○
					SS 生物		PCR 法	/	△		
							SS 地理総合	ハザードマップ	/	△	/
					ICE ルーブリック表		全学年	定期的に行う自己評価	10	○	○
	GPS-Academic	全学年	GPS-Academic テストの「創造的思考力」のグレードによる評価	10	○	○	○				
	課題研究 ルーブリック	1 年次	探究基礎ルーブリックの「check」	15	未	○	○				
		2 年次	科学探究 I ルーブリックの「check」		/	未	未				
①認知スキル 計					40	/					
行動スキル	実験力	授業内容に対応した ICE ルーブリック	1 年次	SS 物理基礎	電池の起電力と内部抵抗	(4)		○	○		
					気柱共鳴		○	○	○		
					浮力の反作用		○				
		2 年次	SS 物理	反発係数	/		○				
				ICE ルーブリック表	全学年		定期的に行う自己評価	6	○	○	○
		課題研究 ルーブリック	1 年次	探究基礎ルーブリック合算点	(8)		未	○	○		
	2 年次		科学探究 I ルーブリック合算点	/		未	未				
	実験力 計					18	/				
	質問力・観察力	授業や講演内容等に対応した ICE ルーブリック	1 年次	SS 物理基礎	フックの法則	12	/	○	○		
					2 年次		SS 家庭基礎	ホームプロジェクト	/	○	○
1 年次			イノベータ講演会①（質問力）		○		○	○			
			イノベータ講演会②（質問力）		○		○	○			

				イノベータ講演会③ (質問力)			○	○	
				海外研修報告会			○	○	
				大学 企業 研究所訪問(質問力・観察力)			○	○	
				オンライン研修 (質問力)		○			
	ICE ルーブリック表	全学年	定期的に行う自己評価	6	○	○	○	○	
			質問力・観察力 計	18					
			②行動スキル 計	36					
ベーススキル	ネットワーク力	パフォーマンス評価	全学年	英語科によるパフォーマンス評価	3	○	○	○	
		GTEC4 技能テスト	1年次	GTEC4 技能テストのグレード	3	○	○	○	
			2年次	GTEC4 技能テストのグレード		○	○		
			グローバルなネットワークを構築する基礎力 計	6					
ベーススキル	論理的な表現力	論文評点	1年次	探究基礎論文	3	未	○	○	
			2年次	科学探究I論文		未	未		
		ICE ルーブリック表	全学年	定期的に行う自己評価	3	○	○	○	
				論理的に表現する力 計	6				
	自己調整学習能力	自己調整学習評価尺度	全学年	年に1回行う自己調整学習評価尺度を利用した自己評価	2	○	○	○	
		ICE ルーブリック表	全学年	定期的に行う自己評価	2	○	○	○	
		ポートフォリオ評価	3年次	ポートフォリオをICEルーブリックの「メタ認知」の項目を用いて評価	2				
				自己調整学習者としての資質・能力 計	6				
	批判的思考力	授業内容に対応したICEルーブリック	1年次	SS生物基礎	ディベート	2	未	○	○
			全学年	GPS-Academic テストの「批判的思考力」のグレードによる評価		2	○	○	○
		ICE ルーブリック表	全学年	定期的に行う自己評価	2	○	○	○	
				批判的思考力 計	6				
			③ベーススキル 計	24					
			イノベーション人材に必要な資質・能力 計 (①+②+③)	100					

現段階で1年生は評価に必要なデータでそろっていないものが多いため、今年度は2年生のデータを基に100段階の評価を行う。ただし、論文やルーブリック評価に関わるものは2年次のもはまた評価に必要なデータが得られておらず、1年次のもので評価を行う。その際、例えば論文の評価は「論理的な表現力」に関わり、最終的には1・2年次の論文の評点を基に3点分の評価を行うことになるが、今回は1年次の論文の評点を3点分で評価する。ただし、ポートフォリオ評価は3年次のみ評価を行うように計画を変更したため、今年度は100段階のうち98段階までの評価を行う。その結果は右のグラフの通り。100段階評価の平均値は57.8、標準偏差は7.2となっている。右のグラフからは正規分布に類似した分布をしていることが分かる。最大値は89.2で評価値が2番目に高い生徒が83.1であることを考えると、大分差が開いている。最小値は41.7であった。若干名、ある特定の資質・能力に関する評価資料が一切入手されていない生徒がおり、評価できないため、評価対象人数は合計で273名となっている。この100段階評価の数値がイノベータ指数を表すものとなっているか評価をするため、外部コンテスト等の結果と比較する。今年度の比較資料



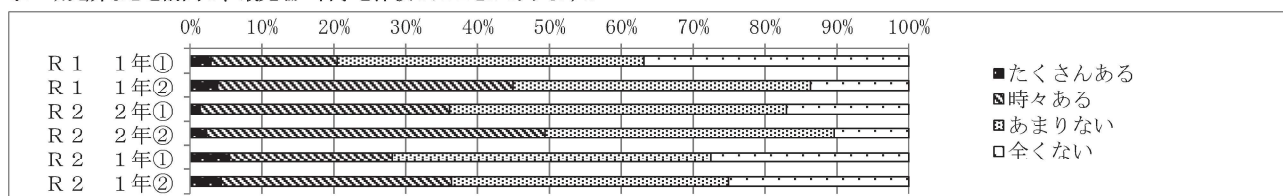
として使えるものは、「科学の甲子園」の県大会優勝チームのメンバー8名の評点の分布になる。右の分布表の一番右の列に「科学の甲子園」メンバーが、どの評価値のエリアに何人分布しているか示しておいた。偏差値を計算すると上位2.3%ほどに位置する、偏差値70以上の生徒が半数にあたる4名いることが分かった。逆に、偏差値40を割る生徒も1名いることが分かった。この生徒は自己評価が低めになされているため、結果的に全体評価が低くなっている。開発した評価法がイノベータとしての度合いを表すものとして適切なものとなっているか、今後もデータを蓄積し、妥当性を検討していく必要がある。また、必要に応じてマイナーチェンジを行い、イノベータ指数を表すものとしてより妥当性の高いものへと練り上げ、最終的には本校のSSH事業の評価に利用できるものへと作り上げていこうと考えている。

評価値	人数	科学の甲子園
90≦S	0	
85≦S<90	1	1
80≦S<85	2	
75≦S<80	2	1
70≦S<75	10	3
65≦S<70	21	
60≦S<65	58	1
55≦S<60	81	1
50≦S<55	69	
45≦S<50	23	1
40≦S<45	6	
合計	273	

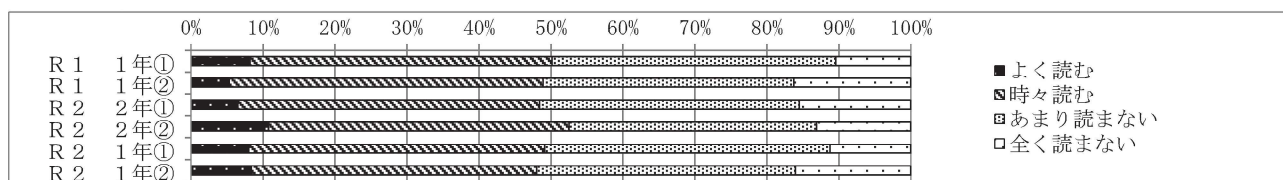
(4) 定期的の実施するアンケート調査の結果から分かる生徒の変容

令和元年度と令和2年度の年度内に2回（①9月、②1月）に行われた生徒アンケートの結果を以下の通りに示す。なお、令和元年度1学年よりSSH主対象学年となったため、それ以前に入学した生徒を対象にアンケートを実施していない。

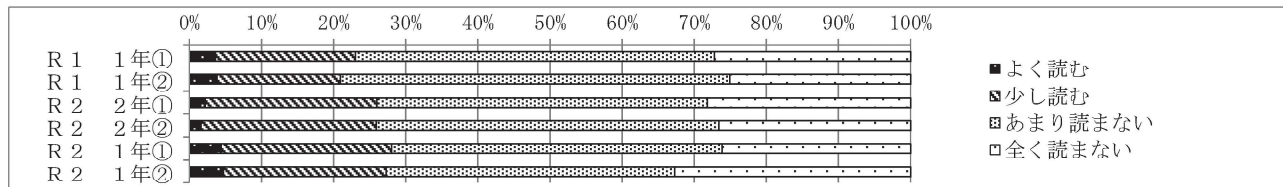
Q1 研究所などを訪問し、最先端の科学を体験したことがありますか



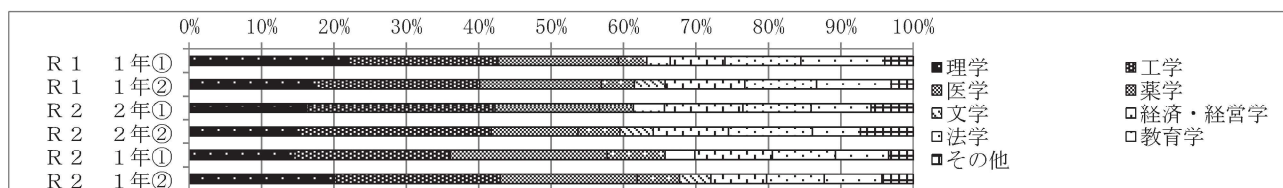
Q2 新聞や雑誌、インターネット記事などで科学に関する記事を読みますか



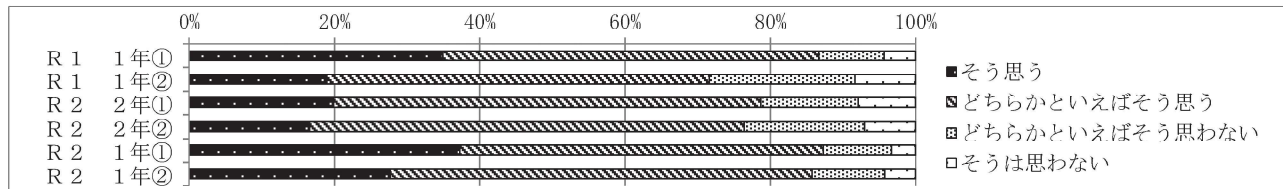
Q3 科学に関する書籍や学術論文を読むことがありますか



Q4 興味・関心のある学問分野はどれですか



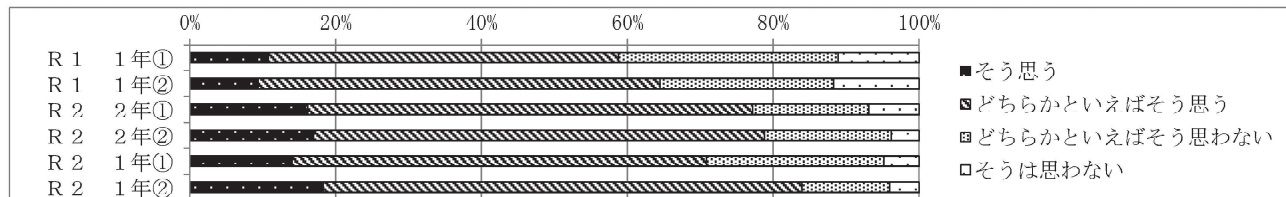
Q5 SSH事業を通して獲得できる資質・能力は、学校での勉強や部活動等に役立つと思いますか



