

# 平成30年度指定 スーパーサイエンスハイスクール 研究開発実施報告書・第2年次

### 円に内接する四角形のオイラー線に関する補助定理と予想について

The lemma and the conjecture on Euler lines of a cyclic quadrilateral

**研究の背景**

1. 重心・内心について

2. 外心・垂心について

**研究の目的**

**定義**

**証明 part1**

**今後の展望**

**参考文献**

### Comparison of anomalous propagation in the auroral zone and mid latitude

**Summary**

- The difference in the mechanism of anomalous propagation between the auroral zone and the mid latitude was considered.
- Comparison of the number of occurrences and time of sporadic E layer
- Electron density depends on sporadic E layer generation time

**Introduction (2018) - In Finland**

- Recorded frequency of FM radio (ultra-short wave) that I could listen every hour
- Confirmed that anomalous propagation occurred just before Aurora appeared

**What is the mechanism of anomalous propagation?**

**Survey I: The Sporadic E Layer**

**Survey II: Comparison of the Electron Density**

**Location**

**Discussion**

**Further research**

**Reference**

**Acknowledgement**

令和2年3月

学校法人中央大学 中央大学附属高等学校



# 平成30年度指定 スーパーサイエンスハイスクール 研究開発実施報告書・第2年次

### 円に内接する四角形のオイラー線に関する補助定理と予想について

The lemma and the conjecture on Euler lines of a cyclic quadrilateral

**研究の背景**

1. 重心・内心について

2. 外心・垂心について

**研究の目的**

**定義**

**証明 part I**

**今後の展望**

### Comparison of anomalous propagation in the auroral zone and mid latitude

**Summary**

- The difference in the mechanism of anomalous propagation between the auroral zone and the mid latitude was considered.
- Comparison of the number of occurrences and time of sporadic E layer
- Electron density depends on sporadic E layer generation time

**Introduction (2018) - In Finland**

- Recorded frequency of FM radio (ultra-short wave) that I could listen every hour
- Confirmed that anomalous propagation occurred just before Aurora appeared

**What is the mechanism of anomalous propagation?**

**Survey I: The Sporadic E Layer**

**Survey II: Comparison of the Electron Density**

**Location**

**Discussion**

**Further research**

**Reference**

**Acknowledgement**

令和2年3月

学校法人中央大学 中央大学附属高等学校

# ご 挨拶

中央大学附属中学校・高等学校

校長 木川裕一郎

第一期の第二年目を迎えた本校の取り組みは、手探り部分を否定できなかった一年目を乗り越え、すでに第三年度以降を見据えつつ、力強く展開している。文部科学省は、高大接続改革につき、有識者による継続・集中的な検討を経て、高校での教育のみならず、大学での教育においても、知識を前提とした思考を積極的に発揮する能力の育成が重要であるとした。そのなかで、科学技術人材の育成を目的とする SSH への認定は、人材を育成するための能力を明確にし、各教員が日々の教育現場で優れた人材育成という意識を再確認するのにも役立っている。また、その能力の具体化と教育成果の明確化は、将来の社会を支える科学技術人材の育成という SSH 事業の目的に沿うだけでなく、現に教育に携わる教員の大きな励み、さらには教員全体の指導力向上に繋がるはずである。そこで、本校の SSH 事業の取り組みの中心をなす、科学技術人材を支える能力の抽出とそのコンピテンシー・ベースの観点別評価に関する研究が重要であると認識し、二年目の事業を展開してきた。特に、一年目に実施されたコンピテンシー・ベースの観点別評価アンケート分析がおこなわれ、本年度半ばに分析結果の一部が公表され、その内容は他の協力校や SSH 各校など社会から大きな注目を集めている。

しかしながら、本校の SSH 事業に対する評価それ自体は、本校の卒業生が次世代の社会において科学技術人材として活躍し、高い評価をされた段階に至った時点で初めて明らかにされることになる。確かに、多くの SSH 校でも、生徒に科学的な実験の機会を与えるに際して、コンピテンシー評価の重要性を前提に、研究成果の評価方法の開発に積極的に取り組んでいるが、頭を悩ますのが人材育成の成果の把握方法のようである。そのような状況下で、本年度から、本校は大学附属という特質を十分に生かすことにより、本体である中央大学の協力を得て、学部や大学院の卒業、さらにはその後の進路まで個々人の成果を追跡するシステムの構築に向け、その可能性を検討しているところである。また、この二年目より、英語教育とリンクさせ、生徒たちの研究成果を世界に対して発信するための仕組み作りも前進しつつある。

本校の SSH 体制が、実際に研究指導に携わる理科担当教員を中心としながらも、人材育成の重要性を深く認識する国語科、社会科、数学科、英語科などの教員や管理職教員といった幅広く、かつ多くの人員により遂行されている点は、学校長である私の誇りである。多大な時間と労力を割いてくださったことに感謝申し上げたい。また、アンケート調査や聞き取り調査などにご協力いただいた他の SSH 各校や中央大学の他の付属高校の教職員および生徒諸君などに対しても、御礼申し上げます。最後に誠に恐縮ではあるが、我が校における SSH の取り組みに対して、多くの有益なご助言とご協力を賜った中央大学理工学部教員の方々および運営指導委員の先生方に対しまして、衷心より感謝申し上げます次第である。



## 目次

第1編 要約 .....	2
I. 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 .....	2
II. 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 .....	4
第2編 実施報告（本文） .....	8
I. 研究開発の実施報告 .....	8
1. 本校の研究開発課題 .....	8
2. 研究開発の概要 .....	8
3. 研究開発の経緯と内容 .....	8
4. 成果の発信と普及 .....	10
II. 研究開発の内容 .....	12
仮説1「課題研究を複数の学年にまたがって指導する学校設定教科「教養総合」の開発により 次代のイノベーションを担う科学技術人材に求められる能力と資質が向上する。」 .....	12
1. 実社会での課題発見の試み（高校1年生対象） .....	12
2. 教養総合Ⅰ（高校2年生対象） .....	14
1) コンピュータプログラミング .....	14
2) マレーシアの自然環境調査と観光資源開拓 .....	17
3) 数学・英語で学びを考える .....	20
4) トレーニング科学 .....	23
5) フクシマ・オキナワを通して近代化・科学技術を考える .....	26
3. 教養総合Ⅲ 卒業研究にむけた高大連携の取り組みの実績（高校3年生理系コース対象） .....	29
4. 科学技術系部活動の取り組みと成果 .....	32
5. 理科教育啓蒙活動 .....	36
1) 2019年度講演会 .....	36
2) 課外講座 .....	37
3) 研修活動 .....	39
①フィンランド海外研修 .....	39
②第9回東芝杯中国師範大学理科教学技能創新コンテスト入賞者との研修会 .....	45
③カリキュラム・マネジメント研修会（教員研修会） .....	46
仮説2「科学技術人材育成に特化した英語科授業“Project in English Ⅲ”の開発により、科学 技術人材に求められる国際性が向上する。」 .....	47
本校の「Project in EnglishⅢ」の開発の取り組み .....	47
仮説3「コンピテンシー・ベースの観点別評価体制を開発して、科学技術人材としての「資質」 も含んだ評価と指導を行うことにより、大学進学後にも生徒の科学技術人材に求められ る能力と資質が向上する。」 .....	56
コンピテンシー自己評価アンケート分析 Vol. 2 .....	56
第3編 実施の効果とその成果 .....	68
1. 生徒各種発表会参加状況 .....	68
2. 2018「教養総合Ⅰ」振り返りアンケート結果（教員対象） .....	73
第4編 現状での成果と課題、次年度にむけた研究開発の方向性 .....	75
関係資料	
資料1. 教育課程表 .....	77
資料2. 運営指導委員会の記録 .....	78
資料3. 2019年度理系卒業研究テーマ .....	79
資料4. 探究マップ Light .....	80
資料5. 本校のSSH組織体制について .....	裏表紙

中央大学附属高等学校	指定第1期目	30~04
------------	--------	-------

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）

<b>① 研究開発課題</b>																																		
「次代のイノベーションを担う、大学進学後も活躍する科学技術人材を育成する教育課程の開発」																																		
<b>② 研究開発の概要</b>																																		
<p><u>1 高校2・3年生を対象とする課題研究を通じた生徒の課題設定・解決能力育成</u> 3年：「教養総合Ⅲ」「Project in ScienceⅡ」（3単位）卒業研究の実施 2年：「教養総合Ⅰ」（2単位）でのフィールドワークを通じて、課題発見・解決能力の育成能力を高め、その集大成として、各々研究テーマを探し、研究を進める「教養総合Ⅲ」（3単位）で探究する力、表現する力の育成をはかる。</p> <p><u>2 理科と英語科教員が実施する分野融合型授業で、科学技術人材に求められる国際性育成</u> 今年度3年生での開発テーマ。「Project in English」は中高5カ年間でのプロジェクトとして実施してきたが、今年度より高校3年においても実施した。科学技術分野の先行研究調査や卒業研究、およびプレゼンテーションにおいて英語活用が必須であることを強く自覚させる。</p> <p><u>3 コンピテンシー・ベースの観点別評価体制の開発により、生徒の内面に育まれる科学技術人材としての「資質」にまで踏み込んだ評価と指導体制の開発</u> フィールドワーク・調査にとりくむ「教養総合Ⅰ」は課題設定・解決能力育成を図る講座であるが、コンピテンシー・ベースの観点別評価の実施と授業へのフィードバック、検証を重ね、生徒および教員の双方の知的好奇心の向上へとつなげる。</p>																																		
<b>③ 令和元年度実施規模</b>																																		
<p>3年 理系「教養総合Ⅲ」「Project in ScienceⅡ」（49名） 2年 学校設定教科「教養総合Ⅰ」全講座受講生（390名）および科目「Project in ScienceⅠ」に属する「マレーシアの自然調査と観光資源開拓」（40名）「数学・英語で学びを考える（カナダ）」（38名）「トレーニング科学」（11名）「コンピュータ・プログラミング」（22名） 科目「トランス・サイエンス」：「フクシマ・オキナワを通して科学技術を考える」（19名） 1年「実社会の諸問題についての企業の取り組みについての考察」（396名） ・対象生徒数および学級数</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">学科・コース</th> <th colspan="2">1年生</th> <th colspan="2">2年生</th> <th colspan="2">3年生</th> </tr> <tr> <th>生徒数</th> <th>学級数</th> <th>生徒数</th> <th>学級数</th> <th>生徒数</th> <th>学級数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">普通科</td> <td>文系</td> <td rowspan="2">396</td> <td rowspan="2">9</td> <td rowspan="2">390</td> <td rowspan="2">9</td> <td>359</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>理系</td> <td>49</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> <td colspan="6">1年生全員・2年生全員・3年生理系コースの835名をSSHの対象生徒とする</td> </tr> </tbody> </table>		学科・コース		1年生		2年生		3年生		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	普通科	文系	396	9	390	9	359	8	理系	49	2	備考		1年生全員・2年生全員・3年生理系コースの835名をSSHの対象生徒とする					
学科・コース				1年生		2年生		3年生																										
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数																											
普通科	文系	396	9	390	9	359	8																											
	理系					49	2																											
備考		1年生全員・2年生全員・3年生理系コースの835名をSSHの対象生徒とする																																
<b>④ 研究開発内容</b>																																		
○令和元年度の研究開発の内容																																		
第1年次	「教養総合Ⅰ」の開発・Chufu-Cpsの開発・分野融合型授業の実施																																	
第2年次	「教養総合Ⅲ」の「Project in ScienceⅡ」開発・「Project in EnglishⅢ」の開発・課題の抽出																																	
第3年次	Rubricの研究開発・中央大学理工学部進学者の学力成績（GPA）分析・中間成果報告																																	
第4年次	第1年次との比較検討による取り組みの評価・卒業生へのヒアリング調査																																	
第5年次	最終成果報告・仮説の検証と評価・成果を踏まえた新たな研究課題の設定																																	
<p>1 生徒課題研究「教養総合Ⅰ」および「Project in ScienceⅠ・Ⅱ」の開発 課題研究の指導体制を教員の文理・教科枠組みを超えて牽引できる体制構築をめざす。高2で国内外でのフィールドワークを伴う課題研究を実施。高3理系には卒業研究を課す。</p>																																		

- 2 理工学部との高大連携プログラムとしての「Project in Science II」（卒業研究）
  - 3 年生対象で「理工学部授業聴講」「卒業研究アドバイス」「卒業研究発表会」を実施。
- 3 科学技術人材育成に特化した英語科授業「Project in English III」（3年）の開発
 

理系生徒対象に、英語科授業を理数系教科教員と英語科教員が共同で開発・実施する。
- 4 コンピテンシー・ベース観点別評価体制の開発

「教養総合 I」全講座で調査実施し、授業へのフィードバックを行う。教育課程や評価方法を改善するためのデータ収集と分析が行える体制を確立する。SSH 他校にも調査を依頼、分析会を実施、SSH プロジェクトのメタ認識、分析を行う。大学附属校としての利点を活かし、大学進学後の追跡調査も行き、高大接続の取り組みを強化し、教育改善に取り組む。

#### 5 積極的、自発的な生徒活動の促進

科学系部活に所属していない一般生徒を SSH 部に内包し、運動部所属の生徒の活動も促進した。フィールドワーク研究と発表学習も対外的に積極的に行っている。特に今年度は、昨年度「教養総合 I」でフィンランドにおいてオーロラ観測を経験したメンバーが、今年度海外研修として再度フィンランドを訪問してオーロラを観測し、その結果をもとにより発展した研究に取り組んだ。この成果の一部は、神戸で開催された SSH 生徒研究発表会の場でも発表した。

#### ○教育課程上の特例等特記すべき事項

2年 学校設定教科「教養総合 I」（2単位）を「総合的な探究（学習）の時間」に充当

#### ○令和元年度までの教育課程の内容

2年「教養総合 I」（1科目2単位）および3年次理系卒業研究「Project in science II」として実験・調査の時間を含んだ「教養総合 III」（3単位）

#### ○具体的な研究事項・活動内容

SSH への取り組み、企画運営は分掌学事部を中心に、教員の文理、分野を問わず SSH 関連事業の業務を執り行った。今後は生徒の発表活動やさらなる学内 SSH 取り組みを深め、科学的諸問題への意識を高めていく。2年次「教養総合 I」や1年次での企業の取り組みへの学びの機会や、全学的に関与させる SSH 系講演会や学内発表を全学的な取り組みと位置づけ、問題発見の意識、研究テーマ設定への意識を高めていく必要がある。

