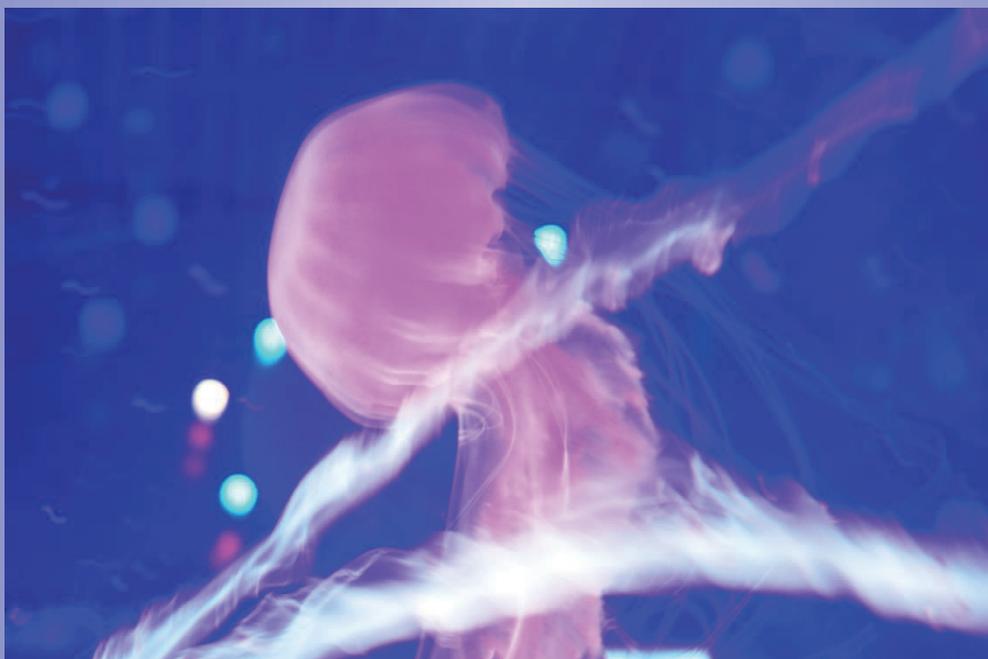


平成29年度指定  
スーパーサイエンス  
ハイスクール  
研究開発実施報告書  
第4年次



令和3年3月  
学校法人清真学園  
清真学園高等学校・中学校

# はじめに

校長 佐藤 敏近

COVID-19 に振り回された1年間であった。休校，分散登校で始まった今年度，計画していた探究活動が考えていたようには実施できないもどかしさにイライラする日が続いたように思う。海外交流はもとより，国内での研究発表・交流会への出席もままならず，さぞかし困惑し，不満がつのったことであろう。

しかし，令和元年度末に開始したリモート授業を基に，生徒たちは，成果の発表・発信や交流等に工夫を凝らし，技術的にも向上していった。今まで当たり前に行えてきたことができないという状況が，望外の能力を引き出したに違いない。この点に関しては，年度当初は指導する側が狼狽えることが多く，生徒の能力の変化について分析・定量をする絶好の機会として位置づけることができなかったことが返す返すも残念であった。

さて，対面授業が出来なくなった我々指導者側の動きはどうであったろう。令和2年3月の時点では，機器操作に戸惑いのあった教員も日々技術を向上させ，リモートでの朝の健康チェックに始まり，教材の研究（指導内容の精査）・開発・配信に努めることになった。この実践により伝達方法は日々改善され，配信された教材は生徒にとっては復習，振り返り，反復演習に大変有効な手段にはなったようである。

ただ，普段の対面授業では無意識に行っていた「表情を読み取って即座に反応する」ことができないし，生徒が画面に集中していなくてもそれを察知できないという厄介さがあることも分かってきた。早い話が，元来自学自習の習慣のある生徒にとっては非常に効果があるが，そうでない子の学習意欲を維持させることは至難であることが実証されたような気がする。また，知識の伝達とその定着は容易ではあるが，実験の操作を体得させ，動作の必然性を理解させることや概念を構築させることの困難さを解決する課題が明確になって来た。学校再開後は，自粛中体を動かさなかった生徒たちに，体育や部活動でいままでには考えられなかったような事故が続いたことも含め，対面授業や実習なしでは済まされないことと思えてならない。このあたりがこれからの重要な課題になりそうである。

今年度が終わるにあたって，研究発表会が「3密」を避けてのリモート発表会になり，運営指導委員会もリモート，極めつけはタイ国のプリンセス・チュラボーン・サイエンス・ハイスクール・ピサヌロークとの協力関係のMOUの締結式がZoomになったことが強烈に印象に残った。今までのように時間や距離を移動によって体感させられるのはいつのことになるのだろうか！？

# 目 次

はじめに

I	令和2年度SSH研究開発実施報告（要約）：別紙様式1-1	1
II	令和2年度SSH研究開発の成果と課題：別紙様式2-1	4
III	実施報告書（本文）	5
III-1	研究開発の課題	5
III-2	研究開発の経緯	8
III-3	研究開発の内容	9
1	自ら「問い」を発見し探究する生徒を育成する中高一貫理数教育の実践とその共有	9
2	能動的な学修者の育成を軸としたカリキュラム・マネジメントの充実とその共有	32
3	英語による科学コミュニケーションを通じての国際力の向上	32
4	科学的探究心と探究力に溢れる地域の創造	37
III-4	実施の効果とその評価	41
III-5	SSH中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況	44
III-6	校内におけるSSHの組織的推進体制	46
IV	関係資料（運営指導委員会，生徒研究テーマ一覧，教育課程表）	48

編集後記

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）

<b>① 研究開発課題</b>	新たな価値を創造し「私たち」の未来を共創する『サイエンスドクター』の育成
<b>② 研究開発の概要</b>	<p>地域社会・国際社会に潜む問題を早期に発見し、協働のもとに解決できる国際的な科学技術イノベーション人材『サイエンスドクター』の素養を持つ人材の育成と「開かれた学校造り」を目指す。これまでのSSH活動の成果をふまえ、理科・数学・英語ではその取組みをより発展・深化させながら、能動的な学修者の育成を軸としたカリキュラム・マネジメントの充実に、学校として一体となって取り組む。特にその取組みを促進するため、学校設定教科「探究」を設置し、課題研究をより充実させる。また「Seishin Faculty Development Project」により、授業改善の過程を積極的に外化し、内外問わず教員の学びを深める場を形成し、SSH活動の成果を共有していく。評価に関しては、「生徒の学修状況の改善・促進」「生徒のメタ認知能力の育成」「教員の学修指導・計画の吟味・改善」の3つの観点から、ICTを積極的に活用したポートフォリオ評価法により総括的に行う。</p>
<b>③ 令和2年度実施規模</b>	<p>高等学校・中学校の全生徒を対象とする。特に高校1年次に「SSゼミ」に所属する生徒、及び高校2年次以降に学校設定科目「探究Ⅰ」「探究Ⅱ」で、自然科学系の課題研究に取り組む生徒を主対象とする。全校を対象にした関連行事等（例えば講演会、実践的なプレゼンテーションやコミュニケーション能力育成講座等）の際には、他の生徒も参加できるように配慮する。</p>
<b>④ 研究開発の内容</b>	<p><b>○研究計画</b></p> <p>研究期間の5年間で4期に区分して計画・実施する。</p> <p>第1年次（平成29年度）：「試行期」、第2～3年次（平成30～令和元年度）：「検証期」、第4年次（令和2年度）：「実践期」、第5年次（令和3年度）：「総括期」</p> <p>以下の（Ⅰ）～（Ⅳ）それぞれに対する研究開発、及び重点課題を記す。</p> <p>・研究開発</p> <p><b>（Ⅰ）自ら「問い」を発見し探究する生徒を育成する中高一貫理数教育の実践とその共有</b></p> <p>① 「課題レベル」の設定における段階的な探究課題の導入</p> <p>② SSゼミの研究テーマから通常授業での教材開発</p> <p>③ 学校設定科目「SS数理」（高校3年・3単位、数学Ⅲ履修者対象）</p> <p><b>（Ⅱ）能動的な学修者の育成を軸としたカリキュラム・マネジメントの充実とその共有</b></p> <p>① Seishin Faculty Development Project（以下、清真FD）の実施</p> <p>② ICTを活用した評価法の実践とその研究</p> <p><b>（Ⅲ）英語による科学コミュニケーションを通じての国際力の向上</b></p> <p>① 学校設定科目「科学英語Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」（各3単位・全員対象）</p> <p>② ICT機器を活用した提携校との共同研究に関するテレビ会議の実施</p> <p>③ 姉妹校・提携校間との「Global Lecture」の実施</p> <p>④ 「TIAS」「English in Action」等外部機関との連携強化</p> <p><b>（Ⅳ）科学的探究心と探究力に溢れる地域の創造</b></p> <p>「清真サイエンスアドベンチャー」、 「SSH成果発表会（秋季・春季）」の実施</p>

## ・重点課題〔第4年次〕

地域社会とのさらなる連携、及び成果の共有・普及の拡大

- ・第3年次の反省のもとに、(I)～(IV)各事業の充実に努める。
- ・研究期間の折り返しであるということをふまえ、SSH事業全体の総括を行い、実践期に接続できる体制を整える。

## ○教育課程上の特例等特記すべき事項

学校設定教科として「探究」を設定。高校1年生を対象とする学校設定科目「科学英語Ⅰ（3単位、外国語）」「探究基礎（1単位、探究）」を設定し、「社会と情報（2単位、情報）」を1単位に変更している。また、高校2年生を対象に「科学英語Ⅱ（3単位、外国語）」、選択者を対象に「探究Ⅰ（1単位）」、高校3年生を対象に「科学英語Ⅲ（3単位、外国語）」、選択者を対象に「SS数理（3単位、数学）」「探究Ⅱ（1単位、探究）」を設定した。さらに「総合的な探究の時間」では、全生徒が課題探究的な取組みを行っている。また、中学3年次の「総合的な学習の時間」では「SSキャリア探究」を実施している。

## ○令和2年度の教育課程の内容

令和2年度教育課程表のとおり

## ○具体的な研究事項・活動内容

### (I) 自ら「問い」を発見し探究する生徒を育成する中高一貫理数教育の実践とその共有

<学校設定教科・科目等>

- (1) 「SSキャリア探究」（中学3年・総合・35単位時間・全員対象・土曜日第3限）
- (2) 「探究基礎」（高校1年・1単位、全員対象）
- (3) 「プロフェッショナルゼミナール」（高校1年・総合・1単位・全員対象・木曜日第7限）
- (4) 「探究Ⅰ・Ⅱ」（高校2・3年・各1単位、選択者対象）
- (5) 「SS数理」（高校3年・3単位、数Ⅲ履修者対象）
- (6) 「科学英語Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」（高校1・2・3年・各3単位、全員対象）

\* (3) について、本年度開講されたゼミは以下の通り

進化学 水中と陸上の微生物 化学総合 サラウンドの研究 クリーンエネルギー  
地学 日常に潜む数理の研究 新定理発見 ロボット 国際教養 サイエンス・コミュニケ  
ーター 地学 手作りして科学する 医療 英語ディベート 起業情報発信 刑法刑事裁  
判研究 教育を考える 武士の時代を考える 音楽史 現代文学批評 スポーツ総合

<各種科学コンテストへの参加>

- (1) 数学オリンピック 1月11日（月）（リモート）

<成果発表会>

- (1) 秋季発表会（ポスター）11月14日（土）、(2) 春季発表会（口頭）3月13日（土）

### (II) 能動的な学修者の育成を軸としたカリキュラム・マネジメントの充実とその共有

<課題研究指導法研究>

“Basic Concepts” についての研修会を学内で実施した。

<プレ・ミニ探究>

高校の「探究基礎」で実施しているミニ探究を、中学3年生向けにアレンジし、「プレ・ミニ探究」として実施した。

### (III) 英語による科学コミュニケーションを通じての国際力の向上

<姉妹校・提携校交流>

- (1) オーストラリア姉妹校との交流（リモート）

10月中に派遣予定だった高校2年生を中心に、PLCで日本語の授業を受講している

10年生（日本の高校1年生）へ向けて、日本文化紹介を行った。

- (2) タイ王国科学教育重視学術交流提携校との交流（リモート）

本校とピサヌロック校は人材交流のみならず、共同研究での研究発表・論文執筆までの学術交流を行っており、今年度の国際交流はオンライン会議システム Zoom で共同研究について定期的に会議を行った。共同研究で成果があり、昨年度に始まった化学の分野での共同研究は今年度に研究が論文完成に至った。

<学校設定科目「科学英語」>

「科学英語Ⅰ」（高校1年・3単位，全員対象），「科学英語Ⅱ」（高校2年・3単位，全員対象），「科学英語Ⅲ」（高校3年・3単位，全員対象）

#### (IV) 科学的探究心と探究力に溢れる地域の創造

<清真サイエンスアドベンチャー2020>

10月10日（土），以下の6つの講座を例年よりも参加者数を減らして実施した。

1. かにのかいぼうをしてみよう
2. 算数の知識を使ってオセロに強くなろう
3. 液体窒素を使っていろいろな実験をしてみよう
4. 化石を作ってみよう
5. 手作りモーターを作ろう
6. タブレットを使って算数クイズを解いてみよう

<科学講演会>

『東大から人口1,400人の村へ，そして起業』一般社団法人 Nest 代表理事 新庄 直明 氏

10月17日（土），今年度は新型コロナウイルス流行の影響で，高校2年生は講堂，中学3年生，及び高校1年生は各教室にて Zoom で実施した。

<NICT との協働>

地学ゼミをはじめとし，情報通信研究機構(NICT)の布施哲治氏をアドバイザーとして科学的活動を進めた。

### ⑤ 研究開発の成果と課題

#### ○実施による成果とその評価

本校SSH事業の中心となる，SS基礎・SSゼミでの課題研究について，2つの方法でその効果を分析した。

(1) ルーブリックによる評価

2020年高1はほぼすべての観点で，期待するレベル2に到達している。2020年高2も，期待するレベル3に届いている。高1の観点3，高2の観点3は若干達していないが，僅差であり，例年と傾向は大きく変化してはいない。また，2017～2020年度の4年間について，高1・高2それぞれのデータ間には，ほぼ有意な差は見られなかった（分散分析： $p>0.05$ ）。過去4年間の生徒の評価は，ほぼ同水準で推移している。

(2) 探究PLカードによる自己評価

前年度とほぼ同様の結果がでた。高2の生徒たちは，すべての項目で伸びがみられる。特に「課題の設定」「まとめ・表現，Team で取り組む」では大きな変化がみられた。探究を継続することで，活動に使える引き出しが増えていることがわかる。

#### ○実施上の課題と今後の取組

(1) 次年度の課題

- ① 実行すべき事柄の明確化
- ② 教育実践の達成状況の調査
- ③ 教員の指導力向上に向けての組織的取組み
- ④ 成果の普及

(2) 海外の提携校との共同事業

タイPCCPLとは，今年度調印式を行い，引き続き提携校として研究交流を行っていくことが決定した。共同研究を中心に据えながら，活動の幅を広げていきたい。

### ⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

海外，国内，学内で予定していたほとんどの研修・事業を中止せざるをえなかった。しかし，実施方法を変更したり，異なる形態での実施を検討したりする創意工夫の中で，新たな活動の可能性も見えてきた。年間を通し，教員側が真正の学びを繰り返す1年となったことは確かである。

## 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

第 3 期 3 年次は、本校 SSH 事業の中心となる、SS 基礎・SS ゼミでの課題研究について、2 つの方法でその効果を分析した。第一に、本校独自のルーブリックを開発し、それを基とした評価結果を考察した。第二に、探究 PL カードを使用した生徒の自己評価を行い、その結果を考察した。また、今後の新たな評価法として「科学的探究 基本コンセプトテスト」の開発に取り組んだ。

#### (1) ルーブリックによる評価

本校の課題研究用に開発したルーブリックを使用して、「探究基礎」(高 1 全員)、「探究 I」(高 2 選択者)の生徒を対象に、教員の評価と、生徒の自己評価を行った。2020 年高 1 はほぼすべての観点で、期待するレベル 2 に到達している。2020 年高 2 も、期待するレベル 3 に届いている。例年と傾向は大きく変化してはいない。高 2 については、例年自己評価が厳しくなる傾向にある。これは求める目標が上がっていること、自らをメタ認知する力が上がったことと関係しているとすれば、このこと自体がネガティブなものとも言えない。今年度の中学 3 年生に行った「ブレ・ミニ探究」が、高校での探究活動にどのような影響を及ぼすのかが楽しみである。

#### 2: 探究 PL カードを使用した評価

#### (2) 探究 PL カードによる自己評価

PL (Pattern Language) カードによる自己評価を行った。36 のパターンそれぞれについて、「実践している」を 2 点、「少し実践している」を 1 点、「実践していない」を 0 点として計算した。

高 1 は、「情報の収集」で今年が若干低いことを除くと、ほぼ昨年度と同様の結果であり、探究を通じた学びが得られていることがわかる。高 2 の生徒たちの評価は、昨年度の自身の評価と比べるとすべての項目で伸びがみられる。特に「課題の設定」「まとめ・表現・Team で取り組む」では大きな変化がみられている。探究を継続することで、活動に使える引き出しが増えていることがわかる。

#### (3) 科学的探究活動への「基本コンセプトテスト」導入

生徒の科学的な探究の力を計測するため、” Student and Research” COTHON, J.H. et al.(2006) を参考としたテストを、茨城大学の宮本 直樹 准教授の協力を得て開発している。基本コンセプトとは、実験計画の基本概念である仮説、独立変数および従属変数、定数、対照、反復試験などのことで、これらの概念の理解度を測ることにより、探究の力を測定できると考えている。今年度は高 1、中 3 の生徒を対象に、基本コンセプトの解説後にテストを実施した。今後はポストテストも行い、効果を検証していく。

### ② 研究開発の課題

本校では、「自然科学」にとらわれることなく、中 3・高 1 の全生徒が、すべての教員からの支援のもとに「探究学習」を行う体制を整えてきた。中等教育における「探究活動」のロールモデルとして、学校全体で実践を深化させること、特に以下の点が、今後の主な研究開発課題である。

- ① 個々の教員が内在的にもっているスキルを見える化し、基礎探究としての新たなカリキュラムを作成する。
- ② 「統計処理」「数理モデル作成」に重点をおいた中学段階の教材を開発する。
- ③ 新しい評価法としての「科学的探究基本コンセプトテスト」の開発を継続して進める。
- ④ 蓄積されたノウハウだけでなくノウハウの共有を積極的に行っていく。

## Ⅲ 研究開発実施報告（本文）

### Ⅲ－１ 研究開発の課題

#### 新たな価値を創造し「私たち」の未来を共創する『サイエンスドクター』の育成

『サイエンスドクター』とは、「現代の情報化とグローバル化による変化に順応し、皆が共存・共栄できる社会を創り出すために、自らが国際的な科学技術イノベーション人材であるだけでなく、その科学的な視点から地域社会・国際社会に潜む問題を早期に発見し、協働のもとに解決できる人材」のことである。我々は、このような未来の創り手となるべき素養を育成するためのカリキュラムを社会と共創しながら、開発・実践する。そして、その内容を積極的に公開・共有することで、真にボーダレスな「開かれた学校造り」を実現することを本研究期間における研究課題とする。

#### 1：研究開発の実施規模

高等学校・中学校の全生徒を対象とする。特に高校1年次に「SSゼミ」に所属する生徒、及び高校2年次以降に学校設定科目「探究Ⅰ」「探究Ⅱ」で、自然科学系の課題研究に取り組む生徒を主対象とする。科学講演会等の校内行事は、他の生徒も参加できるように配慮する。

#### 2：研究の仮説

本校SSH第2期指定期間（平成24年度～28年度）における改善点は、集約すると

- ・研究課題の設定も含め、課題研究を行う上で必要な基礎的・基本的技能を育成するための指導法・カリキュラムの開発が必要であること
- ・学校設定科目や国内・海外研修等、多様な学びの機会には総花的な面もあることから、学びの機会相互の関わりを、見える化・体系化する必要があること
- ・開発した指導法・評価法を分かりやすく整理し、生徒自らが学修活動をメタ認知できる力を育てる必要があること

の3点に絞られる。

したがって、現状の把握もふまえ、特に以下の4点を実践・研究の柱とし、通常授業の場・特別授業（校内行事含む）の場・校外研修の場、それぞれにおいて、そのつながりを意識しながら、目標達成のための活動や改善に取り組む。

- (Ⅰ) 自ら「問い」を発見し探究する生徒を育成する中高一貫理数教育の実践とその共有
- (Ⅱ) 能動的な学修者の育成を軸としたカリキュラム・マネジメントの充実とその共有
- (Ⅲ) 英語による科学コミュニケーションを通じての国際力の向上
- (Ⅳ) 科学的探究心と探究力に溢れる地域の創造

#### 3：研究開発の内容

新たな価値の創造、問題の早期発見のためにも、多角的で幅広い視野をもつリベラルアーツの涵養を前提とし、「サイエンスドクター・ステップ・アップ・カリキュラム」として、中高6年間を前期・中期・後期それぞれ2年毎3段階の育成課程に区分し、それぞれの課程における目標を、次のように設定する。

前期 教養と科学への探究心の向上

中期 国際性と科学的思考力の育成

後期 自ら学ぶ力の獲得とイノベーションに寄与する人材育成

連携機関からは、研究施設の利用、研修、研究の助言・指導、講師派遣等、生徒それぞれの学びの深化のため、学年を問わず支援を受けつつ、未来の担い手を育成する。特に以下の大学・研究所・企業とは、課題研究の指導に関して恒常的に連携していく。

東京大学・東京工業大学・山形大学・筑波大学・茨城大学・総合研究大学院大学・  
東邦大学・東洋大学・日本工業大学・日本製鉄・三菱ケミカル・DIC・トクヤマ・  
トクヤマデンタル

また、以上の連携先に加えて近年では、生徒の課題研究テーマに応じ、大学や企業に連携を依頼する形も増加してきた。特に今年度は情報通信研究機構（NICT）から助言や指導をいただき、来年度は共同研究内容を学外で発表する予定である。今後も教員が、生徒の主体的な活躍を支援し、将来の幸せを実現する「Student First」の精神のもと、学校と社会、生徒と社会をつなぐ役割を積極的に担っていくことを1つの理念として、以下に記した取組みを行っていく。

#### ① 学校設定科目等の設置による教育課程の開発

高校1年次からの学校設定教科「探究」、学校設定科目「科学英語Ⅰ～Ⅲ」（英語）での実践、そして高校3年次での学校設定科目「SS数理」（数学）をもって、自然科学に対する探究心や実験による分析的思考および結果処理方法について学び、目標とする力を確実に育成していく。

【高校1年生】 探究基礎（1単位）、科学英語Ⅰ（3単位）

【高校2年生】 探究Ⅰ（1単位）、科学英語Ⅱ（3単位）

【高校3年生】 探究Ⅱ（1単位）、科学英語Ⅲ（3単位）、SS数理（3単位）

#### ② スーパーサイエンスゼミ（SSゼミ）の導入

高校1年次の「総合的な学習の時間」にスーパーサイエンスゼミを設定することによって、各自が身の回りの中から問題点を発見し、専門的な分野にもふれる研究を行いながら課題探究能力を育成し、将来の進路を主体的に考える手立てとする。また、専門家の指導を受けながら、研究の深化と高度化を図る。

#### ③ 大学・研究機関・企業の研究者による特別授業や講演

茨城大学・筑波大学・千葉科学大学・地元進出企業等の研究者を招き、最先端の研究状況や地域の特性を生かした研究や現場の実態等について学ぶ。しかし、今年度に関しては、新型コロナウイルス感染症の影響に伴い多くの活動が中止となった。

#### ④ 公開講座や研究成果発表会等の実施と広報

成果発表や交流の場を数多く設定する他、地元の児童生徒を対象とした講座の運営に助力する（オープンスクール、サイエンスアドベンチャー等）。そして、実践的なプレゼンテーション力を育成しながら、成果の還元を図る。研究成果発表会や、授業研究会を実施する。また、ホームページにより随時成果を公表する。