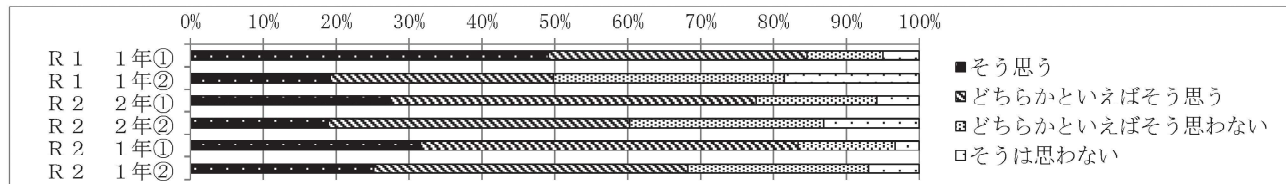
Q6 SSH事業は将来の進路を考える上で参考になるとと思いますか



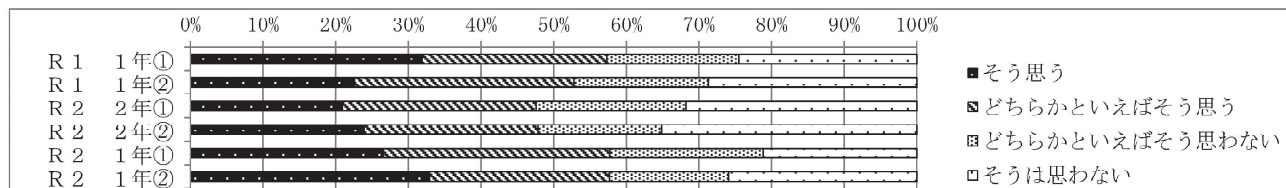
Q7 これまでのSSH事業で、課題解決能力の基礎が身に付いたと思いますか



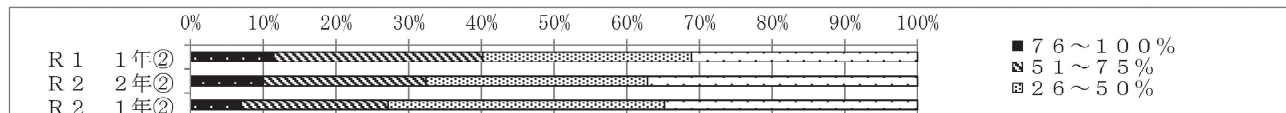
Q8 これまでのSSH事業に関する活動は、前高生活を送る上で、勉強や部活動に支障なく行えたと思いますか



Q9 あなたは科学者・研究者・技術者・医療従事者になりたいと思いますか



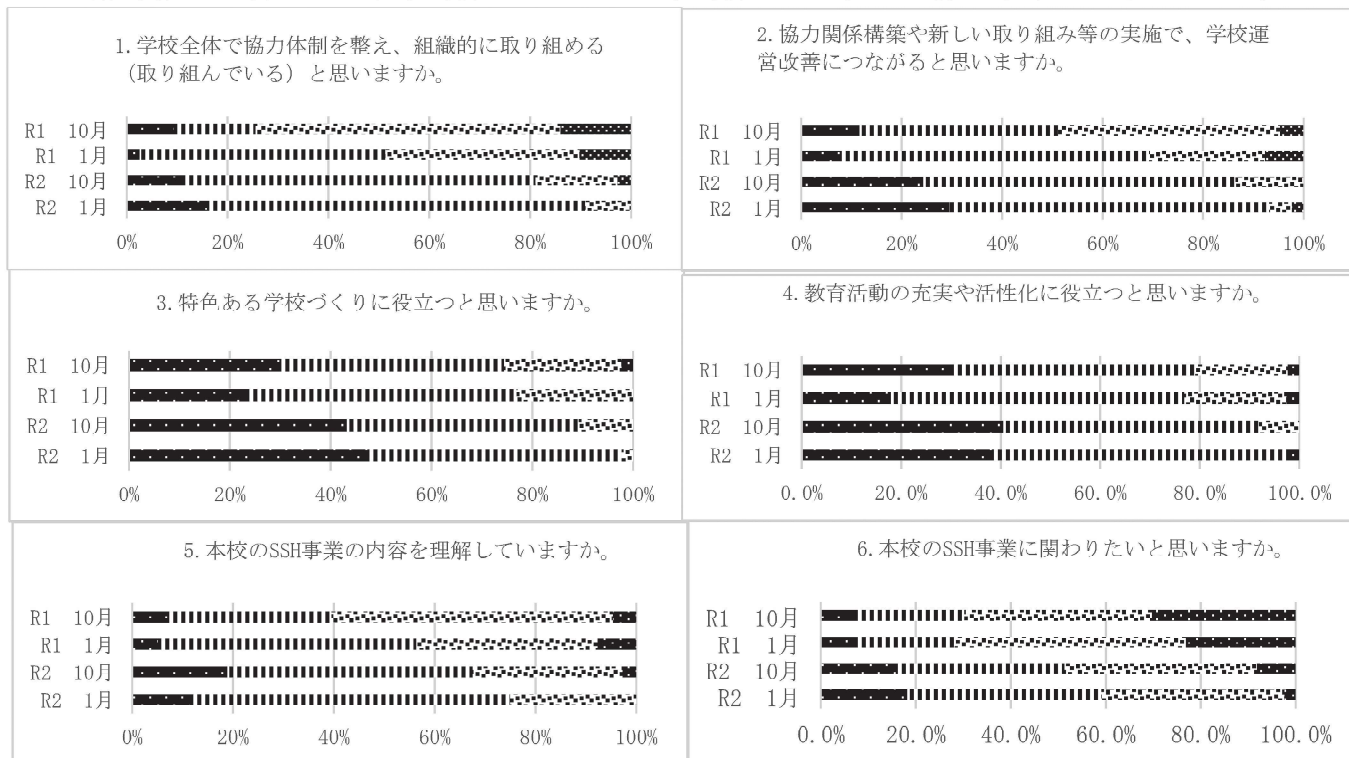
Q10 これまで発行されたSSH通信のうち、どのくらいの割合を読んでいますか

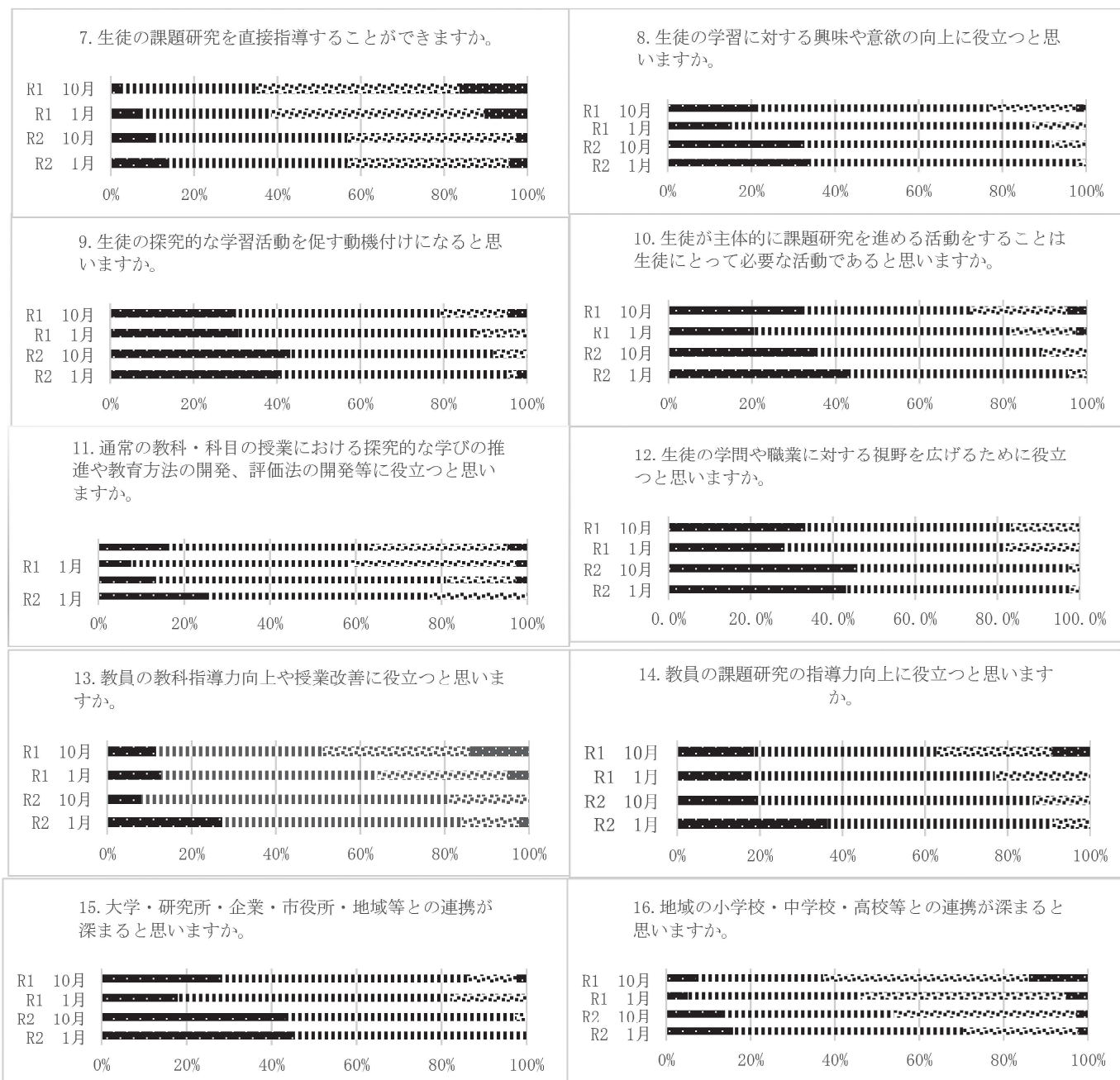


Q1より入学当初の科学体験は少ないが、徐々に増えてきている。Q2、Q3より科学に関する新聞記事等では触れる機会があるものの、書籍や論文までは踏み込んでいない。Q4、Q9より60%以上の生徒が理系に興味があり、50%以上が科学者等になることを希望している。Q7、Q8より年度当初はSSH事業を負担に感じるものの後半では慣れてきており、課題解決能力の基礎も身に付いてきている実感が窺える。

