

平成 27 年度指定

スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書

第 5 年次

令和 2 年 3 月

大阪府立豊中高等学校

目次

目次	2
巻 頭 言	4
学校の概要	5
❶令和元年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）	6
❷令和元年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題	10
第 1 章 研究開発の課題	13
(1) 本校の教育目標と第 1 期（平成 22 年度～平成 26 年度）の取組の成果	13
(2) 第 1 期の課題	13
(3) 第 2 期（平成 27 年度以降）の研究開発課題	14
第 2 章 研究開発の経緯	16
(I) 中高大 5 年間の一貫した科学人材育成プログラムと、地域に根ざした持続可能な連携事業の研究開発	16
(II) 「心」を育てる科学コミュニケーション学習と「心」を測る評価法により、探究活動のさらなる深化をめざす教育システムの研究開発	17
(III) 4 技能統合型・課題解決型学習に基づく国際性育成プログラムの研究開発および科学教育における評価基準の国際的な共同研究開発	19
第 3 章 研究開発の内容	23
(I) 中高大 5 年間の一貫した科学人材育成プログラムと地域に根ざした持続可能な連携事業の研究開発	23
1. A1-1：SS 課題研究基礎～A1-3：SS 課題研究 II	23
2. A3-1：スーパーサイエンスセミナージュニア(SSSJ)	38
3. A3-5：豊中オーナーリーダーズ	40
4. B1-3：生物研修	43
5. B1-4：地学研修	45
6. B1-6：ラボ実習	47
7. B2-1：サイエンスキッズ	48
8. B2-2：サイエンスジュニア	49
(II) 「心」を育てる科学コミュニケーション学習と「心」を測る評価法により、探究活動のさらなる深化をめざす教育システムの研究開発	50
1. A1-1：SS 課題研究基礎，A1-2：SS 課題研究 I	50
2. A2-1：SS 理数物理	50
3. A2-2：SS 理数化学	54
4. A2-3：SS 理数生物	59
5. A3：SSS（スーパーサイエンスセミナー）	63
6. C1：生物研究部	67
7. C2：電気物理研究部	70
8. 心のループリックによる(II)の仮説の検証	72
(III) 4 技能統合型・課題解決型学習に基づく国際性育成プログラムの研究開発および科学教育における評価基準の国際的な共同研究開発	73
1. D1-1：国際共同研究事業	73

2. D1-2：海外研修	75
3. D1-3：国際科学コンテストなど	77
4. D2：TOEFL 仕様の英語授業	78
第 4 章 実施の効果とその評価	79
(1) 実施の効果とその評価	79
(2) 生徒への効果	82
第 5 章 中間評価において指摘を受けた事項の改善・対応状況	83
第 6 章 校内における SSH の組織的推進体制	84
(1) 研究組織	84
(2) 経理組織	85
(3) 役割分担	85
(4) 組織的な取組のための主な実践例	85
第 7 章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及	86
(1) 実施上の課題と今後の取組	86
(2) 今後の研究開発の方向・成果の普及	87
関連資料 1 教育課程表	88
関連資料 2 課題研究に係る取組以外の取組	92
関連資料 3 心のループリック ver 1-3	93
関連資料 4 運営指導委員会の記録	95

巻 頭 言

校長 平野 裕一

本校は大正 10 年に大阪府立第十三中学校として創立され、今年度 98 年を迎える大阪府内有数の伝統校です。この間、文武両道の伝統の下、社会で重要な役割を果たす人材を輩出してきました。平成 23 年 4 月に、大阪府教育委員会より GLHS（グローバルリーダーズハイスクール）に指定され、将来国際舞台で活躍する人材育成をめざしています。

さて、SSH（スーパーサイエンスハイスクール）事業のキーワードは、「先進的な理数教育」、「高大接続」、「国際性」、「創造性」、「独創性」です。

本校は、平成 22 年度に SSH の指定を受けて以来、これらのキーワードに添って、「国際的に活躍でき、日本の科学技術をリードする人材育成」を研究開発課題に掲げ、研究を進め、平成 26 年度で第 1 期を終了しました。

第 2 期となる平成 27 年度からは、新たに、「科学する『ココロ』と『ヒト』を育てる豊中スタンダードプログラム」を研究開発課題に掲げて研究を継続し、今年度は最終年度を迎えました。SSH 第 2 期事業に取り組んだこの 5 年間を振り返りますと、本校の生徒はもとより、教職員に対しても大きな影響をもたらし、先進的な研究成果を残すことができたと自負しております。

1 点目は、心のループリックの結果などのデータをもとに組織的に考察を行い、次年度の実践にむけて工夫・改善案を実施計画に盛り込み、実行し、再び検討を重ねるというエビデンスベースのカリキュラムマネジメントが実施できたという点です。具体例を申し上げれば、360 名を対象とした 1 年次の SS 課題研究基礎において、効果的・効率的・組織的な指導方法を確立することができたという点などがあげられます。

2 点目は、課題研究で養われた教員の指導方法のノウハウが、理科などの専門科目の授業実践に活かされているという点です。思考力や判断力の育成を意識した授業展開が見られ、主体的・対話的で深い学びを志向する新しい学習指導要領の先進的取り組みであるともいえます。

3 点目は、卒業生を中心とした「豊中オーナーリーダーズ」が、本校生の課題研究などの学習活動に加え、小・中学生への指導に自主的に関わるような組織に変容してきたことがあげられます。このことは、本校の SSH 事業の一つの柱となる「中高大 5 年間の一貫した科学人材育成プログラム」の到達点でもあります。

結びとなりますが、SSH 事業実施につきましては多くの方々のご協力とご支援により進めていくことができました。文部科学省の皆様、科学技術振興機構の皆様、大阪府教育委員会の皆様、運営指導委員会の皆様には多大なご指導をいただきました。また豊中市教育委員会の皆様、大学関係者の皆様、各種研究機関や企業の皆様、近隣の小中学校の皆様にもお世話になりました。ここに厚くお礼申しあげますとともに、今後なお一層のご支援、ご指導を賜りますようお願い申しあげます。

学校の概要

おおさかふりつとよなかこうとうがっこう

- (1) 学校名 大阪府立豊中高等学校
校長名 平野 裕一
- (2) 所在地 大阪府豊中市上野西 2 丁目 5 番 12 号
電話番号 06-6854-1207
FAX 番号 06-6854-8086

- (3) 課程・学科・学年別生徒数、学級数及び教職員数

* 令和 2 年 1 月現在

①課程・学科・学年別生徒数、学級数

課程	学科	第 1 学年		第 2 学年		第 3 学年		計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
全日制	普通科 (理系)					198 (95)	5	198	5
	文理学科 (理科)	357	9	361 (212)	9	158 (76)	4	876	22
計		357	9	361	9	356	9	1074	27

②教職員数

校長	教頭	首席	教諭	養護 教諭	常勤 講師	非常勤 講師	実習 教員	ALT	事務 職員	他	計
1	1	2	57	2	4	10	3	2	5	4	91

(4) 大学入試の状況

平成 31 年度入試における四年制大学における理系合格者数ののべ人数

71 期生（現役）313 名 70 期生以前（一浪以上）236 名

(5) 研究歴

① エル・ハイスクール（次代をリードする人材育成研究開発重点校）

平成 15 年度から平成 20 年度の間、大阪府教育委員会より指定

「学びの意識を高め、進路実現を図る」を主テーマとし、次のテーマに取り組んだ。

- ・ 学習への確かな動機付けを行う授業内容・授業形態の研究
- ・ 進路への目的意識を高める高大連携の充実の研究
- ・ 行事・部活動など本校の特色ある自主活動推進の研究

② サイエンスパートナーシッププロジェクト

科学技術振興機構より助成を受け、以下のものを実施した。

- | | |
|--------------------------------------|-----------|
| (i) 平成 18 年度 生物特別臨海実習〔講 A—学 640〕 | 受講人数 8 名 |
| (ii) 平成 19 年度 生物特別臨海実習〔講 A—学 2122〕 | 受講人数 22 名 |
| (iii) 平成 20 年度 生物特別臨海実習〔講 A—学 82047〕 | 受講人数 14 名 |
| (iv) 豊中高校・サイエンスセミナー2008〔講 A—学 84041〕 | 受講人数 52 名 |

③ サイエンスセミナー

平成 17 年度から実施しており、特に平成 18～19 年度においては、財団法人・武田科学振興財団より「高等学校理科教育振興奨励」研究助成を受けた。

(6) その他特記すべき事項

大阪府教育委員会よりグローバルリーダーズハイスクール（GLHS）の指定を受け、平成 23 年度入学生より文理学科 4 クラス 160 人、普通科 5 クラス 200 人となった（平成 28 年度の普通科入学生のみのみ 6 クラス 240 人）。文理学科は入学後「文科（人文社会国際系）」、「理科（理数探究系）」の小学科に分かれる。平成 30 年度入学生より文理学科 9 クラス 360 人の募集となり、同年第 1 学年より年次進行で文理学科のみとなる。

別紙様式 1-1

大阪府立豊中高等学校	指定第 2 期目	27～31
------------	----------	-------

①令和元年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題	科学する「ココロ」と「ヒト」を育てる豊中スタンダードプログラム
② 研究開発の概要	（Ⅰ）中高大 5 年間一貫プログラム 中学 3 年生対象のスーパーサイエンスセミナージュニア（SSSJ）の参加者数は、日程を変更した昨年度から増加、今年度も同程度の参加者数を維持している。在校生向けのスーパーサイエンスセミナー（SSS）は、土曜日 6 回の集中講義形式で行い、参加者が増えたため 2 講座展開で実施した。大学生向けプログラムである「豊中オーナーリーダーズ」では、本校卒業生が TA や実験教室実施者として務めた。 （Ⅱ）「心」を育て、「心」を測るプログラム 探究活動や心をテーマに扱った取組を通じて、「主体性を持って多様な人々と協働して学ぶ態度」を養うことをめざし、本校が開発した「心のループリック ver.1-3」の英語版を作成し、「積極性」「協調性」「忍耐力」の測定と、その有用性の検証を国際的に実施する準備を行った。 （Ⅲ）国際性育成プログラム TOEFL 仕様の授業を、文理学科第 2・第 3 学年に対して実施し、GTEC スコアの向上を検証した。第 1 学年課題研究基礎における英語による研究発表、海外高校との相互交流・共同研究、海外における研究発表を行った。
③ 令和元年度実施規模	原則、全校生徒を対象とする 1074 名。年間を通して SSH 事業の主対象となる生徒は、第 1 学年全員 357 名、第 2 学年のうち文理学科理科の生徒 212 名、第 3 学年のうち文理学科理科の生徒 76 名を中心に計約 640 名。5 ページの表に示した。
④ 研究開発内容	○研究計画 第 1 期 第 1 年次 ・知的好奇心の喚起と基礎・基本の定着をめざした取組を展開 ・探究基礎を中心とした教材・授業開発、サマー・ウィンタースクール等の研修旅行を開始 第 1 期 第 2 年次 ・探究活動の技能の習得や、科学的な表現力の育成をめざした取組を展開 ・課題研究や科学系部活動における研究活動の開始、物理・地学などの研修旅行を新規実施 ・英語プレゼンテーション講座や英語講演会など、国際性に係る取組を前年度に比べ大幅に強化 第 1 期 第 3 年次 ・創造性・独創性・倫理観の育成、課題発見と問題解決力の育成をめざした取組を展開 ・SS 課題研究が第 2 学年の必修授業として本格実施、奄美大島における共同研究が充実 ・ハワイサイエンス研修旅行の実施、海外の科学コンテストなどに積極的に参加 ・指定 3 年目の中間成果報告会の開催 第 1 期 第 4 年次 ・卓越した能力を育成する垂直展開と、学際的・超域的な思考力を育む水平展開の両方の実現 ・SS 課題研究基礎で従来の SS 探究基礎の教材・取組を第 1 学年文理学科に拡大 ・卒業生らによる豊中オーナーリーダーズを組織し、TA として活用し、授業効果を向上

- ・4年間の集大成として、世界的な科学コンテストの大会である SISC2013 に参加
- ・シンガポール国立ジュニアカレッジとの共同研究・生徒交流を開始

第1期 第5年次

- ・5年間の総括を行い、持続可能な循環型理数教育システムの構築をめざす体制づくりに着手
- ・SSH 卒業生が自主的に教育支援組織を設立し、本校や地域での支援活動を開始
- ・台湾の高校との共同研究を開始
- ・5年間の成果報告会として「地域に根ざした持続可能な理数教育のためのシンポジウム」を開催

第2期 第1年次

- ・中学生向けの取組であるスーパーサイエンスセミナージュニア（SSSJ）を実施
- ・研究過程における「心」の変容を測る評価法の検討を開始
- ・TOEFL 仕様の英語授業を開始、国際コンテストへの参加、海外校との共同研究の強化

第2期 第2年次

- ・中学生向けの取組であるスーパーサイエンスセミナージュニア（SSSJ）を充実
- ・高校生発表会や学会発表に向けた専門家による指導の充実
- ・「心のルーブリック」による評価の開始および有用性の検証
- ・TOEFL 仕様の英語授業を第1・第2学年で実施
- ・本校での国際科学シンポジウムの開催など、海外校との連携および共同研究の強化

第2期 第3年次

- ・中学生向けの取組であるスーパーサイエンスセミナージュニア（SSSJ）の実施時期及びプログラムを中学生が参加しやすいように変更
- ・海外での高校生国際研究発表会に参加
- ・本校卒業生の大学生 TA を活用
- ・TOEFL 仕様の英語授業を第1・第2・第3学年で実施。効果を検証
- ・海外高校との相互交流・共同研究活動の強化。

第2期 第4年次

- ・スーパーサイエンスセミナー（SSS）を集中講義形式、2講座展開で実施
- ・海外での高校生国際研究発表会に参加
- ・本校卒業生を TA や実験実施者として活用
- ・TOEFL 仕様の英語授業を第2・第3学年で実施。効果を検証
- ・課題研究基礎を各クラスごとに、異なる時間帯で共通の指導方法で実施

第2期 第5年次

- ・スーパーサイエンスセミナー（SSS）を集中講義形式、2講座展開で実施
- ・本校卒業生や近隣の大学生などを TA や講師として活用
- ・200人規模で SS 課題研究 I を実施

○教育課程上の特例等特記すべき事項

- ・学校設定科目 SS 課題研究基礎、SS 課題研究I、II、III、研究発表特論、SS 理数物理、SS 理数化学、SS 理数生物
- ・文理学科理科は SS 課題研究基礎（1単位）と SS 課題研究I（1単位）をもって、現行教育課程「社会と情報」にあてる。

○令和元年度の教育課程の内容

SS 課題研究基礎 第1学年文理学科の生徒全員を対象に1単位

→ 課題研究の前段階として、基礎技能や思考力、情報収集力を身につけるためのカリキュラム

SS 課題研究Ⅰ 第 2 学年文理学科理科の生徒全員を対象に 2 単位

SS 課題研究Ⅱ 第 3 学年文理学科理科の生徒全員を対象に 1 単位

SS 課題研究Ⅲ 第 3 学年文理学科理科の生徒を対象に選択授業として 1 単位

研究発表特論 第 3 学年普通科の生徒を対象に選択授業として 1 単位

→ 少人数の班に分かれて理科・数学・情報などに関わる研究活動を行うカリキュラム

SS 理数物理, SS 理数化学, SS 理数生物

平成 31 年（令和元年）度入学の第 1 学年全生徒を対象にそれぞれ 2 単位

平成 30 年度入学の第 2 学年のうち文理学科理科を対象にそれぞれ 3 単位

平成 29 年度入学の第 3 学年のうち文理学科理科を対象にそれぞれ 4 単位

→ 物理基礎と物理、化学基礎と化学、生物基礎と生物および地学基礎の発展的な内容を扱う。課題研究と関連させながら、学習の理解を深化するために工夫された理科系カリキュラム

○具体的な研究事項・活動内容

第 1 期で開発した種々の取組（「A：理数系カリキュラム」「B：連携事業」「C：科学系クラブ」「D：国際性育成の取組」「E：外部実習、広報」）が研究開発の概要で述べた（Ⅰ）～（Ⅲ）の実施とどのように関連しているかを以下に示す。

（Ⅰ）中高大 5 年間一貫プログラム

A1-1 SS 課題研究基礎 文理学科全員に、企画・調査・議論・報告書作成・成果発信の能力育成を目的とした授業を実施。近隣の大学の留学生に対して研究発表を実施。

A1-3~1-5 SS 課題研究Ⅰ, SS 課題研究Ⅱ, SS 課題研究Ⅲ 物理、化学、生物、地学、数学、情報、体育の 7 教科・科目での研究活動を実施。論文執筆指導の体系を構築。

A2 SS 理数科目（理科の授業） 第 1 期に開発した教材である「表現力育成実習」「Black Box」「わかりやすく伝える力」等を多数導入。

A3-1 スーパーサイエンスセミナージュニア（SSSJ） 中学第 3 学年を対象に、本校が開発した教材を活用し科学リテラシーを育成。

A3 スーパーサイエンスセミナー 科学への興味関心、発信力・対話力を育成。

B1-3 生物研修 京都大学瀬戸臨海実験所での実習を実施。

B1-4 地学研修 において、淡路島・四国方面を巡るフィールドワークを実施。

B1-6 ラボ実習 において、京都大学大学院理学研究科等での実習を実施。

B2-1 サイエンスキッズ 小学生向け実験講座を年 7 回実施。

B2-2 サイエンスジュニア（中学 2 年生体験授業） 物理、化学、生物、宇宙の分野で実施。

B3 SSH 科学講演会 科学者、実務経験者、外国人研究者を招いて講演会を年 3 回目標で実施。

（Ⅱ）「心」を育て、「心」を測るプログラム

A1-3~1-5 SS 課題研究 「心のルーブリック ver.1-3」を用いた評価およびアンケートを実施。

A3 スーパーサイエンスセミナー（SSS） 小学 5、6 年生 41 人を招いた「我ら SS ひろめ隊」を実施。

（Ⅲ）国際性育成プログラム

A2 SS 理数科目（理科の授業） シンガポールカトリック高校の生徒と交流授業を実施。

D1-1・D1-2 国際共同研究事業と海外研修 シンガポールカトリック高校と相互に学校訪問し、協働的な活動を実施。SS 課題研究で取り組んでいる研究について、研究交流すると共に合同調査や共同研究を実施。

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

本校ホームページ上にて、シンガポールカトリック高校の生徒が来校した際の交流授業の教材や授業展開、設計の指針などをまとめた教材集の公開を始めた。

大阪府立豊中高等学校 SSH での開発教材集 <https://www2.osaka-c.ed.jp/toyonaka/sshsgh/tools.html>

（注 本校の SGH の指定が令和 2 年 3 月末で終了するため、URL は変更される可能性がある。）

また、3 月末を目標に、課題研究の指導例をホームページにアップロードする予定にしており、今後も教材の Web 上での公開を予定している。

○実施による成果とその評価

各取組への参加生徒の人数および外部発表での受賞数を評価の指標とした。また参加生徒によるアンケートを取組ごとに実施し、5 件法で評価させ、生徒による評価と担当者（外部講師も含む）の評価をもとに研究開発の評価を実施した。なお、開発した教材は取りまとめる予定である。

（Ⅰ）中高大 5 年間一貫プログラム

- ・ SSSJ 参加生徒数が増加した昨年度と同程度の参加生徒数を維持。
- ・ SSS を集中講座形式にしたことにより参加生徒が倍増。
- ・ SS 課題研究、科学系クラブ等の研究成果として大阪府生徒研究発表会第 2 部で銀賞受賞。
- ・ 卒業生以外の大学生を課題研究や我ら SS ひろめ隊に参加させ、取組を充実させた。

（Ⅱ）「心」を育て、「心」を測るプログラム

- ・ 「心のルーブリック ver.1-3」により、課題研究における「積極性」「忍耐力」「協調性」を評価。
「Rubrics ver.1-3e（心のルーブリック英語版）」を作成。今後の国際的な活用法を検討する。

（Ⅲ）国際性育成プログラム

- ・ 本校にシンガポールカトリック高校を招き交流を実施。国際交流委員として運営にかかわった生徒の意識が向上。
- ・ シンガポール国海外研修の事前指導として 4 か月間にわたって Lunchtime English を実施。
- ・ SS 課題研究基礎における留学生約 20 名との研究交流を実施。
- ・ TOEFL 仕様の英語授業により、GTEC の平均スコアが上昇。

○実施上の課題と今後の取組

（Ⅰ）中高大 5 年間一貫プログラム

- ・ 科学系クラブの充実について検討する。
- ・ 豊中オナーリーダーズの活動について、深まり・拡がりの二面で検討する。

（Ⅱ）「心」を育て、「心」を測るプログラム

- ・ 「心のルーブリック ver.1-3」による検証はこれまで本校内のみで行われてきた。今後さらに普遍的、客観的指標として活用できることを実証していく必要がある。
→ 他校とも協力して検証を行っていく。「Rubrics ver.1-3e（心のルーブリック英語版）」についてはシンガポールカトリック高校と協力して検証を行っていく。

（Ⅲ）国際性育成プログラム

- ・ シンガポールの高校との相互交流、シンガポールでの国際科学発表会への参加などをはじめ、様々な国際性育成の機会を充実させていく。
→ 校内外の他の海外研修との住み分け、差別化を行い、有意義なプログラムを実践していく。
- ・ TOEFL 仕様の英語授業については平成 27 年度からの 3 年間で大きな成果が出ていることから「英語 4 技能総合型英語授業」として継続・発展させる。

別紙様式 2-1

大阪府立豊中高等学校	指定第 2 期目	27～31
------------	----------	-------

②令和元年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果

本校では平成 27 年度より「科学する「ココロ」と「ヒト」を育てる豊中スタンダードプログラム」を研究開発課題に掲げ、以下の（Ⅰ）～（Ⅲ）の小課題を設定し、研究開発を行ってきた。

- （Ⅰ）中高大 5 年間の一貫した科学人材育成プログラムと、地域に根ざした持続可能な連携事業の研究開発
- （Ⅱ）「心」を育てる科学コミュニケーション実習と「心」をはかる評価法により、探究活動のさらなる深化をめざす教育システムの研究開発
- （Ⅲ）4 技能統合型・課題解決型学習に基づく国際性育成プログラムの研究開発および科学教育における評価基準の国際的な共同研究開発

（Ⅰ）中高大 5 年間一貫プログラム

平成 27 年度より中学 3 年生を対象にしたプログラムスーパーサイエンスセミナージュニア（SSSJ）を開始した。当初は 10 月から 11 月の土曜日の午前中、全 4 回（計 4 講座）に渡って実施したが、中学校に聞き取り調査を行い、平成 29 年度より実施時期を 8 月の後半の 2 日間の午前午後（計 4 講座）の集中講義形式で同じ時間数のセミナーを行った。これによって受講者が増え、平成 31 年（令和元年）度には 61 名の受講者が受講した。また、これまで SSSJ に参加して本校へ入学してきた生徒は現在、科学系クラブの活動や SS 課題研究、外部発表・コンテスト等で主導的な役割を果たしている。中学 3 年生で理科の先進的な取組に触れることが、その後の生徒の継続的な意欲向上に効果があると考えられる。

表 A SSSJ 受講生の動向

受講年度	入学年度	SSSJ 参加者	入学者	SSS 受講者
H27	H28	19 名	5 名（うち 5 名は理系大学進学希望）	5 名
H28	H29	17 名	6 名（うち 1 名は海外留学中、3 名は理系大学進学希望）	2 名
H29	H30	29 名	7 名（うち 6 名は理系大学進学希望）	3 名
H30	H31(R01)	27 名	11 名（うち 7 名は理系大学進学希望）	3 名
H31(R01)	--	61 名	---	---

SSSJ の参加者が定常的に一定数集まるようになったことで、中学 3 年生のプログラムから本校高校生対象のプログラム、そして卒業生対象の豊中オナーリーダーズのプログラムへ至る遷移をたどっていけるベースが確立されている。

大学生や大学院生との連携事業として、平成 31 年（令和元年）度も引き続き本校の卒業生によって結成された豊高オナーリーダーズに対して、実際に指導・助言に当たる前に TA 養成プログラムを実施した。プログラムは、「本時の目標」を伝え「生徒の活動」を明確にし、「TA（ファシリテーター含む）の支援の範囲」を伝達するという形で実施した。生徒と TA として関わった学生双方の感想やアンケートから、生徒への学習効果の高まりはもちろん TA 自身も対話力等を向上していることが窺えた。

（Ⅱ）「心」を育て、「心」を測るプログラム

本年度も心のルーブリックを用いた自己評価を行わせた。これによって探究活動を行うことによって育まれる様々なポジティブな性向が本研究によってある程度定量的に評価された。

表 B H31 (R01) 年度の心のルーブリックによる自己評価の平均値

学年・学科・回答数	項目	10 月	2 月	差
1 年文理学科全員 N=327	積極性	2.66	3.71	+1.05
	忍耐力	3.00	3.79	+0.79
	協調性	3.36	4.04	+0.68
2 年文理学科理科選択者 N=203	積極性	3.67	4.04	+0.37
	忍耐力	3.89	4.05	+0.16
	協調性	3.92	4.06	+0.14

表 C 心のルーブリックによる H30 年度入学生の自己評価の平均値

入学年度	項目	1 年次 N=352		2 年次 N=203	
		10 月	2 月	10 月	2 月
H30	積極性	2.55	3.49	3.67	4.04
	忍耐力	2.63	3.67	3.89	4.05
	協調性	3.08	3.86	3.92	4.06

（Ⅲ）国際性育成プログラム

平成 29 年度入学 TOEFL コース生の 4 技能合計点（リーディング 320 点、リスニング 320 点、ライティング 170 点、スピーキング 170 点）の平均は、1 年次 687.8 点、2 年次 749.5 点、3 年次 763.8 点で、学年が進むにつれ順当に上昇してきた。このスコアは、平成 28 年度入学 TOEFL コース生の 4 技能合計点の平均（1 年次 656.1 点、2 年次 706.4 点、3 年次 717.0 点）、および平成 27 年度入学 TOEFL コース生の 4 技能合計点の平均（1 年次 643.5 点、2 年次 689.4 点、3 年次 717.2 点）を上回っており、TOEFL に特化した授業形態が実施された 3 年間で明らかに年々上昇している。

また、TOEFL コース生のみならず、平成 29 年度入学生全体の 3 年次 4 技能合計点の平均（704.5 点）を見ても、平成 28 年度入学生全体の 3 年次 4 技能合計点の平均（674.5 点）、および平成 27 年度入学生全体の 3 年次 4 技能合計点の平均（654.6 点）を上回っている。平成 29 年度入学生に関しては、普通科を含め 3 年次に GTEC を受験した全員が、4 技能合計の「CFER-JA2」レベルをクリアしており、国際性育成プログラムの一環として行われてきた 4 技能の成長をめざした英語指導は、学年全体に渡り上昇傾向があり、成果が見え始めているといえる。

探究活動の実施状況及び成果

SS 課題研究基礎	第 1 学年全員（357 名）	必修 1 単位
SS 課題研究 I	第 2 学年文理学科理科（212 名）	必修 2 単位
SS 課題研究 II	第 3 学年文理学科理科（76 名）	必修 1 単位

平成 30 年度第 1 学年が文理学科のみとなり全員が SS 課題研究基礎を履修することになった。SS 課題研究 I を履修する第 2 学年文理学科理科の生徒は物理・化学・生物・地学・数学・情報・体育の 7 分野 59 班に分かれ理科課題研究の内容に関する研究活動を行った。第 3 学年の SS 課題研究 II（必修 1 単位）では、2 年次に取り組んできた研究についての論文の作成を重点的に行わせた。

また、研究開発の普及として、本校で実施された様々な特別授業の指導案や作成教材、シンガポ

ールカトリック高校（CHS）の生徒を本校に招いて、本校の生徒とともにいった体験授業の資料、心のルーブリック ver.1-3 および「Rubrics ver.1-3e（心のルーブリック英語版）」等を PDF の形にまとめ、使いやすい教材集として Web ページにアップロードした。

② 研究開発の課題

（Ⅰ）中高大 5 年間一貫プログラム

SSSJ に参加した生徒がすべて本校に入学するわけではないことから、中高一貫プログラムの成果を得るためには、より多く機会を設け、中学校と連携・関与していく必要があると考える。

大人数を対象として SS 課題研究を実施する手法を開発する一方、大学との連携を深め、大学生・大学院生による支援を受けたり、大学教授の指導を受けたりする機会を増やしていく必要がある。

（Ⅱ）「心」を育て、「心」を測るプログラム

心のルーブリック ver.1-3 の活用の仕方を再考し、その有効性の検証を行っていく。来年度はアンケートの時期やサンプル数の拡大についてさらに検討する。本校以外の大阪府内の学校で同様の調査を実施し、学校間の比較や大阪府の動向などを検証していけるように調整を進める。また、心のルーブリック ver.1-3（英語版）を活用し、海外の高校においても実施することを検討していきたい。

（Ⅲ）国際性育成プログラム

TOEFL 仕様の英語授業の後継の 4 技能統合型授業によって英語力伸長の効果を挙げているので、さらに海外研修や短期留学、長期留学を希望する生徒を支援していけるような体制を整えていく。

SS 課題研究基礎においては、引き続き英語での研究発表を年度末の最終目標として、日本の大学に在籍している外国人学生の前で研究内容をプレゼンテーションできる英語運用力やコミュニケーション能力を養っていきたい。

第 1 章 研究開発の課題

（1）本校の教育目標と第 1 期（平成 22 年度～平成 26 年度）の取組の成果

本校は平成 31 年（令和元年）に創立 98 周年を迎えた伝統校で、近隣中学校をはじめ地域からの期待は大きく、厚い信頼を得ている。学習は勿論、行事や部活動も活発で、本校の自由な校風に憧れる中学生は多い。

平成 15 年度からは大阪府教育委員会より「エル・ハイスクール（時代をリードする人材育成研究開発重点校）」に指定され、「学びの意識を高め、進路実現を図る」を主テーマとして 6 年間の研究を行った。さらに、平成 23 年度より大阪府教育委員会から「グローバル・リーダーズ・ハイスクール（GLHS）」に指定され、他の府立高校 9 校とともに、「豊かな感性と幅広い教養を身に付けた、社会に貢献する意志を持つ、知識基盤社会をリードする人材育成」に取り組んでいる。

また、平成 27 年度からスーパー・グローバル・ハイスクール（SGH）に指定され、「多様性と文化を掛け橋にして世界を牽引する人材を育成する」という研究開発課題の下、欧米中心のグローバルスタンダードを超えたパラダイムを構築しうる人材育成プログラムの開発に取り組んでいる。

平成 22 年度の SSH 指定以後、本校は教育目標と関連させながら「国際的に活躍でき、日本の科学技術をリードする人材育成」を第 1 期目の研究開発課題に掲げ、とりわけ「生徒が科学を学ぶ楽しさを感じ、自主的に取り組む姿勢を育む仕掛け作り」を研究開発の中心に据えてきた。

文理学科の全員が取り組む課題研究をはじめ、物理・化学・生物・地学・情報の各種研修旅行や大学ラボ実習、学年全体対象の科学講演会、国際交流や SSH 海外研修等、生徒の興味に応える幅広い取組を重点的に拡充してきた結果、理系選択者数は順調に増え（平成 20 年度 41%→平成 28 年度 50%）、四年制の国公立大学理系進学者も増加（平成 22 年度入試 21 名→平成 28 年度入試 63 名）してきた。

また、SSH 事業の成果の地域への普及を目的とした小学生対象の科学実験教室やブログによる広報活動を積極的に行ってきた結果、本校の SSH の取組に憧れて入学してくる生徒が年々増加しており、平成 28 年度のスーパサイエンスセミナー（SSS）受講生のうち、78%の生徒が「本校が SSH 指定校であること」を志望理由に挙げている（平成 26 年度 70%）。

さらに、本校の SSH 事業を支援するために本校の卒業生を中心に組織された豊中オーナーリーダーズ（平成 25 年度より活動）に、SSS の 1 期生（平成 27 年度卒業生）が加わったことにより、支援活動がより充実し、課題研究や SSS おける学習効果や生徒の学習意欲を高めることに貢献している。このように、本校の SSH 事業は第 1 期の取組を通して、「意欲的な中学生を取り込み、高校においてその意欲をさらに伸ばしながら専門性や国際性を付与し、大学でその力を存分に発揮しつつ高校に還元する」という一連のプログラムに道筋を付けられた。

生徒の進路決定に顕著な変化が見られかつ、SSH の取組を持続可能なプログラムとして開発できたことは第 1 期の大きな成果である。

（2）第 1 期の課題

第 1 の課題として、中高接続と高大接続における探究活動に対する意欲・関心の継続が挙げられた。

高校入学時に探究活動への意欲の低下は、入学直後の 1 年次に実施したスタディサポート（ベネッセコーポレーション）の結果に現れた。その結果では、学習習慣が定着しているレベルにある生徒は 93.9% いたものの、自らの興味関心に基づき、探究的に学習に取り組めるレベルにあると判定された生徒は 42.6% に留まっていた。中学校で自由研究を行い、熱心な探究活動を実施しているにも関わらず、高校受験という枠の中で答えに行き着く最短経路を求めることを優先するあまり、正解が一つではない問題に向かう積極的な態度が減退している様子が窺えた。その解決のため、中高接続を強化し、探究活動に対して意欲的な中学生を対象とした支援が必要であり、「第 1 期で開発してきた教材を中学生向けにア

レンジし、実践していく」ことが今後の課題であると考えに至った。

また、高大接続の課題としては、高校生で SSH の取組に触れ、研究活動やその発表を通じて飛躍的に高まった思考力や判断力、表現力が、センター試験など知識量を重視した大学入試や、大学 1 回生での基礎知識・基本理解の定着を目的とする教養科目の学びにより、探究活動での学習能力や探究活動への意欲が減衰することである。大学 4 年次で各研究室に配属されたときに、高校時代の SSH の取組で培った力を発揮させるための「高大のさらなる連携の強化」も、第 1 期の課題であった。本校では、第 1 期の 4 年目に卒業生が中心となって「豊中オナーリーダーズ」を組織し、卒業後も高校での SSH の取組に触れる機会を設定し、卒業生が在校生の指導を通じて自身の対話力・発信力・分析力を高めていたが、単発の取組が多かったため、大学教員とも連携し卒業生への事前指導やフィードバック体制をさらに強化拡充していくことが求められた。

第 2 の課題としては、「研究活動を通じて身に付けるべき素養」の再定義とその評価方法の確立が挙げられた。本校でも他校と同様にルーブリック等を用いた課題研究の評価を試みていたが、「評価の観点が真に科学的な人材育成に繋がるものになっているか」という点に関して検討が不十分であった。第 2 期の申請に当たり、京都大学や大阪大学の先生方と「理想的な研究者の素養をもった学生とはどのようなものか」について議論を重ねた結果、「科学全般に対する熱い気持ちと旺盛な好奇心を有し、興味と関心に基づいた研究活動に忍耐力を持って取り組みつつ、そこで得られた成果を積極的に発信しようとする学生であり、また、共同研究者と適切なコミュニケーションを図りながらチームとしての成果を重視することができる学生である。」と結論が得られた。研究者として必要な「積極性」や「忍耐力」、「協調性」を身に付けることが高校の研究活動において極めて重要であるということがわかった。研究活動を通じて生徒に身に付けさせたい科学者としての素養を明確にし、それを育成するプログラムの作成及びそれらを正確に評価できるルーブリックの作成が第 2 期に向けた課題であった。

第 3 の課題としては、恒常的な科学英語教育の導入が挙げられた。本校では第 1 期の SS 理数物理・SS 理数化学・SS 理数生物等の授業の中で、英語で行う理数授業の教材や、短時間で調査研究・まとめ・英語発表を行うといった科学コミュニケーション教材を数多く開発してきたが、英語を用いた意見交換や討論については恒常的には実施されていなかった。平成 26 年度より、大阪府の骨太の英語力養成事業の一環で TOEFL 仕様の英語授業を先行実施することとなり、Reading, Listening, Speaking, Writing の 4 技能のバランスのよい定着と客観的な評価を行う取組が可能となった。この取組を発展させ、理数系の授業においても積極的に毎日英語に触れ、会話や発表をする機会を設けることで、言語としての英語の定着効率は飛躍的に高まると考え、TOEFL 仕様の英語授業の支援と昼休み等を利用した英語教育の実施、SS 理数科目等での英語授業の実施が今後の課題となった。

（3）第 2 期（平成 27 年度以降）の研究開発課題

上記（1）（2）を受けて、第 2 期目の研究開発課題として、「科学する『ココロ』と『ヒト』を育てる豊中スタンダードプログラム」を掲げるに至った。この研究のねらいは、中高大 5 年間計画の教育システムの開発、探究活動の評価方法の開発、英語運用能力及び国際性を育成しうるプログラムの開発、それらの実践を通じた人材育成プログラムの確立である。以下に具体的な研究開発の内容と、平成 31 年度の主な取組の概要を示す。なお、実施内容の詳細やその結果及び検証は第 3 章で述べる。

（Ⅰ）中高大 5 年間の一貫した科学人材育成プログラムと地域に根ざした持続可能な連携事業の研究開発

① 中高接続と地域連携

SSH で開発した SSS の取組を中学 3 年次実践し、探究活動に対して意欲的な中学生を育成すると共に、受講した中学生が本校に入学後、研究活動の中心となり研究の質の向上に寄与することを期待する。また、地域の科学的人材を育成するため、科学系クラブ等が科学実験教室を実施し、地域の科学リテラシーの向上を図る。

② 高大接続と TA の養成

豊中オナーリーダーズと連携し、大学生を中心に SSS や研究活動への支援を呼びかけると共に、支援に参加した大学生に「TA 養成プログラム」を実施して在校生の学習効果を高め、大学生の指導力や発信力、分析力を向上させる。さらに、大学の研究室や研究機関との連携強化を図り、高校 3 年間における研究活動の充実をめざす。

③ 高校での探究活動の充実

SS 課題研究等の研究活動において複数学年での共同研究を重視し、先輩一後輩間の研究指導や引き継ぎによる研究の深化をめざす。また、専門家による継続的な研究活動の指導と支援による研究の質の向上を図る。優れた研究については積極的に外部発表やコンテストへの参加を促すことで研究の質の向上に努める。また、第 1 期より継続して実施している各種研修ラボ実習等に参加する生徒を増やし、科学に関する興味・関心・理解を高めることで、主体的に探究活動を行う生徒を育成する。これらの取組と同時に、平成 27 年度までに SSS 等で開発した教材を SS 理数科目や SS 課題研究基礎、普通科の授業に展開することで、生徒全体の科学的素養を高める。

（Ⅱ）「心」を育てる科学コミュニケーション実習と「心」を測る評価法により、探究活動のさらなる深化をめざす教育システムの研究開発

① 「心」の成長を客観的に評価する方法の確立

SS 課題研究において、行動の変化から心の変化を測る「心のループリック」を用いて、課題研究に取り組む前後で積極性、忍耐力、協調性の変化を調査し、研究活動と生徒の心の成長との関係を明らかにする。

② 「心」をテーマとした取組による心の成長

SSS で開発してきた「ロボットは心をもてるか」「思考実験から考える倫理と科学」など心や倫理を扱った教材や、「ヒトの寿命を考える」「異種間臓器移植」など新たな教材を導入し、「心」の成長を図る。

③ 研究の質の向上による心の成長と更なる研究の発展

主に、専門家による継続的な研究活動の支援を受けたり、大学や研究室等で研究活動に取り組んだりした生徒と、主に校内でのみ研究活動に取り組んだ生徒とで最終的な心の到達段階を比較にし、研究環境やその支援体制と生徒の成長の関係を明らかにする。

（Ⅲ）4 技能統合型・課題解決型学習に基づく国際性育成プログラムの研究開発及び科学教育における評価基準の国際的な共同研究開発

① 4 技能統合型の実用的な英語運用能力の向上

SSS における科学英語実習等、「理数的な取組における国際感覚の育成」と、スーパーイングリッシュティーチャー（SET）による TOEFL 仕様の英語授業をベースにした「英語授業の中での科学的素養の育成」により、4 技能が統合された英語運用能力（TOEFL iBT チャレンジテストや GTEC により評価）の向上をめざす。