#### ⑤ 野外実習・研修や研究機関の訪問

地域の実態を観察し、総合的に把握することによって科学的研究への糸口とし、また直接に施設（筑波大学、山形大学大学院等）を訪問したり、研究者と交流したりすることによって科学的創造性や感性を養う。

⑥ 国際性の育成（海外研修の実施）

海外での発表会への参加も視野に入れ、姉妹校 PLC（オーストラリア）や提携校 PCCPL（タイ）等の海外校との共同事業や研究を積極的に行っており、科学史・環境・地球科学面での協議・研究を行う。

⑦ 科学英語力の育成向上

インターネットや双方向通信システム、ネイティブによる授業、原書講読、E i Aプログラム等を通して科学英語力の育成向上を図る。

⑧ 自然科学及び情報系活動の支援・指導

I C Tを積極的に活用しつつ、科学研究の取組みを充実し、科学技術の諸問題に対する興味関心を高めるとともに、研究能力の育成やプレゼンテーション力の向上を図る。また、各種学会や発表会、科学コンテスト・オリンピック等に積極的に参加する。

⑨ 運営指導委員会等の開催

運営指導委員会や高大接続研究協議会等を開き、各委員から専門的及び広範な教育的観点に立つ指導・助言を受け、研究事業を推進する。

⑩ 成果の公表・普及

学校行事における成果報告、及び校内で年2回の発表会を行う。

⑪ 事業の評価

生徒への効果の検証は、アンケート調査、ルーブリック評価、探究 PL カード（ベネッセコーポレーション）による評価、科学的探究基本コンセプトテスト、コンテストへの参加実績から総合的に評価を行い、思考の質の変容を検証する。あわせて卒業生・教員・保護者・連携先にもアンケート調査を行う。ルーブリックの内容についても検討し、変更を加えていく。

⑫ 報告書の作成・刊行

研究成果をまとめ、研究事業の効果的推進を図るために報告書を作成し、ホームページで概要を公表する。研究全体を評価し、報告を取りまとめる。

#### 4：研究開発の概要

地域社会・国際社会に潜む問題を早期に発見し、協働のもとに解決できる国際的な科学技術イノベーション人材『サイエンスドクター』の素養を持つ人材育成と「開かれた学校造り」を目指す。これまでの S S H 活動の成果をふまえ、理科・数学・英語はその取組みをより発展・深化させながらも、能動的な学修者の育成を軸としたカリキュラム・マネジメントの充実に学校として一体となり取り組む。特にその促進のため学校設定教科「探究」を設立し、課題研究をより充実させる。また、授業改善の過程を積極的に外化し、内外問わず教員の学びを深める場を形成し、S S Hの成果を常に共有していく。評価に関しては「生徒の学修状況の改善・促進」「生徒のメタ認知能力の育成」「教員の学修指導・計画の吟味・改善」の3つの観点にたち、I C Tを積極的に活用したルーブリック評価にて総括的に行う。

## Ⅲ－２ 研究開発の経緯

### 令和２年度生徒活動実績

日時	行事名	場所	対象学年	備考
6/1(土)	第１回運営指導委員会	清真学園		
6/20(土)	清真サイエンスアドベンチャー	清真学園	高１・高２	中止
8/2(日)～ 8/11(火)	PLC 短期派遣	清真学園	高１・高２	オンライン交流
8/2(日)～ 9/12(土)	PLC ターム派遣	清真学園	高１	オンライン交流
８月中	名古屋大学教育学部附属中・高等学校 SSH重点枠 1st 2nd ステージ	清真学園	高２	オンライン開催
８月中	山形大学研修	山形大学 東北大学	高１・高２	中止
８月中	北海道研修	札幌市立 開成高校	高１・高２	中止
９月～３月	IBARAKI ドリームパス事業	県南生涯学習 センター等	高２	
9/20(日)	「探究を止めない」令和２年度 第６回 MATH キャンプ-Online-	清真学園	高１	オンライン開催
１０月中	PLC 研修生受入	清真学園	高１・高２	オンライン交流
10/10(土)	清真サイエンスアドベンチャー	清真学園	高１・高２	中止
10/17(土)	SSH 科学講演会	清真学園	中３・高１・高２	オンライン開催
10/30(金)～ 11/17(火)	「集まれ！理系女子」第１２回女子生 徒による科学研究発表会	清真学園	高１・高２	オンライン開催
１０月	清真学園公開授業	清真学園		中止
11/7(土)	Japan Super Science Fair	清真学園		オンライン開催
11/14(土)	SSH 秋季発表会	清真学園	高１・高２	オンライン開催
11/28(土)	科学の甲子園	つくば国際会議場	高１・高２	
12/19(土)	清真スーパーセミナー	清真学園	中３	中止
1/23(土)	高校生バイオコン	清真学園	高１・高２	オンライン開催
2/11(木)	第４回 MATH ポスター-Online-	清真学園	高１	オンライン開催
2/23(火)～ 2/27(土)	SSH タイ研修	清真学園	高１・高２	オンライン交流
3/13(土)	SSH 春季発表会	清真学園	中３・高１・高２	オンライン開催
3/30(火)～ 3/31(水)	カナダ研修	清真学園	高１・高２	オンライン開催
3/16(火)～ 3/22(月)	第１０回茨城県高校生科学研究発表会	清真学園	高１・高２	オンライン開催

### 令和２年度生徒受賞実績

主催	大会名	成績	期日
学校法人ノートルダム 清心学園	「集まれ！理系女子」第 12 回女子生徒による 科学研究発表	奨励賞	11/7(土)
一般社団法人パラメンタリ ーディベート人材育成協会	第６回 PDA 高校生即興型 英語ディベート全国大会	ベストディベーター賞	12/19(土) 12/20(日)

### Ⅲ－３ 研究開発の内容

#### 1：自ら「問い」を発見し探究する生徒を育成する中高一貫理数教育の実践とその共有

未来の科学技術イノベーション人材育成のため、特に理科・数学においては、「知識の質・量」と「思考力」の両方の重要性を前提とし「科学的課題に徹底的に向き合い、考え抜いて行動する態度と、科学的な探究能力を活用して、専門的な知識と技能の深化・統合化を自発的に行い、新たな価値を創造しようとする力」の育成を目指す。特に問題解決評価の観点にたち、目標に沿った探究課題の設定とその評価法の充実、開発を行う。

##### 課題研究に係る取組み

能動的な学修者の育成を軸としたカリキュラム・マネジメントの充実をねらいとし、平成28年度より、学校設定教科「探究」を設置した。中学3年次には、「SSキャリア探究」（総合的な学習の時間）を通じて、これからの社会に必要とされる資質・能力を自分事として受け止め、高校入学へ高い目的意識をもった生徒を育成する。

高校1年次には全生徒が内容知としての探究的手法の習得を目的とした「探究基礎」（探究）と、実際に課題研究を行う中で方法知を学ぶ「プロフェッショナルゼミナール」（総合的な学習の時間）での活動（以下、ゼミ活動）を通し、探究に必要な知識・技能と資質・能力を一体として学修する。そして、高校2、3年次では1年次での活動のもとに「探究Ⅰ」「探究Ⅱ」（ともに1単位・選択者）を通し、担当教員・連携機関からの支援のもと、フルオープンな課題に挑み、サイエンスドクターとしての資質・能力を高めていく。

研究の成果については、課題研究を行っている生徒全員が11月にポスター発表を、3月にスライド発表を行い、課題研究終了時点で「課題研究報告書」を提出する。

##### < 中学3年次の取組み >

「SSキャリア探究」（中学3年・総合的な学習の時間・35単位時間・全員対象・土曜日第3限）  
[清真学園中学3年生の位置づけ]

中学3年次は、高校での探究の準備段階として、プレ探究を行っている。実施するに際して、以下の事項を強く意識した。

- 探究を自分事としてとらえるために、将来の職業とのつながりを考える。
- 清真学園高等学校で実施されているSSHの準備期間として位置づけ、科学的研究の基本的な概念を学ぶ。

実施すべきとして規定した事項は以下の通りである。

基本方針：「協働的な学び」、「探究的な学び」を実現する。

個別方針：「科学的研究の手法の体得」を実現する。

1. 発表の経験を積ませること。
2. 自発的に探究していく経験を積ませること。
3. 根気強くやり直し、手直しする経験を積ませること。

上記の方針に従い、今年度は【儲かる仕事】【プレ・ミニ探究】を実施した。

##### 【儲かる仕事】

「中学校学習指導要領解説『総合的な学習の時間編』第2節目標の趣旨」に以下の説明がある。

生徒は、

- 1 日常生活や社会に目を向けた時に湧き上がってくる疑問や関心に基づいて、自ら課題を見つけ、
- 2 そこにある具体的な問題について情報を収集し、
- 3 その情報を整理・分析したり、知識や技能に結び付けたり、考えを出し合ったりしながら問題の解決に取組み、
- 4 明らかになった考えや意見などをまとめ・表現し、そこからまた新たな課題を見付け、更なる問題の解決を始めるといった学習活動を発展的に繰り返していく。

要するに探究的な学習とは「物事の本質を探って見極めようとする一連の知的営みのこと」である。

「儲かる仕事」という企画は、上掲説明のうち、第2, 3, 4項を意識して立案した企画である。遺憾ながら、第1項は時間的に難しいと判断し、今回は教員側で問題設定を行った。

「儲かる仕事」の本質は、生徒たちによる未来予測である。「未来で社会の中心を担う職種は何か」という直接的な問い方ではイメージがしづらいので、表現に工夫をした。「儲かる」とは、栄えている職種には金銭が流れ込むのが当然であることから、「社会の中心を担う」の言い換えである。

今回、チームは教員側で組むこととした。資料にしたのは4月の休校期間中に実施したアンケートである。生徒たちの提出した職種を、以下の5種に分類した。

- エンジニア系 … web 関連 プログラマー AI 研究者等
- ブLOGGER系 … アフィリエイト SNS で小説執筆
- 医療系 … 医師, 介護
- 流通系 … 配送ドライバー, パイロット等
- サービス業 … 葬祭業等

班構成に際しては、各班バラバラになるように注意した。例えば、AI 関連を挙げた生徒は、いたとしても各班1人まで。班員はまず「儲かる仕事」として、何を採り上げるか、から話し合い始めなければならない。

班は学年全体で20班、1班は6名前後に設定、男女混合で構成した。調査方法は各班インターネットを通じて調査することとし、そのために各班にiPad2台を配布した。

加えて、教員の前でプレゼンテーションをし、生徒たちがフィードバックを得る機会を多くつくった。修学旅行企画の反省に立ち、外部の存在を強く意識して活動することを経験させたいからである。

## ● 問題点と課題

調査は、概して上掲学習指導要領の通りに進展していった。課題としてあげられるべきは、発表のあり方である。以下問題点を列挙しておく。

- ・原稿を全員に割り振り、かつ全員ほとんど棒読みなので、非常にききとりにく、わかりにくい。
- ・パワーポイントの使い方が未熟なため、わかりにくい。特に図表が見えにくい。
- ・パワーポイント担当を決めてしまった上に練習不足なため、発表とスライドが一致しない事態が数多く出現した。

生徒たちにとって、初めての発表なので、こうした事態が出来るのは当然のことと考えている。1月時点では発表の数を増やし、経験を挙げさせる段階にある。参考までに各班の選んだ職種を列挙しておく。

#### 儲かる仕事リスト（参考）

第1班「料理研究家」	第2班「コーヒー輸入業者」	第3班「ピーマン農家」
第4班「XRエンジニア」	第5班「アスパラガス農家」	第6班「不動産鑑定士」
第7班「専業農家」	第8班「転職エージェント」	第9班「料理人」
第10班「ゲームクリエイター」	第11班「ホワイトハッカー」	第12班「薬剤師」
第13班「XR事業」	第14班「AIエンジニア」	第15班「SE」
第16班「脳神経外科医」	第17班「精神科医」	第18班「再生医療医」
第19班「美容外科医」	第20班「病院薬剤師」	

#### ● コロナ禍の中で

今年度はコロナ禍のため休校期間があり、企画の変更を余儀なくされた。その中で実施できなかった企画もある。高校進学の後、総合学習の時間で、自分がどの分野の研究を始めるのか、考えさせる企画である。タイトルは「素敵な研究 in 東大」。東京大学を「研究」世界のマップとして利用し、自分にとって、どのような研究に魅力があるかを考えさせる企画である。この企画は高校進学後に、形式を調整して実施したいと考えている。

#### 【プレ・ミニ探究】

中学の探究課題として、高校の「探究基礎」で実施しているミニ探究を、中学3年生向けにアレンジし、「プレ・ミニ探究」として実施した。具体的な内容は、Ⅲ-3「探究基礎」を参照。

中学3年生向けに、身近な題材であり、特別な材料や機材を必要としない、科学実験を題材とした。具体的には、紙飛行機の折り方と飛び方の関係、をテーマとして取り上げた。

対象：中学3年生120名

期間：10月，11月

実施方法：総合的な学習の時間（週2時間）を使用して実施した。

高校では、数学の授業と連携し、相関関係、データのばらつきについて考察を行う。この段階では、中学の既習内容に合わせ、統計学的内容については、高校の内容には踏みこまずに考察を行った。評価には、基本コンセプトテストと事後アンケートを利用した。

基本コンセプトテストでは、すべての項目で上昇がみられた。また、事後アンケートの結果より、生徒は、基本コンセプトの有用性を実感したことがわかった。

これらの結果は、高1の結果と同様であり、来年度のミニ探究へのスムーズな移行が期待できる。統計学的内容や表計算ソフトの操作を習得することで、より高度な探究にスパイラルアップしていくことができる。

課題としては、飛び方の計測方法によっては、誤差が大きく出てしまうことがあげられる。生徒が初めて取り組む課題としては、ある程度の範囲に誤差が収まり、独立変数と従属変数の関係性が、わかりやすい題材を取り上げる方が好ましい。次年度は理科の授業の進捗とも合わせた題材を取り上げる。

< 高校 1 年次の取組み >

「探究基礎」(高校 1 年・1 単位, 全員対象)

担当教員 紫谷, 十文字

【理念】

実社会や実生活における複雑な事象を対象に「問い」をみつけ、主体的かつ対話的に複数の教科・科目等における見方・考え方を総合的・統合的に働かせ、様々な角度から俯瞰して捉え、考えていき、最適解や納得解を得ようとする態度を養う。

【指導仮説】

研究の計画を立て、それを実行するのに必要な技能や考え方を学んだり、発表に向けてポスター制作やスライド制作の活動をしたりすること次の能力が定着するだろう。

- ① 課題設定 ② 仮説の設定 ③ 検証計画の立案 ④ 観察・実験 ⑤ 結果の処理  
⑥ 分析・考察・推論 ⑦ 表現・伝達

【年間指導計画】

月	授業内容
4・5月	休校
6月	研究の進め方(ガイドブックの利用) 基本コンセプトの説明(独立変数・従属変数・制御変数等)
7月	実験計画図の作成 ミニ探究(ドライイーストを用いた酵素反応の実験)①予備実験 ミニ探究(ドライイーストを用いた酵素反応の実験)② (グループに分かれてそれぞれが独立変数・従属変数・制御変数を設定し、実験を行う)
8月	ミニ探究発表会 (各グループで、ミニ探究についてスライドを作成し、発表を行う) ミニ探究の振り返り
9月	研究テーマ決め 研究テーマの文献調査 研究の構想
10月	S S H 秋季発表会のポスター制作作業
11月	S S H 秋季発表会の発表練習 S S H 秋季発表会の振り返り
12月	S S H 秋季発表会の評価 探究 PL カードを使った振り返り(第 1 回) Excel を用いたデータ処理方法
1月	Excel を用いた統計について
2月	S S H 春季発表会のスライド制作作業 S S H 春季発表会の発表練習
3月	S S H 春季発表会の振り返り 探究 PL カードを使った振り返り(第 2 回) 発表論文の作成 1 年間のまとめ

## 1. 科学的探究活動への“Basic Concepts”導入

科学的探究活動の指導の改善のために、オーセンティックな科学的探究を示している

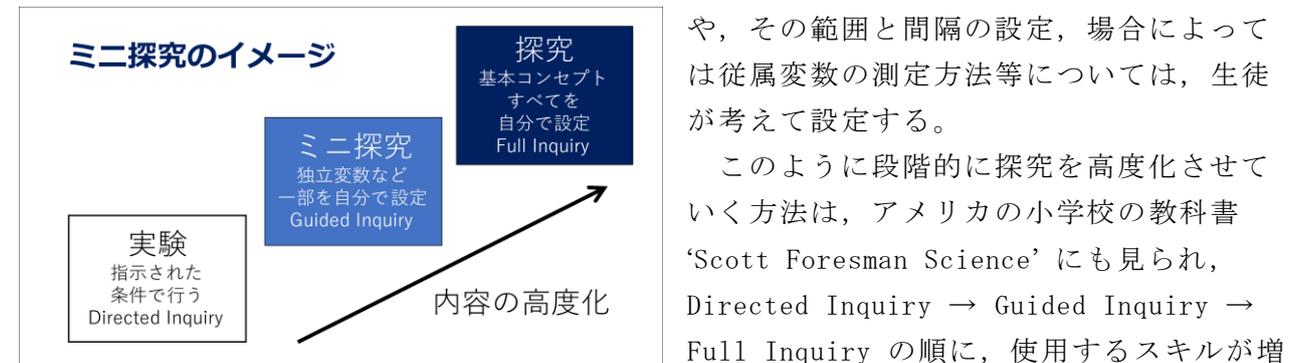
「*Students and Research: Practical Strategies for Science Classrooms and Competitions (Fourth Edition)* (Cothron et al., 2006) (以下, SR)」を参考とした。

この SR の中で示されている、実験計画に必要とされる主要概念“Basic Concepts”の理解を授業に導入する。“Basic Concepts”とは Independent variable, Dependent variable, Constants (Control variables), Repeated trials, Control (Control Group), Title, Hypothesis の各概念である。“Basic Concepts”を“基本コンセプト”, 各概念をそれぞれ, 独立変数, 従属変数, 制御変数, 対照群, 試行回数, タイトル, 仮説と翻訳した。

この「基本コンセプト」の中には、中学校までの学習では出てこないものや、異なる意味で使用されるものがある。例えば、独立変数 (independent variable), 従属変数 (dependent variable) という用語は、数学・理科の教科書に記載はない。数学では中学 1 年次の関数で、「 $x$  や  $y$  のように、いろいろな値をとる文字を変数という」と記述がある。例えば一次関数  $y = ax + b$  では、 $x$  は独立変数、 $y$  は従属変数と考えられる。Constants は直訳すると「定数」であるが、この用語は、数学では、中学 1 年の比例を扱う単元で、「比例の式  $y = ax$  の文字  $a$  は定数であり、比例定数という」と記述がある (藤井ほか, 2016)。理科では中学校の教科書には記載がないが、高等学校の物理基礎では、「ばね定数」(國友ほか, 2016), 化学基礎では、「アボガドロ定数」「ファラデー定数」の記載がある (野村ほか, 2011)。生徒が「定数」という語に持っているイメージは、SR で示すものとは異なっている可能性があるため、「制御変数」を使用した。

## 2. ミニ探究を利用した、探究活動の段階的な指導

学校設定科目「探究基礎」は、生徒が探究活動をするうえで、基礎となる力をつけることを目的としている。これまでの指導から、この授業の目標である、課題設定、仮説の設定、検証計画の立案、観察・実験、結果の処理、分析・考察・推論、表現・伝達等についての考え方や技術について、それぞれを個別に学ぶより、小さな探究活動を行い、その中で実際に活用しながら学ぶ方式が効果的ではないかという仮説が生まれた。生徒がこれまでに理科の授業で体験している実験は、教員からの指示に従って行うものであり、生徒が主体的に行う探究との間には大きな隔りがある。そのギャップを埋める中間段階として、実験の「基本コンセプト」の一部は指定されているが、生徒主体で行う部分もある探究活動をミニ探究と名付けた。具体的には、今回のミニ探究では、カタラーゼによる  $H_2O_2$  の分解反応に対する触媒活性を調べると



という目的や、従属変数として分解産物の酸素量を測定することは指定しているが、独立変数や、その範囲と間隔の設定、場合によっては従属変数の測定方法等については、生徒が考えて設定する。

このように段階的に探究を高度化させていく方法は、アメリカの小学校の教科書‘Scott Foresman Science’にも見られ、Directed Inquiry → Guided Inquiry → Full Inquiry の順に、使用するスキルが増

図1 ミニ探究のイメージ

え、内容が詳細になっていく。ミニ探究は Guided Inquiry に相当する段階であると言える。

ミニ探究の実施時期は、2020年6月から2020年8月まで、対象となる生徒は清真学園高等学校第1学年生徒171名である。対象生徒は、本授業に加え、1年間を通し、「総合的な探究の時間」（1単位）において課題研究に取り組み、2021年3月に、その研究のまとめを行い、発表を行う。また、本授業で取り扱う内容は「生物基礎」、「数学Ⅰ」、「情報」と連動して行う。

なお、2020年度はコロナウイルスの影響により、4月～5月が休校となったため、本来の予定から2か月遅れた実施となった。

### 3. ミニ探究とカリキュラム・マネジメント

ミニ探究を行う前に、以下の科で、関連した内容を学んでおくようにする。各教科と連動し、ミニ探究が効果的に行われるように計画した。

「生物基礎」：酵素の働きについて解説を行い、例としてカタラーゼの働きについて紹介する。

「数学Ⅰ」：「相関」について、変数  $x$  と  $y$  間の相関係数の計算方法や、数値の意味を解説する。

「情報」：Excel を使用した散布図グラフの作成法、PowerPoint でのスライド作成法を解説する。

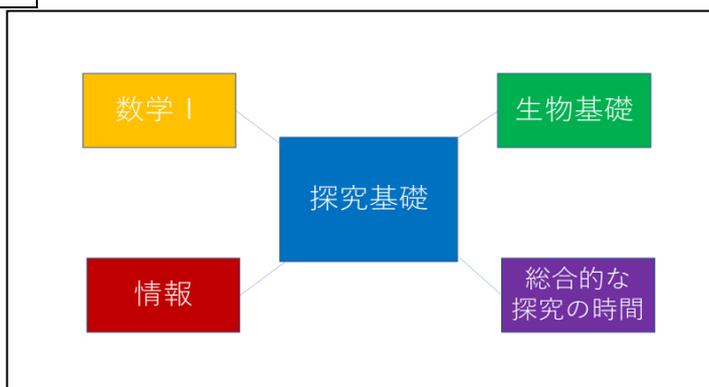


図2 ミニ探究を中心としたカリキュラム・マネジメント

### 4. ミニ探究の計画（10時間）

本年度は以下の通りに計画・実施した。

- 1 時間目 : 基本実験の実施
- 2 時間目 : 基本コンセプトの説明とプレテスト 前時に行った基礎実験を題材に、「基本コンセプト」の各概念が何に当たるか、具体的に解説する。また、プレテストとして「基本コンセプトテスト」を実施し、理解を深める。
- 3 時間目 : 実験計画 班ごとに、独立変数を何にするか決め、実験計画図を作成する。
- 4 時間目 : 実験 1 回目 予備実験、実験計画図に基づいて実験を行う。
- 5 時間目 : 実験 2 回目 前回の実験をもとに改善した実験を行う。
- 6 時間目 : データの分析とグラフ作成 実験データを Excel でグラフ化し、独立変数と従属変数の間にあるパターンを考察する。
- 7 時間目 : プレゼンテーションの作成 自分の班で実施した実験の説明を行うため、PowerPoint でスライド作成を行う。
- 8 時間目 : 発表 1 回目 発表時間は 5 分、質疑応答 3 分で行う。
- 9 時間目 : 発表 2 回目 前回の継続。
- 10 時間目 : ポストテスト・アンケート ポストテストとして「基本コンセプトテスト」を実施するとともに、生徒が「基本コンセプト」の重要度を認識しているかについてアンケート調査を行う。