### ⑤ 研究開発の成果と課題

#### ○実施による成果とその評価

8月の全国研究発表会や12月都内 SSH 校発表会に参加した生徒は、発表を通じ伝える力や必要な論理的思考の重要性を実感していた。「教養総合 I」でのフィールドワーク、グループワーク、発表を通じて観察力、傾聴力や探求心が高まった。3年理系の「卒業研究」では、実験・調査を継続して行う、考え抜く力を身につけ、発信することの重要性を認識した。

#### ○実施上の課題と今後の取組

##### 1 SSH への取り組みに関する教職員のインセンティブ向上

文理の枠といった意識を超え、科学技術研究へ関心を持つことの重要性を強く認識するためにも学校設定教科「教養総合 I」と研究論文作成への各教員の積極的な関与が必要である。

##### 2 学校設定教科「教養総合 I」の授業改善とコンピテンシー評価基準の開発

「教養総合 I」でのコンピテンシー調査、担当者会議で、検証を行うなかで、講座ごとの意識の差異が生まれた。継続的会議での反省を踏まえ、次年度の「教養総合 I」では、アップデートした形での授業展開になることが求められた。

##### 3 理系課題研究への取り組み

今年度3年生は、過去の反省をふまえ、研究テーマの妥当性や可能な実験の範囲について検討した生徒が多かった。これまで経験してきた理系の卒業研究に従事した生徒たちの取り組みよりもより速やかに研究を推進する必要がある。

##### 4 コンピテンシー調査分析とルーブリック作成、自律的学びへ

コンピテンシー調査での都立 SSH 校との比較検討・分析会を実施。都立立川高校との比較も開始した。他校に比べて、自主的行動、自律的行動への意識が低い生徒が本校では目立った。教育理念である「自主自治自律」を意識させる学びに向うことが大きな課題である。

中央大学附属高等学校	指定第 1 期目	30~04
------------	----------	-------

## 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

<b>① 研究開発の成果</b>	
<p><u>仮説 1 課題研究を複数学年にまたがって指導する学校設定教科「教養総合」の開発により、次代のイノベーションを担う科学技術人材に求められる能力と資質が向上する</u></p> <p>2 年次配当「教養総合 I」の「Project in Science I」（4 講座）と「トランス・サイエンス」（1 講座）を、科学技術に関心をもつ人財育成の足がかりとして位置づけた。10 月実施の研究旅行等実地調査を通じて、現実の諸問題に対する観察力・洞察力、あるいは課題発見および解決能力の育成を試みている。</p> <p>「Project in Science I」として、国内外への研究旅行、フィールド・ワークも実施する「教養総合 I」として実施した。本年度は、①マレーシアの自然調査と観光資源開拓（マレーシア・ランカウイ島調査）②カナダ・カールトン大学にて実施された「数学・英語で学びを考える」③コンピュータ・シミュレーションをめざす「コンピュータプログラミング」④運動生理学やスポーツ心理学、トレーニングエクササイズ等を学ぶ「トレーニング科学」の 4 講座の他に、文理融合型「トランス・サイエンス」として「フクシマ・オキナワを通して近代化・科学技術を考える」も含め、計 5 講座を SSH 科目とした。さらに文理を問わない学校設定教科「教養総合」全講座に対してコンピテンシー調査を実施し、そのデータを分析していくなかで授業改善を行い、生徒および教員双方の問題意識、探求心を高めていく。</p> <p>今年度 3 年生より、従来から実施していた卒業論文（文系）および卒業研究（理系）を「教養総合 III」として本校教育の集大成と位置づけた。大学でも必要とされる論理的考察や表現力、発信力の向上をめざす。「教養総合 II」は 3 年文系対象のみの学校設定教科であるが、「教養総合 III」の「表現研究」における卒業論文作成を意識し、その論理的な考え方、方法論を学ぶ文理分野融合型の講座である。このうち、幾つかの講座では社会科学系の学問としての「科学的」な学びの重要性を随所に盛り込んでいる。一方、理系対象「教養総合 III」では「Project in Science II」（3 単位）を配置し、2 年次「教養総合 I」で行った探究活動、フィールド・ワーク（研究旅行）、そしてポスターセッション参加等を通じてのプレゼンテーション経験を下地としながら濃密な探究活動を行う。1 月 17 日に実施した理工学部での研究発表会では、他者の発表に対して傾聴する態度を意識しつつ、自らの発表の能力向上に努めていた。令和 5 年の学習指導要領改訂をにらみ、現在新カリキュラムを検討中であるが、SSH の運営を担う分掌学事部と協働しつつ、次代のサイエンスを担う探求心旺盛な生徒育成のために、現在の「教養総合」のあり方、問題点を分析している。</p> <p><u>仮説 2 科学技術人材育成に特化した英語科授業「Project in English III」の開発により、科学技術人材に求められる国際性が向上する</u></p> <p>SSH の取り組みとして最終学年に配置する「Project in English III」（対象者 3 年理系 49 名）と称する科学技術人材育成に特化したプロジェクト型授業で、理数系教科と英語科教員が共同で開発。科学的なテーマについて、英語で「探求する意欲」や他者の発言や文章を英語で理解する「傾聴力」、あるいは自身で発表として「説明する力」、他者との関係から生み出される「協創力」等の萌芽がみられた。</p> <p><u>「仮説 3 コンピテンシー・ベース観点別評価体制を開発して、科学技術人材としての「資質」も含んだ評価と指導を行うことにより、大学進学後にも生徒の科学技術人材に求められる能力と資質が向上する。</u></p> <p>「Chufu-compass」のカテゴリ自体に妥当性があることが明らかになった。「課題発見・論</p>	



理的思考」と「探求する意欲・推論する力」との連関や「傾聴力・内容理解」と「共創力・行動力」との連関があることも判明した。また、入学形態ごとに生徒のコンピテンシーが異なる傾向にあることや、「教養総合Ⅰ」の講座ごとに生徒のコンピテンシーが異なる傾向にあること。また、高校3年、大学生へと年齢を重ねても、コンピテンシーの移行がスムーズにしているわけではないことも判明した。

大学に進学した生徒も含めて継続的調査を行い、高校時代のコンピテンシーの変化を分析しつつ、大学で積極的に学ぶ学生の行動特性と比較検討することで、高校での学び、授業のあり方を検証している。生徒個人からのコメントからも、この調査により自己の在り様を冷静に判断し、相対化する契機になった点は大きな成果といえる。また、他校調査も実施し、他校との差異も明らかになったが、本校2年次実施の「教養総合Ⅰ」の選択講座ごとに異なるコンピテンシー特性があることも明瞭になってきた。その異なる結果を担当者会議で討議しあいながら、次年度の講座内容のアップデートにも活かして生きたい。

### 令和元年度までの研究開発の内容

1 課題研究「教養総合Ⅰ」、「教養総合Ⅲ」「Project in ScienceⅠ・Ⅱ」の開発

2年次「教養総合Ⅰ」の「Project in ScienceⅠ」（4講座）と「トランス・サイエンス」（1講座）の開発内容は以下の通り。

①「マレーシア・ランカウイ島」での自然調査ではサンゴ復元プログラムを毎年実施し、経年変化を観察している。同一場所でのフィールド・ワークを毎年重ねることで、観光資源開拓と持続可能な開発への眼差し、SDG,Sへの意識も高める契機になっている。継続的な学校内外での知識修得とフィールド・ワークのリンクでの体験学習で自律的な学びを高めていく。

②カナダ・カールトン大学を訪問する「数学・英語で学びを考える」では、ツールとしての英語の価値を重視している象徴的な一例である。この講座では普段の授業においても数学科教員が英語でレクチャー、質疑応答し、英語による数学的思考を意識させている。12月22日に開催された東京都内SSH合同発表会では、英語でのポスター発表を行い、外国人留学生等と英語でやりとりをする場面も見られた。この試みは3年次実施のSSH開発プログラムとしての学校設定科目「Project in EnglishⅢ」の実践にも大きな影響を及ぼしている。

③「トレーニング科学」はスポーツ科学に関心ある保健体育科の教員が担当となる実践型、分野融合型の講座である。身体のメカニズムや各種スポーツに必要とされる体力、筋力アップやそのためのトレーニングについて、運動生理学やスポーツ心理学、トレーニングエクササイズ等の領域について研究し、食欲に考察を深めていく生徒が多くいたところがこの講座設置の大きな成果である。ナショナルトレーニングセンターや各種研究機関、大学等のスポーツ科学研究部署とも連携し、内容をより高度なものにしていきたい。

④プログラミング演習としての「コンピュータプログラミング」は、生徒がオリジナルのプログラムを作成し、高校3年での卒業研究においてコンピュータ・シミュレーションをできることを目的としている講座である。

今年度、科学技術の功罪についても検討する「トランス・サイエンス」もSSH科目とした。そのうち⑤「フクシマ・オキナワを通して近代化・科学技術を考える」では現地に赴くまえに、日本の近代化と科学技術の発展が歴史的にどう推移していったのかを考察し、そのうえで現地に調査にむかい、様々な側面でこれらの事案に関与する方々からの聞き取り調査を入念に行った。

今年度3年次文系生徒には卒論を課し、理系は「教養総合Ⅲ」・「Project in ScienceⅡ」として、個人が12月の東京都SSH発表会を経て、2月19日実施の校内発表会を目指して、鋭意卒業研究に取り組んでいる。東京都SSH発表会では、卒業研究としての3年生のポスター発表は27本であった。（内訳：物理系1、化学系14、生物系5本、地学系6本、情報系1本）。昨年度の「教養総合Ⅰ」でオーロラ研究としてフィンランドでの調査を行った生徒が、今年度10月にも、



更なる調査を実施しその報告を各方面で行うなど、昨年度よりも生徒の活動が活発になったことは特筆すべき点である。1月17日に中大後楽園キャンパスで開催された卒業研究発表会において理工学部教職員の指導もいただいた。

また、今年度は高校1年生での試行的な企画として、廃棄食糧の問題やロボット、AIの発展がもたらす未来、物流などロジスティクス問題など、実社会に起こっている様々な問題について取り組んでいるNPO法人、企業などを訪問する企画を10月下旬に実施した。昨年度のソーシャルベンチャー企業の協力のもとで今回は実施したが、今後は多様な社会で活躍する本校卒業生との連携など視野に入れながら、充実したものにできればと考えている。

#### 2 高大連携プログラムの開発と「Project in ScienceⅡ」の充実

3年生対象、中央大学理工学部との連携事業を実施。1学期には理工学部で実施される「授業聴講」、2学期に執筆途中の卒業論文について理工学部教員から助言を受ける「卒業論文アドバイス」、1月にはその成果として研究を発表する「卒業研究発表会」を実施し、理工学部教職員から厳しい示唆、助言等をいただいた。

#### 3 科学技術人材育成に特化した英語科授業「Project in EnglishⅢ」の開発

「Project in EnglishⅢ」は理数系教科と英語科教員が共同で開発。科学的な問題を「探求する意欲」や他者の発言や文章を理解する「傾聴力」、あるいは自身で「説明する力」、他者との共同作業で育まれる「協創力」の育成をめざす。コンピテンシーアンケート調査や学期ごと授業アンケートを実施し、このプロジェクトの成果を分析考察する。生徒の授業アンケート等により振り返り、授業改善を適宜行った。

#### 4 コンピテンシー・ベース観点別評価体制の開発

高校入学時より生徒対象にコンピテンシー調査を実施し、学年を経ての意識の変化や2年次「教養総合Ⅰ」の科目ごとの分析、卒業時さらには大学進学後の行動特性、意識の変化を見ながら、新たなカリキュラムへの検討、授業改善を行っていく。また、質的な評価のありかたを模索する文脈で、生徒の内面に育まれる「学びに向かう力」等新たな評価体制の開発も試みている。入学形態別、学年別、受講科目ごとでコンピテンシー、意識の差異を分析し、授業内容の検討に活かしている。また、本校卒業生で理工学部進学した学生にも追跡調査を行い、高校での教育課程や評価のあり方を改善するため、データ収集と各種分析を行い、より効果的な取り組みを検討していく契機としている。高校と大学の教職員が普段から教育の課題について協議し、カリキュラムや授業改善に取り組む体制を構築する。

#### 5 生徒活動の促進

今年度、生物部や地学研究部、物理部等科学系部活動に所属する生徒による活動も活発に行われたが、「SSH部」という部も立ち上げ、運動系部活に所属する生徒がSSH関連活動に積極的に関与できるような水路もつくった。フィールド・ワーク、研究旅行に参加し、積極的な活動を行った運動部所属の生徒も少なくなかった。

科学技術に携わる次代の人材には、国際性への意識、多様な社会、価値観と関わり、英語をはじめとして多様な言語を理解し、積極的に活躍していくことが求められる。そういった観点からも、校内発表会等全校的取り組みを企画し、その企画運営自体にも生徒に積極的に関与させていくことが重要である。2月19日に開催予定のSSH研究発表会では、理系生徒の卒業研究発表のみならず高校2年生「教養総合Ⅰ」全講座の生徒がポスター発表を行い、高校1年生や中学生に対して説明すること等、生徒によるSSHの啓発活動を行う。また、12月22日に実施した都内SSH校合同発表会への参加も奨励し、結果今年度は合計47チームがポスター発表に参加した。

## ② 研究開発の課題

### 1 SSHの取り組みに関する教職員と生徒のインセンティブ向上

SSHの取り組みへの啓蒙活動として昨年度は各種講演会を頻繁に実施したが、今年度は、特に生

徒の自主的な取り組みを支援することを意識した。結果12月22日に実施された都内SSH校合同発表会のポスター発表数は昨年度の16本に比べて、今年度は47本となり、生徒の意欲が高まった証となった。

昨年同様、校内発表会は来る2月19日に実施し、2年生「教養総合Ⅰ」のうち「Project in ScienceⅠ」4講座と「トランス・サイエンス」1講座、および3年理系生徒が、ポスターセッションと口頭発表を行う。附属中学の生徒への公開もふくめ、より多くの生徒が聴講できる場を設けることで、サイエンスへの取り組みへの興味関心が高まることを目的のひとつとしている。