② 課題解決型学習と成果発表のフィードバックによる国際コンテストへの参加促進

海外研修や「国際科学シンポジウム」、SS 課題研究基礎における留学生との交流等で、成果発表を伴う段階的な探究的課題を与えると共に、そのフィードバックを行うことで英語での発表会や国際コンテストへの参加を促す。

③ 国際共同研究事業を通じた科学教育の国際評価基準の作成

海外研修や「国際科学シンポジウム」の際に、本校生と相手校の生徒の英語運用能力をはじめ、生徒が取り組む共同研究や合同野外調査等の活動を評価する方法について、相手校の教員と情報交換や意見交換を行い、国際的な科学的人材を評価できる基準の作成をめざす。

第 2 章 研究開発の経緯

（Ⅰ）中高大 5 年間の一貫した科学人材育成プログラムと、地域に根ざした持続可能な連携事業の研究開発

第 1 期（平成 22 年度～平成 26 年度）の総括

前述の通り、本校の SSH 事業は第 1 期の取組を通じて「意欲的な中学生が入学希望し、高校においてその意欲をさらに伸ばしながら専門性や国際性を付与し、大学でその力を存分に発揮しつつ高校に還元する」という高校 3 年間を中心とした一連のプログラムに道筋を付けられた。

しかし、高校入学前からの積極的な姿勢の養成と、卒業後まで「伸ばしきる」ための地域への支援活動を含めた中学校から大学に至る計 5 年以上の計画で人材を育成し、またそのシステムを確立することこそ、SSH 指定校の重要な使命であると考え、第 2 期では大学での研究活動につながる中高大の一貫した教育システムの幹事的役割を担うものとして事業を展開していくこととした。

第 2 期 指定 1 年目（平成 27 年度）

本校では、前述の課題に対する改善策として第 2 期（平成 27 年度）より、中学第 3 学年向けの科学教育プログラム SSSJ を実施した。平成 27 年度は大阪府内の中学生第 3 学年 17 名を対象に、SSSJ を 4 回開催した。基本的な実験ノートの書き方から高校で扱う実習の体験、大学レベルの実習、コミュニケーションを取りながら仮説・検証を繰り返す実験等、多岐に渡る取組を実施し、中学生の科学リテラシーと意欲の向上に大きく貢献した。

大学生向けの指導・助言については、豊中オナーリーダーズに所属する学生を対象に、実習の企画・立案を合同で行いながら、TA やファシリテーターとして指導する上で注意すべき点を、大阪大学 CSCD 准教授八木絵香氏の助言を受けた本校教員が 6 回実施した。また、京都大学大学院で教授を務める本校卒業生の協力を仰ぎ、本校生向けの講演会の他、実験実習を 4 回実施していただいた。これらの取組は、生徒の科学に対する意欲関心の向上はもちろん、将来的に自らが研究室に配属されたときに先輩として後輩の指導に当たることに対する抵抗感を減らすという目的も含んで実施した。また、京都大学、大阪大学が主催するグローバルサイエンスキャンパスに 4 名の生徒が参加した。

高校 3 年間における課題研究のさらなる充実をめざし、国際科学コンテストや発表会、学会のジュニアセッション等へ参加した。また、先輩と後輩が同じ時間内に研究活動に取り組む、いわゆる縦割り活動による共同研究を時間割り内に取り入れた。その他、第 1 期の SSS で実施していた取組、SS 課題研究基礎や SS 理数科目の中に取り入れ、より多くの生徒を対象に実践した。

サイエンスキッズ、サイエンスジュニアを合計で 8 回実施する等、地域交流を中心とした地域の科学リテラシーの向上にも力を注ぎ、今後も様々な段階にある生徒同士の交流活動によって帰属意識を高め、相互の力を伸ばす関係が維持できるよう努めた。

第 2 期 指定 2 年目（平成 28 年度）

高校 3 年間の課題研究の更なる充実に加え、平成 27 年度に引き続き中学第 3 学年を対象に SSSJ を 4 回実施し、中高接続の強化をめざした。また、卒業生による在校生への支援を充実させると共に、卒業生による講演会や研究室訪問の回数を 6 回（平成 27 年度 4 回）に増やし、高大接続を強化した。地域での実験教室においては新たに実施した小学校を含め 9 回実施（平成 27 年度 8 回）した。また、京都大学が実施しているグローバルサイエンスキャンパス「ELCAS」に第 2 学年 1 名（平成 27 年度 2 名）が参加し、大阪大学の「SEEDS」には 7 名（平成 27 年度 3 名）が参加した。年間を通じて高度な研究プログラムに参加し、専門的な知識や科学技術を習得するとともに、科学に対する意欲が大いに高まった。研究室開放や各種研修にのべ 146 名の生徒が参加（平成 27 年度 88 名）する等、科学的な取組に対する関心の高まりが見られた。

第 2 期 指定 3 年目（平成 29 年度）

中学 3 年生対象の SSSJ の期日を変更した。指定 2 年目までは 10 月から 11 月の土曜日の午前中に全 4 回（計 4 講座）を行っていたが、平成 29 年度には 8 月後半 2 日間の午前午後計 4 講座を集中講座形式で実施し、SSSJ が認知されてきたことと、中学生が参加しやすい日程になったことも相まって、参加者数がこれまでより 10 名以上増えて 29 名となった。

第 2 学年の課題研究を物理、化学、生物、地学、数学、情報、保健体育、家庭の 8 分野に拡大して、2 年生文理学科の全生徒に研究発表を伴う探究活動を行わせた。高校生が指導を経験する機会として行った地域での実験教室を 9 回実施した。また SSS の成果発表活動でもある小学生対象の「我ら、SS ひろめ隊」には地域の小学生 70 名が参加した。

大学生・大学院生 TA は主に本校の卒業生を集め、中学・高校・大学と継続した指導・活動を充実させた。

第 2 期 指定 4 年目（平成 30 年度）

平成 29 年度に引き続き、SSSJ を夏期集中講座形式で行ったところ、27 名の中学 3 年生が参加し、30 名規模の参加者数で SSSJ を実施していく見通しが立った。それによって中学 3 年生から高校に至る生徒の変容についての研究のサンプル数も適切なものとなってきている。

平成 30 年度第 1 学年より文理学科が 9 クラスに拡大したため、第 1 学年の時間割編成等を工夫した。平成 29 年度まで文理学科 4 クラス同一時間帯に行うことができた SS 課題研究基礎を 9 クラスそれぞれ単独で別の時間帯に実施することとなった。指導内容をフォーマット化することによって、平成 29 年度の同一時間帯授業と比べても遜色のない成果を挙げている。

第 2 学年の課題研究では物理、化学、生物、地学、数学、情報、保健体育の 7 分野体制としたが、大阪府生徒研究発表会でも昨年度以上の成果を挙げている。

豊中オナーリーダーズの大学生・大学院生は本年度もより積極的にプログラムに関わり、小学生対象の「我ら、SS ひろめ隊」では高校生に対する TA のみならず、オナーリーダーズの実験ブースも開設し、小学生への実験を実演した。

第 2 期 指定 5 年目（平成 31 年/令和元年度）

SSSJ は平成 30 年度に引き続き夏期集中講座の形式で実施。61 名の中学生が参加した。

1 年次の課題研究基礎では研究期間をより長くするために 1 学期の中盤から研究活動に入った。これにより、指導者から研究内容についてアドバイスを行う時間などが捻出でき、研究の深化につながった。

2 年次の SS 課題研究 I は履修者が 2.5 倍に増加し 200 名規模になったが、指導者のプロジェクトチームを組織し、研究活動を充実させる方略について生徒に求めたい資質・能力から検討した。結果として、今年度の指導の改善とともに、来年度以降の指針ができた。

高校生が指導を経験する機会として行った地域での実験教室を 6 回実施した。また、本校で開催した「我ら、SS ひろめ隊」には地域の小学生 40 名が参加した。また、卒業生による実習を実施したほか、卒業生を介してその知人が TA として参加するなど広がりを見せるなど、今後への期待を見せた。

（Ⅱ）「心」を育てる科学コミュニケーション学習と「心」を測る評価法により、探究活動のさらなる深化をめざす教育システムの研究開発

第 1 期（平成 22 年度～平成 26 年度）の総括

本校では各取組における生徒の成長を測るため、平成 22 年度の指定当初から表 1 のような生徒アンケートを実施してきた。

表 1 各取組実施後での生徒アンケートの設問

(1) 全体を通して今回の授業/研修/課題研究は面白かったですか。（感動度）
(2) 授業/研修/課題研究の内容は自分なりに理解できましたか。（理解度）
(3) 授業/研修/課題研究の内容は自分にとって高度な（専門性の高い）ものでしたか。（難解度）
(4) 授業/研修/課題研究で扱った内容について、知らなかったことを自分で調べようと思いましたか。（向学心）
(5) 授業/研修/課題研究を通して自然科学に関する興味・関心がさらに高まりましたか。（興味・関心）
(6) 授業/研修/課題研究を通して人とコミュニケーションをとり、発表する力が高まりましたか。（発信力）
(7) 人と議論しながら実験・実習を行うことで、サイエンスに関わる内容の理解がさらに深まりましたか。（議論）

このようなアンケート調査は、単発の取組の内容は評価できるものの、より専門的な理解や表現力の育成を問われる課題研究等の評価を正確に行うことができないという点が問題であった。そこで、本校では他校のルーブリックを参考にし、ルーブリックを用いた課題研究の評価を試してきた。例を挙げると、「実験の記録」という観点に対して、「専門用語を適切に用いてノート（レポート）が書かれている」、「専門用語を用いてノート（レポート）が書かれているが、ややその理解度が低く、誤って用いられている場合がある」等の尺度を用いて評価を行う、といったものである。これにより課題研究に取り組む生徒の状況をより正確に測ることができるようになった。一方で、実験ノートやポスター、発表等、外部出力を伴うものに関するルーブリックによる評価は生徒の育成に一定の成果を挙げたものの、「研究者としての素養」が身についているかどうかを評価するには不十分であった。そこで、平成 26 年度末「研究者に必要な素養」の再定義と、それを受けたルーブリックの作成に取り組むこととなった。ルーブリックの作成にあたって研究機関や教育機関の関係者と協議を重ねた結果、「研究活動を通じて研究者として必要な積極性や忍耐力、協調性を身に付けることが、高校の研究活動において極めて重要である」との結論に至った。これらの事業を測るルーブリックを作成するために「積極性や忍耐力、協調性を獲得すると判断できる行動指標とはどのようなものか」等について、本校の全教員で研究討議を行い、「心のルーブリック ver.1」を作成した。

第 2 期 指定 1 年目（平成 27 年度）

SS 課題研究において、平成 26 年度末に開発した「心のルーブリック ver.1」を用いて、課題研究に取り組む前後で積極性、忍耐力、協調性がどのように変化したかについて、生徒による自己評価と教員による評価を行った。また、課題研究に対する自己貢献度及び他者貢献度を調査するため、上記のルーブリックとは別の指標として生徒による自己評価と生徒同士の相互評価を行った。さらに、生徒自身がルーブリックへの理解を深めるために、SSS において「ルーブリック作成実習」を行った。また、全教員を対象とした職員研修においても生徒と同様の「ルーブリック作成実習」を行った。

上記の取組と同時に、「心」そのものをテーマに SSS において「ロボットは心をもてるか」をはじめ、「思考実験から始める倫理と科学」、「防災をテーマに科学技術コミュニケーションについて考える」、「有精卵の解剖実習」等をテーマに実習等を実施した。また、SS 理数生物において「動物実験の是非」、「出生前診断の是非」をテーマに授業を行い、「心」の存在と生命倫理について理解を深めた。

第 2 期 指定 2 年目（平成 28 年度）

「心のルーブリック ver.1」を改良した「心のルーブリック ver.1-2」を用いて、SS 課題研究における生徒の「心」の成長を計測した。また、ルーブリックの改良にあたっては、近畿大学教職教養部教授の杉浦 健氏の助言を得た。作成したルーブリックについて、大阪教育大学附属高校天王寺校舎主催の課題研究評価研究会にて公開し、意見交換を行った。

また、SS 理数物理において、「Emergence Learning Check Sheet」によって、生徒の集団活動における学習状況と学習内容の理解度についての分析を行った。

平成 27 年度までに SSS で実施していた心をテーマに取り扱った実習である「ロボットは心をもてる

か」「思考実験から始める倫理と科学」等を継続して実施した他、SS 理数科目において「異種間臓器移植を考える」「ヒトは何歳で死ぬべきか」等、心と倫理が関わるテーマを扱った授業を行った。

第 2 期 指定 3 年目（平成 29 年度）

「心のループリック ver.1-2」をさらに改良した「心のループリック ver.1-3」を用いて、SS 課題研究における生徒の「心」の成長を計測した。年間の課題研究の初期と終期における「積極性」「忍耐力」「協調性」といった心の成長度合いを「心のループリック」を活用し計測してきたが、引き続き生徒自己評価においても教員評価においても心の伸長が図られているという結果が得られた。

細かな問題点はあるものの「心のループリック」が課題研究に取り組む生徒の心の成長を評価する指針となり得ることが示された。他の高校で用いられている課題研究の評価指標や海外の高校で用いられている探究活動の評価ループリックなども調査・解析しながら、より有用なループリックになり得るよう、形式の改良や活用の仕方について検討を進めた。

第 2 期 指定 4 年目（平成 30 年度）

継続して心のループリックを用いた生徒の自己評価を行った。当年度は対象となる生徒を増やし、課題研究の取り組みとの関連を見たところ、授業内容に応じて差が見られた。特に、課題研究を履修した群としていない群ではプレとポストの増減に大きな差が認められた。

また、心のループリックの根本をなす「研究者像」についても分析を行った。

第 2 期 指定 5 年目（平成 31 年/令和元年度）

継続して心のループリックを用いた生徒の自己評価を行った。2 月に実施したポスト調査で 2 年生の自己評価の平均が 4 を超えたため、生徒の実態の再調査を行った上で、ループリックの改善が求められる。

(Ⅲ) 4 技能統合型・課題解決型学習に基づく国際性育成プログラムの研究開発および科学教育における評価基準の国際的な共同研究開発

第 1 期（平成 22 年度～平成 26 年度）の総括

第 1 期目の指定当初は、国際性に関わる事業は限定的であった。しかし、「科学英語プレゼンテーション講座」や英語講演会、英語による様々な科学実験、留学生との交流会やそれに向けた特別授業等の取組を展開する中で、生徒たちの実践的な英語活用能力が向上するのはもちろんのこと、グローバルな視点からの強い刺激を受けることで科学そのものに対する態度や能力も大いに向上した。特に、留学生との交流会は、当初は希望者対象の SS 探究基礎の中で行っていたものを、第 1 学年文理学科必修の SS 課題研究基礎の中に取り込んで発展させてきた経緯がある。

結果、韓国国際サイエンスキャンプでの優秀賞獲得や、ロボカップメキシコ世界大会への出場、Singapore International Science Challenge（SISC）2013 での 2 部門の入賞等を果たした。これらの取組に参加した卒業生の中には大学生ボランティアとしてアジアサイエンスキャンプにも参加し、優秀賞を獲得した者もいる。国際的な活躍の場で、海外の高校生たちの能力や意識の高さに圧倒される場面もあったが、一部の分野では、専門性や集中力の高さ、独創性等、本校生徒の方が凌駕している部分も多々見られた。

また、ハワイサイエンス研修旅行や、台湾の 3 校を招いての国際科学シンポジウムの開催、台湾の台東女子高級中学校との合同研修・研究発表等、海外の高校生との交流も大いに発展した。本校の取組の中には、英国語学研修やフィリピン語学研修、大阪 GLHS 合同のハーバード・MIT 研修等もあり、生徒の国際性の育成に大きく貢献してきている。

総じて、アンケート結果等からも生徒に対して効果が高かったのは、

- ・理数の授業と英語の授業が連動した発展的な授業展開
- ・海外出身者との少人数かつ頻繁なプレゼンテーション・ディスカッションの場の確保
- ・科学英語プレゼンテーション講座 → 留学生との交流会 → 海外研修 → 国際科学コンテスト等、3 年間を見据えた段階的で適切な発表の機会の設定

であったと言える。

以上のことから、次の 3 点が継続的な課題として挙げられた。

第 1 に、英語科の授業以外の授業の中で、英語表現や国際基準での科学的観点等に触れながらグローバルな感覚を育てるとともに、研究発表等実践的な英語活用を設定しつつ、英語授業の中では専門性を伴い、論文作成やプレゼンテーションにつながる、4 技能のバランスが整った展開を行うことで、国際舞台でさらに能力を発揮できる英語運用能力を向上させることである。

第 2 に、海外研修や国際コンテスト等への参加の機会をさらに拡大させるとともに、SS 課題研究基礎や SS 課題研究、TOEFL 仕様の英語授業等、できるだけ教育課程内で、外国人との交流や研究発表に関する取組を段階的かつ効果的に数多く配置し、またその客観的な評価や成長の過程を生徒自身に頻繁に還元することである。

第 3 に、海外の連携校との交流・共同研究をより強化しながら、教員どうしても国際的な生徒育成の在り方や評価基準について分析・検討し、国際舞台で活躍するだけでなく、世界を牽引するリーダーの育成を模索することである。

以上 3 点を踏まえ、本校の SSH 第 2 期における国際性育成に関わる事業を展開するものとした。

第 2 期 指定 1 年目（平成 27 年度）

TOEFL に対応した 4 技能統合型の TOEFL 仕様の英語授業を第 1 学年文理学科生徒 80 名に対して実施した。また平成 26 年度より希望者対象に行っていた TOEFL コースの授業も継続し、第 2 学年の 12 名が参加した。

例年 SS 課題研究基礎の中で続けてきた留学生との交流会については、平成 27 年度より対象を拡大し、普通科生徒を含めた第 1 学年 360 名全体を対象とした。また、第 2 学年の SS 課題研究では中国の高校との相互の研究発表を行う機会を設けた。電気物理研究部が立命館高校主催の JSSF(Japan Super Science Fair)に参加するとともに、2 年ごとに行われる SISC2015(Singapore International Science Challenge)にも参加する等、各種コンテストに出場した。4 泊 5 日のシンガポールでの SSH 海外研修を新たに実施し、11 名の生徒がシンガポールカトリック高校と交流し、湿地調査を主とした共同研究にも着手した。なお、SISC2015 において開催された教員間の Educator's Symposium では、本校がこれまでに開発した「レゴブロックを用いた表現力育成実習」について発表し、国際標準で連携した理数教育の進め方について提言を行った。また海外研修ではカトリック高校との研究交流・共同研究の中で、生徒指導や新たな評価についての検討を行った。

さらに、SSS や SS 理数の授業における英語を用いた科学実習をはじめ、英語講演会等の取組を Nico & Marilyn Van Wingen Professor of Geology, Caltech のカーシュビンク博士や有限会社インスパイア ヴェアヘラー氏 等、海外の研究者や海外で実際に指導をされている講師の方々に依頼する等、第 1 期からさらに内容を充実させた。

第 2 期 指定 2 年目（平成 28 年度）

シンガポールカトリック高校を本校に招き、2 日間に渡って「国際科学シンポジウム」を開催した。その中では、SS 理数科目を中心に、SS 課題研究でも研究交流を行い、31 名の本校生が国際交流委員として受け入れの準備や当日のエスコートを担当した。これらの生徒を中心に大阪大学の日蘭学生会議との交流にも 26 名の生徒が参加し、シンガポールカトリック高校と海外研修には 11 名の第 1 学年が参加した。平成 27 年度まで第 1 学年で実施していた、調べ学習と発表を伴う留学生との交流会については、

平成 28 年度も第 1 学年 400 名全員を対象に実施した。その際、特に普通科においては英語の授業との関連づけることにより内容を充実させた。また、平成 28 年度は SS 理数科目をはじめとした理数の授業において英語での授業を一部導入した。

平成 27 年度入学生までは SS 課題研究基礎Ⅰ（第 1 学年文理学科 必修 1 単位）に引き続き SS 課題研究基礎Ⅱ（第 2 学年文理学科 必修 1 単位）、SS 課題研究Ⅰ（文理学科第 2 学年 必修 1 単位）を実施していたが、平成 28 年度入学生からは更に発展的な探究活動に取り組めるよう、SS 課題研究基礎Ⅰと SS 課題研究基礎Ⅱ、SS 課題研究Ⅰの内容を精査した上で統合・再分配し、第 1 学年では SS 課題研究基礎（第 1 学年文理学科 必修 1 単位）を実施し、第 2 学年では SS 課題研究Ⅰ（第 2 学年文理学科理科 必修 2 単位）を実施する。

TOEFL 仕様の英語授業については、第 1 学年、第 2 学年に対し実施しており、TOEFL iBT チャレンジテストにおいて、平成 27 年度の 30.7 点から平成 28 年度は 35.8 点と大きく上昇している。第 1 学年は少人数授業を展開し、1 学期からリスニングやスピーキングの練習時間を確保した。第 2 学年では、1 年次のカリキュラムと比較して、ディクテーションやスピーキングの練習を増やした。

この他、SGH の取組である「即興型英語ディベート講座 豊高グローバルスタディーズ」がスタートし、学校として生徒全体の英語力の向上に努め、7 月の「GLHS 連携海外研修」にも参加した。

第 2 期 指定 3 年目（平成 29 年度）

本年度も引き続きシンガポールカトリック高校との相互研究交流活動を行った。5 月にはシンガポールカトリック高校の生徒を本校に招き、2 日間にわたって「国際科学シンポジウム」を開催した。SS 理数科目や SS 課題研究等の中で交流し、15 名の本校生は国際交流委員としてエスコートした。シンガポールの生徒に意識調査を行い、課題研究に反映させる生徒も見られた。3 月には本校の生徒 12 名が海外研修としてシンガポールを訪れ、自然保護施設で担当者から研修・案内を受けたり、シンガポールカトリック高校で 6 件の英語によるプレゼンテーションを行ったり、相互研究交流を行った。

SS 課題研究、SSS、海外研修に参加する生徒を中心に研究内容を英語で適切にプレゼンテーションする力を養った。4 月には宇宙飛行士に対する英語インストラクターであるヴィアヘラー氏を引き続き招き、科学英語プレゼンテーションの要となるプレゼンテーションの手法を講義していただいた。その後の生徒のプレゼンテーションを観察するとこのときの影響が多々見受けられる。6 月には SISC(Singapore International Science Challenge)2017 に生徒 3 名が参加して研究発表等を行い、Grand Champion Award 等を受賞した。海外研修等に参加する生徒に対しては昼休みに週 3 回 Lunch Time English の活動を行った。この活動では海外研修に参加する生徒が英語による会話やディスカッションに慣れ親しみ、現地で行う英語プレゼンテーションの実践的練習を行った。1 月には 61 名の日本の大学に留学中の大学生・大学院生を招き、SS 課題研究基礎の生徒全員が英語でポスター発表することによって、英語コミュニケーション力を養った。

TOEFL 仕様の英語授業においては、平成 27 年度入学生の TOEFL iBT チャレンジテスト平均スコアが、一年次の 30.7 から三年次には 41.1 に上昇した。7 月の「GLHS 連携海外研修」や 1 月の「SSH 重点枠高津高校主催台湾研修」等、校内外の海外研修にも生徒は積極的に参加した。また、海外の著名な研究者を本校に招いた講演会も、会場があふれるほど参加生徒が集まり、国際性の育成に寄与したと考える。

第 2 期 指定 4 年目（平成 30 年度）

本校希望者が参加できる海外研修として、英国語学研修（7/21-8/2、40 名）、SSH シンガポール海外研修（3/2-3/6、20 名）、SGH マレーシアフィールドワーク（1/2-1/7、22 名）、SSH 重点枠事業 GLHS 10 校連携米国セミナーツアー（7/28-8/5、本校から 1 名）等が定着してきている（かつこ内は当年度の実施期間および参加者数を示す）。研修の目的や滞在国によって、生徒が自身のニーズに適した研修を選ぶこ

とができ、それぞれの研修のねらいに沿った成果を挙げている。

中でも、SSH シンガポール海外研修（以下海外研修）は、日本—シンガポール両国にまたがり、STEM（Science, Technology, Engineering and Mathematics）教育の実践を草の根レベルで相互交流する定期的な場のひとつとなりつつある。海外研修の前には一連の事前学習プログラムを行っており、当年度は研修引率者と英語科教員が連携してプレゼンテーション能力を引き出す充実した事前学習を行った。5 月には受け入れ先のシンガポールカトリック高校の生徒および教員の一行が来訪した際、本校において「国際科学シンポジウム」を開催しており、半年ごとに両校を行き来する体制が確立されている。それに加え、この年度は SISC（Singapore International Science Challenge）と ISSF（International Science Student Fair）がシンガポールで同時開催され、本校の代表生徒と教員が参加した。

第 1 学年全員が履修する SS 課題研究基礎では、1 月に大阪大学に在学する海外からの留学生約 50 名が来訪し、ポスター発表による研究発表会および文化交流会を行った。

希望者が参加する取組としてはヴェアヘラー氏による「Let's Try English Presentation!」や学術振興会を通して日本の大学に在籍する海外からの研究者を本校に招き、英語による講演会を行った。

TOEFL 仕様の英語授業においては、平成 27 年度入学生の GTEC スコアが 643.5 点から 717.2 点に上昇したのに続き、平成 28 年度入学生の GTEC スコアが 656.1 点から 717.0 点に上昇した。

第 2 期 指定 5 年目（平成 31 年/令和元年度）

4 技能統合型の英語授業、海外研修、留学生交流の三本柱での研究開発が一段落し、その深化に着手した。シンガポール研修では課外ではなく授業時間内に事後報告会を実施、全員と協議させた。また、トラベルノートなど、現地での研修記録を旅行日記に終わらせないためのフレームを検討し始めた。シンガポールカトリック高校の来校の際に、二年次課題研究の履修者全員が発表する機会を設けるなど、一年次の留学生交流会の経験を再度体験できる場を設けた。今後は、ICT を利用した交流などを検討し、日常からつながりをもって共同研究できるように検討を続ける。

TOEFL 仕様の英語授業について、GTEC の結果が、平成 29 年度入学生を例にとると、1 年次 687.8 点、2 年次 749.5 点、3 年次 763.8 点と着実に上昇している。また、指導法も洗練されており、3 年次の得点を比べると、平成 29 年 717.2 点、平成 30 年 717.0 点、平成 31 年（令和元年）763.8 点と伸びている。

第 3 章 研究開発の内容

（Ⅰ）～（Ⅲ）の研究テーマについて仮説および研究内容やその方法、検証について詳しく述べる。なお、内容については平成 31 年（令和元年）度の取組を中心に、第 2 期から導入した新規の取組や、第 1 期から改善した取組、大きく成果を挙げた取組を中心にする。また、第 1 期の「SSS」の取組等で開発したプログラムを授業に応用した例も合わせて紹介する。検証の結果、明らかとなった成果や課題については、それぞれの取組毎に示し、各仮説の検証についてはその仮説に関わる取組の最後に示す。

（Ⅰ）中高大 5 年間の一貫した科学人材育成プログラムと地域に根ざした持続可能な連携事業の研究開発

（Ⅰ）の仮説

- ① 中学生段階から科学への興味・関心を高める取組や発展的な取組に継続的に触れさせ、意欲の高い生徒を入学段階で獲得することで、高校入学後の探究活動への積極性や活動の専門性は高まる。
※上記の仮説は単年で検証できるものではないので、以下の仮説とともに検証することとした。
- ①' 中学生段階から高校の学習内容を含むプログラムに取り組むことで、生徒の興味・関心や科学リテラシーは向上する。
- ② 大学入学後に「TA 養成プログラム」を受けながら在校生との共同研究や指導にあたることで、大学生自身の対話力や発信力、分析力が向上するとともに、在校生の学習効果も高まる。
- ③ 高校理科の授業や課題研究において高度な課題を与えつつ、その解決のために縦割り活動の機会を設定し、研究機関との連携を強化することで、探究活動をはじめとする科学に対する理解力や表現力が向上する。

（Ⅰ）の研究開発内容・方法

仮説を検証するための研究開発内容は以下のとおりである。

1. A1-1：SS 課題研究基礎，A1-3：SS 課題研究Ⅰ，A1-4：SS 課題研究Ⅱ
2. A3-1：スーパーサイエンスセミナージュニア(SSSJ)
3. A3-5：豊中オーナーリーダーズ
4. B1-3：生物研修
5. B1-4：地学研修
6. B1-6：ラボ実習
7. B2-1：サイエンスキッズ
8. B2-2：サイエンスジュニア

1. A1-1：SS 課題研究基礎，A1-3：SS 課題研究Ⅰ，A1-4：SS 課題研究Ⅱ

昨年度に三年間のカリキュラムを整理した。1 年に平易なテーマを扱った探究活動を実際に行いながら探究の手法について学び、2・3 年で新たに専門的なテーマを扱って、探究の技術を深めていくデザインとした。さらに、一学年全員が課題研究の履修者となることを踏まえ、短時間の指導で最大限の効果を実現するためのワークシートなどを開発してきた。今年度は開発したワークシートの利用価値はもとより、生徒に求める資質・能力など根本まで踏み込んで指導方針の見直しを行いながら、教師が学習者にどのようにアプローチするのかを研究した。

なお、本校の教育課程では平成 31 年度入学生から A1-1：SS 課題研究基礎を課題研究Ⅰとして開講しているが、本報告書では混乱を避けるため、従来どおり、一年次に開講される課題研究の授業を SS 課題研究基礎と表記する。

(1) A1-1：SS 課題研究基礎

① 概要

当講座は探究活動を通して、探究に関わる基本的な手法や技能を学ぶことを目的として、第一学年全員の 360 名を対象に開講した。授業内容は SGH 研究開発委員会と SSH 研究開発委員会が共同で検討し、クラスごとに情報科の教諭が担当した。

当講座は従来、文系と理系に分割し、それぞれから担当教員を配置して実施していたが、文理学科の拡充により、昨年度に文理の分け隔てなく探究の手法を学ぶカリキュラムへと刷新した。具体的には、まず、一年間の目的を「研究を行う上で、情報を収集したら終わりではなく、情報を収集したら必ず問いを立てるように習慣づける」とした。その上で、1 学期にパソコンを使った情報収集やワープロソフト、表計算ソフトの使い方など ICT スキルに関わる実習を中心に行い、2 学期に探究に取り組みながら、探究の手法について学習し、3 学期に発表会を実施したり、論文を執筆したりするカリキュラムを実施した。

昨年度、一年間を終えてみて、探究にあてる期間が 2 学期だけでは探究活動を十分に行うには短いことが分かった。そこで、今年度は 1 学期の 5 月中旬から研究を開始させ、生徒が研究を進めるために十分な時間を確保できるように改善した。また、3 学期の発表会後は次年度の SS 課題研究 I の研究計画の検討に入ることとした。一方で、探究活動を指導する教材や手法なども昨年度に刷新したが、今年度はその効果や問題点を追認するために、大きな変更を行わなかった。

② 実施内容

表 2 に平成 31 年（令和元年）度の授業内容の一部を記す。今年度は第 3 時から探究活動に入った。探究活動では「SDGs（Sustainable Development Goals：持続可能な開発目標）に関わる提案」もしくは「家庭でできる自由研究」のどちらか一方のテーマを選択し、3～4 人で 1 班を作り、研究を行わせた。今年度は文科選択希望者のみならず理科選択希望者も多く生徒が SDGs を選択した。生徒の研究テーマの一部を表 3 に示す。

授業展開や指導法については、留学生交流会のポスターの指導の中で一度だけ助言（表 2、第 16 時）を入れた以外は、ほぼ昨年度の手法を踏襲した。授業では生徒 40 人に対して教員数が 1 名であるので、ほとんどの時間は研究の内容に関わる指導は行わず、研究の手法についての講義を一斉講義の形で行った。講義の主な内容については表 2 の内容の列に示す。また、ほぼ毎回、家庭学習課題を課し、情報の収集と問いづくりを繰り返させた。また、情報の収集、問いづくり、相互評価などほぼすべての活動を A4 判のワークシートの指示で誘導し、ワークシートを一冊のファイルに綴じさせた。その例を図 1 に記す。

次年度の SS 課題研究 I への接続のために、12 月中旬から 1 月中旬にかけて、次年度の課題研究の研究分野を決定した。次いで、留学生との交流会後、3 回の授業の中で研究計画書を所定のフォーマットで作成させた。その例を図 2 に示す。

③ 結果と分析

第 19 時の留学生交流会の後、振り返りシートの中で「研究をしてみて、①自分がうまくできるようになったこと、②研究を進めるにあたって疑問に感じていることをまとめましょう。」という問いを設定して、生徒の回答を得た。得た回答の多くは昨年見られた振り返りとほぼ同じであり、「問いを立てられるようになった」、「情報収集の段階で情報に対して疑問や感想といった気づきを得ることができるようになった」という回答が多かった。このことから、このカリキュラムが「研究を行う上で、情報を収集したら終わりではなく、情報を収集したら必ず問いを立てるように習慣づける」という当初のねらいに対して有効に機能していることが示唆される。一方で、「研究のゴールが分からない」といった意見が昨年よりも顕著にみられるようになった。

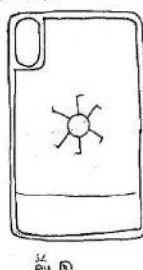
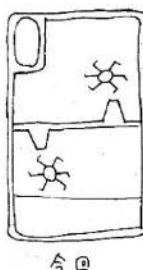
「研究のゴールがわからない」は研究の時間が長くなり、壁にぶつかる生徒が増えてきたことが一因であると考えられる。また、壁にぶつかる生徒は正解にたどり着けないことの不安が募っていたり、研究の社会的・学術的有用性にとられ過ぎてしまい、自らの研究の意義を見失っている可能性がある。今後はそのような生徒に対するフォローをどのように行うのかを検討する必要がある。

表 2 平成 31 年（令和元年）度 課題研究基礎 授業内容

時	内容	課題
1	〔目標〕 LAN 教室の使い方を知る 〔講義〕 LAN 教室のパソコンの使い方, アカウント, メールアドレスについて	なし
2	〔目標〕 課題研究の進め方を知る 〔講義①〕 課題研究の進め方 〔講義②〕 今後の授業の進め方	→授業課題（1）の未消化分
3,4	〔目標〕 情報収集についての基礎知識を知る 〔実習〕 Web に書かれている情報を検証するためにはどうしたらよいか 〔講義〕 情報操作について, 情報の信憑性の評価について, 情報の批判的な読み解き, 情報源について, 検索の方法 (and, or, not)。	文科: SGD17 から, 興味を持つもの 3 つの選出と興味を引く点の説明 理科: 自由研究事例について, 興味を持つもの 3 例と興味を引く点の説明 →家庭学習課題（2: 本体）
5	〔目標〕 テーマから調査課題までの工程を知る 〔実習〕 問いつくり, 答え探し, 再度作った問いを用いてチーム作り 〔成果物〕 問いと答えと次の問い	共通: ① チーム作りで乗った問いに各自が問いを二つ足して, 三つにする。 ② それら三つの問いに対して答え探しを行う。 ③ ②に対して, 三つの問いを設定する。 →家庭学習課題（3: 本体, 別添台紙）
6	〔目標〕 実験手法や調査対象の考え方を知る。 〔講義〕 テレビ「トリビアの泉」の調査手法の検討の場面を視聴, 調査の準備に関する講義 〔作業〕 問いの相互評価 （文） 調査対象検討 （理） 実験手法検討	文科: 相互評価で選ばれた問いから答え探し, 問いつくり。 理科: 家庭で予備実験を行い, 問いを三つ作る →授業課題（4: 研究計画） →家庭学習課題（4: 別添台紙）
7	〔目標〕 研究を進める 〔講義〕 アイデアの作り方, 斬新な発想の分析 〔実習〕 斬新な発想の分析 →授業課題（5: 発想分析） 〔作業〕 作ってきた問いの相互評価 （文） 研究続行 （理） 実験手法の検証	文科: 情報収集・解決手法の提案 理科: 家庭で実験を行う。 →授業課題（5: 研究計画） →家庭学習課題（5: 別添台紙）
8,9	〔目標〕 研究を一度まとめる 〔講義〕 ポスターの最小構成要素 〔作業〕 A3 1 枚の手書きポスターの作成	文科: A3 1 枚の手書きポスターを作成する。 理科: A3 1 枚の手書きポスターを作成する。
10	〔目標〕 簡単な意見交換会を行う。 〔作業〕 ポスターの相互評価 〔成果物〕 相互評価ワークシート	文科: 研究前半の振り返り 理科: 研究前半の振り返り →授業課題（8: 振り返り）
11	〔目標〕 研究を進める 〔講義〕 なし （文） 研究続行 （理） 実験手法の検証	文科: 情報収集・解決手法の提案 理科: 家庭で実験を行う。 →授業課題（7: 研究計画） →家庭学習課題（7: 別添台紙）
12	〔目標〕 研究を進める 〔講義〕 なし （文） 研究続行 （理） 実験手法の検証	文科: 情報収集・解決手法の提案 理科: 家庭で実験を行う。 →授業課題（8: 研究計画） →家庭学習課題（8: 別添台紙）
13	〔目標〕 研究を進める 〔講義〕 当面の目標（授業 13 回目の留学生交流会）と予定の確認	文科: 情報収集・解決手法の提案 理科: 家庭で実験を行う。 →授業課題（9: 研究計画） →家庭学習課題（9: 別添台紙）
14	〔目標〕 研究を進める 〔講義〕 研究のブラッシュアップについて（三角ロジック）	文科: 情報収集・解決手法の提案 理科: 家庭で実験を行う。 →授業課題（10: 研究計画） →家庭学習課題（10: 別添台紙）

15	〔目標〕ポスターセッションの準備を進める 〔講義〕ポスターセッションの概要説明 〔作業〕A3 方眼紙に手書きポスターの下書きを作成する。日本語の原稿を作成する。	共通：授業の続き →授業課題（11-1：ポスターの下書き） →授業課題（11-2：日本語原稿）
16	〔目標〕ポスターセッションの準備を進める 〔作業〕ポスターの下書きをもって、教員に対して発表を行い、セッションを行う。セッションでの質疑応答をすべてワークシートに書き出し、次のアクションを各班で検討する。	共通：授業の続き →授業課題 （11：研究内容カンファレンス&貢献度調査）
17,18	〔目標〕セッションの準備を終える 〔作業〕①下書きを基に模造紙一枚に手書きポスターの作成。 ②英語の発表原稿を作成し、発表練習。	共通：授業の続き →授業課題（12-1：英語の発表原稿） →授業課題（12-2：単語帳）
19	留学生交流会（1/17） 大阪大学の留学生 40 名を招き、9 クラスに分かれてポスターセッションを行う。	共通：ワークシート →家庭学習課題（13：振り返り）
20	〔目標〕WWL 講演会で取り扱われるテーマについての予備知識を獲得する。 〔作業〕講師より提示される資料を読み込み、各自が A3 のミニポスターにまとめ、ジグソー法によって小グループでの発表会を実施。	共通：ワークシート、ポスター → WWL 講演会の事前学習
21,22 23	〔目標〕2 年次の課題研究の下調べ 〔作業〕ワークシート	共通：ワークシート →授業課題（14：2 年次課題研究下調べ）

課題研究 家庭学習課題（10：研究計画）

今日の相互評価の後、チームで選んだ「振り返り進めていきたい問い」三つを記入しましょう。																															
問い(前)	(1) スマホを傾けなくても充電できる方法はあるか。 (2) スマホを充電できるくらい量の充電できるか。 (3) 材料はどのようなものがいいか。																														
問い(後)	本来の波で充電のしくみとそのま利用することは難しいので、風で充電のしくみを使えばよいと考えた。「Instructable.com」というサイトでは自転車の風力タービンをつけて運転すると、風でタービンを回し、スマホが充電できることが分かる。さらに、少しでも充電の効率を上げるため、軽量のタービンを2つ付けようと考えた。 デザイン案  前回デザインではタービンを1つだけ回さないと思ったので、タービンを2つ回すようなしきりを作ればよいと考えた。  前回デザインではタービンを1つだけ回さないと思ったので、タービンを2つ回すようなしきりを作ればよいと考えた。																														
家庭学習の後、新たに問いを三つ立てて記入してください。次回の授業に際し、班の中で相互評価します。																															
問い(後)	<table border="1"> <tr> <td>(1)</td> <td>どのような材料を使うべきか。</td> <td>5</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td></td> <td>5</td> <td></td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>(2)</td> <td>スマホの厚さはどのくらいか。</td> <td>5</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>(3)</td> <td>他の充電方法と比べての利点は何か。</td> <td>4</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>12</td> </tr> </table>	(1)	どのような材料を使うべきか。	5	5		0		5		15	(2)	スマホの厚さはどのくらいか。	5	4				4		13	(3)	他の充電方法と比べての利点は何か。	4	4				4		12
(1)	どのような材料を使うべきか。	5	5																												
0		5		15																											
(2)	スマホの厚さはどのくらいか。	5	4																												
		4		13																											
(3)	他の充電方法と比べての利点は何か。	4	4																												
		4		12																											