## 5. 基本実験

基本実験は、Directed Inquiryにあたるもので、実験の基本コンセプトすべてが決定しており、生徒は指示に従って実験を行う段階である。この実験から「基本コンセプト」の諸概念を抽出することで理解を深めるとともに、その後の Guided Inquiry の基本となる実験である。

以下の表 1 に実験書を示す。

表 1 基本実験の実験書

<p>[材料] 過酸化水素水，イースト溶液 6%，試験管 4 本，イースト溶液用三角フラスコ 200 mL，ピペット 2 mL 1 本，ストップウォッチ，定規，マジックインキ</p> <p>[手順]</p> <ol style="list-style-type: none"><li>① 試験管 1～4 を用意し，下から 10 cm の位置にマジックインキでラインを引く。</li><li>② 試験管に過酸化水素水を 5 mL 入れる。それぞれの試験管の濃度は以下の通り。 試験管 1・・・0%，試験管 2・・・2%，試験管 3・・・4%，試験管 4・・・6%</li><li>③ 試験管にイースト溶液を 2 mL 投入し，泡が上昇し，試験管の 10 cm ラインに到達するまでの時間を 1/100 秒まで計測・記録する。</li><li>④ すべての班のデータを Excel に入力し，平均値を求める。泡の上昇速度 (cm/秒) を計算する。</li><li>⑤ Excel で <math>H_2O_2</math> 濃度 (%) を X 軸，反応速度 (cm/秒) を Y 軸として，散布図グラフを描く。</li></ol>
---

実験後は散布図グラフより， $H_2O_2$  濃度と反応速度（泡の上昇速度）の間に正の相関関係がみられることを確認する。

## 6. 基本コンセプトの説明と基本コンセプトテスト

前時に行った基本実験を例にとり，生徒に対して「基本コンセプト」の説明を行った。実験から「基本コンセプト」の各概念を抽出する。独立変数は過酸化水素の濃度，従属変数は酵素の反応速度，制御変数としては温度，イースト溶液の濃度，試験管の大きさ等，対照群は過酸化水素 0% の実験，試行回数は 8（班の数），タイトルは「過酸化水素濃度が酵素反応速度に与える影響」，仮説は「過酸化水素の濃度が上昇すると，酵素反応速度が上昇する」とした。SR の各章末に付された確認問題“Practice”を参考に「基本コンセプト」の理解度を評価するために，「基本コンセプトテスト」を作成（表 2）し，実施した。以下に作成したテストを示す。

テストでは，実験についての説明文を読み，そこから「基本コンセプト」の各概念を抽出することで，生徒の理解度を確認するとともに，「基本コンセプト」の理解を促す。SR には問題がいくつか紹介されているが，最初に「基本コンセプト」を導入するために，Chapter 1 にある 2 つの問を選んだ。これらの問いは SR 中の章末にある practice を翻訳し，改変し出題した。1 のフロアワークテストは，理科で取り上げられるような実験だけではなく，身近で実用的な問題解決に，「基本コンセプト」が利用できることを示している。

昨年度までの科学的探究活動では，身近なテーマに取り組む例が多かったことから，生徒に対して「基本コンセプト」を紹介する上で適している。問 2，3 の問題は，問 1 とは対照的に，自然の持つ法則性を探る問いであり，生物を材料にしている。

表2 基本コンセプトテスト

1：次の文章を読み、問いに答えなさい。

あるショッピングモールでは、床のタイルを傷から保護するために、より高価な「A社製フロアワックス」が、より安価な「B社製フロアワックス」より優れているかどうかを判断したいと考えていました。各ブランドのフロアワックス1リットルを、モールのメインホールの5つの試験区画のそれぞれに塗布しました。テストした区画はすべて同じサイズで、同じ種類のタイルで覆われていました。他5つの試験区画はワックスを塗りませんでした。3週間後、各テスト区画のタイルにある引っかき傷の数を数えました。

(1) 次の①～⑤にあたるものを、文章中から探して、答えなさい。

①独立変数 ②従属変数 ③制御変数(3つ) ④試行回数 ⑤対照群

(2) この実験の内容が伝わるように、タイトルをつくりなさい。

(3) この実験に対する仮説を書きなさい。

2：実験に関する以下の文章を読み、問いに答えなさい。

家の周りがある5つの鉢のそれぞれに10個の種子を植えました。それぞれの鉢には、観葉植物用の土を500g入れました。40日間、毎日以下の量の蒸留水が与えられました。

鉢1： 50mL, 鉢2：100mL, 鉢3：150mL,  
鉢4：200mL, 鉢5：250mL

この種子を栽培する時に必要な水の量については、種の説明書の1日あたり150mLという記載より、その条件を対照群としました。各植物の高さを、実験の終了時に測定しました。

(1) 解答用紙の実験計画図に、必要な事項を記入しなさい。文中にその内容の記載がない場合は、「なし」と記入しなさい。

(2) 上の文章をもとに、実際に実験を行う場合、どのような改善点がありますか。記述内容として不足している点を2つ書きなさい。

3：実験に関する以下の文章を読み、問いに答えなさい。

サンディは、植物が場所を奪い合うと聞きました。彼女はこの考えを試すことにしました。いろいろな花の種子が混ざった袋と、土を買いました。5個のプラスチックカップを用意し、それぞれに同じ量の土を入れました。最初のカップに2つの種を植え、2番目のカップに4つの種、3番目のカップに8つの種、4番目のカップに16個の種を植えました。最後のカップに32個の種を植えました。25日後、彼女はどの植物が最もよい状態に見えるかを決めました。

(1) 実験のタイトルを書きなさい。

(2) 上の文章をもとに、実際に実験を行う場合、どのような改善点がありますか。記述内容として不足している点を4つ書きなさい。

(出典：Cothron, J. H., Giese, R. N. & Rezba, R. J. 2006. *Students and Research: Practical Strategies for Science Classrooms and Competitions (Fourth Edition)*. Kendall Hunt Pub Co, 11, 13を改変)

## 7. 生徒の設定した独立変数と実験計画図

班ごとに独立変数を設定する。表3に実際に生徒が考えた独立変数の例を示す。

表3 各班の独立変数の例

班	独立変数
1班	過酸化水素水の温度
2班	酵素液の量
3班	酵素液のpH
4班	酵素液に使用する材料
5班	過酸化水素水の量
6班	酵素液の温度
7班	酵素液の濃度
8班	酵素液に加える金属イオン

班ごとに選択した独立変数をもとに、実験計画を行う。独立変数に従って、その範囲と間隔、試行回数についても設定を行う。

基本実験では、従属変数を反応産物の泡が上昇する速度により計測しているが、独立変数によってはその想定方法が使用できない場合がある。その場合は水上置換法で直接酸素量を測定する等の調整を行った。

実験計画図は、チェックリストによりその内容を吟味するように指示した。

表4 実験計画図の例

タイトル	温度が酵素の反応速度に与える影響				
仮説	反応時の温度が人間の体温に近くなると、反応速度が速くなる。				
独立変数	過酸化水素・酵素液の温度				
独立変数の範囲と間隔	20℃	30℃	40℃	50℃	60℃
対照群に○	○ 室温				
試行回数	5	5	5	5	5
従属変数	酵素液を過酸化水素水に入れてから、泡が10cmに到達するまでの時間				
制御変数	過酸化水素の濃度6%	過酸化水素の量5mL	イースト溶液の濃度6%	イースト溶液の量2ml	10cmまでを測る

### 実験計画のチェックリスト

1. タイトルは、独立変数と従属変数の両方を明確に示していますか？
2. 仮説は、独立変数を変えると、どのような影響が従属変数に出ると思うかを明確に述べていますか？
3. 独立変数は1つだけですか？それは明確に定義されていますか？
4. 独立変数の範囲と間隔は明確に述べられていますか？
5. 独立変数をテストしましたか？多すぎますか？
6. 対照群はありますか？明確に述べられていますか？
7. 試行回数は十分にありますか？
8. 従属変数は明確に識別され、記述されていますか？
9. 従属変数は操作上定義されていますか？操作上定義されているとは、研究者が、反応をどのように測定し、記述するか明確に決まっていることです。
10. 制御変数は明確に記述されていますか？もっと他にありますか？

## 8. 実験データのグラフ化

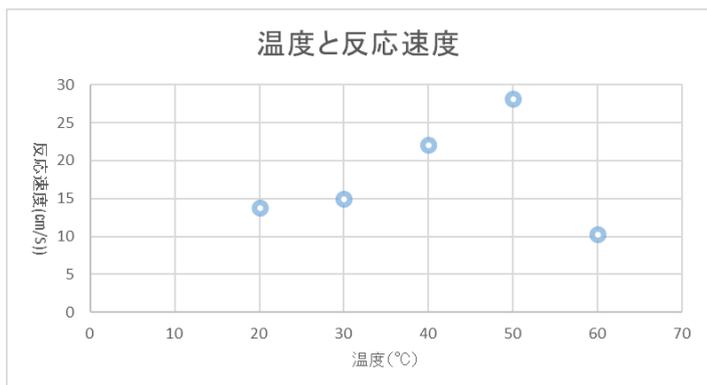


図3 酵素反応のグラフ例

得られたデータを Excel でグラフ化する。基本的には散布図グラフであるが、選んだ独立変数が酵素液として使用する物質，例えばレバー，ダイコン等の違いとした場合は棒グラフを作成する等の変更を行った。

生徒の作成したグラフを図3に示す。

## 9. 実験の発表

実験結果を発表するために，PowerPoint でスライドを作成した。表5の内容についてスライドに記載し説明するように指示した。

表5 発表用スライドの内容

- 1 タイトルとメンバー
  - タイトルの形式は（独立変数）と（従属変数）の関係
  - 全員の組番氏名
- 2 実験計画図

基本コンセプトの各概念，独立変数とその範囲・間隔，試行回数，制御変数，従属変数，仮説を説明。特に仮説立てた理由，なぜそのような予測をしたのかについて説明する。
- 3 実験結果のグラフ
  - 散布図や棒グラフ等データに適した形のグラフを選ぶ
  - 軸ラベル：何を表しているのか，単位を記入する
- 4 考察
  - 自分たちの立てた仮説は，今回の実験データにより支持されたか？
  - 支持されないとしたら，どのような関係があると考えられるか。
  - 現在わかっている科学的事実・先行研究で得られた結果とは一致しているか。
  - 実験の反省点・改善点をあげる。失敗した点，その原因は何か，次に実験するときはどうのように対策するのか。
- 5 引用

文献・図・写真等を使用・引用した場合，その出所を明記する。  
フリー素材の中には，使用は無料だが，クレジットを示すことを求めているものがあるので注意をすること。

## 10. 「基本コンセプトテスト」の結果と考察

実施したプレテスト，ポストテストの結果，各概念別の得点率を図2に示す。なお，調査者は，高校1年3組所属の生徒（高校からの入学生）39名である。

すべての設問項目（独立変数，従属変数，制御変数，データ数，対照群，仮説，タイトル）で，正答率が向上した。特に，独立変数，従属変数，制御変数，タイトルでは有意な伸びがみられた（ $t$ 検定， $p > 0.05$ ）。一方で，試行回数，対照群，仮説では，有意な差は見られなかった。

また、不完全な実験計画の改善点について、答える問に対する解答の内容を見ると、大部分が制御変数に関するものであった。その他のコンセプトに対する指摘は少なかった。

ミニ探究活動で独立変数の設定を経験することで、独立変数だけではなく、独立変数と従属変数の関係についての認識が向上したと考えられる。

この結果より、指導時に注力すべき点が明らかになった。理解度が低く、有意な伸びの見られなかった概念である試行回数、対照群や仮説の指導については、配慮する必要がある。

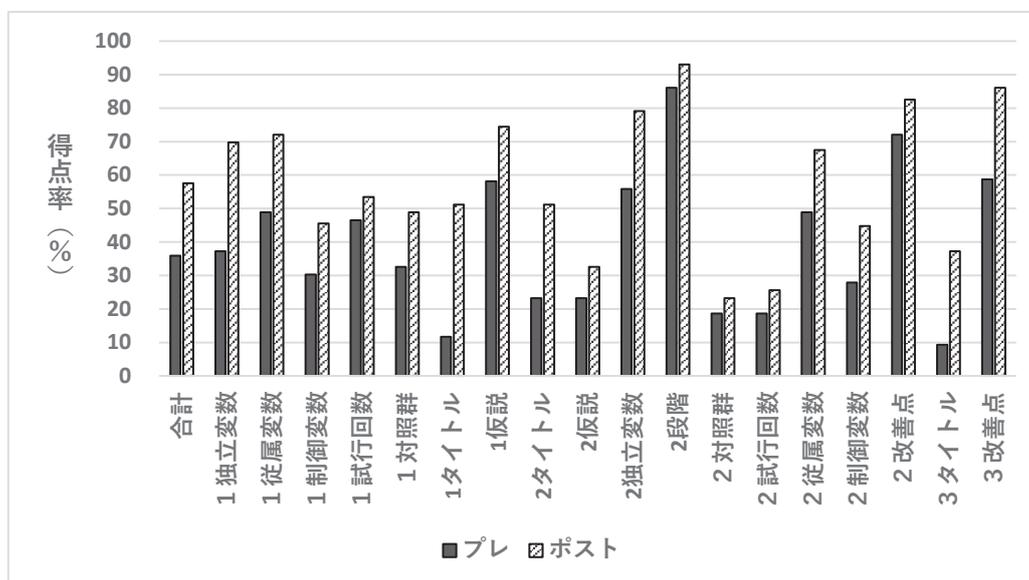


図4 「基本コンセプト」テスト プレーポスト比較

### 1 1. アンケート調査の結果と考察

ポストテストと同時に、アンケート調査を行った。その内容を表6に示す。

表6 アンケートの質問内容

<p>(1) 実験の改善点を書いてください。</p> <p>(2) 次の基本コンセプトのうち、自分の研究を計画・実施するうえで、重要だと思ったものを選んでください。(複数回答可)</p> <p>①独立変数      ②従属変数      ③制御変数      ④試行回数</p> <p>⑤対照群      ⑥仮説      ⑦タイトル</p> <p>(3) 問(1)でその回答を選んだ理由を、できるだけ詳しく具体的に書いてください。</p> <p>(4) 基本コンセプトテストの内容を理解していることは、科学的な探究をする上で必要である。</p> <p>1. まったくそう思わない      2. あまりそう思わない</p> <p>3. ややそう思う      4. とてもそう思う</p> <p>(5) 設問(4)でその回答を選んだ理由を、できるだけ詳しく具体的に書いてください。</p>
---

アンケートの結果を次の表7, 図5, 図6に示す。

表 7 実験の改善点

- 実験日によって同じ野菜でも少し痛んでいたり、気温の差があったりしたため、きちんとした対照実験ができなかった。
- 日をまたいで実験をし、カタラーゼの温度や濃度に差があったため実験結果が1日目と2日目で大きく変わってしまった。対照実験なので独立変数以外はしっかりと条件を揃えられるようにする。
- 今回の実験で、独立変数の間隔を細かくし過ぎてしまい、過酸化水素水の濃度を正確に作れなかった。
- 独立変数の範囲が小さすぎて、先行研究の結果と比較できなかったため、次回は、もっと範囲を大きくする。
- イースト溶液を入れることによって過酸化水素水の水温が低くなってしまふ事を考慮に入れていなかった。過酸化水素水だけの温度ではなく、過酸化水素水とイースト溶液を混ぜた時の温度を測って実験するべきだった。
- 酵素であるカタラーゼの作用を受ける、過酸化水素が5%では、反応せず上手く実験出来なかった。次回は過酸化水素の濃度を上げて実験したい。

(生徒の記述は、原文のままである)

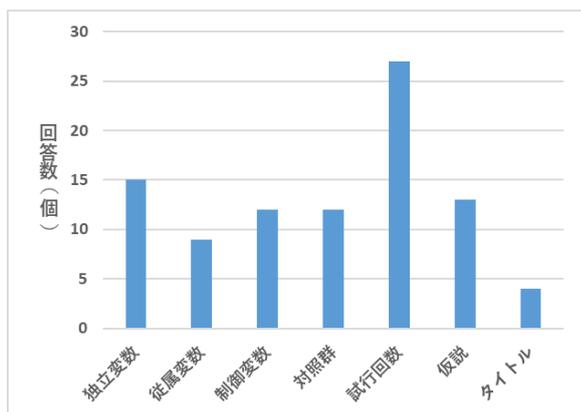


図 5 重要だと思った基本コンセプト

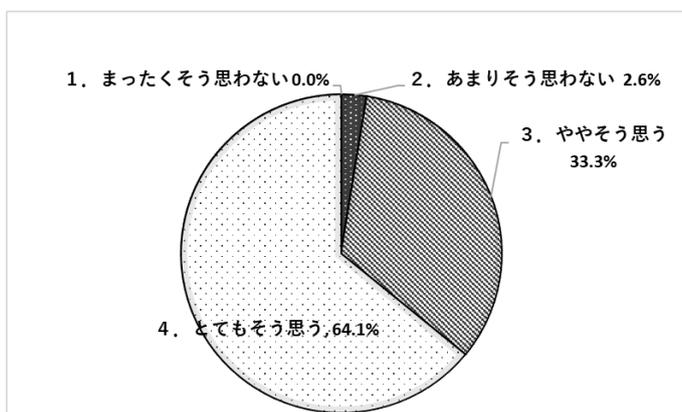


図 6 基本コンセプト理解は必要である

問(1) 実験の改善点では、25名、64%の生徒が制御変数に関する点をあげた。実験を2回、別の日に行ったが、それぞれで得られたデータが異なることから、自分たちが想定できていなかった制御変数が存在することに気が付いたことが影響している。また、回答数2名、5%と少数ではあるが、独立変数の範囲と間隔の設定に気づいた回答もあった。

問(2)で、生徒が重要だと答えた概念は、試行回数であった。問(1)での回答にも表れているが、生徒はミニ探究の過程で、実験には想定できない制御変数があること、設定した独立変数が適切でなかった場合、得られたデータから読み取れる内容が乏しいこと等に気づいた。この解決法として、繰り返しの実験の必要性を実感したのではないかと考えられる。

問(4)で探究に「基本コンセプト」の理解の必要性に対し、肯定的な回答が9割以上であった。「あまりそう思わない」と答えた生徒の理由を見ると、「コンセプトテストではなく、実際の研究を通して学ぶべき」という回答であり、アンケートの意図を誤解していたと考えられる。

以上の結果より、ミニ探究および基本コンセプトテストは、生徒の「基本コンセプト」理解に有効であり、また生徒が探究活動での「基本コンセプト」の重要性を認識することを促す効果がある、具体的には、実験は多くの想定外の制御変数を持っており、試行回数を増やすことで、改善をしていくことができるという認識を持ったことがあげられる。

## 12. 今後の展望

今回新たに取り組みをはじめたミニ探究は、生徒の探究能力向上に一定の効果を持つことがわかった。次年度の探究基礎の時間は、年度の中でのミニ探究の実施回数を2回以上に増やし、段階的に生徒が主体的に決定する部分を増やしていくように設定することで、その効果を検証する。

以上の報告は、2020年第70回日本理科教育学会全国大会（岡山大学）及び、日本科学教育学会第44回年会（姫路）の発表資料、茨城大学教育実践研究39号、日本理科教育学会第59回関東支部会（神奈川）を大幅に加筆、修正したものである。

### 【引用文献】

- 1) Cothron, J. H., Giese, R. N. & Rezba, R. J. 2006. *Students and Research: Practical Strategies for Science Classrooms and Competitions (Fourth Edition)*. Kendall Hunt Pub Co.
- 2) 藤井齊亮ほか. 2016. 『新編 新しい数学1』(東京書籍) 107, 111.
- 3) 平田昭雄・十文字秀行. 2019. 「高等学校 『理数探究』 および『総合的な探究の時間』における発見・検証・開発・他に至る探究過程の指導の模索」『日本科学教育学会研究会研究報告』33(4), 61-66.
- 4) 科学技術振興機構. 2020. 『令和元年度スーパーサイエンスハイスクール情報交換会』, 154-167.
- 5) 國友正和ほか. 2016. 『改訂版 物理基礎』(数研出版) 43, 129.
- 6) 十文字秀行; 宮本直樹. 2020. 「SSHの科学的探究活動へ基本コンセプトとその調査問題を導入した効果」『日本科学教育学会年会論文集』44, 455-456.
- 7) 十文字秀行, 宮本直樹. 2020. 「SSHの科学的探究活動における探究能力の評価」『日本理科教育学会第70回全国大会岡山大会論文集』205.
- 8) 十文字秀行, 宮本直樹. 2020. 「SSH 科学的探究活動の指導改善—Students and Research の基本コンセプトを導入して—」『茨城大学教育実践研究』39, 41-51.
- 9) 十文字秀行; 宮本直樹. 2020. 「SSHのミニ探究活動へ基本コンセプトを導入した効果」『日本理科教育学会関東大会発表論文集』59, 28
- 10) 野村裕次郎・辰巳敬ほか. 2011『高等学校 化学基礎』(数研出版) 87, 157.