2. SSH事業導入による職員の変容

令和元年度と令和2年度の年度内に2回（10月、1月）行われた職員アンケートの結果を以下の通りに示す。いずれも本校のSSH事業に対する応答で、棒グラフ左側から「とてもそう思う」、「どちらかといえばそう思う」、「あまりそう思わない」、「全くそう思わない」の並びである。





グラフから明らかとなり、回を追うごとに「とてもそう思う」、「どちらかといえばそう思う」、といったポジティブな応答が増え、職員のSSH事業に対する受け止め方がポジティブな方向に変容してきている様子がうかがえる。「あまりそう思わない」、「全くそう思わない」といったネガティブな応答が比較的多めの項目については、以下の通り。なお、()内はネガティブな応答の合計%を表す。

- 5. 本校のSSH事業の内容を理解していますか。(25%)
- 6. 本校のSSH事業に関わりたいと思いますか。(40.9%)
- 7. 生徒の課題研究を直接指導することができますか。(43.1%)
- 11. 通常の教科・科目の授業における探究的な学びの推進や教育方法の開発、評価法の開発等に役立つと思いますか。(22.7%)
- 16. 地域の小学校・中学校・高校等との連携が深まると思いますか。(29.6%)

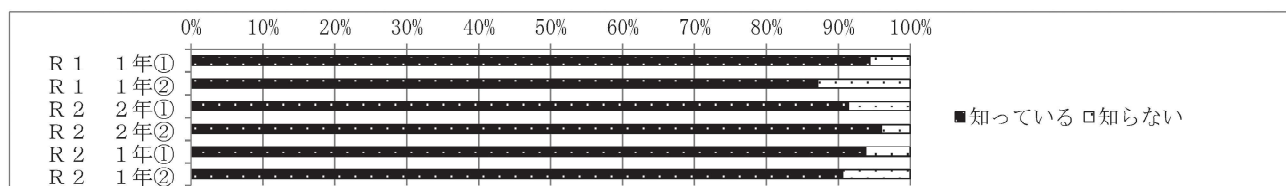
现阶段でSSH主対象学年となっているのは1・2学年のみで、まだ3学年は主対象学年になっていない。職員研修を実施してはいるが、SSH事業の内容、課題研究の指導のノウハウ、そして開発された教育方法や評価法の導入による教育効果等は実際に指導に関わらないと分からない点が多い。来年度全学年が主対象学年となる事により、「5」、「7」、「11」の項目についてはポジティブな応答が増加していくと考えている。また、「6」に関しても徐々に増加してきており、今後、実際に指導に関わり、生徒達の変容を直接感じる職員が増えていくことでポジティブな応答が増加していくと考えられる。「16」に関しては今年度はコロナ禍の影響もあり、近隣の小学生対象の科学実験教室を1回実施したのみであったが、状況が改

善し、現在よりも実施回数が増せばさらにポジティブな回答が増加していくと考えている。

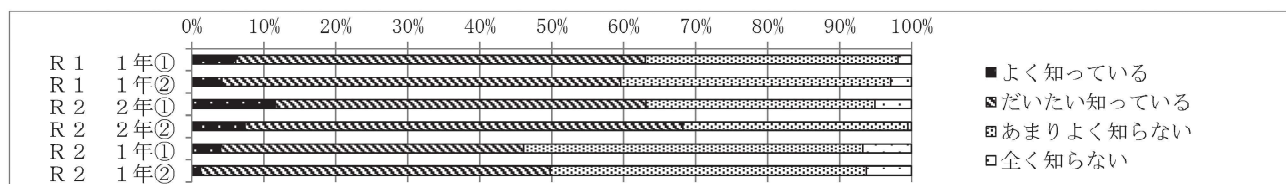
3. SSH事業導入による保護者の変容

令和元年度と令和2年度の年度内に2回（①9月、②1月）に行われた保護者アンケートの結果を以下の通りに示す。なお、令和元年度1学年よりSSH主対象学年となったため、それ以前に入学した生徒の保護者を対象にアンケートを実施していない。

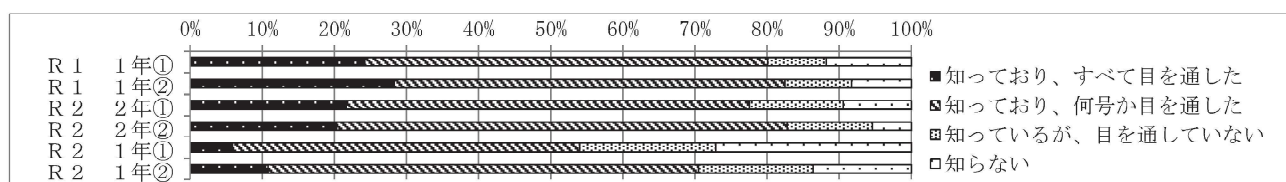
Q1 文部科学省が実施しているスーパーリーリエンス/ハイスクール（SSH）事業を御存知ですか