持ち帰る問いを記入

問いの答えを調べる

答えから新たな問いを見つけ

図 1 家庭学習課題（実際のサイズは A4 判）

2 年次課題研究計画書

専攻	数学		
1	年	5	組

① 研究対象・テーマ（例：フリクションペンについてインクが消えないようにする研究）

浮沈、幾何学の数理で船を証明する

② 調べて分かったこと（文献調査をして分かったこと）

オイラー方程式からアルキメデスの原理が導かれる。物体が押しのけている流体の重さよりも物体そのものの重さが大きければ沈み、小さければ浮く、ということになる。鉄でできた大型の船はより浮力を大きくするため水に接する面積を広くして中に空洞を作ることによって流体を押しのける力＜船の重量としているため、海に浮かべても沈まない。また、船舶において波や、風によって、船体が傾けられた際の角度まで転覆せずに持ちこたえ、元の姿勢に復元できるかという、復元力というものも、船舶の上部構造に大きく関係している。

③ 調べたことについて思ったこと、考えたこと

船にはたくさんの数理が関係している。範囲が広すぎるので部分的に絞り込むのが適切かと思った。また、戦争での戦艦が沈んだ原因、どのようにすれば沈まないのかも、今の数理を用いて調べてみたいと考えた。過去の沈没事故などを調べることで、社会全体に目を向けることができるのではないかと考えた。そして、新たな発想による構造なども研究を通してグループで見つけたいと思った。

④ 自分の研究によって解明したいこと

用途に合った効率的、理想的な船の実現性を数理を用いて証明する。過去の沈没した船について研究し、どうすればよかったのか、現代の数理を用いて証明する。

⑤ 研究の手順（理系の場合は実験に必要な機器が明らかになるように）

証明する船を決める。（特定の戦艦や、クルーズ船、輸送船など）
調べる。
今回証明する範囲を決める。（理想はその船まるまる証明したい）
案を出す。
式を作る。
実験する。（水槽、模型を作る材料、計量の道具など、学校にあるものでいけそう。）
（繰り返す）
証明を完成させる。

⑥ 参考文献（アドレス、サイト名、著者、題名、ページ数など）

矢崎茂俊(2016)「実験数学読本」日本評論社

図 2 2 年次の研究計画書

表 3 平成 31 年（令和元年）度の課題研究基礎のテーマの一例

文	インドネシアの不平等を教育から解決する方法の検討	理	雑草水素の発生メカニズム解明と効率化に関する研究
文	アフリカ諸国の水不足に対して簡易ろ過装置の検討	理	Cool Summer Challenge
文	南スーダンに向けての最適な募金方法	理	燃焼炉とCO2の新しい道しるべ
文	二酸化炭素削減のための公共交通機関利用促進の検討	理	人工指紋によるスマートフォンの指紋認証の実施
文	より多くの貧困を救う募金箱の検討	理	過冷却水を用いたかき氷の作成
文	パプアニューギニアに住む人々への安全な水の供給	理	蜃気楼を手軽に発生させて町おこし
文	途上国の海洋プラスチック流出への対策	理	ビル風を弱めて、都市における災害を減らす
文	どんな募金箱が一番お金が集まるのか	理	DNAによる人体への影響とキウイの推奨
文	防災に対する意識の上昇を目的とした防災マップ製作	理	倒れない図形の本質
文	AIによる経済発展は人間に何をもたらすのか	理	果物の褐変を防止する新しい方法の検討
文	アフリカの貧困に対する日本での支援促進方法の検討	理	発電機能を備えたスマートフォンケースの開発

(2) A1-3：SS 課題研究 I

① 概要

当講座は 2 年次の文理学科理科選択者 211 名を対象に、毎月曜日の 6、7 時間目で開催した。現在生徒が選択できる研究分野は物理、化学、生物、地学、数学、保健体育、情報の 7 分野である。各回の授業前に指導内容プリントを教員が作成し、統一した指導方法で各教科教員が授業にあたった。

昨年度までは教員 1 名に対し、10 名以内の生徒を担当すればよかったので、常に個別指導ができ、軌道修正なども随時行えた。しかし、今年度からは 2 年生が全員文理学科となり、教員 1 名で 20 名以上の生徒を担当することとなった（約 3 倍増）ため、きめ細かな指導が不可能になり、より生徒の自主性を期待せざるを得ないようになった。そこで、1 年次の SS 課題研究基礎において、自主的な調査、計画の立て方、論文の書き方などについての一通りのノウハウを生徒に伝えておくことで、この問題点をクリアできるように準備した。その代わり、パソコンのオフィスソフトなどの操作方法について教える時間が削られた上、さらにはスマートフォンの普及で家庭内でも生徒がパソコンに触れる機会が減っていることも加味して、論文や要旨、特に図や表を駆使するポスターの作製についてはかなり困難を極めるようになっている。

また、例年通りではあるが、テーマ設定に苦心している様子が散見される。途中で新たにテーマを決めなおすケースなども見られる。多いパターンとして、物理分野では流体力学にからむもの（2 年次初期の段階では物理学の知識が少ないので、文献を追ってもその内容が理解できない）や、生物分野ではテーマとなるものが世話を必要とするもの（植物の観察でうまく育たないまま枯れてしまう）などが挙げられる。

② 実施内容

まず、今年度の上半期の生徒の取組について、次の a 項～g 項に記す。

a 研究グループづくり（初回）

春休みに各自で研究テーマの候補を 3 つ以上調査させた。第一回目でそれらをお互い紹介しあいながら、似た内容や強く興味を持ったテーマに対して集まるような形で研究チームを組織させた。一チームの人数は 2～4 名を原則とし、内容に応じて 5 名まで認めた。

参考までに現在の各グループの研究テーマは表 4 のとおりである。

b ガイダンス（課題研究の手順）（2 回目）

①先人の研究を踏まえ ②社会的、学術的な課題を見出し ③自分自身のアイデアで答えを提案し
④論理的な検証を行い ⑤他者と共有することで、社会的、学術的に貢献する
これら①～⑤を具体的な研究例を参考にして生徒に伝えた。

c 活動報告書と家庭学習記録の作成（2 回目）

毎回の授業の中で、メンバー全員が異なる役割を果たせるよう、家庭学習記録の作成を促した。

それらは活動報告書に明記することでお互いの分担を明確にし、計画的に研究を進められるようにした。次の授業の時には家庭学習記録をお互いに見せ合って発表し、この日の研究活動の方針と分担を決

表 4 研究テーマ一覧

体1	ヒトの視覚に関する盲斑の実験
体2	運動と記憶力の関係性
体3	干し野菜の活用方法
体4	音楽が心理に与える影響についての研究
体5	色が人間に与える影響
体6	目に留まるポスターやチラシについての検討
体7	社会で活躍する人材を育てるためには
体8	音楽による身体への影響
地1	新たなる免震構造の構築
地2	太陽光と標高差の関係があるのか
地3	土壌の温度変化と火星の模擬土の作成
地4	木星突入ミッション
地5	天候と紫外線・照度の関係性の検討
地6	ムペンバ効果についての仮説と考察
地7	太陽観測による天候の予測
地8	気候工学における太陽放射管理と擬似実験
物1	振り子が作る波の形
物2	ドミノの幅の違いによる速度の変化
物3	紙飛行機の形状、材質と飛距離の関係
物4	反発係数と様々なボールの運動に関する研究
物5	紙飛行機の最長飛行距離の条件
物6	ジェット風船の飛行について
物7	糸電話の限界
物8	床の滑りやすさについての検討
物9	ブーメランをうまく飛ばすためには
物10	自由落下におけるドップラー効果の再現
物11	吹き矢の弾と筒の大きさによる影響
物12	打球をより遠くに飛ばす条件とは
物13	最強の竹とんぼを作る
物14	クラドニ図形の規則性
化1	酸性雨を溶媒とする発電方法
化2	吸熱反応を用いた冷却パックの再利用
化3	簡易燃料電池の作成
化4	銀鏡反応による鏡の作成と着色
化5	ポリグルタミン酸の量と凝集力の相関関係の検討
化6	使い切った一次電池の再使用方法の検討
化7	意図的な紅葉の検討
化8	PETの分解方法の模索
化9	身近な廃棄物から洗剤を作る
化10	身の回りのものでトリートメントの代用はできるのか
情1	色が人に与える印象
情2	インターネットおよびスマートフォン依存症
情3	阪大数学に対応した問題演習サイトの作成
情4	認証システムの仕組みの調査
情5	3Dシミュレータにおける情報表示の検討
情6	SPAMメール対策の研究
情7	豊中高校におけるネット依存とその解消法
情8	建築物内で迷うことのないマップ作成の検討
情9	豊中高校のバリアフリーについて
生1	花の染色についての検証
生2	ダンゴムシの交替性転向反応についての研究
生3	アリのフェロモンの揮発にかかる時間
生4	膨圧運動を意図的に静止した場合のオジギソウの反応
生5	色から受ける記憶の差異
生6	溶液の違いによるスプラウトの発芽と成長の差
生7	四つ葉のクローバーの栽培方法の調査
生8	プラナリアの再生実験
生9	テントウムシの色覚調査
数1	効率の良い歯車の歯型とは
数2	統計を用いて人を騙す方法の検討

めた。この繰り返しで、毎回の授業を進めることを原則とした。

d シンガポールカトリック高校との交流会（6月4日実施）

全 59 グループを前半 30 班、後半 29 班に分け、シンガポールカトリック高校の生徒もオーディエンスとして参加してもらい、これまで研究してきたテーマについての内容を発表した。

ポスターは作成せず、A3 用紙で紙芝居のような形で内容をまとめさせた。

発表者はオーディエンスから発表に対するコメントシートを受け取り、今後の研究の道標としてその内容を参考にさせた。

e 夏期休業中課題

9 月末の中間発表会に使用する、要旨集・口頭発表用のポスターを作成させた。各研究グループにつき、要旨集・ポスターのいずれか 1 点を作成させ、2 学期開始と同時にお互いの内容の良い点を加え合わせてそれぞれを完成させた。

f 大阪大学からの教職実践演習の生徒（以下 TA）による助言指導（8 月末～）

TA が各教科につき、研究途中の生徒に対し助言を与えたり軌道修正を指示したりすることで、これまで以上に研究方針・内容を充実させることができるようになった。

g 中間発表会の実施（9 月 30 日実施）

全 60 グループ（9 月上旬に 1 グループ増）のブースを用意し、通常のようにオーディエンスが自分の聞いてみたいテーマを選んで聞きに行くのではなく、各グループが均等に同じ回数発表ができるようにオーディエンスのスケジュールを事前にすべて決めておいた。

まず、各グループを発表者とオーディエンスに分け、前後半で発表・オーディエンスを交替し、全員が発表、オーディエンスとしての質問を体験できるようにした。1 セッションを発表時間 5 分、質疑応

答 2 分，評価・移動 2 分の 10 分サイクルとし，6 セッション行った。オーディエンスの質問能力を高めるために，必ず「3 つの why」として質問をするようにルールを作った。

発表者はその質問を逐次記録し，その後の研究の参考とさせた。オーディエンスには発表を①研究の骨子，②研究の方針，③結果・考察，④表現力の 4 項目について大阪サイエンスデイ準拠の評価表を用いて採点した。発表のセット回数は 6 回とし，原則としてそのうち 1 回は教員あるいは TA がオーディエンスとなり，助言・採点を行った。

ここまでの中間発表会までの流れである。この時期に課題研究の指導方法の研究を目的として，10 名の指導担当者のうち，有志 7 名によるプロジェクトチーム（以下，校内名称の「指導コア」と表記）を結成した。ここまでは例年通りのルーティーンワークで指導方法が展開されてきたが，中間発表会以降は指導コアによって，探究の指導の課題に対応した指導が展開されていった。その様子を以下 h 項～l 項に記す。

h 第 1 回カンファレンス（10 月 28 日実施）

中間発表で露呈した研究の弱点は先行研究の調査や理論の学習が不十分なまま実験に入っていることと実験方法やデータのとり方が未熟であることの二点に分けることができた。中間発表までは一教員当たりの生徒数の多さゆえに対面指導を半ばあきらめていたが，これを見直し，教員・TA が教科別に全研究グループのポスター発表内容を聴き，それに対しての質問・助言を行うこととした。このアクティビティを校内ではカンファレンスと称している。カンファレンスにより，各グループは研究内容をさらに深化させ，考察の幅も広がるようになった。

また，研究の良し悪しを見極める視座を与えることも喫緊の課題であった。そこで，カンファレンスが一度終了したチームには次のカンファレンスに参加させ，指導教員より前にコメントをさせるようにして，研究に対する指摘を行う練習をさせた。その上で，カンファレンスを 10 月と 12 月の二回行い，それらの記録の変容から，探究を自分自身の力で進められる力が身に付いたかどうかを分析することができないかという提案がなされ，j 項に示す第 2 回カンファレンスもこの時に予定された。

カンファレンスを通して，研究の進め方そのものを理解しきれていない生徒も見られたので，第 1 回カンファレンスの後にグーグルスカラーなどを利用して文献，とりわけ論文の調査を実施させ，研究の仕方や論理の立て方などを模倣させることで正しい方向付けを意識させた。

i 三角ロジックの提示（12 月 6 日実施）

本校では論述の基本フォーマットとして三角ロジックを利用している。三角ロジックは主張の理由となる事実（根拠）には主張と論理を支持する客観的なデータなどの解釈（論拠）が必要で，そこから結論（主張）が見出す論法である。この論理構造に沿って研究内容を発表していく必要があることを説いた。具体的には「鹿児島に今から行くにはどのような方法でやるのが一番よいか」という問いに対して，根拠と論拠を伴って移動方法の提案を行わせるワークを全体で実施した。主旨は大きく二つで，一つ目は根拠・論拠の軸が金額であれば，フェリーなど，時間であれば飛行機を使うというように結論が変わってくることであり，二つ目は根拠が抜けると「なぜそう言えるのか？（Why?）」，論拠が抜けると「だから何なのか？（So What?）」と指摘したくなることであった。いずれもおおむね理解はできているようであった。その上でワークシートを用いて自身の研究を整理させた。

j 第 2 回カンファレンス（12 月 16 日実施）

第 1 回と同様に，教員・TA で発表を聴いた。約 2 か月の間で生徒もデータをこれまで以上に集めてきたので，形が少しずつ各グループの研究テーマに沿ったものに出来上がってきていた。

k 冬期休業中の課題

2 月 5 日実施の豊高プレゼン(本番の発表会)に向け，最終の要旨集・ポスターの素案を作成させた。休業明けに教員が内容を精査し，完成版を仕上げた。

パソコン台数が学校だけでは足りないのを、自宅での作成を原則とし、学校では修正にとどめるようにすることで、多くのグループが学校のパソコンを使えるようにした。

1 豊高プレゼン

豊高プレゼンの要旨、ポスターに対して、教員が対面指導を行った。従来の指導法では、各分野の指導教員が両方の成果物を指導していたが、今年度はチーム数の増加や指導方法の共有のために要旨、ポスターで専門チームを組織し、決められた成果物のみを深く指導できるようにした。具体的には指導コアのメンバーをポスター担当と要旨担当に分け、研修や打ち合わせを行うなど、指導力の向上や指導技術の共有を図った上で、一人につき 15 班分の成果物に対して助言を行った。また、対面指導は授業時間中ではなく、昼休みや放課後を利用して行われた。

m 論文執筆

昨年までは研究の骨子を整理するためのワークシートを教員全員で添削して論文執筆の事前指導を行っていた。しかし、生徒にとっても教員にとっても過負荷であることが問題となっていた。今年度は「1 豊高プレゼン」に示したように発表会の成果物に重点を置いて指導を行ったことから、論文執筆の負担をできるだけ避けるようにデザインした。結果として、1 年次でも実施した論文を読むワークシートと論文の骨子をまとめなおすワークシートの二つのみを用いて事前指導とした。

また発表会終了前後から、授業時間内に執筆の時間を多く設けるようにした。そのため、提出締め切り最終日前日ですでに半数の生徒が提出できていた。来年度以降も発表会の作業負担感とのバランスの中で過負荷にならないように配慮しながら、質の良い論文を書かせる方略を検討したい。

n 最終レポート課題

指導コアで課題研究の評定の計算方法を検討するなかで、改めて課題研究を通して生徒に身につけてほしい資質・能力を洗い出した。その結果

- ア 探究の奥の深さを知り、わからなかったものが分かっていく楽しさを知ってほしい
- イ まだ明らかになっていないことに気づく想像力とそれに考えをめぐらす創造力
- ウ 研究するときのものごとの捉え方や着眼点（クリティカル・シンキング）
- エ 研究手順を自分で考えだす力
- オ スケジュール管理
- カ プロジェクト後に自らの行動やその成果、または自らの変容などを省察する力
- キ 文章やポスター作成、プレゼンテーションなど様々な表現力
- ク PC スキル

と様々な資質・能力が挙げられ、いずれも指導コアで合意できるものであった。今年度の指導環境では相手をする生徒が多すぎて、研究活動を行う生徒を見取ることこれらの資質・能力を見極めることは大変難しい。また、論文やレポートの成果物の多くは過去の事実を集約しており、上のイやエのような未知に対して対応する力や、オやカなど研究者の資質・能力そのものを読み取るには適していない。そこで、今年度はこれらを読み取れるようなレポート課題を試行することとした。

レポート課題では次の二つの設問に対して、文章で回答することとし、課題研究の最終時間に実施した。

- 問 1 あなたのこの一年の研究成果の到達度合いは、当初（テーマ設定時）の目標設定に対し、何%程度ですか。根拠を明らかにして説明しなさい。なお、図が必要な場合は、別紙「描画用紙」に図を描くこと。（制限時間 15 分）
- 問 2 あなたがこの先、この研究を続けて成果を出すためには、どのようなスケジュールで、何を使って、何を調べればよいですか。期待される成果とともに記しなさい。なお、図が必要な場合は別紙「描画用紙」に図を描くこと。（制限時間 25 分）

表 5 全 60 ブースの評価 4 項目（各 5 点満点）の平均点

評価項目 評価者	骨子(Why) (5 点)	方針(How) (5 点)	考察(What) (5 点)	表現力 (5 点)	合計 (20 点満点)	全体の印象 (5 点満点)
生徒	3.91	3.88	3.47	3.93	15.16	3.87
TA	2.88	3.37	2.74	3.12	12.12	3.09
教員	3.05	2.92	2.71	3.34	12.02	2.93

③ 結果と分析

a 生徒の相互評価についての考察

中間発表会で生徒、TA、教員からの採点データを表 5 にまとめた。表 5 から「生徒からの評価点が TA、教員からの評価点に比べ高くなる」傾向でうかがえた。その原因として考えられるのが、①評価者の名前が発表者にわかるためにその遠慮から甘く採点する、②発表者の話している内容が十分に理解できていないため評価が曖昧になる、の 2 点である。TA の採点が教員よりも低くなる項目が複数見られたことも注目に値する。生徒と教員側の受け止め方の格差を是正するために、発表会後すぐの授業時にも評価方法の甘さを全体に伝えた。

また、第 1 回カンファレンスで教員・TA から受けた指摘に対し、自分たちがどう解釈し、どのように解決していくかを考えさせ、そのまとめを表にして提出させた。その記入用紙見本が以下の図 3 である。

専攻 _____ 班 _____			No. _____
教員からの指摘	←どのようなギャップがあるか→	過去の認識	対策
			分類

図 3 カンファレンスにて教員・TA から受けた指摘をまとめるフォーマット

まず、教員・TA から指摘されたことに対して、それまでの自分たちの認識がどうであったかを書き出させる（過去の認識欄）。それと教員からの指摘のギャップを文章化させ、問題点をしっかり把握させたうえで、対策を練るようにさせた（対策欄の分類とは指摘された内容の種類を表す。具体的に 0：課題設定、1：文献調査、2：仮説の立て方、3：理論、4：検証方法、5：実験内容、6：論理展開、7：結論、8：その他）。

そこで、提出されてきた記入用紙を見てみると、まず自分たちと教員の指摘のギャップそのものが掴みきれていないケースが多々見られた。そこで、各グループに対して添削指導を行い、ギャップ・今後の対策をどう感じてほしいかを生徒に伝えることにした。その具体例が表 6 のとおりである。

表 6 ギャップ・対策の正しいとらえ方の添削例

教員の指摘	生徒のワークシート内容			感じてほしかったギャップと対策	
	ギャップ	以前の認識	対策	教師が考えるギャップ	教師が考える対策
ダンゴムシは壁を添って歩行する習性があるのではない。	調査・考察不足だった。	ダンゴムシは壁を添って歩行するという仮説が導くことができなかった。	現在行っている実験が終了したら、壁添いを歩く習性があるのか検討し、調べ学習をして実験をする必要があれば行いたい。	実験の前提条件にも影響する可能性のあることについての検討ができていない。先行研究における実験条件等を確認していない。	実験が終了したらなどと悠長なことを言わず、すぐにでも先行研究を調べる等の対策実行が必要。その結果次第で現在行っている実験手法・条件に関しても再検討が必要となることを認識すべき。
赤色と青色の実験をもう一度やってみたらいいのでは。	ギャップはない。	赤色と青色の実験はもう一度やろうと考えていた。	もう一度、テストをやっている1年生の3クラスに対して赤と青に絞ってテストを行う。	今後の展望・新たな仮説に対する検証方法についての事柄を、発表で伝えるべき情報であると認識していない。	発表前に、発表を通して伝えるべき事柄の整理が必要。
標準偏差を用いたときどのように人を騙せるのか	具体的な研究内容を示す	平均値だけを提示することで騙せる	騙したい事柄を先に考える	統計に関する知識がまだまだ足りていないというギャップがある。分析の手法の種類の知識が足りていなかった	まずは統計学の初歩的な知識を自分たちで学習し、使えそうな変数やデータが何かをまずは洗い出してみることから始めたい。

これまでの指導の中で、教員の思いが生徒にうまく伝わっていないことが多くあることが明確になった。さらに、今年度からの生徒数の増大に対し、対応教員を増やさざるを得なくなったが、その中には不慣れな者も数名いるため、この機に共通認識を教員間で持てるように全体研修を行った。その内容が三角ロジックと呼ばれる論理的文章作成法である。教員自身がその手法を体験し、それを生徒に各教員が伝えることで、今後の研究テーマの分析方法について、夏休み前に作成させた「研究発表の骨子」シートを大幅に書き足させることができた。具体的な指導内容は図 4 のとおりである。

課題研究 研究発表の骨子	
①a (背景) 研究課題を決める以前に調べていたこと	①b (学術的意義、社会的意義) 社会に存在する様々な課題からその課題を選んだ理由
事実はこちら	解釈はこちら
↓	
② (調査課題) あなたがこの研究で解決しようとした課題	(主題) メインタイトルは調査課題が分かるようなものでなければならない
結論はこちら	
③ (捨てられた仮説) 最終的に選んだ仮説は本当に最適なかどうかは観客との比較から導かれる	

図 4 ワークシートの書き方例

右のように、どのマスに「事実」「解釈」「結論」を書けばよいかの指示を出した。前述のように、簡単な例（鹿児島へ行く最適方法）を挙げてこれら 3 点を列挙できるように実習しており、今度は自分たちの研究テーマにそれと同じ考え方を当てはめればよいので、どのように記入すべきかがイメージできるようになった。本校では図 3 の骨子シートを書いて、オーディエンスに訴えたい内容や提示順序を整理してからポスター作りにかかるように指導している。

第 2 回のカンファレンスでは研究者のデータも多くそろい、教員側も前回以上に細かな点を指摘することができるようになったので、内容の充実度が増したグループも多く見られるようになった。

b 最終レポート課題と生徒の資質・能力の考察

最終レポートについては鋭意分析中であるが、問 2 の回答における現時点での分析経過について触れる。問 2 は

あなたがこの先、この研究を続けて成果を出すためには、どのようなスケジュールで、何を使って、何を調べればよいですか。期待される成果とともに記しなさい。なお、図が必要な場合は別紙「描画用紙」に図を描くこと。（制限時間 25 分）

という設問であったが、これは指導コアで検討した資質・能力の「イ まだ明らかになっていないことに気づく想像力とそれに考えをめぐらす創造力」「ウ 研究するときのものごとの捉え方や着眼点（クリティカル・シンキング）」「エ 研究手順を自分で考えだす力」「オ スケジュール管理」をねらいとした設問である。生徒の回答を分析しながら、これらの力について再度検討を行っていくと、評価の観点には次のようなものが候補となると考えられる。

イ、エ 現状、研究で不足している点を認識しているかどうか。また、それについての具体的な行動の提案がわたってできているかどうか。

ウ、エ 研究対象を多角的に分析しているかどうか。条件変数についての記載があり、どのように扱うべきかの記載がなされているかどうか。

なお、オについては、記載のないものがあり、記載があっても現実味に欠ける記述が多く、ここまでの指導では時間感覚を身に付けられていないことが露呈した。そのような指導を強化するか、設問を工夫するかするべきであると考えられる。

今後は、指導コア内で評価基準を検討し、ループリックとしてまとめながら、来年度の指導に活かせるように総括する。

ケース 1-A（化学 1） 方針を示しているが、具体的な行動の提案をできていない

私の班は、髪の毛の硫黄反応というテーマで研究を進めていたが、望んでいたような結果は出なかった。

研究の最終的なゴールは、髪に含まれる硫黄分の量を増やすことだったが、現段階では硫黄分を増やす方法は見つけれられていない。なので、これから研究を進めていくとしたら、調味料だけでなく幅広い分野に目を向けて、新しいものを取り入れる必要があると思う。そうすることで髪の硫黄分を増やすことのできるものが見つかる可能性が高くなるだろう。また、髪の水分量や強度をはかる方法を見つける必要がある。なぜなら仮に髪の硫黄分が増えたとしても髪質が変化するということを証明できないからだ。

ケース 1-B（化学） 具体的な行動の提案をできている

今回の研究では身近にある調味料を髪の毛にしみこませることによって含硫アミノ酸であるシステインの量が増えると仮定して実験を行ったが、失敗に終わった。そこで、システインは食事から摂取でき、肉類（特にレバー）、魚類、鶏卵、ニンニク、玉ねぎ、ブロッコリーのゆで汁などに髪の毛を浸して液体をしみこませると、システインの含有量が増えると思う。

ケース 2（保健体育） 具体的な行動の提案をできおり、複数段階に渡って見通せている。また、研究対象を多角的に見る必要性に気づけている。

① 知識の再導入（一週間）

→ 自分たちに音楽知識がないことから、有効な曲が分かってもその曲にどんな要素的特徴があるのかわからず、仮説を立てにくいから。

（成果）

- ・緊張を和らげるのに効果的な曲がいくつか分かったときに、その曲に共通な音楽要素を見つけることで、スムーズに次の実験に移れる。
- ・一般的に緊張感を高める、和らげるといわれる曲の特徴を理解することで、明らかにあてはまらない曲を除外できるため、実験の効率が上がる。

② 再実験（1 年程度）

→ 世にある曲は膨大であるから、まずは同じ旋律を別の調でひくなど各音楽要素 1 つずつについて実験する。

（成果）

- ・これによってある程度緊張を和らげるのに必要な曲の特長について仮説がたてられる。

・
・

（以下、略）

ケース 3（物理） 研究対象を多角的に分析できおり、それらの要素が従属なのか独立なのかも検討している

我々の研究には伝わる音の大きさに関わる要素「糸の素材」「音の振動数」「糸の太さ」「コップの素材」について、他の要素が変わっても影響を受けにくい法則を見つけることが重要である。糸電話の種類はいろいろな要素を組み合わせると数えきれないので、1 つずつ要素に注目して最適なものは何かを見つけ組み合わせる必要がある。よって要素をできるだけ多く挙げ、一つ一つで最適条件を見つけ出す必要がある。その最適条件を持つ要素を組み合わせると糸電話を確定させる。その最高条件の糸電話を用いて、糸の長さや音の減衰との関係を調べ、「糸の長さ何 m で何 dB の音を出した時、もう一方に何 dB 伝わる」ということを計算で求めることができるようにする。

④ 今後の課題

現在の本校の最大の課題はまず物理的問題である。200 名を超える受講生が課題研究の論文やポスターを作成する際のパソコンの台数が不足しているため、パソコン使用のために時間待ちが発生してしまう。現在は家庭のパソコンを利用してもらうことで回避しているが、発表直前の授業時間にはどうしても時間を持て余してしまう生徒が発現してしまう。教室数を確保すると、課題研究でない本来の授業の展開にも限界があり、時間割編成に多大なる影響を及ぼしている。

次に、研究テーマの設定時期である。とくに数学、物理分野では微分積分を学習していない段階からのスタートとなり、生徒の希望するテーマを調べるには考察の段階で無理が生じるケースが避けられなくなることである。とくに物理では飛行関連のテーマを好む生徒が多く、事前に分析が難しいことを指摘しても毎年数チームがこのテーマを選択する。おそらく、1 年次に学習した内容だけからでは、テーマを設定するにも題材が少ないために、思いつく疑問点も限られてしまう現状があるからではないかと推測する。これまでは教員の異動による引継ぎの問題点が指摘されていたために、新年度より動き始めていたが、次年度は、テーマ設定に少しでも時間を多く使えるように、1 年次の 3 学期からガイダンスを行うことにした。すでに 1 月中旬には生徒が担当する科目は決定したので、2 月から各教科から事前に書籍を閲覧させたり、過去の題材を紹介したりしてテーマ設定の準備をする予定である。

また、生徒のモチベーションの低さも気になっている。授業の一環としてやっているのであって、本心から調べたいという気持ちのない中で、自主的に研究を進めるのは大変である。そこで、スポーツ系・音楽系クラブの技術向上を目的とした研究テーマを誘導し、次年度より新設を予定している「サイエンス部（仮称）」に入部して、テーマを追及する方法を案内することを考えている。このような自分の利益につながるテーマならば、時間をかけて自主的に活動するのではと期待している。この形が定着すれば、指導教員は顧問を巻き込んでより多くの先生方にかかわっていただけるようになるので、一人当たりの教員の負担も軽減できることが考えられる。

ほかにもモチベーション向上に向けて、高大連携イベントや企業見学など、1 年次のうちに間近に体験することで、研究活動に対する興味を引き出すことも考えていきたい。

(3) A1-4：SS 課題研究 II

① 昨年までの取組や課題

本校の課題研究では 2 年の最後で論文を執筆させるカリキュラムになっているが、執筆指導の段階に非常に多くの問題が発生する。その問題は序論－本論－結論という論文特有の構成に関わるものだけでなく、主述のねじれや段落の分割といった基本的な文章作法にまで及ぶ。そこで、第 2 学年の SS 課題研究 I で一度論文を書き上げて、研究を一度完結させておいた後、3 年になって再度、課題研究 II で文章作法や論文作法などいわゆるアカデミック・ライティングを学ぶ機会を持つこととした。方針転換の初年度にあたる昨年は、主にパラグラフ・ライティングと三角ロジックの二つをワークシートの形で協働的に学習し、最後に論文を 4 ページ程度にまとめなおすように設計した。

昨年度は初年度ということであり、教材を設計するだけで手一杯であった。また、授業を担当した教員からは、もう少し一つ一つの手法について練習する時間を確保したほうがよい、評価をどのように簡便に行うかが問題との指摘があった。今年度はこれらの点について改善を図った。

表 7 SS 課題研究 II（1 学期＋1 回）

回	内容	詳細
1	ガイダンス、ダメ文あるある	生徒の論文で散見される読みづらい文章を題材にした講義と問題演習
2	例示パラグラフの書き方	ブレインストーミング、クラスタリング、アウトライン、本文執筆の四つのワークシートを用いて、「他己紹介」のパラグラフを執筆する。
3	例示パラグラフの演習	ブレインストーミング、クラスタリング、アウトライン、本文執筆の四つのワークシートを用いて、「志望理由書」のパラグラフを執筆する。
4	定義パラグラフ、比較・対照パラグラフ	比較表のワークシートを用いて、指定された題材についての比較・対照パラグラフを執筆する。
5	相互評価① 1～4 回の成果物の相互評価（中間評価）	相互評価表を用いて、生徒間で第一回から第四回までで執筆した文章を相互評価した上で、リフレクションを行う。
6	研究論文の分析、論文を構成する要素の再確認	課題と仮説の関係について復習した後、論文(*)を読み、論文の構成を分析するワークを実施。次いで、自分の研究についてアウトラインを作成。

*今年度は「理学療法科学 24(3) : 463-466 (2009)」を使用。

7～9 論文執筆

論文の執筆。

10 相互評価② 論文の相互評価（最終評価）

相互評価表を用いて、生徒間で執筆した論文を相互評価した上で、リフレクションを行う。

② 実施内容

今年度は三角ロジックの取り扱いをやめ、パラグラフ・ライティングのみとし、そのかわり相互評価を取り入れた（表 7）。教材は主に英語圏の学校における作文の授業の教科書を参考にして、SSH 研究開発委員会と SGH 研究開発委員会、授業担当者が共同で編集し、授業は担任、または副担任が担当した。

今年度は一つ一つの手法についての練習時間の確保をするために、三角ロジックの扱いを取りやめ、パラグラフ・ライティングに絞った。また、評価を簡便にさせながら、さらに生徒自身の学びを深化させる目的で相互評価を盛り込んだ。

③ 結果と分析

今年度の改善点のうち、三角ロジックを扱わず、パラグラフ・ライティングと相互評価に絞った点については、指導担当者から異論は出なかったため、来年以降もこの形式をとるべきと考える。

パラグラフ・ライティングの方法論については生徒にとっておおむね理解しやすく、多くの生徒がその有用性を実感することができている。しかし、一方で「コントローリング・アイデア」という考え方については、あまりなじみがなく、非常に難解であるため、生徒が本質的に理解できているとは言い難い。これはもう少し教授法の研鑽が必要であると考えます。

2 年次の初稿では、時系列に沿って書かれているため、調査によって整理された事実と自身が研究で明らかにした事実が混在しており、研究記録のサマリーに近い形であった。一方で、3 年次の学習を経ると、それが上手く整理されており、研究の意図や新規性、主張が明確になっている点で非常に読みやすくなっている。このように論文の構成が整理された生徒がおおよそ 7 割を超え、カリキュラムが有効に機能していることが示唆された。また、生徒自身のリフレクションを分析しても、概ね学習内容を理解しているようであった。

一方で、生徒間の相互評価についてはまだ改善の余地が残る。相互評価表の一部を表 8、図 5 に示す。表 8 は第 5 回の中間評価の評価表であるが、理解しやすい評価表を意識するがあまり、多くの生徒がみな満点で、生徒たちに次の課題を示唆することができていなかった。図 5 は第 10 回評定に用いた最終評価表である。論理が整っているかどうかを評価項目に含めたが、論理についての理解が不十分な生徒

表 8 中間評価の評価表（抜粋）

チェックポイント	得点
① 誤字や脱字、文法の誤りなどが全くなかった。	+3
② トピック・センテンスが書かれており、コントローリング・アイデア ^{※1} が含まれており、続く比較項目ときちんと噛み合っている ^{※2} 。 ※1 相違点があることを前提にしたパラグラフなので、「違いがある」はコントローリング・アイデアとはみなさない。共通点や差異があることで結果どういふことにつながるのかが書かれていれば OK ※2 コントローリング・アイデアが「可能性を見出せる」となっている場合、サポーティング・センテンスが「可能性を見出せる」ことを説明していなければならない。そこまで可能性を見いだせそうな比較を行っていない場合はアウト。	+5
③ トピック・センテンスが書かれており、コントローリング・アイデアが含まれているが、続く比較項目と噛み合っていない。	+3
④ トピック・センテンスらしきものはあるが、コントローリング・アイデアが含まれていない。	+1
⑤ トピック・センテンスがない。	0
⑥ 比較表を書いてみると、表に抜けや漏れがない。	+5
⑦ 比較表を書いてみると、表に一箇所ぐらい抜けや漏れが見られる。	+3
⑧ 比較表を書いてみると、表に複数箇所の抜けや漏れが見られる。	0
合計点	

- (8) パラグラフ・ライティングでは、「一つのパラグラフにトピック・センテンス（テーマとコントロールングアイデアを含む文）が一つ含まれる」と決まっています。言いたいことがいくつも含まれている長大なパラグラフだと、何が重要で何が重要でないかわからなくなります。論文全体を読んで、チェックしてください。
- ☐ 「言いたいこと（主張・トピック）が2つ以上入っているパラグラフ」は1つもない。
 - ☐ 「言いたいこと（主張・トピック）が2つ以上入っているパラグラフ」が1つある
 - ☐ 「言いたいこと（主張・トピック）が2つ以上入っているパラグラフ」が2つ以上ある
- 研究論文は研究成果を伝えるための文章ですので、研究内容が書かれていなければなりません。今回は研究最小構成として、
- ① 先行研究
 - ② 調査課題－仮説－結論
- の三つに絞ってみます。
- 先行研究をあげる目的はすでに明らかになっている点を示し、それ以上は明らかになっていないことを宣言するためです。自分の体験談や普段から感じている疑問だけを挙げているものは研究課題の提示としては認められません。
- (9) 「課題」に当たる部分（課題の歴史的意義、課題の分析、課題の提示など、課題にかかわる部分すべて含む）で、先行研究についての記述があるかどうかをチェックしてください。
- ☐ 「課題」について述べている部分のどこかで先行研究について触れている。
 - ☐ 「課題」について述べている部分で先行研究について触れていない。
- 調査課題（以下、課題）、仮説、結論はおおよそ次のような性格を持たなければなりません。
- ① 調査課題…研究の中で明らかにしたい問い。検証可能な問いの形式で書かれる。目的ではない。
（例）どのようにすれば、ムスリムへの理解や認知度が上がるのか。
 - ② 仮説…調査課題に対する答えや見通し。研究の前に考え出される。
（例）幼少期の教育を充実させれば、ムスリムの認知度や理解度は上がるはず。
 - ③ 結論…仮説は真だったのか偽だったのかの判定。
（例）たしかに上がった。
- (10) 課題、仮説、結論を探し出してみてください。その後、それら三つの部分をつなげて読んでみたときに、次の中で当てはまるものをすべて選んでください。
- ☐ そもそも課題の提示がない。
 - ☐ 課題の提示らしきものはあるが、課題の体をなしていない。（問いの形式になっていない）
 - ☐ 仮説の提示がない。
 - ☐ 仮説の提示らしきものはあるが、仮説の体をなしていない。（命題の形式等になっていない）
 - ☐ 結論の提示がない。
 - ☐ 課題と仮説が対応していない（仮説に入ったときに課題で触れてもない話が出てくる）。
 - ☐ 仮説と結論が対応していない（結論に入ったときに仮説で触れてもない話が出てくる）。

図 5 最終評価のチェック表（抜粋）

は他者の文章を読んでも論理を掬い取ることができずに、学習効果が高いとは言えなかった。

また、A4 数枚分の長さの文章を続けて読むような機会は現代文の問題演習以外にない生徒が多く、評価の途中で集中力が途切れたりする生徒も多い。これらの点については今後も研究を重ね、高校三年間全体で学術論文などの論理的文章を読みこなす力、書きこなす力の双方の能力を育てていきたい。また、来年度は2年次で執筆した論文との相違点を各自で分析するなど、相互評価だけではなく各自の省察を促し、学びをさらに広げていけるような資質へと迫れるように、検討していきたい。