[目的]

高校1年生全員がそれぞれの興味・関心のある学問・キャリア領域のゼミに所属し、課題研究を行う。特定分野における少人数のゼミ形式を採用することで、同じ興味・関心を抱いた者同士が認知プロセスの外化を通じて、問いを設定・共有し合い、深い知識と思考力・判断力・表現力等の資質・能力を同時に獲得していくことを可能とする。そして、他のゼミ生とも定期的に互いの研究内容を発表し合い、議論し合うことで、新たな視点や価値観を獲得していき、能動的に学びに向かう力を育てていく。

教員はその活動をあくまで支援する存在とし、失敗を恐れずに試行錯誤を繰り返しながら主体的にやり遂げる過程を大切にする。また、適切な支援を行うためにも専門的な視点だけでなく、学際的な視点も取り入れるため、全教員が教科・科目をまたいだ形で分担し、多角的に活動の支援にあたる。

11月にポスター発表を、3月にはスライドでの口頭発表を全員が行い、各自の課題研究における成果を発表することで、自分たちの取組を「言語化」するプロセスを通しながら、学びの質を向上していく。

ゼミの中でも特に、自然科学分野に属するゼミを「スーパーサイエンスゼミ(SSゼミ)」と称し、それぞれの連携機関からの協力・支援のもと、答えのない問題にも積極的に挑戦することを推奨していく。また、ゼミ毎に各研修を立案・実施したり、外部コンテストや発表会への参加・応募をしたりと対外的な活動を積極的に行いながら、活動を深化しつつ、生徒たちの多角的・多様な視野や価値観を育む。

令和2年度開講のSSゼミとその連携機関

SSゼミ名称	連携機関
進化学	筑波大学・総合研究大学院大学・東邦大学
水中と陸上の微生物	茨城大学
化学総合	筑波大学・DIC株式会社・三菱ケミカル
サラウンドの研究	筑波大学
クリーンエネルギー	筑波大学・(株)ゼロワットパワー
地学	情報通信研究機構(NICT)
日常に潜む数理の研究	東洋大学・早稲田大学
新定理発見	筑波大学
ロボット	ベネッセコーポレーション
国際教養	JICA
サイエンス・コミュニケーター(SC)	東京工業大学・日本科学未来館・情報通信研究機構(NICT)
手作りして科学する	筑波大学・情報通信研究機構(NICT)

(その他開講ゼミ)

医療・英語ディベート・起業情報発信・刑法刑事裁判研究・教育を考える・武士の時代を考える・音楽史・現代文学批評・スポーツ総合

本校ではこの多岐にわたるゼミ活動運営のため、すべての教員が何かしらの形でいずれかのゼミ活動の指導・補助にあたっている。

また、高校2年生・3年生で「探究Ⅰ」「探究Ⅱ」を選択した生徒も、継続という形でゼミに所属し、自らの課題研究を深めていくだけでなく、1年生の指導・支援にもあたっている。さらに、中学生も「プレゼミ制」を導入し、関心意欲の高い生徒のゼミ活動への参加を認めている。

以下、各SSゼミそれぞれの今年度の活動報告を記載する。

## 【研究テーマ名】

- 「クロオオアリの学習能力の有無」 「アシナガバチの社会性」
- 「ゾウリムシに与える金属イオンと行動の関係」
- 「金属イオンがプラナリアの繊毛運動に与える影響」
- 「長掌筋と耳介から考える痕跡器官の退化した時期」
- 「DIFFERENCES IN THE STRENGTH OF THE MOLD USED IN FERMENTED FOOD」

## 【研究テーマの設定方法】

基本的にグループで，1つのテーマを設定し，共同研究を行う。希望があれば1人での研究も可能とした。

## 【活動実績】

## ○年間スケジュール

- 4月 ガイダンス
- 5月 研究テーマ設定の開始，質問づくり
- 6月 研究テーマの仮決定，先行研究調査の開始
- 7月 伊豆諸島研修 → 中止  
総合研究大学院大学進化学実習 → 中止
- 9月 構想発表（ポスター作成・発表準備）
- 10月 SSH秋季発表会にむけての準備
- 11月 学内SSH秋季発表会の準備および発表（ポスター発表）
- 12月 発表の結果をもとに今後の研究の改善案を討議
- 1月 SSH春季発表会へ向けて研究の見直し，改善
- 2月 SSH春季発表会準備
- 3月 SSH春季発表会で口頭発表  
第10回茨城県高校生研究発表会 オンライン

## 【評価と課題】

評価は本校で開発設定したルーブリックにより行った。

## 【研究テーマ名】

- 「アカントアメーバの生育に最適な納豆菌の濃度」
- 「納豆菌で培養した場合と糖類で培養した場合のアカントアメーバの生育状態の違い」

## 【研究テーマの設定方法】

アメーバに与える納豆菌の濃度を変えることで最も増殖しやすい条件を調べた。その後，アメーバの餌として納豆菌の代わりに糖類を与えてもよいのではと仮説を立て，検証した。

## 【外部での活動実績】

- 9月 「集まれ！理系女子女子生徒による科学研究発表交流会」参加

## 【評価と課題】

1つの研究結果から生じる疑問をもとに次の研究へとつなぐことができた。昨年度よりもさらに興味関心を持ち，よく考えて計画的に研究を行うことが出来た。

参加生徒数 高校1年生12名, 高校2年生5名, 高校3年生2名

**【研究テーマ名】**

- 「エステルの臭いの強度について」(高校3年生)
- 「エッセンシャルオイルが発砲ポリスチレン分解に与える影響」(高校2年生)
- (高校1年生は3班に分かれてテーマを決める)

**【研究テーマの設定方法】**

本ゼミ参加者は、高校1年生から主に有機化学分野の基礎実験等を行って、化学実験の基本を学んだ後、文献を調べる等して学年で1つの研究テーマを決める。ただし、今年度は、高校1年生の参加生徒数が例年よりも多いため、3班に分けた。

**【評価と課題】**

昨年度から引き続き「エステルの香り」というテーマについて実験を行っている高校3年生は、香りの強度について発表をした。また、高校2年生はタイの姉妹校と共同実験という形で、「エッセンシャルオイルが発砲スチロールを溶かす」条件について発表した。高校1年生は文献を調べながらテーマを決め、高校2年生へ繋げていく予定である。

参加生徒数 高校1年生4名

**【研究テーマ名】**

- 「赤ちゃんが落ち着く音を利用した枕の製作」
  - 「ゲーム開発ソフトを用いたオリジナルゲーム製作」
  - 「エレキギターとトーンコントロール回路、ボリューム回路の制作」
- サラウンド技術の理解を目標に、音を電気信号として扱う方法を学ぶ。音のデジタルデータ化を実践し、周波数特性の考察方法を学ぶ。

**【研究テーマの設定方法】**

基本的にグループで、1つのテーマを設定し、共同研究を行う。ただし、希望があれば1人での研究も可能とする。

- 【1】赤ちゃんが落ち着く音を利用した枕の製作 (高校1年生女子1名)  
赤ちゃんが安心しやすい音や音楽を再生できる機能を備えた枕を制作する。収集した音の周波数分析を行い、安心しやすい音の特徴を比較考察する。
- 【2】ゲーム開発ソフトを用いたオリジナルゲーム製作 (高校1年生男子1名)  
パソコン上でゲーム開発できるプラットフォームが普及している。これを用いてオリジナルのゲームを制作する。画像どうしが接したときの当たり判定や、難度を上げていく展開を工夫して制作する。
- 【3】エレキギターとトーンコントロール回路、ボリューム回路の制作  
電源を用いないトーンコントロール回路、ボリューム回路が使われている機器にエレキギターがある。エレキギター制作をとおして回路の動作原理を学び、コンデンサー容量とカットオフ周波数の関係を調べる。

**【評価と課題】**

音信号の周波数特性グラフを用いて、周波数ごとの音量について特徴を比較考察した。考察結果は現在解析中(1月現在)

## 【研究テーマ名】

それぞれのエネルギーの問題点を調べ、今後の日本または鹿行地域のエネルギー政策のあり方を考える。

- |                |                     |
|----------------|---------------------|
| 「音力発電の可能性」     | 「今後の火力発電の燃料輸入先について」 |
| 「太陽光パネルの寿命」    | 「石炭火力発電が排出するガスについて」 |
| 「地球温暖化の様々な要因」  | 「太陽光発電や風力発電の立地について」 |
| 「放射線が生体に与える影響」 | 「風力発電の環境に与える影響」     |

## 【調査方法】

清真学園のある鹿行地域には、石炭・石油火力発電、風力発電、バイオマス発電、太陽光発電等様々な発電所がある。また近隣の大洗には原子力に関する研究施設もある。それらを見学したり、文献等詳しく調べることで研究テーマを深く掘り下げて調べていく。

(見学先(予定)今年度新型コロナウイルスの影響で中国木材様のみ見学)

- ・株式会社カネカ 神栖市東深芝 メガーソーラー太陽光発電 10MW
- ・株式会社中国木材 神栖市東深芝 バイオマス発電
- ・ウインドパワー 神栖市南浜地先 洋上風車(7基) 14000kW
- ・サミットウインドパワー 鹿嶋市栗生 風力発電(陸上)(10基) 20000kW
- ・鹿島共同火力発電所 鹿嶋市新浜 火力発電所 350MW

## 【今後について】

調べていく中で、新たな疑問、問題点をみつけより深く専門的な内容に生徒の興味・関心が移っていくようになってもらいたい。

## 【研究テーマ名】

- |                            |        |
|----------------------------|--------|
| 「茨城県波崎コアの浮遊性有孔虫を用いた古環境の復元」 | 【地質分野】 |
| 「清真学園にある岩石標本のデータベース作成」     | 【地質分野】 |
| 「エウロパ探査ミッションの検討」           | 【宇宙分野】 |
| 「月面クレータの深さと分布の関係性」         | 【宇宙分野】 |
| 「他の惑星から見た夜空についての絵本作成」      | 【宇宙分野】 |

## 【研究テーマの設定方法】

自分の興味のある分野や現象について考え、既存の論文等を読み、研究の手法を学ぶ。その活動の中で、何がわかっていて、何がわかっていないのかを整理し、自分の研究課題を見つけていく。また、本校で研究可能かどうかというところも含めてテーマを設定している。

## 【評価と課題】

今年度は大きく地質分野と宇宙分野に分け研究を進めた。地質分野については実験や顕微鏡を使った試料の観察等を通して、実験においてコンタミネーションが起きないように実験技術や古環境の復元に必要な分析技能が身についた。宇宙分野については、既存の論文を読み、そこから自分なりに課題を見つけ積極的に解析を行っている。Excelやプログラミングによって成果を出すことができた。来年度学外の学会で発表を行う予定である。

【研究テーマ名】

- 「鹿島スタジアムグルメ化計画」 (数理モデル作成)
- 「学習サポートアプリ Quartz の開発」 (アプリ開発)

【研究テーマの設定方法】

原則, 生徒たちの「やりたい」を大切に, その後対話を通して, 具体化していく。今年度は, 昨年度からの引き継ぎとして iOS X-code を用いたアプリ開発とともに, 地元の課題解決を目的とした数理モデルの作成にも生徒たちは挑戦した。

数理モデル作成に必要な数学的な知識・技能だけでなく MIT アントレプレナー24STEPS や, デザイン思考の「EMPATHY → DEFINE → IDEATE → PROTOTYPE → TEST・FEEDBACK」に沿った, アントレプレナーとしてのマインドとスキルの形成も意識しながら活動を行った。

【外部での活動実績】

- 8月～9月 名古屋大学教育学部附属中・高SSH重点枠 2nd, 3rd ステージ参加
- 9月～3月 IBARAKI ドリームパス事業 (茨城県教育委員会主催) 参加
- 9月20日(日) MATH キャンプ - Online - (竜ヶ崎第一高等学校主催) 参加
- 2月11日(木) MATH ポスター - Online - (竜ヶ崎第一高等学校主催) 参加

【評価と課題】

「数学をつかう」活動として昨年度からアプリ開発をはじめたが, 今年度は日常から「数学をみいだす」活動として数理モデル開発にも挑んだ。生徒たちは「数学」を最大の武器としながらも, システム思考やデザイン思考・アントレプレナーシップを学んでいく。そして, 活動を通して自らの視野をどんどんと広げていき, 現実の課題発見・解決に取り組んだ。生徒たちの学びに向かう姿勢は, 紛れもなくこれからの世界で求められるものであり, まさにそれを実現する実践であったといえる。

来年度以降はこの活動・実践を, 全国へと発信をしていきたい。

【研究テーマ名】

- 「ロウソク」「顕微鏡をつくる」「ヨーグルト」(高校1年生)
- 「簡易プロジェクターの制作」「石鹼の性能評価方法の調査」
- 「かびないパンのメカニズム」 (高校2年生)

【研究テーマの設定方法】

身近にある物を自ら手作りしてみる。顕微鏡の分解, 梅干しづくりを行ったあと, 1年生は各自で疑問に思ったことを追究したり, 2年生は昨年の研究を発展させたりした。

【検証と課題】

普段の生活のなかで, 当たり前のように使っているものがどのようにつくられているかを意識させることができた。壊れた顕微鏡の分解は, 興味をもってしくみを考えるきっかけになったようである。

失敗をすることによって, どのように計画をしていけばいいのか考えることが出来た。今後は, 科学的な意味を考えることができるようなアプローチを工夫する必要があると思われる。

次年度は, 外部のコンテストへの応募も視野にいれながら活動を発展させていきたい。また, ここでの実践は将来的に通常授業の中でも取り入れていくつもりである。

【研究テーマ名】

ロボットの組み立て及び, そのロボットを動かすプログラムの作成。  
 「共立電子産業株式会社製プチロボ(四足歩行型)」  
 「レゴ マインドストーム(キャタピラー型)」  
 「近藤科学株式会社製KXR-L2(ヒューマノイド型)」

【研究テーマの設定方法】

各ロボットの特성에 応じた課題(ライントレースや物の運搬等)を考え, それを実行できるロボットの作成, 及びそのプログラムの作成・研究。

【活動実績】

- 4, 5月 ゼミ希望生徒の募集と選抜
- 6月 ロボットの組立て, プログラミング開始
- 9月 文化祭での研究概要ポスター展示
- 11月 学内SSH秋季発表会の準備およびポスター作成
- 3月 学内SSH春季発表会の準備および発表

【評価と課題】

今年度, 新たにヒューマノイド型ロボットの研究を始めた。今までの物と比べて, 非常に精密で組み立てるだけでもかなり苦労している。  
 レゴのロボットについては, できるようになってきた部分もあるので, それを生かしながら, より複雑なプログラム, ロボットの構造, 動き等について研究を進めたい。

【研究テーマ名】

「翔んで昆虫!」 チーム Spread Wings  
 「食虫植物の不思議」 チーム 虫してる!

【研究テーマの設定方法】

先輩の発表を参考に, ブレインストーミング・マインドマップ・質問づくりを通してチームごとにテーマを決定

【活動実績】

- 4月 ガイダンス
- 5月 ブレインストーミング・マインドマップ作成を通して, 研究テーマ設定の開始
- 6月 研究テーマの仮決定
- 7月 テーマに基づいた教材作成
- 8月29日(土)サイエンスリンク・オンライン 出場
- 9月 構想発表(ポスター作成・発表準備)
- 10月 SSH秋季発表会にむけての準備
- 11月 学内SSH秋季発表会の準備および発表(ポスター発表)  
 5日(土)出張バイオコン オンライン開催 参加
- 12月 発表の結果をもとに今後の研究の改善案を討議
- 1月23日(土)高校生バイオコン2020 オンライン開催 出場
- 2月 SSH春季発表会の準備
- 3月 3日(土)SSH春季発表会で口頭発表

参加生徒数 高校1年生6名, 高校2年生1名

## 【研究テーマ名】

「メネラウスの定理の拡張」「台形に内接する円の半径について」「一般四角形の面積公式」「『 $n$ 平方の定理が成り立つ図形』の性質」「中点連結定理の発展」「四角形の重心の性質」「ナポレオンの定理の拡張」

## 【研究テーマの設定方法】

既存の定理の条件替えを行うことによって新しい定理を発見することを目指し、活動している。年度の初めは、原題となる定理をそれぞれが用意し、その定理についてどういった発展が考えられるか、他のゼミ生も一緒になって考える。条件替えを行った結果の予想とその証明を繰り返し、研究テーマを固めていく。1人1研究を原則としている。

## 【外部での活動実績】

9月20日(日) MATHキャンプ-Online- 参加

2月11日(木) MATHポスター-Online- 参加

3月16日(火)～3月22日(月) 第10回茨城県高校生科学研究発表会 参加

## 【評価と課題】

昨年度の反省を踏まえ、考えたことをアウトプットする機会を普段の活動から積極的に生徒に与えるよう試みた。他者に伝えることを意識することで、何を発見し、その根拠は何か思考を整理することができたようであった。また、今年度は学外での発表会はすべてオンライン開催になった。Zoom等を用いることが多く、初めての形式に戸惑うことはあったが、大学や他校の先生からのアドバイスは、チャット機能等で気軽に受け答えしやすくなっており、オンラインならではの良さに気づくことができた。

参加生徒数 高校1年生7名, 高校2年生1名

## 【研究テーマ名】

「海洋プラスチック汚染問題に対して高校生に出来ることは何か」「黒人と黒人文化に対する高校生の認識の違いについて」「アメリカにおける新型コロナウイルス感染症に関わる差別はどうして起こるのか」「開発途上国の学校におけるスクールカウンセリングは機能しているか」「生物の外来種と在来種の区別の必要性に対する中高生の認識について」「プライバシーの確保された避難所をどのようにつくるか」「ゼミの意義についての再考察—ゼミに対する卒業生・高校生・中学生の認識の違いに着目して—」

## 【研究テーマ設定のための活動内容】

新聞記事や雑誌記事を通して、海洋プラスチックごみ汚染、フィリピンの貧困とスラム街、世界各地の女性差別と児童婚、黒人差別、アフリカにおける象牙の密猟、蝗害問題について調査した。茨城県ユニセフ協会より、カンボジアで地雷被害防止教育のために使用していた地雷のレプリカと、ネパールの人々が使っていた水がめをお借りし、地雷の非人道性と水資源の「重さ」について体験的に学んだ。独立行政法人国際協力機構(JICA)主催の「JICA国際協力中学生・高校生エッセイコンテスト2020」に応募した。SDGsについての知識や理解を深め、表現力を高めることを目標にSDGs169ターゲットアイコン日本版制作委員会主催の「SDGs169TARGETSアイコン日本版制作プロジェクト」に参加し、SDGsの169のターゲットについて一人ひとりコピーを考え、生徒同士で発表し合い、ディスカッションした上で応募した。地域における環境汚染の実態を把握するため、下津海岸においてごみ拾いを行った。

## 【検証と課題】

生徒が日常生活に立脚して問いに向き合えるよう、ゼミ活動の初回で興味や関心のあるテーマを挙げてもらい、それに沿ったテーマの知識を生徒同士で共有し、理解を深める活動を進めた。しかし、校外での発表会参加や講師による研修会については、新型コロナウイルス感染拡大防止のために中止となるものが多く、十分にその機会を設けることができなかった。次年度は、ゼミ活動のオンライン化を進め、生徒と外部講師との交流の機会を増やすことで、地に足の着いた研究ができるように努めることを課題としたい。

## <学校設定科目「SS数理」>

### SS数理（高校3年・3単位・数Ⅲ履修者対象）

---

#### 【目標】

高校数学の集大成である数学Ⅲで扱われる平面上の曲線，複素数平面，極限，微分法，積分法の各分野の理解を深め，基礎的・基本的な知識や技能を身につけさせることはもとより，それらを活用していくことで，更なる発展的内容に対しても論理的に表現・解決できる力を養うことを目標とする。

#### 【生徒の実態】

本校ではすべての生徒が大学進学を希望しているが，本クラスは分類上，ほとんどの生徒が理系の学部，学科を志望している。そのため，大学受験を意識して数学の学習を積極的に進めている生徒が多い。その中でも，数学そのものに対する意欲・関心が高く，大学で学ぶ内容を知っていたり，授業で扱った問題を，条件を変えたり，一般化したりして解いたりする等，積極的に活動する生徒が複数名いる。その一方で，数学の学習に不安を感じている生徒や苦手意識を持っている生徒もいる。

#### 【実践内容】

本校の理系クラスの生徒は高校3年生で「数学Ⅲ（5単位）」を併せて履修しており，そこで数学Ⅲの基本的な事項を学習する。これを踏まえ，SS数理では「数学Ⅲ」の学習内容と関連付けながら，必要に応じて単元間を横断させたり融合させたりして，日常生活にある事象を数学的に考察する活動や，数学の学問的な内容をより深める活動に重点をおいた。

今年度は新型コロナウイルスの感染拡大に伴い，休校による影響があったため，年度当初は「数学Ⅲ」での学習と並行して演習を行い，基本的な学習内容の定着を図った。その後，教科書の問題や大学入試の問題等をもとに教材を選定，作成し，実践を行った。以下がその主な内容である。

##### （1）曲線の形（関連項目：式と曲線，微分法の応用，積分法とその応用）

外サイクロイドや内サイクロイド，カージオイド，アステロイドの曲線について，それらがどのような軌跡なのかをコンピュータを使ってグラフを描き，グラフの概形について学習した。また，動点の座標を，一般角 $\theta$ を用いてなぜこのように表すことができるかについて考え，理解を深めた。媒介変数を用いて曲線を表していることに注目し，微分法を利用して関数の増減と凹凸を調べ，曲線の概形を描く活動を行い，微分法の有用性を理解した。さらに，積分を利用して曲線で囲まれる図形の面積や回転体の体積，曲線の長さを求め，曲線の特徴を調べた。

また，与える条件を変えると曲線の形がどのように変わるのかを予想し，実際にコンピュータを用いて曲線を描き，その特徴からどのような性質があるのかを考察してレポートにまとめる活動を行った。

##### （2） $e$ の近似値（関連項目：極限，微分法の応用）

「数学Ⅲ」では高次導関数および関数の1次近似式まで学習している。この一般化を目指し，2次の近似式の導出や，平均値の定理からテイラーの定理を導き，これを利用して指数関数 $y = e^x$ や三角関数の冪級数展開を求めたり，自然対数の底 $e$ の近似値を求めたりした。関連し

て、オイラーの等式  $e^{\pi i} = -1$  のことについても調べ、数学の面白さを実感することを目指した。

### (3) 複素数と図形の関係 (関連項目：複素数平面)

与えられた条件を数式的に処理するだけでなく、複素数平面上で点の位置等から図形を考察し、極形式で表した。図に表すことで、複雑な計算をしなくても解が導けることを体感し、条件を幾何的に捉えることの重要性を実感することを狙いとした。

### (4) 複素整数 (関連項目：複素数平面)

整数論の先を考えることをテーマして、虚二次体  $Q(\sqrt{-1})$  について考究した。特に今年度は  $\mathbb{R}$  が一意分解整域であることの証明を目指しながらも、ガウス素数と有理素数の関係性に着目しながら、教材作成・授業実践を行った。

### (5) 微分方程式の利用 (関連項目：積分法とその応用)

微分方程式とその意味を道のり、速さ、時間を利用して確認し、変数分離形等の簡単な微分方程式の解法を扱った。さらに、発展課題として、人口増加や液体の冷却の時間的変化等、有名な数理モデルについても取り上げた。また、日常の中に潜む現象から自分で数理モデルを見つけ、微分方程式をつくる活動も行った。

以上が主な実践内容である。どの項目についても、教員が一方向的に教えるような状態にならないことに最大限注意しながら、生徒全員が自分たちで協働的に解決できるよう支援する立場となることを徹底した。

授業の形式としては、個人で課題解決に取り組む時間と解決した生徒がそうでない生徒をフォローしながら解決を目指す時間、最後に全体での内容確認と振り返りの時間に分け、内容や到達状況に偏りが生じないように生徒の様子を観察し、必要に応じて適切な声かけを行った。

## 【評価】

全体として高い興味・関心をもって取り組み、与えられた問題をいろいろな手段で解決しようとする姿勢が見られた。生徒間で議論しあいながら、解決法を考えたり、より高度な内容を求めたりする様子が見られ、生徒の学びに向かう力の醸成に効果的に作用していたといえる。

## 【検証と課題】

これらの実践を通して得られた成果は、生徒に数学の本質を追究しようとする姿勢や、学んだことを社会に活かそうとする姿勢が身に着いたことである。数学を使って「何ができるか」ということを考え、実践することは、社会に出てからも非常に重要なことである。今年度の活動内容については、新型コロナウイルス感染拡大に伴う休校措置のために昨年度までと比較して短い時間の中で行ったため、上記の項目について、十分な時間をかけることができたとは言えない部分もある。特に、各実践の中で生徒自身が新たな問いをつくり、課題解決に向かうことが何より肝要であり、次年度についてはそのための時間も十分に確保することで、自然科学に対する探究心や実験による分析的思考および結果処理方法について身に着けられることを目指したい。また、実践内容についても学校全体で共有を図り、教員間での研修を重ね、検討したい。

## <数学オリンピック・数学ジュニアオリンピック>

1月11日（月）に第31回日本数学オリンピック（JMO）の予選が実施された。コロナ禍の影響で日本数学ジュニアオリンピックは中止，JMO予選はリモートでの開催となった。JMOには6名（高校1年2名，高校2年4名）の本校からの参加があったが，本選に進むことができた生徒はいなかった。（JJMOは本年度中止）

## <成果発表会>

本校では、「SSH秋季発表会」「SSH春季発表会」と年に2回の大きな学内発表会を行っている。SSH秋季発表会でポスター発表を行う。その成果が優れていると判断された研究テーマは3月に行われるSSH春季発表会の全体会で口頭発表を行い，その他の生徒も，分科会にて口頭発表を行う。

### (1) SSH秋季発表会

例年は高校1，2年生によるポスター発表と，その代表者による口頭発表を行っているが，今年度は形式を変更した。ポスターの作成は例年通り行い，それをインターネット上で共有できるようにした。また，代表者による口頭発表はZoomを用いて全教室に配信した。合わせて，タイの提携校PCCPLの生徒による研究内容も動画で配信した。

1. 日時 令和2年11月14日（土） 清真学園内各教室

2. 日程 11：50 開会

12：00～12：40 PCCPLの生徒，本校の代表生徒による研究発表

**代表発表者（生徒はすべて高校2年生）**

① 進化学ゼミ「DIFFERENCES IN THE STRENGTH OF THE MOLD USED IN FERMENTED FOOD」

磯山遥，田代秀弥，杉山瑠理，鈴木晶博

② 化学総合ゼミ「エッセンシャルオイルがポリスチレン分解に与える影響」

大曾根尚子，山際花歩，加藤裕一郎，篠塚颯太，山本滉大

③ 微生物ゼミ「アカントアメーバの生育に最適な納豆菌の濃度」

清水京香，渡辺瑞基，市川賢太

④ 日常に潜む数理ゼミ「鹿島スタジアムグルメ計画」

早川慎之介，樋口浩輝，菊地大翔，網敷悟至，伊達陽東，方波見慎太郎

⑤ タイPCCPL「Biodegradable Banana Container」動画での参加

Niratchaporn Jongchansittho, Wirinya Kongsri

通訳字幕担当：篠塚育見，樋口浩輝

### (2) SSH春季発表会

すべての研究発表を分科会ごとに教室を分け，口頭発表で行う。秋季発表会のポスターの評価が高かった発表等は代表発表として秋季発表会同様，Zoomを用いて全教室に配信する。

1. 日時 令和2年3月13日（土） 清真学園内各教室

2. 日程 9：20～11：10 分科会

11：50～12：40 全体発表会

なお，中学3年生の総合学習にて，優秀とみなされた中学生たちも高校生に混ざりながら発表を行う。ここで，高校生からたくさんの新たな気づきを得ることで，中学生たちはより一層のモチベーションを発揮しながら，高校での探究学習になめらかに接続していくのである。

## 2：能動的な学修者の育成を軸としたカリキュラム・マネジメントの充実とその共有

新たな価値の創造のためには、専門となる分野・領域をもちながらも、それだけに偏ることのない多角的な視野を育むことが重要であり、常に最先端の知識・技能に支えられた思考力が求められる。また、「自ら学ぶ力」の育成には「問題解決のサイクル」を繰り返す学びが特に効果的である。つまり「課題の設定→情報の収集→整理・分析→まとめ・表現」を繰り返すような探究的学修が行われること、その過程で自ら発した問いを何度も設定し直す経験を積みながらメタ認知能力を育成していくこと、そして学修者が認知プロセスの外化を通じて学びを深めていくこと、この繰り返しによって「自ら学ぶ力」が育成され、新たな価値の創造へと向かう力と人間性が形成されていく。このような力の育成のためには、実施するカリキュラムの最適化、及び「学び続ける教師」の支援・教育力の向上（いわゆる教師教育）が必要不可欠であると考えられる。

したがって、教育実践とその共有に、各専門分野や学校間の垣根も越えて本校が中心となり取組み、授業改善の過程を積極的に外化していく。そして、他校や地域社会からの知見もふまえ、改善をより確実なものとしていくことで、地域とともに教育力を向上する。

具体的には、探究基礎の「ミニ探究」を軸として、数学、理科、情報、総合的な探究の時間を連携した取組みを行なっている。

## 3：英語による科学コミュニケーションを通じての国際力の向上

異なる文化や背景をもった人々と共生できる人材を育てるには、単発的な国際交流イベントを並べるだけでは十分ではない。日常の授業のみならず、日常の生活環境がどのように有機的に繋がっているかということが真のグローバル人材育成の見えない土台となる。姉妹校である Pacific Lutheran College (PLC) とのタム研修交流の開始、提携校となった Princess Chulabhorn College Phitsanulok (PCCPL) との学術交流の深化を中心に据え、これまで実施してきた各外部機関との連携を維持しつつ、開発を続けてきた学校設定科目「科学英語」をその他の科目とより連携させていく。

<学校設定科目「科学英語」>

「科学英語 I」(高校 1 年・3 単位、全員対象)

Due to COVID-19, both the modes of interaction and goals of the class were altered (in addition to sequence)

Goal: 1) To develop skills that facilitate ability to participate in pre-debate activities 2) To develop key academic skills including grammar and sentence structures for logical writing 3) To familiarize students with renewable energies and related issues in the Japanese/World context.