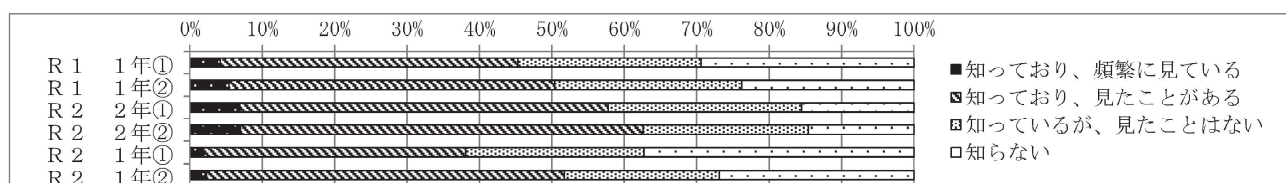
Q2 本校のSSH事業の内容をどの程度御存知ですか



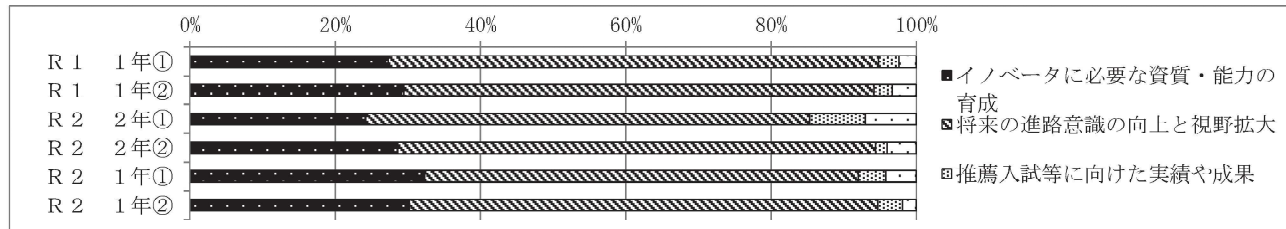
Q3 本校のSSH事業の内容の一端をお伝えしているSSH通信を御存知ですか



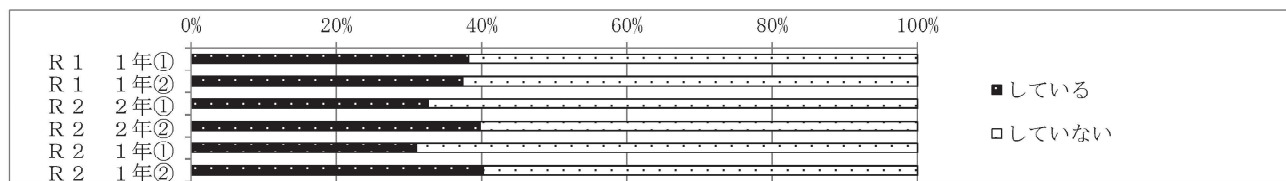
Q4 本校のSSH事業のホームページを御存知ですか



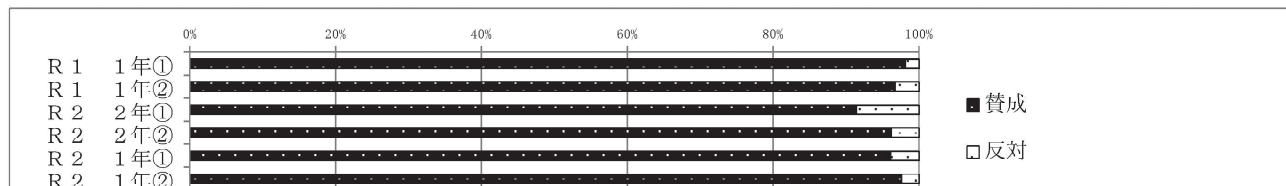
Q5 本校のSSH事業で最も期待することは何ですか



Q6 御家庭で御息と科学技術・理数に関する話題で話したり、取組を行ったりしたことがありますか



Q7 本校がSSH事業を行うことに賛成ですか

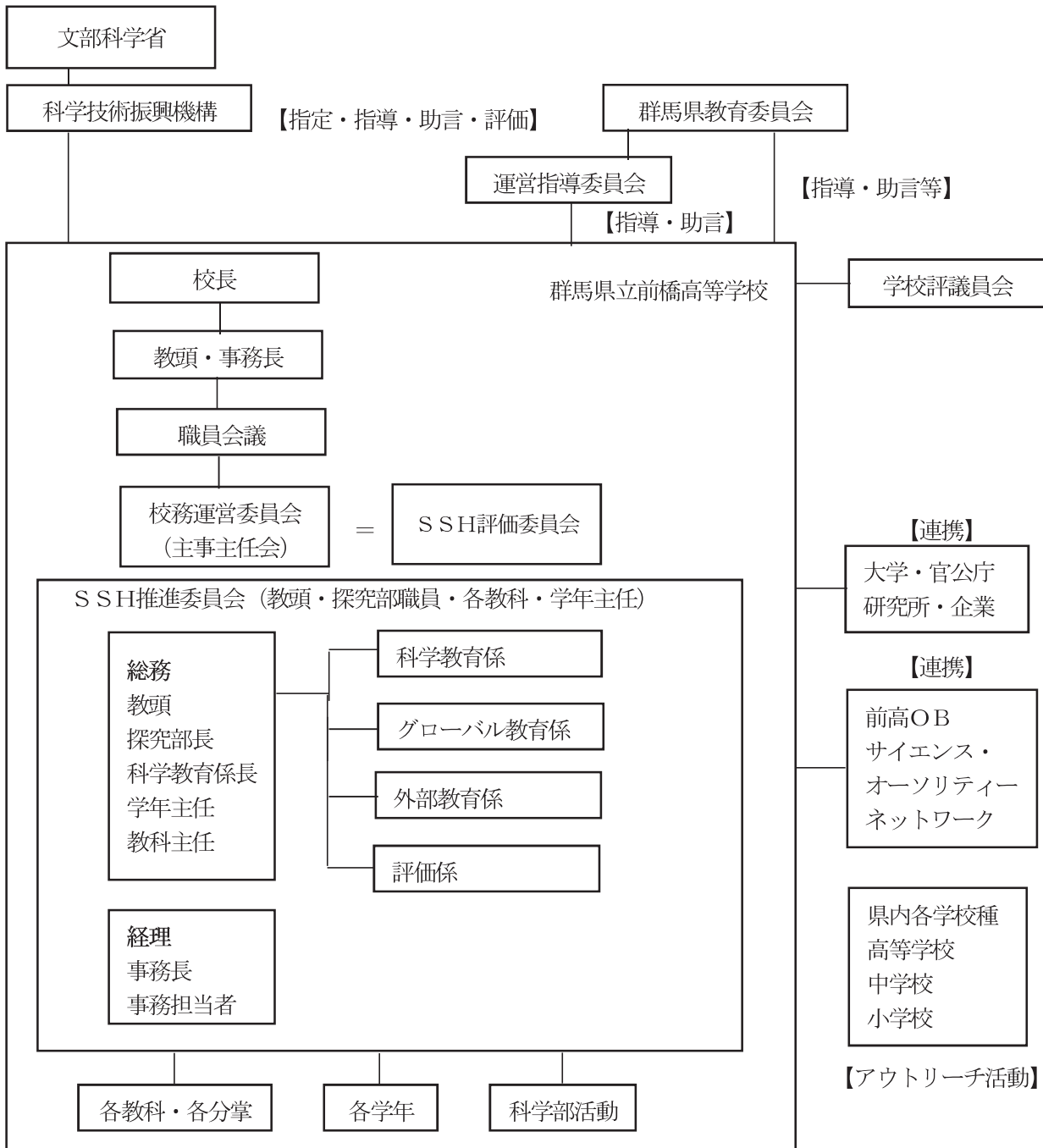


Q1よりwebページを通してSSHへの関心が高まってきている様子が窺える。Q5よりイノベータに必要な資質・能力の育成よりも将来の進路意識の向上と視野拡大への期待が高いことがわかる。Q6より家庭での取組についてやや低いのが、全般的にSSH事業に対して家庭から好意的な印象が窺える。

5章 校内におけるSSH組織的推進体制

(1) 研究組織

【研究開発組織図】



(2) 運営指導委員会 (敬称略)

	氏名	所属・役職	備考
1	日置 英彰	群馬大学共同教育学部 教授	委員長
2	大森 昭生	共愛学園前橋国際大学 学長	副委員長
3	鯉淵 典之	群馬大学大学院医学系研究科 教授	
4	中村 洋介	群馬大学大学院理工学府 教授	
5	川越 至桜	東京大学生産科学技術研究所 准教授	

6章 研究開発の実施上の課題および今後の研究開発の方向・成果の普及

1. 今後の課題とその改善策

【大学・企業・研究所との連携】

(1) オンライン研修（東京方面研修代替）

課題 観察力の育成を行えなかった。

改善策 次年度以降は研修に行ける方法を模索する。

(2) 筑波研修

課題 3コース開設したが、希望が偏った。

改善策 生徒のニーズを把握した上でコースを検討する。

(3) 課題研究の指導

課題 大学や企業等の研究所に行き、課題研究に係る指導を受けることができなかった。

改善策 次年度以降は研修に行ける方法を模索する。

【国際化事業】

(0) Oxbridge 研修

課題 コロナ禍のため、関連事業を一切行えなかった。

改善策 感染の状況をみながら、実施の可否を検討する。

(1) 英語関連授業を中心とした実用的な英語運用能力の育成

課題 ALT不在により、スピーキングの育成が十分に行えなかった。

改善策 授業時間内などに練習の機会を意図的に組み込む。

【カリキュラム開発】

(1) 探究基礎

課題 後半の活動である考察・データ処理・ポスター作成に時間を十分に割けなかった。

改善策 後半の活動に十分な時間を割けるよう、計画を練り直す。

(2) SS 物理基礎

課題 授業時間数削減、ALT不在により、前年度開発した授業を実践できなかった。

改善策 英語科と連絡を密にとり、次年度以降は実施の方向で検討する。

(3) SS 生物基礎

課題 解剖実験での関連付ける力の育成に課題有り。

改善策 事前学習、実験方法、手順、事後学習の再検討をする。

(4) SS 情報科学

課題 シミュレーション実験を理解させた上で実施する際、数学的な困難がある。

改善策 導入部で生徒達が難しいとあきらめない工夫をする。

(5) 科学探究 I・I 類

課題 個人研究に対するニーズに十分に対応できなかった。グループ研究では役割分担が適正化されていなかった。

改善策 個人研究を希望する生徒のニーズに応えることができるよう、システムを構築する。研究計画シートを開発し、役割の可視化により仕事量の適正化を促す。

(6) 科学探究 I・II 類

課題 コロナ禍のため、やむを得ず、外部との連携がオンライン等間接的になってしまった。

改善策 コロナ禍においても直接的に外部と連携する方策を検討する。

(7) 探究総合

課題 コロナ禍のため、大学や企業等の研究室への訪問し、直接的な指導を受ける等できなかった。

改善策 感染の状況をみながら、実施の可能性を探る。

(8) SS 物理

課題 コロナ禍の影響で授業時間数が削減され、実験をデザインする授業を実施できなかった。

改善策 今年度開発した授業は計画に組み込み、次年度以降に実施する。

(9) SS 生物

課題 クロスカリキュラムでは、数学的な内容の部分で生徒達がつまずいた。

改善策 実施時期、授業内での復習や事前課題に取り組みさせる、成績別グループ編成をする等、検討する。

(10) SS 化学基礎・化学

課題 クラス間の授業進度が合っていない状態で実施したため、知識の習得に差があり、授業効果にずれがあった。

改善策 ベースとなる知識の習得を優先して授業を実施する。

(11) SS 地理総合

課題 関連付ける力に比べ、論理的に表現する力の自己評価が低くなってしまった。

改善策 授業で他者との意見交換をする機会を設ける。

(12) SS 家庭基礎

課題 E フェーズに到達できたとする生徒が少ない。

改善策 エビデンスを基に自身の意見を説明する機会などを増やす。

【探究的取り組み】

(1) 科学部活動

課題 科学実験教室の頻度が少ない。

改善策 コロナの状況を見ながら実施の回数を増やす方向で検討する。

(2) 外部コンクール・研究発表への参加

課題 参加者が少ない。

改善策 呼びかけ等、広報活動を積極的に実施する。

【評価法の研究開発】

(1) イノベータの ICE ルーブリック表の開発

課題 全教員が導入しているわけではない。

改善策 職員研修等を通じ、ICE ルーブリック表を利用するきっかけをつくる。

(2) イノベータの 100 段階評価法の開発

方向性 今後もデータを蓄積し、妥当性が高い物へと変容させていく。

【事業全体】

課題 イノベータに必要な資質・能力の自己評価で、E フェーズに到達できたと判断した生徒が少ない。

改善策 目標の設定と振り返りを繰り返す等行い、成長実感を与えることができるよう促す。

2. 成果の普及

(1) 広報誌「SSH通信」を定期的に発行し、本校で行っている研究開発の共有に努めた。

(2) 令和元年度は他SSH校や県内各高校・中等教育学校に課題研究の成果発表会の開催を通知し、ポスター発表会の運営法の共有を図った。令和2年度は課題研究の成果発表会の様子を動画配信し、研究成果の普及に努めた。

(3) 令和元年度は県内の理科や英語の教員を中心に開発したクロスカリキュラムの授業公開を行い、研究成果の普及に努めた。

(4) 令和2年7月より、Benesse 教育総研 web ページに令和元年度の研究成果を一部公開し、研究成果の普及に努めた。

(5) 令和2年度の研究成果は、令和3年度内に群馬大学で開催される予定の理科教育学会全国大会で研究発表し、成果の普及に努める予定である。

令和2年度教育課程表・学校設定科目一覧

教科	科目	標準 単位数	単 位 数					摘 要
			1年	2年		3年		
				文系	理系	文系	理系	
国語	国語総合	4	4					$\left. \begin{matrix} x \\ y \end{matrix} \right\}$ はこの中から1科目選択する。 3年の地歴は、1年または2年で履修した科目内容を発展させる科目の中から選択する。 3年文系の地歴公民は、■の中から8単位選択する。 ただし、探究地理詳解は探究世界史詳解と組み合わせて選択するものとする。 また、2年で現代社会を履修していない者は倫理と政治・経済を必ず選択する。 2, 3年の理系の物理と生物は継続して履修する。 ☆の中から4単位選択する。 1年次「探究基礎」をもって「総合的な探究の時間」(1単位)に替える。 2年次「科学探究I」をもって「総合的な探究の時間」(1単位)に替える。 2年次に「探究総合」を選択した場合は、1単位増となる。 *を付した科目は、学校設定科目である。
	現代文B	4		3	2	3	2	
	古典B	4		4	2	3	3	
地理歴史	世界史B	4	3					
	日本史B	4		3	3			
	*SS地理総合	4		3	3			
	*探究世界史						2	
	*探究日本史						2	
	*探究地理						2	
	*探究世界史詳解					■4		
公民	現代社会	2		2			2	
	倫理	2				■2		
	政治・経済	2				■2		
数学	数学I	3	3					
	数学II	4	1	3	3			
	数学III	5			1		4	
	数学A	2	2					
	数学B	2		2	2			
	*探究数学					5		
理科	*SS物理基礎	2	2					
	*SS物理	4						
	物理	4						
	*SS化学基礎	2		3	2			
	*SS化学	4			2	3		
	化学	4					4	
	*SS生物基礎	2	2					
	*SS生物	4						
	生物	4						
	*探究物理					☆2		
*探究化学					☆2			
*探究生物					☆2			
保健体育	体育	7~8	3	2	2	2	2	
	保健	2	1	1	1			
芸術	音楽I	2						
	美術I	2	2					
	書道I	2						
外国語	コミュニケーション英語I	3	4					
	コミュニケーション英語II	4		4	4			
	コミュニケーション英語III	4				4	4	
	英語表現I	2	2					
	英語表現II	4		2	2	2	2	
*探究コミュニケーション英語					☆4			
家庭情報	*SS家庭基礎	2		2	2			
	*SS情報科学	2	2					
※SSH	*探究基礎		1					
	*科学探究I			1	1			
	*探究総合			(1)	(1)			
小計			32	32~33	32~33	31	31	
総合的な探究の時間		3~6						
総合的な学習の時間		3~6				1	1	
特別活動	ホームルーム活動	3	1	1	1	1	1	
合計			33	33~34	33~34	33	33	