2. A3-1：スーパーサイエンスセミナージュニア(SSSJ)

この取組は、中学校 3 年生を対象に、8 月下旬に二日間の集中講座として開講されてきたが、今年度もその形を踏襲した。61 名の参加があった。

(1) 物理

① 内容

偏光の性質について、高校レベルで学習する直線偏光に加え、大学レベルで学習する円偏光・楕円偏光の定性的な理解を目標として、科学マジックや科学工作の手法を用いて授業の展開を行なった。

- ・科学マジック 3 枚の図形カードから 1 枚を選び、選んだカードを超能力（偏光の性質から種明し）で当てるというマジック
- ・科学工作 1 何でも通す不思議な壁
- ・科学工作 2 2 枚の偏光板を用いた観察器具
- ・科学工作 2 回折格子シートを用いた観察装置
- ・光の観察 単色光や白色光を科学工作 2, 3 で製作した装置により観察しスケッチを行なった

② アンケート結果（自由記述）と分析

興味深いという感想を記述した参加者が多数であった。しかし、物理現象に対してどこまで知的好奇心を高めたかについてはこのアンケート結果からだけでは不明であり、より細かな設問を工夫するなどの改善が求められる。

(2) 化学

① 内容

本授業は次の 3 点を習得させることを目的に設計・実施した

- ・ 化学反応は熱運動をしている原子・分子・イオンの衝突によって生じること。
- ・ 実験結果を踏まえた、実験計画を立案する力の養成。
- ・ 自身の考えていることを表現し、伝える力の育成。

化学反応の速度は熱運動をしている粒子の衝突回数（反応量）によって変化する。そこで、反応させる試薬の量と反応時間に厳密な関係がある時計反応を用いて授業を行った。その際、生徒には反応させる試薬の分量を 9 つ与えた。生徒はそこから 4 種類を選択して実験を行い、それらの結果から規則を導き出させた。さらに、導き出した規則をホワイトボードにまとめ、全体発表を行わせた。

② アンケート結果と分析

理科に興味がある生徒が参加していることから、講座自体に満足はしている（表 9、質問項目 1）。しかし、実施内容が難しいと感じた生徒が過半数であった（質問項目 3）。これは、実施内容が高校レベルであったことだけでなく、自分自身で実験結果の規則を予測しながら、実験を選択することに対しての難しさを感じたからだと考えられる。しかし、自由記述には、以下のような記述があり、当初の目的を達成していることが伺えた。

- ・ 実験内容を選択するやり方、実験結果から条件や仕組みを導き出すやり方、一つの情報だけではなく、幅広く情報をみつめることを学ぶことができた。
- ・ 対照実験の考え方が勉強になった。
- ・ 人が答えを言うのを待つのではなく、自分で考えて最終的には答えを自分で導く方が達成感もあり、自分のためにもなることを学んだ。
- ・ やみくもに実験するのではなく、可能性の高いものを選択し、思考することの大切さを学んだ。
- ・ 自分の考えていることを、どうやったら相手にうまく伝えられるかを考えることができた。

(3) 宇宙

① 内容

Part 1 宇宙授業「真空」

圧力、大気の組成、気圧の説明の後、ISS（国際宇宙ステーション）高度における大気圧と、真空ポンプで減圧できる気圧を比べ、ISS 高度の大気圧が超高真空であることを学習した。

実験 1「低真空の実験」

手動ポンプで真空容器を減圧し、減圧前後の容器の重さの変化から、容器内の空気の重さを換算した。容器の中に、マシュマロ、風船、ブザー、ぬるま湯などを入れ、減圧前後での変化を観察した。

実験 2「中真空の実験」

真空ポンプを使って諸実験を行った。真空中でドローンは離陸するかどうか。缶コーヒーの底に小さな穴を開けたものをビーカーに入れ、減圧していくとどうなるか。また 1 気圧に戻すとどうなるか。

実験 3「超高真空の実験」

アポロ 15 号宇宙飛行士による月面での落体の実験を、ビデオを見ながら学習した。

Part 2 宇宙授業「無重力」

重力、万有引力の説明を受け、ISS 高度における重力が 0.89 G であることを計算で導出した。

実験 1「実験室内での無重力実験」

ペットボトルに水を入れて、放り投げたときの内部の様子を観察した。簡易落下塔による実験映像を用いて、火のついたろうそくやおもりを載せた台はかりや玉子の黄身が無重力でどうなるか観察した。

実験 2「パラボリックフライトによる無重力実験」

パラボリックフライトによる無重力実験の映像を用いて、無重力下の物体の運動や生物の挙動を観察した。

実験 3「軌道上での無重力実験」

ISS 等の宇宙機の内部での実験の様子を映像を用いて観察した。

② アンケート結果とその分析

SSSJ 全受講科目のアンケート項目 8 番「今回の講座をもとに、もっと知りたいことや興味・関心が増えた」の結果は表 9 のとおりである。94%の生徒が「そう思う」または「どちらかといえばそう思う」と回答し、多くの生徒の興味・関心を促していることが伺える。

(4) 生物「触覚を題材に、研究を体験してみよう」

① 内容

前半は、ヒトの感覚や皮膚について講義を行った後、研究テーマの設定や実験のデザイン、発表のポイントについて考えた。後半は、ヒトの触覚の閾値を求める簡単な実験を行った。4 人 1 チームをつくり、ヒトの触覚に関する仮説を 1 つ設定し、ペンと定規を用いて触覚の閾値を調査した。その後、チームで議論しながら結果を分析、考察し、模造紙にまとめてポスター発表を行った。

② アンケート結果とその分析

本実習に対する理解度が高かったことから、生徒が実習内容を理解できたことが窺える。また、多数の生徒がおもしろかったと回答したことから、簡単な実習でありながらも、自分自身の触覚という身近なテーマであると満足度が高いことがわかった。しかしながら、実習テーマと実験手法が非常に簡単であるためにやや難易度が低いと感じている生徒もいたことが課題として挙げられる。また、コミュニケーション力・発信力が高まった、人と議論しながら実習を行うことで理解が深まったという項目のポイントが高かったことから、チーム内での議論を主体とした実習方針が反映されたと考えられる。

表 9 令和元年度スーパーサイエンスセミナージュニアの生徒アンケート

設問	生物	化学	物理	宇宙
今回の講座は楽しかった。	4.86	4.93	4.93	4.90
今回の講座で学ぶことは多かった。	4.84	4.95	4.85	4.80
今回の講座の内容を理解するのは難しかった。	2.86	4.17	3.05	3.33
今回の講座の段取りや状況を友人や家族に説明することができる。	4.39	4.19	4.60	4.58
今回の講座の学びを友人や家族に説明することができる。	4.45	4.26	4.62	4.53
今回の講座でよかったことや悪かったことなどの感想を友人や家族に説明することができる。	4.55	4.44	4.70	4.50
今回の講座の話を誰かにしてみたい。	4.32	4.28	4.73	4.55
今回の講座をもとに、もっと知りたいことや興味・関心ができる（増えた）。	4.68	4.71	4.79	4.75
今回の講座で新しく疑問や質問が生まれた。	4.59	4.58	4.48	4.65
今回の講座はうまくこなせた。	4.31	4.23	4.63	4.73
今回の講座では友人（講師・TA 以外の参加者）の考え方に触れて興味深い場面があった。	4.57	4.51	4.21	4.13
今回の講座で、自分なりの考えを発信することがあった（講演会での質問なども含む）。	4.39	4.47	3.76	4.13

適合度（あてはまるかどうか）を 5 件法で調査。適合度が高い方から順に 5, 4, 3, 2, 1 とし、平均をとった。最大 5, 中央値 3。白抜きは 4.0 以上。

(5) アンケート結果

各講座ごとにアンケートを実施した。その結果を表 9 に示す。

3. A3-5 : 豊中オーナーリーダーズ

(1) はじめに

平成 25 年度からは本校で SSH 事業に関わった卒業生、大阪大学基礎工学部による基礎工学オーナーフラタニティプログラムや同理学研究科・理学部による理数オーナープログラムに参加して科学研究に取り組む学生らを中心とした 44 名で、「豊中オーナーリーダーズ」を組織した。彼らの主たる活動は、「7.B2-1 : サイエンスキッズ」の中の「我ら、SS ひろめ隊」や「(II) 5. A3 : SSS」に示すスーパーサイエンスセミナー（SSS）などにおける実習や課題研究の取組の中でファシリテーターとして参加し後輩の指導をすることである。平成 25 年度に TA として本校の取組に参加した学生対象のアンケートでは、学生自身のやり甲斐や能力の向上に繋がることが示され（H26 年度報告書参照）、また、指導を受けた SSS 受講生のアンケートからは、卒業生が TA 募集として活動することで、より高校生の学習意欲を大いに高めるという結果が得られた。

平成 29 年度以降には SSS が全 6 回の集中講座形式になったことに伴い、TA 養成のための事前学習も短期間に集中し、より系統立った指導が可能となった。平成 30 年度からは特に、「(高校生が) 何を伝えたいか」を引き出し、それを高校生自身に実現させるための具体的な言葉がけについて、ロールプレイも交えた研修を実施している。

一方で、事前指導の日程が密になったことと、各プログラムの実施時期が大学の試験に重なるなどの問題があり、大学生が参加しづらくなっていた。また、豊中オーナーリーダーズ発足当初からのメンバー（現 修士課程 2 年）が活動の中心となる中で、下の年代が中心となる機会が少なかったこと、2 年次における SSS の縮小に伴う希望者の減少などが、平成 29 年度以降の大きな課題となっていた。

(2) 実施内容

平成 31 年（令和元年）度の SSS における TA は、理系学部に進学した大学 2 年次から大学院修士課程 2 年次までの卒業生が、のべ 38 名が TA として携わった。

平成 31 年（令和元年）度は平成 30 年度に比べて大きく進展した。特に、集中講義形式で実施する SSS の全 6 回のうち 1 回について、企画の立案から当日の進行まで、すべてを卒業生の手によって実施した（表 10）。その際、本校教員は主に物品の手配を行うとともに、卒業生に対して指導・助言の仕方や安全管理（危険予測）について事前指導を行った。

事前指導では、まず、実際に指導・助言に当たる前に「TA（ファシリテーター含む）の支援の優先度」

（安全管理、科学性、コミュニケーションなど）を明確にした。その上で、TA としての「対話力」と「指導力」を意識して臨むように指導した（表 11）。

また、これまで中心的に活動していた修士課程 2 年次（66 期卒業生）から、大学 3 年次（69 期卒業生）へと企画・立案の中心的メンバーが移行し、66 期生が教員と相談しながら 69 期生に指導・助言を行う形となった。組織の代替わりに成功したことや、上の年代のメンバーが教員に近い視点から TA を指導したことは、これまでの豊中オナーリーダーズの取り組みを振り返っても、大きな進展であると言える。

参加者を増やす試みとして、Web コンテンツの利用を進めたことも、平成 31 年（令和元年）度の大きな変更である。たとえば、TA を募集する際に、卒業生が参加の可否について意思表示をしやすいするために、日程調整ツール「調整さん」（<https://chouseisan.com/>）を利用した。これまでのメールによるやりとりでは、一斉送信を行うと返信が少なく、個別に参加を呼びかけると教員の負担が大きくなっていた。また、教員からの個別のメールに対して、本当に都合が悪い際に心苦しいという意見も寄せられた。日程調整ツールを導入したことで卒業生からの反応も早くなり、条件付きの参加なども答えやすくなった様子である。何より、他の卒業生たちの参加状況が見えることで、TA への参加を誘い合ったり、TA が少ない日に都合をつけて参加したりすることが可能となった。これまでの年度では、下の年代の参加者が少ないことが課題となっていたが、その解消の要因となった。

事後アンケートについても Google フォーム（https://www.google.com/intl/ja_jp/forms/about/）を活用し、スマートフォンなどから回答してもらった。この形でのアンケートは、生徒実習では平成 29 年度から実施していた。回答が自動的に集計されるため、情報の集約が非常に早くなった。オナーリーダーズにおいては後述に補足をする通り、回答率が下がるという結果を招いているため、紙媒体またはメール形式への変更も検討している。

サイエンスキッズの取組の一つである「我ら、SS ひろめ隊」においては、昨年度と同様に高校生の指導に当たってもらったが、昨年度と違い、卒業生による実験ブースは計画段階で中止としていた。平成 30 年度は大学院生が中心となっていたため、1 月に試験が少なかったのに対し、平成 31 年（令和元年）度は学部 3 年次が中心だったため、後期の試験が重なり、事前に集まる日を確保できなかったためである。

表 11 各段階での大学生への学習効果

実施日	プログラム	大学生への効果
4/20	科学英語プレゼンテーション実習	・ファシリテーターの役割を理解する。
5/11~7/13	SSS⑥ 「明後日に架ける橋」	・実習内容を提案して会場や必要物品などを想定し、これらを実施要項としてまとめ、教員に申請を行う。
1/11~1/25	我ら、SS ひろめ隊	・生徒の思考や議論、行動を予測する。
		・生徒の活動や議論を見守り、必要に応じて誘導する。
		・生徒が目標を達成するために必要なことを考える。
		・高校生が小学生に正しく、易しく伝えるためには何が必要かを考える。
		・指導・助言が適切であったかどうかを振り返る。

しかし、実際に当日を迎え、早めに集まったメンバーが議論の中で、即席で実行可能な実験ブース（その場にある物品で可能、安全性も問題なし）を提案し、高校生の指導と併行して準備を進め、結果的には 2 ブースを運営することができた。大学生自身が、教員の想定を超えて主体的かつ積極的に活動したことは、オーナーリーダーズの成果と言える。

また一方で、更に大学生が参加しやすい環境を整えるため、次年度以降は「我ら、SS ひろめ隊」の実施時期の変更を検討している。

この他にも、実施にこそ至らなかったものも多かったが、卒業生たち自身からいくつかの企画の提案があり、卒業生が母校を、卒業後も学びの場として積極的に関わろうとする姿勢が見られた。年度の最終のアンケート^(※) 結果において、TA として活動する理由として「参加の仕方が変わった今でも毎回楽しい」、「後輩に関わることで新たな発見が期待できそう」、「他人の意見を聞いて理解する力が増える」、「科学の学び方として大変面白い」などの意見があった。

※ 平成 30 年度までは実施直後に紙媒体でアンケートを取っていたが、令和元年度は後日に Web 上でアンケートの回答を依頼した。このため回答率が低く、回答数がわずか 5 となっており、データとしては参考程度として扱っている。

なお、卒業生以外の TA としては、大阪大学と連携し、大阪大学の「教育実践演習」を履修した学生 11 名が 10～12 月の 3 ヶ月間にわたって携わった。当該の学生は、SSS などに関わる卒業生 TA とは別系統として SS 課題研究 I の指導・助言に当たっており、彼らに対しても TA 養成プログラムの一部を実施している。

また、卒業生が進学先で豊中オーナーリーダーズの話をしたところ、興味を持った大学生（別の大阪府立高校出身）1 名から申し出があり、試験的に受け入れを行った。卒業生ではない TA は本来、想定していないことではあったが、豊中高校が地域の大学生に対して実践の場として機能する、という新しい視点を模索するきっかけとなった。

第 3 回卒業生実習ミーティング

2019.6.1

●ミーティング概要
2019 年 6 月 1 日 9:00～17:00
生物講義室

●企画名変更
「明後日に架ける橋」
⇒TARO の発展と企画内容(今日□明後日の島へ橋を架ける)を表した企画名です！
⇒制作する橋を 3 つから 2 つに変更したため、明々後日に架ける橋から明後日に架ける橋に名称変更しました。

●タイムスケジュールの変更

9:00 開始
①TARO の紹介・TA の自己紹介(10 分)
②今日の概要(5 分)
③ルール説明(10 分)
——休憩——
9:35 再開
④コンテスト(制限時間 120 分)
⑤評価・コメント(30 分)
⑥おわりの言葉(5 分)
⑦片付け(10 分)
12:20 終了

変更ポイント① インタロの大幅カット
橋の構造説明、チュートリアルをカットして、コンテストの作業時間を確保！(90分⇒120分)

変更ポイント②評価方法の見直し
各チームの評価を同時的ではなく、順番に行います。

●企画概要(ルール)

①1 チーム 6～7 名の班を 12 班つくりします。そのうち、6 班ずつに分かれて、2 リーグ制で橋の構築、交渉を行います。

1 リーグ:A B C D E F 2 リーグ:G H I J K L

⇒A と G、B と H、…は最初の時点で同じ資材が置かれています。
⇒1 リーグの班と 2 リーグの班は独立して、交渉などのゲームを行います。

②「今日□明日の橋(1 橋)」、「明日□明後日の橋(2 橋)」を順番に作ってもらいます。1 橋は 70cm、2 橋は 210cm に設定しました。

③資材は、今日の机と明後日の机に置いておきます。今日の机に置いている資材は、1 橋、2 橋のどちらにも使用でき、明後日の机に置いている資材は 2 橋を製作するときのみ使えます。

資材③(各班共通)	
ざら紙	50 枚
セロハンテープ	30cm
養生テープ	20cm
割り箸	3 膳
はさみ	1 個
カッターナイフ	1 個

図 6 「明後日に架ける橋」の議事録

4. B1-3 : 生物研修

(1) はじめに

生物の学習において、生態系分野のフィールドワークは校内での実施が難しい。また、発生学についても、海から離れた本校では、発生学の基本となるウニの実習の実施は困難である。生物研修では、学ぶ対象を実際に目の前にして、知識としてだけではなく経験としても理解を深めるために、次のような点に焦点を当てて研修を企画している。

① 生態系と生物多様性

生物の生態と形態・性質が密接に関わっていることを、生物と、それらが暮らしている自然環境を実際に見ることで理解を深めることができる。

② 生命の連続性と発生

生殖や発生の分野の学習では、各ステージの写真や、早送りで再生される動画など、提示される内容が時間的な制約で寸断されがちである。海浜地域で宿泊研修を行うことで、実験が容易になるだけでなく、いつでも観察が可能であるために発生の過程が連続的であることをより実感を持って学ぶことができる。

③ 科学コミュニケーション

京都大学フィールド科学教育研究センターは、研究施設であるとともに、高等教育施設（瀬戸臨海実験所）としての側面と、社会教育施設（白浜水族館）としての側面も併せもっている。高等学校においては基本的に学習者として過ごす生徒たちが、研究者として、教育者として、説明者としての視点に触れることは、「再生産可能な科学的人材」を育成するうえで出発点となる。

なお、今年度の参加者数は 13 名であった。

(2) 平成 31 年（令和元年）度の報告

① 事前学習

本校理科（生物）教諭の指導により、ウニの発生について学習した。また、白浜周辺の海でみられる動物の系統分類や、海岸で生物観察を行う際の注意点等についても学習した。

② 研修内容

第一日 12/26（木）

a 野外実習「番所崎海岸の生物観察・採集」

実験所の北側にある磯において、京都大学大学院助教の中野智之氏の指導の下、海岸生物を観察した。12 月の海は生物観察に向いているとは言えないものの、棘皮動物を中心に、20 種以上の生物を観察することができた。生物それ自身のもつ特徴だけでなく、その生物がどのような場所で、どのような行動をとっているのかを生息地で観察することで、生物の持つ形態的な特徴をより深く理解することができた。

観察できた生物の一部は実験室に持ち帰り、同定作業を行った。採取した貝類については、翌日の実習で実験材料として用いた。

b 野外実習「番所山植生観察会」

元大阪府教員でもある、中野真里氏の解説で、瀬戸臨海実験所に隣接する番所山の植生を観察しながら、照葉樹林と亜熱帯多雨林の生態系について学習した。白浜周辺は黒潮の影響で冬でも温暖であり、本来の植生である照葉樹林の樹種に加えて、移入された亜熱帯の樹種も定着している。教科書においてそれぞれのバイオームの代表種とされる樹種も多く、つる性の木本であるアコウが樹齢を重ねるとともに宿主を絞め殺す様子など、授業では写真でしか見ることのできなかった熱帯の植物やその生態の本物を見ることで、学習がより深まった。

c 実験実習「ウニの発生観察」（第一日）

バフンウニの雌雄の個体を用いて卵と精子を採集し、人工的に受精を行って、その発生を経時的に観察する実習を行った。本実習は講師として中野智之氏、TA として同博士前期課程 1 年の杉山高大氏に指導を受けた。

なお、今年度は白浜周辺でウニの生育が非常に悪かったため、実習に用いるバフンウニを確保することができなかった。そのため、今回の実習に当たっては、青森県にある東北大学大学院生命科学研究科附属浅虫海洋生物学教育研究センターより、生物材料としてバフンウニの提供をうけた。このことを生徒たちにも伝えたいと、研究室同士、研究者同士の横の繋がりについて、中野氏の解説により、大学後の進路について情報提供をすることができた。

また、実験に使用したウニは、実習の最後に殺処理することをご説明いただき、生命倫理と遺伝的多様性の保全についても生徒たちに問いかけた。実感のわかない様子であったが、その重要性を考えるきっかけになった。

d 白浜水族館見学

実験所に併設されている白浜水族館において、中野氏と杉山氏の解説で、展示見学とバックヤード見学を行った。午前中の生物観察実習で観察した生物も多く、自然界と水槽内での違いや、水槽内をできる限り自然界に近づける「生態展示」について学習した。

バックヤード見学では、生物の食性や行動上の特性について学び、生物がストレスなく過ごすため、職員の方々が試行錯誤を重ねてきたことや、そのような努力の結果として、一般の人々が生物学に触れる場を作っている水族館の意義などについても学んだ。

e 講義「他の生き物と一緒に暮らす生き物たち ～色が進化の鍵を握る！？」

実験所内の講義室において、杉山氏による共生と色彩の共進化について講義を受けた。

f 白浜水族館見学（夜間）

白浜水族館の展示生物には夜行性の動物も多い。動物の夜間の行動を、野外での観察、および昼の行動の様子と比較することで、生物の習性をより深く学ぶことができた。本実習では京都大学大学院准教授の下村通誉氏の指導を受けた。

第二日 12/27（金）**a 実験実習「ウニの発生観察」（第二日）**

27 日朝の段階で初期原腸胚になっており、夕方には後期原腸胚～初期プルテウス幼生まで進化した。

b 実験実習「カサガイの防御反応」

前日に磯で採集したカサガイやその他の巻貝を用いて、カサガイが捕食者に襲われた際の行動を観察する実験を行った。また、肉食性の貝と草食性の貝に対するカサガイの反応を比較し、カサガイの防御反応を引き起こす物質やそのメカニズムについて考察を行った。本実習は、カサガイの専門家である中野氏の指導を受けた。

c 解剖実習「カサガイの解剖」

軟体動物のうち、腹足綱（巻貝）は、摂食に歯舌と呼ばれる歯を用いている。腹足綱の中でも原始的な特徴を残したまま進化してきたカサガイは、潮間帯の岩に張り付いた藻類を食べるために、特に発達した歯舌をもっている。引き続き中野氏の指導の下、歯舌をはじめ、消化管などの体の構造を観察した。

d 解剖実習「フナムシの解剖」

節足動物は体節構造が明瞭であり、各器官の発生上の由来も判断しやすいため、比較解剖学の導入素材として最適である。甲殻類の専門家である下村氏の指導の下、液浸標本を用いてフナムシの解剖を行い、その体節構造を確認した。

e 解剖実習「ウニの解剖」

ウニは発生の実験生物として広く用いられており、食材としてもなじみ深い動物である。一方で、系統発生的には、軟体動物や節足動物よりも脊椎動物に近い系統であることも知られている。系統的に近い生物でありながら、私たちとは全く異なる体制をもつウニを解剖し、カサガイやフナムシ、そして、私たち脊椎動物との共通点や相違点を比較することで、動物の体制と系統について理解を深めた。解剖に当たっては、中野氏と杉山氏の指導を受けた。

③ 総括

高校の生物実習に向かない時期の実施だったが、内容の充実した研修であり、生徒の満足度は高かった。特に、全体を通して実施したウニの発生観察では、2 年次で生物を選択している生徒は授業で発生を学習中であることもあり、たった 1 つの丸い受精卵から複雑な形態が形成される過程を実際に見ることで、生徒たちの発生に対する理解が深まった。また、2 日目に実施した、異なる門の動物の体制を、解剖を通じて比較する実習にも、生徒たちは非常に積極的であった。昨今、生命倫理の観点から解剖実習は縮小する傾向である。確かに倫理的な問題も多く、一般に授業で実施することには問題点が多いのは事実であるが、生物学を志し、自ら希望する生徒を対象とする前提であれば、本物を用いて解剖を実施する価値は非常に高いと考える。

生態系や発生など、授業で学んだ内容であっても、本物を目の前にして、触れて確かめることで、生徒の理解は深まり、新たな疑問も生まれる下地となる。日本の生物学の今後を支える人材を育てるうえで、本研修のように本物に触れ、興味を駆り立てられながら学習する姿勢を作らせることは、非常に重要なステップであると考ええる。

5. B1-4：地学研修

(1) はじめに

地学分野の地質学のフィールドワークは校内では実施が不可能である。地学研修旅行では、実際のフィールドで地質学を学ぶため、学ぶ物を目の前にして原理を理解することができ、興味・関心や理解を高めることを目的としている。特にこの研修では地震・プレート・天体観測に焦点を当てて企画している。また、その事前学習として講師を招いて講義を受ける。

(2) 平成 31 年（令和元年）度の報告

① 事前学習

NHK スペシャルのメガクエイクにも出演されている宍倉正展氏による出張講義「地震と津波の科学」～巨大地震の痕跡を掘り起こす～を受講した。本校においては今回で 3 回目の出張講義となった。

② 研修内容

第一日 7/31（水）

a 野島断層記念館

地震研究財団の越後智雄氏による解説付きで、館内を見学した（図 7）。兵庫県南部地震と東北地方太平洋沖地震の揺れをそれぞれ体験した。引き続き、講義「地形から過去の地震を探る」を受講した。

b 鳴門大橋の渦潮

徳島へ向けて移動中に時間が合えば、鳴門大橋から渦潮が観察できるときもあり、渦潮の原理を説明した。

c 「穴喰浦の化石漣痕」の観察

徳島県海陽町にある国指定の天然記念物である。

d 「佐喜浜の枕状溶岩」の観察

高知県佐喜浜町にある。

e 夜の学習会

第二日（8/1）の午前に行う室戸の海岸フィールドワークに備えて、室戸の海成段丘、砂泥互層、タービダイト、メランジェ、枕状溶岩についての学習会を実施した（図 8）。午後に行う天体観測に向けて夏の星座物語鑑賞も行った。

第二日 8/1（木）

a 室戸世界ジオパーク

室戸ジオパークセンターの高橋唯氏指導のもとフィールドワークを行った。タービダイト、メランジェ、液状化現象の確認をした。

少し移動して別の場所で、中村有吾氏指導の下でフィールドワークを行った。自作の道具をたくさん用いて、わかりやすく説明して頂いた。

b 室戸ジオパークセンター

「MUROTO のフシギ景色」をテーマにし、1.深海でできた地層がなぜ陸上にあがってきたか 2.水平だった地層がなぜ縦向きになったのか 3.水によって作られた地形がなぜ水のない場所になったのか 4.地中深くでできた深成岩がなぜ陸上にでてきたか、これらのテーマ一つ選んで発表する課題のもと、フィールドワークでとった自分のメモとセンター1 階の展示解説から手がかりを拾い集めた（図 10）。

c 調査課題のプレゼンテーション

センター内の一室にて、チームでポスター作成とプレゼンテーションを行った（図 11）。

d 芸西天文学習館

芸西天文学習館で、吉岡健一氏と前田信幸氏に望遠鏡づくりの指導を受けた（図 12）。望遠鏡の仕組みについて、「レンズを 2 枚使ってどうすれば遠くまで見ることができるか」という課題のもと凹レン



図 7 野島断層記念館



図 8 夜の学習会



図 9 室戸世界ジオパーク



図 10 室戸ジオパークセンター



図 11 調査課題のプレゼンテーション



図 12 芸西天文学習館

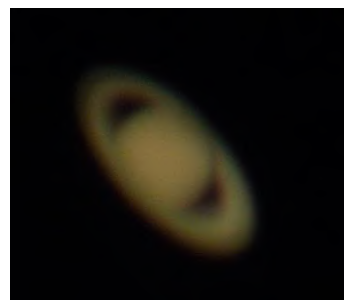


図 13 天体観測



図 14 海洋コア総合研究センター



図 15 佐川地質館



図 16 化石採集

ズや凸レンズを用いて、試行錯誤した。焦点距離の関係性を学んだ。その後、望遠鏡の作成を始めた。

e 自作の望遠鏡での天体観測

外に出て自作したばかりの望遠鏡で木星、土星を中心とした天体観測を行った（図 13）。また、天文台の 70 cm 反射望遠鏡でも観察した。

第三日 8/2（金）

a 高知大学海洋コア総合研究センター

徳山英一氏による海洋コア・メタンハイドレートについての講義を受講した（図 14）。

b 松崎琢也氏による海洋コアの案内

海洋コアの施設設備やコアをもらいに来る研究員の手続きについて説明があった。海洋コアの保管庫（マイナス 20℃）に入らせていただいた。

c 浦本豪一郎氏による海洋コアサンプルの顕微鏡観察実習

自分たちでプレパラートを作成しそれを顕微鏡で観察した。

d 佐川地質館

溝渕富弘氏に展示物解説をしていただいた（図 15）。化石に手で触れることができる博物館は滅多になく、貴重な機会となった。

e 化石採集

2 億年以上昔に生息していた二枚貝のモノティスを採集した（図 16）。

③ おわりに

2 泊 3 日の充実した研修のため、全般的に満足度は高く、特に天文台の評価は非常に高かった。また、北淡震災記念公園での地震の勉強についても興味深いとの声があった。星空を観察することによる感動だけでなく、地震を学ぶという勉強になるようなことでも評価が高くなるのは、こういう研修旅行ならではのと思う。また、講師の先生の話す内容を記録する、フィールドワークをしながらワークシートを書き上げていく力は、上達した。また、高知大学の海洋コアセンターでは、大学の研究施設を丁寧に説明やその場での質疑応答をして頂いたため、大学で研究する大学生の研究の様子がわかりやすかった。

この研修は、地学を学ぶきっかけには十分である。自然に触れながら地球の構造や天体を理解ができる。これからの理系人材を育てることを考えると、このように感動を通して、興味・関心を育てる必要がある。この研修はその一助を担うものとなっている。

6. B1-6：ラボ実習

大学や研究室を訪問し、研究者の講演を聞いたり発展的な実習を受けたりすることで、研究の理解を深め、科学全般に対する興味・関心を高める。今年度は特に、課題研究と研究室訪問のマッチングを重視し、研究に関する助言を受け、大学での研究を見学することで、生徒が研究手法について具体的な改善策を自ら気づくことを目標とした。

参加人数は平成 29 年度 44 名、平成 30 年度 71 名、平成 31 年（令和元年）度 60 名となっているが、取組の数が変わっているため、一概に比較はできない。

表 12 ラボ実習一覧

実施日	研修	人数
7/25（木）	京大研究室訪問	20

7/30（火）	京大研究室訪問	13
7/31（水）	地学研修（高知大学海洋コア総合研究センター）	5
11/17（日）	琵琶湖博物館	9
12/26（木）	生物研修（京都大学フィールド環境科学教育センター）	13

7. B2-1：サイエンスキッズ

科学に関するコミュニケーション能力を伸ばし、生徒自身の学習意欲をさらに高めることをめざし、電気物理研究部と生物研究部が中心となって、地域の小学生を対象とした科学実験教室を合計 6 回実施した。取組の概要を以下に示す。

(1) 電気物理研究部

- ・上野地域子ども教室「キミは圧力を知っているか？」（2019 年 6 月）

気圧についての説明や身近な生活と気圧の関わりについてふれた後、新聞紙を用いて割り箸を割らせたり、コップに水を入れてふたをして逆さまにしても水はこぼれない実演をした。

- ・茨木市相馬芳枝科学賞「電気と磁気の不思議な力」（2019 年 11 月）
- ・豊中市新田南公民分館「電気と磁気の不思議な力」（2019 年 11 月）

電流や磁界と力の関係(電磁力、電磁誘導)について分りやすく説明した後、二極モーター・渦電流の実演をしたり、クリップモーターの製作に取り組んでもらった（図 17）。

(2) 生物研究部

- ・豊中市千里公民館「葉脈標本・植物の種子模型」（2019 年 7 月）

葉脈だけになった葉を 2 枚に裂いて分裂させ道管、師管を分別したあとラミネートしてしおりにした（図 18）。また、植物の種子模型を作って、実際の種子の飛散について考察を行った。

- ・上野地域子ども教室「おもしろ理科実験」（2019 年 10 月）

古代生物をテーマとして、恐竜をはじめとする種々の化石生物を取り上げ、ハサミとのりを用いた実習作業に取り組んでもらった。

- ・豊中市サイエンスフェスティバル「レモン電池」（2020 年 1 月）

レモン電池の仕組みについて説明した後、製作に取り掛かった（図 19）。電子メロディーを接続し、電池を直列に増設していき、徐々に聞き取り易くなるメロディーの曲名当てを行った。

具体的な指導内容の設定、プログラム全体の流れ、安全に実験するための配慮、実験材料の事前準備、本番へ向けた指導の事前練習等、全ての過程において部員らが主体的に行動した。当日の会場でも、設営、大勢の小学生への対応、家庭での実験の実施において注意すべきことへの相談も含め、運営役、指導役としての責務を果たした。地域への貢献活動に主体的に取り組むとともに、指導を行う立場としての経験を積むことができた。

また、SSS および豊中オナーリーダーズ、TA 養成講座の一環としても実施している、本校に小学生を招いて実施する科学実験フェスティバル「我ら、SS ひろめ隊」では、SSS 受講者を含む有志生徒に電気物理研究部と生物研究部が加わり計 9 グループが科学実験ブースを開設した。生徒自らがブースを企画・運営し、卒業生がファシリテーターとして関わることで在校生、卒業生とも総合的な力が高まった。参加小学生が 40 名と昨年度並みであった。昨年度から参加申し込みを紙媒体からオンラインに変更したことが影響しているのか、参加児童数は数年前と比較するとやや減少している。しかし、開設しているブースの数と照



図 17 電気と磁気の実験



図 18 葉脈標本の作成



図 19 レモン電池の実験

らし合わせてみれば、個々のブースを小学生は存分に楽しみながら回れている様子がうかがえ、適当な参加者数であると考えられる。

8. B2-2：サイエンスジュニア

本校が 10 月に中学三年生を対象として実施している体験授業の枠をサイエンスジュニアとして利用している。今年度は物理と化学で SSS を受講した生徒の中で希望した生徒が中学生に対して、事前準備を経て、実際に授業を行った。

(1) 物理

① 内容

ストローに穴をあけてたて笛を作る体験をしてもらった。市販されている通常のストロー 2 本にたて笛と同じように音階を調整するための穴をはんだごてで開け、リード部分はストローの先をハサミで切って平たく押しつぶして作製した。

まず、試験管を吹いたり、グラスハーブを鳴らしてみることによってどこからどのように音が発生するのかを説明させ、さらにオシロスコープを用いて音の高低・大小がどのような波形をするのかも見せて音のしくみを理解させた。

そのあとで、たて笛の断面図を用いて、指を押さえることで波長が変化することから音の高低がわかるしくみを説明させた。あとははんだごてが高温になるので、やけどなどのケガがないように注意を払わせた。最終的には全員がドレミの音階のついた音を出すことができた。

② 効果

身近な高校生に教えてもらえたこと、うまく音が鳴らせたことがよかったのか、非常に好評であった。

(2) 化学

① 内容

本校生徒が前に立って講義形式で進めていき、残りの本校生徒が中学生の実験を補助する形で実施した。講義内容は、身の回りのいろんな溶液を pH 試験紙で調べ、ムラサキイモの抽出液の色の変化も見ていく。実験操作としては、各溶液に pH 試験紙をつけて変色具合を観察する。そして、色と pH との対応表を見ながら、pH や酸性・アルカリ性について記録していく。その後、ムラサキイモの抽出液に塩酸、酢酸、塩化ナトリウム水溶液、炭酸水素ナトリウム、水酸化ナトリウムを入れて色がどうなるか観察する。そして、最後に試験管に炭酸ナトリウムを入れて、ムラサキイモ、塩酸の順番に流し込み、ガラス棒で試験管の底、ムラサキイモと塩酸の境目をうまく反応させると虹ができる。

② 効果

アンケート項目いくつか抜き出したものを、以下の表 13 に示した。基本的には楽しんでくれたと思う結果ではあるが、生徒の中には中学校等で pH についてこのような実験は行っていたのかもしれない。ただ色の変化というのは、とても印象的で感動はあるため、pH 試験紙が変色したときの中学生の表情はよかったと思う。

表 13 「ムラサキイモはカメレオン」アンケート結果

	そう思う	どちらかといえば そう思う	どちらかといえば そうは思わない	そう思わない
楽しかったか	97 %	3 %	0 %	0 %
学ぶことは多かったか	58 %	36 %	3 %	3 %
興味関心ができた	50 %	36 %	8 %	3 %

(II)「心」を育てる科学コミュニケーション学習と「心」を測る評価法により、探究活動のさらなる深化をめざす教育システムの研究開発

(II) の仮説

- ① 「心」の成長を客観的に評価する方法を確立し、その評価を生徒に還元することで、より効果的に「心」を成長させることができる。
※上記の仮説は単年で検証できるものではないので、以下の仮説に置き換えて検証することとした。
→①' 課題研究に取り組む「心」の状態はルーブリックによって客観的に評価することができる。
- ② 「心」をテーマとした取組は、積極性や忍耐力、協調性を高めることができる。
- ③ 質の高い研究に取り組むことで「心」が成長し、更なる研究の深化と発展をもたらす。

(II) の研究開発内容

心のルーブリックは仮説に挙げたように、研究者に必要な積極性、忍耐力、協調性をモニタリングするためのルーブリックである。昨年度までの調査で、第 2 学年で課題研究に取り組んだ生徒は心のルーブリックを用いた評価で有意な差が見られることが分かっている。今年度も心のルーブリックを用いた探究活動の検証を行った。なお、心のルーブリックで測定する力はコンテンツベースではなくコンピテンシーベースであるため、どの取組の効果であるかを測定することは困難である。したがって、各取組の実施内容をすべて掲載した後に、まとめてルーブリックの測定結果を分析する。心を育てるための重点的な研究開発内容は以下のとおりである。

1. A1-1 : SS 課題研究基礎, A1-2 : SS 課題研究 I
2. A2-1 : SS 理数物理
3. A2-2 : SS 理数化学
4. A2-3 : SS 理数生物
5. A3-2 : スーパーサイエンスセミナー (SSS)

1. A1-1 : SS 課題研究基礎, A1-3 : SS 課題研究 I

これらの実施内容については、本章「(I) 1. A1-1 : SS 課題研究基礎～A1-3 : SS 課題研究 II」に記す。

2. A2-1 : SS 理数物理

(1) 1 年次

① 課題

本校では 1 年次に SS 物理基礎が全員必修となっているので、将来的に文系を志望する生徒も受講している。

本校には大手進学塾を経由して入学する生徒が多く、決められた形の問題、暗記すれば解ける問題などには素早く対応することができ、その能力もかなり高い様子がうかがえる。しかし、物理学とは自然現象の原理を実験結果から推理していくものであり、分野によってはイメージする力をかなり必要とすることにもなる。問題解法については、物理の法則がどのように活用されるかを自分で判断して求めていかなければならないので、一問一答式の考え方ではどうしても行き詰まってしまうことになる。よって、これまでの受験で培った力だけでは対応できない生徒も散見され、かなり強い苦手意識を持つケースが発生する。

しかしながら、入学した生徒のお互いは、学力をはじめとし価値観も似たような生徒が多くいるので、話しやすい雰囲気がすぐにでき、授業中に話し合いをさせてもすぐに打ち解ける様子もよく見られる。

また、人前で間違えることを極端に恐れる空気が非常に強く、挙手を求めてもなかなか反応が見られな

い。仕方なしにこちらから指名しても、はっきりとした口調で答えてくれることはめったにない。

宿題や提出物に関しては 95%以上が常に締め切りを守り、提出率も非常に高い。夏休みの宿題など学年でとりまとめて教科別の一覧表を作成しても、かなりの分量が出されているにもかかわらず、2 学期の初日には各教科準備室前の提出箱に生徒の人だかりができる様子が、毎年のようにうかがえる。