Core skills include: a) identifying multiple views on a given topic b) search engine proficiency c) structuring answers d) presenting viewpoints to an audience e) asking/taking questions regarding presentations f) improving power point techniques.

Modes: Pros/Cons: Text/Image Submission/Individual Presentation to class

Topics (abbreviated list): Restarting of club activities/Elementary school students having smartphones

Research Questions: Text/Image Submission/Individual Presentation to class

Topics (abbreviated list): Define: Electric Vehicles, Hybrids, ICEs, PHEVs: How many in Japan? World? What % of electricity is generated from renewable energy by country? What is PM 2.5?

What are the major sources of PM 2.5 in Japan? Which are more environmentally friendly, EVs or Hybrids in Japan (present situation/in the future)? Should Japan ban ICE production and sales?

Group Research Projects/Presentation Text/Image Submission/Group Presentation

Topic 1: Renewable Energy Presentation: Solar/Tidal/Wind/Geothermal/Biomass Hydropower

Content: a) Defining the energy b) Status in Japan c) Status Worldwide d) Pros/Cons e)

Presentation quiz

【アンケート結果】

	問 1	問 2	問 3	問 4	問 5	問 6	問 7
番号	ある程度まとまった量のネイティブスピーカーによる英語での講義を理解できるようになった。	読んだ英語の文章の要旨を英語でまとめるようになった。	論理的な文章が書けるようになった。	情報検索能力がついた。	プレゼン資料がつかれるようになった。	英語でのプレゼンができるようになった。	人の意見の内容をメモに残し、英語で質問できるようになった。
①	15%	12%	7%	23%	19%	9%	6%
②	37%	38%	29%	47%	45%	40%	21%
③	30%	33%	41%	24%	30%	39%	43%
④	16%	15%	19%	4%	4%	12%	24%
⑤	2%	3%	4%	2%	1%	1%	6%

選択肢 ①よくあてはまる ②あてはまる ③どちらともいえない ④あまりあてはまらない

⑤あてはまらない

【次年度への課題】

アンケート実施日(12月21日時点)で情報検索能力(問4), プレゼン資料の作成(問5), ネイティブによる講義の理解(問1), 要旨の作成(問2)においてそれぞれ①+②が70%, 64%, 52%, 50%と過半数を超えていた。プレゼン能力(問6)についても①+②が49%であり, ディベートに向けた能力の育成という点で学習指導の成果は表れている。一方, 論理的な文章(問3), 人の意見への質問(問7)については①+②がそれぞれ36%, 27%であったのを鑑みると, 作文能力, 英語でのやり取りの能力を更につけていく必要があることが分かる。今後, これらの能力の育成を強化すべく指導にあたっていきたい。

科学英語Ⅱ (高校2年・3単位, 全員対象)

Overview and Goal:

This course was based to a large extent on CLIL (Content and Language Integrated Learning). In other words, it had the dual functions:

- a. to use science as an environment in which the target language (English) could be used, giving the students the opportunity to improve their language skill through hands-on experience,
- b. to use English lessons as an opportunity for students to broaden their understanding of the world of science.

Another key element of year 11 Science English was debate. Various debate-related activities were carried out during the course, culminating in a grade-wide debate tournament in March.

Approach:

Each CLIL lesson was based on a particular topic which the students had to research

through some kind of hands-on activity that also involved use of English. Some lessons involved interviewing other students and interpreting the data thus gained. Others made use of problem solving activities such as filling in missing information or putting provided information in the correct order. Several lessons were game-like in format, such as card games that required relevant pair matching or ordering of their content. Moreover, each lesson was concluded with a written composition from each student in which they gave their impressions regarding what they had experienced.

Debate-related lessons started with basic concepts such as constructing an argument, rebuttal, and defense of an argument. Pair, trio, and team debate activities were gradually introduced as the students' familiarity increased.

Topics:

The CLIL course started out with a focus on the self (sleep, dietary habits, the psychology of colors), moved to a view of the environment (food chains), followed by how modern society is affected by science and technology (technology in daily life, inventors/inventions), and finally progressed to a broader look at the universe around us (microcosm vs. macrocosm, the life & death of stars). Starting with topics that were familiar and intimate helped all of the students get involved, widening the scope as the course progressed.

Debate practice made use of a wide variety of topics, particular ones that were related to the students' everyday life such as uniforms school lunches, and so on. The debate tournament used the same topic and basic rules as the Winter Cup Debate Tournament held in Saitama prefecture (and in which our school debate team participated).

#### 【事後アンケート結果】

	問 1	問 2	問 3	問 4
結果	科学的な内容について、英語での講義を理解できるようになった。	科学的な内容を整理して、論理的に話せる・書けるようになった。	科学的な内容についての英文を読み、要旨をまとめて質問できるようになった。	科学的な内容について英語で理解できるように、能動的に取り組みた。
①	2%	3%	4%	8%
②	18%	23%	35%	45%
③	41%	43%	37%	33%
④	16%	22%	16%	9%
⑤	13%	9%	8%	5%

問 1 から問 4 についての回答

- ①よくあてはまる                      ②あてはまる                      ③どちらともいえない  
 ④あまりあてはまらない              ⑤あてはまらない

#### 【次年度への課題】

今年度の科学英語では、科学的内容を英語で「聞く・読む・話す・書く」の 4 技能のバランスが取れるように活動を行ってきた。科学英語の授業に能動的に取り組みたいと答える生徒が多い一方で、問 1 のように受動的な活動である聞くことで変化があまり感じられないと答えたことは、日本語と英語で言語的な隔たりが大きいことが影響している。

### Overview and Goal:

The main target of the course was English composition, the idea being that increasing the students' ability in this regard would make them better able to write scientific reports in English.

### Approach:

The approach differed by grade. In the very beginning all classes continued in the Vision Quest II textbook, but additional material was added for one lesson per week, and from the second half of the first semester only grade-specific material was used. In the advanced classes students were given a choice between two courses. In one, lessons focused initially on Japanese to English translation in order to increase students' familiarity with English expressions. Gradually, the focus was switched to free composition, with many exercises timed in order to facilitate writing speed. In the other, as well as in the general classes, the focus was more on English mechanics such as grammar and idioms.

From the second semester, the lessons were divided into electives, with each teacher offering a specialized course that was available to all students regardless of their initial grade. Courses included essay composition, Common Test grammar, long passage reading comprehension, and listening.

All of the grades were required to write periodic essays in order to help them improve both their paragraph writing ability and their critical thinking.

### Topics:

Topics included current science-related issues (hard or soft science) drawn from either the news media or various supplementary sources. As much as possible, topics were chosen that were relatable to the students' life, such as psychology.

### Result:

In December the students were given a Can-Do questionnaire. With regard to reading comprehension, the overwhelming majority (48% of all respondents) said that their reading ability had progressed at least to the level of Eiken grade 2 and a similar number (44% of all respondents) said they were able to read English news articles to a considerable extent. However, only 34% said that they were confident in their ability to read textbook passages aloud, with 44% saying they had little or no confidence therein. With regard to listening, 53% said their level had progressed at least to Eiken grade 2, and 71% said that they were confident in their ability to score well on the listening section of the Common Test. However, only 31% said they felt able to listen to another person's opinion and respond to it. With regard to speaking, only 23% felt they were able to read a long passage and summarize its content verbally, but more than twice that number (48%) felt they were capable of conversing in English. Finally, with regard to writing, an equal number (55%) felt confident both in their ability to write an essay on a given theme and their ability to do so within a designated time period. Around the same number also said they were able to score well on the writing section of the GTEC test. Finally, with regard to projects and supplementary study, the overwhelming majority of the respondents said that they had passed their target Eiken grade. However, a large number (73%) expressed dissatisfaction with activities such as discussion and debate, feeling that their ability had made insufficient progress. Moreover, only 8% said they felt confident in their ability to take an English interview test.

---

\* ここ 3 年間にて、科学英語 I～III まですべてが 1 単位から 3 単位へと発展的に変わっていった。本年度は、科学英語についての実践報告を授業公開日等で行うはずであったが、社会情勢もあり、実施に至ることができなかった。成果の普及が次年度への課題である。

## <海外研修全般>

### 姉妹校 PLC (Pacific Lutheran College) との交流

新型コロナウイルスの影響で海外派遣事業が実施できず、リモートでの交流を行なった。派遣予定だった高校2年生を中心に、PLCで日本語の授業を受講している10年生(日本の高校1年生)へ向けて、日本文化紹介を行った。今後も継続的にリモートの交流を実施予定である。

#### 【参加生徒の感想】(抜粋)

この交流は私にとってコロナ禍を象徴する経験となりました。

I really enjoyed talking with PLC students. I'd like to introduce Japanese culture to them and also, I'd like to do other activities even we couldn't meet in person. This experience became a symbol of "corona pandemic" for me.

### SSH タイ王国 Princess Chulabhorn Science High School Phitsanulok との国際学术交流

2016年にタイ王国の Princess Chulabhorn Science High School Phitsanulok (プリンセス・チャラポーン・サイエンス・ハイスクール・ピサヌローク校)と理数教育分野において教員・生徒の派遣と受け入れを含む学术交流を行うことに合意した。例年通り、一年に一度の双方訪問を行う予定であったが、今年度は昨年度末に起こった新型コロナウイルスの影響で、当初予定していた海外派遣での国際交流はすべて中止となった。直接的な交流はなくなったもののその一方で、オンライン会議システムやメールでの交流は以前よりも増えた。3年前から、本校とピサヌローク校は人材交流のみならず、共同研究での研究発表・論文執筆までの学术交流を行っており、今年度の国際交流はオンライン会議システム Zoom で共同研究について定期的に会議を行ってきている。

コロナ禍で本校でのSSH秋季発表会も学内限定、外部からはオンラインのみの参加というかたちで行われた。ピサヌローク校からは Biodegradable Banana Container という研究発表をビデオ撮影したものを本校生徒に向けて放送した。

共同研究でも成果があり、昨年度に始まった化学の分野での共同研究は今年度に研究が論文完成に至った。

英文タイトル名は、

“The Study of Efficiency of Dissolving Polystyrene Foam of Eucalyptus Essential Oil, Lemon Grass Essential Oil and Peppermint Essential Oil “

である。今年度は生物の分野での共同研究を既に始めており、定期的に Zoom を使った研究についての議論と報告を行っている。

#### 【まとめ】

2015年から毎年参加してきたタイ王国-日本学生科学フェアが延期になり、海外渡航禁止等新型コロナウイルスの影響で直接的な交流はなくなってしまったが、ウェブ会議システム Zoom をうまく使い、共同研究に関わっている生徒は、意欲的に交流することができている。

次年度は、実際に PCCPL を訪問し、共同研究にとどまらず、多くの実践の共有を行っていきたい。特に教員間での探究・研究に対するマインドや実践内容を共有し、より豊かな探究色広がる環境を本校、そして日本の各地域へと広げていきたい。

## 4：科学的探究心と探究力に溢れる地域の創造

SSHの諸行事・課題研究を通じて、この鹿島臨海工業地域における、科学的「探究心」と「探究力」を育むことのできる環境造りを実現していく。そして、真に「社会に開かれた学校」としてのロールモデルを本校が主体となり形成するために、以下のような取組みを積極的に行う。

### <清真サイエンスアドベンチャー2020>

例年行われている地域の小学生向けの科学実験教室「清真サイエンスアドベンチャー」を本校生徒による企画・指導によって、本年度は年1回実施した。(第1回目は新型コロナウイルス感染症の影響で中止。)

生徒たちは、参加児童に対して科学的な知識をわかりやすく教えたり、実験を一緒に行ったりすることで、企画力や表現力が試された。受講した児童に事後アンケートも実施したが、大変好評で来年も実施を期待する声が大多数となった。生徒の能力向上とともに地域の理数教育振興に寄与したと評価できる。

今後は児童の夏休みの自由研究に対してアドバイスしたり実験を補助したり、発表会を実施したりする等、一過性のイベントとならないような機会を設けていく。

#### 令和2年度清真学園 第1回SSHサイエンスアドベンチャー

日時 令和2年6月20日(土) 8:30~11:00

場所 清真学園 理科棟実験室

近隣の小学校から参加者を募り、実験を行う。各コース20名の参加者を募集した。コロナの影響で中止。

1. かにのかいぼうをしてみよう
2. 算数の知識を使ってオセロに強くなろう
3. 液体窒素を使っていろいろな実験をしてみよう
4. 化石を作ってみよう
5. 手作りモーターを作ろう
6. タブレットを使って算数クイズを解いてみよう

#### 令和2年度清真学園 第2回SSHサイエンスアドベンチャー

日時 令和2年10月10日(土) 8:30~11:00

場所 清真学園 理科棟実験室

1. かにのかいぼうをしてみよう
2. 算数の知識を使ってオセロに強くなろう
3. 液体窒素を使っていろいろな実験をしてみよう
4. 化石を作ってみよう
5. 手作りモーターを作ろう
6. タブレットを使って算数クイズを解いてみよう

第1回は、残念ながら中止となってしまったが、その経験から「コロナ禍でもできることを考える」良いきっかけとなり、様々な工夫・配慮を行いながら、第2回の実施を無事に行うことができた。次年度も、発展し続けていく。

## <SSH科学講演会>

『東大から人口1,400人の村へ、そして起業』一般社団法人 Nest 代表理事 新莊 直明 先生

日時：令和2年10月17日（土）3・4校時

今年度は新型コロナウイルス流行の影響で、高校2年生は講堂、中学3年生、及び高校1年生は各教室にてZoomで実施した。

演題：『東大から人口1,400人の村へ、そして起業』

講師：一般社団法人 Nest 代表理事 新莊 直明 氏

<講師プロフィール>

1994年茨城県鹿嶋市生まれ。清真学園33期卒業生。

東京大学・大学院在学中から、気候変動問題に取り組む若者の団体 Climate Youth Japan に所属し、環境大臣・環境省幹部との意見交換会等を手がける。活動の中で岡山県西栗倉村の環境と調和したまちづくりについて知り、関心を抱く。2019年に東京大学大学院理学系研究科修士課程を修了し、新卒で西栗倉村に移住。「さとのぼ大学」の地域コーディネーターとして地域でのプログラム開発を行い、2020年4月に一般社団法人 Nest を設立。教育コーディネーターとして、小中学校での授業づくり等に携わる。



教室の様子

- \* 講師の新莊氏は、SSH活動に携わってきた本校卒業生である。在学時は現在の「化学総合ゼミ」にあたる「燃料電池ゼミ」に所属していた。また、大学在学中には、化学系サークルに所属していたこともあり、本校にて在校生向けの実験教室を2年間にわたって開催した。

このように、本校でSSH活動を行ってきた卒業生たちもどんどんと社会で活躍しはじめている。その人物たちを事業の講師やアドバイザーとして招き入れる土壌がいよいよ整いだした。

今年度はコロナ禍ということもあり、在校生だけの参加にとどまったSSH事業が数多くある。しかし、次年度以降はより広く公開するだけでなく、本校教育活動、及び地域の発展のために卒業生たちの協力をより一層得ながら、「この地域で、清真学園だからできること」を形にしていきたい。幸い本校においては、伝統的にゼミ活動を継続してきたこともあり、後輩への指導・助言という形で現在も本校の活動にかかわっている卒業生も少なくない。また、その他の卒業生たちとのコンタクトも比較的取りやすい状況が構築されている。いよいよ本校も次のステージに向けて加速するときがきた。



講堂に映し出された Zoom の様子



講堂の様子

#### 《講師の先生から生徒へのメッセージ（抜粋）》

私は昨年から岡山県の人口約1400人の村、西粟倉村に東京から移住し、働いています。この場所を選んだのは、西粟倉村が水力発電をしたり、村の森林からとれる木を燃料として使ったりすることで、村の中で使われるエネルギーを、二酸化炭素を増やさず環境にやさしい「再生可能エネルギー」を利用してつくることに取り組んでいるからです。私はここで、新しい教育の仕組みをつくることに挑戦しています。主なものは、

- ① 高校がない村に大学をつくる「さとのぼ大学」プロジェクト
- ② 学校と学校がある地域をつなぎ、子どもが地域をまるごと使って、多様な大人とかわりながら学び育つ環境づくり

の2つです。

これらを加速するために、今年度「一般社団法人 Nest」を起業しました。私は高校まで、自分で会社をつくる「起業」という選択肢が存在することさえ知りませんでした。最近では高校生のうちから起業する人が増えてきています。

当日は以下のような内容でお話ができればと思っています。

- ・東大を出たけれど…ニートになった話
- ・15歳からできる、会社のつくり方
- ・自分の生き方を自分でデザインする

#### 《生徒の感想（一部抜粋）》

- ・今回の講演で、研究者というのがどれほど大変なのか、そして高校生活での勉強やそれ以外の研究、活動がどれほど重要なかがよくわかりました。(高2男子)
- ・僕はこの講演で、今までも興味があった「化学」に、より興味を持ちました。化学の好きな分野から、他の科目とも関連付けて勉強を頑張りたいです。また、自己肯定感、自己有用感、自己受容感、そして自分らしさというものの重要性がわかりました。この4つをこれから大事にしていきたいです。(高2男子)
- ・先生の仰っていたように、研究するだけが、その学問に関われるというわけではないと思うので、自分自身がどのような形で今興味のある生態学に関わりたいのか、今後の人生で向き合っていきたいです。(高2女子)
- ・研究者を志した理由の一つが風の谷のナウシカだったというのが、私が医療系の仕事に就きたいと思った理由がドラマだったので、共感しました。勉強は自分の好きなこととつなげながら楽しむというのが心に響きました。(高1女子)

## <NICT との協働>

---

地学ゼミをはじめとして本校では、情報通信研究機構(NICT)の布施哲治氏をアドバイザーとして科学的活動を進めている。

### 【目的】

本校のゼミ活動では、例年宇宙に関する研究を行っている。宇宙に関する研究は既存の研究の後追いや調べ学習にとどまってしまう傾向にある。前年度は、月の満ち欠けや惑星の運動等をわかりやすく伝えるというテーマで活動を行っていた。そこで、布施哲治氏に研究の助言や指導をしてもらうことで、一次データの取得や手法の開発等、より探究的な活動を行うことを目的としている。

### 【活動内容】

年度のはじめでは、テーマに関して講義を行っていただき、研究には大きく分けて〈教材開発〉〈観測〉〈機材開発〉〈実験〉〈文献調査〉〈データ調査〉〈シミュレーション〉の7つのカテゴリーに分かれることを学んだ。生徒は、その中から自分の興味を持つものについて、テーマを考えた。その後、文献調査等を通して何がすでに分かっている、何が未知なのかを把握し、テーマを確定した。また、テーマとして、本校で自走可能かどうかという点も考慮した。特に、以下の3つのテーマについて指導を行ってもらっている。

#### ● エウロパ探査ミッションの検討 【宇宙分野】

令和3年度人工衛星設計コンテストに参加を目標に、木星の惑星であるエウロパへの探査ミッションを検討する。現時点では、大気のない惑星にジェットの逆噴射を用いた軟着陸をどのようにして行うかを計算し算出している。その計算の中で、何を変数にするか、またどんな条件が適切か等を考え、布施哲治氏やゼミの中でディスカッションを行いながら精査している。

#### ● 月面クレーターの深さと分布の関係性 【宇宙分野】

現時点では、既存の研究の手法を用いて、本校の天文台で撮影した月面写真から三角関数を使ってクレーターの深さを算出することを試みている。今後、クレーターの深さと位置の関係についてデータを取りながら考察を行っていく。

#### ● 他の惑星から見た夜空についての絵本作成 【宇宙分野】

恒星は、それぞれが固有運動と呼ばれる運動によって一定の速さで動いているため、地球からみられる恒星の位置関係は、時間とともに変化する。固有運動によって星座の形が過去と未来でどのように変化するのかをシミュレーションを行っている。また、違う惑星からみた夜空はどのように変わっているのかを調べ、絵本という形で表現する。

### 【学外での発表】

これらの活動については、12月と1月に布施哲治氏が行っている鹿嶋市の小学生を対象とした講演会で発表する計画をしていたが、コロナウイルスの影響で中止となった。今度、リモートでの講演会等での発表会を計画している。

また、上記の研究のうち、「エウロパ探査ミッションの検討」については、布施哲治氏を共同研究者として、2021年日本地球惑星科学連合大会の高校生ポスターセッションで発表予定である。

### Ⅲ－４ 実施の効果とその評価

本校SSH事業の中心となる、SS基礎・SSゼミでの課題研究について、2つの方法でその効果を分析した。第一に、本校独自のルーブリックを開発し、それを基とした評価結果を考察した。第二に、慶応大学の井庭崇教授の開発した探究PLカードを使用した生徒の自己評価を行い、その結果を考察した。

新たな評価法として開発中した、「科学的探究 基本コンセプトテスト」については、教科「探究」の項で述べる。

#### 1:ルーブリックを使用した評価

##### (1) ルーブリックの開発

本校の課題研究用に開発したルーブリックを使用して評価を行っている。(表1)