※文部科学省スーパーサイエンスハイスクールの特例により、学校設定教科「SSH」を開設する。

令和2年度探究基礎年間指導計画

* 総合的な探究の時間を代替する学校設定科目

学期	授業回	月	日	曜日	学習テーマ	学習内容	学習形態	学習場所	備考
1	1	6	5	金	課題研究の概要把握	SSH,課題研究のオリエンテーション	学年	体育館	出席番号奇数対象
		6	12	金	課題研究の概要把握	SSH,課題研究のオリエンテーション	学年	体育館	出席番号偶数対象
	2	6	19	金	ゼミ班決め・テーマ設定について学ぶ	班ごとに「課題研究メソッド」を参照する。研究計画書(仮)を配布。	ゼミ	教室	出席番号奇数対象
		6	22	月	ゼミ班決め・テーマ設定について学ぶ	班ごとに「課題研究メソッド」を参照する。研究計画書(仮)を配布。	ゼミ	教室	出席番号偶数対象
	3	6	26	金	評価方法の確認・研究計画書(仮)の提出	ループリックを配布し、求められる水準を確認する	ゼミ	教室	
	4	7	3	金	イノベータ講演会①	社会で活躍するイノベータの講師の講演を聴く	学年	体育館	講師: 前橋国際大学 大森昭生学長14:45~15:40
	5	7	10	金	他者評価とテーマ設定	研究計画書(本提出用)・購入希望書の作成を進める	ゼミ	教室	
	6	7	17	金	テーマ決定	研究計画書・購入希望書を提出する。	ゼミ	教室	(注意)物品購入までに一ヶ月半ほどかかる
7	7	31	金	課題研究 夏季休業中の課題について	購入不可の物品を確認し、物品購入書を再提出する	ゼミ	教室		
2	8	8	28	金	課題研究	調査・研究の手法を学ぶ	ゼミ	教室	
	9	9	11	金	課題研究 ※物品納品予定	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	10	9	18	金	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	11	10	2	金	課題研究・中間発表準備	中間発表の資料を作成し、提出	ゼミ	教室	講師ヘテーマー一覧を送付
	12	10	16	金	中間発表	進捗状況を発表し、講師より助言を受ける	ゼミ	教室	講師10名
	13	10	23	金	課題研究	中間発表で指導助言を受けた内容をもとに、課題研究の修正を行う	ゼミ	教室	
	14	11	6	金	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	15	11	13	金	課題研究	整理分析の手法を学ぶ	ゼミ	教室	
	16	11	20	金	課題研究	課題研究の整理分析を行う	ゼミ	教室	
	17	12	4	金	課題研究	課題研究の整理分析を行う	ゼミ	教室	
18	12	18	金	課題研究	ポスター作成・発表の手法を学ぶ	ゼミ	教室		
3	19	1	8	金	課題研究	ポスター作成・発表練習	ゼミ	教室	
	20	1	15	金	ゼミ内発表会	ゼミ内発表会を行う	ゼミ	教室	講師ヘテーマー一覧を送付
		1	27	水	SSH成果発表会(午前2年, 午後1年)	1、2年合同で発表会を行う	1,2年	体育館	講師10名
	21	1	29	金	SSH成果発表会振り返り	ループリック・アンケートまとめ, 論文作成準備	ゼミ	教室	
	22	2	5	金	論文作成	論文の作成方法について	ゼミ	教室	
	23	2	12	金	論文作成	論文作成	ゼミ	教室	
	24	2	19	金	論文作成	論文提出	ゼミ	教室	2/19(金)論文提出べ切
	25	3	5	金	論文返却・総括	本年度の課題研究の振り返り	ゼミ	教室	

令和2年度科学探究 I・I 類年間指導計画

* 総合的な探究の時間を代替する学校設定科目

学期	授業回	月	日	曜日	学習テーマ	学習内容	学習形態	学習場所	備考
1	1	6	2	火	科学探究 I オリエンテーション	科学探究のねらいについて理解を深める	学年	体育館 記念館	
	1	6	9	火	課題研究	各自でテーマを考える	クラス	教室	
	2	6	23	火	課題研究	個人テーマ提出	クラス	教室	* 探究部によるヒアリング
	3	6	30	火	ゼミ配属とゼミ内での議論	ゼミ所属確認、グループ化	ゼミ	教室	
	4	7	7	火	テーマ検討会	ゼミ内でテーマ・仮説を検討する	ゼミ	教室	
	5	7	21	火	課題研究	研究計画書、備品購入書を提出する	ゼミ	教室	
2	6	8	25	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	7	9	1	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	8	9	8	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	9	9	15	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	10	9	29	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	11	10	13	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	12	10	20	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	13	10	27	火	中間発表会	ゼミ内でオーラル発表を行う	ゼミ	教室	
	14	11	17	火	課題研究	調査研究の整理・分析	ゼミ	教室	
	15	12	1	火	課題研究	ポスター作成	ゼミ	教室	
	16	12	15	火	課題研究	ポスター作成	ゼミ	教室	
17	12	22	火	課題研究	ポスター作成	ゼミ	教室		
3	18	1	12	火	課題研究	ポスターを作成する	ゼミ	教室	
	19	1	19	火	課題研究	ポスターを提出する	ゼミ	教室	
	20	1	26	火	ゼミ内発表会	ゼミ内発表会を行う	ゼミ	教室	
		1	27	水	成果発表会	ポスターを使用し成果発表を行う	学年	体育館	
	21	2	2	火	成果発表の振り返り・論文作成	成果発表を振り返り、個人で論文を作成する	ゼミ	教室	
	22	2	16	火	論文提出	論文を提出する	ゼミ	教室	
	23	3	2	火	総括	本年度の課題研究の振り返りを行う	クラス	教室	
	24	3	23	火	総括	本年度の課題研究の振り返りを行う	クラス	教室	

令和2年度科学探究Ⅰ・Ⅱ類年間指導計画

* 総合的な探究の時間を代替する学校設定科目

学期	授業回	月	日	曜日	学習テーマ	学習内容	学習形態	学習場所	備考
1	1	6	2	火	科学探究Ⅰオリエンテーション	「科学探究Ⅰ・Ⅱ類」の研究テーマ「前橋の地方創生」について理解を深める	文系	蛟龍館	* 分散登校（偶数番）
	1	6	9	火	科学探究Ⅰオリエンテーション	「科学探究Ⅰ・Ⅱ類」の研究テーマ「前橋の地方創生」について理解を深める	文系	蛟龍館	* 分散登校（奇数番）
	2	6	23	火	テーマ議論・検討会	各自の事前学習内容を踏まえ、テーマについて生徒同士で議論を行う	文系	教室等	
	3	6	30	火	外部講師による講演会	「前橋の地方創生」に関わる講演を聴き、テーマ設定に役立てる	文系	記念館	* 前橋国際大学協力
	4	7	7	火	グループ編成会／テーマ検討	各自希望分野に応じてグループを編成する／グループテーマを検討する	文系	教室等	
5	7	21	火	テーマ検討／研究計画立案	グループごとに研究テーマを検討する／研究計画書を作成する	文系	教室等		
2	6	8	25	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	7	9	1	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	8	9	8	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	9	9	15	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	10	9	29	火	外部講師指導会	グループごとに外部の専門家から指導・助言をもらい、今後の研究に役立てる	ゼミ	教室	* 前橋商工会議所協力
	11	10	13	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	12	10	20	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	13	10	27	火	グループ間交換議論会	研究の中間整理を行うとともに、他グループ生徒から意見をもらい今後の研究に役立てる	文系	蛟龍館	
	14	11	17	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	
	15	12	1	火	課題研究	調査研究の整理・分析を行う	ゼミ	教室	
	16	12	15	火	課題研究	調査研究のまとめを行う／ポスターを作成する	ゼミ	教室	
17	12	22	火	課題研究	ポスターを作成する	ゼミ	教室		
3	18	1	12	火	課題研究	ポスターを作成する	ゼミ	教室	
	19	1	19	火	課題研究	ポスターを提出する	ゼミ	教室	
	20	1	26	火	ゼミ内発表会	ゼミ内発表会を行う	ゼミ	教室	
		1	27	水	成果発表会	ポスターを使用し成果発表を行う	学年	体育館	
	21	2	2	火	成果発表の振り返り・論文作成	成果発表を振り返り、個人で論文を作成する	ゼミ	教室	
	22	2	16	火	論文提出	論文を提出する	ゼミ	教室	
	23	3	2	火	総括	本年度の課題研究の振り返りを行う	クラス	教室	
24	3	23	火	総括	本年度の課題研究の振り返りを行う	クラス	教室		

* 12月9日「イノベータ講演会」実施

令和2年度探究総合年間指導計画

学期	授業回	月	日	曜日	学習テーマ	学習内容	学習形態	学習場所	備考
1	1	4	14	火	探究総合オリエンテーション	探究総合のねらいについて理解を深める	ゼミ	教室	
	2	4	21	火	テーマ議論	前時の内容も踏まえ、テーマについて生徒同士で議論	ゼミ	教室	6校時からの継続
	3	4	28	火	テーマ検討	テーマに関わる先行研究を調べる	ゼミ	教室	6校時からの継続
	4	5	12	火	テーマ検討	テーマに関わる先行研究を調べる	ゼミ	教室	6校時からの継続
	5	5	19	火	テーマ検討	テーマに関わる先行研究を調べる	ゼミ	教室	6校時からの継続
	6	6	2	火	テーマ議論	これまでの内容を踏まえテーマについて議論、個人テーマ提出	ゼミ	教室	6校時からの継続
	7	6	9	火	ゼミ配属とゼミ内での議論	ゼミ所属確認、グループ化グループ内でテーマ・仮説検討	ゼミ	教室	6校時からの継続
	8	6	16	火	テーマ検討会	ゼミ内でテーマ・仮説検討	ゼミ	教室	探究部によるヒアリング 6校時からの継続
	9	6	19	金	課題研究	研究所訪問等の準備	ゼミ	教室	
2	1	6	23	火	探究総合オリエンテーション	探究総合のねらいについて理解を深める	ゼミ	教室	
	2	6	30	火	テーマ議論	「課題の見つけ方」DVD視聴、討論、ロジックツリー	ゼミ	教室	
	3	7	7	火	テーマ検討	マインドマップを使って、テーマを絞る	ゼミ	教室	
	4	7	21	火	テーマ検討	研究の見通しの立て方	ゼミ	教室	
	5	7	28	火	テーマ検討	先行研究の見つけ方	ゼミ	教室	
	6	8	25	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	6校時からの継続
	7	9	1	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	6校時からの継続
	8	9	8	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	6校時からの継続
	9	9	15	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	6校時からの継続
	10	9	29	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	6校時からの継続
	11	10	13	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	6校時からの継続
	12	10	20	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	6校時からの継続
	13	10	27	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	6校時からの継続
	14	11	17	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	6校時からの継続
	15	12	1	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	6校時からの継続
	16	12	15	火	課題研究	調査・研究を行う	ゼミ	教室	6校時からの継続
	17	12	22	火	課題研究	良いポスターとは、資料を見て討論	ゼミ	教室	
3	18	1	12	火	課題研究	ポスター作成	ゼミ	教室	6校時からの継続
	19	1	19	火	課題研究	ポスター提出	ゼミ	教室	6校時からの継続
	20	1	26	火	ゼミ内発表会	ゼミ内発表会を行う	ゼミ	教室	6校時からの継続
		1	27	水	成果発表会	成果発表会を行う	学年	体育館	
	21	2	2	火	成果発表会の振り返り	成果発表の振り返り等を行う	ゼミ	教室	6校時からの継続
	22	2	16	火	論文作成	個人で論文を作成	ゼミ	教室	6校時からの継続
	23	3	2	火	論文作成	個人で論文を作成	ゼミ	教室	6校時からの継続
	24	3	9	火	論文作成	個人で論文を作成	ゼミ	教室	6校時からの継続
	25	3	16	火	サマリー作成	グループでまとめ・サマリーを提出	ゼミ	教室	6校時からの継続
	26	3	23	火	総括	本年度の課題研究の振り返り	ゼミ	教室	6校時からの継続