また、3年卒業研究では、アドバイス、指導の点で専ら理科教員への依存度が高い本年度であったが、他教科教員が文理の枠を超え、生徒の研究へ関心を持ち、時として助言・アドバイスができるかどうかはこれからのSSH活動の橋頭堡になるのではないかと考えている。そういった意味でも、文理枠を超えた2年次の学校設定教科「教養総合Ⅰ」へ各教員の積極的な関与が求められる。

## 2 学校設定教科「教養総合Ⅰ」とコンピテンシー評価、1年次での開発

昨年度の分析を踏まえ、「教養総合Ⅰ」全講座において、どんな教育効果や反省すべき点があるかを担当教員でミーティングを年間数回実施することで、各々の講座の取り組みを検証、アップデートしながら、授業改善を行った。昨年度卒業予定の高校3年生にもコンピテンシー調査を実施し、教科科目別での分析も実施し、各教科科目での取り組みがいかに生徒の自発性・自律性を促すかについて考察し、今後のカリキュラム編成へ役立てていく。

また、1年生での取り組みが希薄であったため、今年度試行的な企画として、実社会の中で様々な問題に対して、企業がどのように取り組んでいるのかについて考察する機会を10月下旬に設けた。今回はソーシャルベンチャー企業の力を借りて実施したが、今後、社会で活躍する本校卒業生の在勤企業訪問等も企画し、独自性ある1年次の取り組みの開発を行っていく必要がある。

## 3 「教養総合Ⅲ」・「Project in ScienceⅡ」としての課題研究への取り組み

3年理系の卒業研究では、昨年度までの反省もふまえ、テーマ設定の明確化や与えられた環境での実験調査の可能性を意識しながら、各々の卒業研究を進めていった。取り組むべき課題が何であるのか、そしてその解決策はあるのかといったこと、自ら問いを立てることの困難さに向かうことを意識しながら、研究に取り組みさせた。今年は昨年度の研究発表の様子を見ていたこともあり、研究への取り組みの姿勢が早く構築された生徒も多かったが、データ収集量や先行研究調査が不足する生徒も見られた点が課題として残った。

## 4 コンピテンシー・ベース 観点別評価と分析

昨年度より継続実施しているコンピテンシー評価では、生徒の経年変化がみられる最初の年となった。2年「教養総合Ⅰ」講座ごとの異なる特徴については担当者にフィードバックし、授業改善につとめた。入試形態別、学年による推移についても分析し、さらに3年生の教科別でのコンピテンシー分析は各教科の学習指導方法の現状を考察する手がかりとなる。今後データを蓄積をしながら、カリキュラム編成、各教科科目での指導内容の改善に役立てていきたい。

また、SSH認定の都立多摩科学技術高校、同時期にSSH認定となった都立立川高校、そしてこれまでSSHの実績ある都立科学技術高校へ調査協力を依頼し、比較分析で判明したことは、他校に比して受動的な学習と意識にとどまっている生徒が多いことであった。学力的に同レベルの学校との比較で、こういった意識の差異があるということは、附属高校を選択する意識の差異とも考えられる。しかしながら、このようなコンピテンシーアンケートを実施することで、生徒のメタ認知を生む契機となるのではないかと考えている。学年スタート当初から高校修了時まで実施することで、生徒の自律的行動への高まりが期待できると考えている。また、この結果の比較分析会を都立各校の先生方と設け、各々の学校の課題を認識するよい機会になった。今後も継続的に同様の調査を行い、各校での取り組みと生徒の意識・行動特性の変容等について継続して考察していきたい。

## 第2編 実施報告（本文）

### I. 研究開発の実施報告

#### 1. 本校の研究開発課題

「次代のイノベーションを担う、大学進学後も活躍する科学技術人材を育成する教育課程の開発」

#### 2. 研究開発の概要

学校設定教科目として、課題研究を行う「教養総合」と理数系教育に特化した英語科目「Project in English III」を開発し、さらにコンピテンシー・ベースの観点別評価体制を開発して指導を行うことにより、生徒の科学技術人材としての能力及び資質が在校中も大学進学後も育っていく理数系教育課程を開発する。

#### 3. 研究開発の経緯と内容

##### 1) テーマ 課題研究を行う「教養総合Ⅰ」・「教養総合Ⅲ」を開発する

仮説1「課題研究を複数の学年にまたがって指導する学校設定教科「教養総合」の開発により次代のイノベーションを担う科学技術人材に求められる能力と資質が向上する。」

本校では、2017年度のカリキュラム改定によって、学校設定教科「教養総合Ⅰ～Ⅲ」を設けた。テーマ学習による本格的な課題探究型授業を推進するためには、全ての教員が関われるよう、従来からの教科の枠にとらわれない新たな教科を設けることが必要と考え導入された。「教養総合Ⅰ」は2年生全員対象である。「教養総合Ⅰ」は、さらに4つの科目に分かれている。「教養総合Ⅱ」は3年生文系コースのみでSSH対象外であるのでここでは述べない。「教養総合Ⅲ」は3年生全員を対象に実施している。本校のSSH研究開発に関わる教科は、次の表に示す通りである。

学科	1年生			2年生			3年生			対象者	備考
	教科	科目	単位数	教科	科目	単位数	教科	科目	単位数		
普通科	国語	国語総合	4							全員 398名	2学期 実社会での課題発見の試み報告作成
				教養総合Ⅰ	Project in Science I	2				4講座 111名	課題研究 観点別評価開発対象
					トランス・サイエンス	2				1講座 19名	課題研究 観点別評価開発対象
					グローバル・フィールドワーク	2				5講座 248名	観点別評価開発対象
					グローバル・フィールドワーク	2				1講座 12名	観点別評価開発対象
								英語	Project in English III	2	理系コース 49名
							教養総合Ⅲ	Project in Science II	3	理系コース 49名	高大連携による課題研究 観点別評価開発対象

昨年度は、1年生では講演会や分野融合型授業によって幅広く科学への興味関心を向上させることを目指していたが、課題探究型学習に向けた取り組みが弱く、2年生から始まる「教養総合」へのつながりが問題となっていた。そこで今年度は、講演会の実施に加え、実社会で活動する企業、NPO 法人訪問を軸に、社会に内在する課題に目を向けさせ、問題点を考察する取り組みを行った。訪問後は、国語総合の時間を利用し、レポートを作成させ課題設定と論文作成の訓練を行った（12頁～13頁北島報告）。

「教養総合Ⅰ」は2年生全員が対象であり、様々なテーマの講座が十数講座設けられ、生徒はその中から1講座を選択する。教科を超えたテーマ学習であり、複数の教員が共同で1講座を担当する場合もある。今年度の「教養総合Ⅰ」の設置講座は、次の通りである。

科目名	講座名	選択人数
Project in Science I	コンピュータプログラミング	22名
	マレーシアの自然観察と観光資源開拓	40名
	数学・英語で学びを考える	38名
	トレーニング科学	11名
トランス・サイエンス	フクシマとオキナワを通して近代化・科学技術を考える	19名
グローバル・フィールドワーク	韓国の現代、日本との関わり	40名
	中世都市クラクフとアウシュヴィッツ＝ビルケナウ強制収容所	69名
	日豪関係を考える	40名
	アントレプレナーシップ入門	50名
	クメール遺跡群と東南アジア	49名
グローバル・フィールドワーク	災害に学ぶ～私たちにできる記憶と記録、あるいは支援と防災	12名

今年度の11講座のうち6講座は文系的な内容が主となっており、理系人材の育成にかかわるのは、「Project in Science I」の4講座と「トランス・サイエンス」の1講座の計5講座である（14頁～28頁）。ただし文系6講座も、テーマ③のコンピテンシー・ベースの観点別評価開発の対象となる。各講座は、海外も含め現地踏査に基づく課題探究と考察、検証のプロセスが求められており、支障がない限り10月第4週に現地踏査を実施している。考察した成果は、2月の校内成果発表会でポスターセッションによって披露される（68頁高報告）。

3年生では「教養総合Ⅲ」を実施した。「教養総合Ⅲ」は、文系は「国語表現」、理系は「Project in Science II」からなる。従来は理系も含めて、国語科教員が「国語表現」で論文作成指導を行っていたが、カリキュラム改編により理系の生徒については理科教員が指導する「Project in Science II」を新設し、実験をともなう理系論文の作成に取り組ませることとなった。生徒は各自課題を設定し、実験によってデータを集め、最終的に論文にまとめる。昨年度「教養総合Ⅰ」を経験しているため、「教養総合Ⅰ」で関心を持ったテーマを発展させ研究する生徒もいる。今年度は、昨年フィンランドでオーロラ観測を行った生徒のうち3名が、SSH海外研修によって再度フィンランドを訪問し、オーロラ観測を実施して研究を深化させた。こうした研究成果の一部は、神戸で行われたSSH生徒研究発表会などで発表し、奨励賞や優秀研究賞を受賞するという荣誉に浴している（39頁～44頁本多報告、69頁三輪報告、71頁田島報告）。「Project in Science II」の指導は、生徒の選んだ課題に沿って理科教員がそれぞれの専門分野に従い数名ずつを担当し行っている。実験、研究に当たっては、高大連携により中央大学工学部の教員のアドバイスを受ける機会も得ている（29頁～31頁鈴木報告、研究論文題目は巻末資料3）。



## 2) テーマ 科学技術人材育成に特化した英語教育を強化する

**仮説2「科学技術人材育成に特化した英語科授業 “Project in EnglishⅢ” の開発により、科学技術人材に求められる国際性が向上する。」**

3年生では「Project in EnglishⅢ」も新設された。これは、従来英語での発信力を向上させる目的で1、2年生で実施していた「Project in English I・II」（「Project in English」については、平成30年度SSH研究開発実施報告書38頁を参照）を3年生にまで拡充させたものである。「Project in EnglishⅢ」は文理を問わず設置されているが、理系では理科教員と英語科教員がTeam Teachingを行い、実験を行いながら英語での表現の仕方を学び、英語論文の扱い方、英語によるポスター作成や口頭発表などの技能習得を目指した教育を実践している（47頁～55頁本多報告）。

## 3) テーマ コンピテンシー・ベースの観点別評価体制を開発する

**仮説3「コンピテンシー・ベースの観点別評価体制を開発して、科学技術人材としての「資質」も含んだ評価と指導を行うことにより、大学進学後にも生徒の科学技術人材に求められる能力と資質が向上する」**

課題探究型授業の導入により、口頭発表、レポート、論文提出などの機会が多くなり、ペーパーテスト以外の生徒の能動的活動を客観的に評価することが求められている。どのような観点で評価するかは、各先生の授業の進め方によって異なるが、評価軸の作成と公開は必要となっている。本報告の中でもいくつか事例が示されている（13頁、19頁、49頁など）が、どのような評価が合理性があり、教員、生徒とも受け入れられるものなのか、試行錯誤が続いている段階である。評価軸の作成のために、昨年度は、コンピテンシー自己評価システムである Chufu-compass を開発（平成30年度SSH研究開発実施報告書42頁を参照）し、これに基づく自己評価アンケートを、1年、2年の全生徒と3年理系コース選択者、本学から中央大学理工学部へ進学し在籍している学生に実施した。また本校の生徒の行動特性を比較検討するために、昨年度から今年度にかけて、都立科学技術高校、都立多摩科学技術高校、都立立川高校の生徒にもアンケートにご協力いただいた。この分析結果については、学内で共有を図るとともに、協力校や学外の研究会においても分析結果報告を実施した（56頁齋藤報告）。また、「教養総合Ⅰ」の担当教員に対してもアンケートを実施し、コンピテンシー・ベースの観点別評価の構築について、現状での問題点を検討した（73頁～74頁高報告）。課題探求型授業においては、生徒が自ら課題を見つけ考察するプロセスが問題となっている。そこで課題発見的思考を育成する導入として、本校では「探究マップLight」を開発し、一部の授業で試行している（巻末資料4）。

## 4. 成果の発信と普及

「教養総合Ⅰ」については、2月に2年生全生徒による成果発表会を実施している（68頁）。この成果発表会は、1年生が質問者として参加し上級生の発表に触れることが、次年度にむけての良き指導となっている。「教養総合Ⅲ」の「Project in ScienceⅡ」については、1月17日に中央大学理工学部において口頭発表会を行い、合わせて英文でのポスターセッションも実施し



た(31頁鈴木報告・54頁本多報告)。理工学部での報告では、論文作成中にアドバイスを頂戴した理工学部の先生方にもご参加いただきご意見を賜っている。対外的には、神戸で開催された「SSH生徒研究発表会」のほか、各種発表会に参加し生徒の成果を公開している(69頁～72頁)。

### 研究開発経緯一覧

月 日	内 容	掲載頁
2月20日	校内SSH成果発表会を実施	68頁
4月	2年生「教養総合Ⅰ」授業開始	14頁
4月	3年生「教養総合Ⅲ」(理系コースは卒業研究、文系コースは卒業論文)授業開始	29頁
5月26日	日本地球惑星科学連合 2019年大会高校生セッションで生徒発表	72頁
5月30日	SSH講演会@Chufu Vol.5 講演者芝浦工業大学学長村上雅人先生	36頁
6月3日～7日	3年生理系コース生徒が、中央大学理工学部において大学生向け授業を聴講	29頁
6月13日	第9回東芝杯中国師範大学理科学技術技能創新コンテスト入賞者来校、研究授業、研修会を実施	45頁
6月21日	東京都生物教育研究会と本校合同の教員対象カリキュラムマネジメント研修会を実施	46頁
6月22日	3年生「卒業研究」オーロラ研究生徒 情報通信研究機構見学、ポスターセッション参加	71頁
6月中	3年生理系コース「卒業研究」のテーマについて大学教員からアドバイスを受ける期間を設定	30頁
7月17日	希望者に「豚の頭の解剖」実験を実施	37頁
8月3日～14日	喜界島サンゴ礁科学研究所サイエンスキャンプ参加	38頁
8月7日～8日	SSH生徒研究発表会(神戸国際展示場)に参加	69頁
10月21日～23日	2年生「教養総合Ⅰ」フクシマとオキナワを通して近代化・科学技術を考える フクシマ実地踏査	26頁
10月21日～25日	3年生「教養総合Ⅲ」オーロラ研究生徒 フィンランド海外研修	39頁
10月22日～27日	2年生「教養総合Ⅰ」マレーシアの自然環境調査と観光資源開拓 現地踏査	17頁
10月24日	2年生「教養総合Ⅰ」トレーニング科学 国立スポーツ科学センター・帝京平成大学にて研修	23頁
10月24日・25日	1年生 「実社会での課題発見の試み」企業・NPO法人訪問	12頁
11月	1年生 国語総合の授業において「実社会での課題発見の試み」実地踏査レポート作成指導	13頁
11月8日～10日	日本サンゴ礁学会22回大会 小・中・高校生によるサンゴ礁研究ポスター発表	72頁
11月30日	3年生「教養総合Ⅲ」卒業研究論文提出締め切り	
12月11日～16日	2年生「教養総合Ⅰ」数学・英語で学び考える カナダ・カールトン大学訪問研修	20頁
12月21日～25日	2年生「教養総合Ⅰ」フクシマとオキナワを通して近代化・科学技術を考える オキナワ実地踏査	27頁
12月22日	令和元年度東京都内SSH指定校合同発表会参加	70頁
12月23日	第8回気象文化大賞「高校、高専 気象観測器コンテスト観客賞受賞	33頁
1月11日	2年生次年度理系コース選択予定者にSSH講演会を実施 講演者中央大学理工学部教授牧野光則先生	36頁
1月17日	「教養総合Ⅲ」理系卒業研究発表会を中央大学理工学部で開催、口頭発表及び英文ポスター発表	30頁
2月19日	校内SSH成果発表会を実施予定	
3月22日	関東近県SSH指定校合同発表会に参加予定	