表1 評価用ルーブリック

	1	2	3	4
	高校入学時に到達していると思われるレベル	高校1年生で到達してほしいレベル	高校2年生で到達してほしいレベル	高校3年生で到達してほしいレベル
	研究の方法がわからない状態	教員に指示を受けて試行している状態	ある程度独力で研究を行うことができる状態	小さな研究者として、能動的に探求活動をしている状態
観点1 研究テーマの設定	テーマが漠然としており、絞り込まれていない。	教員の支援を受けて、テーマ設定をすることができた。	研究テーマに、自分独自の観点を付け加えることができた。	これまでの研究結果の考察から、新たな疑問点を見つけ出し、高校生なりに独創性のあるテーマに取り組んでいる。
観点2 研究の計画と実施	課題を解決するために、ふさわしい方法で取り組むことができなかった。	教員の支援を受けて、適切な方法で研究に取り組み、データの収集や資料の調査を行った。	疑問の解決のために、適切な方法を設定し、データの収集や資料の調査を行った。	疑問の解決のために、適切な実験を設定し、説得力のある十分なデータ・資料の調査を行った。
観点3 データ・資料の分析・考察	十分なデータが無く、適切な分析ができない。	教員の支援を受けて、データの分析を行った。	収集したデータを、適切な方法で分析・考察した。	収集したデータや調査した資料を、適切な方法で分析し、傾向やパターンを指摘することができ、他者を十分に説得できる考察ができた。
観点4 研究の発表	ポスターの内容は不十分で、原稿を読む発表しかできない。	教員の支援を受けて、ポスターや発表原稿を制作して発表した。	適切なポスターを作成し、原稿を見ずに、自らの言葉で発表することができる。	研究を説明するために、十分なグラフ等を作成することができた。自分の言葉で、質問について回答することができた。

(2) ルーブリックによる評価の結果と考察

11月の秋季発表会の終了後に、ルーブリックを利用して、教員評価・生徒の自己評価を行った。対象は「探究基礎」(高1全員)、「探究I」(高2選択者)履修者で、2020年度は、高1が172名、高2が39名である。

① 今年度の生徒は、期待したレベルに到達している。

図1より、2020年高1はほぼすべての観点で、期待するレベル2に到達している。2020年高2も、期待するレベル3に届いている。高1の観点3、高2の観点3は若干達していないが、僅差であり、例年と傾向は大きく変化してはいない。

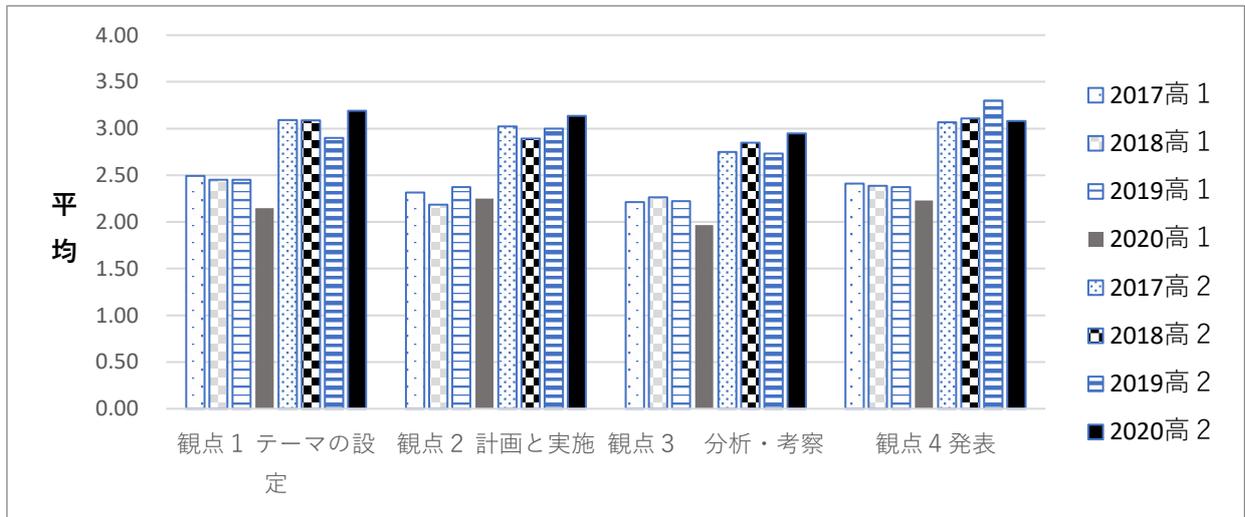


図1 評価の平均値 学年年度比較

② 高2になると自己評価が厳しくなる。

高2の選択者について、高1の時点での評価、また自己評価との比較を図2に示した。すべての年度で高1から高2にかけて伸びがみられている。また高1の時点では、教員評価より自己評価が高い傾向が、高2になると逆に低くなる傾向がみられる。この傾向は過去4年

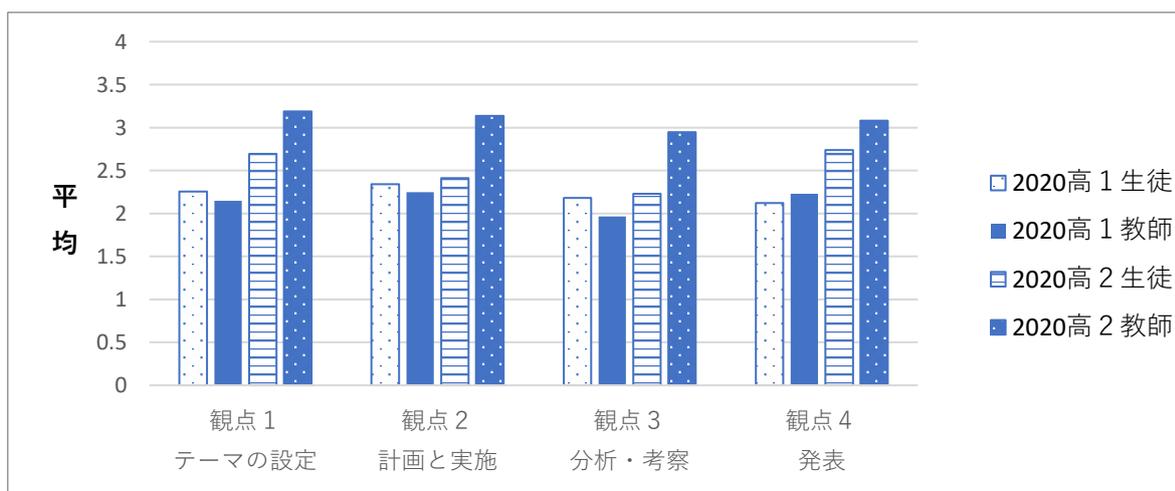


図2 生徒の自己評価と教員評価の比較

間同様にみられる。高2で自己評価が厳しくなることは、求める目標が上がっていること、自らをメタ認知する力が上がったことと関係しているとするならば、このこと自体がネガティブなものとも言えない。

③ 過去4年間、生徒の力はほぼ同水準で推移した。

図1に示すように、2017～2020年度の4年間について、高1・高2それぞれのデータ間には、ほぼ有意な差は見られなかった（分散分析： $p > 0.05$ ）。過去4年間の生徒の評価は、ほぼ同水準で推移している。

## 2:探究PLカードを使用した評価

### (1) 探究PLカードについて

「探究PLカード」は、井庭崇氏（慶應義塾大学総合政策学部教授、株式会社クリエイティブシフト代表）と株式会社ベネッセが共同開発したカード集で、探究学習で実績のある生徒や、その生徒を指導していた先生方にインタビューを行い、探究学習に取り組むうえでの経験則・秘訣を「パターン・ランゲージ」の方法で言語化したものである。

### (2) 探究PLカードによる自己評価の結果と考察

PLカードによる自己評価を行った。36のそれぞれについて、「実践している」・「少し実践している」・「実践していない」の3つの選択肢から1つ回答する方法で行った。

結果は「実践している」を2点、「少し実践している」を1点、「実践していない」を0点として、計算した。36のパターンを、探究をはじめ、A課題の設定、B情報の収集、C整理・分析、Dまとめ・表現、E振り返り、Teamで取り組む、といった項目に分類したものをレーダーチャートとして示した。

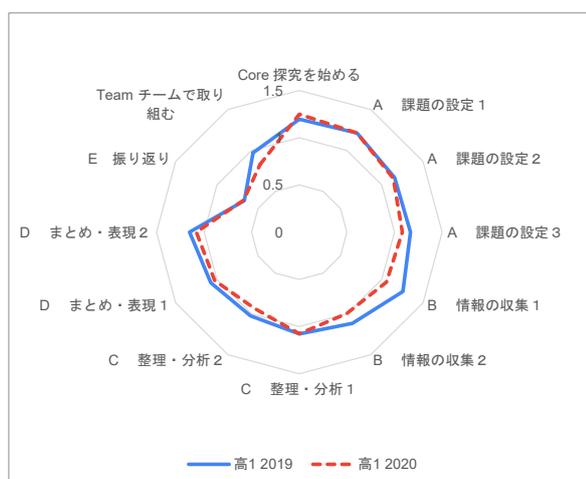


図3 探究PLカード自己評価  
高1年度比較

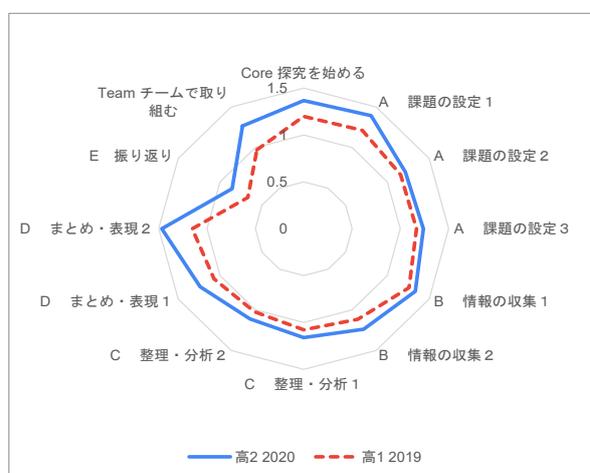


図4 探究PLカード自己評価  
学年間比較

図3には高1次の評価を、昨年と今年で比較したものである。B情報の収集1で今年が若干低い以外はほぼ同様の形で、探究を通した学びが得られていることがわかる。図4は今年高2の生徒たちの評価を、昨年の高1次と比較したものである。すべての項目で伸びがみられるが、特にA課題の設定、Dまとめ・表現、Teamで取り組む、では大きな変化がみられている。探究を継続することで、活動に使える引き出しが増えていることがわかる。

### Ⅲ－５ SSH中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況

中間評価において、以下のような指摘をいただいた。

- ・自ら問いを発見し探究する生徒を育成するための教育実践など、研究計画段階で設定した目的や目標に合わせた取組みがまだ十分なレベルで行われているとは言えない部分もあるため、実行すべき事柄を明確に示しつつ期間を区切って達成できたかどうか確認する等、組織的に進捗管理をしながら着実に取組んでいくことが望まれる。
- ・育成したい生徒像を明確にし、そこに向けて生徒が変容しているかといった検証という観点からも評価を機能させていくことが望まれる。
- ・生徒の自由な発想や課題意識に寄り添って課題設定や仮説を立てさせることが出来ているか、検証することが望まれる。
- ・生徒が主体的に問いを発見し、研究課題を深めていくための十分な時間が確保できているかどうか、検証することが望まれる。
- ・先進校の視察後、自校の事業改善に向けて何が必要か教員間で議論することや、教員相互で研修の質を高めていく取組も併せて実施するなど、教員の指導力向上に向けて今後も組織的に取組んでいくことが望まれる。
- ・引き続き成果を蓄積し、外部に向けて発信していくことが望まれる。

これらをもとに、今後以下のように改善・対策をとっていく。

#### 1. 実行すべき事柄の明確化

本校では、これまでのSSHの成果として、探究活動に全教員が携わるカリキュラム・ノウハウが蓄積されている。今後は、個々の教員が内在的にもっているスキルを見える化しながら、実行すべき事柄を改めて整理し、明確にしていこうと学校としてすでに動き始めている。

現状、問いの発見やその探究に関わる生徒への支援は「プロフェッショナルゼミナール」において各教員がそれぞれ個別に行っており、ゼミ個々としては、各々の理念にそった指導・支援が行われている。そこで、高校1年次の前段階として、問いの発見とその探究に関わる生徒への支援の方法を再考し、中学段階からの学年・学校としての取組みを濃厚にしていく。そして、それぞれの教員のもつスキル・ノウハウを共有しながら、基礎探究としての新たなカリキュラムを作成していく。

特に問いを日常的に意識するための手立てと、探究の基本的な手法を学ぶ「探究基礎」の充実は欠かせない。問いを日常的に意識するためには、科学への興味関心はもとより地域創生、環境保全といった社会の問題を自分事として捉える意識が不可欠である。したがって、まずは社会の問題に目を向けるべく、中学段階における、汎用的スキル形成と探究学習の機会を十分に学校として設定する必要がある。

そのために本校では「統計処理」「数理モデル作成」に重点をおいたカリキュラム、教材開発を中学段階から積極的に行っていくことを現在計画している。統計処理の手法を用いて、状況を客観的に数値化し、整理する。ここで新たに見えてくる問題は自分の問題であり、それが問いの発見となる。発見した問いに対するアプローチの方法は無数にあり、科学的にアプローチするか社会学的にアプローチするか、このマインドとスキルを十分に形成し、高校1年次の「プロフェッショナルゼミナール」につなげていきたい。

また、高校1年次学校設定科目「探究基礎」で、今年度はミニ探究を実験的に実施し、その効果から探究指導への示唆を得た。次年度においてはミニ探究の内容に改良を加え、複数回、スパイラル的に実施することで、生徒の探究力の向上を図りつつ、その効果を検証していく。

中学段階でのより充実した探究学習とその統計的処理の時間の確保、「探究基礎」におけるミニ探究の発展・充実、この2つが次年度の具体的な課題である。

## 2. 教育実践の達成状況の調査

現状では課題探究の教職員による評価と生徒による自己評価は本校オリジナルのルーブリックで行っている。また、現在は「形成的評価の見える化」の実現に取り組んでいる。実現に向け、校内で議論を繰り返す中で、特に次の3点を検証できる評価の在り方を追究している。

- ・自由な発想や課題意識に寄り添って課題設定や仮説を立てさせることが出来ているか。
- ・課題研究を深めていくための十分な時間が確保できているか。
- ・育成したい生徒像に向けて生徒が変容しているか。

育成したい生徒像について、改めて明確化することが望まれている。目指す生徒像『サイエンスドクター』はどういった要素を併せ持つ人物であるか整理し、調査項目に設定することで達成状況の調査を行っていく。

## 3. 教員の指導力向上に向けての組織的取組み

教員の指導力向上に向け、先進校の視察と公開授業の内化と外化の両輪を今後も継続していく。ただ、これまで先進校視察をした際、「本校として何をどのように変容していくか」の共有は教員間ではしてきたが、本校生徒にどのようにして落とし込むかの検証に時間がかかってしまい、実行になかなか移せなかったことは否めない。

今後は、視察メンバーがコアとなり、先進校の取組みで自校にも取入れ可能なもの、先進校と自校を比較した際に浮かぶ改善点などを議論し、改善につなげていくシステムを確立させる。このシステムを採用することで、必然的に教員全員がSSHを通じた学校改善のリーダーとなり、問題意識をもって事業に取り組むことができると考える。

また、日々の授業については、茨城大学からの協力のもとに、発展・向上していくような連携体制を現在整えている。本来ならば、今年度から一部の教科にて実施する予定であったが、新型コロナウイルス感染症の影響に伴いそれすらも断念せざるをえなかった。次年度は、双方向通信システム等を用いて、可能な限りの連携を行っていく。

## 4. 成果の普及

現状で行っている秋と春の成果発表会の一般参加（近隣の中高生）を現在検討している。今年度はオンライン上での開催を余儀なくされたが、その一方でオンラインの良さも実感することができた。オンラインを活用することで地域の中核としての本校の在り方をより一層、明確に示すことができる。成果発表会のような特別な行事でなくても、普段の探究活動の様子についてオンライン上で配信していくことで、地域の探究力の向上にも寄与できる。

まずは「プロフェッショナルゼミナール」の活動の様子、各学年での探究学習の様子を公開・配信していくことを検討している。また、外部への発信として、情報通信研究機構（NICT）の協力のもと、生徒が鹿嶋市の小学校に赴き、研究発表を行うこと、地域のラジオ局「エフエムかしま」と連携した活動実践も学校として、すでに計画し、実現に努めている。

## Ⅲ－６ 校内におけるSSHの組織的推進体制

### 1：SSH推進委員会

全校組織で研究開発を行うという趣旨のもとに、図Aのような組織を運営し、その中心にSSH研究推進委員会を設置した。研究組織は研究部・企画部・事務部と3区分し、研究部門を中心に全体の統括をSSH担当教頭が担当し、さらに運営指導委員会等の渉外部門を中心に全体を教頭が主管した。SSH研究推進委員会は校長を委員長とし、関係部署の長とスーパーサイエンスゼミおよび経理の担当者を中心に組織して、原則として毎月開催した。必要な日常の細かな事柄については、研究部会を毎週開催し、関係部署と連絡を密にとり、SSH研究推進委員会に提言した。関係各機関との連携は、図Bのような体制をとることとした。

図A.校内研究組織

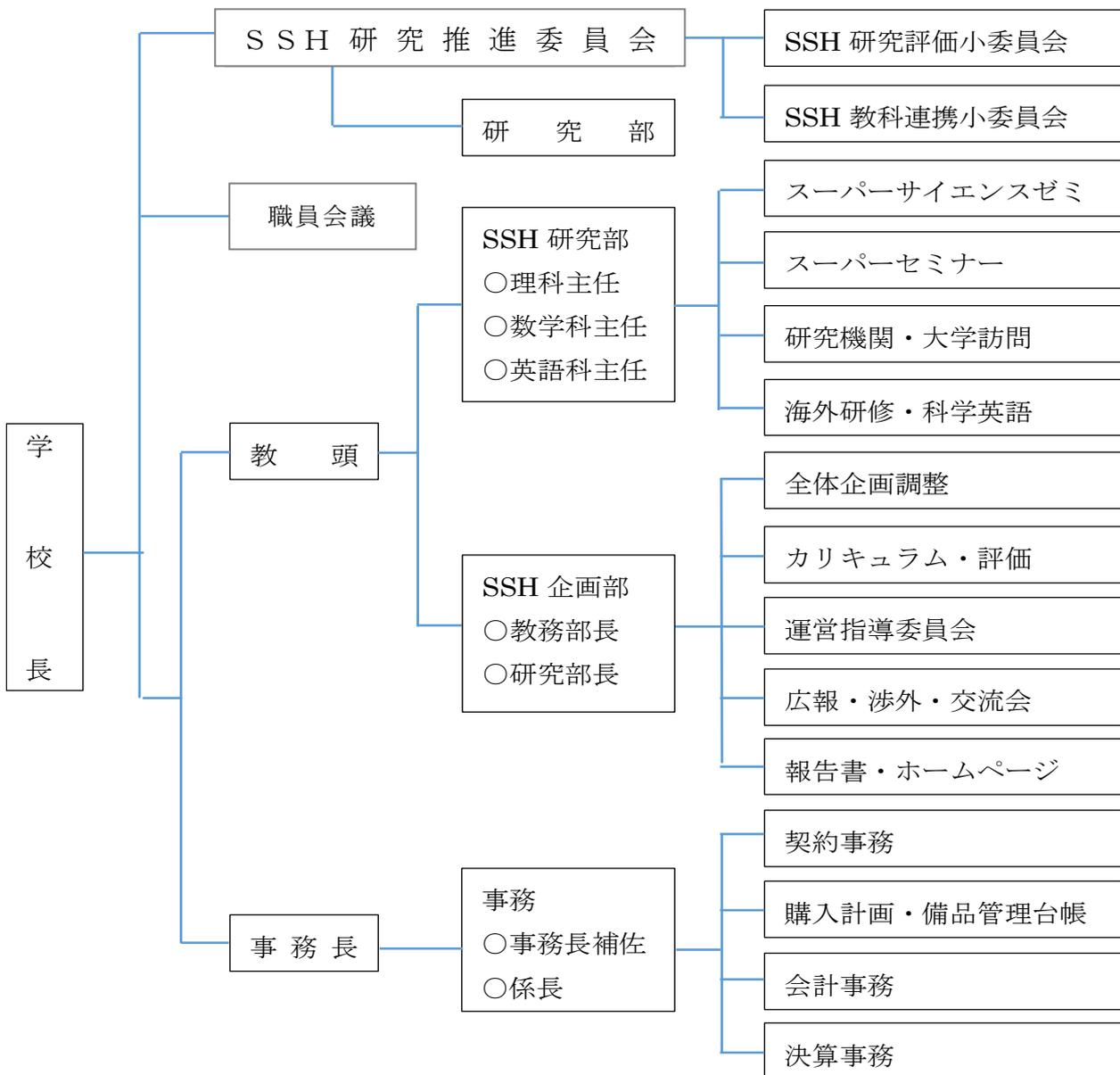
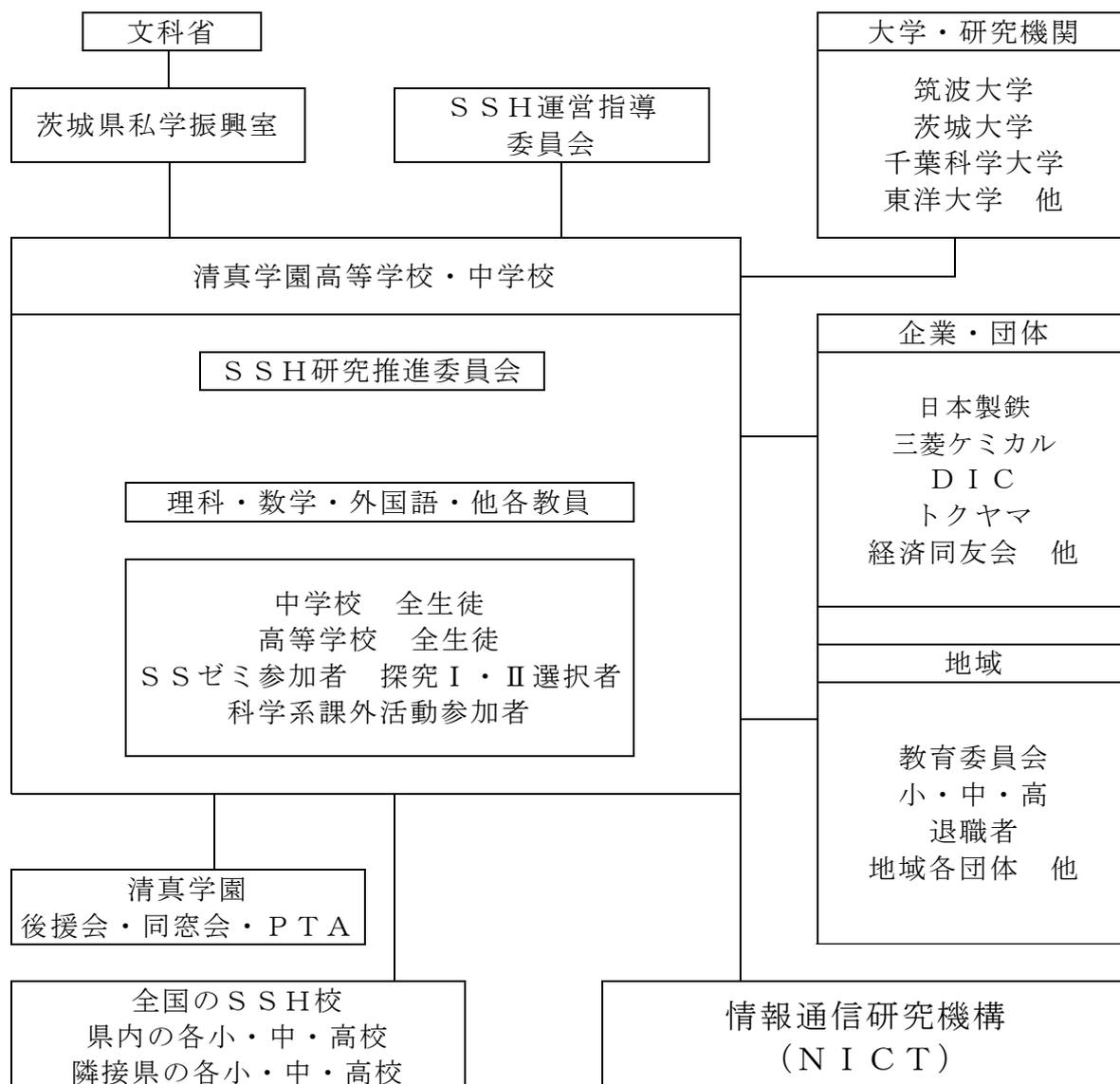