また、本校の入試では「アドミッションポリシー」を提出させて、そこから可否を審査することも行っているが、その中に「国際人として活躍したい」という大きな夢を持って入学する生徒も多くいる。

② 取組

生徒の特性を生かしながら、効率よく考える力を養わせる方法として以下のものを実施している

a 日常体験している行動をもとに物理の原理を考えさせる

教科書に載っていることを説明するのではなく、「なぜ高いところからものが落ちてくると危ないのか」「なぜ力を大きく加えると、ものが速く動くようになるのか」といった問いかけから始めてみる。答えに数値や計算を伴わない問いかけであれば、こちらから指名しても「高いところから落ちるほうが、スピードがつくから」「なんで、スピードがつくと怖いのか？」「ぶつかるときにけがをするから」「なぜスピードが大きいとけがをするのか？」「体がうける衝撃が強いから」という具合に、会話がトントンと成立していく。「じゃあ、2 倍高いところから落ちてくると、どれくらい危ないかな？」「2 倍・・・かな？」とこのあたりで少し首をひねり出す。このように、日常考えなくとも答えの予測のつきやすい物理現象というものはどこにでもある。こういう問いかけを用いてまずは会話の成り立つ雰囲気を作り出していく。

b 計算は複数で一斉に

実際に計算をさせる段階になると、対面で問うと消極的になってしまうので、4 人 1 組のチームを 10 チームつくり、A3 サイズのホワイトボードとマーカーを与え、制限時間を設けて答えさせて、答えを一斉にボードを掲げるようにさせている。この方式を用いれば、ほとんどのチームがボードを掲げてくれるようになる。慣れてくれば、スタートの合図の前から、話し合いを始めるチームも出てくる。一学期最初に学習する運動に関する公式（等加速度直線運動）あたりは、この方式でまったくこちらが黒板を使って説明しなくとも、自分たちで導き出せるようになってくる。話し合いの活発なチームでは等加速度直線運動で進む道のりは平均速度×時間で求められるといった教科書にもない解法を提示してくれる場合も見られ、自分たちで考え解決する経験もさせることができた。物理基礎において覚えるべき重要公式のほとんどはこのやり方で生徒自らが作り出せるようになっている。

c 英語を使って国際化に貢献

6 月にシンガポールカトリック高校（CHS）の生徒が来校した際に、CHS 生の体験授業の形で授業を行った。詳細は「(III) 1. D1-1：国際共同研究事業」に記す。

③ 今後の課題

お互いに話し合い、解答を見つけ出す「アクティブラーニング的授業」までは実施できたが、さらに発展した「自らが発信する」形の授業を作り出す方法を模索中である。自分たちから発言をしたり、個人が口頭で発表できるような授業をめざしたい。現在では、なぜそのようなことが起こるかの問いに対する考え方をホワイトボードに文章で記入させるところまでは達成できているので、ゲーム感覚で取り組めるような授業を提供できるようにしたい。また、ホワイトボードでは生徒から教員に対する一方通行の見せ方になってしまうので、生徒間同士でも内容を見せ合うことのできるように、IT 機器を用いてスクリーンに各チームの記入した内容を映し出せるようにしたい。

(2) 2 年次

① 課題

2 年次における SS 物理の選択生徒は、全員理系への進学を希望し、基本的に受験においても物理を必要とする生徒である。したがって、大半の生徒は物理学的に物事を考えることを不得手としていないように思われがちであるが実情はそうでもない。1 年次の SS 物理基礎では今後、文系に進路を取る生徒も半数近く混ざっていることを考慮して、とにかく分かりやすい授業に徹した。それゆえ、深く掘り下げて考えずとも物理の授業はよく理解できるものだと思い込んで、SS 物理を選択したような生徒も多数見受けられ、ちょうど例年よりも理系・物理選択者が増加した人数にあたる生徒層は、普段の授業を理解するのにかなり苦労している様子が見受けられる。もちろん授業をする側は、1 年次と変わらず分かりやすい授業であることを意識して授業を進めているつもりである。生徒実験をするところまでは至らなくとも、実際に何かを見せてより理解を促すようなモノがあれば、教室に持ち込んで演示するようにもしている。しかし、2 年次に扱う単振動に代表される発展的な力学や、つづいて取り上げる熱力学・波動・電気といった分野は、1 年次に主に扱う基本的な力学分野とは異なり、真相部分を見抜くのに特定の見方があったり、直接見ることができないモノを扱ったりして、理解するにはある程度のイメージを必要とすることが、一部の生徒にとっては大きなギャップとなっている。

② 取組

生徒の特性を勘案ながら、物理学的な思考力を養わせる方法として以下のことを実施している。

a 各定期考査間に一度は生徒実験を

授業の進度を考えると数多くは取ることのできない生徒実験だけに、必要な準備物を取り揃えることが容易な実験の中から、教員側の指示によるものの、実験手順に細心の注意や工夫を要するメニューを選び、概ね各定期考査間に一度のペースで実施した。実施メニューを以下に示す。

ア 重心の求め方

厚紙を対称的な形に切り取り、先ず計算によって重心の位置を求めさせ、次に切り取った紙を異なる 2 点から糸でつるし、各々の糸の延長線の交点が、先に算出した重心の位置と一致することを確認させる。

イ 等速円運動の向心力

糸の両端に運動体・おもりを取りつけ、樹脂製グリップを用いて等速円運動をさせる。その周期 T を求め、回転半径 r や向心力 F との関係調べる（図 20）。 $F = mr\omega^2 \propto \frac{mr}{T^2}$

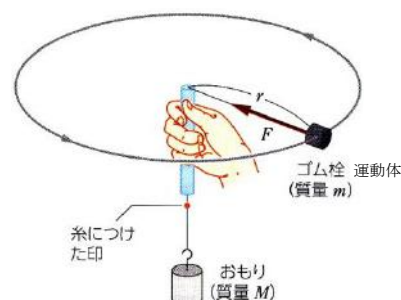


図 20 等速円運動の向心力

ウ 単振り子の周期の測定

単振り子を用いて重力加速度の大きさ g を求めるとともに、振り子の周期 T と長さ l の関係調べる。 $F = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

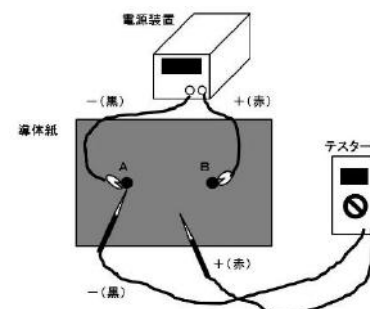


図 21 等電位線の作図

オ 等電位線の作図

2 つの電極のまわりにできる等電位線求め、これをもとにして電気力線を描いて電場の様子を調べる（図 21）。

b 真の理解度をはかれる定期考査の作問

SS 理数物理では授業を通して学習した内容の基礎・基本的な部分がどの程度、生徒に定着しているか

を確認することが定期考査の趣旨であると考えている。そこで、定期考査については、授業でも十分活用している教科書傍用の問題集にあらかた基づいて出題することを生徒には明言している。しかし、問題集に収録されている問題をそのまま出題したり数値のみを変えて出題したりすると、さすがに一般的にはかなり学力の高い本校生だけに、テスト勉強で当該の問題を解いたときの記憶でもって、理解度の如何に関わらず、そろって高得点をマークする。そこで、どのような問題であれ解答の切り口を別な角度からもっていったり、設問の順序立てを変えたりして、必ず若干のアレンジをして出題するように心掛けている。このように僅かに手を加えただけで、生徒間で正答率に大きな開きが生じてくる。さらに、出題範囲の内容について本質的な理解へと導くために、答案返却時に配布する解説を参考に、間違った問題の解き直しを速やかに行って、レポート提出を求めている。

c 英語を使って国際化に貢献

6 月にシンガポールカトリック高校（CHS）の生徒が来校した際に、CHS 生の体験授業の形で授業を行った。詳細は「(III) 1. D1-1：国際共同研究事業」に記す。

③ 今後の課題

今年度の 2 年次の授業は、3 年次のできるだけ早期に教科書の範囲を終わらせようという思いから、1 年次のときと比較してかなりのハイペースで進度を確保してきた。そのため、教員側からのやや一方的な授業になってしまった感が否めない。3 年次では問題演習をする機会も多くなるため、生徒同士で考え、生徒自身に解説を求めていくような時間も十分に確保していきたい。

(3) 3 年次

① 課題

原則として 2 年次に SS 物理を選択した生徒が継続受講している。受験の意識が芽生え、それが日を迫うごとに強くなっていく。センター試験でのみ物理が必要な生徒、個別試験でも必要な生徒によって、どうしても取組や毎回の授業に対する集中力に差がついてしまう。それでも持ち前の生真面目さは失われておらず、出席率は 1 年次に比べてもそんなに低くはならず、ほぼ全員が受講している。

② 取組

ホワイトボードを使うチーム活動方式では、個々の目的意識の差があることからどうしても 4 人でまとまるというのが難しくなるので、チームの人数を決めずに自由な人数で活用させている。しかし、学力は格段に上がってきているので、ボードに書かれる内容はかなり高度でかつ面積が足りなくなるほどの書き込み量になっている。そのためボードをもう 1 枚追加したり、教室にもっと大きな立てかけ式のホワイトボードを用意し、議論させて使っている。

a あらためて体験させてみる

SS 物理基礎で学ぶレベルの内容をもう一度短時間で体験させている。レポートを作成したり、データを残すことはせず、数分で行うようにしている。数式を追うばかりで、本来のその現象のイメージができないまま問題に取り組んでいることが普段の会話から感じられたので、実行している。具体的には波を安価なプラスチックばねで発生させたり、同時に定常波を再現したりすることで、出題される問題文がどんな現象のことを話しているかのイメージをつかませている。コンデンサーなどの電気にかかわる單元でも充電・放電を手回し発電機で数分間遊ばせるだけでも効果は見える。体験が難しい場合は動画サイトやコンピュータグラフィックなどを用いた映像でイメージを定着させるようにしている。

b 個人からの質問を次の授業に活用する

3 年次にもなれば、受験対策で個別の質問が多くなる。それは言い換えれば教員が十分に授業で教え切れていなかった箇所であり、教えていたとしてもうまく伝わらなかった部分である。それが判明した時点で、次の授業などでその部分に関する類題などを扱い、生徒の理解力を深められるようにモニター

方式を導入している。その際に a で述べた体験を交えるとなおよいことはいうまでもない。

c データを活用してできるだけ多くの生徒に役立つ授業

マークシート問題を解かせて、その正答率の低い問題を抽出して、次の授業で解説を試みる。こうすることで少しでも多くの生徒に有用な情報を届けるようにすれば、さらにその問題に対して納得のいかないまま授業が終わってしまった生徒が、昼休みや放課後に問い合わせてくるようになってきた。

d いつでもどこでもマイペースでできる学習環境

問題の解説は、板書に頼っている量は多く時間がかかるので、事前に電子データに変換しておき、それをプロジェクターで投射しながら授業を進める。さらには生徒がそれを書き込む時間ももったいないので、データを web にアップして、家庭でも簡単にダウンロードできる環境を用意している。解説動画のアップも考えたが、スマホで画面を見る生徒は接続量が増えるのを嫌い、あまり利用しないので、静止画にとどめている。

③ 今後の課題

1 年次からの練習が必要となるのは当然であるが、やはり自主的な発言を伴う形の授業ができない。理想を言えば、3 年次の 2 学期中間で教科書の範囲をすべて終了するので、そのあとから、各分野の簡単な部分でもいいから輪番制にして生徒に授業をさせるくらいのことまでできるようにしてみたい。ホワイトボードを使つての 2~3 人相手の知識の提示は授業中にもできているので、その人数を少しずつ増やして、周りの生徒のリアクションがよければ、さらにオーディエンスの数を増やし、最終的にクラス全体を相手に授業や説明のできる生徒が現れるように仕向けるなど、モチベーションの上がる方法を考え出してみたい。

また、現在も活用できているが、生徒からの質問というのは我々教員の教育力の弱点部分であるといえるので、このモニター方式をどんどん活用していきたい。

3. A2-2 : SS 理数化学

SS 理数化学では昨年度（平成 30 年度）より三年間かけて、三ヵ年のカリキュラムの整理を行っている。大まかには三年間を通して、スペシフィックスキル（専門的技能）とジェネリックスキル（汎用的技能）をどのように反復し、どのように深めていくかを検討している。現在は各学年で担当者を中心に種々の取組について試行錯誤を行っている段階であり、来年度（令和二年度）に三ヵ年を見通したルーブリックに集積する予定にしている。

以下、平成 31 年（令和元年）度の各学年の試行錯誤の様子について、報告する。

(1) 1 年次

① 課題

SS 理数化学では、初めの小テストのイオン式を覚えられているかを確かめる小テストの合格率が、高い。しかし、それ以降の原理や法則性を含む公式を扱う問題では、自分で立てた式で算出した値にもかかわらず、「これは何の値ですか」の質問に、答えられないことがしばしばある。また、実験の結果から何かを見出したりするときも、プリントがほとんど白紙の生徒がいる。これらのことから、答えが端的なもの場合は自分で処理することができるが、そうでない場合、すなわち自分の考えや答えを明示するとなると、「わからない」が先立ってしまう。そもそも思考することをやめてしまっていたり、答えを明示して間違ってしまうことへの恥ずかしさ等のいろんな感情がはたらいっているように見える。そこを克服するためにも、思考する忍耐力と思考を前に進める手段を身につけさせ、自分の思考を明示することを訓練する必要がある。加えて、生徒は中学校から高校という場所にきて、学ぶという姿勢のステップアップを図らなければならないことを踏まえると、教師が教えるという場所から、自分たちで学ぶ、

自分で学ぶという姿勢に徐々に変えていかなければならない。現状、教師が教科書にある全てを教えてくれないければ、プリントは全部教師が教えてくれないければ、のように思える。これらを指導すべくいくつかのアクティビティに取り組んでいる。

a QFT（Question Formulation Technique：質問づくり）

1 年次では「酸と塩基」の単元の導入において、質問づくりのアクティビティを実施している。この取組では、生徒が中学校で習った「酸とアルカリ」と知識が重なることが多いため、この単元で、疑問に思っていることを「どんな素朴なことでもいいから書きなさい」と指示している。この時、書き出せる生徒もいるが半分ぐらいはまだ動かない。「正解はないので、自分が思うように書きなさい」と言い続けると書き始める。

次に、チームで共有していくのだが、そのルールである「①できるだけたくさんの質問を出す」「②各質問等について評価・意見はしない」「③発言の通りに質問を書き出す」「④意見の主張は疑問文に直す」をもとに進めていく。それぞれのルールについてもチームで、なぜこんなルールが設けられているかを考えさせることによって自分達でルールを意識させる。これによって、これ以降の生徒たちのプリントは割とスムーズに埋まっていくように思う。一度、これをしていくとその他のチームワークで「QFT を思い出して」といえば、その大切さを思い出したかのように議論が進んでいく。

その後、「疑問・質問」から「問い」という形にするトレーニングを行う。これを通して、ただの「わからない」を何がわからないのかを明確にする。すると、問いが明確になれば答えは導けなくても、考えるポイントが明確になるので考えやすくなる。これは、化学に限らずほかのどの科目でも使える考え方となっているため、どんな場面でも使える。

生徒の振り返りの中では、「自分がわからないところが理解できた」「いつもより頭を使った」「深く考えることができた」「質問を持つことで意欲的に、授業に取り組み、また通常の授業でもその意識は持っておきたい」とあり、このトレーニングは高校生として学ぶ姿勢を変えるきっかけになると思う。

b 採点基準の作成

実験プリントの考察欄には、問いが設けられており、それを生徒が自分で答えを書いて提出となっている。本校では、「自分でその問いの評価基準を作成する」という視点から考えることを行っている。採点者側の視点から考えることによって、問われていることの本質、出題者の意図を理解するトレーニングとなっている。グループワークを通して、生徒たちだけでその問いから必要な要素を拾い集めていき、その要素を採点基準とする。最終的には、自分でその要素、採点基準を元に模範解答を作成する。こうすることによって、生徒一人でも「何一つわからない」という状況はがなくなっているということから、問に対するアプローチとして有効であるのは実感している。また、化学だけに限らずどの科目でも問いを考える視点として持たせておきたい。

c 相互評価

問題や実験の考察を採点表のもと、評価していく。お互いの解答を見ながら採点していくことによって、自分にはなかった他の生徒や教員が用意した解答によって、自分にはない視点を知ることができる。生徒の振り返りでは、「自分の解答が客観的にどう見られるかを知る、良いきっかけになった」「相互評価により、わかりやすく書くためのコツなどが分かった」「なんでも完璧じゃなくても書こうと思った」「自分で見返すだけでもわかりやすくなると思ったので、書いた後にもう一度自分で読もうと思う」など、自分で工夫しようとする姿勢が見えた。

(2) 2 年次

① 課題

2 年次は SS 課題研究 I が開講される。2 年次の SS 理数化学では課題研究との接続を意識して、授業の改善に取り組んだ。

② 取組

年間に実施した実験の一覧を表 14 に示す。

表 14 2 年生の実験と生徒の活動

		時期	時間数			活動					
			事前	実験	事後	実験過程の記録	実験計画の立案	実験プリント	考察項目の検討	実験レポート	相互評価
1	未知気体の分子量測定（デュマ法）	5 月		1	0.5	●		●			●
2	総熱量保存則（ヘスの法則）	6 月		1	0.5	●		●			●
3	凝固点降下	7 月		1	1	●				●	●
4	典型金属の反応	10 月		1		●		●			
5	未知の典型金属塩の識別	10 月	1	1		●	●			●	
6	窒素，硫黄	11 月		1		●		●	●		
7	遷移金属イオンの反応	1 月		1		●				●	
8	未知の金属イオンの分離・確認	2 月	1	1		●	●			●	

以下、表 14 右側の活動の内容について簡単に触れる。

a 実験過程（手順，結果）の記録

本校では 1 年次での SS 理数化学の実験においても，他の科目の実験においても，実験ノートを作成することがなかった。一方で，昨年度までの課題研究の論文においても，SS 理数化学の実験レポートにおいても実験手順や結果を十分に書けている生徒は少なかった。常日頃から記述に慣れておくべきとの考えから，実験の手順，結果は罫紙に記述するように指示を行った。

b 実験計画の立案

受講者数，実験器具の準備や安全確保の制約から，与えられた手順の候補から選ぶ形で実験計画を班で検討させた。時期的に SS 理数化学で学んだことが課題研究に資するのではなく，課題研究で学んだことを理数化学で生かすこととなった。

c 実験プリント

SS 理数化学は 1 年次から実験レポートではなく，実験プリントの設問に対して答える形で考察を行ってきた。2 年次の上半期においてもこの形を踏襲した。

d 考察項目の検討

実験プリントの設問に対して答える形で考察を行うと，実験で見られた現象から何を読み取るべきなのか，また情報をどのように広げていくべきかを示唆されてしまう。また，問いに答えれば目的が達成されるため，それ以上深掘りする必要を感じにくくなる。これを改善するために，考察そのものをオープン・クエスチョンにし，書きたいだけ書けるようにワークシートを設計した。

e 実験レポート

本校では 1 年次での SS 理数化学の実験においても，他の科目の実験においても，実験レポートを作成することがない。実験では授業時間内の手順やその後の考察の検討に重きを置いてしまうために，実験の計画立案からストーリーを立てて報告する発想が欠けてしまいがちであった。そのため，何を明らかにするための実験だったのかという前提が抜けた考察が多数見られたり，どこまで書けばいいのかわからないという感想が多々見られたりした。これを避けるように，全体を俯瞰しながら書くように指導を行った。

f 相互評価

実験プリントの記述については、1 年次のうちから相互評価表を用いて相互評価させてきた。2 年次でも引き続き、相互評価を通して、お互いの記述内容のチェックや初見の文章の論理の掬い上げなどを練習させ、その知見を自身の記述力の向上に活用させた。

③ 今後の課題

取組「d 考察項目の検討」における生徒の記述を二例挙げる。これらの例からわかるように、誘導されずともおのずと考察を展開できる生徒がいる一方で、そうでない生徒もあり、おおよそその比率は半々か、少しできる生徒の方が多い印象である。実験プリントの問いを解かせて終わりとさせずに、生徒が実験事実の後、考察する手立てを今後検討していく必要がある。

二酸化硫黄	硫黄粉末を加熱すると融解し、黒っぽくなったのを引火した。引火してから 10m の水とメチルオレンジ水溶液が数滴入っている集気瓶に入れガラス板でふたをしたところ、白いけむりで満たされ、固体はなくなった。メチルオレンジ水溶液は黄色から赤色に変化した。	無色・刺激性臭の有毒な気体。水によく溶ける。還元作用、漂白作用がある。
-------	---	-------------------------------------

事実と考察がかみ合っていない例

二酸化硫黄	硫黄を燃焼させると気体が発生し、固体は見当たらなくなった。また燃焼前にメチルオレンジ水溶液を加えると燃焼中に黄色からオレンジ色に変化した。	メチルオレンジが黄色からオレンジ色に変化したことより発生した気体の水溶液は酸性を示す。また発生した気体が水溶性をもつことも分かる。よって発生した気体は二酸化硫黄であり、その反応を以下に示す。 $S + O_2 \rightarrow SO_2 \text{ (酸化還元)}$
-------	---	--

事実と考察がかみ合っている例

(3) 3 年次

① 課題

今年の 3 年生は昨年度に実験ノートやレポートの書き方などを学習してきている。本年度では、実験を通しての仮説を立証する力および実験結果・考察を正確に記述する力の養成を目的とした。

② 取組

a 仮説を立証する力の養成

糖類の同定の実験を題材にして行った。4 種の糖類の水溶液を与え、その水溶液に含まれている糖類を同定する実験である。この実験では、反応生成物あるいは余った反応物の量から同定を行う過程がある。これまで、この過程では、考えるきっかけすら掴めずつまづく生徒が多くいた。そこで、事前課題として、反応させる物質の性質、試薬の濃度などの実験条件を整理する設問を「仮説」として実験プリント内に設けた（図 22）。この設問によって、生徒はこの設問の内容を意識して実験に取組、ほぼすべての生徒が糖類の種類の同定を行うことができた。この試みにより、色の変化などの分かりやすい変化ではない、細かな変化などに着目する機会になったと考えられる。

【仮説】※(1)(2)より、フェーリング液を消費する量の順序を考えよ。

- (1) 以下で行う実験操作 1 および 2 で用いる、グルコース(分子量 180)、マルトース(分子量 342)、スクロース(分子量 342)の 1%糖類水溶液の濃度を、それぞれモル濃度に換算せよ。
ただし、各水溶液の密度は、いずれも 1.0 g/cm^3 とする。

グルコース：_____mol/L、マルトース：_____mol/L、スクロース：_____mol/L

- (2) フェーリング液(Cu^{2+} と表す)が還元されて沈殿が生成する式を書け。

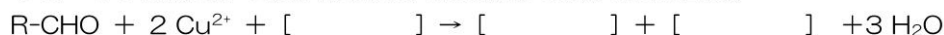


図 22 実験プリントに設けた仮説の一例

9. 卵白およびゼラチン水溶液各 1 本ずつに、1 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 1 mL を入れ、さらに硫酸銅(Ⅱ)水溶液を 2 滴ずつ加えて振り、変化を見る。

変化：水酸化ナトリウム水溶液を加えても両水溶液とも変化が見られなかった。
硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると卵白水溶液は濃い紫色に、ゼラチン水溶液は薄い紫色に変化した。

10. 卵白およびゼラチン水溶液各 1 本ずつに、濃硝酸を 6 滴加えて加熱し、変化を観察する。
流水で冷却後、6 mol/L NH_3 aq 1 mL を加えて塩基性にし、変化を観察する。

	濃硝酸	加熱	塩基性条件
卵白	白色沈殿が生じた。	沈殿は溶けたままで水溶液が黄色になった。	水溶液の黄色が明るくなった。
ゼラチン	変化なし	変化なし	水溶液が少しだけ黄色になった。

11. 卵白およびゼラチン水溶液各 1 本ずつに、ニンヒドリン水溶液を 3 滴加えた後、加熱し、一煮立ちさせたあと、空冷し、変化を観察する。 卵白は白くにごる。ゼラチンは変化なし。

変化：卵白水溶液にニンヒドリン水溶液を加えると水溶液が白く濁った。
加熱したあとに空冷すると水溶液が赤紫色を呈した。
ゼラチン水溶液にニンヒドリン水溶液を加えると変化がなく、加熱し空冷しても変化はなかった。

図 23 呈色反応の比較実験

4. 次の文章の()に入るアミノ酸を下の選択肢から選び、この主張の根拠および論拠を記せ。

・主張：ゼラチンよりも卵白に多く含まれるアミノ酸は(チロシン)である。

・アミノ酸の選択肢：チロシン シス테인 リシン アラニン

・根拠

操作 10 において卵白は濃硝酸を加えると白い沈殿が生じ、加熱すると黄色く変色した。さらに塩基性条件下にすると橙黄色を示した。
それに対し、ゼラチンは濃硝酸を加えても、加熱しても変化は見られず、塩基性条件下にすると黄色く変色した。

・論拠

操作 10 はサリチル酸反応を行っており、この反応は濃硝酸を加えて加熱した時に黄色く変色し、塩基性条件下で橙黄色になる反応である。この反応は芳香族アミノ酸の検出に用いられているため、反応が起きた卵白はゼラチンよりも芳香族アミノ酸を多く含んでいる。したがって、選択肢の中で唯一、脂肪族アミノ酸でないチロシンを多く含んでいる。

図 24 設問の一例

b 実験結果・考察を正確に記述する力の養成

教科書に記載されているタンパク質の諸性質を確認する実験を題材とした。この実験の中で、2 種類のタンパク質水溶液の呈色反応の違いを比較する実験を複数行った（図 23）。今までは、実験結果の記録については、単語で書いているものが多く見られたが、文章で書くように指示をした。これは、大学進学後での実験での記録のつけ方を身につけさせることを意識している。

また、この実験結果をもとに、構成するアミノ酸の含有量の違いを決定させる問いを設けた。その際、①結論に至るために必要な情報（実験結果）の取捨選択ができること、②三角ロジックの構成要素である、根拠と論拠の書き分けを意識させるよう、設問を設計した（図 24）。この 2 つの観点は、論文執筆に必要な能力でもあり、課題研究に近づくように設計した。

4. A2-3 : SS 理数生物

(1) 概要

- 3 年間を通じて、生物学史における基礎を築いてきた技術や理解に通じる実験を重視し、実施した（表 15）。
- 動画などの演示教材を、プロジェクターを使ってスクリーンに投影するなどして、授業中の教員の板書時間を極力短くするように努めた一方で、実験結果や説明図については教員が黒板に模式図を描く機会を増やし、データや説明に基づいてモデル化を行う過程を繰り返し提示した。

(2) 実施内容の具体例

① 1 年次

一年間を通して、生物学史において重要な実験や発見を追体験すること、本物に触れることをベースに授業を実施した。

座学においては、生物学史上重要な実験を紹介し、その結果を考察する過程を踏ませ、生物学を切り開いてきた偉人の追体験をさせることを重要視した。また、遺伝子などイメージしにくい分野を扱う際には、視聴覚教材を用いて、生徒の理解を促した。さらに、生徒を 4～5 人のグループに分け、「なぜ？」の問いかけに対して話し合いをさせながら授業を進めたり、教え合いながら問題演習を行ったりして、対話的な学習を促した。

本物に触れることで学習内容の理解を深めたり、生物学実験の基本技術を習得したりするため、実験・実習も重視した。1 学期には、カタラーゼの酵素反応実験を行い、酵素が化学反応を促進すること、酵素自体はなくなること、温度や pH によってはそのはたらきが失われることなどを実際に体感する機会を設けた。2 学期には、3 回の顕微鏡実習を実施し、生物学分野における研究の基礎となる顕微鏡操作を身につけさせた。また、顕微鏡を用いてすべての生物を構成する基本単位である細胞を観察することにより、座学だけではイメージしにくいミクロの世界を体験したり、生物学史において重要な細胞の発見を追体験したりした。さらに、3 学期には、DNA 抽出実験を実施し、分子生物学実験の基礎となる手技を身につける機会を設けた。11 月には校内の樹木や草本を教材として植生観察実習を行い、有志の生徒を募って実施した大阪府岬町での海岸生物実習（5 月）、滋賀県立琵琶湖博物館でのプランクトン観察実習（11 月）、和歌山県白浜町での生物研修旅行（12 月）、伊丹市昆陽池公園での野鳥観察（1 月）と併せて、様々な場所で多様な生物に触れながら、生態系について考える機会を設けた。

表 15 SS 理数生物 3 年間の実験・実習一覧

1 年次	①	顕微鏡の使い方
	②	マイクロメーターの使い方・細胞質流動
	③	カタラーゼの酵素反応
	④	体細胞分裂の観察
	⑤	植生観察実習（種の多様性の観点から）
	⑥	DNA の抽出
2 年次	⑦	原形質分離の観察
	⑧	脱水素酵素のはたらき
	⑨	アルコール発酵
	⑩	光合成色素の分離
	⑪	だ腺染色体の観察
	⑫	植生観察実習（生態系の観点から）
	⑬	ウニの発生観察
3 年次	⑭	盲斑の検出
	⑮	植生観察実習（環境応答・進化の観点から）

すべての実験において、実験書にルーブリックを掲載し、生徒がレポート作成を通して、実験内容の重要なポイントを振り返ったり、自己評価を行って達成度を確認したりできるようにし、主体的な学びを促した。1 学期に行ったカタラーゼの酵素反応実験で使用したルーブリックを表 16 に示した。

表 16 ルーブリック（カタラーゼの酵素反応実験）

尺度	3	2	1
達成度 積極性	すべての項目について回答しており、余白がほとんど見られない。理解を助けるメモが残されている。	すべての項目に回答しているが、理解を助けるようなメモがない。	回答していない項目がある。
丁寧さ	丁寧な字で正確に書かれている。日本語表現が適切である。	一部に乱雑な字や、誤字脱字がある。一部に、口語表現などの適切ではない表現が見られる。	乱雑に書かれている。誤字脱字が多い。適切ではない表現が多く見受けられる。
理解度 1	酵素の性質や無機触媒との違いについて、正確に記述している。	酵素の性質や無機触媒との違いについて、ある程度正確に記述している。	酵素の性質や無機触媒との違いについて、正確に記述していない。
理解度 2	酵素と最適 pH の関係について、正確に記述している。また、実験結果を正確に記録している。	酵素と最適 pH の関係について、ある程度正確に記述している。また、実験結果を記録している。	酵素と最適 pH の関係について、正確に記述していない。実験結果を正確に記録できていない。

② 2 年次

「生物」の構成に沿って、「生命現象と物質」から「生殖と発生」までの内容を、3 単位で学習する。二年次の「SS 理数生物（3 単位）」は三年次の「SS 理数生物（4 単位）」とシームレスに接続しているため、3 年間のカリキュラムの中で最も多くの実験実習を取り入れている。また、座学授業においても、2～4 人でのグループワークを多用し、生物基礎を含む既習内容や日常的な現象と主体的に関連付けながら学習を進める。授業全体を通して、「実験操作の意義」や「データの読み取りと解釈」、および「現象のモデル化」の 3 点を重要視しており、教材（授業プリント等）もこの視点から作成している。授業進行の例を表 17 に示す。

実験実習においては、一年次と同様に、レポート用紙にルーブリックを提示し、規準に基づいたレポート作成を心がけるよう指導している。また、手順に誤りのある指示書を作り、手順書に従って操作することで事前の予想と異なる結果を得て、手順の改善案を提案し、実験をやり直すという実習も実施している。その一例として、コハク酸脱水素酵素の実験を示す（図 25）。

酵素のはたらきや失活などの性質についてよく学習している生徒ほど、パターン化された知識に頼って、「B のみが脱色される」と予想する。しかし、事前に反応液の温度を反応条件にそろえていないため、C（90℃）の試験管が最も早く脱色される。試験管内で反応が進む様子を実際に見ながら、そこで起きていることを推測し、手順の意義を再確認して、いくつもある改善案のうち一つを提示することが求められる。実験実習が好きな生徒は非常に多いが、予想外の現象が起こり、自分の考えを改善案として発表できる本実習は、特に生徒が活発になる実験実習である。

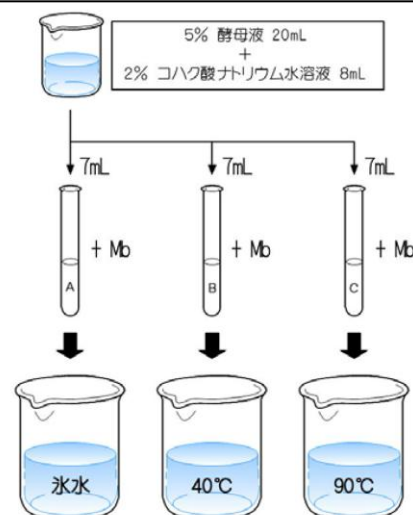
なお、教科書での学習内容との整合性をとるため、一般的なコハク酸脱水素酵素の性質に関する実験実習も別途実施している。また、当該教材は本校 web サイトにて、「SSH での開発教材集」の一つとして公開している（図 26）。

表 17 授業進行の例

時間	学習内容 学習活動	理解の不十分な生徒への支援等 留意点	評価規準 評価方法
既習内容の 確認 (7分)	動物の配偶子形成のしくみを図式化する。 精子と卵の形成過程の違いについて、相互に口頭で説明する。	1分経過後、黒板に配偶子形成のモデルを示す。ただし、細胞の名称は部分的に空欄とし、名称を問うことで分裂の過程を思い出すよう働きかける。	図式化の作業を進められるか（正誤は問わない）。 意欲的に話し合っているか。
未習内容の 学習① (10分)	植物の配偶子形成（精細胞と卵細胞の形成過程）について学習する。	黒板に動物の配偶子形成のモデルを残したまま、対比させる形で植物の配偶子形成のモデルを提示する。	動物では減数分裂でできる細胞が配偶子だが、植物は減数分裂でできた細胞が、さらに体細胞分裂することで配偶子が形成される。この違いを理解することができたか。学習の確認①・②において机間指導で確認する。
学習内容の 確認① (8分)	植物の配偶子形成のしくみを図式化し、動物の配偶子形成との共通点と相違点を相互に確認する。	最後の2分間で、重要事項を黒板に箇条書きする。	意欲的に話し合っているか。
学習内容の 確認② (5分)	植物の配偶子形成におけるDNA量の変化のグラフを見て、変化の理由を相互に説明する。	開始前に、DNA量変化と「DNAの複製」「細胞質分裂」の関係を確認する。	意欲的に話し合っているか。
未習内容の 学習② (10分)	植物の重複受精について学習する。	卵細胞と中央細胞の2か所で受精が起こること、中央細胞は核相が特殊であることを強調する。 動物の受精と対比したうえで、シダ植物から種子植物への進化についても触れる。	重複受精や胚と胚乳の形成について理解できたか。 学習の確認③において机間指導で確認する。
学習内容の 確認③ (5分)	重複受精の過程を相互に確認する。	未習内容の学習②の範囲について、発問はせず、生徒が自由に復習を行う。	意欲的に話し合っているか。
発展的な考 察 (3分)	重複受精が通常の受精に比べて有利な点を考察する。	1分を目安に、順にヒントを開示する。 「1) 胚と胚乳ができる」、「2) 胚乳は栄養を蓄えている」、「3) 中央細胞は受精すると膨らんで胚乳になる」	意欲的に話し合っているか。

<実験操作>

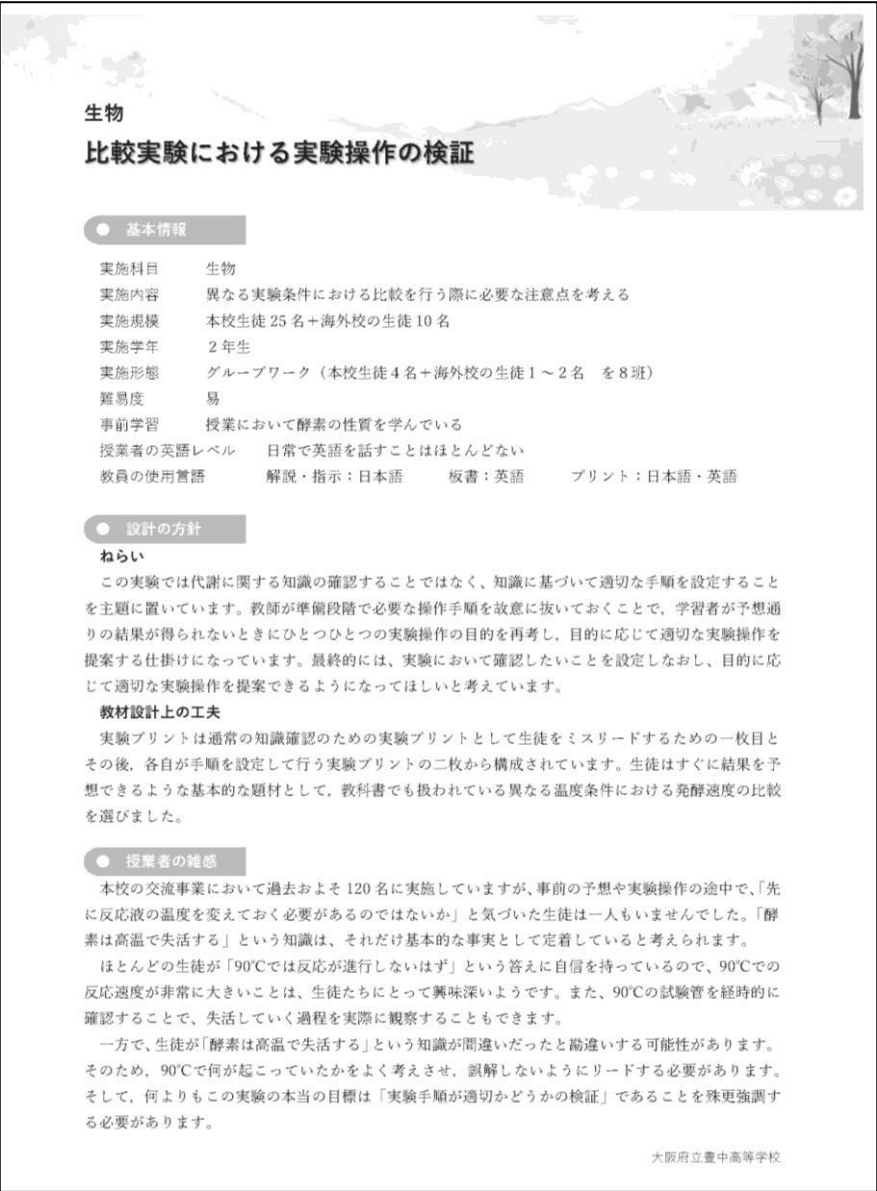
- (1) 予備知識・および実験操作を見て、操作（6）のおおよその結果を予測する。
- (2) ビーカーの酵母液（5%、20mL）と試験管のコハク酸ナトリウム水溶液（2%、8mL）を混合して、反応液をつくる。
- (3) 3本の試験管A～Cを用意し、それぞれ反応液を7mL入れる。
- (4) 各試験管にメチレンブルー水溶液を3滴入れ、静かに攪拌する。
- (5) 氷水、40℃の湯、90℃の熱湯の入ったビーカーにつける。
- (6) 各試験管で色の変化を確認し、表1に記録する。



<予測>

試験管	予測
A	脱色が { 起こる ・ 起こらない }
B	脱色が { 起こる ・ 起こらない }
C	脱色が { 起こる ・ 起こらない }

図 25 コハク酸脱水素酵素の実験（抜粋）



生物

比較実験における実験操作の検証

● 基本情報

実施科目	生物
実施内容	異なる実験条件における比較を行う際に必要な注意点を考える
実施規模	本校生徒 25 名 + 海外校の生徒 10 名
実施学年	2 年生
実施形態	グループワーク（本校生徒 4 名 + 海外校の生徒 1 ～ 2 名 を 8 班）
難易度	易
事前学習	授業において酵素の性質を学んでいる
授業者の英語レベル	日常で英語を話すことはほとんどない
教員の使用言語	解説・指示：日本語 板書：英語 プリント：日本語・英語