## Ⅱ. 研究開発の内容

仮説 1 : 「課題研究を複数の学年にまたがって指導する学校設定教科「教養総合」の開発により次代のイノベーションを担う科学技術人材に求められる能力と資質が向上する。」

### 1. 実社会での課題発見の試み（高校 1 年生対象）

国語科 北島咲江・地歴公民科 大島誠二

#### ①問題点の指摘

昨年度、1 年生では SSH の取り組みとして、講演会の聴講、および家庭科と化学科による分野融合型授業を実施した。これは科学への興味関心への視野を広げる目的で実施されたものだったが、以下のような指摘を受けていた。

- 1) 2 年生から始まる教養総合に向けた、1 年生での SSH に対する取り組み、カリキュラムでの対応が弱い。
- 2) 3 年生の教養総合Ⅲ論文作成において、生徒自身が課題を設定する力が不足しており、1 年生段階から、生徒が個々に課題について考えさせる取り組みが必要である。

そこで今年度は、分野融合型授業を発展させ、実社会の中でどのような課題があるのかを考えさせ、自分の考えをまとめさせる新たな取り組みを実施した。

#### ②今年度での 1 年生の新たな取組

10 月 24 日（木）、25 日（金）に、実社会の中での様々な問題に取り組む企業、NPO 法人などを訪問し、その活動の内容を知ることで、実社会の中にある課題を考えさせ、訪問後、国語の授業を用いて自分の考えをまとめさせた。訪問は、以下の 11 コースに分かれて実施した。見学前には、問題意識の持ち方などについて事前指導を行った。なお実施に当たっては、ソーシャルベンチャー企業のリディラバに相談し、訪問先をご紹介いただいた。

	タイトル	訪問先	生徒数
1	歌舞伎町で出所者の再チャレンジについて考える	株式会社生きなおし	62 名
2	組織のあり方から働き方改革を考える	株式会社アトラエ	38 名
3	これからの地域に必要な終末期医療の可能性を考える	一般社団法人プラスケア	5 名
4	QR コードを使って言語バリアフリーを考える	株式会社 PIJIN	50 名
5	美しいモスクで異文化理解を考える	東京ジャーミイ・トルコ文化センター	35 名
6	日本の伝統工芸品を次世代につなぐ魅力と課題を知る	株式会社和える	15 名
7	膨大な廃棄食料のこれからを考える	日本フードエコロジーセンター	9 名
8	買い物弱者に商品を届ける仕組みについて考える	西濃ロジトランス	21 名
9	ロボットと作る未来をのぞいてみる	Kawasaki Robostage	88 名
10	多様化する現代の依存症の問題の課題を見つける	NPO 法人 ASK	22 名
11	臓器移植を通じて自己の生と死のあり方考える	日本臓器移植ネットワーク	61 名

### ③レポート作成指導

訪問の後には、国語総合①現代文のなかで、現地で見聞きしたことをもとに、存在する課題と解決策を考察するレポートを課した。授業の手順は、以下のとおりである。

- 1) コース毎にグループを作る(1グループ4~5人)。お互いに現地で学んだ情報を整理した。
- 2) 「評価表」を予め共有するとともに、何を目的とし、何のために書くのかを確認した。
- 3) 「探究マップ Light」(巻末資料4参照)を用いて、各自のコーステーマに関する「問い」を立てた。
- 4) 「探究マップ Light」を用いて、「問い」、「現状把握／調査」、「原因」、「根拠」、「仮説」、「検証／評価」の順で文章の流れを各自で実際に作ることで、報告すべき内容が読み手に適切に伝わる方法を学んだ。
- 5) レポートの仕様に基づいて、1,200字以内で執筆した。

〔使用した評価軸と評価表〕

評価軸は、「問いの妥当性」「問い、仮説、根拠、結論の整合性」「根拠の確証性」「表現力と文章量の適切さとタイトル」「文章量と提出形態」について評価した。評価項目については執筆前に生徒に開示した。

校外学習(スタディツアー)レポート評価表(20点)\*下記の表に基づく特点を20点に換算します。

評価観点	観点の内容	D 3点	C 5点	B 7点	A 8点
問いの妥当性	問いに妥当性(「いま」の現状において問うべき理由・根拠)はあるか	問いに妥当性がない (現状の社会において問う理由がない)	問いに妥当性はあるが、必要不可欠なものとはいえない	問いに妥当性はある。やや説得力には欠けるが根拠も示されている	問いに妥当性があり、その根拠にも説得力がある
問い、仮説、根拠、結論の整合性	問いと結論に整合性がある(論理展開に矛盾がない)か	問い、現状分析、仮説、仮説の根拠、結論のあいだの論理展開に繋がりがなく、多々矛盾が見られる	問い、現状分析、仮説、仮説の根拠、結論のあいだの論理展開に繋がりは見られるが、矛盾した箇所がある	問い、現状分析、仮説、仮説の根拠、結論のあいだの論理展開はなめらかさには欠けるが、妥当なものである	問い、現状分析、仮説、仮説の根拠、結論のあいだの論理展開はなめらかで、整合性が保たれている
根拠の確証性	現状分析と解決策を示すうえでの根拠は明確か	根拠はなく、思い込みで書いている	根拠と思われるものを1つ以上示しているが、根拠として機能していない	根拠を1つ以上示しており、根拠として機能している	根拠を2つ以上示しており、提示された根拠によって主張や仮説の妥当性や必要性が高まっている
表現力と文章量の適切さとタイトル	表現(主述の呼応、適切な語彙量、接続詞の適切な使用、文と文の論理的なつながり等)は主張を伝える上で適切か。タイトルは適切か	稚拙な表現(主語と述語が呼応していない、語彙量が乏しい、接続詞が適切に使えない、文と文がつながっていない、誤字脱字が多数ある等)が多々見られる。タイトルもしくはサブタイトルがない	稚拙な表現が複数あり、十分な推敲を行っていない。主張を進め、論理展開を作ろうとはしている。タイトルもしくはサブタイトルが執筆内容と食い違っている	「観点の内容」に示された基準を満たしており、書き手が伝達したい内容は伝わっている。タイトルおよびサブタイトルは執筆内容を表している	自分の主張を他者に伝える上で、自由自在に文章を書く力がある。他の見本となる文章力である。タイトルは読みたくなるものであり、サブタイトルは執筆内容を端的に表している
文章量と提出形態	指定された文章量を書けているか。提出形態は指示通りか	文章量は5割程度である。提出形態がまったく守られていない(表紙、タイトル、サブタイトルがない。ホチキス止めではない。余白・フォント等が異なる等)	文章量は8割程度である。提出形態について、数多く間違いがある	文章量は8割(960字)をギリギリ超えているが1,000字に満たない。提出形態についてほとんど間違いがない	文章量は9割(1,080字)を超えている。提出形態は完璧に守られている

※誤字・脱字は、1ヶ所につき-2点。重複箇所の減点はしない

今回の試みは、実社会の中にどのような課題が存在するかを生徒に考察させる目的で実施した。訪問先では、科学的思考や技術によって社会に存在する問題点の解決を図っていた現場も多く、科学と実社会との関係についても生徒の関心を喚起できたと思う。自ら課題を見つけ考察する訓練は、2年以降の教養総合に向けてふさわしい取り組みとなったと考えている。

## 2. 教養総合Ⅰ（高校2年生対象）

2年生で行う教養総合Ⅰは、全生徒を対象とし、生徒は11講座の中から1講座を選択し履修する。11講座の中で主に理系的思考を軸とするのは、「コンピュータプログラミング」「マレーシアの自然環境調査と観光資源開拓」「数学・英語で学びを考える」「トレーニング科学」「フクシマ・オキナワを通して近代化・科学技術を考える」の5講座である。このうち「コンピュータプログラミング」「フクシマ・オキナワを通して近代化・科学技術を考える」は2019年度から開講の講座である。

### 1) コンピュータプログラミング

理科 奥村 暁

#### i) 本授業の目標

本授業は、生徒がコンピュータプログラミングの知識と技術を獲得できることとともに、プログラミングを通じ、コンピュータの基本的な使い方、論理的思考、推論する力、計画管理等を養うことを目標に行っている。

#### ii) 受講生徒

生徒数は高校2年生22名（男子15名、女子7名）である。これらの生徒はまだ文系・理系のコースには分かれていない。開講当初、コンピュータプログラミングをすでに経験していた生徒は男子2名のみであり、多くの生徒がデスクトップのPCを使うことにも慣れておらず、キーボード入力も一つ一つ文字を見つけながらキーを押していく状態であった。

#### iii) 授業構成の指針

コンピュータプログラミングを学習するにあたり、以下の点に留意した

- ① コンピュータに命令を出し、コンピュータがそれを正確に実行するという、コンピュータの実態が少しでも体感できるように、できるだけシンプルにプログラミング、実行ができる環境にする。
- ② コンピュータに慣れていない生徒が多いことから、PCの使い方、文字の入力方法、ファイルの保存方法などの基本的なことから始める。
- ③ コンピュータプログラミングの学習が楽しめるように、結果を目で見て楽しめる「図形や動画の作成」を中心としたプログラムとする。
- ④ 本授業で獲得したプログラミングの知識・技術が大学や社会で生かせるものであること。
- ⑤ インターネットを通じてプログラミング等の知識が学習できるように、授業中でのインターネット利用を可能にする。それにとめないセキュリティー対策、他の授業への影響がないように、インターネットが利用できる時間を制限する。
- ⑥ 最終的に生徒一人一人がオリジナルのプログラムを作成できるようになる。
- ⑦ 高校3年生で理系コースに進んだ生徒には、卒業研究を行う授業「Project in Science II」にて、自然現象についてのコンピュータシミュレーション等ができるための準備となること。

#### iv) 使用するプログラミング言語、教材等

上記指針①を目指すと同時に指針④が成立することを目的とし、使用する言語は社会的にも非常に多く使われ、また他の言語を学ぶことにもつながる汎用性を持ち、大学でのプログラミング学習の予習にもなるように、「Java」を使用することとした。また、プログラミングを実際に書いていくためのエディタも、できるだけシンプルなもの、かつ作成したプログラムの内容に合わせて自動に色分けされるものとして「TeraPad」を使用する。さらに作成したプログラムのコンパイル、実行は端末画面から命令を文字入力することによって行う。

また指針③、⑥を目標とし、教材として「上坂吉則著：Java で楽しむプログラミング入門（牧野書店）」を用い、記載されているプログラム例を自分で一から入力していくことによって、プログラム初心者でも、結果を楽しみながら、徐々にプログラムの意味を獲得していくことができるように配慮した。

#### v) 授業の形態

授業は毎時間、本校の特別教室「Computer Lab.」にておこない、デスクトップPCを一人一台使用できる環境とした。授業の初めには、作成するプログラムの内容において特に注意を必要とするものについて、教員が説明を行う。その後、生徒たちは教材にならってプログラムを作成していく。その際、コンパイルの方法やデバッグについて、生徒同士で相談しながら進めていくことができる。また教員は2名で行っており、教員が個別にアドバイスも行う。さらに生徒が教材に従ってプログラム作成をすることで理解していった知識・技術を確認するため、時折「課題プログラム」を出す。生徒たちは相談しながら、今までの知識を使ってその課題を解き、それによって応用力や推論する力を養う。

#### vi) 作成するプログラム内容

使用する教材に従い、以下の順番でプログラムの理解を目指す。

- 1 図形を描く：画面上の座標軸の概念を獲得し、さまざまな図形を表示する。
- 2 文字列を描く：画面に文字列を表示させ、結果をより豊富な内容にする。
- 3 繰り返し文：繰り返しを行うことで、より複雑な図形の作成や計算ができる。
- 4 条件文：条件に従ってコンピュータが判断し分岐するプログラムを用いて、より高度な内容を目指す。
- 5 GUIの表示：普段コンピュータを使うときに使用している Graphical User Interface (GUI) を自分で作成し、プログラムの実行結果を用いてユーザーがコンピュータを便利に使える仕組みを体験する。
- 6 動画の作成：動画を作ることで、高校3年での卒業研究や大学・社会での研究等におけるコンピュータシミュレーションをおこなう基礎を養う。

以上の項目について、提出を必須とした33個のプログラムと、提出を任意とした20個のプログラムについて作成を行った。



## vii) 本授業の進行

上記プログラミング作成、オリジナルプログラム作成を目指し、以下のように進行している。

1 学期：コンピュータの基本的な利用方法の理解（ディレクトリ構造の理解、ファイルの保存方法、キーボードの使い方等）。上記プログラム 1、2 の作成。

2 学期：上記プログラム 3～6 の作成。オリジナルプログラムのアイデアを練る。課題プログラムの作成。

3 学期（予定）：オリジナルプログラム作成。

## viii) 授業での生徒の状況

ほとんどの生徒がデスクトップ PC の使い方に慣れていないところから始まったものの、タイピング、ファイルをフォルダへ保存、ディレクトリ構造の理解に関しては、毎回の授業ですぐに慣れていった。タイピングに関しては、当初多くの生徒が一文字一文字探しながら入力していたが、2 学期終了時点では 1 分間あたりの入力文字数が生徒平均で 110.7 文字となった。