図 B.各機関との連携



2：運営指導委員

氏名（職名）	所属
石田 政義（教授）	筑波大学大学院システム情報系
松本 治（教授）	千葉科学大学薬学部
大辻 永（教授）	東洋大学理工学部機械工学科理数教育研究室
中里 亮治（准教授）	茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター
平田 昭雄（准教授）	東京学芸大学教職大学院教育実践創成講座
久保 英士（鹿島総務室長）	日本製鉄株式会社東日本製鉄所総務部
中村 文仁（総務部長）	三菱ケミカル株式会社鹿島事業所
川村 等（教育長）	鹿嶋市教育委員会

## IV 関係資料（運営指導委員会要旨・教育課程表）

### 運営指導委員会要旨

#### 令和2年度 第1回運営指導委員会

日時：令和2年6月23日（火）

場所：コロナウイルス感染症の影響でメール会議として開催

参加者：運営指導委員8名，清真学園教職員1名

議事：令和元年度（第3期SSH3年次）の事業報告について

令和2年度（同4年次）事業計画について（指導・助言等）

内容（質疑応答含む）

- ・ SSHについて，残念ながら，今年は屋外での活動はほとんど絶望だと思う。そのため一人ひとりの生徒の内側を磨くことになると思われる。
- 多くの対外的な行事が中止になったが，ゼミにおける活動や探究基礎の授業内容についても例年と異なる形で行う時間ができたと捉えている。研究テーマを見つける時間の確保，探究基礎における「ミニ探究」の実施を通し，生徒の内面の成長につながることを期待したい。
  
- ・ 新型コロナウイルスの対応で学校の現場では通常の学習すら思うようにできず，いわんや留学や校外学習・研修，発表会やゼミといった活動はしばらく休止とせざるを得ない状況と思う。
- 留学や校外学習など，遠方への移動が必要となる活動の実施はできないだろう。しかし，オンラインでの実施などの可能性を模索し，学校間での交流がなくなることはできるかぎり避けたいと考える。
  
- ・ モチベーションを確保しつつ，基礎学習の充実化や，普段ならなかなか会えないような方と遠隔でコミュニケーションを取りながらの授業など，こうした時期ならではの施策をぜひ積極的に検討・実施してもらえればと思う。
- 例えば，海外研修等，昨年度までは予算面から参加生徒数が限られていた活動も，遠隔でのコミュニケーションであればその制約がなくなり，より多くの生徒が交流できる機会が設けられる。今年度はそのような形で活動し，うまく行けば次年度以降も活動内容に取り入れていきたい。
  
- ・ アクティブラーニングで，できるだけデジタル化してきたが，この辺でアナログの良い点を見直すのもいいと思う。例として，以前，図書館に佐藤校長の学生時代のノートを飾っていたが，全く芸術的ともいえるもので，本当にびっくりした。このように物事を整理し，ヒトにアピールするという作業は，どうもアナログのノートの方がアドバンテージがあるように思えてきた。佐藤校長のノートは完成品だが，西寺郷太という音楽関係者の取材ノートがすさまじく，彼の本は完成に至る書き方を示してくれていて，内容が音楽関連なので，今の生徒には受けがいいかもしれない。
- 生徒の情報の整理や表現，伝達についてはまだ改善の余地はある。様々なものがICTに置き換えられつつある今だからこそ，アナログ的な手法を見直すことから新たな価値を見出

せるのかもしれない。

- ・ 全体としては、今までの実績があるのでこのまま続けていくのがよい。
- S S Hとしての取組みも14年目を迎え、教員側のノウハウが蓄積されてきた。しかし、中間評価における課題にもある通り、目標達成へ向かって組織的に取組むことが不十分である。これらの部分については真摯に受け止め、手段が目的とならないよう取組むべき事項を再確認しながら実践内容を検討していきたい。
  
- ・ 例年、生徒の取っ付きは良いと思うので、そのあとどう繋がるか検証するとよい。大学やその先まで、追跡してはどうか。
- S S Hでの取組みが生徒にどのような影響を与えているかは長期的にみていく必要がある。今後も卒業生に対する追跡調査を実施し、大学在学時や卒業後の様子を把握し、分析していきたい。
  
- ・ 自分の興味・関心を突き詰めるのがS S Hの取組みだと思うが、新型コロナウイルス感染症のようなグローバル災害といったものにも、課題として取組む生徒を育てることを考えるのが必要ではないか。台湾がS A R Sなどから学んだように、歴史は繰り返すということを学ばせて、ヒントを与えることもできるだろう。
- 実際に、今年度の研究でも新型コロナウイルスに関連した内容から研究テーマを選出している生徒もいる。自分自身が経験したことだからこそ、身近なものとして捉え、そこから問題意識が芽生えたのだと思う。所属ゼミの違いによって、同じ題材でも様々な切り口から研究テーマを考えることができる点は大きな利点である。
  
- ・ 医療でもそうだが、横断的なコーディネーターがいてもいいと思う。例えば京都大学の山中伸弥教授のように、専門外でも科学的な見地から積極的に関わろうとする姿勢も大切だ。
- 本校においてはゼミの内容と専門分野が近い教員が担当していることが多い。逆に言えば、専門外でない教員は担当にあたらぬということもあるので、学校としてS S H事業に取り組むためにも、すべての教員が担当にあたり、関わろうとする体制づくりを目指すべきであると考え。
  
- ・ 企業においても、対人距離を保つことを前提とした出社としており、また、テレワークの積極活用などの施策を実施しているところだ。テレワークやそれに伴うリモート会議等が半ば強制的に導入されたことにより、社員の仕事に対する意識改革も大きく進み、今まで想像も難しかったテレワークやW e b会議が今では当たり前のように行われるなど、働き方も大きく変わった。一方、職場におけるコミュニケーションの欠如など、テレワーク等に伴う負の側面も徐々に顕在化しており、ウィズ・コロナの世の中における働き方について会社としても試行錯誤をしているような状況である。教育の現場においても、オンライン授業等の3密の回避の諸施策に頭を悩まされているところかと思う。
- 約2ヶ月間の休校期間の間のオンライン授業の実施を経て、教員、生徒にとっても学習に対する意識の変化があったように感じる。対面でなくてもできること、逆に対面でなければできないこと、例えば協働的な活動などの意義が再確認できた点は大きな利点であった。

## 令和2年度 第2回運営指導委員会

日時：令和2年11月14日（土） 14：00～15：00

場所：清真学園（ZOOMによるオンライン会議として開催）

参加者：運営指導委員8名、清真学園教職員14名

議事：SSH秋季発表会の講評、第3期4年次の活動状況について

内容（質疑応答含む）

- ・ いつもと同じできれいに発表している。コロナ感染症の対策のため、オンラインでやりにくい感じかと思うが、あと4ヶ月でどこまで改善するか。

→ 例年に比べて研究の開始時期が約2ヶ月ほど遅れることとなった。しかし、昨年度行った中3総合学習での「卒業研究」や、探究基礎における「ミニ探究」の実施などを経て、生徒が自分から研究を進める様子が見られるようになった。これまでとは異なり、生徒自身に活動を任せることも多くなってきているが、研究手法については未熟な部分があることも事実である。教員側としてもサポートにあたっていく。

- ・ SSHでは何ができるのか。やらされてる感があるのではないか。自分から知りたい、知っていくことが大事。SSHの活動に取入れてもらいたい。

→ 生徒自身が教員に、「何をすればよいのか」を聞くことが多いが、それはまさしく「やらされ感」である。SSHだからという枠組みでとらえるのではなく、これからの社会を生きていくうえで必要なスキルであるということは生徒に対しても伝えていきたい。教員からは、生徒に「何がしたいのか」を問いかけるようにし、生徒が当事者意識をもって活動にあたる姿勢になることが大切であると考えている。

- ・ 今回の発表は環境問題をテーマとしたものが多い。環境問題は大切だが、コストのことを考えるという視点が抜けている。

→ 学校の中ではあまり考える機会がなかったため、そのようなアドバイスは大変ありがたい。実際、問題解決のためにはそれにかかるコストについても考えなければ実現可能かどうか判断できない。そのような視点があるということを生徒にも考える機会を「探究」やゼミ活動の中で取り入れたい。

- ・ 大変な状況下でも一生懸命やっているのは良い。グラフのタイトルがなかったり、抜けたりしている部分をフォローして欲しい。生徒への効果を知りたい。OBの意見、タイの発表を聞いての意見、清真の生徒がどう思ったのか？質的なところをもう少し緻密にしてもらえるとよい。

→ 「情報」や「探究基礎」でポスターやスライドの作成など、情報の表現や伝達について学習するが、表やグラフの見せ方については改善する必要がある。指導内容を見直したい。「ループリック評価」や各行事でのアンケートは実施しているが、各行事において、生徒の思ったことや行事を経て変化した部分など、より細かく振り返る必要はあると考える。質的な部分の改善をしていきたい。

- ・ スタジアムの研究を含めて、清真の地域特性を日常成果と関連付けていた。理科と数学との考え方が異なる。進化学は身近な教材を扱っているが研究の方向をもう一工夫すると良い。制御が難しい。また変数を設定するのが難しい。例えばエッセンシャルオイルの研究では、天然物を用いているがラベンダーの度の成分が効果をもたらしているかは教員側が提案していくことが必要。また、アカントアメーバの研究では、納豆菌がえさとして働いているのか、移動したのか、増殖したのかはわからない。

→ 「探究基礎」では「ミニ探究」などを通して「変数」を意識するように指導してきている。また、生物や数学とも連携して「変数」を取り扱うなど通常授業での落とし込みを図っている。知識としては知っているが、自らの実験に応用していくことがこれからの課題である。

- ・ コロナでやりづらいところもあるが机上ではなく、手を動かして探究している。全体的によくできているがもう一步踏み込んで条件設定、サンプルの意味合いを生徒が理解して研究して欲しい。やっているとしても実際に外に伝わっていない。先行研究がどうなっているのかも調べて触れることも必要。身近なことに疑問を持ち探究していくことが大切。最近の新入社員も指示待ちが多い。自分で疑問に思ったことを探究していく姿勢をはぐくむことが大切であろう。

→ 「探究基礎」において、「問いをつくる」活動や「ミニ探究」を通して研究の手法を学習しているが、それが自分の研究に十分反映されていない点は課題である。探究基礎で獲得しているスキルを通常授業やゼミ活動にも落としこみ、研究のレベルを向上していきたい。

- ・ やらされ感。学生が主体的にやっていないとは言っていない。優等生をつくることには成功しているが、学生たちにパワーが感じられない。研究は本当に好きだったら、邪魔しても勝手にやる。このような学生をつくりたい。外国と肩を並べていくには、自分がやったことに対してパワーを感じるような発表ができると良い。大学の実験はオンラインになり、実験教材を YouTube で教材を探すと高級品はアメリカ製、安いものは中国製が多く日本製は一切みあたらない。ネット上の状況を見ると日本はどうなっているのか。今後どうやって食べていくのか不安である。実態がないのに、権威は持っているがリーダーシップを持っていない。学生たちを見ていると、こういうことをやりたいからこうするというということが、留学生には感じるが、日本の学生には感じない。学術は強制的にやるものではない。既成概念からの脱却をSSHの中からやっていくことが大切では。

→ 本校においては今年度の関連行事はほとんどがコロナで中止となり、密になるのを避けながら発表会を実施している。SSHの成果は何なのか。全国の高校で話を聞くが、一般化できる方法がまだない。SSHも3期目となるが、成果を何をもって測定することができるのか、そのための測定法を模索している。本校で行ったことを抽出してどうすればどのような力が伸びるのかを考えていく。茨城大学の教育学部の先生と分析を行っているが分析結果が出次第報告する。

## 生徒研究テーマ一覧

ゼミ名	タイトル	要約文 (100字程度)
進化学	クロオオアリの学習能力の有無	私たちはクロオオアリの学習能力について研究した。これまでアリの方向認識に関する研究は先行研究として存在したが、学習能力についての言及はなされていなかったためである。そこでミルワームを餌として何回もアリに与え、巣に運ぶまでの時間に変化があるかどうか研究するに至った。
進化学	ゾウリムシに与える金属イオンと行動の関係	私たちはゾウリムシの繊毛の動きの変化について研究しています。6種類の無機イオンを入れ、それぞれの行動を顕微鏡で観察して、もとの動きと比較して行動の変化を調べました。
進化学	金属イオンがプラナリアの繊毛運動に与える影響	ゾウリムシは腹部に繊毛があり、それによって運動している。ゾウリムシも同じ繊毛で運動し、金属イオンを与えることで運動に変化が出ることが先行研究で分かっている。そこでプラナリアを実験材料とし、金属イオンを与えた時にゾウリムシと同じような反応をするのか、また違う反応をするのかを研究する。
進化学	長掌筋と耳介から考える痕跡器官の退化した時期	人体に残っている痕跡器官である長掌筋と耳介を動かす能力に着目して、中学生と高校1年生、2年生に、長掌筋の有無と耳介を動かす能力の有無についてアンケート調査を実施し、2つの特徴の間の相関関係を考察する。
進化学	DIFFERENCES IN THE STRENGTH OF THE MOLD USED IN FERMENTED FOOD	私たちは、食品を発酵させるカビについて研究しています。现阶段では実験に入るための環境整備を目的とした予備実験をしています。タイのPCCPLと共同研究を行っており、さまざまなカビについてデータを揃える予定です。
国際教養	外来種と在来種の区別は必要か	本研究では外来種と在来種の区別は必要であることを訴える。研究方法は、まず質問紙調査を通して外来種に対する認知度を測る。続いてそれを踏まえて外来種を区別することを訴えるため、啓発の在り方を提案する。
国際教養	開発途上国におけるスクールカウンセリングの在り方	学校の役割といえば学力を高めることに目が向きがちだが、学校は家庭とは異なる、もう一つの居場所を提供してくれる。本研究では、スクールカウンセリングに着目し、開発途上国においても機能する方策を考察する。
国際教養	ゼミがある意味とは	ゼミは何のためにあるのだろうか。部活動やテスト勉強など、自分のやりたいこともできず、さらには睡眠時間を大幅に削ってまでやらなければならないのは、どうしてか。生徒の立場からゼミの現状とあるべき姿を考察する。
国際教養	海洋プラスチック汚染は生態系にどのような影響を与えているか	世界の海には、およそ1億5,000万トンのプラスチックごみが存在し、海洋生物に悪影響を与えている。本研究では、海洋プラスチック汚染による生態系への影響を調査する。
国際教養	黒人と黒人文化に対する捉え方はなぜ違うか	昨今、アメリカにおける黒人差別に注目が集まっているが、黒人と黒人文化であるヒップホップやストリートカルチャーへの捉え方には差がある。本研究では、質問紙調査を通じてこの認知のずれがどこからくるかを分析し、考察する。
国際教養	プライバシーを確保した避難所とは	災害後の避難所ではプライバシーが確保されないという問題がある。それは被災者を精神的に追い詰めてしまう。本研究では、避難所のプライバシーを確保し、居心地の良い避難所生活が送れるように何が必要かを考察する。
国際教養	海洋プラスチック汚染について清真生に出来ることは	環境省のデータでは、海に流出するプラスチックごみは年間約800万トンと推計される。本研究では、海洋プラスチックごみを減らすために、清真生にできることは何か、その方法を考察する。
国際教養	アメリカにおけるコロナ差別の現状と課題	現在、世界中で猛威を奮っている新型コロナウイルスであるが、人々はこれに対して感染予防に努めている。しかし、コロナ差別という問題も発生している。本研究ではフィールドをアメリカとし、コロナ差別の現状と課題を考察する。
クリーンエネルギー	放射線が生体に与える影響	1986年4月26日に原子力発電事故で最悪のものと言われているチェルノブイリ原子力発電所事故が起きた。福島原子力発電所事故との比較も交えながら、自然環境に及ぼした意外な影響を見ていきたいと思う。
クリーンエネルギー	音力発電が未来に与える影響	人が生きていく中で音を出したり、聞いたりすることは当たり前のことだ。もしその当たり前を使って発電できるとしたらどれほど面白いだろう。そんなあまり知られていない音力発電と音力発電の未来について調べていく。
クリーンエネルギー	火力発電の燃料輸入と日本のエネルギーの未来	火力発電の燃料の輸入相手国を調べその危険性やどのようにすれば良いか改善点などを考える。そして火力発電や火力発電の燃料が無くなってしまった場合の日本のエネルギーの未来を考える。
クリーンエネルギー	地球温暖化の要因について様々な可能性について、考える	一般的に地球温暖化の要因は温室効果ガスと言われている。その中でも二酸化炭素については世界各国でその対策が練られているが、果たして本当に地球温暖化の要因は温室効果ガスだけなのか探っていく。
クリーンエネルギー	太陽光発電のデメリットと改善方法	ありふれた発電方法の中でも、二酸化炭素を出さず安全性の高い太陽光発電は一見とても良い発電方法に見えるが、デメリットが多々ある。その中のデメリットに対する改善方法を探っていく。
クリーンエネルギー	放射線が人間以外の生物に与える影響	長年、原子力発電については議論されてきたが、ほとんどの人は原子力発電に対して人間からの観点でしか見ていないのではないかと考えた。そこで人間以外の生物からの観点で放射線の影響について調べることにした。

クリーンエネルギー	太陽光パネルの寿命について	温室効果ガスを排出しないクリーンな発電方法である太陽発電のパネルを長く、効率よく使うにはどうすれば良いのかを考える。そこで太陽光パネルがダメになってしまう理由を調べることにした。
クリーンエネルギー	立地場所によって発電量の差はどれくらいあるのか	風力発電基が日本にどれくらい設置されていてどこの地域で活発に使われているのか知りたいと思ったのがきっかけ。活発に使われている地域とそうではない所とを比較してなぜ多いのか、なぜ少ないのかを理解していきたいと思った。
クリーンエネルギー	風力発電が発生させる騒音	風力発電は二酸化炭素や有害物質を排出しないが、風で回るブレードが発生する騒音がある。その騒音が原因で健康被害になる人がいる。なぜそのような事が起きるかを調べることにした。
クリーンエネルギー	火力発電が環境に及ぼす影響	火力発電は発電量が多く日本で最も多く利用されている発電方法である。しかし問題点もあり、今回は環境問題について取り上げる。火力発電によって発生する排気ガスが環境にどのような影響を及ぼすのか探っていき解決策を考える。
化学総合	カラフル化粧品	私たちは、化粧品に含まれている代表的な無機顔料の1つである酸化鉄系顔料について調べている。まず、アイシャドウに鉄(III)イオンが含まれていることを確認した。次に豚のレバーからブルシアンブルーを作った。
化学総合	新聞紙が油に与える影響	私たちは、窓についた油の汚れを落とすのになぜ新聞紙が使われているのかについて疑問を持ち、新聞紙が油に与える影響について詳しく調べてみることにしました。
化学総合	イオンとpHが発光強度に与える影響	私たちは、蛍光色素のフルオレセインを合成しました。そして溶媒のpHを変え、最も強く蛍光を発する条件を調査しました。具体的にはpHを4, 7, 10, 13と変化させました。
化学総合	エッセンシャルオイルがポリスチレン分解に与える影響	プラスチックは軽量で安価のため、産業や商業で重要性が高く多くの場面で使われていますが、自然に戻りにくく環境汚染の原因となっています。オレンジやレモンなどの皮に含まれているリモネンがプラスチックを溶かすことを利用して、リモネンが含まれている身の回りにある植物のエッセンシャルオイルでプラスチックを溶かすという試みに出ました。今回の実験では発泡ポリスチレン、所謂発泡スチロールという種類のプラスチックを用いました。
サラウンド	赤ちゃんや大人が落ち着く音の研究	赤ちゃんや大人が落ち着く音落ち着く音を利用し、安心して眠りやすい枕を制作した。枕に音の再生器具を取り付け、安眠効果を備えた寝具としての効果を確認する。
サラウンド	ギター製作とトーン回路の研究	エレキギターを製作してトーン回路の仕組みを研究した。ポリウムを用いた温室調整回路を組み込み、効果を確かめる。
サラウンド	ゲーム製作ソフトを用いたゲーム製作の研究	ゲームプログラムを製作するための開発ソフトを用いて、双六ゲームを制作した。楽しめる画像や動画のコントロールと判定を考案した。
日常に潜む数理	鹿島スタジアムグルメ計画	鹿嶋市を象徴する鹿嶋サッカースタジアムには美味しいグルメがたくさん！美味しい食べ物を並ばずに買って、観戦したいですね。私達はそんな要望を満たすことができるグルメの買い方を数学的観点から考察しました。
日常に潜む数理	鹿マップ	広大な面積をもつサッカー観戦において迷わずに観戦をするというのは難しいことである。その問題を解決するために私たちが考えたアプリがこの「鹿マップ」である。このアプリの主な機能としてはスタジアム内のナビゲートである。私達はこのアプリを提供することによりサッカー観戦をするにおいてスタジアム内で迷う人をゼロにしたいと思っています。
日常に潜む数理	鹿マップ	鹿島サッカースタジアムの地図アプリを作る。主な機能は、指定した位置へのナビゲーションだ。これは他の地図アプリと違い、地図を立体的に表示する事で、より正確にナビゲーションが出来る様になる。
日常に潜む数理	鹿マップ	私達は鹿島サッカースタジアムでサッカーを観戦するのににおいて便利なマップアプリの開発をしている。鹿島サッカースタジアムは広大なのに加え人も多いため迷ってしまった人も少なくないだろう。そこでこのアプリの開発に挑戦することにした。
日常に潜む数理	鹿マップ	鹿島スタジアムは広い。また、サッカー観戦に行く人により迷子になる確率が高くなる。そこで「鹿マップ」をつくろうと考えた。機能として、現在位置の把握、自分の席の場所把握、選択した場所へのナビゲーションなどである。特に選択した場所へのナビゲーションはサッカー観戦を楽しむために、無駄な時間を減らすことができると考えている。
日常に潜む数理	鹿マップ	スタジアムの中がとても広く露店の数がとても多い。行きたい露店があっても場所が分からずに迷ってしまう。それを解決しようと思いこのアプリを開発しようと思った。機能としては、現在地の確認後、露店やトイレの位置を確認できる。
日常に潜む数理	Work Out With! (Wow!)	近年巻き起こった筋トレブームにより、筋トレを始める人は増加している。しかしながら、新型コロナウイルスの影響により、マスクを外してトレーニングを行うジムは多くの人々にとって行きづらい場所となってしまった。そこで、オンラインでも高度で正しい筋トレを行うために私達は去年先輩方が研究していた「Cure Style」の技術を応用し、筋トレのフォームを正しいフォームと比較するアプリを開発する。
日常に潜む数理	Work Out With! (Wow!)	近年、筋トレブームやCOVID-19の影響で筋トレアプリの需要は高まっているが、既存のアプリではやり方が分かりづらい。そこで私達は、座標を利用して筋トレのフォームをアドバイスするアプリを作る。