研究所訪問等の検討

令和2年度イノベータの資質・能力に係るICEルーブリック表

		Iフェーズ	Cフェーズ	Eフェーズ
認知スキル	関連付ける力	<ul style="list-style-type: none"> ○学習した知識がばらばらで関連付けられていない。 ○言い換えをすることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○これまでに学んだ内容に関連付けることができる。 ○学習事項をテーマに関連付けることができる。 ○結論の根拠が明確に示されている。 ○テーマに沿って、必要な情報を抜き出すことができる。 ○基準を設け、与えられた状況で優先順位をつけることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○学習した知識を社会や身のまわりの事柄にも関連付け、新しい見方によって、つながりを整理することができる。 ○複数の意味を持つ事柄や同等な概念等を整理したり、統合したりして、思考や主張を強化・正当化することができる。
	質問力	<ul style="list-style-type: none"> ○表面的な質問をすることができる。 ・不明な事柄に関する質問 ・単発的な質問 ・確認のための質問 など 	<ul style="list-style-type: none"> ○学習内容に対する理解を深めるための、次のような意図を持った質問をすることができる。 ・批判的な質問 ・前提を念入りに調べる質問 ・背景を探る質問 ・関係性に関する質問 (本質と本質でないものをはっきり区別する) ・原理の適用限界やリスク等に関する質問 など 	<ul style="list-style-type: none"> ○学習内容の本質的な事柄や本質的な概念に迫る質問をすることができる。 ○戦略性やストーリー性を持って質問をすることができる。 ○建設的な対立を促す質問をすることができる。
行動スキル	観察力	<ul style="list-style-type: none"> ○与えられた観点をともに、観察することができる。 ○気づきを述べることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○自ら観点を定め、共通点や相違点、変化や因果関係を見出すことができる。 ○全体と部分との関係から、物事やその様子を捉えることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○学んだ視点から社会や身のまわりのことを観察し、新たな価値や意義を見出したり、課題の解決や改善に生かすことができる。
	実験力	<ul style="list-style-type: none"> ○探究活動のやり方を知っている。 ○テーマが与えられれば、そのやり方を基に探究活動を行うことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○先行研究から得られた知見をふまえた上で仮説を立てることができる。 ○ポイントのしぼれた研究テーマや仮説が設定されており、研究のおおすじがはっきりとしている。 ○検証方法が適切であり、実験や調査から得られたデータに対して多様な解釈を試み、言い得ることと推測とははっきり区別し、整理して述べるができる。 ○一連の探究活動に一貫性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ○先行研究では見られない、オリジナリティのある検証方法やデータの分析の方法が考えられている。 ○他の分野への応用や社会が抱える課題の解決方法まで考察することができる。 ○一連の探究活動に一貫性があることに加え、目的に合致している。
ベーススキル	批判的思考力	<ul style="list-style-type: none"> ○自分の考えを軸にして物事を考えることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○自分の考えはあくまで1つの視点でしかないと捉え、他者の視点も理解して様々な角度から物事を捉え、物事の本質や問題の原因を見出すことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○自分や他者の意見を十分に理解した上で敢えて対立する意見を提示し、議論を前進させる上で有益な対立を行って物事の本質や問題の原因を見出すことができる。
	論理的に表現する力	<ul style="list-style-type: none"> ○主張に誤りはなく、前提や根拠を適切に示すことはできるが、定義を説明する部分の占めるウエイトが大きくなってしまふ。 	<ul style="list-style-type: none"> ○前提や根拠を仮説や主張と適切に関連付けることができ、そこから正当性のある主張を導くことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○主張が明確であり、先行研究の分析から得られた知見ももとに議論を展開し、新しく、他の場面でも用いることができる提案をすることができる。
	メタ認知	<ul style="list-style-type: none"> ○自分や人間一般の認知特性（情報を整理、記憶、理解する能力）についての知識など（メタ認知的知識）がある。例えば、以下のようなもの。 ・自分の長所・短所を把握しているなど個人内での認知特性についての知識 ・目標をもって学習したことは身に付きやすいなど、人間の認知に関わる一般的な知識 	<ul style="list-style-type: none"> ○自分や人間一般の認知特性についての知識を把握した上で、次のようなことができる。 ・自分を客観視して点検したり、評価することができる。（メタ認知的モニタリング） ・モニタリングを通して得られたことを基に、そのあとの目標を設定して計画を立てたり、計画を修正したりすることができる。（メタ認知的コントロール） 	<ul style="list-style-type: none"> ○メタ認知的モニタリングに失敗して自分が学習内容を理解できていないことをわかっていなかったり、メタ認知的コントロールの失敗をして目標が高すぎたり低すぎたりした場合、そのように客観視している自分をさらに違う視点から客観視して抜けていた分析視点に気づき、行動計画を修正したりすることができる。（メタメタ認知）
	自己調整学習能力	<ul style="list-style-type: none"> ○物事が上手くいっている段階では意欲的に取り組み続けることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○困難に直面しても自身の成功経験や他者の成功経験を思い起こすなどし、自分ならできると意識を高め、物事に取り組み続けることができる。 ○目標達成のために目の欲求や報酬を後回しにすることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○仲間と協働して物事に取り組み、困難に直面しても納得や成功経験を共有するなどして自分達ならできると意識を高め、チーム全体の士気を高めた上で物事に取り組み続けることができる。
学習方略	<ul style="list-style-type: none"> ○次のような方法（方略）を知っている。 ・記憶する上で効果的な方法（認知的方略） ・客観的に自分の学習の進捗状況を捉える方法（メタ認知的方略） ・やる気を高めたり、気持ちを立て直す方法（情意的方略） ・人や文献などから得た情報をうまく利用する方法（学習リソース活用方略） 	<ul style="list-style-type: none"> ○認知的方略、メタ認知的方略、情意的方略、学習リソース活用方略を意識して選択的に活用し、効果的かつ主体的に学習を進めることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○新しい環境に置かれても、その状況に応じた学習方略の選択や使用をすることができ、場合によっては他者の手法を参考にし、より状況に適したもののへ発展させることにより、新しい効果的な方略を生み出すこともできる。 	

令和2年度課題研究ルーブリック（科学探究 I・I 類）

2 年 組 番 名 前

M: / 班

領域	評価観点	評価尺度			評価時期 (方法)	評価記入欄			
		4 (Sレベル)	3 (Aレベル) ※基準	2 (Bレベル)		1 (Cレベル)	自己評価	教員評価	
Check 現状分析	課題意識	先端的・現代的な課題に目を向け、多角的かつ正確に分析できている。	学術的・社会的な課題意識に目を向け、正確に分析できている。	個人的な課題で社会的な課題とは関連性があまり見られない。	1 (Cレベル)	課題意識がなく、単なる思いつきでテーマ設定しようとしている。	①		
	仮説・テーマ設定	重要な課題を設定し、先行研究を踏まえて課題の意義を明確化している。今後の研究により学術的・社会的な問題解決へと発展していく可能性が高い。	自ら課題を設定し、課題に対する自分なりの仮説を立てている。今後の研究により課題解決に結びつくことが期待される。	教員の支援を受けて課題を設定し、課題に対する自分なりの仮説を立てている。しかし、必ずしも自新しい発想というわけではない。	2 (Bレベル)	課題の設定が表面的で恣意的であり、仮説を立てられない。	4～7月 (計画書)	②	
Act 改善点・仮説	先行研究・予備実験	研究テーマに関連する先行研究の文献や資料を想定を超えた範囲まで丹念に調べており、研究に関する広範囲な情報を得ている。必要な予備実験を十分にを行い、改善点を見出している。	研究テーマに必要な先行研究の文献や資料を精力的に調べており、研究を遂行していくために十分な情報を得ている。また、必要な予備実験を行っている。	研究テーマに必要な先行研究の初歩的な文献や資料を調べることがおおよそ把握している。	3 (Aレベル)	研究テーマに必要な先行研究を多少調べたものの、これまで研究できてきていない。	7～8月 (先行研究シート)	③	
	改善方法の立案	先行研究や予備実験を踏まえて、課題を解決するために実験や調査について、必要な装置や道具が明確で、時間や期間などが十分に計画することができている。	先行研究や予備実験を踏まえて、課題を解決するために実験や調査について、装置や道具がある程度わかり、時間や期間などを計画することができている。	先行研究を踏まえて、課題を解決するために実験や調査について、教員の指導を受けながら計画することができている。	4 (Bレベル)	課題解決のための実験・調査の方法や計画が立てられない。	9～10月 (中間発表ポスター)	④	
Plan 計画立案	研究目的の達成するための、緻密で発想に富んだ研究方法が考案されている。	研究目的を達成するのに、現実性のある研究方法が具体的に考えられている。	研究目的を達成するために、現実性のある研究方法が具体的に考えられている。	研究目的を達成するために、現実性のある研究方法が具体的に考えられている。	5 (Cレベル)	研究方法は考えているが、研究目的を達成するためにには検討が不十分である。		⑤	
	研究方法の妥当性	先行研究や文献を収集し、そこに挙げられる文献や調査法を参考にし、より多くの資料・データを収集するための、創造性のある実験や調査を実施している。	より専門的な文献を収集し、先行研究等で挙げられる情報や枠組みを参考に、調査を実施している。	教員の勧めで文献を収集している。資料・データ収集とその実施に一貫性が見られない。	6 (Bレベル)	教員が勧めた概説書を讀むのみで、自発的に文献を収集できない。資料・データの収集に不備がある。		⑥	
Do 実行	データ収集 (実験・調査)	必要な資料やデータを精選し、先行研究を踏まえて自律的に分析を行っている。また得られた資料等を適切な図表に表し、それを活かして自らの解釈の妥当性を検証している。	必要な資料・データを精選し分析を行っている。また得られた資料等を課題に依り、結論を意図して、適切な図に表している。	資料・データの精選が恣意的である。教員の援助で資料等を解釈することが結論を早括えた解釈を生み出さない。教員の指示で収集した資料等を表現している。	7 (Aレベル)	資料・データから必要な部分を選択できない。資料の読解が単なる読書程度で、解釈に恣意的一面のな点が見られ、妥当性に欠けている。	11～1月 (成果発表ポスター)	⑦	
	データ分析・考察	豊富な先行研究をふまえた上で、調べた資料やデータを独自に解釈し、あるアイデアを導き出している。また、研究結果から新たな課題を思いだし、関連した事項に課題意識が広がっている。	先行研究をふまえた上で、調べた資料やデータを自分なりに解釈しようとしているが、解釈が先行研究に引きずられられている面もある。また、研究結果から関連する事項に意識が向いている。	調べた資料やデータを自分なりに解釈しようとしているが、解釈が無理やり関連づけたりしている。また、研究結果から関連する事項に意識が向いている。	8 (Cレベル)	調べた資料やデータに独りよがりな解釈をしていたり、先行研究と無理やり関連づけたりしている。連貫性がなく、創意はない。			⑧