プログラミングに関しては、「ソースファイル」を「コンパイル」して「実行ファイル」にし、実際に「実行する」という流れを理解する必要があるが、これも教材にしたがって図形を描くプログラムを作成する間に慣れていった。ただし、図形を描くことが初めてのプログラム体験であるので、画面上の座標軸の概念を獲得し、思ったように図形を配置することに苦労していた。特に大切なことは、作成したプログラムにエラーがあったときの修正だが、生徒には端末画面に表示されたエラーメッセージの意味が分からないため、1 学期後半にさしかかるくらいまでは、教員が全員に、また個別に説明していくことが非常に多く、生徒同士で問題を解決することは困難な状況であった。しかし、これも段々とプログラミングの回数が増え、エラーメッセージを何度も見ていく間に少しずつ慣れていき、1 学期の終盤では、教員が生徒に説明する機会は減っていった。その分、生徒個人で解決したり、また生徒同士で教えあえる状況になったので、1 学期の間にプログラムの基礎が定着したと考えられる。そのような状況にて作成した図形のプログラム結果の一つが図 1 である。2 学期になると、繰り返し文、条件文といった、プログラミングをする上で重要となる内容を学習し、さらに GUI の作成を行った。この部分になると、やはりプログラムの意味を理解することが難しいようであったが、高度なプログラムである分、結果もより面白いものになるので、生徒たちのプログラムへの取り組みは熱心であった。その際に出した課題プログラム「Fibonacci 数列」において、生徒が行った計算結果の例が図 2、また GUI の作成結果の一つが図 3 である。GUI はオリジナルプログラムに応用したいと思う生徒も多く、3 学期でのプログラム作成時に役立つと期待される。以上、現時点までの報告である。

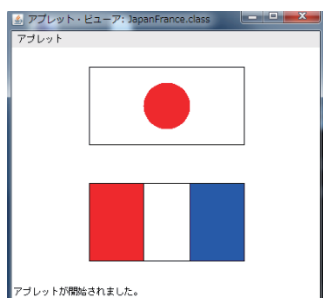


図 1 図形の作成

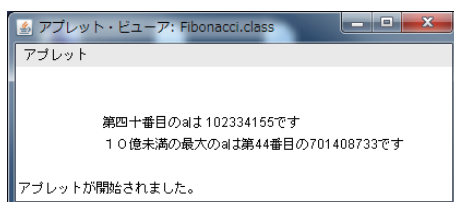


図 2 Fibonacci 数列の計算

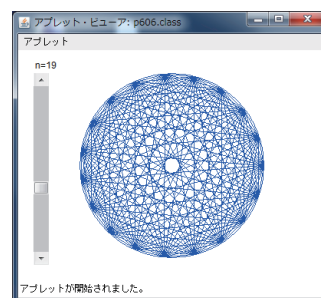


図 3 GUI による図形表示

## 2) マレーシアの自然環境調査と観光資源開拓

理科 岡崎弘幸 国語科 北島咲江

### i) 授業のねらい

マレーシアは、国土の半分以上が熱帯多雨林に覆われているという地理学的条件から数多くの動植物が生息する自然王国として世界的に評価が高く、一方、その地政学的特徴によりはるか昔からグローバル化の状態にあり、「アジアの縮図」としての役割を担う国である。この「文化」「自然」の両面におけるグローバルな学びを可能とするのが、マレーシアのプログラムである。具体的には、「自然」の側面では生物多様性と世界地質遺産という財産を「未来」につなげていく方法を考察した。「文化」の側面では観光産業の育成に力を入れるマレーシアで、現地の高校生と共に「未来の観光」について考え、本校生徒が「ランカウイの観光について考える」ためのパンフレットを制作した。また、今年度から学びの柱としてSDGsの視点を取り入れることで、各生徒が自然保護および観光の両面におけるサステナビリティを理解し、その実現の重要性を意識することを目指した。

### ii) 授業の目標

大目標	日々の生活におけるサステナビリティの意識と実現
1 学期 目標	①探究目標の明確化 ②ランカウイ島の生態系、環境についての理解 ③SDGsの視点の習得④マルチタスクスキルの習得 ⑤学びを振り返るクセをつける
2 学期 目標	①探究目標（生態系、環境、観光をめぐる状況についての理解）の明確化 ②SDGsの視点の深い理解 ③スケジュール管理力、自主性を育む ④自発的、積極的に学ぶ姿勢を身につける ⑤マルチタスクスキルの習得・向上 ⑥学びを振り返り、既に学習している様々なことを自分の中で繋げられるようになる （3次元の視点で自身の学びを構築する）⑦多様な発表、他国の生徒との交流、共同研究等の経験から、社会における自身のあり方ともたらされる評価について意識する
3 学期 目標	①SDGsの視点の深い理解 ②実施した研究の達成に関する整理と自己評価 ③3次元の視点で自身の学びを構築する ④SSHでの多様な発表等を通じて見聞を広めるとともに社会性を習得し向上させる

### iii) 授業内容

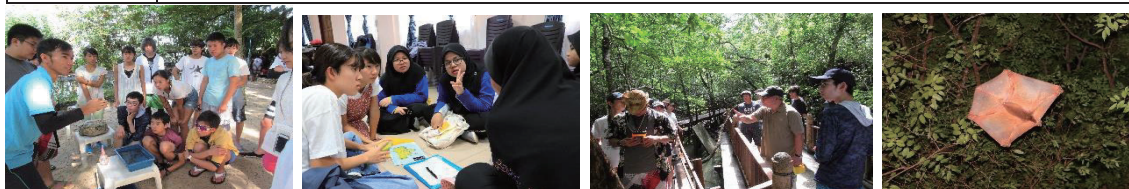
1 学期	・SDGs カードゲーム体験 ・ランカウイ島の環境および生態系について文献調査 ・「観光/観光地」が抱える問題点調査 ・グループレポート&発表 ・自然調査班：調査方法実習（地図の書き方、記録方法、カメラの使い方など） パンフ班：プロの編集者からパンフレット制作について学ぶ ・「交流」の方法を学ぶ ・各班の「探究テーマ」から、現地での研究手順を発表
2 学期	・現地生徒へのインタビュー内容、共同調査内容を考察。英語での発表準備。ペアで ポスター発表準備 ・野外データの記録方法習得。プロによるパンフ制作助言 ・現地交流に向けて、手元資料とラフの連携を考察 ・現地研修 ・SSH 都大会(12/22)発表準備とパンフレット入稿原稿作成
3 学期	・探究マップを用いたレポート執筆 ・学びの社会実装の視点を意識する ・SSH 校内発表会に向けたポスター制作およびポスター発表

### iv) 現地研修について

マレーシア北部のランカウイ島において2019年10月22日(火)から27日(日)の4泊5日  
で実施(機内1泊)。昨年度からの改善点は、現地のマスリ高校との学校交流をより充実させ、お互いの自然や文化交流のほか、両校生徒による共同自然調査を導入。また自然調査の時間を増やし、  
現地各所で取材を実施。講座選択者38名参加(1名病欠で不参加)。実施プログラムを表1に示す。

〔表1〕 マレーシア・ランカウイ現地研修旅行のプログラム

10/22(火)	成田→クアラルンプール経由でランカウイ島へ
10/23(水)	午前：マスリ高校との学校交流（3時間）。プレゼンテーション、自然や環境問題等について意見交換、合同昼食会を実施 午後：ランカウイ島北西部の熱帯多雨林にて自然環境共同調査（2時間） 夜間：ホテル周辺の熱帯多雨林にて夜行性動物の観察
10/24(木)	午前：サンゴ復元プログラム(講義、各種サンゴの観察、サンゴ移植実習、筏制作等) 午後：ホテル周辺の熱帯多雨林にて野生生物の調査、海洋生物の観察 夜間：夜行性動物の調査、観察(班活動)
10/25(金)	午前：5億年前の地層観察。世界地質遺産キリムにてマングローブ林の自然観察（猛禽類、コウモリ、カルスト地形の洞窟、魚類・カブトガニ等の観察） 午後：クアリンにて地元のマーケット見学。世界地質遺産ダヤンブン島で生物観察と湖で水浴 夜間：ナイトマーケット見学
10/26(土)	午前：ホテル周辺の熱帯多雨林にて自然調査(続き)。ホテル従業員への取材 午後：現地ショッピングモール見学。ワシ公園・伝説公園見学と生物観察。夜行便で帰路へ
10/27(日)	クアラルンプール経由で朝に成田空港着



v) 評価と課題

評価対象は「グループ」または「個人」による成果物と発表に対して行った。「グループ」および「個人」に対する評価率は1年間を通じて「グループ」55%：「個人」45%とした。評価軸には、「探究」「調査」「計画管理」「記述」「説明」「発表」といった複数の観点を入れることで、各生徒の得意とする一面を十分に評価するとともに、Google Classroom を通じて生徒が評価された項目と課題の残る項目を確認できるようにすることで、自身の伸ばすべき分野を把握できるようにした。1年間の評価内容は〔表2〕に示す（網掛け部分は「個人」評価点である）。

1学期	2019/5/10	2019/5/17	2019/5/31	2019/6/14	〔表2〕 1年間の評価内容				
	観光地に関するレポート	生態系に関するレポート	ランカウイの探究方法に関する発表(第1回)	ランカウイの探究方法に関する発表(第2回)					
	20	20	30	30					
2学期	2019/9/6	2019/9/13	2019/9/27	2019/10/11	2019/10/22-27	2019/11/8	2019/11/22	2019/11/29	
	〔自然班〕探究対象に関する調査〔パンフ班〕観光パンフレットに関する調査	共同調査に向けての準備発表	サンゴ翻訳	マスリ高校生徒へのインタビューおよび共同調査内容発表	現地調査後レポート	〔自然班〕現地調査グループレポート〔パンフ班〕作成パンフデータ	〔自然班〕作成ポスター〔パンフ班〕作成パンフデータ	SSH発表会に向けた発表練習	
	15	5	5	15	5	〔自然班〕15/〔パンフ班〕	〔自然班〕25/〔パンフ班〕	15	
3学期	2019/12/17	2020/2/14	2020/2/21						
	〔自然班〕SSH発表会での発表〔パンフ班〕パンフ入稿データ	個人レポート：ランカウイの自然保護と観光のサステナビリティについて	校内SSH発表会での発表						
	25	65	10						

また、評価対象(物)については、各学期のはじめに説明し、発表・提出前には下記のような評価表を Google Classroom を通じて共有することで、生徒には評価表に沿った実施を心がけさせた。評価される内容について意識した上で成果物を作成、提出、発表することで、生徒が教員側の一方的な評価に受け身にならずに、学びに対して積極的かつ主体的なモチベーションを保てるよう意識した。



今後の課題として、探究対象を早期に発見できる流れの創出、各生徒における探究意欲のさらなる醸成が挙げられる。探究対象が早々に決まったグループでは、研究に自発的かつ積極的に取り組み、意義ある研究を生み出した一方で、探究という学びを立ち上げること自体に困難を覚えるグループもあったからだ。次年度は生徒の意識づけ、意欲向上の仕組みづくりを工夫していきたい。

〔表3〕発表に用いた評価表(各回評価項目は異なる) 〔表4〕第1回目発表に対する教員によるコメント(これをもとに生徒は第2回発表の準備をする)

【教養総合1ランカウイ】発表評価表

評価項目	評価の特徴	評価基準			
		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
課題発見	今の時代や地域の状況に関する課題を把握し、自ら課題を設定している。	現在の社会の課題を把握している。	身近な課題を把握し、課題を設定している。	自身の課題を把握し、課題を設定している。	自身の課題を把握し、課題を設定し、その課題の重要性を認識している。
探究する意欲	興味のある分野に対して自分の探究テーマを設定し、自ら探究に取り組んでいる。	興味のある分野を把握している。	自分の興味のある分野について、探究テーマを設定している。	自分の興味のある分野について、探究テーマを設定し、その分野の重要性を認識している。	自分の興味のある分野について、探究テーマを設定し、その分野の重要性を認識し、探究意欲を高めることができる。
情報する力	課題を解決するために必要な情報を収集し、整理し、活用している。	必要な情報を収集している。	必要な情報を収集し、整理している。	必要な情報を収集し、整理し、活用している。	必要な情報を収集し、整理し、活用し、その活用方法を説明することができる。
計画管理	探究の進捗状況を把握し、計画通りに進んでいる。	探究の進捗状況を把握している。	探究の進捗状況を把握し、計画通りに進んでいる。	探究の進捗状況を把握し、計画通りに進んでいる。	探究の進捗状況を把握し、計画通りに進んでいる。また、計画の変更や修正ができる。
記述力	探究の進捗状況を正確に記述し、その内容を整理している。	探究の進捗状況を記述している。	探究の進捗状況を記述し、その内容を整理している。	探究の進捗状況を記述し、その内容を整理し、活用している。	探究の進捗状況を記述し、その内容を整理し、活用し、その活用方法を説明することができる。
説明力	探究の進捗状況をわかりやすく説明し、その内容を整理している。	探究の進捗状況を説明している。	探究の進捗状況を説明し、その内容を整理している。	探究の進捗状況を説明し、その内容を整理し、活用している。	探究の進捗状況を説明し、その内容を整理し、活用し、その活用方法を説明することができる。
共創力	探究の進捗状況を共有し、その内容を整理している。	探究の進捗状況を共有している。	探究の進捗状況を共有し、その内容を整理している。	探究の進捗状況を共有し、その内容を整理し、活用している。	探究の進捗状況を共有し、その内容を整理し、活用し、その活用方法を説明することができる。