● 設計の方針

ねらい

この実験では代謝に関する知識の確認することではなく、知識に基づいて適切な手順を設定することを主題に置いています。教師が準備段階で必要な操作手順を故意に抜いておくことで、学習者が予想通りの結果が得られないときにひとつひとつの実験操作の目的を再考し、目的に応じて適切な実験操作を提案する仕掛けになっています。最終的には、実験において確認したいことを設定しなおし、目的に応じて適切な実験操作を提案できるようになってほしいと考えています。

教材設計上の工夫

実験プリントは通常の知識確認のための実験プリントとして生徒をミスリードするための一枚目とその後、各自が手順を設定して行う実験プリントの二枚から構成されています。生徒はすぐに結果を予想できるような基本的な題材として、教科書でも扱われている異なる温度条件における発酵速度の比較を選びました。

● 授業者の雑感

本校の交流事業において過去およそ 120 名に実施していますが、事前の予想や実験操作の途中で、「先に反応液の温度を変えておく必要があるのではないか」と気づいた生徒は一人もいませんでした。「酵素は高温で失活する」という知識は、それだけ基本的な事実として定着していると考えられます。

ほとんどの生徒が「90℃では反応が進行しないはず」という答えに自信を持っているので、90℃での反応速度が非常に大きいことは、生徒たちにとって興味深いようです。また、90℃の試験管を経時的に確認することで、失活していく過程を実際に観察することもできます。

一方で、生徒が「酵素は高温で失活する」という知識が間違っていたと勘違いする可能性があります。そのため、90℃で何が起っていたかをよく考えさせ、誤解しないようにリードする必要があります。そして、何よりもこの実験の本当の目標は「実験手順が適切かどうかの検証」であることを殊更強調する必要があります。

大阪府立豊中高等学校

図 26 Web 上で開発教材として公開している実験実習

③ 3 年次

2 年次に引き続き、「生物」の構成に沿って、「生物の環境応答」から「生物の進化と系統」までの内容を、4 単位で学習する。11 月までに教科書の内容を終了し、以降は生物学史において重要な実験、または最新の生物学上の発見を題材とした実験・考察問題をグループワークで解き進め、思考力・記述力と大学受験対策の両立を図っている。授業進行も二年次に準じるが、グループワークによる「学習内容の確認」の時間をさらに増やし、既習内容を網羅的に関連付ける内容となっている。

(3) 成果と課題

科目全体を通した大目標としては理系人材の育成を掲げているが、そのための課題は次の 2 つのステップに分けることができる。第一段階は学習者が生物学を好きになり、理科選択科目として生物を選択することであり、第二段階は生物学を必要とする大学に進学するだけの学力を保障することである。

新 1 年次の 2 年次における生物選択者は昨年度より減少した。この原因として、全学年が文理学科になったことで、例年よりも数学や物理への関心が高い生徒が増加したことが考えられる。また、生徒と話すなかで、生物ではなく物理を選択する方が進路の幅が広がることや大学受験における点数の取りやすさを意識して物理を選んだ生徒が一定数いることがわかっている。

大学入試における科目間格差が、生物選択者減少の背景となっている可能性が高く、アンケートなど、全数調査を実施してまで検証するべきかどうか、教科内で相談を進めていきたい。

平成 30 年度入学生から理系選択者が増加しているにも関わらず、生物選択者は 2 年連続で微減している。アンケートを実施するのであれば、2・3 年次の生物選択者を対象として、「物理学と生物学を比べて、生物学への志向性を持ったのはいつごろの時期か」を調査し、生徒の進路意識形成とも併せて分析して、次年度以降の 3 年間を通じたカリキュラムに反映させたい。

2 年次、3 年次については、実験実習・座学（受動的学習）・グループワーク（能動的学習）のバランスが難しく、2 年次に実験実習が偏ることが挙げられる。映像学習や受験問題を題材としたグループワークを 3 年次に確保することで学習意欲の維持を図っている。

5. A3 : SSS（スーパーサイエンスセミナー）

この講座は 1, 2 年の希望者を対象に課外に行われている講座である。従前、SSS は通年で土曜午後に学年ごとに異なる目標・カリキュラムを計画して実施してきた。しかし、この数年、学校全体が土曜講座の活用方法を模索している最中であり、昨年度は 1, 2 年合同で 6 月～9 月に開かれる全 6 回の集中講座となった。今年度は対象生徒や回数は変わらないまま、開講時期が 5 月～7 月に早まった。応募締切が 4 月の下旬にまで早まったこともあり、多くの一年生が入学時の高い意欲を保ったままであったためか、応募人数が 100 人を超えた。また、今年度は 9 人の 2 年生が昨年に引き続いて参加した。実習の教室や器具などのキャパシティの制限により、2 年生を優先し、1 年生から抽選で受講者を選出して、80 名で講座を開講した。

講座の内容は昨年と同様、講演会と実験実習を中心とした最大 3 時間（講演や実験の内容によって最短 90 分とした）の必修講座（全 6 回）と外部の研究室などの訪問を中心とした選択講座（6 講座の中から 1 講座選択）で構成した（表 18）。

表 18 SSS の講座内容

回	日時	
第一回	5/25（土）	科学講演会「はやぶさ・はやぶさ 2 と宇宙創成の神秘」
第二回	6/1（土）	化学実習「燃焼の科学」
第三回	6/8（土）	地学実習「鉱物の光学的性質」
必修 第四回	6/15（土）	科学講演会「太陽の脅威とスーパーフレア」
第五回	7/6（土）	選択講座① 物理実習「世界一簡単な電車の作成」 選択講座② 生物実習「未来の医療と生命倫理」 ※ どちらか一方を選択
第六回	7/13（土）	OBOG による協働実習「明後日に架ける橋」
①	7/12（金）	地学研修の事前学習（本校）
②	7/12（金）	京大講演会
選択 ③	7/25（木）	京大研究室訪問（京都大学工学部・農学部）
④	7/25（木）	ライフサイエンスセミナー（千里ライフサイエンスセンター）
⑤	8/7（水）	SSH 生徒研究発表会（神戸国際会議場）
⑥	8/24（土）	産業技術総合研究所 関西センター研究所 一般公開

(1) 第 1 回：科学講演会「はやぶさ・はやぶさ 2 と宇宙創成の神秘」

① 概要

廣井孝弘氏（米国ブラウン大学 地球環境惑星科学科 上級研究員）による講演会を開催した。

小惑星探査機「はやぶさ」および「はやぶさ 2」のプロジェクトに参画し、小惑星表面の反射分光データから鉱物組成を調べる研究に携わる講師より、自身の研究の内容や意義について分かりやすく解説していただいた。さらに、小惑星「リュウグウ」でのサンプル採取に成功し、地球帰還が待たれる「は

やぶさ 2」ミッションの概要や、アメリカをベースに日米をまたにかけて活躍する科学者の生活などについても紹介いただいた。

② 効果

アンケートの結果は表 20 のとおりである。項目 8 番「今回の講座をもとに、もっと知りたいことや興味・関心が増えた」について、76%の生徒が「そう思う」または「どちらかといえばそう思う」と回答し、一定数の生徒の興味・関心を促していることが伺える。

(2) 第 2 回：化学実験「燃焼の科学」

① 概要

SSS には理系を志望する生徒も、そうでない生徒も参加する。そこで、扱う題材を「ろうそくの炎」と「ガスバーナーの炎」と平易なものにして、課題の設定と仮説の検証に重きを置いた。具体的には、完全燃焼しているバーナーの炎とろうそくの炎の違いについて問いを立て、観察と比較に重点を置いて実験を行い、三角ロジックに当てはめて 4 人一チームで考察させた上で、互いに発表させることとした（表 19）。

扱った実験は水を沸騰させる時間の違い、ろうそくから生じた黒い固体（すす）についての検証実験、パイルシュタインテストを利用したろうそくの炎の観察、スライドガラスを用いたろうそくの炎の中に存在する物質の確認である。

表 19 SSS 第二回「燃焼の科学」時程

時刻	内容
9:00	全体説明
9:05	ウォームアップ、課題の検討
9:50	休憩
10:00	実験実施
10:40	休憩
10:50	結論検討
11:30	発表会
12:00	諸連絡、終了

② 効果

生徒の成果物やアンケートの自由記述欄を見るとこちらのねらいはおおむね達成したようであった。また表 20 に示すように「今回の講座では友人（講師・TA 以外の参加者）の考え方に触れて興味深い場面があった。」「今回の講座で、自分なりの考えを発信することがあった（講演会での質問なども含む）。」の平均が他の講座よりも高かった。

(3) 第 3 回：地学実験「鉱物の光学的性質」

① 概要

本校では理系を選択すると地学を授業内で扱うことはなく、地学的な実習を一度も経験しないまま卒業することになる。そこで、SSS では教室内でできる地学の実習として、簡易偏光顕微鏡を用いた鉱物の観察とその基礎知識の学習を行うこととした。

2 週間前に事前学習として、株式会社 OTOGINO 製 Magic Crystal を仕込ませた。当日は、岩石に関する基本知識を復習した後に、簡易偏光顕微鏡を用いて岩石プレパラートを観察したり、火山灰を実体顕微鏡で観察したりした。

② 効果

平易な実習であるため、アンケート（表 20）の結果では難しかったと答える生徒が少なく、今回の講座はうまくこなせたという生徒が非常に多かった。その一方で、今回の講座をもとに、もっと知りたいことや興味・関心ができ（増えた）という生徒が他講座と遜色なく多かった。

(4) 第 4 回：科学講演会「太陽の脅威とスーパーフレア」**① 概要**

柴田一成氏（京都大学大学院理学研究科附属花山天文台 教授）による講演会を開催した。以下、講演会の紹介文を記す。

太陽の正体は爆発（フレア）だらけの恐ろしい天体である。大フレアが起きると、地球で人工衛星故障、通信障害や停電などの被害が発生する。宇宙飛行士どころか航空機乗員も放射線被ばくの危険にさらされる。最近、太陽と良く似た星で、最大級の太陽フレアの 100 倍～1000 倍のエネルギーのスーパーフレアが起きていることが、京都大学のグループによって発見された（発見の立役者は何と京大一回生だった！？）。太陽と良く似た星で起きているということは、太陽でもこのようなスーパーフレアは起きるのだろうか？ 起きれば地球環境や社会はどうなるのだろうか？

② 効果

アンケートの結果は表 20 のとおりである。項目 8 番「今回の講座をもとに、もっと知りたいことや興味・関心が増えた」について、82%の生徒が「そう思う」または「どちらかといえばそう思う」と回答し、多くの生徒の興味・関心を促していることが伺える。

(5) 第 5 回選択講座①：物理実験「世界一簡単な電車の作成」**① 概要**

被覆のない約 5 m の銅線を直径 1.5 cm の円ができるようにコイル状に巻き、その中に電池の正負極に円盤状のネオジム磁石を取り付けたものを入れると、電池がまるで電車のように走り始める。これは中学で学習する「フレミングの左手の法則」が引き起こす現象である。ただ、この実験を成功させるのに 2 つの注意点がある。それは電池につける磁石の向きと、電池をコイルの中に入れるときの方向である。これらのすべてが正しい方向でないと電車は動き出さない。そこで、どうすれば動くのかを自分たちで考えさせ、試してみるところに楽しみを感じさせるのが目的である。

簡単な電車の作成時の最大の注意点は「コイルをうまく巻き付ける」ところにある。事前に用意してある金属の棒に巻き付けて、コイルを自作するが、巻き付けるときの力の大きさが均等でないとうまく作れない。そこで、1 人が銅線の端を引っ張っておき、もう 1 人が銅線のひっかかった金属棒をクルクル巻いていくことで、均等な円の大きさを持ったコイルを作るように工夫した。

うまくコイルを作ることのできた班のコイルをどんどんつなげて大きな長いコイルトンネルを作り、最後には延伸 2 m ほどのトンネルの中で電車を途中つかえながらもなんとか走らせることができた。

② 効果

アンケートの結果は表 20 のとおりである。スムーズに電車が通り抜けないことから少しくすぶったままの印象が残ったかもしれないと感じている。

(6) 第 5 回選択講座②：生物実験「未来の医療と生命倫理」**① 概要**

遺伝子診断の原理、遺伝子と実社会との関連性、遺伝子診断に対する多様な面からの考察についての実習を行った。

実習前半では、遺伝子診断の原理や手法と、正確な実験操作のための配慮事項についての理解を目的とした。遺伝子や DNA についての既習事項の整理を行った後、サンプル DNA の制限酵素による切断、電気泳動法による DNA 断片の塩基対数別分離、ローディングバッファーや DNA マーカーを用いた DNA 断片の塩基対数特定、サンプル DNA に含まれる遺伝子同定の実験を行った。

実習後半では、ゲノム医療の有用性と課題について自らの意見を述べ他者と議論できるようになることを目的とし、実社会における遺伝子に関する技術のメリットとデメリットについての考察を行った。遺伝子と医療との関連性を主題として、遺伝子診断ビジネスが加速度的に活発化しつつある現状や、遺伝子診断の活用例についての知識を深めた。遺伝子情報の保護の重要性、診断を行った個人から血縁者にも影響を生じ得る情報の特性、遺伝子診断の誤差等による悪影響の実例等、遺伝子診断技術が原因となって実際に起こった問題について取り上げ、個人や受精卵への遺伝子検査をどのような形で実施すべきか、遺伝子診断によって予防可能な病気に対する医療費や介護費の在り方等、今後の社会において新たな課題として予測される事柄についての考察を行った。

② 効果

実習前の生徒からは、遺伝子検査に対して「その人がかかりやすい病気を知れて便利」、「怖いイメージがある」等の、肯定的・否定的含め漠然とした意見を聞くことができた。実習後に再度意見を聞くと、「遺伝子は人の最大の個人情報のように感じた」、「DNA 検査をすれば、ほとんど何でもわかる万能に近いものだと思っていたが、そうではないことが分かった」、「遺伝子検査が人の人生に大きく関わることもあり、責任が大きいものだということもわかった」、「検査をうけても差別等がおこらない社会をつくっていくべきだと思う」といった、より具体的で多面的な視点からの意見を多く聞くことができた。また実習後に行ったアンケート結果では、「今回の講座をきっかけに学習内容についてより興味を持つことができた」という項目に対し「そう思う」または「どちらかといえばそう思う」と回答した生徒は、全体の 86%となった。

(7) 第 6 回：「明後日に架ける橋」

① 概要

令和元年度の豊中オナーリーダーズにおいて、もっとも大きな変更点となった卒業生実習『明後日に架ける橋』について報告する。本実習は過去に実施した卒業生実習『明日に架ける橋』をアレンジしたもので、69 期卒業生が中心となり、『明日に架ける橋』の企画に携わった 66 期卒業生と相談しながら、SSS 第 6 回の「卒業生企画実習」として実施したものである。

在校生に対して、チームで限られた資材で橋を製作するコンテストを行う実習を実施する。チームで相談して資材の使い方を工夫し、製作方法を試行錯誤して、より強靱で軽量の橋を製作する。製作過程を通して、工学的（ものづくり的）な視点で課題を解決する能力を育むほか、自分の力のみでは解決困難な課題をグループ内外との連携によって解決していく協調性の涵養も図る。

実習の講師は過年度における豊中高 SSH 事業の対象者である卒業生が努める。他者の課題解決能力や協調性の形成過程を考えることで、卒業生は SSH 事業を通じた成長の在り方やキャリアモデルを肌で感じ、彼ら自身のキャリア形成や来年度以降の講師の育成につながると期待する。また、卒業生は企画中のディスカッションを通じた科学的思考への省察や後輩への言葉がけを通じた人材育成の重要性の再発見をはかり、自らの今後のキャリア形成に生かす。

② 効果

コンテスト形式で実施したことが功を奏し、各チームとも生徒（在校生）が非常に積極的に挑戦していた。橋の製作において、生徒たちには 2 つの発見があった。1 つ目は、試行錯誤の重要性である。どのチームも講師・TA の助言の下、見通しをもって橋を製作し始めたが、テープの粘着力や紙の強度など、設計段階では想定していなかった要素でつまづき、修正を迫られる場面が多かった。2 つ目は、技術力の重要性である。意図した通りのものをつくるのが技術的に達成できず、設計と現物の差に手が止まって、相談を始めるチームも多く見られた。これら 2 つへの気づきは、ほとんどのチームで共通しており、事後の感想としてもものづくりの楽しさとともに思い通りに作ることの困難さを挙げる生徒もい

た。

卒業生については、在校生が想定外のことで悩んでいた際に、どのように言葉がけをするかに苦慮していた。解決策等をそのまま伝えそうになるために、結局言葉がけが実行されなかった場面もあったようである。事後指導において、教員も交えてディスカッションを行い、卒業生同士でどのような言葉がけが可能だったかを考えるとともに、事前学習としてどのようなことを重視すれば、より効果的な言葉がけにつながるかを検討した。有力な案が出ないまま終わったが、学習支援者が学習者の視点を考察し、自らを省みるというオーナーリーダーズの中核的な試みはなされた（なお、最終的には、小規模なロールプレイを導入するなどの案が出された）。また、これらのディスカッションが、ほとんど卒業生だけで進めたことから、本実習が卒業生にとって効果的であったといえる。

(8) アンケート結果

各講座ごとにアンケートを実施した。その結果を表 20 に示す。スーパーサイエンスセミナーは事後学習を設けていないが、今回の講座をもとにもっと知りたいことや興味・関心ができたの項は非常に高いスコアとなっていることから、今後は事後学習として、レポートや発表会を設けるなどの展開が考えられる。

表 20 平成 31 年（令和元年）度スーパーサイエンスセミナーの生徒アンケート

	はやぶさ	燃焼	鉱物	太陽	電車	生命倫理	明後日に かける橋
今回の講座は楽しかった。	4.07	4.54	4.83	4.55	4.76	4.58	4.93
今回の講座で学ぶことは多かった。	4.24	4.55	4.61	4.63	4.66	4.00	4.52
今回の講座の内容を理解するのは難しかった。	4.68	3.43	2.86	3.73	3.66	2.73	2.59
今回の講座の段取りや状況を友人や家族に説明することができる。	3.44	4.20	4.29	4.11	4.31	3.94	4.54
今回の講座の学びを友人や家族に説明することができる。	3.27	4.11	4.14	4.11	4.31	3.79	4.33
今回の講座でよかったことや悪かったことなどの感想を友人や家族に説明することができる。	3.91	4.20	4.19	4.19	4.28	3.88	4.44
今回の講座の話を誰かにしてみたい。	3.56	3.75	3.95	4.00	4.17	3.67	4.28
今回の講座をもとに、もっと知りたいことや興味・関心ができた（増えた）。	4.04	4.23	4.19	4.27	4.24	3.88	4.00
今回の講座で新しく疑問や質問が生まれた。	3.90	4.12	3.85	4.19	4.10	3.64	3.77
【実験のある時のみ回答】 今回の講座はうまくこなせた。	—	3.86	4.56	—	4.14	3.97	3.66
今回の講座では友人（講師・TA 以外の参加者）の考え方に触れて興味深い場面があった。	2.98	4.32	3.33	3.81	3.97	3.09	4.33
今回の講座で、自分なりの考えを発信することがあった（講演会での質問なども含む）。	2.12	4.49	2.71	2.82	4.00	2.55	4.32

適合度（あてはまるかどうか）を 5 件法で調査。適合度が高い方から順に 5, 4, 3, 2, 1 とし、平均をとった。最大 5, 中央値 3。白抜きは 4.0 以上。

6. C1：生物研究部

(1) 課題

昨年度は第 2 学年の部員が中心となり、メダカの行動に関する研究など、生徒の興味・関心に基づいた新しい研究テーマを開拓し、研究成果の発表を行った。

表 21 生物研究部の活動内容

年	月	活動内容
2019	4	大阪府岬町豊国崎海岸にて磯で生育する生物の観察
2019	4	池田市・箕面市市境石澄川周辺にて河川流域で生育する生物の観察・調査
2019	6	和歌山県和歌山市加太 城ヶ崎海岸にて潮間帯で生育する生物の観察
2019	7	豊中市千里公民館 サイエンスキッズ
2019	8	令和元年度 SSH 全国研究発表会 ポスター発表
2019	9	能勢地域河川清掃ボランティア 里山で生育する生物の観察
2019	10	体験授業生物講座 サイエンスジュニア
2019	10	上野小学校地区文化祭 サイエンスキッズ
2019	11	滋賀県立琵琶湖博物館見学 琵琶湖にてプランクトンの観察・調査
2019	11	大阪府生物教育研究会主催 大阪府生徒生物研究発表会 口頭発表
2020	1	兵庫県伊丹市昆陽池公園にて野鳥の観察 伊丹市昆虫館見学
2020	1	我ら、SS ひろめ隊 サイエンスキッズ
2020	1	豊中市蛍池公民館 サイエンスキッズ
2020	3	日本植物生理学会年会 高校生生物研究発表会 ポスター発表

例年実施している取組みとして、平成 28 年度より滋賀県立琵琶湖博物館と連携した「琵琶湖のプランクトン調査実習」を実施しており、そのほかの取組みとして特に森林と水界の生態系に関わる観察会を多く実施した。本年度の生物研究部の活動内容を表 21 に示した。

(2) 本年度の取組

本年度は、初期は第 3 学年と第 2 学年、それ以降の時期は第 2 学年と第 1 学年の部員が中心となり、飼育生物の管理、外部での研究発表活動、サイエンスキッズ等の地域での活動、野外フィールドワークを行った。本年度の生物研究部の活動においては、野外フィールドワークにおける多様な環境の観察経験の蓄積と新たなフィールドにおける実習への挑戦、サイエンスキッズ等の企画・運営・指導を行うことによる科学コミュニケーション力の育成、外部での研究発表活動経験を経ることによる研究力と情報発信力の向上の 3 点を重視した。

フィールドワークにおいては、年間を通して、海岸・河川・湖・ため池・里山といった多様な生態系における、様々な生物の生態観察を中心としたフィールドワークに積極的に参加した。実際に自然の中で生きる生物に触れるという経験を積み、生物の多様性と同時に生態系の多様性について学び、様々な形で自然と人間生活との関わりについての考察を深めた。

海洋生態系の調査では、大阪府の数少ない自然海岸である大阪府岬町の豊国崎海岸での瀬戸内海の磯で生育する生物の観察、潮間帯に凸凹の多い海食台地形が見られる和歌山県和歌山市加太城ヶ崎海岸での干潟に生息する生物の生態観察を実施した。海洋生態系の調査に関する経験を積むと同時に、海洋生物の多様性及び海洋生態系の多様性を学び、それぞれの時期における環境と海洋生物の様子についての考察を行った。

淡水河川生態系の調査では、池田市と箕面市の市境にある石澄川周辺での植物観察・調査、滋賀県立琵琶湖博物館との連携による琵琶湖に生息するプランクトンの観察・調査、兵庫県伊丹市の中心部に位置する大きな公園である昆陽池公園での野鳥の観察及び伊丹市昆虫館見学を行った。

石澄川周辺での観察・調査では、支流の秦野鉦山跡と本流の石澄の滝までの範囲において、河川とその周辺に生息する植物を中心とした生物の観察と調査を実施した。様々な生物の生態や、それらの生物が人の暮らしにどのように関わっているか等について学習と考察を深めた。

滋賀県中央に位置する、世界でも数少ない古代湖であり日本最大の湖でもある琵琶湖では、日本有数の淡水性生物の研究施設である滋賀県立琵琶湖博物館の協力のもと、琵琶湖に生息するプランクトンに関する講義およびプランクトンの観察・調査・分類・同定を行い、琵琶湖水系を支えるプランクトンの

生態とその多様さ、他の生物や周囲の環境との関わりについての理解を深めた。

昆陽池公園での野鳥の観察では、公園を訪れる多くの水鳥・渡り鳥・猛禽類等の多様な野鳥の生態と生育する環境についての観察の経験を積んだ。公園内にある伊丹市昆虫館では、放蝶園の蝶たちをはじめ充実した昆虫展示に加え、生態系の中での生物のはたらきを主題とした企画展示を多数見学し、特に生態系の高次消費者である猛禽類の生態に関する学習を深めた。現地で観察した鳥類はリストを作成して記録し、今後のクラブ活動において実施する野鳥観察会での記録として考察を行った。考察結果は次年度 11 月に実施される発表会で報告を行う予定である。

新たなフィールドにおける実習として、府内随一の豊かな里山生態系を誇る能勢地域に生息する生物の生態観察および生態系の調査を実施した（図 27）。能勢地域の調査では、平成 30 年度より本校の分校となった大阪府立豊中高等学校能勢分校との交流や、能勢地域に残る府内屈指の貴重な自然に対する取組みに対しても積極的に参加する姿勢を見せた。例えば、能勢分校の生徒と共にライオンズクラブが実施した河川清掃ボランティアへ参加し、環境保全に対する取り組みについて、体験を通して理解を深めた。同時に実施した生息する生物の観察・分類実習においては、典型的な里山の生態系についての学習と考察を行った。里山において生息する多様な生物の形態や性質を実感することにより、生物の分類についての学習を深め、生物と環境の関わりについて理解を深めるとともに、環境保全の重要性と継続の必要性を再認識した。

サイエンスキッズ等においては、指導役として中心的な役割を果たし、主体的に企画・運営等を行った（図 28, 29）。

外部での研究発表に積極的に参加することにより、情報の発信力の研鑽に努めた。昨年度より第 3 学年の部員が中心となって取り組んできたメダカの視覚情報による反応に関する研究を第 2 学年の部員らが引継ぎ、令和元年度 SSH 生徒研究発表会においてポスター発表を行った（図 30）。大阪府生物教育研究会主催の大阪府生徒生物研究発表会においても、スライドを併用した口頭発表を行った（図 31）。

新たな取組として、第 1 学年の部員が中心となり、雑草水素の発生についての研究を進めており、3 月に実施される日本植物生理学会年会・高校生生物研究発表会において研究成果を発表する予定である。令和 2 年度では、第 2 学年となる部員の研究意欲が非常に高く、多様な科学的事象への探究に関心を示し、研究についての具体的な活動についても既に計画と活動を開始していることから、次年度における探究活動の活性化が期待される。

生物研究部員らは、部員以外の生徒に対しても各フィールドワーク等の企画への参加を募る努力を積極的に行い、結果的により多くの生徒らに実習の機会を与えることに貢献した。SSH 等の科学的内容を扱う行事や、普段の授業内のグループワーク等においても、議論の中心となって意見を積極的に出し、チーム全体のまとめ役として振る舞うあるいは課題の解決に向けて



図 27 能勢地域での生態調査



図 28 上野小サイエンスキッズ



図 29 千里公民館サイエンスキッズ

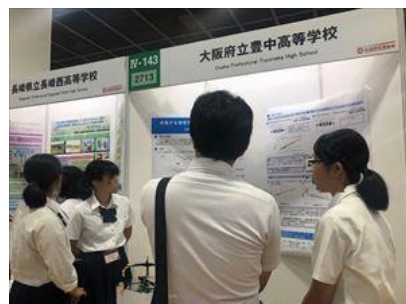


図 30 SSH 生徒研究発表会



図 31 生徒生物研究発表会

誘導役となることにより、生徒の活動全体を支え、円滑な探究の一助となる場面が多く見られた。

(3) 課題

今年度では、フィールドワークでの生態観察やサイエンスキッズ等の活動に対して非常に高い熱意をもって取り組む様子が見られた。昨年度と比較すると、森林や水界の生態系のフィールドワークに加え、野鳥を中心とした生態系や、里山の生態系についての調査を行い、より多様な調査経験を積むことができた。サイエンスキッズ等の企画・運営では、自らの力による計画立案や準備と当日の指導経験による自律意識の向上と、地域貢献を通じた自己肯定感の向上につながった。次年度では、上級学年から下級学年の部員への指導や引継ぎ、運営協力経験を積むことで、社会の一員としての自律意識の更なる向上をめざしたい。

前年度より引き継がれたメダカの行動に関する実験については、第 2 学年部員中心で実施した追実験を実施したが、その進捗に関しては芳しい結果であるとは言えなかった。現在、2 年間に実施した研究と発表において得た成果をもとに、発展的な研究を行う新手法についての計画の立案、第 1 学年の部員への研究の引き継ぎを行っている。

以上のことから、次年度の研究・外部発表に関する活動は、本年度と比較するとより活発な活動となることが予想される。次年度へ向けての課題として、研究に対する部員のモチベーションを維持するための取組みに力を入れる必要がある。部内ミーティングでの課題の進捗状況についての情報共有をより活発化する、各取組や研究の進捗状況についての活動報告書作成と外部へ報告する機会を設定する等、取組に関するアウトプット面を強化することにより、情報発信力の向上と、研究計画の設定力や実際に研究に取り組むための実行力の育成に向けた工夫を、次年度に向け試みている。

また、今年度新しく挑戦した能勢地区生態系調査に関連して、次年度以降においては能勢分校生との連携を強化し、里山の生態系についての調査を通じた学習を深めることにより、人間社会と生態系との関わりに関する探究を深めるとともに、本校・分校の生徒が互いに協力して課題に取り組む体制の構築をめざすことを課題としたい。また、能勢分校は周辺的大型建造物や夜間照明が非常に少なく、豊中市との比較による環境調査や、天体観測等の様々な実習においても有用な立地である。生物分野だけでなく、幅広い自然科学に関する経験を積みきっかけとして、能勢分校との連携の強化は今後の必須事項であると考ええる。

年間の活動を通して、各部員の「生物」の枠にとらわれない科学的な多面的探求意欲の向上が見られた。今後は電気物理研究部や他の理科教員等にも協力を仰ぎ、部員らの多様な探求心に応え、研究力をより育成するための体制の構築をめざしたい。

7. C2：電気物理研究部

(1) 課題

ここ数年の電気物理研究部は、各部員がやってみたい事・作ってみたい物に向かって個々に取り組むというのが、普段の活動スタイルとなっている。

また、サイエンスキッズでは生物研究部とともに中心的な役割を果たし、ここでは部員が数名ずつのグループとなって活動している。小学生に科学の楽しさを味わってもらうには、何をどのように見せればよいかを互いに知恵を出し合いながら考え、説明の仕方も興味関心をそそるよう工夫がなされている。できれば興味深い様々な現象の根底にある、より基本的な真理について深く学習や探究してから小学生に接していけば、さらに意義ある取組みになると考えられる。

一方で、高校生の知識・理解を十分に活用して行うといった、より高度な科学的探究にも取り組んでおり、昨年度は水道の蛇口から流れ出る水の落下について研究し、SSH 全国研究発表会や SISC-ISSF 2019 という国際的な科学イベントにおいてポスター発表を行った。これに類する取組に関しては、教員の方でかなり牽引したり軌道修正を加えなければうまく進まなかったり、次に取り組んでいく新しい研究テ

ーマを部員たちで見つけること自体、とても苦勞している様子がうかがえる。

(2) 今年度の取組

今年度の活動を表 22 にまとめた。普段の活動として、プログラミングに興味・関心をもつ部員は、年間を通して Excel（表計算ソフト）や Unity（ゲームエンジン）を用いてゲーム製作に終始した。カラーマインスイーパー、オセロ、じゃんけんゲーム、シューティングゲームなど多種多様なゲームの製作に取り組んだが、回を重ねるにつれて着実にプログラミング技術が向上していると感じている。なかでも、文化祭で披露したスイッチで動く自作クレーンゲームは、UFO キャッチャーさながらの圧巻の出来栄で、数多くの来客を魅了していた（図 32）。

ものづくりに興味・関心をもつ部員は、2019 年 6 月に豊中市立上野小学校において「気圧」をテーマに行った実験講座での取り組みが契機となって、気圧の差を利用した“マリオットの瓶”や“ヘロンの噴水”を簡易製作し、また各々の器具についてさらに考察を深めるための研究を行った。今年度は、サイエンスキッズにおける取り組みが単に小学生を対象としたイベントにとどまることなく、部員自身の探究活動の深化につながっていったことは有意義であった。さらに、「気圧」から「揚力」に考えを馳せて、わずかな風を受けることで回転する自作のプロペラを製作し、体育大会のクラブ対抗リレーで走ってプロペラを勢いよく回転させていた光景は興味深かった。

サイエンスキッズ等におけるいくつかの活動についてみると、2019 年 11 月に茨木市相馬芳枝科学賞の受賞作品展示会場および豊中市新田南公民分館において実験ブースの開設を行った（図 33）。「電気と磁気の不思議な力」をテーマに二極モーター・クリップモーター・リニアモーターカー・渦電流・反磁性・電磁誘導等を扱った。高校の物理の授業でまだ詳しくは学習していない内容であるものの、各事象の原理等について各部員が前もってしっかりと調べ、小学生にはとても分かりやすく説明をしていた。つづいて 2020 年 1 月に実施された我々、SS ひろめ隊では部員が複数の班に分かれて、小学生対象に実験ブースを開いた。質量の異なる弾性体のボールを共通の軸に複数重ねて落下させる“すっとびボール”・前後にキャスターを一つずつ備えた二輪構成のスケートボード“キャスターボード”・磁石を利用した“ガウス加速器”を応用した的当てゲーム等、ていねいな原理の説明もさることながら、何れもゲーム性が豊富で小学生がとても喜んで参加している様子が印象的であった（図 34）。また、水面に一元玉を浮かべて見せた“表面張力”をテーマに取り上げた班は、表面張力についてのさらなる研



図 32 クレーンゲーム



図 33 サイエンスキッズ



図 34 的当てゲーム

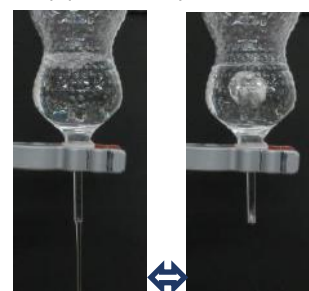


図 35 ペットボトル振動子

表 22 電気物理研究部の活動内容

年	月	活動内容
2019	6	上野地域子ども教室 サイエンスキッズ
2019	9	本校文化祭 各種展示
2019	11	茨木市相馬芳枝科学賞 サイエンスキッズ
2019	11	豊中市新田南公民分館 サイエンスキッズ
2019	12	京都大学サイエンスフェスティバル 大阪府代表選考会 口頭発表
2020	1	我々、SS ひろめ隊 サイエンスキッズ
2020	3	日本物理学会 Jr.セッション ポスター発表（中止）

究を進めている。

より高度な科学的探究については、取り組んでみようとする次なるテーマがなかなか部員たちの方から挙がってこなかったもので、異例ではあるが今年度は顧問の方から、昨年度に先輩たちが取り組んでいたテーマと類する水に関連するもので、ペットボトル振動子に関する研究を提示してみることにした（図 35）。飲み口の部分に管を通したペットボトルに水を入れて逆さまにすると、水の流出と空気の侵入が交互に起こる。このリズム運動が、高校物理で学ぶ鉛直ばね振り子の動きに類似しているもので、これによってモデル化はできないか？という仮説の検証である。ベースとなる「単振動」についての知識・理解が部員たちにまだ十分に定着しておらず、実験背景となる理論を把握するのに、ずいぶん苦労していた様子であったが、実験方法はいたって単純で、データ処理においては工夫がなされており、大方、予想された範囲内で結果が導かれてきた。この研究に関しては、京都大学サイエンスフェスティバル大阪府代表選考会にて口頭発表を行い、その際にいただいた審査員の先生方からの助言も参考にさらにブラッシュアップして、2020 年 3 月に開催される日本物理学会 Jr.セッションにおいてポスター発表を行う予定である。（昨今の新型コロナウイルス感染症の状況に鑑み、3 月開催予定に関してはひとまず中止となった。）

（3）今後の課題

昨年度までの課題として挙げていた、サイエンスキッズ等の小学生対象の取り組みに関して、現象の根底にある、より基本的な真理について深く学び、自身の探究活動に活かしていくことに関しては、今年度かなり改善されたところが窺えた。しかし、各部員がやってみたい事・作ってみたい物に向かって個々に取り組むという普段の基本スタイルは従前のままである。したがって、部員同士が互いの取り組みを把握し、互いに刺激し合って探究活動への意欲をあげていけるように活動報告書の提出により、進捗状況の認識の共有化をはかり出した。また、かなり以前にこの豊高電研部の先輩たちが取り組んでいたアマチュア無線を復活させたいという希望が部員間であがってきており、これに関しても OB 部員の助力を得ながら進めていきたい。

8. 心のループリックによる(II)の仮説の検証

表 23 に今年度の 1, 2 年生の心のループリックによる自己評価の平均値を示す。また、今年度 2 年生（H30 年度入学生）の昨年度からの経年比較を表 24 に載せる。表 23 で示すように 10 月では課題研究に長く取り組んでいる 2 年生の方がスコアが高い。また、表 24 で示すように入学時から平均値は常に上昇しており、本校のカリキュラムで積極性、忍耐力、協調性について、各自が肯定的に感じていることが読み取れる。

今後は平均値ではなく各個々のケースの分析を行うなどして、生徒の資質と能力がどのように成長していくのかを分析することが望まれる。

表 23 心のループリックによる自己評価の平均値

	項目	10 月	2 月	差
1 年文理学科 全員 N=327	積極性	2.66	3.71	+1.05
	忍耐力	3.00	3.79	+0.79
	協調性	3.36	4.04	+0.68
2 年文理学科 理科選択者 N=203	積極性	3.67	4.04	+0.37
	忍耐力	3.89	4.05	+0.16
	協調性	3.92	4.06	+0.14

表 24 心のループリックによる H30 年度入学生の自己評価の平均値

入学年度	項目	1 年次 N=352		2 年次 N=203	
		10 月	2 月	10 月	2 月
H30	積極性	2.55	3.49	3.67	4.04
	忍耐力	2.63	3.67	3.89	4.05
	協調性	3.08	3.86	3.92	4.06

(III) 4 技能統合型・課題解決型学習に基づく国際性育成プログラムの研究開発および科学教育における評価基準の国際的な共同研究開発

(III) の仮説

- ①「理数授業における国際感覚の育成」と「英語授業の中での科学的素養の育成」の両輪がそろうことで、4 技能が統合された実践的な英語運用能力が向上する。
- ②課題解決型学習（PBL）を種として、適切な規模の成果発表の機会を段階的に用意し、その評価を生徒に繰り返し還元する一連の教育プログラムにより、国際コンテスト等への参加が促進される。
- ③英語運用能力や探究活動による生徒の成長を海外校と共同で比較し分析することで、それぞれの学校における取組の問題点が浮き彫りとなり、更にその対処法を共同で研究することにより迅速な改善が可能となる。

(III)の研究開発内容・方法

仮説を検証するための研究開発内容は以下のとおりである。

1. D1-1：国際共同研究事業
2. D1-2：海外研修
3. D1-3：豊中オナーリーダーズ
4. D2：TOEFL 仕様の英語授業

1. D1-1：国際共同研究事業

近年は主にシンガポールカトリック高校（CHS）との交流を行っている。

(1) 課題研究での交流

詳細は「本章 (I) 1.(2)A1-2：SS 課題研究の②d シンガポールカトリック高校との交流会（6 月 4 日実施）」の項に記した。

(2) CHS 生との交流授業

CHS 生を 5 月下旬から 6 月上旬に一日受け入れて、交流授業を行っている。今年度に行われた交流授業のうち、二つを紹介する。なお、これまでに開発した教材の一部は web ページ上にアップロードされている。

① 物理基礎（1 年）

毎年 6 月には CHS から 20 名ほどの生徒が本校を訪れてくる。グローバル社会を体験のできるこの機会を逃す手はないと考え、毎年「3 力のつりあい」の実験をこのタイミングに重ね、英語で作ったプリント（図 36）を用いて、本校生徒とシンガポールの生徒を同じ班員にして実験をさせている。教員自身は英語を使わなくとも、そのプリント 1 枚を生徒に配り、簡単にやり方を日本語で説明した後、「では、やってみましょう。細かなやり方は君たちがシンガポールの生徒に教えてあげるように」とのひとこと

で、英語の実験プリントを一緒に見ながら試行錯誤で実験メニューをこなしていくのが恒例になっている。実はシンガポールの生徒達は年齢的には本校 1 年生よりも低いのだが、実験の中でむしろ彼らから知識を披露してもらう場面も見られたので、生徒達も驚いていた。