ロボット	四足歩行ロボットのプログラミング	1年生は、個人での研究を始める前に、ロボットのプログラミングの基礎を学んでいます。その中で、私たちは「5つのモーターで構成された四足歩行型のロボットを意志通りに歩行させる」という共通の課題に取り組んでいます。
ロボット	二足歩行ロボットのプログラミングと研究	私たちは、昨年、四足歩行ロボットを作成し、プログラミングした。そこで得た知識や経験をもとに、より難易度が高い二足歩行ロボットを使い、いろいろな動作を行うプログラミングを研究している。
ロボット	LEGOでロボットを作ったゾ！！	レゴブロックを使い、キャタピラーロボットを作りました。四足歩行型ロボットでは、できなかった動作が可能になり、とても魅力的です。音声なども録音することができるので、喋らせる（再生する）こともできます。
地学	波崎における浮遊性有孔虫を用いた古環境の復元	私達の研究内容は茨城県、波崎の堆積物に含まれている浮遊性有孔虫の量や数から古環境を明らかにすることである。調べる堆積物は27種類ありそれぞれ採取された深さが違う。そのためこの採取された深さから堆積物の年代を明らかにして、それぞれの堆積物の古環境を明らかにする。
地学	エウロパ着陸探査の検討	木星の衛星エウロパの発見から400年、その着陸探査は未だ実現していない。この研究の目的は、エウロパにおける生命の可能性の調査のために着陸探査を行う探査機の構造、探査方法を検討することである。
地学	清真学園にある岩石試料データベースの作成	清真学園にある岩石試料をデータベース化し岩石の分類について検討を行う。データベースはExcelを用いて作成し、岩石の色や特徴から岩石を特定できるようにすることが目的である。
地学	北斗七星の固有運動による時系列変化	恒星は固有運動といってそれぞれ決まった方向に移動している。この研究では北斗七星の固有運動による時系列変化を通じて、恒星がつくる星座の形が今と昔で具体的にどのように変化するかを理解し、解明する。
地学	月面クレーターの深さ分布の解明	私たちは月面クレーターの深さを、月面の写真における太陽の入射角とクレーターの影の長さを使って、算出している。この研究によって、月面クレーターの深さ分布とその成因について解明することを目的とする。
新定理発見	メネラウスの定理の拡張	三角形ABCの辺AC, BC, AB上に点F, E, Iをとる。線分CIのI方向に延長した線上に点Dをとり、線分DE, DFと辺ABとの交点G, Hとする。このとき、 $IG/GA \cdot AF/FC \cdot CE/EB \cdot BH/BI = 1$ が成り立った。
新定理発見	台形に内接する円の半径について	まわりの辺の長さが決まっている台形とその台形に内接する円があるとき、円の半径を求められるような新定理を見つけた。
新定理発見	一般四角形の面積公式	プレートシュナイダーの公式という一般四角形の面積の公式がある。その公式とは違う条件で面積を表せないかと考えた。最初は2辺と4角、2回目は3辺とその間の角がわかっている四角形について考察した。
新定理発見	「n平方の定理が成り立つ図形」の性質	三平方の定理を拡張した定理、n平方の定理が成り立つ図形を考えた。その図形に関して辺の長さの比や面積比について調べた。
新定理発見	中点連結定理の発展	中点連結定理を発展させたものが台形で成り立つことがわかっているが、他の図形でも考えることができなにか調べてみた。図形を三角形と台形に分けて考えることで発展を考えることができた。
新定理発見	四角形の重心の性質	四角形にも重心があることは多くの人が知っているだろう。しかし、その数学的な求め方や性質を知っている人は少ないだろう。そのため、四角形の重心に関する性質を、座標幾何の考え方を利用して明らかにした。
新定理発見	ナポレオンの定理の拡張	ナポレオンの定理を拡張して「任意の三角形」から「任意の多角形」に置き換え、各辺を1辺とする正三角形の重心を結んだ時に、正多角形ができる条件を研究した。
手作りして科学する	手作りして科学する	私たちは身近にある物を手作りして研究していくゼミです。今年は、スマホやタブレットを利用した手作りプロジェクター、カビの生えにくさの原因、石鹸の性能について調べています。
英語ディベート	Debate Topic	Resolved: That the Japanese Government should ban the production and sales of fossil fueled cars, including hybrid cars, by 2035.
起業・情報発信	茨城の秋を食べよう EAT IBARAKI FALL	全国でも有数の農業大国である茨城県の栗や柿、さつまいもなどの秋の味覚を発信するため、訪日外国人向けに動画を作成しました。SDGsも踏まえた持続可能なおいしさを感じてみませんか。
起業・情報発信	訪日外国人の方に日本の和を伝えたい！	鹿嶋、潮来、佐原を中心に訪日外国人向けに観光プランを立てました。この地域にはまだ知られていない日本らしい場所がたくさんあります。その場所を観光地として知っていただくために「和」をテーマに動画を作成しました。
起業・情報発信	Run up together!!ノート共有アプリ	自分に合ったノートのまとめ方を探せる、共有できるアプリを開発する。ノートを共有した側はポイントが得られ一定のポイントがたまるとそのポイントでショッピングができる。似たような有償アプリがあるが無償化を目指し、ポイント制にすることで、共有した側も損をしない仕組みにしたい。
起業・情報発信	銚子観光ルート研究	銚子市の新たな観光資源を探して、景勝地・観光施設を結び観光ルートを考えた。
起業・情報発信	港文化の継承	佐原と銚子の日本遺産について、その歴史を踏まえて紹介動画を作成し観光甲子園に応募しました。

医療	肺がんが丸見えになる話	あなたは肺がんという名前を聞いたときにどんなことを思うだろうか。病気はかかってから対処をするより、かかる前に対策をする方がよい。ここではそんな肺がんの分類と対策を中心に分かりやすく話をしていく。
医療	白血病治療	白血病は、治療せずに放置すると1ヶ月ほどで命を落としてしまう、恐ろしい病気である。しかし、治療したとしても、5年生存率は30%ほどである。果たして、この病気はどのように治療するのか。
医療	口腔癌-堀ちえみさんを襲った癌-	口腔癌の一つである舌癌は口腔内に発生する癌の約90%を占める。昨年、堀ちえみさんが口腔癌であることを公表した。初めは小さな口内炎のようだった癌は少しずつ彼女を蝕んでいく。これを機に口腔癌について知ってもらい、早期発見に役立ててほしい。
医療	がんの化学療法	化学療法、いわゆる抗がん剤を使ったがんの療法は有名である。しかしそれがどんな時にどんな目的を持って行われるのか考えたことがあるだろうか。ここでは化学療法を行うタイミング、その目的について話をします。
医療	安定したセロトニンが ころを守る	憂鬱な気分から抜け出せないとき、私達の身体の中では、セロトニンが低下している。こころの病気は、誰でもなる可能性がある。こころを健全に保つには、セロトニンの分泌を高め、うまく働かせることが大切である。
医療	食事療法でがんを消す	食事療法という言葉聞いた時、どのような印象を受けるだろうか。美味しくがんも治る魔法のような治療法と思うかも知れない。だが実際のところ治るのだろうか、美味しいのだろうか、実際に作ってみたことなどを基に話をします。
医療	ピロリ菌と胃がんの関係	みなさんの胃の中にもいるかもしれないピロリ菌。そんなピロリ菌の特徴を知ること、将来、胃がんにならないかもしれない。では、どうすれば胃がんを予防できるのか。
医療	脳腫瘍とその他のがんとの違い	脳には、他の臓器とは違った様々な特徴がある。それらの特徴から発生する脳腫瘍の独自性を、その他のがんと比較することで明確にし、“脳腫瘍=脳にできるがん”というイメージを払拭する。
医療	胃がんの転移・再発	胃がんは日本を代表する病気の一つである。胃がんの治療後すぐに問題となるのは再発・転移である。胃がんの再発は完治が難しく、恐ろしいものである。私たちはこの再発・転移とどのように戦っていけば良いのか。
医療	紫外線が皮膚に与える影響	皮膚癌は生存率が高く、なじみが薄い癌である。また、日本は最も皮膚癌の少ない国である。しかし他の癌と同様死に至る恐ろしい病気です。そんな皮膚癌の要因である紫外線との関係についてここでは話をします。
医療	アルツハイマー病の新治療リコード法	従来の治療ではアルツハイマー病は「治せない病気」であった。それ故死因ランキングでも目立っており、癌と同等の危機感を持つ必要がある病となってしまった。しかしリコード法はそのような状況を変えられるかもしれない。
音楽史	チャイコフスキーの魅力満ち溢れるバレエ音楽	オーケストラの曲に触れる中、ロマン派の作曲家として有名なチャイコフスキーの音楽は、美しく、親しみやすいメロディーが印象的である。その中でも3大バレエ音楽の人気と魅力について探っていく。
刑法・刑事裁判	やってるかもしれない犯罪	普段私たちが何気なくやっているかもしれないこと、漫画やドラマでよく見ること（行動）などの例をとりあげ、どんなことが犯罪に分類されるのか、ということをお調べします。
刑法・刑事裁判	少年による犯罪数の変化	昔と今の少年による犯罪数の違いを研究し、変化があった場合、なぜ昔と今で違いがあるのかをみつけ、今後その研究結果を使って少年による犯罪数を、どう減らすことができるか発表する。
刑法・刑事裁判	拷問から考える刑罰	あなたは拷問と刑罰の関係性について考えた事がありますか？私達は、今年から刑法について学び始め元々、拷問に興味があったので、拷問と刑罰の関係性を研究することにしました。
刑法・刑事裁判	少年非行から見られる傾向について	日本には、20歳未満の者、少年を対象とする少年法がある。何故少年法があるのか。それは少年に社会復帰を望めるからである。この研究では、社会復帰を望まれている少年の少年非行に傾向が見られるのか調べている。
刑法・刑事裁判	海外と日本の少年法の違い	近年の日本では、少年法の適応年齢の引き下げや廃止などの厳罰化に賛成する人が増えてきている。このような意見が多いのは、海外と日本の少年法の違いを調べることで、理由が分かるのではないかと考えた。
刑法・刑事裁判	少年法は何故できたのか	少年法は何故、どのように出来たのか気になり、少年法についての歴史と公布に至るまでの経緯を調べました。少年法がどんな思想に基づいて作成されていたのかも分かりました。
刑法・刑事裁判	線路の置石について	たまにニュースで見る線路の置石の事件というのは、どのような影響を及ぼすのか、そして、その罪を犯した犯人はいくらの損害賠償が請求され、どの法で裁かれるのかを近年の事例を参考にまとめました。
刑法・刑事裁判	死刑制度廃止と税金	私はゼミに時間に受刑者には多額の税金がかかっているのを知った。一方、近年では死刑制度を廃止し代替刑として終身刑制度にしようとする動きも出ている。そこで死刑制度廃止による税金の変動はあるのかを調査した。

教育を考えよう	糖分と集中力の関係について	「集中力を上げるために糖分を摂る」という言葉を聞いたことはありませんか？私達は、糖分と集中力の関係について、摂る時と摂らない時でのタイピングの正確率の結果を用いてその関係を調べました。
教育を考えよう	体育祭を盛り上げるためには	清真学園の体育祭の優勝団には偏りがある。競技の指導法を統一すれば、接戦になり、より盛り上がるのではないかと考えた。そこでまず、競技の中で最も多く行われる「走る」ことについての指導法を調べることにした。
教育を考えよう	年代による理想の恋人の変化	人間関係において、人が相手に求めるものや重視する点は何か。それを最も分かりやすく示しているのが恋愛であると私たちは考えた。そこで年代の違いによる理想の恋人に求める条件の変化について調べることにした。
教育を考えよう	新型コロナウイルスの流行による生徒の行動と気持ちの変化	今年、新型コロナウイルスの流行により、様々な社会変化が起こりました。それに伴い、本校の生徒の行動や気持ちがどのように変化したのかについて、アンケート調査を行いました。
武士の時代を考える	藤田東湖の思想	水戸学者の一人である藤田東湖に着目し、東湖の著書『回天詩史』を研究対象とした。そして、東湖の役職と思想との関わりに焦点を当て、思想の中心にあるものについて探っていく。
武士の時代を考える	蘭学が社会に与えた影響	蘭学者前野良沢の封建制批判論を研究対象とし、その思想が社会に与えた影響を考察の対象とした。
武士の時代を考える	織田家とキリスト教の関係について	ルイス・フロイス『日本史』と『信長公記』を素材に織田家家臣団のキリスト教改宗について考察を加える。
サイエンス コミュニケーター	食虫植物の不思議	同じ食虫植物であっても、虫の捕らえ方、仕組みはそれぞれ異なります。私たちは、個性豊かな食虫植物たちについて、研究し、教材開発をしました。
美術	絵画作品にクロスシェレースをカラー ージュすることの効果	作品制作における自分の表現の幅を広げるため、フランス発祥のかぎ針編みのレースであるクロスシェレースを油絵にカラーージュすることによる効果について研究し、その技法を用いた作品を制作しています。
美術	アルチンボルドのだまし絵の手法による 効果について	アルチンボルドのだまし絵について調べ、実際に自分でも描いてみるというものです。彼のだまし絵の手法を用いて、工夫してある点を探し、有名なオーダーリーヘップバーンの写真を花のモチーフで描きます。
美術	空間表現と遠近法	普段目にしていないものや空間がどうやって平面上に描かれているのに興味を持った。空気遠近法と線遠近法それぞれを使って作品を制作し、自分の表現の幅を広げる。
美術	ターナーの光の表現とその効果につ いて	19世紀に活躍したロマン主義の画家、ウィリアム・ターナーの絵画の表現や特徴を調べ、清真学園内の風景をターナー風に描いています。また、そこからどのような効果が生じるかの研究をしています。
美術	画風による印象の変化について	特徴的な漫画家の画風を人物画に絞って複数調べ、それを参考に自分でも人物画を描く。それぞれの絵を見比べるアンケートを取り、画風によって印象がどう変わるかを調べる。
美術	アントニオ・ロベスの絵を模写する	アントニオ・ロベスはイタリアを代表する画家である。ロベスの絵を模写しながら、絵をより写実的に描くためには何を意識したら良いかを研究した。
美術	対角線の構図を用いた絵画を制作する	対角線の構図は絵画にそれぞれ違う印象を持たせる。私は同じモチーフをそれぞれ違う構図で描くことを通してその構図の持つ効果、印象をコントロールする術を体感しようと考えた。
スポーツ総合	どのフォーメーションが強いか	各々のチームにはフォーメーションがあり、勝利する回数が違います。私は今回、リーグごとの各々のサッカーチームのフォーメーションに目を向けて研究することにしました。
スポーツ総合	プロスポーツ選手のセカンドキャリア 問題とその解決策	まずセカンドキャリア問題とは、プロスポーツ選手がスポーツを辞めた後の仕事につけないという問題です。私は今回政府の視点でセカンドキャリア問題解決方法を考えていきます。
スポーツ総合	スタジアムの大きさとチームの強さ	どのチームにもホームスタジアムがあり、チームによって特色が違います。私は今回、そのスタジアムの大きさに目を向けて研究することにしました。
スポーツ総合	プロスポーツとパートナー	どんなスポーツでも試合を観に行くとスポンサー企業が紹介され、試合の運営に携わっていることがわかります。私は今回、そのスポンサー企業に視点を向けて研究していきます。
現代文化批評	「蟲師」人と自然の共生ー里山文化と の比較ー	漫画「蟲師」では、舞台になる村ごとに独自の自然との交わり方がみられる。こうした閉鎖的な共同体における偏向した価値観は現実にもみられるのか、里山文化との比較から分析する。
現代文化批評	「クスノキの番人」と東野圭吾のファン タジー作品	東野圭吾氏は、その文才と膨大な知識による幅広いジャンルの作品で、広い年代の人々に愛読されている。その中で、彼のファンタジー小説に注目し、新作『クスノキの番人』を通してその人気の秘密を探っていく。
現代文化批評	「範馬刃牙」に見る親子関係	私の研究内容は、「範馬刃牙」の親子関係と現代の親子関係の違いについてです。「範馬刃牙」での異常と言える親子関係と現代の親子関係を比較し、その違いについて研究します。
現代文化批評	初音ミクの使われ方	まず、VOCALOIDという、機械に歌を歌わせるジャンルがあり、その中で最も有名なのが「初音ミク」だ。最近では初期に比べ、理解されてきているが、その一方でボカロのキャラ達が歌うだけ道具にされているように感じた。そこで、初期と現在のボカロの曲やMVを比べ、VOCALOID達が道具とされているのか、そうでないかを調べた。
微生物	アcantアメーバの生育に最適な納豆 菌の濃度	アメーバを培養するために使用する、納豆菌を抽出した「納豆水」を作る際の納豆菌の濃度を変えてアメーバを培養し、顕微鏡で数を数えてそれぞれを比較することによって、アcantアメーバを培養するのに最適な納豆水の濃度を調べました。

# 教育課程表

清真学園高等学校教育課程編成表

2020年度 全学年 教育課程 (SSHとして実施)

教科	科目等	標準 単位	第一学年(43期)		第二学年(42期)		第二学年(42期)		第三学年(41期)		第三学年(41期)	
			単位	選択	単位	選択	単位	選択	単位	選択	単位	選択
国語	国語総合	4	5									
	国語表現	3										
	現代文A	2										
	現代文B	4		2		2		2		2		
	古典A	2										
地理歴史	古典B	4		3		3		0~4	☆	0~4	☆	
	世界史A	2	2									
	世界史B	4		2	●	2	○	4	■	4	□	
	日本史A	2	2									
	日本史B	4		2	●	2	○	4	■	4	□	
公民	地理B	4		2	●	2	○	4	■	4	□	
	現代社会	2		2		2		2	■	2	□	
	倫理	2		2	●	2	○	2	■	2	□	
数学	政治・経済	2						2	■	2	□	
	数学Ⅰ	3	3					3	☆	3	☆	
	数学A	2	3									
	数学Ⅱ	4		4		4		4	☆	4	☆	
	数学B	2		3		3						
学校設定科目	数学Ⅲ	5								5	★	
	SS数理									3(変更)	★	
理科	科学と人間生活	2	3									
	物理基礎	2		2	●	3	○	2	◆	2	◆	
	物理	4								4	◆	
	化学基礎	2	2					2	◆	2	◆	
	化学	4		2	●	3				4	◆	
	生物基礎	2		2	●	3	○	2	◆	2	◆	
	生物	4								4	◆	
保健体育	地学基礎	2		2	●			2	◆			
	体育	7~8	3	3		3		2		2		
芸術	保健	2	1	1		1						
	音楽Ⅰ	2	2	○								
	美術Ⅰ	2	2	○								
	工芸Ⅰ	2	2	○								
	書道Ⅰ	2	2	○								
	音楽Ⅱ	2						2	◇			
	美術Ⅱ	2						2	◇			
	工芸Ⅱ	2						2	◇			
書道Ⅱ	2						2	◇				
外国語	コミュニケーション英語Ⅰ	3	3									
	コミュニケーション英語Ⅱ	4		3		3						
	コミュニケーション英語Ⅲ	4						3		3		
	英語表現Ⅰ	2										
	英語表現Ⅱ	4						1~3		0~3		
	英語会話	2										
学校設定科目	科学英語Ⅰ		3(変更)			3(変更)						
	科学英語Ⅱ			3(変更)		3(変更)						
	科学英語Ⅲ							3(変更)		3(変更)		
家庭	家庭基礎	2		2		2						
	家庭総合	4										
情報	社会と情報	2	1【特例】									
学校設定教科(探究)	探究基礎		1(変更)									
	探究Ⅰ			1	☆	1	☆	1	☆	1	☆	
探究Ⅱ												
総合的な学習の時間	SSゼミ・探究活動等	3~6						1		1		
総合的な探究の時間	SSゼミ・探究活動等	3~6	2	1		1						
合計			36	35~36		35~36		19~36		19~36		
特別活動	ホームルーム活動(週当たりの時間数1)											

1つの教科または地歴・公民科の中で ●から2科目必修選択 ◆から2科目まで自由選択 ■から8単位・3科目まで自由選択  
○から1科目必修選択 ◇から1科目自由選択 □から4単位・2科目まで自由選択  
☆その科目を自由選択 ★その科目を合わせて自由選択

※ 清真学園高等学校は、平成29年度より、スーパーサイエンスハイスクール研究開発校の指定を文部科学省から受けたことに伴い、教育課程上の特例措置がある。

※ 教育課程上の特例は【特例】、教育課程上の変更は(変更)を、当該学年の単位の欄に記載。  
【「社会と情報」の1単位を「探究基礎」に振替、「英語表現Ⅰ」は「科学英語Ⅰ」、「英語表現Ⅱ」は「科学英語Ⅱ」の中で扱う。】

※ 表中の「SS」は、「スーパーサイエンス」の意味である。

## (B) 中学校

## 令和2年度 教育課程

## 各教科等の授業時数

教科等	令和2年度 (2020)			合計
	第一学年	第二学年	第三学年	
国語	175	140	175	490
社会	105	105	140	350
数学	175	210	175	560
理科	140	140	140	420
音楽	45	35	35	115
美術	45	35	35	115
保健体育	105	105	105	315
技術・家庭	70	70	35	175
外国語	175	175	175	525
道徳	35	35	35	105
特別活動	35	35	35	105
総合的な学習 の時間 ※	85	105	105	295
総授業時数	1190	1190	1190	3570
	34	34	34	102

※ 総合的な学習の時間において、次の授業を行う。  
「SSキャリア探究」 第三学年（35単位時間）  
（「SS」は、「スーパーサイエンス」の意味である。）

## 編集後記

令和2年11月14日(土)に開催した第2回運営指導委員会(ZOOM会議)における石田政義(筑波大学大学院教授)先生からの指導内容の中に、私たちが本校SSH研究開発について振り返る視点があると感じました。

○優等生をつくるのには成功しているが、生徒に「やらされている感」はないか。

○研究を進める生徒にパワーが足りているか。パワーとは、「やるな。」と言ってもやる底力である。実験の結果を伝えようとする底力である。

○学術とは、強制的にやるものではない。

○学術とは、既成概念からの脱却である。 等

このような石田先生の指導内容から、私たちは、生徒の行う課題追究への指導や助言について再確認をする必要があると考えます。生徒の知的関心や追究意欲を引き出し課題追究を持続させるために、指導者としての適切な関わりを組織として検討しながら行っているだろうかという再確認です。生徒の課題追究において、疑問や問題点の発見、生徒個々の素直な問題意識、課題の設定の仕方、仮説へのアプローチ方法、科学的な視点、研究に対する強い意欲等を助言したり喚起したりして「やらされている感」ではない課題追究が一層高いレベルで実践できるようにしたいと考えます。

「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～(答申・令和3年1月26日・中央教育審議会)が示されました。この中では、教師が子供一人一人の特性や学習進度、学習到達度等に応じ、指導方法・教材や学習時間等の柔軟な提供・設定を行うことなどの「指導の個別化」と、教師が子供一人一人に応じた学習活動や学習課題に取り組む機会を提供することで、子供自身が学習が最適となるよう調整する「学習の個性化」を行うことによって、子供が「個別最適な学び」を進められるようにすることを求めています。また、子供同士の異なる考え方が組み合わさり、よりよい学びを生み出していくようにする「協働的な学び」も求めています。「協働的な学び」においては、生徒が同じ空間の中でお互いの感性や考え方等に触れ刺激し合い、新しい何かを創出する過程が重要であると考えます。本校のSSH研究開発は、この「個別最適な学び」と「協働的な学び」に生徒個々の将来への自己実現に大いにつながる本校の独自性を加えて、その実現を目指していきます。

本校のSSH研究指定は、来年度に3期目の5年目を迎えます。今後コロナ禍の影響はあると想像しますが、工夫・改善を加え生徒の学習活動を進めてまいります。運営指導委員の先生方や大学・研究機関・各企業の研究者の方々、関係の皆様には、改めましてご指導・ご批正をお願い申し上げます。(増田 年男)

表紙の写真 「妖艶」

(高校2年 岸野 令佳 撮影)

### 平成29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 第四年次

発行日	令和3年3月31日
編集人	清真学園高等学校・中学校SSH研究推進委員会
発行人	清真学園高等学校・中学校
所在地	〒314-0031 茨城県鹿嶋市宮中4-4-8-5
電話	0299-83-1811
FAX	0299-83-6414

**SSH**



**SEISHIN**