評価項目	教員A	教員B	教員C	教員D	教員E	教員F	コメント
2	2	2	2	3	3	3	この生徒は、課題の発見から探究の進捗状況まで、非常に丁寧に取り組んでいる。特に、課題の重要性を認識している点が評価できる。
2	3	3	2	3	2	3	この生徒は、探究の進捗状況を非常に詳しく説明している。また、その内容を整理し、活用している点も評価できる。
2	2	2	2	3	3	3	この生徒は、探究の進捗状況を非常に詳しく説明している。また、その内容を整理し、活用している点も評価できる。
2	2	2	3	3	2	1	この生徒は、探究の進捗状況を非常に詳しく説明している。また、その内容を整理し、活用している点も評価できる。
3	3	3	3	3	3	4	この生徒は、探究の進捗状況を非常に詳しく説明している。また、その内容を整理し、活用している点も評価できる。
3	4	3	3	3	3	3	この生徒は、探究の進捗状況を非常に詳しく説明している。また、その内容を整理し、活用している点も評価できる。
3	3	3	3	4	4	4	この生徒は、探究の進捗状況を非常に詳しく説明している。また、その内容を整理し、活用している点も評価できる。
1	2	1	3	2	3	3	この生徒は、探究の進捗状況を非常に詳しく説明している。また、その内容を整理し、活用している点も評価できる。
2	2	2	3	2	3	3	この生徒は、探究の進捗状況を非常に詳しく説明している。また、その内容を整理し、活用している点も評価できる。
1	2	2	2	2	1	1	この生徒は、探究の進捗状況を非常に詳しく説明している。また、その内容を整理し、活用している点も評価できる。
1	2	1	2	1	2	2	この生徒は、探究の進捗状況を非常に詳しく説明している。また、その内容を整理し、活用している点も評価できる。
1	2	1	1	1	1	1	この生徒は、探究の進捗状況を非常に詳しく説明している。また、その内容を整理し、活用している点も評価できる。
1	1	1	1	1	1	1	この生徒は、探究の進捗状況を非常に詳しく説明している。また、その内容を整理し、活用している点も評価できる。

以下は、生徒による成果物である。  
〔表5〕「ランカウイの観光について考えるためのパンフレット」

〔表6〕SSH 発表会で発表したポスター「樹皮の模様と比較したヒヨケザルの擬態の可能性についての研究」

### 3) 数学・英語で学びを考える

数学科 秋山和男

この授業の目的を改めて記しておく。

- 1) 数学的論理の理解を得ること
- 2) 数学を考えるための道具としての英語を使えること
- 3) 数学を英語で考えること
- 4) 英語で表記された数学の問題を解くこと
- 5) その解答を英語で表現できること

以上5つのことの習得を目指して授業を展開した。上記目標を達成するために各学期の授業内容は

< 1 学期 >

- 数学英単語を数学辞書(2)より 1000 単語を選び、その意味、使用法、その単語を使用した例文を作成する課題
- 参考文献(1)を使用して、数学的表現の方法に慣れる学習
- 参考文献(3), (4), (5)を使用して、実践的に日本語で数学を学習したときと、英語で数学を学習したときの違いを学ぶ

< 2 学期 >

ミンガレリ教授から送られてくる問題を解く。さらに地域研究としてカナダ首都オタワについて班ごとにテーマを決め調査しその内容を発表する。以下に送られてきた問題の一部を紹介する。

1. Define a straight-edge and compass construction in plane geometry. Give Archimedes' construction for the trisection of an angle and show why it is not an acceptable solution to this 2500years old problem. what type of triangle can be trisected (previous)
2. Collapsing Gas Clouds – Stability (previous)
3. State and prove the classical Theorem of Pythagoras. Then state such a theorem for a SPHERICAL triangle. Can you prove it? Also, can you prove an equivalent theorem in HYPERBOLIC geometry? (previous)
4. The Close Encounter to the Sun of Barnard's Star (previous)
5. Why are hot things red? (previous)
6. Show that if  $\lim_{x \rightarrow a} x^{x^{x^{\dots}}} = L$  where the number of exponents tends to  $\infty$ , then  $a < e^{\frac{1}{e}}$
7. Show that  $\forall n \geq 1 \quad \lim_{|x| \rightarrow \infty} D^n(e^{-x^2}) = 0$
8. Two concentric ellipses are given by  $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1$  (E1) and  $\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{25} = 1$  (E2)

Find the points on E2 obtained by the intersection of the tangent line to the point  $(1, \frac{3\sqrt{3}}{2})$  on E1.

Two circles of radius 8cm and 2cm are tangent to each other. Find the length of their common external tangent.



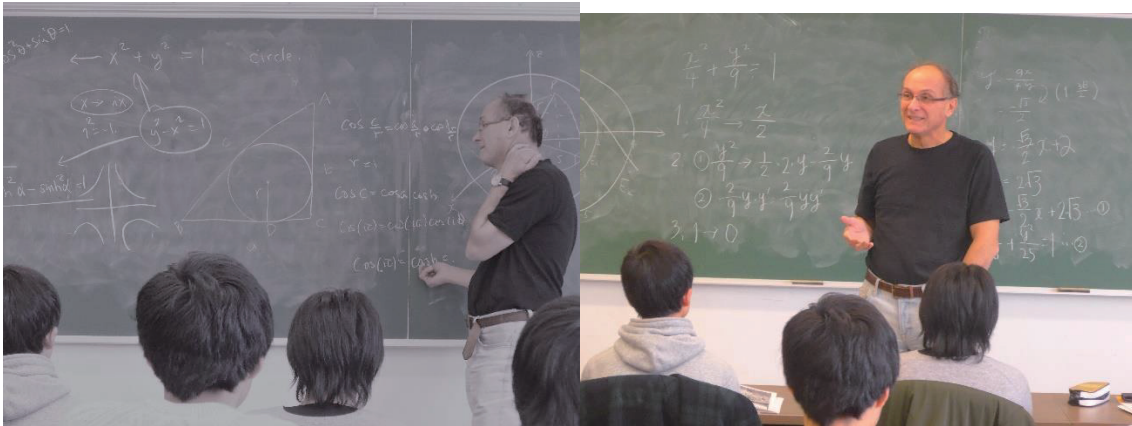
12月11日から33名の生徒を連れて、オタワ、カールトン大学へ行く。以下は問題にアタックした時の生徒の素直な感想であり、多くの生徒が感じたことである。

① *In this problem, I dealt with the infinite number of powers of  $X$ . It was very difficult to handle such a huge and complicated number. However, I was able to easily represent complicated numbers with the knowledge of logarithms etc. Also, when I come up with an idea when I am worried without solving a problem, and when a problem that I thought was difficult and could not be solved was solved, I was able to get a sense of accomplishment. By solving this problem, I was able to reaffirm the fun of mathematics. Also, I think that the more difficult the problem, the greater the sense of accomplishment. I because of this reason, I want to solve various mathematical problems.*

② *When I saw problems we chose I thought I can not understand these problems because there were a lot of math signs I have not seen. But I could understand little by little by support from team members. At first, I learned about differential calculus. It was very difficult for me because it is the field I did not learn before, so, I made efforts to understand about it. In addition I learned mathematical induction, binomial theorem and limit and so on. Finally I managed to understand these problems. I got sense of accomplishment and knew a fun of solving difficult math problems.*

③ *We took a lesson by Dr. Mingarelli in Carleton University. This university has a large area and likes college in foreign movies. The lesson was about Leonardo da Vinci. I thought that he was artist, so, I was surprised when I heard he was expert in mathematics. Dr. Mingarelli taught us his achievement very much of old days clearly, so, I could understand even in English. Also I was surprised at fact that math were studied. This precious experience that he taught us leads to rising our math skills and interests about math.*

④ *I am not good at mathematics. So, I thought it would be very difficult and impossible to solve when I saw this problem first. In particular, the differential integration part was the most difficult. It was hard to make the formula as simple and easy as possible. Also, it was the most difficult to make a presentation manuscript in a concise manner too. However, in the end, I was able to solve it in cooperation with the team members. I felt a sense of accomplishment. I was happy to see Dr. Mingarelli's smile when we were presenting. He said to our team "very good!". This word made me very glad. The presentations from the other teams were also very interesting. Among them, the explanation using origami was impressed me the most. It was easy to understand. Our team will also consider more innovative explanations such as that explanation. I thank Dr. Mingarelli for hearing the presentation. I want to tell him "I will try hard".*



<使用した参考文献>

1. *Reading Math-Strategies for English Language Learners*, 2007 McGraw-Hill
2. Frank Tapson, *The OXFORD MATHEMATICS STUDY DICTIONARY* 2<sup>nd</sup> ed., 1999, Oxford University Press
3. R. D. Driver, *Why Math?*, 1984, Springer-Verlag New York Inc.
4. Sandra Luna McCune, *Algebra*, 1997, Barron's Educational Series, Inc.
5. Kunihiro Kodaira, *Mathematics 1*, 1996, American Mathematical Society
6. David Nelson, *Penguin Dictionary of MATHEMATICS*, 2008, Penguin Books

#### 4) トレーニング科学

体育科 朽木康介

##### i) 学習目標

スポーツの多様化・大衆化が進んだ現代社会において、生活の中に積極的に運動を取り入れる「生涯スポーツ」は健康づくりの一環として大きな役割を担っている。また、身体能力を高めて競い合う「競技スポーツ」における記録・技術は日々進化し続けている。いずれのスポーツに取り組むにせよ、その安全かつ効果的な実践・指導には「科学」の介入が不可欠であり、その研究分野は多岐に渡る。

しかしながら、それらに関する知識の保有は研究者、指導者、そしてごく一部の運動実践者に限定され、多くのアスリートにおいては指導者の指示やその集団の伝統に盲目的に従い、行われるトレーニングの正当性や効果を確認しないままに多くの時間を費やすケースが多い。他方で、情報過多の現代においては、非常に限定的な実験条件から得られたエビデンスや根拠が不確かな流行のメソッドに振り回され、実践者および指導者が軸となる道筋を見失ったり、実践者のトレーニングが一過性の内容になるケースも散見される。

本講座は、運動生理学、機能解剖学、トレーニング学、スポーツ心理学等の視点から身体の構造や機能、スポーツについて学習し、その知識を基に実施者の目的に合致したトレーニング・エクササイズを処方できるようになること、ひいては問題発見能力、批判的思考力を養い、必要な情報を取捨選択しながらPDC Aサイクルに則って継続的に課題解決してゆく能力を獲得していくことを最終目標として授業を展開した。

##### ii) 授業内容

###### < 1 学期 > (表 1)

4 月	骨の分類・名称・構造、骨形成、関節の分類・名称・構造
5 月	結合組織の構造、骨格筋の分類・名称・構造・収縮様式、筋線維組成
6 月	神経系と興奮の伝導、筋の神経支配と興奮-収縮連関、エネルギー供給機構と栄養素

###### < 2 学期 > (表 2)

9 月	体力の構成要素、トレーニングの原理・原則、筋力とレジスタンストレーニング
10 月	敏捷性・巧緻性と SAQ トレーニング、スポーツ心理学、テーピング実習、調理実習
11 月	柔軟性と脊髄反射を用いたストレッチング、筋パワーとプライオメトリクス

###### < 研究旅行期間 >

校内において特別授業（テーピング実習、SAQ トレーニング、調理実習、スポーツ心理学）  
帝京平成大学現代ライフ学部、および国立スポーツ科学センターを訪問し、講義聴講、施設見学。

< 3 学期 > (表 3)

1 月	呼吸循環系の構造・機能と有酸素トレーニング、トレーニングメニュー作成・実践
2 月	トレーニングメニュー実践、発表用スライド作成

人間の身体は極めて精緻なメカニズムをもつ器官や組織によってかたちづくりられ、それらの円滑な連携・協力によって身体活動は発現する。そのため、ある単元で学んだ知識が、思いもよらぬ別の単元の学習のタイミングで結びつくことが頻繁に起こる。本講座は、事象の背後にある仕組みや理屈の理解を重要視し、講義を通じた情報の収集や詰め込みに終始せず、調査発表、体験・実践を織り交ぜながら授業を展開した。

1 学期は運動生理学、機能解剖学、栄養学等の視点から人間の身体や運動について学習した(表 1 参照)。前半は、ヒトの身体活動に大きく関わる「骨」、「軟部組織(靭帯、腱、関節軟骨)」、「関節」、「骨格筋」等、運動器の構造、分類、機能についての座学を中心に授業を展開し、骨の名称や関節の動きの表現、骨格筋の収縮様式に関しては、実際に自身の体を動かしたり、自身や他者の身体に触れることを通じて理解を深めるよう配慮した。

後半は神経系を中心に学習し、「大脳からの指令が目的の骨格筋に伝わり、関節を動かすことで動きが発現する」という一連の流れが、生徒の中でつながるよう授業展開した。神経線維における指令(興奮、活動電位)の伝導と骨格筋への伝達、興奮到達後の骨格筋内における構造変化(興奮-収縮連関)や筋力発揮調節等、目視することのできないメカニズムについては、生徒に配役して寸劇をさせるなどの工夫で理解を深めるよう努めた。また、エネルギー供給機構と運動についての学びと併せ、栄養学についても知見を深めた。

なお、昨年度の反省として、ある単元で獲得した知識が一過性のものとなってしまう、他の項目との結びつきを理解させる際に時間を要することが多かったため、今年度は小テストの頻度を増やし、知識の安定的な獲得を促した。

2 学期は、体成分分析装置による測定の結果説明と、「体力」を構成する要素の解釈を導入とし、各体力要素に応じたトレーニング法とその処方について学習した(表 2 参照)。どの単元においても、座学に終止せず、実践を通じた体験的な学びとなるよう授業を展開した。また、全履修者に対し担当を割り振り、各自が数種の骨格筋の起始・停止、機能・作用、特徴、効果的なエクササイズ等を調査し、レジュメ作成、口頭発表をおこなった(写真①)。

研究旅行期間においては、自校校内における特別授業と、帝京平成大学および国立スポーツ科学センター(JISS)訪問で、知識の拡充を図った。校内特別授業においては、通常の授業では時間が不足して実施の難しい内容を実習を中心に展開した。テーピング実習においては、ただテーピングの手順を覚えるのではなく、まずは解剖学的学習を行い、足関節の構造の理解を深めた上で捻挫予防のテープ貼付を行った。また、その状態のまま、繰り返し動作の多い SAQ トレーニングの実習を行い、テーピングと SAQ の両方の効果を同時に体感した(写真②)。

調理実習においては、家庭科の教員協力のもと、「補給食」として 3 種類のピザを生地から作成した。実食後には、トッピングにより摂取を図った栄養成分とその含有量、作用等を班ご