② 物理基礎（2 年）

6 月にシンガポールから国際交流で来校した生徒を交えて、2 年次の授業でも英文で綴ったプリント（図 37）を用いて授業を行った。本校生徒とシンガポールの生徒を同じ班にして実験をさせている。内容は①(b)に取り上げた「等速円運動の向心力」に関するもので、図示の通り、糸の両端に運動体・おもりを取りつけたものを、グリップを用いて等速円運動をさせ周期を計測するといった単純な手順によるものだけに、シンガポールの生徒も要領よく実験メニューをこなしていた。担当教員も極力、不慣れな英語を使って授業を進めようとしたため、実験手順を今ひとつ把握できていない本校生にシンガポールの生徒がアドバイスしている場面もあり、少し滑稽な光景とも見受けられた。

Equilibrium of Three Forces					2019.6
_____/_____/_____ (Day) (Month) (Date) (Year)				Temperature: _____ °C	Humidity: _____ %
Weather: _____ (Grade) (Class) (Number)			Name: _____		
Purpose: To investigate relations among three equilibrium forces using spring balances. Tools: Three spring balances, threads with washers, blank paper, a triangle, a ruler, a protractor, Scotch tape, scissors, a calculator, and a pencil. Methods: ① Tape a sheet of blank paper on the center of the table. ② Place the spring balances horizontally and adjust the 0 point. ③ Hook the spring balances to the threads with washers and					



図 36 国際交流で実際に用いた実験プリントの一部抜粋（一年次）

inquiry activity Centripetal Force of Uniform Circular Motion				
(textbook p.60, p.96)	grade	class	No.	Name
Let's examine the relationship between Mass[m], Turning radius[r] (Angular velocity[ω]) and Centripetal force[F] of the object doing uniform circular motion. ■ Plan of experiment Attach body of movement・weights to both ends of the thread, and using resi circular path with a constant speed. Measure that period[T], and check the relationship with turning radius[r] ar $mr\omega^2 \propto \frac{mr}{T^2}$				

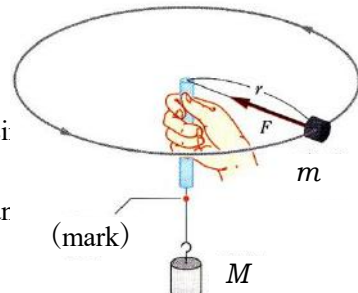


図 37 国際交流で実際に用いた実験プリントの一部抜粋（2 年次）

(3) 教員間の交流

詳細はこの後の「本章（III）2. D1-2：海外研修の⑤教育実践例の情報交換」の項に記す。

2. D1-2：海外研修

(1) 概要

平成 30 年度に引き続き、令和元年度も令和 2 年 3 月 1 日（土）～5 日（水）の日程で、シンガポールのカトリック高校を訪問し、共同研究を行う研修旅行を実施する予定である。4 泊 5 日の間に自然史博物館や植物園、湿地保護区、大学等でも実習を行い、本校から 11 名が参加を予定している。

(2) 平成 30 年度の報告

平成 30 年度は平成 31 年 3 月 2 日（土）～6 日（水）の日程でシンガポールのカトリック高校を訪問し、共同研究を行う研修旅行を新たに開発した（表 25）。4 泊 5 日の間に自然史博物館や植物園、湿地保護区等でも実習を行い、本校からは過去最多となる 1 年次 20 名が参加した。

① 事前学習（平成 30 年度）

平成 31 年 3 月上旬に実施する SSH シンガポール海外研修（以下「海外研修」）に先立ち、事前学習を実施した。事前学習は大きく 2 系統に分けて企画した。

一つ目は、日本とシンガポールの生態系（特に水界生態系）を比較するため、生態系を学習するとともに、日本の生態系の特徴について理解を深めるための実習である。平成 30 年 8 月の「岬町海岸生物観察会」、10 月の「大阪市立大学理学部附属植物園 植物観察会」、11 月の「琵琶湖博物館見学会」、12 月の「生物研修旅行」が主な企画である。これらの実習のうち、実施時期の早いものは、海外研修の募集に先立って生徒へ告知し、海外研修に参加予定の生徒だけでなく、広く一般の生徒も参加可能とした。

二つ目は、英語コミュニケーション能力を強化するための実習である。海外研修の参加生徒が確定した平成 30 年 11 月から平成 31 年 2 月まで、昼休みの時間を活用して、週 2 回の事前学習 Lunchtime English を実施した。前半は、交流校の生徒とのコミュニケーションに備えるため、話す・聞く・尋ねるの 3 つの能力を重視し、イラストカードや単語カードを用いた英会話練習によって英会話能力の向上を図った。後半は英語プレゼンテーションスキルを強化するため、「日本の文化」、「日本の教育」、「豊中高校」、「SSH の活動」、「課題研究基礎の研究発表」という 5 つのテーマでグループに分かれ、発表や質疑応答の練習を行った。

② 研修内容

表 25 平成 30 年度 豊中高校 SSH シンガポール海外研修 日程表

月日(曜)	訪問先等（発着）	現地時刻	実施内容
3/2 (土)	関西空港集合・発 チャンギ空港着	午前	
3/3 (日)	環境学習 体験型実習	午前 午後 夕方	GardenS by the bay 植物園見学・エネルギー環境の学習 ArtScience MuSeum 見学 科学とデザインの学習 River Safari 見学 熱帯の水界生態系の学習・日本との対比
3/4 (月)	カトリック高校 大学訪問 研究所訪問	午前 午後	共同研修 ドローンのプログラミング 授業体験 物理・数学・化学・英語 共同外部研修 国立植物園・自然史博物館
3/5 (火)	カトリック高校 自然史博物館・植物園	午前	カトリック高校 フィールドワーク等共同研究を予定

	<u>自然保護区</u>	午後 夕方	ホテルへ
3/6 (水)	チャンギ空港発 関西空港着	12:00 頃 20:00 頃	入国手続き後、各自解散

a 授業体験

CHS において、アジアでも最高水準とされるシンガポールの科学授業に参加した。シンガポールの高校の授業は、中国語など一部の授業を除き、すべてが英語で実施される。

物理や数学の座学では思考の過程を重視した授業で、教員との会話の中で、既習の知識を思い出しながら正解にたどりつくプロセスを求められた。生徒主体的な授業へと変化してきた日本の座学授業と比べても、さらに実践的、主体的な授業を体験することができた。

また、物理や化学の実験では 1 人が 1 つの実験台を使用して実験を進めるため、グループワークである日本の実験では曖昧な理解でも進められていた実験手順をしっかりと理解することが要求された。実験によっては個人のスマートフォンを測定機器として用いるなど、BYOD を導入することで、生徒の学習を深めるだけでなく、生徒がスマートフォンの使い方を工夫するきっかけとなっていた。

b 科学研究発表会

前述の 5 グループ（「日本の文化」、「日本の教育」、「豊中高校」、「SSH の活動」、「課題研究基礎の研究発表」と、CHS の生徒 11 名より 4 グループによる研究発表を行った。

平成 30 年度の海外研修参加者は本格的な研究活動を行っていない第 1 学年の生徒のみであったため、日本のグループの発表内容は SSS の実習や SS 理数科目における主体的な学習方法の報告が中心となった。なお、この発表会は生徒交流の性格も併せ持つため、5 グループ中 2 つのグループは「文化」と「教育」という一見、理科とは縁遠い発表となっている。ただし、特に「教育」のグループについては、日本や本校の教育活動についてシンガポールの高校生に紹介を行うだけでなく、「SSH の活動」グループが報告した「豊高オーナーリーダーズ」の活動と併せて、高校生自身が教育の意義について話し合う下地となった。

③ 事後学習

次の年度の 5 月に、研修中の記録をもとに各自で発表内容をまとめ、研修に参加しなかった生徒に対して報告を行った。

④ 備考

4～6 月に、生物研究部を中心に、海岸生物調査・観察会を実施している。この観察会は生物研究部以外の一般の生徒にも公知しており、海外研修の事前学習としても企画しており、生物研究部員の海外研修参加率が高い一因にもなっていると考えられる。一方で、一般の生徒については、この時期から海外研修への参加を考えている生徒は少数であるため、事前学習としてよい時期とはいえないのが現状であった（海岸生物の多様性は春から初夏にかけて大きく変化するため、実習時期が 4～6 月となる）。今後は事後学習としての活用を模索していきたい。

⑤ 教育実践例の情報交換

生徒が授業体験を行う間、本校の引率教員と CHS の理科教員で、両国の科学教育の制度や実践例について情報交換を行った。

平成 30 年度は理科教員 2 名で引率したこともあり、主に実験授業の目標設定や進め方について意見交換を行った。前述のとおり、シンガポールでは原則、実験は 1 人の生徒が 1 つの実験台を使用し、生

徒の実験の進行は自身がすべての責任を負っている。教員は最初に実験の目標と注意点を説明し、以降、全体を見回して、安全の管理と手順がわからない生徒への助言を行っている。設定目標は「鉄と錫の合金を作る」など、比較的易しいものであるが、生徒自身が実験書を読み、各自の判断で実験を進めるため、失敗や試行錯誤の余地がある。事細かに手順を説明して、実験が成功するように設計する日本の実験授業とは対照的である。

また、前述のように授業の実験において個人のスマートフォンを測定機器として用いることもあり、BYOD の導入が進んでいる。本校でも課題研究の授業でのみ、生徒個人のスマートフォンを活用しているが、インターネットを利用した“調べもの”ツールとしての側面が強い。学校として校内での所持を禁じている場合も多く、専らインターネットや SNS、ゲームなどに使うツールであると見做され、教育現場で生徒が使用することが忌避されている節がある。例えば音や色調などの調査ツールとして、画像や音声の記録ツールとしてなど、より実用的な使い方を提示して BYOD を進めることは、これからの科学教育において重要な転換点になると考える。

(3) 平成 31 年（令和元年）度の計画

① 課題と改善の計画

平成 28 年度には「水域生態系の比較調査」、「持続可能な開発デザインの現地調査」のために、国内外のエクスカージョンを一連の研修プログラムとして集積し、参加生徒の積極性を引き出すことに成功した。平成 29 年度にはエクスカージョンだけでなく校内の授業、とりわけ本校の課題研究との接続を改善し、CHS でのハイレベルな授業とリンクさせた。これにより、本校生の研究に向かう意欲をのばし、以後の研究活動を深化させることができた。一方で、昨年度より参加者にトラベラーズノートを書かせているが、「楽しかった」といった単純な感想めいたことがメインとなっており、科学的な研修記録としての性格が薄かった。今年度はワークシートなどを用いた研修記録の充実と研修中の参加者の協議時間の確保によって、研修の効果の向上を図る。

② 平成 31 年（令和元年）度の事前学習

令和 2 年 3 月に予定されている SSH シンガポール海外研修に備え、令和元年 11 月より、昼休みの時間を活用し、週 2 回の事前学習 Lunchtime English を行った。イラストカードを用いた英語での日本文化の紹介や、複数の単語カードを組み合わせた即興での英会話練習などを行い、英語力向上に努めた。また、現地生徒との円滑なコミュニケーションを図るための話題づくりにも取り組んだ。さらに、シンガポールカトリック高校で行う発表に向けて、日本文化、豊中高校、SSH の活動、課題研究の研究内容の 4 チームに分かれて準備を進めた。本年度の研修参加者は 2 年生 5 名、1 年生 6 名であり、初めて 2 年生が参加したことを生かし、各チーム 2 年生を中心として発表内容を検討し、プレゼンテーションの技術を磨いた。

さらに、シンガポール研修で訪問する施設に対応して、校内および校外での事前研修を行った。水族園（Botanic Garden River Safari）での学習に向け、11 月に滋賀県立琵琶湖博物館でプランクトンの観察実習を実施し、博物館（LKC Natural History Museum）での学習に向けて伊丹市昆虫館の見学会を行った。さらに、湿地保護区（Sungei Buloh Wetland Reserve）での動植物の観察に向け、校内で植生観察実習を行った他、昆陽池公園での野鳥観察会や京都大学フィールド科学教育研究センター瀬戸臨海実験所での生物研修旅行を実施した。

3. D1-3：国際科学コンテストなど

本年度は隔年で行われる SISC（Singapore International Science Challenge）が開催されない年でもあり、海外で開催されるイベントには出場しなかった。一方で、国内で行われるつくば Science Edge に 1 名参加する予定になっている。

4. D2 : TOEFL 仕様の英語授業

(1) 概要

本校では、大阪府の骨太の英語力養成事業の一環で、平成 27 年度より TOEFL 仕様の英語授業を実施してきたが、当初の予定通り平成 29 年度入学生の 3 年次をもって TOEFL に特化した授業形態は終了をむかえた。平成 30 年度入学生からは、文理学科が拡充され、学年全体で実践的な英語力を養うよう TOEFL に特化しない形での 4 技能統合型授業が再構築されている。具体的には 1 年次でのスピーキングテストの回数を増やし、又 2 年次でも複数回のスピーキングテストを行うなどして、アウトプット練習の強化を図っている。

1 年次総合英語では多様なスピーキング活動（自己紹介、グラフ説明、オピニオン、プレゼンテーション、ミニディベートなど）を実施、2 年次英語表現においても、4 技能型検定試験の準備を視野に入れたスピーキング練習（Q&A、オピニオンなど）を行っている。1 年次・2 年次とも、スピーキング課題は、課題研究発表、海外研修、国際コンテスト参加、留学生交流会などで必要となるスピーキングスキルを培うことを目的としており、アカデミック英語を使用する場を想定した練習要素を多く取り入れている。

(2) 4 技能型試験の結果

TOEFL コース生の 3 年間の 4 技能の伸びは、1 年次 1 月、2 年次 1 月、3 年次 7 月に校内で実施された GTEC の結果を比較することで検証した（注 1）。ただし、指導開始前（入学時）でのスコア測定はなされておらず、又統計による検定は行っていない。

平成 29 年度入学 TOEFL コース生の 4 技能合計点（リーディング 320 点、リスニング 320 点、ライティング 170 点、スピーキング 170 点）の平均は、1 年次 687.8 点、2 年次 749.5 点、3 年次 763.8 点で、学年が進むにつれ順当に上昇してきた。このスコアは、平成 28 年度入学 TOEFL コース生の 4 技能合計点の平均（1 年次 656.1 点、2 年次 706.4 点、3 年次 717.0 点）、および平成 27 年度入学 TOEFL コース生の 4 技能合計点の平均（1 年次 643.5 点、2 年次 689.4 点、3 年次 717.2 点）を上回っており、TOEFL に特化した授業形態が実施された 3 年間で明らかに年々上昇している。

また、TOEFL コース生のみならず、平成 29 年度入学生全体の 3 年次 4 技能合計点の平均（704.5 点）を見ても、平成 28 年度入学生全体の 3 年次 4 技能合計点の平均（674.5 点）、および平成 27 年度入学生全体の 3 年次 4 技能合計点の平均（654.6 点）を上回っている。平成 29 年度入学生に関しては、普通科を含め 3 年次に GTEC を受験した全員が、4 技能合計の「CFER-J A2」レベルをクリアしており、国際性育成プログラムの一環として行われてきた 4 技能の成長をめざした英語指導は、学年全体に渡り上昇傾向があり、成果が見え始めているといえる。

注 1 GTEC (for Students)は、元々「3 技能（リーディング 320 点、リスニング 320 点、ライティング 170 点）＋スピーキング 170 点」のテストであったものが、今年度より「4 技能（リーディング 320 点、リスニング 320 点、ライティング 320 点、スピーキング 320 点）」のテストへと変更された。それに伴い、リスニング・ライティング・スピーキングの各セクションで、テスト時間と問題形式に変更が加えられている。特にライティング・スピーキングに関しては、問題形式が増えたため、今年度実施されたテストは従来のものより若干複雑になっていた可能性がある。しかし、平成 29 年度入学生の 1 年次・2 年次との比較、及び平成 28 年度入学生・平成 27 年度入学生との比較を行うにあたり、これらの変更点は考慮の範囲外にあるものと見なし、昨年度までと同じ手順に準じて分析を行った。また 3 年次のライティング・スピーキングに関しては、今回報告された 320 点満点のスコアを従来通りの 170 点満点に換算した上で比較を行っているため、ここで使用した GTEC 各スキルの配点は従来通りのものと変わりなく、リーディング 320 点、リスニング 320 点、ライティング 170 点＋スピーキング 170 点で 4 技能の合計点は 980 点となっている。

第 4 章 実施の効果とその評価

（1） 実施の効果とその評価

平成 31 年（令和元年）度に取り組んだ事業の効果と評価を以下に列挙する。評価は、企画立案・準備・運営面、授業実施内容と担当教員の自己評価、生徒アンケート、生徒への効果等を総合的に判断して行った。A（非常に優れた取組）、B（さらなる発展が見込める）、C（見直しの余地あり）に加え、特に当初の計画を上回る発展性と継続的展望が見られたものについては S とし、4 段階で評価した。

A1-1～1-2：SS 課題研究基礎

評価 S

今年度も 9 講座すべてで生徒一教員比が 40：1 にのぼる中で、昨年のカリキュラムをさらにブラッシュアップした。心のループリックでの評価の平均は昨年の 1 年の生徒の平均よりも高かった。また、彼らのアンケートへの回答から、探究指導の新しい展望が垣間見えている。

A1-3～1-6：SS 課題研究 I～III

評価 S

2 年次の SS 課題研究 I は昨年の 80 名規模から 200 名規模になり、新たな指導方法の研究開発を行った。カンファレンスを中心とした指導へと切り替えたところ、生徒のパフォーマンスが改善され、その上で生徒と教員の視座のずれが確認でき、授業の改善方略も明確になった。また、心のループリックでの得点の平均が積極性、協調性、忍耐力のいずれにおいても 4 を超えた。

第 3 学年の SS 課題研究 II では、アカデミック・ライティングの授業を設計し取り組んだ。また、チェックシートを用いた相互評価についても研究開発を開始した。

これらのように課題研究を学校全体のカリキュラムの中にうまく位置付け、課題研究以外の教育カリキュラムとの相乗効果を生み出す取組が始まっている。

A3-1：スーパーサイエンスセミナージュニア（SSSJ）

評価 A

中学 3 年生 61 人を対象に二日間の夏期集中講座として実施。「仮説、実験、検証、発表の一連の流れ」、「再現性の高い記録」、「チームでの研究討議」の実習を通し、科学に対する関心と科学的な議論を行う能力を高めることができたと考えた。

A3：スーパーサイエンスセミナー（SSS）

評価 A

平成 31 年（令和元年）度は校内の SSH 以外の事業との時間の重複などを整理し、必修 6 講座、選択 6 講座の夏期集中講座として実施した。整理によって過去最高となる 116 名の応募があった。どの講座も生徒にとって有意義であり、そのうちのべ 40 名は学校説明会や「我ら、SS ひろめ隊」の講師として、十分な活躍を見せた。しかしながら、今後、OBOG となった際に本校に関わり続けられるかという点で抜本的な解決策は見いだせていない。

A3-5：豊中オナーリーダーズ

評価 A

平成 31 年（令和元年）度は SSS で講座を担当した。また、我ら、SS ひろめ隊では OBOG の知人が参加するなど、メンバーに広がり兆しが生まれた。実施後の感想やアンケート結果からは TA の対話力等の上昇が示されているうえに、SNS を利用したコミュニケーションも活発になってきた。

B1-1, B1-2, B1-5：物理研修，化学研修，情報研修

評価 N/A

未実施のため本取組の評価は No Avarable（N/A）とした。

B1-3：生物研修

評価 A

海洋生物や生態系、環境の多様性を学び、観察・採集・同定等の専門的スキルを高めることを目的に、例年通り京都大学瀬戸臨海実験所を訪問した。シンガポール海外研修の事前学習としても機能している。参加者は 13 名であった。実物を用いた生物実験の機会が減少する中で、実際の生物や生態系に触れる貴重な機会であり、生徒の感想からも、実体験に基づいて理解が深まったことがわかる。総合的には効果の高い取組であり、令和 2 年度以降も継続予定である。

B1-4：地学研修

評価 A

平成 31 年（令和元年）度の参加生徒は 5 名であった。北淡震災記念公園での講義、芸西天文学習館での自作望遠鏡の製作、高知大学海洋コア総合研究センターでの講義と実習、佐川地質館での化石採掘実習、室戸ジオパークでの巡検等、内容の非常に充実した研修であった。事後学習として参加者で分担して一つのレポートを作成させた。また、室戸ジオパークではフィールドワークのメモをもとに、各班で選んだ室戸の特産品とプレート運動を結びつけたプレゼンテーションを行うなど複合的に活動を行った。

B1-6：ラボ実習

評価 B

平成 31 年（令和元年）度は京都大学や琵琶湖博物館での見学や実習を行い、上記の各種研修と合わせて延べ 60 名（昨年度 71 名）が参加した。一方で、近年、意欲や関心を高めるための単発でのラボ実習は概ね充実しているが、発展的な課題研究につながるようなラボ実習は限定的な実施に留まっており、今年度は改善が進んでいない。

B2-1：サイエンスキッズ

評価 A

電気物理研究部と生物研究部を中心に有志生徒も募集して、地域の小学生を対象とした科学実験教室を 6 回実施した。また、SSS および豊中オナーリーダーズ、T A 養成講座の一環としても実施している、本校に小学生を招いて実施する科学実験フェスティバル「我ら、SS ひろめ隊」では、SSS 受講者を含む有志生徒および生物研究部と物理研究部で 9 ブース、卒業生で 2 ブース出展した。生徒自らがブースを企画・運営し、卒業生がファシリテーターとして関わることで在校生、卒業生とも総合的な力が高まった。参加小学生が 40 名程度で、一昨年までの 70 名規模に回復しなかったが、開催日に豊中市主催の実験教室がバッティングしたことが遠因と考えられる。

B2-2：サイエンスジュニア

評価 B

豊高ジュニア講座（中 2 対象）と中学生体験授業（中 3 対象）という形で合計 2 回実施した。その中で本校生徒が TA として参加し、参加者である中学生に対して直接指導することを経験した。その結果、生徒のプレゼンテーション能力とコミュニケーション能力において向上が見られた。

B3：講演会

評価 B

SSS の枠内で計 2 回の科学講演会を、また学年行事として大阪大学にて第 1 学年を対象に講演会を実施した。実施後の感想を分析すると生徒の満足度が高かったことが示唆された。平成 31 年（令和元年）度の実施回数は例年並みであった。

C1：生物研究部

評価 A

生徒の興味・関心に基づいた新しい研究テーマを開拓した。SSH 生徒研究発表会、大阪府生徒生物研究発表会で発表を行った。また、滋賀県立琵琶湖博物館と連携して「琵琶湖のプランクトン調査実習」を実施しており、平成 30 年度は 22 名の生徒が参加した。サイエンスキッズ（B2-1）では中心的な役割を果たしているほか、本校で企画する各種実習や講演会などに積極的に参加する生徒が多い。また、部員ではない友人を誘うことで生徒が実習に参加する機会を増やし、我ら SS ひろめ隊、

サイエンスジュニアなどでは中心的な働きを見せた。

C2：電気物理研究部

評価 B

校外で行う科学実験教室を精力的に継続しており、本校 SSH 事業の地域への普及活動について大きく貢献している。校外での研究発表は京都大学サイエンスフェスティバル大阪府予選、日本物理学会ジュニアセッション（3 月開催は見送り）にとどまった。

D1-1：国際共同研究事業

評価 A

平成 27 年度からの海外研修先であるシンガポール・カトリック高校と連携し、共同研究および国際科学シンポジウムの開催を実施している。内容としては、課題研究を中心とした研究交流や、合同授業におけるグループワーク等を行った。なお、実施内容は例年通りで固定化されているが、事前学習を中心に改善を重ねている。また、本校におけるカトリック高校との国際研究交流の実施に当たっては、本校生徒が国際交流委員として、カトリック高校生の受入準備や当日の案内を担当した。また、1 月には大阪大学の留学生との交流を実施し、第 1 学年の全生徒が参加した。生徒自身が普段取り組む研究発表の他、留学生の研究や出身国の文化について紹介いただき、生徒達は大きな刺激を受けていた。

D1-2：海外研修

評価 N/A

平成 31 年（令和元年）度は 11 名の応募があり、5 名が 2 年生であった。その中には SSS の取組に参加している生徒も多い上に、本校で実施する他の海外研修に参加した生徒も含まれる。事前研修には生態系のフィールドワークを多く取り入れており、シンガポールでカトリック高校の生徒とともに、現地での生態系調査・共同研究と対にして企画している課題研究との接続がうまくいっており、課題研究の研究内容で現地で発表会を行う予定であった。また、事後指導として、参加者が他の生徒に対して研修を報告する取組も行う予定であった。しかし、新型コロナウイルスの感染拡大防止のために、今年度は中止した。

D1-3：国際科学コンテスト

評価 B

つくば Science Edge に一名参加するのみにとどまった。

D2：TOEFL 仕様の英語授業

評価 S

英語で研究発表やディスカッションを行う能力を高めることを目標に、文理学科の第 3 学年の生徒のうち各学年約 80 名を対象として、またその下の学年からは、その知見を活かして全員に対して、英語の 4 技能の発展的な指導を行っている。GTEC の結果については、平成 29 年度入学生を例にとると、1 年次 687.8 点、2 年次 749.5 点、3 年次 763.8 点と着実に上昇している。また、指導法も洗練されており、3 年次の得点を比べると、平成 29 年 717.2 点、平成 30 年 717.0 点、平成 31 年（令和元年）763.8 点と伸びている。

E1：広報手法

評価 A

これまでに開発した教材の一部を本校 Web ページ上にアップロードした。今後も随時アップロードを続ける。また、ブログは生徒の研究活動を定期的に掲載するようになり、生徒の生の声や研究の様子を掲載する方針が立った。今後ともコンテンツの改善と量の確保を努力する。

その他：外部研究機関主催の実習・研修

評価 B

令和元年度第 12 回大阪サイエンスデイ大阪府生徒研究発表会で銀賞受賞、第 9 回高校生天文活動発表会で 1 名発表、第 21 回日本天文学会ジュニアセッションで 3 人が発表、つくば Science Edge 2020

に 1 名参加。

（2）生徒への効果

① 学校全体における理系選択者数の推移

平成 31 年（令和元年）度入学生（74 期生）については、現時点での来年度の選択希望者数を示す。過去 2 年間、理系選択者数の割合が 50%前後に低迷していたが、平成 31 年度入学生については 58%に回復した。この傾向は文理学科生徒だけで比較した場合もほぼ同様である。そのような状況の中で、SSH で培ってきた理数系課題研究の教育環境が、より期待されているからではないかと推測する。

表 26 入学生徒のうち理系選択者の割合

	指定前		SSH 指定後（第 1 期）					SSH 指定後（第 2 期）				
入学年度	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31
生徒総数	323	318	360	360	360	360	362	360	401	359	361	357
うち理系選択者数	131	151	194	197	206	210	215	222	204	176	211	215
理系選択者の割合	41%	47%	54%	55%	57%	58%	59%	62%	50%	49%	58%	60%

② SSS 受講者の理系選択者数の推移

平成 31 年（令和元年）度は応募者数が 116 名で、受講者は上限の 80 名となった。SSS を集中講座として以来、初めて 2 年生の参加が見られた。

表 27 SSS 受講者数における理系選択者数の割合（第 1 学年のみ）

入学年度	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31
受講者総数	41	58	40	28	24	41	31	74	71
うち理系選択者数	30	49	36	25	17	34	26	65	65
理系選択者の割合	73%	84%	90%	89%	71%	83%	84%	88%	85%

③ 四年制理系大学合格者および進学者の推移

平成 31 年 4 月時点での四年制理系大学の合格者数および国公立大学理系進学者数は以下の通りである。SSH 指定後、四年制理系大学合格者の総合格者数および現役合格者数はともに 9 年続けての増加となった。

表 28 四年制理系大学合格者数

	指定前	指定後								
入試	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31
現役	99	97	174	184	169	214	235	240	269	310
浪人	151	131	136	138	191	205	185	184	208	238
計	250	228	310	322	360	419	420	424	477	548

表 29 卒業期別国公立大学理系現役進学者数

	指定前	指定後								
卒業期	62 期	63 期	64 期	65 期	66 期	67 期	68 期	69 期	70 期	71 期
国公立大理系現役進学者数	21	28	52	62	65	70	63	58	72	78

第 5 章 中間評価において指摘を受けた事項の改善・対応状況

SSH中間評価（平成29年度）での指摘と、それを踏まえた平成30年度・平成31年（令和元年）度における改善策を下記に示す。

- 英語に関する取組や国際性を伸ばす取組については、SGHが取組の主体となるのではないか。また、即興型英語ディベートは今後どのように展開していくのか。
 - 平成30年度より枠組みを変更し第1学年で即興型ディベートセミナーを受講した生徒が第2学年でSSSを受講できるようにした。SGH指定終了後も、この取組は継続して実施する。
- 高校と大学が公式に繋がっているわけではないのか。卒業生を活用するオナーリーダーズについては、単位認定等をしてもらえないのか。
 - オナーリーダーズの活動は個々のボランティア活動であるため、現状では難しい。一方、大阪大学や大阪教育大学大学院の教職課程の実習を受け入れており、実習は大学（大学院）での単位認定の要件となっている。大阪大学の学生は平成30年度3人、平成31年（令和元年）度11人と増加しており、今後は本校卒業生のみならず、門戸を広げて取り組んでいきたいと考える。
- 教員アンケートの肯定的な回答が多い。課題研究をはじめ、SSHの取組に関わった教員のみを対象にアンケートを取れば数値が高くなることは当然である。他の教員に対してアンケートは実施しないのか。
 - 教員向けのアンケートは全教職員を対象に行われるよう改善した。そこで、「SSH事業の展開は、生徒の意欲向上に寄与している。」という項目で9割近くの教員が「そう思う」「ややそう思う」と肯定的に回答している。
- 運営指導委員からの指導助言が、研究発表会についてのみの指導助言に留まっている、SSHの取組全般についての指導助言をしてもらえるよう、実施形態を考えてもらいたい。
 - 研究発表への指導助言自体は、生徒にとっても指導した教員にとっても大変有意義なものなので、研究発表会と同日に運営指導委員会を開催するという形は今年度も維持した。ただし、指導助言が研究発表会の内容のみに留まらないよう、「課題研究発表会について」と「豊中高校のSSHの取組全般について」という項目立てをきちんと行った上で、運営指導委員会を開催した。
- 電気物理研究部と生物研究部を、サイエンスクラブのような取組にできないか。
 - 部員間の交流が深まり、互いに分け隔てなく活動するべきだという機運が高まり、令和2年度から統合する予定である。
- ルーブリックについては今後、更なる改善と活用が望まれる。
 - 平成30年度に心のルーブリック ver.1-3 の調査範囲を課題研究を実施していない普通科理系に調査範囲を広げるなどして調査を試みた。また、平成31年（令和元年）度には作成した心のルーブリック ver.1-3(英語版)を用いて、CHSの教員とディスカッションを行った。

第 6 章 校内における SSH の組織的推進体制

本校では校長のリーダーシップのもと、GLHS 事業や SGH 事業、課題研究、国際交流事業等とも密接に関連させることで、複数の教科の教員が連携しながら、組織的に SSH 事業を企画・運営し、生徒の指導にあたっている。以下では具体的な体制について述べる。

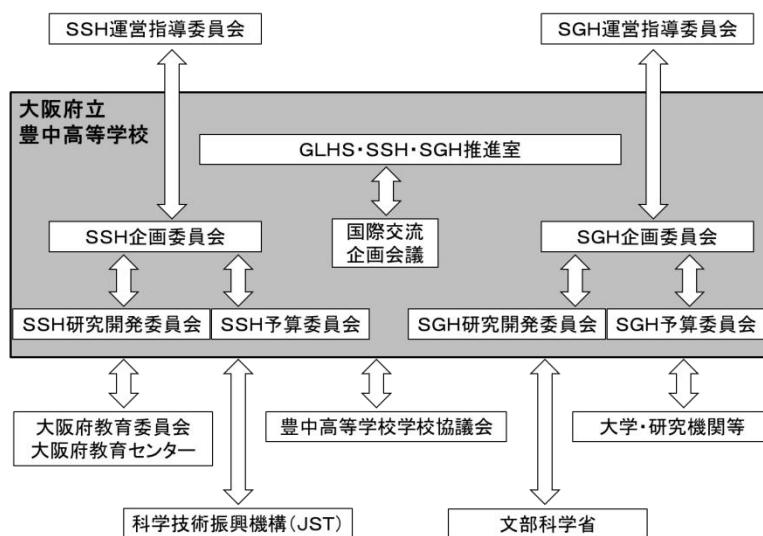


図 38

(1) 研究組織

- a SSH 運営指導委員会（大阪府教育センター・大学関係者等）
 - ・ SSH 研究開発事業に対して、専門的な見地から指導・助言・評価を行う。
- b SSH 企画委員会（校長・教頭・首席・SSH 研究開発委員長・SSH 予算委員長・教務主任・進路指導主事）
 - ・ SSH 事業に関わって、学校運営に関係する全般的・総合的な内容を担当する。
- c SSH 研究開発委員会（理科教員・数学科主任・英語科主任・その他必要な教員）
 - ・ SSH 研究開発の企画・推進・調整等を行い必要に応じて校務分掌の各係、委員会や学年会等と連携する。
 - ・ SSH 教育課程について、SSH 実施の評価・分析、SSH 研究開発の報告等を担当する。
 - ・ SSH の諸事業の綿密な計画と実施を担当する。
 - ・ 新設した学校設定科目の教材開発や計画の立案、大学や企業等連携、諸機関との打ち合わせ、予算に関する調整、生徒への説明・連絡、校内発表・校外発表の企画等を担当する。
- d GLHS, SSH・SGH 推進室（校長、教頭、首席、課題研究主任、SSH 研究開発委員長・副委員長、教務主任、進路指導主事、国際交流委員長・副委員長、各学年主任）
 - ・ 大阪府の GLHS 事業の企画と、SSH 事業、SGH 事業、国際交流事業（TOEFL 仕様の英語授業含む）との連携、および各分掌等との調整を担当する。
- e 国際交流委員会（教頭、校長指名委員）
 - ・ 学校訪問やホームステイ等の交流内容の企画・立案・調整を行う。
- f SGH 運営指導委員会（大阪府教育庁・大阪府教育センター・大学関係者等）
 - ・ SGH 研究開発事業に対して、専門的な見地から指導・助言・評価を行う。
- g SGH 企画委員会（校長・教頭・首席・SGH 研究開発委員長・SGH 予算委員長・教務主任・進路指導主事）
 - ・ SGH 事業に関わって、学校運営に関係する全般的・総合的な内容を担当する。

h SGH 研究開発委員会（地歴公民科教員・英語科教員・その他必要な教員）

- ・SGH 研究開発の企画・推進・調整等を行い必要に応じて校務分掌の各係、委員会や学年会等と連携する。
- ・SGH 教育課程について、SGH 実施の評価・分析、SGH 研究開発の報告等を担当する。
- ・SGH の諸事業の綿密な計画と実施を担当する。
- ・新設した学校設定科目の教材開発や計画の立案、大学や企業等連携、諸機関との打ち合わせ、予算に関する調整、生徒への説明・連絡、校内発表・校外発表の企画等を担当する。

(2) 経理組織

○ SSH 予算委員会（校長・教頭・事務長・主査・SSH 研究開発委員長）

- ・SSH 研究開発事業に対する備品・消耗品、講師謝礼金、その他の経費について、企画・調整を行い、計画的な運用を実施する。
- ・事業経費総括案の作成、物品購入時の入札資料作成、事業経費報告書等の作成等も担当する。

(3) 役割分担

1) 総務

- ① 科学技術振興機構や運営指導委員会との連絡・調整 ② 各役割・各教科との連絡・調整
- ③ 予算・決算 ④ 報告書 ⑤ 教育課程 ⑥ SSH 図書 ⑦ サイエンスセミナー主担

2) 課題研究係

- ① SS 課題研究基礎のカリキュラムの開発・他教科との調整
- ② SS 課題研究のカリキュラムの開発・他教科との調整、指導、課題研究発表会の企画・運営

3) 高大連携・地域連携係

- ① 基礎セミナー（大阪大学）等高大連携の窓口 ② ラボ実習の企画・運営

4) 講演会係

- ① 自然科学講演会 ② サイエンスセミナーで外部講師を招いた講義・講演会

5) 研修旅行係

- ① 研修旅行の統括（原則、各教科で企画・運営する）

6) 国際係

- ① SS 課題研究基礎やサイエンスセミナーにおける国際交流／異文化理解WS等の企画・運営
- ② 英語でのプレゼンテーションの指導 ③ 海外研修の検討

7) 科学教室係

- ① サイエンスキッズ ② サイエンスジュニア ③ 各種科学コンテストへの指導

8) 広報係

- ① SSH 通信 ② 公開授業 ③ ホームページ ④ アンケート

9) SSH 指定校交流係

- ① 全国 SSH 生徒研究発表会 ② 大阪サイエンスデイ（10 月）の連絡・調整

10) SSH 事務

(4) 組織的な取組のための主な実践例

○ 定例の職員会議での報告

毎回の職員会議にて SSH 事業の予定や企画の報告、情報交換会で得た情報の共有を行った。

○ SGH 事業との密な連携

課題研究発表会を共同開催として同一日程（令和 2 年 2 月 5 日）で実施したりすることにより、SSH 事業と SGH 事業及びそこに関わる教員の連携を深めた。

第 7 章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及

（1）実施上の課題と今後の取組

（Ⅰ）から（Ⅲ）の小課題ごとに実施上の課題と今後の取組について列挙する。

（Ⅰ）中高大 5 年間の一貫した科学人材育成プログラムと、地域に根ざした持続可能な連携事業の研究開発

1. 中学生対象の SSSJ は平成 31 年度も夏期休業中に実施する。夏期休業中に行うということで、自由研究の支援等、中学生に対して行える支援内容の拡充を図っていく。
2. 第 1 学年 SS 課題研究基礎は今年度の課題を踏まえて、問いづくりを中心とした研究作法の授業開発を継続する。
3. 第 2 学年 SS 課題研究Ⅰでは生徒に求める資質、能力を再確認しながら、教員の指導力向上を図る。
4. 第 3 学年必修科目 SS 課題研究Ⅱでは、アカデミック・ライティングの授業を深化させる。選択科目 SS 課題研究Ⅲでは、国内外の学会や発表会で発表する機会等を増やし、高い水準の研究活動を推進する。
5. SS 理数科目では研究者に必要な資質・能力の面で SS 課題研究との接続をめざす。
6. 豊中オナーリーダーズに対する TA 養成プログラムの内容を充実させる。卒業生に広く呼び掛けて、本校の TA 養成プログラムの拡充をめざす。
7. 各種研修やラボ実習の内容を SS 理数科目の学習内容や SS 課題研究で必要な能力・資質と、学習理解や研究の深化を図る。
8. GLHS 事業及び WWL 事業とも連携し、英語力の向上を柱としてグローバルなマネジメント力を有する科学的な人材を育成するための教材を開発する。
9. 開発した教材をホームページに掲載するなどして、広く普及する。

（Ⅱ）「心」を育てる科学コミュニケーション学習と「心」を測る評価法により、探究活動のさらなる深化をめざす教育システムの研究開発

1. 平成 31 年（令和元年）度の評価・分析をもとに「心を行動に反映させる適切な場があれば、行動を起こし、行動に対する評価を通して、心が成長する」との立場から調査を継続する。
2. 研究活動を通じて身につけさせるべき「研究者に必要な素養」について、被評価者である生徒、評定者である教員、以後のキャリアである大学生、研究者といった様々な立場の意見を比較検討しながら、ループリックの改良に着手する。
3. 心のループリックを用い、評価・分析を生徒にフィードバックすることで生徒の心の成長を促すよう努める。また、「自己肯定感」についても、身につけさせるべき研究者の素養に組み込む、あるいは心のループリックによる評価・分析による測定を試みる。