令和2年度 1学年 課題研究 テーマ一覧

ゼミー班	テーマ
M1-1	はつか大根の育成の過程の観察と、条件による育ち方の変化
M1-2	昆虫食で飢餓を救う
M1-3	細菌とアルコール濃度の変化による洗浄能力の関係
M1-4	新型コロナウイルスを乗り越えるために必要なこと
M1-5	自転車事故を防ぐために
M1-6	過疎地域の活性化
M2-1	睡眠における快適な温度
M2-2	高校生の生活に適した睡眠の調査
M2-3	スマートフォンは菌の温床?! ～効果的な対策方法とは～
M2-4	身近なもので川の水をきれいにする方法 ～いざという時に水を得るために～
M2-5	スマホ使用による睡眠への影響
M2-6	様々な条件下での体温計の正確性と正しい体温のはかり方
M2-7	マスクとウィルスの関係性について ～我々ができる感染防止対策とは～
M3-1	毎日の復習の力
M3-2	集中力を維持するにはどうすればいいのか
M3-3	マエタカ方式最強の勉強の時間割
M3-4	黒板とホワイトボードの見えやすさの違い
M3-5	学習の質を向上させる環境とは？
M3-6	オンライン学習のメリット・デメリットの分析と 前高への導入における課題について
M3-7	対面授業と映像授業のメリット・デメリット
M3-8	上毛かるたで群馬を救おう！
M4-1	誹謗中傷（SNS）－加害者の心理的状态・考え
M4-2	僕たちが競う理由 ～なぜ僕らは競争するのか～
M4-3	自己肯定感を高めて平和な世界に！
M4-4	自転車事故を未然に防ぐための必要な条件
M4-5	アンガーマネジメントの簡略化と普及
M5-1	効率よく涼しくなる方法
M5-2	群馬県でゴミを減らすには?他地域に学ぶゴミ削減の取り組み
M5-3	集風による効率の良い風力発電
M5-4	靴下の汚れの落ちやすさ
M5-5	水車のプロペラの違いは発電効率 にどう影響にするのか？
M5-6	廃棄物からバイオエタノールへ
M5-7	洗剤を使わずに汚れは落とせるのか？
M5-8	風力発電の民衆化を図る
M5-9	身近なモノでのろ過
M5-10	太陽電池に当たる光の角度を変えるとどうなるか
M6-1	キャッシュレス決済の現状と展望
M6-2	群馬県の経済と外国人

ゼミー班	テーマ
M6-3	コロナ渦の今、～テレワークを普及させるには～
M6-4	早期離職の現状と解決策
M6-5	前橋市の人口減少を防ぐ
M6-6	高校生とアルバイト
M6-7	感染症による都市封鎖と経済のバランス
M7-1	色の組み合わせによる印象の変化
M7-2	完璧な歓喜の換気
M7-3	前高生が使いやすいエコバッグを作る
M7-4	質の良い睡眠を取るためには
M7-5	前橋の空き家問題について
M7-6	空気をきれいに！
M8-1	物質の状態種類による摩擦力の変化
M8-2	ヘリコプターのエコ化について
M8-3	快適なカップ作り
M8-4	交通渋滞の緩和に向けて
M8-5	Save the children by the window.
M8-6	若者のイヤホン難聴を防ぐ
M8-7	LINEの送信予約機能の作成
M8-8	身近なものを使って簡易濾過の作成
M9-1	ペットボトルろ過装置
M9-2	風の利用実験 ～部屋の換気の効率～
M9-3	植物による水質浄化 ～経済と環境の両立～
M9-4	C3植物とC4植物の光合成能力
M9-5	気温変化による身近な生物への影響と対策
M9-6	より多くの生物にとって住みやすい「水質」とは何か
M9-7	植物の浄水能力について
M9-8	身近な火山の火山灰の広がりの予測
M10-1	誹謗中傷される条件
M10-2	流行の移り変わり
M10-3	計算作業に音楽が与える影響
M10-4	新世紀エヴァンゲリオンから学ぶ日本人国民性及び精神哲学
M10-5	小学校から中学校への進学に伴って、 なぜ学習意欲は低下してしまうのか
M10-6	音楽の要素と心理学の関係 ～気持ちが昂る音楽の共通性～
M10-7	依存にならない熱中とは
科学 1	日照時間の違いによる赤丸はつか（ラディッシュ）の 生育への影響
科学 2	銀化合物の感光作用について～写真を作る～
科学 3	（発表なし）
科学 4	ピスマス酸晶を作る

令和2年度 2 学年 課題研究 テーマ一覧

ゼミ-班	テーマ
M1-1	ディンプル効果による拡散筒付き発電機の発電効率の向上
M1-2	アモントン・クーロンの法則の妥当性
M1-3	高齢者が安定して乗ることができる自転車のメカニズムを考える
M1-4	土砂崩れの傾斜角・地層の関係
M1-5	マスク越しで聞き取りにくい音への対策
M1-6	クラウチングスタートの際の重心の位置とタイムの関係
M2-1	水の流れやすく滑りにくいグレーチング
M2-2	渦電流ブレーキ
M2-3	心地の良い音とは
M2-4	安全・安心な音の聞き方の提案
M2-5	雨水発電 前年度テーマの改善
M3-1	バイオエタノール
M3-2	色素増感太陽電池
M3-3	プラスチックの黄ばみの漂白
M3-4	消しやすいチョークを作る
M3-5	カイロの再利用
M3-6	廃熱を利用した温度差発電
M4-1	サーフェスナンプレのヒント最小個数の模索
M4-2	数独の新しい解き方の模索
M4-3	作図可能な正多角形とその歴史と証明
M4-4	PCR検査の様々な条件の変化と妥当性との関係を調べてみた
M4-5	コラッツ予想について
M5-1	VRでの授業の効果
M5-2	ドローンでゴミ出しの手間を省く
M5-3	Pythonの利用による学習効果
M5-4	プログラミングを用いて日本史の問題から時代を判別する
M5-5	カロリー検知のプログラミングの簡易化と精密化に関する考察
M5-6	不確定要素を含む相場における数学的必勝法
M5-7	モーションキャプチャーを用いた運動学習支援
M5-8	単眼カメラのみを用いた自動運転用高精度三次元地図の作成
M5-9	囲碁：勝率の良い布石とは
M5-10	価値ある道徳の授業とは
M5-11	オンラインと現実の買い物の音声によるギャップの研究

ゼミ-班	テーマ
M5-12	キャッシュレス決済システムの研究
M6-1	クロシデムシの体表におけるダニの分布について
M6-2	ミドリムシの効率的な育て方
M6-3	損傷した幹をカルスで再生させる
M6-4	サカマキガイの水面を這う仕組みについて
M6-5	就眠運動について
M7-1	医療診断システムの開発
M7-2	水まわりに住む菌の繁殖の現状
M7-3	消毒
M7-4	マスク着用による身体的負担
M7-5	きれいな水づくり ? 飲料水を作る?
M8-1	環境の変化による豆苗の変化（味、成長具合、食感など）
M8-2	環境問題が進行した環境下での農業
M8-3	植物のアレロパシー物質による環境にやさしい自然農業
M8-4	底面の形状と構造物への負担の関係について
M8-5	環境を守るノンバラスト船の構造について
M8-6	赤ジンは何のために赤いのか
文-1	赤城サイクリングの可能性
文-2	e-sportsで街おこし
文-3	アクエルで考える前橋の未来
文-4	自然と共存する都市前橋
文-5	商店街を中心とした前橋市中心街の開発
文-6	前橋版CCRCによる地方創生
文-7	前橋市の人口増加 ～合計特殊出生率の上昇にむけて～
文-8	前橋商店街の生存戦略
文-9	ローマ史から学ぶ前橋市発展への道
文-10	上毛電気鉄道の乗客増加のプロセスを構築する
文-11	ガンバレ！！セントラル前橋駅
文-12	自動運転バスの現時点での運用法について
文-13	スマートシティまえばし
文-14	若年層増加のために必要なこと
文-15	前橋の医療における5Gの利用
文-16	女性労働革命

自己調整学習 学習方略の学び

ア. 仮説

様々な学習方略について学び、自己調整学習のサイクルを効率的に回すことにより、自己調整学習者への成長を促すことができる。

イ. 対象生徒

令和元年度、令和2年度ともに1学年全員（281名）、11月実施

ウ. 内容

①事前調査の実施

本授業前にToeringら（2012）や幾留ら（2017）による自己調整学習尺度をもとに、自己調整学習能力に関する質問紙を作成してアンケート調査を実施した。そして、生徒達が自己調整学習のサイクルを回す中、生徒達が意識できていないものを把握しておいた。概して、メタ認知に関わるセルフ・モニタリングや学習のコントロール、学習後の評価を意識していない生徒が多いことが明らかになった。

②自己調整学習についての復習

自己調整学習を構成する要素である、「動機付け」、「学習方略」、「メタ認知」について復習させた。そして、それらの要素を「予見段階」、「遂行制御段階」、「自己省察段階」の循環的なサイクルを回す中で高めていくことができることや、それぞれの段階の説明を行った。その中で、各担任の視点で自己調整学習について学ぶ意義を話し、各担任の専門教科での自己調整学習サイクルの回し方について、具体例を挙げて説明した。