とに発表し、身体機能の維持・向上を企図する際の食事の重要性を再認識した（写真③）。

JISSでは、職員帯同のもと、施設・設備を見学し、日本を代表するトップアスリートのトレーニングやサポート体制等に関する説明を拝聴し、これまで学習した知識とリンクさせる好機となった。（写真④）。また、実際にアスリートのトレーニングシーンを見学する機会にも恵まれたことに始まり、見学後に利用した施設内のビュッフェ形式レストランの各メニューから調味料に至るまでに栄養成分が詳細に明示されていたこと、そして選択したメニューの画像を管理栄養士に送信するシステムが常設されていること等、生徒たちは驚きの連続であった。

帝京平成大学では、昨年同様、現代ライフ学部経営マネジメント学科トレーナー・スポーツ経営コースにてスポーツ心理学の講師を務める園部豊氏にご指導いただき、心理的スキルの「自律訓練法」（写真⑤）、チームビルディングに関する合意形成ゲーム、心理的競技能力診断検査（DIPCA）を体験した。各内容に関する講義聴講後は生徒の質疑に答えていただいたが、昨年度に比較して生徒たちが自身の抱える悩み等を積極的に質問していたことが印象的だった。この背景には、昨年度よりもスポーツ心理学の学習に多くの時間を割き、訪問前に生徒各自のメンタル的な課題を抽出させていたことが挙げられ、今回の訪問を非常に有益な時間とすることができた（写真⑥）。

3学期は、未習範囲を学習の上、これまで修得した知識・スキルをふまえ、運動部活動などにおける自身の課題改善を企図した、あるいは履修者個人が興味関心を抱いた事柄に関するトレーニング・コンディショニングメニューを考案、実践し、取り組みの内容・結果（進捗）報告のスライド作成や口頭発表練習等、SSH成果発表会に向けて準備を進めた（表3参照）。



<写真①>



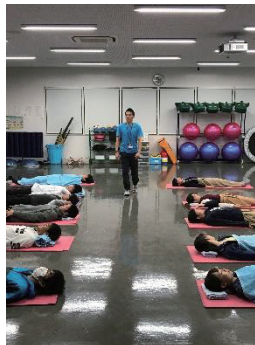
<写真②>



<写真③>



<写真④>



<写真⑤>



<写真⑥>



## 5) フクシマ・オキナワを通して近代化・科学技術を考える

地歴公民科 川北 慧

### i) 授業目標

トランスサイエンスとは、アメリカの物理学者ワインバーグが1970年代に提唱した「科学に問いかけることはできるが、科学では答えることのできない問題」(Questions which can be asked of science and yet which cannot be answered by science)である。科学技術の進歩によって、私たちは確かに「豊かな」生活を享受することができるようになったが、これらは同時に環境汚染や自然破壊、科学兵器・核兵器の開発や原発事故などを引き起こし、人類を脅威にさらしてきた。こうしたことをふまえ、本授業では科学がどのように社会化・制度化され、その結果としてどのように科学技術の「光と影」が生じているのか、明らかにすることを目的とした。その際、生徒が主体的に社会的討議を行い、科学が人々の生き方に与える影響について考察することができるよう、アクティブ・ラーニング型の授業を中心に展開した。

### ii) 授業内容

<1学期>

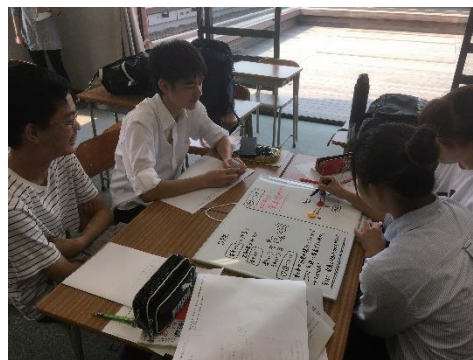
山本義隆『近代日本一五〇年：科学技術総力体制の破綻』の輪読

<2学期>

- ・放射線、放射能、風評被害に対する基礎知識の体得
- ・霧箱の制作、観察
- ・福島に関する学習（福島県観光交流課『福島のあの日からいま：震災原発事故の教訓を伝えるために』を利用）
- ・新崎盛暉『日本にとって沖縄とはなにか』の輪読

<3学期>

- ・実地調査をふまえたディスカッション
- ・SSH発表会に向けたポスター制作
- ・最終レポート執筆



### iii) 実地調査

①フクシマ実地調査 (10/21-23)

<1日目> 炭鉱から原発までの歴史を学ぶ

上野駅から郡山へ向かい、いわきヘリテージツーリズム協議会の熊澤幹夫さんの案内で、常磐炭坑や選炭工場の跡を歩きながら、炭鉱のしくみについて学んだ。また、露頭している炭層から直接石炭を取り出したり、実際に炭化カルシウムと水を反応させて坑内で使われていたアセチレンランプをつけてみたり、実物のダイナマイトを触ってみたりと貴重な体験をすることができた。宿舎では、常磐興産(株)顧問の坂本征夫さんから、炭鉱業から観光業への転換で何が行われたか、実際

にその歴史に携わってきた立場からお話しいただいた。また、元東京電力社員で、震災時は福島第二原発で勤務されていた吉川彰浩さんにジオラマを使いながら原発や廃炉に関するお話を分かりやすくしていただいた。

<2日目> 原発事故が及ぼした影響について考える

午前中は、福島第二原子力発電所に入構し、使用済み核燃料プールの見学や原子炉格納容器の見学、原子炉とタービン建屋を結ぶ途中にある巨大な主蒸気隔離弁（MSIV）や原子炉直下の格納容器の見学などを行い、原子炉や構内の大きさを実際に体感した。また、津波に襲われた非常用電源設備があるタービン建屋や震災後に作られた防波堤の見学も行った。見学後は福島第二原発副所長の吉田薫さんをはじめ、東電社員の方たちと質疑応答を行った。



午後は原発事故の影響で生じた遊休農地を利用して建てられた富岡復興メガソーラSAKURAを見学し、再生可能エネルギーの現状について、お話を伺った。その後、避難指示が解除された地域と帰還困難区域に道路一本を隔てて分断されている富岡町夜の森地区を実際に歩いた。最後に東京電力の廃炉資料館で廃炉作業の進捗状況について学んだあと、国道6号線に沿って帰還困難区域を通過した。夜は宿舎にて、「フクシマのこれから」に関するディスカッションを行った。

<3日目> 原発をどのように考えればよいか、学びを深める

午前中は、まちづくりなみえの菅野孝明さんの案内で、津波で壊滅的な被害を受けただけでなく、震災の翌日に原発事故による避難指示が出され、まだ助けを求めている人々を救出することができず、結果的に生存者を見殺しにせざるをえなかったという浪江町請戸地区を歩いた。また、こうした物語を紙芝居で伝える活動をされている岡洋子さんと八島妃彩さんの紙芝居を見た。午後は飯館村に移動し、元原子力規制委員会委員長の田中俊一さんから、原発事故の状況と放射能汚染、原発の新規制基準、廃炉、日本のエネルギー政策など様々な観点から科学者としてお話しいただいた。



## ②オキナワ実地調査(12/21-25)

<1日目> 「軍官民共生共死」について学ぶ

那覇空港に到着した後、日本軍・沖縄守備軍・住民の軍官民が共生共死したアブチラガマを日比野勝廣さんの証言に基づいて見学した。次にひめゆり平和祈念資料館では「科学技術総力戦体制」のように作られ、破綻していったか学ぶために、「ひめゆり学徒」という抽象的な視点からはな

く、個人の視点から考えるワークショップを行った。さらにひめゆり学徒の解散命令が出されたのちに、多くの方が命を落とした沖縄本島最南端の荒崎海岸に向かい、宮城喜久子さんの証言にもとづき、実際にどのようなことが起こったのか再現するワークショップを行った。宿舎では、これらに対するふりかえりを行った。

#### < 2日目 > 沖縄戦と基地問題をつなげる

午前中は、沖縄県立平和祈念資料館で平和の礎に刻まれた方の情報をより深く調べ、軍官民共生共死がなぜ起こったのか、他の生徒に伝える「ガイド実践」のワークショップを行った。

午後は、嘉数高台で米軍に破壊されたトーチカを見学し、基地というものが「抑止力」ではなく「攻撃対象」として扱われるということを学んだ。また高台の上から普天間基地を見学し、オスプレイの飛行ルートを確認した。その後、フェンスのすぐ隣の上大謝名公民館と上大謝名さくら公園を見学し、基地内にある墓地や住民が基地と隣接して生活している実態を学んだ。公民館で行ったふりかえりでは、「沖縄戦と軍官民共生共死」「基地問題と経済」「平和教育と科学教育のあり方」の3グループに分かれ、学びを深めた。

#### < 3日目 > オキナワとフクシマをつなげる

午前中は那覇から辺野古へ向かい、土砂投入が行われている様子を見学した後に、辺野古に基地建設がもたらされたときに反対運動を始めた西川征夫さん、条件付きで容認の立場をとる元商工会会長の飯田昭夫さん、自民党の青年部長として県知事選挙に関わった嘉陽宗一郎さんにお話を伺った。



午後は大浦湾でシーカヤックに乗り、埋め立て工事が行われている現場に近づきつつ、沖縄の自然を満喫した。また「ジュゴンの見える丘」では、地元瀬嵩の住民の方から、人間と自然がどのように共生してきたか、生物多様性はなぜ大切なのかというお話を伺った。宿舎では、フクシマとオキナワを比較しつつ、どのようにすればこの問題を伝えることができるか、ディスカッションを行った。

#### < 4日目・5日目 > 現地の人々と対話する

午前中は、海洋博公園を歩きながら、沖縄西海岸の開発・埋め立てに関する調査を行った。また海洋文化館では、海洋博覧会において、科学の力を用いたどのような「近未来」が展示されていたか、ソ連館の海底原子力発電所やアクアポリスの展示などをふまえ、学んだ。

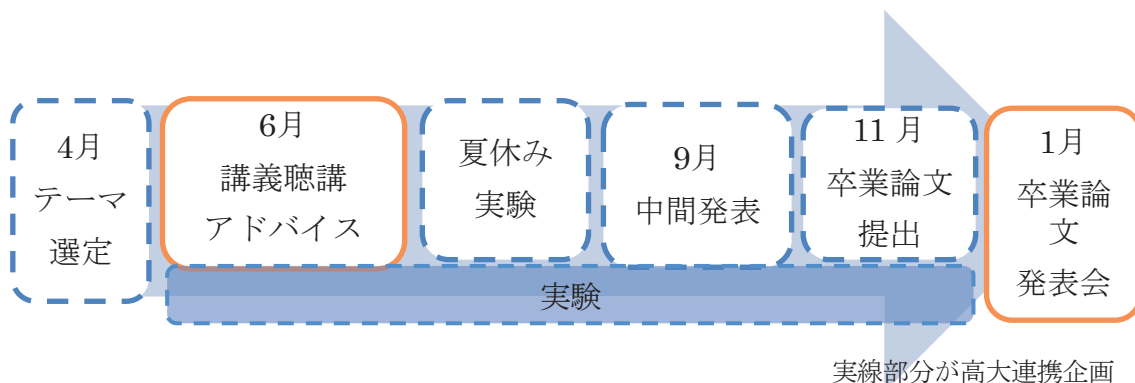


午後からは伊江島に渡り、各家庭の下で魚釣りや牛の世話、サトウキビ収穫などの家業体験を行いつつ、各家庭で伊江島の現状に関する対話を行った。



### 3. 教養総合Ⅲ 卒業研究にむけた高大連携の取り組みの実績（高校3年生 理系コース対象）

理科 鈴木琢弥



#### 1) 目的と仮説

本校は中央大学の附属校として、本校での理数系教育を積極的に中央大学工学部での教育と接続させようと努めている。高大連携を行うことで本校が育成を目指す「次代のイノベーションを担う科学技術人材」を育成することを目的としている。課題研究において、生徒の研究内容について研究者の視点からアドバイスをもらい、卒論発表会を設けることで、自らの興味や疑問を科学的な課題として設定し、実験をはじめとする探究活動での経験を活かして解決する力が育成されると考えている。

#### 2) 実践と評価

##### a. 理工学部講義聴講企画

高校3年生理系クラスの生徒49名を対象に、6月3日(月)～7日(金)の5日間実施した。理工学部の各学科の先生方に学科の特性がわかる講義を選んでいただき数学科、物理学科、都市環境学科、精密機械工学科、電気電子情報通信工学科、応用化学科、経営システム工学科、情報工学科、生命科学科、人間総合理工学科の計10学科、70講座の中から2講座以上を聴講した。聴講中は事前に配布したA41枚のレポート用紙に講義の内容をまとめさせた。また、聴講後にはグーグルフォームにて授業の振り返りを行った。聴講後は生徒に以下のアンケート調査を行った。

##### \*講義のアンケート

1. 今日の授業を通じて、あなた自身が重要だと思ったことを1つ挙げて下さい。
2. 今日の授業を通じて、気づいたこと・つながったことは何ですか？
3. 今日の授業を通じて、疑問に思ったこと・掘り下げてみたいと思ったことは何ですか？
4. 今日の授業での経験をふまえて、大学ではどのようなことに挑戦したいと思いますか？

アンケート結果として、大学の授業内容に関する感想や高校で学ぶ基礎知識の重要性に気付いたなどの意見が見られた。

学科の特色がわかる講義を受講できたことで生徒の学科への関心と学習意識が高まった。アンケートを見ると、聴講した講義の中で面白いと感じた生徒や高校で学ぶ基礎知識の重要性を改めて感



じた生徒も多くいた。聴講後、大学で学ぶことへの関心が高まり、大学進学を楽しみに考えられる生徒が多くなったと同時に、現在行っている高校での授業の重要さも実感し、一層真剣に授業に取り組む生徒が多くなった。講義聴講期間を5日間設けることで高校の授業を受けられないという難点はあるが、来年度以降も本年度と同様の講義聴講企画を行っていきたい。

## b. 卒業論文アドバイス

本年度は、卒業研究のテーマ設定の段階からアドバイスを頂くため、6月の大学授業聴講の際に大学の先生方から卒業研究のアドバイスを頂いた。6月に頂いたアドバイスは、実験方法に関するものが多く、生徒は頂いたアドバイスをもとに計画を立てることができた。また、実験をまとめる段階に入ってから大学の先生と連絡を取らせていただき、実験結果のまとめ方や統計解析、考察のポイントなどのアドバイスを頂くことができた。