（Ⅲ）4 技能統合型・課題解決型学習に基づく国際性育成プログラムの研究開発および科学教育における評価基準の国際的な共同研究開発

1. TOEFL 仕様の英語授業によって 3 年間で GTEC テストの平均点の伸長が見られたことにより、本校生の実践的な英語力は今後も順調に向上していくものと考えられる。平成 31 年度も、引き続き英語で発表する機会を増やし、国内にいながらにして英語運用力を育成していく。一方、海外研修や国際コンテストへの参加をこれまで以上に促し、国際的な発表等、英語を運用する機会をより増やしていく。
2. SS 課題研究基礎での交流会をはじめ、海外の研究者や留学生と交流できる機会を増やし、海外に対する生徒の心理的な壁を取り払うことで、生徒のグローバルマインドセットを高める。
3. 海外研修や「国際科学シンポジウム」の場において、本校の教員が海外の教員に対して本校で開発

した教材を紹介するとともに、海外での取組例を学ぶ。国際的に活躍する科学的人材に必要な素養についての意見交換と評価法の作成を試みる。

4. SGH 事業の一環として実施している生徒向けの「即興型英語ディベート講座 豊高グローバルスタディーズ」と連携し、取り扱うテーマに科学的な内容を組み込む等、生徒の科学的英語力の向上を図る。
5. リーダーシップやフォロワーシップといった日本の高校生にはなじみの薄い部分についても海外では積極的な教育がなされていることから、チームとしての成果を高められるような指導を行う必要がある。

（2）今後の研究開発の方向・成果の普及

① 指標とする生徒の発表機会の拡充

平成 31 年（令和元年）度には、課題研究の成果を生徒が発表する場として下記のような機会を目標として生徒に日々の活動をさせてきた。

校内 中間発表会、豊高プレゼンテーション（年度末発表会）

国内 SSH 生徒研究発表会、大阪府生徒研究発表会、日本物理学会 Jr.セッション

海外 SISC（Singapore International Science Challenge）

このような目標とする発表の機会を積極的に増やしていくことこそが成果の普及につながると考える。各種学会、コンテスト、発表会等で参加する意義のあるものを新たに検討し、研究活動成果発表の指標としていきたい。

② 小学校、中学校、大学との連携強化

これまで行ってきた小学校での実験出前授業（サイエンスキッズ）、小学生を本校に招待して行った「我ら、SS ひろめ隊」、中学 2 年生向けの豊高ジュニア講座、中学 3 年生向けのサイエンスジュニア、スーパーサイエンスセミナージュニア（SSSJ）等を拡充し、地域の小中学校と密接な連携を図っていくことが、成果の普及につながると考える。

さらに大学生向けの豊中オーナーリーダーズプログラムを拡充し、大学生・大学院生 TA と協同するとともに、本校卒業生の大学教員と連携を図り、大学にとっても本校にとっても資する活動を形成していきたい。

③ 海外へ向けた発信、連携の強化

シンガポールカトリック高校と更なる連携の強化を図り、研究開発においても共同できる場を形成していく。また、SSH 主催以外の本校の様々な海外連携活動に、科学的要素を加味した活動を加え、海外への発信の一端とする。

実際に海外に行かなくとも、遠隔会議システムや情報機器ネットワークを活用し、海外の取組に参加したり、海外へ発信したりすることによって成果を普及していきたい。

関連資料 1 教育課程表

(別紙様式1-①)

学校番号

3020

平成31年度 大阪府立豊中高等学校
全日制の課程 文理学科 教育課程実施計画

(入学年度別、類型別、教科・科目等単位数)

教科	入学年度	平成31年度								備考	
	類型	文科(人文社会国際系)				理科(理数探求系)					
	学年	(Ⅰ)	Ⅱ	Ⅲ	計	(Ⅰ)	Ⅱ	Ⅲ	計		
	科目 学級数	9									
国語	国語総合	5				5					
	現代文B		2	2			2	2			
	古典B		3	2			3	2			
	(学)国語演習			3	17				14		
地歴	世界史A						2				
	世界史B		3					・4			
	日本史A		#3								
	日本史B				6			・4			
	地理 A				8		2				
	地理 B		#3					・4			
	(学)実践世界史			■2							
	(学)実践日本史			■2							
公民	(学)実践地理			■2							
	現代社会	2				2			2		
	倫理				2			・2	6		
数学	政治・経済							・2			
	数学Ⅰ				3					「理数数学Ⅰ」により3単位代替。	
	(学)数学演習			3	5				2		
理科	(学)実践数学			■2				2			
	物理基礎									「(学)SS理数物理Ⅰ」により2単位代替。	
	化学基礎									「(学)SS理数化学Ⅰ」により2単位代替。	
	生物基礎									「(学)SS理数生物Ⅰ」により2単位代替。	
	地学基礎		3		7						
	(学)化学基礎演習			※2							
	(学)生物基礎演習			※2							
保体	(学)地学基礎演習			※2							
	体育	2	3	2	9	2	3	2			
	保健	1	1			1	1		9		
芸術	(学)実践体育			■2	11						
	音Ⅰ美Ⅰ書Ⅰ	2			3	2			2		
外国語	音Ⅱ美Ⅱ書Ⅱ		1								
	コミュニケーション英語Ⅰ									「総合英語Ⅰ」により3単位代替。	
家庭	家庭基礎	2			2	2			2		
情報	社会と情報									「(学)課題研究Ⅰ」及び 「(学)SS課題研究Ⅱ」または 「(学)SG課題研究Ⅱ」により2単位代替。	
専 理数	理数数学Ⅰ	6				6					
	理数数学Ⅱ		6				6				
	理数数学特論							6			
	(学)SS理数物理	2				2	#3	◇4			
	(学)SS理数化学	2				2	3	4			
	(学)SS理数生物	2				2	#3	◇4			
	(学)課題研究Ⅰ	1				1					
	(学)SS課題研究Ⅱ						2				
専 英語	(学)SS課題研究発展							+1			
	総合英語	6				6					
	異文化理解		3				3				
	英語表現		3	3			3	3			
学 グローバル	英語理解			3				3			
	(学)世界史詳論			・4							
	(学)日本史詳論			・4							
	(学)地理詳論			・4							
	(学)公民リテラシー			・4							
	(学)SG課題研究Ⅱ		2		10						
総合的な探究の時間	(学)SG課題研究発展			+1	11						
	教科・科目の計	33	33	32	98	33	33	32	98		
特別活動	ホームルーム活動	1	1	1	3	1	1	1	3		
総合的な探究の時間			1	1	2		1	1	2	「(学)SS課題研究Ⅱ」または 「(学)SG課題研究Ⅱ」により1単位減。	
総計		34	35	34	103	34	35	34	103		
				35	104			35	104		
選択の方法			#3から 1科目選択	・4から各2科目選択 ※2から2科目選択 ■2から1科目選択		#3から 1科目選択	・4から1科目選択 ◇4から1科目選択 ただし、◇4は2年次 履修科目より選択				

（別紙様式 1-①）

学校番号

3020

平成31年度 大阪府立豊中高等学校
全日時の課程 文理学科 教育課程実施計画

（入学年度別、類型別、教科・科目等単位数）

教科	入学年度	平成30年度								備考	
	類型	文科(人文社会国際系)				理科(理数探求系)					
	学年	I	II	III	計	I	II	III	計		
	科目 学級数	9									
国語	国語総合	5				5					
	現代文B		2	2			2	2			
	古典B		3	2			3	2			
	(学)国語演習			3	17				14		
地歴	世界史A						2				
	世界史B		3					・4			
	日本史A		#3								
	日本史B				6			・4			
	地理 A					2					
	地理 B		#3					・4			
公民	現代社会	2				2					
	倫理				2			・2			
	政経							・2			
数学	数学 I										
	数学 II										
	数学 III										
	数学 A				3						
	数学 B										
	(学)数学演習			3							
理科	化学基礎										
	生物基礎										
	地学基礎		3								
	(学)化学基礎演習			※2	7						
	(学)生物基礎演習			※2							
保体	体育	2	3	2		2	3	2			
	保健	1	1		9	1	1		9		
	音Ⅰ美Ⅰ書Ⅰ	2				2					
芸術	音Ⅱ美Ⅱ書Ⅱ		1		3				2		
	音Ⅱ美Ⅱ書Ⅱ										
外国語	コミュニケーション英語Ⅰ										
	コミュニケーション英語Ⅱ										
	コミュニケーション英語Ⅲ										
	英語表現Ⅰ										
	英語表現Ⅱ										
家庭	家庭基礎	2			2	2			2		
情報	社会と情報										
専 理数	理数数学Ⅰ	6				6					
	理数数学Ⅱ		6				6				
	理数数学特論							6			
	(学)SS理数物理	2				2	#3	◇4			
	(学)SS理数化学	2				2	3	4			
	(学)SS理数生物	2				2	#3	◇4			
	(学)SS課題研究基礎	1				1					
	(学)SS課題研究Ⅰ						2				
	(学)SS課題研究Ⅱ							1			
	(学)SS課題研究Ⅲ							+1			
専 英語	総合英語	6				6					
	異文化理解		3				3				
	英語表現		3	3			3	3			
	英語理解			3	18			3	18		
学 グローバル	(学)世界史詳論			・4							
	(学)日本史詳論			・4							
	(学)地理詳論			・4							
	(学)公民リテラシー			・4							
	(学)SG課題研究Ⅰ		2		11						
	(学)SG課題研究Ⅱ			1	12						
	(学)SG課題研究Ⅲ			+1							
学 特別 授業	(学)大学の開講する各講座名		+1		0～1		+1		0～1	(他)	
教科・科目の計		33	33～34	31～32	97～99	33	33～34	31～32	97～99		
特別活動	ホームルーム活動	1	1	1	3	1	1	1	3		
総合的な学習の時間			1	2	3		1	2	3		
総計		34	35～36	34～35	103～105	34	35～36	34～35	103～105		
			#3から 1科目選択	・4から各2科目選択 ※2から2科目選択			#3から 1科目選択	・4から1科目選択 ◇4から1科目選択 ただし、◇4は2年次 履修科目より選択			

（別紙様式 1-①）

学校番号

3020

平成31年度 大阪府立豊中高等学校
全日制の課程 文理学科 教育課程実施計画

（入学年度別、類型別、教科・科目等単位数）

教科	入学年度	平成29年度								備考	
	類型	文科(人文社会国際系)				理科(理数探求系)					
	学年	I	II	(III)	計	I	II	(III)	計		
	科目 / 学級数	4									
国語	国語総合	5				5					
	現代文B		2	2	17		2	2	14		
	古典B		3	2			3	2			
	(学)国語演習			3							
地歴	世界史A						2				
	世界史B		3					・4			
	日本史A		#3		6			・4	4		
	日本史B							・4	8		
	地理 A						2				
	地理 B		#3					・4			
公民	現代社会	2				2					
	倫理				2			・2	2		
	政経							・2	6		
数学	数学 I										
	数学 II				3						
	数学 III										
	数学A										
	数学B										
	(学)数学演習			3							
理科	化学基礎										
	生物基礎				7						
	地学基礎		3								
	(学)化学基礎演習			※2							
	(学)生物基礎演習			※2							
	(学)地学基礎演習			※2							
保体	体育	2	3	2	9	2	3	2	9		
	保健	1	1			1	1				
芸術	音Ⅰ美Ⅰ書Ⅰ	2			3	2					
	音Ⅱ美Ⅱ書Ⅱ		1						2		
外国語	コミュニケーション英語Ⅰ										
	コミュニケーション英語Ⅱ										
	コミュニケーション英語Ⅲ										
	英語表現Ⅰ										
	英語表現Ⅱ										
家庭	家庭基礎	2			2	2			2		
情報	社会と情報									学課題研究基礎及び(学)課題研究Ⅰで2単位代替	
専 理数	理数数学Ⅰ	6				6					
	理数数学Ⅱ		6				6				
	理数数学特論							6			
	(学)SS理数物理	2				2	#3	◇4			
	(学)SS理数化学	2			19	2	3	4	42		
	(学)SS理数生物	2				2	#3	◇4	43		
	(学)SS課題研究基礎	1				1					
	(学)SS課題研究Ⅰ						2				
	(学)SS課題研究Ⅱ							1			
	(学)SS課題研究Ⅲ							+1			
専 英語	総合英語	6				6					
	異文化理解		3				3				
	英語表現		3	3	18		3	3	18		
	英語理解			3				3			
学 グローバル	(学)世界史詳論			・4							
	(学)日本史詳論			・4							
	(学)地理詳論			・4							
	(学)公民リテラシー			・4							
	(学)SG課題研究Ⅰ		2		11				12		
	(学)SG課題研究Ⅱ			1							
	(学)SG課題研究Ⅲ			+1							
学 特別授業	(学)大学の開講する各講座名		+1		0～1		+1		0～1	(他)	
教科・科目の計		33	33～34	31～32	97～99	33	33～34	31～32	97～99		
特別活動	ホームルーム活動	1	1	1	3	1	1	1	3		
総合的な学習の時間			1	2	3		1	2	3		
総計		34	35～36	34～35	103～105	34	35～36	34～35	103～105		
			#3から 1科目選択	・4から各2科目選択 ※2から2科目選択			#3から 1科目選択	・4から1科目選択 ◇4から1科目選択 ただし、◇4は2年次 履修科目より選択			

（別紙様式 1-①）

学校番号

3020

平成31年度 大阪府立豊中高等学校
全日制の課程 普通科 教育課程実施計画

（入学年度別、類型別、教科・科目等単位数）

教科	入学年度	平成29年度								備考	
	類型	文系				理系					
	学年 科目 学級数	I	II	Ⅲ	計	I	II	Ⅲ	計		
国語	国語総合	5				5					
	現代文B		2	2	17		2	2	14		
	古典B		3	2			3	2			
	(学)国語演習			3							
地歴	世界史A						2				
	世界史B		3					・4			
	日本史A		#3								
	日本史B							・4			
	地理 A				10		2		4		
	地理 B		#3		14			・4	8		
	(学)世界史研究			・4							
	(学)日本史研究			・4							
公民	現代社会	2			2	2			2		
	倫理			・2	6			・2	6		
	政治経済			・2				・2			
数学	数学Ⅰ	3				3					
	数学Ⅱ		4				4				
	数学Ⅲ							★6			
	数学A	3			15	3			18		
	数学B		2				2				
	(学)数学演習			3				★6			
理科	物理基礎	2				2					
	物理						#3	◇4			
	化学基礎	2				2					
	化学						3	4			
	生物基礎	2				2					
	生物						#3	◇4	20		
	地学基礎		3								
	(学)化学基礎演習			※2							
	(学)生物基礎演習			※2							
保体	体育	2	3	2	9	2	3	2	9		
	保健	1	1			1	1				
芸術	音Ⅰ美Ⅰ書Ⅰ	2				2					
	音Ⅱ美Ⅱ書Ⅱ		1		3				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		3				3				
	コミュニケーション英語Ⅲ			3				3			
	英語表現Ⅰ	3				3					
	英語表現Ⅱ		3	3	18		3	3	18		
家庭	家庭基礎	2			2	2			2		
情報	社会と情報	1	1		2	1	1		2		
〔学〕 グローバル	(学)研究発表特論			+1	0～1			+1	0～1		
〔学〕 特別 授業	(学)大学の開講する各講座名		+1		0～1		+1		0～1	(他)	
教科・科目の計		33	32～33	30～31	95～97	33	32～33	30～31	95～97		
特別活動	ホームルーム活動	1	1	1	3	1	1	1	3		
総合的な学習の時間			1	2	3		1	2	3		
総計		34	34～35	33～34	101～103	34	34～35	33～34	101～103		
			#3から 1科目選択	・4から各2科目選択 ※2から2科目選択			#3から 1科目選択	・4から1科目選択 ◇4から1科目選択 ★6から1科目選択 ただし、◇4は2年次 履修科目より選択			

関連資料 2 課題研究に係る取組以外の取組

番号	取組項目	対象生徒	内容	期待される成果
A2-1	SS 理数物理	第 1 学年の生徒全員 (2 単位) 第 2 学年の文理学科理科の選択生徒 (3 単位) 第 3 学年の文理学科理科の選択生徒 (4 単位)	・物理基礎、物理に関する発展的内容 (量子力学、宇宙物理、固体物理、原子・素粒子物理、応用工学、科学史などを含む) ・探究活動 ・数学、情報、化学、生物、地学等との学際的内容 ・英語による実習、発表活動 ・自発的再発見型学習 ・ICT 教材を活用した双方向授業、反転授業	・実験・実習、思考型の内容を豊富に取り入れることで、理解度が向上 ・学際的・超域的な知識・技能の定着 ・課題研究との効果的・効率的な接続 ・英語による実習等の増加で、国際標準を意識
A2-2	SS 理数化学	第 1 学年の生徒全員 (2 単位) 第 2 学年の文理学科理科の生徒 (3 単位) 第 3 学年の文理学科理科の生徒 (4 単位)	・化学基礎、化学に関する発展的内容 (量子化学、熱力学、合成高分子の応用、科学史などを含む) ・探究活動 ・数学、情報、物理、化学、地学等との学際的内容 ・英語による実習、発表活動 ・自発的再発見型学習 ・ICT 教材を活用した双方向授業、反転授業	・実験・実習、思考型の内容を豊富に取り入れることで、理解度が向上 ・学際的・超域的な知識・技能の定着 ・課題研究との効果的・効率的な接続 ・英語による実習等の増加で、国際標準を意識
A2-3	SS 理数生物	第 1 学年の生徒全員 (2 単位) 第 2 学年の文理学科理科の選択生徒 (3 単位) 第 3 学年の文理学科理科の選択生徒 (4 単位)	・生物基礎、生物に関する発展的内容 (分子遺伝学、分子生物学、バイオテクノロジー、科学史などを含む) ・探究活動 ・数学、情報、物理、化学、地学等との学際的内容 ・英語による実習、発表活動 ・自発的再発見型学習 ・ICT 教材を活用した双方向授業、反転授業	・実験・実習、思考型の内容を豊富に取り入れることで、理解度が向上 ・学際的・超域的な知識・技能の定着 ・課題研究との効果的・効率的な接続 ・英語による実習等の増加で、国際標準を意識
A3-1	SSS ジュニア	豊中市を中心とした大阪府内の中学 3 年生 27 名	・科学に関する実験実習 ・科学コミュニケーション ・科学英語プレゼン講座 ・自由研究 (本校の研究発表会で発表) ・ポートフォリオで成長を追跡	・中学段階から科学への興味・関心を高める ・探究的活動などへの興味を保ったまま、高校での課題研究に円滑に移行
A3-2	SSS	第 1, 第 2 学年を中心とする希望者	・科学に関する先端的な実験実習 ・研究室等における実験実習 ・科学コミュニケーション、科学哲学、科学倫理学 ・科学英語プレゼン講座、英語による科学コミュニケーション ・先行研究 ・校外の研究機関、海外校との共同研究 ・ポートフォリオで成長を追跡	・科学への興味・関心、基本的知識・技能の定着、発信力・対話力の育成、科学的思考力の醸成、問題設定・問題解決能力の開発 ・専門家集団の育成 ・教材開発のためのプロトタイプ
A3-5	豊中オナーリーダーズ	(卒業生)	・進学後、大学のプログラム内での先端的な研究活動に参加 ・現役生との共同研究 ・年間を通じた「T A 養成プログラム」の実施 ・卒業生等によるファシリテーターとしての支援 ・大学が実習などのコーディネーターとして機能 ・卒業生による、地域への教育支援システム	・課題研究や SSS などでのファシリテーターとして活躍し、各取組の効果が飛躍的に高まる ・大学の研究室等との直接的な連携 ・大学・大学院での先端的なプログラムに参加し、それを還元することで、後輩への手本となる ・現役生への知識・技能の伝承 ・指導者としての資質・技能の共有 ・経験者の視点から取組の企画・立案に関与することで、取組が洗練化 ・高校から独立した組織として地域還元活動を取り仕切る
B1-1	物理研修旅行	第 1, 第 2 学年を中心とする希望者	・大学・研究施設・企業等において、物理の最先端分野に関わる内容の実習・見学 ・H31/R01 年度は実施せず	・校外での実習・見学を通して、物理学への幅広い興味・関心の向上 ・最先端の科学や研究に対する理解の深化、専門性の養成 ・地域・学会との研究ネットワークの形成
B1-2	化学研修旅行	第 1, 第 2 学年を中心とする希望者	・大学・研究施設・企業等において、化学の最先端分野に関わる内容の実習・見学 ・H31/R01 年度は実施せず	・校外での実習・見学を通して、化学への幅広い興味・関心の向上 ・最先端の科学や研究に対する理解の深化、専門性の養成 ・地域・学会との研究ネットワークの形成
B1-3	生物研修旅行	第 1, 第 2 学年を中心とする希望者	・大学・研究施設・企業等において、生物の最先端分野に関わる内容の実習・見学 ・京都大学瀬戸臨海実験所とその周辺を訪問	・校外での実習・見学を通して、生物学への幅広い興味・関心の向上 ・最先端の科学や研究に対する理解の深化、専門性の養成 ・地域・学会との研究ネットワークの形成
B1-4	地学研修旅行	第 1, 第 2 学年を中心とする希望者	・大学・研究施設・企業等において、地学の最先端分野に関わる内容の実習・見学 ・郷村断層、玄武洞、山陰海岸ジオパークとその周辺を訪問	・校外での実習・見学を通して、地学への幅広い興味・関心の向上 ・最先端の科学や研究に対する理解の深化、専門性の養成 ・地域・学会との研究ネットワークの形成
B1-5	情報科学研修旅行	第 1, 第 2 学年を中心とする希望者	・大学・研究施設・企業等において、情報科学の最先端分野に関わる内容の実習・見学 ・H30 年度は実施せず	・校外での実習・見学を通して、情報科学への幅広い興味・関心の向上 ・最先端の科学や研究に対する理解の深化、専門性の養成 ・地域・学会との研究ネットワークの形成
B1-6	大学ラボ実習	第 2, 第 3 学年を中心とする希望者	・大学・研究施設における発展的な実習 ・課題研究の各チームの訪問により、研究内容の深化をはかる ・H30 年度は京都大学、大阪大学等、7 回を実施	・研究者等からの密な指導で大学レベルの知識・技能を体得 ・課題研究の内容が高度化し、研究活動への意欲が高まる ・研究室や大学生・大学院生 (卒業生) との共同研究
B2-1	サイエンスキッズ	(大阪府内の小学生)	・地域での科学実験教室の開催、出展 ・H30 年度は本校でのサイエンスフェスティバルをはじめ、7 回実施	・人材育成のための地域還元 ・SSH の認知度が高まる
B2-2	サイエンスジュニア	(大阪府内の中学生)	・地域での科学実験教室の開催、出展 ・H30 年度は本校での中学生体験入学等、2 回実施	・人材育成のための地域還元 ・SSH の認知度が高まる
B3	講演会	第 1, 第 2 学年生徒	・著名な研究者による講演・海外の研究者による英語講演	・学校全体での科学への興味・関心の向上
C1	生物研究部	希望者	・発展的な研究活動 ・学会等での成果発表 ・地域での科学実験教室の開催、参加	・クラブという密な空間での高度な知識・技能の伝承 ・学校をひっぱり手専門家集団の育成 ・地域での活動により発信力が高まる
C2	電気物理研究部	希望者	・発展的な研究活動 ・学会等での成果発表 ・地域での科学実験教室の開催、参加	・クラブという密な空間での高度な知識・技能の伝承 ・学校をひっぱり手専門家集団の育成 ・地域での活動により発信力が高まる
D1-1	国際共同研究事業	希望者	・国際シンポジウムの開催 ・海外校との連携事業・教材開発・共同研究 ・探究活動における評価基準の国際共同開発 ・H30 年度はシンガポールカトリック高校と連携	・国際標準となる先端的な科学教材の開発をさらに拡充できる ・学校同士、教員同士、生徒同士の共同研究に発展 ・SSH の取組、生徒の研究成果の世界への発信
D1-2	海外研修旅行	第 1, 第 2 学年を中心とする希望者	・シンガポールや台湾の学校との合同研修など、海外研修の実施 ・H30 年度はシンガポールカトリック高校を訪問	・世界の先端的な施設を訪問することで向学心が飛躍的に高まる ・グローバルな視点の開眼 ・国際的な共同研究のきっかけづくり
D1-3	国際科学コンテスト等	SSSS S 課題研究Ⅲ、研究発表特論の受講者等	・S I S C、I S S F 等の国際科学コンテストへの参加 ・H30 年度は S I S C-I S S F 2019 へ参加	・国際的な成果発表の場として機能 ・海外での活躍というビジョンとミッションが明確化され、大目標に向かって活動する生徒が増加する
D2	T O E F L 仕様の英語授業	第 2, 第 3 学年の文理学科から選抜された 80 名ずつ (各学年 2 単位)	・専門知識と関連させた 4 技能統合型の実践的な英語授業 ・プレゼンテーション指導に重点 ・T O E F L i B T や G T E C により客観的評価	・具体的な専門知識と結びついた 4 技能の定着 ・専門的な話題について発表・討論・交渉などを行う能力が高まる
E1	広報手法		・SSH ブログ ・HP による開発教材の公開・普及	・SSH の認知度の向上 ・開発教材の他校への還元

関連資料3 心のルーブリック ver 1-3

日本語版

		1	2	3	4	5	事前	事後
		大きな努力を要する	努力を要する	概ね達成	十分達成	期待以上		
積極性	評価基準	・研究に対して積極的でなく、探求心や知的好奇心が育っていない。	・指導者に与えられたことには取り組むが、自ら探究する力はまだ不十分である。	・指導者の指示や助言にをもとにして、課題の解決に進んで取り組む。	・指導者の指示や助言に頼らず、自ら課題を発見し解決しようと取り組む。	・指導者の指示や助言に頼らず自ら課題を発見するのはもちろん、その解決方法についても自身で考案し、進んで取り組む。		
	行動指標	・その時間内のみ活動し、個人的な調べ学習はない。 ・校内の発表会にも積極的でない。 ・意見を求められても自分の意見を言うことができない。 ・教員や指導員を避けようとする。 ・同じグループ員ともコミュニケーションを取ろうとしない。	・基本的に活動はその時間内のみだが、与えられた課題は一応調べる。 ・校内の発表会で、発言することができる。 ・意見を求められれば自分の意見を言うことができる。 ・教員に自分の意見は言えないが、指導を仰ぐことはできる。 ・同じグループ員とはコミュニケーションを取れる。	・与えられた課題に対して関心をもち、活動時間以外にも手近な資料やインターネットでの調べ学習は行う。 ・校内の発表会で積極的に発表できる。 ・意見を求められなくても、自分の意見を言うことができる。 ・顔見知りの教員であれば、意見を述べ、指導を仰ぐことができる。 ・校内規模であれば、コミュニケーションが取れる。 ・教員の付添や進めがあれば外部のネットワークに参加することができる。	・自らの関心に基づいて課題を設定し、活動時間以外にも実験に取り組む。 ・学校や近隣の図書館の本で調べ学習を行う。 ・外部の発表会で積極的に発表できる。 ・グループ内では率先して意見を述べることができる。 ・面識のない教員に対しても意見を述べ、指導を仰ぐことができる。 ・教員のすすめがなくても外部のネットワークに参加することができる。	・自らの関心に基づいて課題を設定し、活動時間以外にも試行錯誤を繰り返しながら実験に取り組む。 ・専門書を用いた調べ学習や専門家にメール等で質問することができる。 ・教員の勧めがなくても、外部での発表会に積極的に参加し発表できる。 ・他校生と積極的に意見交換や議論ができ、新たなネットワークを構築できる。 ・外部指導員や専門家にも積極的に意見を述べ、指導を仰ぐことができる。		
忍耐力	評価基準	・失敗したり、不利な状況に陥ったりすると取り組む意欲を失ってしまう。	・失敗したり、不利な状況が続いたりすると取り組む意欲を失ってしまう。	・失敗や不利な状況が続いても意欲を失わず、継続して取り組むことができる。	・失敗や不利な状況が続いても、状況が好転するまで継続し続けることができる。	・失敗や不利な状況に耐えるだけでなく、失敗を前向きに物事を捉え、適切なフィードバックを行いながら、その解決に向けた新たな方法を探る努力を続けられる。		
	行動指標	・数回実験が失敗すると意欲を失い、その実験から逃げる行動を取る。 ・実験ノートをもとにとることができない。	・数回実験が失敗しても、教員の指導があれば、ある程度実験を続ける。 ・実験ノートに日付や温度等、その日の実験結果など最低限の事項は記入するが、考察が薄い。	・実験の失敗が続いても、教員の指導無しで引き続き実験に取り組むが、検証、考察等がおざなりになる。 ・実験ノートには、概ね型どおりのことを記入し、その実験に基づく考察もある程度は書けるが、主観に基づく記述が増える。	・実験の失敗が続いても、教員の指導が無しで引き続き実験を行うことができ、試行錯誤による問題解決ができる。 ・実験ノートにその都度気づいたことなどを記入する等、再現性を高める努力が見られる。考察等も妥当で、同じ実験結果でも、毎回複数の考察が書ける。	・実験の失敗が続いても、モチベーションを失わず、失敗をもとに解決策を考察し、次回の実験に臨むことができる。 ・実験ノートに気づいたことを細かく記入し、極めて再現性の高いノートを作り続けられる。毎回の考察も鋭く、常に新たな文献で調べた内容等が書かれている。		
協調性	評価基準	・規律やルールを無視し、自らの都合や感情を優先した行動をとる。	・規律やルールを守る意識はあるが、他の生徒への配慮が足りない場面が見られる。	・規律やルールを守り、グループとして行動しようと努める。	・他者の意見を尊重し、自身の役割を認識しながらグループのモチベーションを高い状態に維持しようと務める。	・他者の意見を受け入れかつ、自らの意見を適切に述べるができる。自身の役割を適切に判断し、グループのモチベーションを高い状態に維持することができる。		
	行動指標	・他のグループ員に対して関心があまりない。 ・他者を責めたり、威圧的な態度を取る。 ・ルールや約束を守らず、グループ員に迷惑を掛ける。	・グループへの所属意識はあるものの、積極的に関わろうとはしない。 ・指示されたことや決められたルールは守ろうとするが、基本的に楽をしようとする。 ・意見は求められれば言う程度で、前向きで無いものも含まれる。	・グループの中で与えられた役割をしっかりと担い自己都合を優先しない。 ・積極的に発言するが、他者の発言を促すことまではできない。	・自らグループでの役割を認識し、時にはリーダーとなってグループ内のコミュニケーションを円滑に進められる。 ・積極的に発言し、他者の発言を促すことができる。また、他者の意見に同調し、自分の意見を変えることができる。	・極めて高いリーダーシップを発揮し、所属するグループを活気づけることができる。 ・グループのリーダーを支える重要な役割を担い、グループのパフォーマンスを高めることを常に意識している。 ・他のグループとも連携し、学校や組織の枠を超えた活動ができる。		

英語版

		1	2	3	4	5	Before	After
		Needs Much Improvement	Needs Some Improvement	Satisfactory	Very Good	Excellent		
Enthusiasm & Motivation	Criteria	Does not develop enthusiasm or intellectual interest toward research.	Works on given assignments, but independent pursuit of the research is not satisfactory	Works on assignments willingly based upon instructor's directions and advice	Works on research independently without relying too much on instructors' directions or advice. Able to pursue further research areas.	Able to independently work on research without relying too much on instructors' directions or advice. Able to pursue further research areas and suggest or hypothesize alternative solutions.		
	Behavioral Indicator	- Participation limited to during class time only; no personal time invested on literature review, etc. - Does not actively participate in on-campus presentations. - Not able to express his/her own opinions when asked. - Tends to avoid teachers and instructors. - Does not try to communicate even among group members.	- Participation limited to class time, but given assignments and literature review are completed satisfactorily. - Able to present in on-campus presentations. - Able to express his/her own opinions when asked. - Comes to instructors for advice but not able to openly express his/her opinions to instructors. - Able to communicate with group members adequately.	- Demonstrates interest in given assignments; puts in extra time outside research class time and attempts literature review on the Internet, etc. - Able to present actively in on-campus presentations. - Able to express his/her opinions without being called on. - Able to express his/her opinions and asks for advice from the instructors familiar to him/her. - Able to communicate with peers at the school level. - Able to participate in off-campus research activities when accompanied and/or recommended by instructors.	- Able to come up with a research design based on his/her own interests; puts in extra time outside research class time and participates in research activities. - Able to conduct literature review at school and/or local libraries. - Able to present actively in off-campus presentations. - Able to take the initiative in expressing his/her opinions within the research group. - Able to express his/her opinions to the instructors without previous acquaintance and seek advice. - Able to participate in off-campus research activities even without instructors' recommendations.	- Able to come up with a research design based on his/her own interests; puts in extra time outside research class time and works on research experiments independently by trial and error. - Able to conduct literature review by using specialized or professional literature; able to ask questions to professionals via email, etc. - Able to participate actively in off-campus presentations without instructors' recommendations. - Able to exchange opinions and conducts discussions with students from other schools; able to cultivate new research network and connections. - Able to actively seek advice from outside instructors and professionals; able to express his/her opinions.		
Perseverance	Criteria	Easily lost motivation when encountered by failures or unfavorable situations.	Lost motivation when encountered by repeated failures or unfavorable situations.	Able to continue to work on research even when encountered by repeated failures or unfavorable situations.	Able to continue to work on research until he/she overcame repeated failures or unfavorable situations.	Able to overcome failures and/or unfavorable situations, accepted them as opportunities and further continued to make efforts by seeking new solutions through feedback.		
	Behavioral Indicator	- Easily loses motivation when encountered by experimental failures; shows avoidance behavior from the experiments. - Not able to keep laboratory notebook adequately.	- Continues to work on experiments with the instructors' guidance even when encountered by several experimental failures. - Able to keep laboratory notebook by entering minimal information such as dates, temperatures, and daily results, but research insights not fully developed.	- Continues to work on experiments without the instructors' assistance even when encountered by several experimental failures; research verifications and research insights not fully developed. - Able to keep laboratory notebook by entering typical research information; able to write research insights based on the results but some subjective comments are included.	- Continues to work on experiments without instructors' assistance even when encountered by several experimental failures; able to continue to seek problem solutions by trial and error. - Enters adequate information on laboratory notebook and demonstrates efforts to increase experiment repeatability by including what he/she has noticed each time; able to write adequate research insights and able to write several different comments for same or similar research results.	- Able to maintain motivation even when encountered by repeated experimental failures; comes up with new solutions through those failures; able to proceed to work on new experiments. - Takes detailed notes of what he/she has noticed and keeps laboratory notebook to increase experiment repeatability; writes keen and meaningful insights; continues to add new literature review points.		
Cooperativeness	Criteria	Ignores rules and regulations and takes behavioral priority for his/her own convenience and feelings.	Shows awareness to keep rules and regulations, but considerations toward other students are sometimes lacking.	Keeps rules and regulations and makes efforts to conduct research as a group.	Respects other opinions and attempts to maintain high group motivations by realizing his/her own role in the group.	Accepts other opinions and at the same time expresses his/her own opinions appropriately. Able to keep high group motivations by adequately recognizing his/her role in the group.		
	Behavioral Indicator	- Shows no particular interest in other group members. - Demonstrates overpowering attitudes such as accusing other group members. - Brings some trouble to group members by not following rules and regulations.	- Seems to have the sense of belonging within the group but does not actively participate in research activities. - Follows rules and instructions but basically tries to take an easy way. - Expresses his/her opinions when asked, but does not always demonstrate positive attitudes.	- Firmly undertakes the role given in the group without taking his/her convenience or preferences as priority. - Actively expresses his/her opinions but not to the point of inducing active discussions by others.	- Able to keep smooth group communication by recognizing his/her own role and taking the lead in group discussions. - Actively expresses his/her own opinions and able to encourage others to do the same. - Able to accept other opinions and modifies his/her positions accordingly.	- Demonstrates strong leadership; able to encourage and motivate group members. - Takes the important role of assisting the group leader, being always aware of improving the group performance as a whole. - Able to coordinate with other groups and participate in research activities above the school and institutional level.		

関連資料 4 運営指導委員会の記録

第 1 回 SSH 運営指導委員会〔令和元年 9 月 30 日(月)〕

出席者（敬称略）

岸本 忠史，梶本 興亜，田中 明美，佐藤 昇（運営指導委員）
梅村 尚弘（大阪府教育庁教育振興室 高等学校課）
栗原 爾（国立研究開発法人 科学技術振興機構）
平野 裕一，武内 由佳，上林 卓也，福野 勝久，山本 洋士（本校教員）

(1) 本校の SSH 活動について

本校側から現状を説明

- ・ 課題研究の変化が最も大きい。担当教員数 1 増で、対象生徒は 80 から 211 に増加。
- ・ 担当する生徒が多すぎて教員の指導が行き届かない一方、生徒はのびのびと取り組んでいる。
- ・ 大阪大学の学生 11 名が教職課程の一環で TA として、取組内容を理解できていない生徒の補助協議・指導助言

- ・ 多数の生徒の指導にあたる先生の苦労も大変だが、全生徒が課題研究に取り組むことで共通の話題にのぼったり、互いに刺激しあったりすることが意義深い。
- ・ 教員の指導が行き届かないというが、指導しなければ…ではなく、将来、大学や企業において研究活動に携わっていくときの方向付けをしているとポジティブに考えるとよいのでは。

(2) 第 3 期目指定の申請について

協議・指導助言

- ・ 中高の連携においては単発的ではなく、ある程度継続的な取り組み（たとえば夏休みの自由研究についての助言・サポートなど）があると興味・関心のある生徒にとってとても有り難い。
- ・ 中高大五年間一貫プログラムの対象は中学 3 年生に限られるが、むしろ中学 1・2 年生の方が時間的余裕があって、のびのびとプログラムに参加できるので対象を広げられる方が効果的では。
- ・ 学校教育に協力できる人を‘人材バンク’として登録・公開をしているが、各市でも閲覧可能なよううまく活用できるようになれば。
- ・ 以前は本校に入学すれば課題研究をしなければいけないといった義務感をもつ生徒もいたが、いまは課題研究を好んで入学してくる生徒が大半である。したがって、発表会の運営等も含め生徒が出来ることは極力、生徒にさせて教員側のゆとりを確保し、探究的な活動において‘教員が進化（深化）するプロジェクト’に取り組んではいかかがか。
- ・ 探究活動に取り組むうえで裾野を広げると同時にトップ層を育てていくことを考えると、一つの鍵は部活動であるので、科学系クラブの立て直しも必要となる。

第 2 回 SSH 運営指導委員会〔令和 2 年 2 月 5 日(水)〕

出席者（敬称略）

梶本 興亜，正岡 由佳，田中 明美，佐藤 昇（運営指導委員）
梅村 尚弘（大阪府教育庁教育振興室 高等学校課）
平野 裕一，福野 勝久，山本 洋士（本校教員）

(1) 今年度の本校の SSH 活動について

本校側から現状を説明

- ・ 一年間を終えてみて、課題研究の指導は、ワークシートと対面指導の併用がベストになった。
- ・ 心のループリックを用いてきたが、心と技術は同時にのばしていくことが重要で、特に心は対面指導で伸ばすしかない。
- ・ 研究水準が不十分なまま、これでいいやと満足することが、課題研究に限らず普段の学習から見られる。さらに先の世界があるということを伝えていくことが重要ではあるが、人手不足感が否めない。

協議・指導助言

- ・ 研究水準を高めたいと思う前に面白い！と思わせることが必要で、普段の授業から意識するべき。
- ・ 小学校も中学校も調べたらわかる、わかったらそれで終わりという風潮がある。どうすべきかを悩んでいるところ。

(2) 第 3 期目指定を見据えた展開について

協議・指導助言

- ・ 指導力の向上を視野に入れ、教科・科目の専門性を高めること(Input)により教育力の向上(Output)をはかることが重要。今の教員の教育力向上はアクティブラーニングのような教授法に偏っていて、教科の専門性を深めていくことがおろそかになっている。面白い授業をするには面白い現象を知る必要があるのでは？
- ・ 小学校・中学校・教育センターと連携をとる前に、まずは顔なじみになる必要がある。
- ・ 「地域を巻き込んだ循環型」の循環は何が循環するのか、もっと明確にするべき。
- ・ 理科教育のための英語に関しては、英語の論文を読むにはテクニカルタームの知識があれば十分であるが、学会で発表するレベルに持ち上げるには、質疑応答の力が必要なので、それなりの訓練が必要となる。