③事前に行った調査結果の提示

「①」に示した事前調査の結果を提示し、各自で自分に当てはまるか確認させた。そして、3～4人のグループを編成させ、「アンケートの結果を見た後の率直な感想」、「この結果を受けて、自分自身はこれからどうしていくか」について話し合いをさせ、感じたことを記録させた。

④学習方略ベスト3の検討

各自グループクラスとして最後に今日クラスで共有したことをふまえ、自分の中で特に有効だと思われる学習方略を3つ挙げさせた。

エ. 成果と課題

内容④で最終的に各自で一番良いと判断した学習方略は、以下のようなものであった。

- ・世界史の勉強は中途半端なところでやめて続きを気にする。
- ・モチベーションを上げるために志望校の情報を定期的に仕入れる
- ・勉強を他者に教えたり、教える相手がいなくてもラバーダック学習法により学習をしたりと、学習した内容を言葉でアウトプットする。
- ・集中力が切れないように細かい時間ごとに勉強内容を変える。
- ・4日2日ペースで学ぶ（日曜日に確認テストを実施）。

学習に対する動機付けを高い状態で維持するための方略やセルフ・モニタリングを促す方略が挙げられており、授業前よりも学習方略に対する理解が深まっている様子がかがえる。そのことは表1（今年度）、表2（昨年度）に示す授業実施後のアンケート結果の比較からも明らかである。多少質問内容、それに対応する応答の選択肢に違いがあるものの、明らかに今年度実施分の内容の方が成長実感を促すことができるものであったことが分かる。昨年度からの改善点は、主に以下の2点である。

- ・授業実施前に質問紙調査を行い、その結果を授業時に提示し、自分はどうか振り返らせ、自分に欠けていた要素に気づかせた。
- ・自己調整学習のサイクルを具体例を交えて理解させるため、クラス担任に専門教科で自己調整学習の実践例を上げて説明してもらった。1学年団からはもう少し早い時期に実施したいのではないか、という意見があった。来年度以降は実施時期を少し早めていきたい。

本時を通し、自己調整学習に対する理解が今までよりも深まりましたか。				
十分に深まった	いくらか深まった	あまり深まらなかった	全く深まらなかった	未回答
48.4%	47.7%	1.4%	0.4%	2.1%

表1 令和2年度 生徒アンケート結果

LHRでの学びを通し、自己調整学習能力を培うことができたか。				
十分に培うことができた	ある程度培うことができた	あまり培えなかった	全く培えなかった	未回答
8.7%	44.2%	38.1%	8.7%	0.3%

表2 令和元年度 生徒アンケート結果

[参考文献]

- ・Toering, T. et al. (2012) Measuring self-regulation in a learning context: Reliability and validity of the self-regulation of learning self-report scale (SRL-SRS). International Journal of Sport and Exercise Psychology, 10:24-38.
- ・幾留沙智 他 (2017) .スポーツ版自己調整学習尺度の開発 スポーツ心理学研究, 44, 1-17.

運営指導委員会の記録

※第1回運営指導委員会は中止
令和3年1月27日(水) 14:45~16:15
群馬県立前橋高等学校 大会議室

○外部出席者

運営指導委員

日置英彰氏：群馬大学共同教育学部 教授（委員長） 大森昭生氏：共愛学園前橋国際大学 学長（副委員長）
鯉淵典之氏：群馬大学大学院医学系研究科 教授 中村洋介氏：群馬大学大学院理工学府 教授
川越至桜氏：東京大学生産技術研究所 准教授（欠席）

管理機関

関口博士氏：群馬県教育委員会高校教育課 教科指導係長 茂木豊氏：群馬県教育委員会高校教育課 指導主事

国立研究開発法人 科学技術振興機構（JST）

関根務氏：理数学習推進部先端学習グループ 東日本担当主任調査員（オンラインで参加）

○活動状況報告と委員からの指導・助言

（1）学校設定科目

探究基礎〈五十嵐〉・科学探究Ⅰ〈高橋直〉・探究総合〈五十嵐〉・SS化学基礎〈五十嵐〉・SS物理〈杉田〉

- ・質問力や課題を発見する力を育成している点は大変素晴らしいが、発信力や表現力の育成も重視してもらいたい。カルテを書けない医学生がいることが問題になっている。自分が理解していることを上手に他人に伝えられていない。特に専門知識を持たない患者さんにかみ砕いて説明することができない学生が増えている。いわゆる科学コミュニケーション能力を育成する取り組みが充実すると、問題の解決につながるのではないかと。課題を見つける能力などがあっても、他人に伝えられなければ独りよがりな独善的なものになりかねない。
- ・大学でも、学生の発表を教員が一方向的に評価するだけでは、全体に指導が行き渡らない。改善すべき点が全体に伝わるような工夫があるとよい。
- ・本来は先生が生徒のレポートを添削するものだが、とても時間がかかるので難しいことがある。大学の授業で、学生どうして書いたものを相互評価させている。個人攻撃をしているわけではないので批判をなさないと何度も言っているとだんだんできるようになる。批判的思考を働かせながら人の文章を読むことで気づきをもらえる。
- ・大学院生にやらせている高校での授業実践では、ある構造物について説明文を書き、生徒どうして読みあって文章のわかりにくいところを指摘しあい、さらに全体で精査するというゲーム感覚で表現力を鍛える2時間のプログラムを行っている。生徒どうして学ぶことにより、内容が共有されてよい。
- ・大学で学生を見ていると、他人に批判されることに慣れていないと感じる。相互評価をしていく中で、個人攻撃と批判的な思考の違いがだんだんとわかってくるので、機会を提供していくとよい。
- ・SS化学基礎の石鹼の授業は1時間で行い時間が足りなかったとのことだが、探究的な学習をするときにはじっくり考えさせることが大事である。じっくり考えさせようとして、データを共有するのに時間がかかる。2時間はかけるとよい。

（2）高大連携等

イノベータ講演会①②〈杉田・五十嵐〉・オンライン研修〈石井〉・筑波研修〈新井清〉

（3）評価に関する研究実践〈杉田〉

- ・教員がルーブリック評価を点数化して100段階で生徒の個人評価をつけるのはとても大変ではないか。ルーブリックを利用した個人評価は生徒の課題を浮き彫りにできて有効だが、どこまで実現できるだろうか。
- ・学生が評価の主体者になりうるという議論がある。教員だけが評価者とは限らない。学生が評価の主体者になるとき、曖昧な評価ではなく、ポートフォリオにエビデンスとなる記述を探し、ルーブリックを基準として評価することが求められる。学生は評価者として未熟であるが、4年間をかけて評価者として育てていくという考え方をしている。それこそが自己調整学習者になっていくプロセスでもある。教員による評価も、学生自身による評価もどちらも成立しうる。
- ・「自己調整学習」というキーワードを初年度から入れていたのは先見の明があった。オンライン授業が始まったときに、大学教育の場でこの

言葉がよく出てくるようになった。画面の向こう側で自己調整ができない学生はオンライン授業から脱落していった。自分で学んでいく力は卒業後の将来に亘っても非常に重要であり、この考え方に注目していた点は素晴らしい。

(4) 課外活動〈五十嵐〉

(5) 成果の公表・普及

S S H通信〈新井清〉・S S H成果発表会〈高橋直〉・授業公開〈杉田〉

- ・ポスター集の発行や外部への発表にあたり、ポスターの形式的な部分について改善すべき点がある。例えば参考文献の書き方が良くなかったり、アンケート結果のグラフにn数が書いていなかったりといった点について基本的な体裁を整えてから公にした方がよい。
- ・インターネット上から画像等をむやみにコピーアンドペーストしたポスターがたくさんあった。インターネット上の文章や画像に関する著作権についてしっかりと教えるべきである。公開した後に大きな問題となることもある。

(6) 実用的な英語運用能力の育成〈五十嵐〉

○協議・指導助言

協議① 「関連付ける力」を育成するために、大学では何をしているか。また育成する上で、効果的な教材がないか。

- ・「関連付ける力」はS S H活動で身につけるべき力を図示したピラミッドの上部にある。獲得し自分の頭の中に蓄積した知識を関連付けるというイメージよりも、自分の頭の中になく知識をどのように集約して関連付けていくかが今後は大切ではないか。大学では学部横断型のゼミが設置されるようになってきた。2年生は文理融合ゼミをつくったほうがよいのではないか。課題研究というよりはプロジェクト型の学習を行うと、関連付ける力が伸びるのではないか。イノベータを育てるには分野の横断が必要である。
- ・医学教育の分野では「水平統合と垂直統合」がキーワードになっている。例えば生理学と内科学など専門の異なる教員どうして協力して課題をつくり、学生に課題探究をさせるプログラムベースドラーニングが行われている。高校でも異なる教科の教員どうして組んで課題をつくり、生徒に考えさせると関連付ける力を伸ばす教育になるのではないか。

協議② 課題研究における外部リソースの活用について、本校の課題研究を踏まえた上で、重視したほうがよいのはテーマ設定、仮説、実験方法の立案、考察のどの場面か。

- ・大学生を高校へ派遣すれば何でも指導できるわけではないが、生徒たちが大学生に話をしているうちに思考が整理されていくかもしれない。
- ・今年はテーマ設定が良くなったが、結論を出すための適切な実験方法の考案、データの確からしさ、考察などの研究の進め方が気になった。成果発表会の際に生徒に話をしても、今年度の研究はすでに終わっており次年度は違うテーマになってしまう。成果発表会の前がよいが中間発表会のときでは早すぎるので、中間発表と成果発表の間くらいの時機に、ある程度データがそろい具体的に動き始めたところで助言ができるとよい。
- ・素晴らしい発表については、ぜひ大学のほうに提示してほしい。高校生が大学のゼミに参加して発表するには制度の壁があるが、制度設計を見直し、大学側も高校の優れた取り組みから学ばなければならない。高大連携において、大学側は上から目線になりがちだが、ルーブリックの活用など高校の素晴らしい取り組みから学ぶべきである。学生たちにも高校生がつくったポスターを見せたい。高大連携は双方向であるべきである。
- ・論文を読んだり本を読んだりのインプットが圧倒的に少ない点も課題である。授業外学習だけでは限界があるので、1年生のはじめのところで、インプットのために色々な分野の話を外部の人から聞く機会を何回も設けられるとよいかもしれない。
- ・有効数字についてなどデータの吟味不足や、データの拡大解釈が目立つ。大学に入ってきた学生にも同様の傾向がある。時間が限られているので、データを十分にとれないのは仕方がないが、その評価はしっかりとやってほしい。