アドバイスをもらったことで研究意欲が高まり、熱心に研究を続けた生徒がいた。卒業研究を本格的に始める前に一度アドバイスを頂くことで、実験方法や実験計画を綿密に考えることができ、研究意欲が一層高まるため、本年度のように遅くとも6月にはアドバイスを頂き、夏休みにしっかりと研究を進めることができるようにしていきたい。

## c. 卒業研究発表会

中央大学附属高等学校卒業研究の集大成として完成させた卒業論文を理工学部で行いアドバイスを頂いた先生方にも質問・講評をいただいた。午後は優秀発表者を選抜し発表を行った。

**ヤモリはどの素材で吸着力が大きくなるのか？**  
～身の回りにある素材との相性を研究～  
中央大学附属高等学校 甘藤太郎

**はじめに**  
ニホンヤモリ (*Gekko japonicus*) は日本列島、朝鮮半島、中国東部に生息する有脚目爬虫類である。トカゲ類と同じく、尻尾を自切して敵から身を守る習性を持つ。祖先には趾下腺が発達し、壁を登ったり、湿気に張り付いたりすることができる。

**実験方法**  
○実験材料  
・木の板  
・紙板  
・ガラス板  
・コンクリートブロック  
・紙板

**結果**

**考察**

**結論**

**今後の課題**

**参考文献**

**ソフトコーラルの粘液の分泌と防衛反応**  
中央大学附属高等学校 田口雄輔

**研究背景**

**目的**

**手法**

**実験**

**結果**

**考察**

**今後の展望**

**参考文献**

図：卒業研究で作成したポスター

授業アンケート (抜粋)				
講義名	重要だと思ったこと	気づいたこと・つながったこと	疑問・掘り下げてみたいと思ったこと	大学ではどのようなことに挑戦したいか
電子物性	板書をするだけでなく、自分で要点を絞ってノートを取り、理解するべきである、という点。	特別難しいことを言っている訳ではなく、高校の物理をある程度理解していれば分かるという点。	半導体主体で授業を進めていたが人体における電子の移動について掘り下げたいと思った。	生物分野を志望しているが、今回の授業のように数式を織り交ぜながら学んでいきたい。
材料加工学 I	数学、物理、化学、全ての分野において知識が必要であること。色々な分野の物を融合して1つのことを導いていることがわかった。	物理、化学、数学の様々な分野のことを1つの授業で扱うので、それぞれの知識を1つのことに向けて繋ぎ合わせていくことが必要ということに気がついた。	エンタルピーという単語についてもっと詳しく知りたかったと思った。	自分の持っている知識を柔軟に使い、それぞれの知識がそれぞれの知識としてではなく、連動させていけるようにしたい。
電気電子情報通信工学概論	習ったことを鵜呑みにするのではなく、そこから疑い探求することが大切。	自分の学びがいかにか浅かったかわかりました。trade-offのお話が工学以外の日常生活でも通じるお話だと思いました。	暗黙の仮定を深く考えたことが今までありませんでした。しかし、そこを考えなくては実験をするにしても場合によっては大きなズレが生じてしまうことに気づかされました。もっと掘り下げて考えなくてはと思います。	今まで学習の第1段階を達成し、テスト対策をするだけで満足していたような気がします。そして第2段階が最終段階だと思っていました。これからはその先の第3段階を意識しながら学んでいきたい。
基礎物理化学	物理化学の根底には数学があり、数学の知識の教養が何よりも重要であると感じた	卒業研究で熱をテーマとしているのでそのときの熱の測定の際の条件設定や考え方、また計算方法に役立ちそうだと感じた。	今回求めた式がどのような場面で活用できるかが気になった。また、断熱圧縮や断熱膨張時の温度変化を活用し外からのエネルギーの出入りを考慮すれば、圧力で温度調節が可能なのか疑問に思った。	1限あたり100分から一回の授業の内容が多いため、講義前の予習、復習は今まで以上に実践したい。また、ただ習うだけではなく知識をできる限り実践することで習得出来るようにしたい。

## 4. 科学技術系部活動の取り組みと成果

### 1) 生物部 (WILDLIFE) の取り組み

理科 岡崎弘幸

#### i) 活動報告

生物部の活動の柱は大きく二つある。一つは野生動物やサンゴの観察・調査などの「研究」で、もう一つは調査に必要な読図技術習得のために「オリエンテーリング」を行うことである。野生動物の調査は、高尾山をはじめとするムササビの生態分布調査、青梅の杜（青梅市）でのタヌキ、アナグマ、キツネなどの野生動物調査、ムササビのストレスホルモンの分析研究が中心である。高尾山は毎月2回程度登り、日中はフンや食痕等の痕跡を探し、夕方から夜間にかけて直接観察を行っている。5月、12月の繁殖期には調査回数を増やし、より詳細なデータを取ることを心掛けている。また高尾山全体を含む東京都多摩地区におけるムササビ分布の経年変化調査も行っている。青梅の杜では自動撮影カメラを獣道に仕掛け、利用する野生動物の種類や時間、回数などを分析している。いずれも野生動物が相手のため、時間がかかる割に成果がなかなか出てこない。しかし生徒たちは労を惜しまず、一生懸命取り組んでいる。本校は附属中もあるので、中学生のうちから高校生と一緒に研究することで調査方法や技術を早期から学び、中学のうちにテーマ設定がある程度できれば、高校ではより発展的な研究につながる。



野外での調査風景

生物室では保護したムササビを顧問が都知事許可の元で飼育しており、その個体と野生のムササビにおいてストレスホルモンの研究を2019年度から始めた。日本獣医生命大学の指導を受け、時間を決めて大学に行き分析を行っている。分析には高度な機器を使わせてもらい、失敗の繰り返しではあるが充実した研究を行っている。昨年度から始めたサンゴの飼育も順調に進み、昨年度はサンゴ礁学会で発表を行うことができた。そのきっかけとなった鹿児島県のサンゴ礁科学研究所主催のサイエンスキャンプには昨年夏に中高部員5名が応募して、研究を行ってきた。詳細は別項で紹介しているので割愛するが、研究所で大学の先生や大学院生たちのアドバイスを受け、学校でもサンゴに関する研究を進ませている部員もいる。まだ発表のレベルに達していないが、次年度はデータを蓄積しつつ発表に向けても頑張らせた。



大学でムササビのホルモン抽出実験

野生動物研究に欠かせないのが読図技術である。そのために生物部ではオリエンテーリングを行い、地図が正確に読めることを目標に練習を行うだけでなく、大会にも出場させている。2019年度は全国大会出場から日本代表とな



OLアジア選手権大会で入賞(右)



り、アジア選手権大会に出場する中学部員も出た。読図技術が調査に欠かせないこと、その技術を競う大会で優秀な成績を取めることができたことが、調査のモチベーションを引き上げていることは間違いない。

今年度は研究データの蓄積を行った1年間になったが、2020年度はこれらのデータを元にまとめ、その研究に相応しい研究発表大会に出場させる予定である。

## ii) 検証と今後の課題

日常活動をホームページや学校説明会、部活動ニュースなどで説明、紹介することで、部員数は増えており、サンゴ礁研究所サイエンスキャンプ、野生動物調査、夜間における終夜調査、大学での分析など日常活動の積極性は高まりつつある。一方で何かやりたいものの、テーマが見つからず悩む生徒もいるので、適切なアドバイスの与え方が課題である。継続研究の重要性を理解させ、データの効率的な取り方、論文を書くにあたっての文章力や表現力、発表のしかたなどは時間をかけて習得させたい。



専門家から野生動物の調査を学ぶ

## 2) 地学研究部の取り組み

司書兼理科 平野 誠

<組織> 中学生10名、高校生20名、顧問2名、委嘱指導者2名

<第8回気象文化大賞「高校・高専 気象観測機器コンテスト」参加>

「日進月歩くん ver. 2.0」による月光発電 —反射板による集光の有効性—

「流星出現通知システムの開発 —流星発生の予測と発生情報配信の確立を目指して—

の研究について、書類による1次審査、実証実験報告書による2次審査を経て、プレゼンテーションとポスターセッションによる最終審査(全国大会)にて、「流星出現通知システムの開発 —流星発生の予測と発生情報配信の確立を目指して—」が「従来の発想にとらわれない優れたアイデアと素晴らしい努力の結晶」と評価され「観客賞」を受賞した。

<日本地球惑星科学連合大会2019(JpGU2019)発表>

「月光発電量の予測と実測—「日進月歩くん」の開発—」について、口頭発表とポスター発表を行った。

<日本天文愛好者連絡会 in 東京(JAAA2019)発表>

「星空撮影におけるAPEX関係式の正確性—天体画像解析ソフト「マカリ」を用いて—」について、口頭発表とポスター発表を行った。

<令和元年度東京都内SSH指定校合同発表会発表>

「月光発電量の予測と実測 —「日進月歩くん」の開発—」について、ポスター発表を行った。

<第7回ダジック・アース研究会発表>

「中央大学附属中学校・高等学校での8mダジック・アースの実施」について、口頭発表とポスター発表を行った。



＜日本天文学会 2020 春季年会「第 22 回ジュニアセッション」発表＞

「星空撮影における APEX 関係式の正確性—天体画像解析ソフト「マカリ」を用いて—」について、口頭発表とポスター発表を行った。

＜高校生天体観測ネットワーク (Astro-HS) 全国フォーラム 2020 発表＞

現在の研究や活動について、口頭発表とポスター発表を行った。

＜中高生国際科学アイデアコンテストつくば Science Edge 2020 発表＞

「星空撮影における APEX 関係式の正確性—天体画像解析ソフト「マカリ」を用いて—」

「8m パールーンへの Dagik Earth (ダジック・アース) 実施」

について、ポスター発表を行った。

＜銀河学校 2019 参加＞

東京大学木曾観測所の 105cm シュミット望遠鏡を使って、「誰が起こした大爆発?」、「宇宙で一番アツい星?」をテーマに天体観測を行い、その結果を解析・考察して、学会にて口頭発表とポスター発表を行った。

＜8m パールーンへの Dagik Earth (ダジック・アース) 投影テスト＞

本校体育館 (第 2 体育館) において、NICT (情報通信機構) が製作した国内最大となる直径 8m のパールーンに、京都大学より本クラブが提供を受けた「Dagik Earth (ダジック・アース)」を NAOJ (国立天文台) の技術支援を受けて初めて投影に成功した。なお、移動式の投影面積としては、今回の投影テストで最大を記録した。

＜プラネタリウム施設を利用したプラネタリウム公開投影＞

「中高生のプラネタリウム発表会—ぼくらのプラネタリウム☆—」を主催。東大和市立郷土博物館のプラネタリウムシステム「MEGASTAR (メガスター)」の投影操作を習得し、2 本のオリジナル番組「冬の星座」、「残念な星座図鑑」を制作。生解説で来館者に公開投影を行った。

＜自作投影機器と自作投影ドームによるプラネタリウム公開投影＞

オープンキャンパス・学校説明会・文化祭では、自作したピンホール式投影機とプラスチックダンボール製ドームを組み立て、四季の星座の解説や神話の紹介などオリジナル番組を生解説で公開投影を行った。

＜研究施設の視察＞

多摩六都科学館を視察。全編生解説のプラネタリウムを視察し、プラネタリウム番組の制作方法を学んだ。

＜検定試験＞

「星空宇宙天文検定」1 級 1 名、2 級 1 名、5 級 1 名 取得

「天文宇宙検定」準 1 級 1 名 取得

＜機関誌の発行＞

本校中高生向けの天文普及活動の一環として、機関誌「メシエ」を 4 回発行した。

＜実証実験のための宿泊を伴う研究活動＞

各研究テーマの実証実験を行うために、長野県乗鞍高原にて大型連休遠征合宿 (3 泊 4 日)、長野県乗鞍高原にて夏季遠征合宿 (4 泊 5 日)、静岡県榛原郡川根本町「三ツ星天文台」にて冬季遠征合宿 (3 泊 4 日)、長野県白馬村にて春季遠征合宿 (3 泊 4 日) を実施した。また、本校校舎屋上にて 14 回 (14 泊 28 日) の校内合宿を実施した。

### 3) 物理部の取り組み

理科 森脇啓介

#### i) はじめに

2019年度、物理部では、昨年まで主な活動として行っているLEGOのNXT mindstorms®を用いたロボットプログラミングの他に、モデルロケットの作成、そして大会への出場や、Scratchを用いたプログラミングコンテストへの応募なども行った。本年も日程の関係で出場することが難しかった、科学の祭典への出展や、本校での科学実験教室の開催などに合わせ、科学技術系発表会への参加も視野に入れている。

#### ii) 活動内容 (主なもの)

2019.7.23 ~ 2019.7.25 千葉県 関宿滑空場にて合宿。

モデルロケットの制作、打ち上げを実施。

2019.10.6 宇宙エレベーターロボット競技会 関東オープン大会に出場、全国大会進出

(場所：中央大学附属高等学校)

2019.10.19 日本モデルロケット協会主催 モデルロケット全国大会 出場

(場所：宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 筑波宇宙センター)

2019.11.4 宇宙エレベーターロボット競技会 全国大会に出場

(神奈川大学 横浜キャンパス)

2020.1.7 SUMIDA Scratch Programming Works Contest2020 に応募予定

2020.3.30 Afrel Spring Cup (ロボコン) に出場予定。



## 5. 理科教育啓蒙活動

### 1) 2019年度講演会

#### ①SSH講演会@Chufu Vol. 5

講師：村上雅人先生（芝浦工業大学学長）

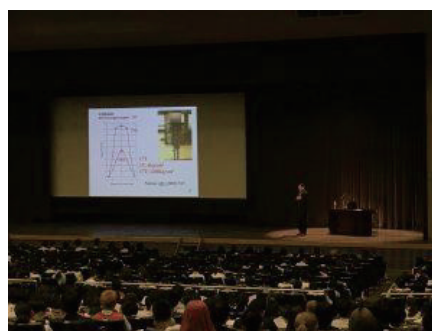
講演日：2019年5月30日

題目：“Is STEM almighty? Tips to survive in globalized and AI-dominated society”

場所：中央大学附属高等学校講堂

受講者：本校生徒約1000名（高校1・2年生、3年生理系コースおよび保護者、他校関係者）

村上学長は超電導分野がご専門で、世界で初めて超電導を用いた人間浮揚実験に成功した方である。講演会では、国際感覚の重要性、超電導の応用研究の最前線、AIの進化と人類との係わり合い、日本の教育システムの実績と重要性、そして人間の可能性について、熱弁をふるわれた。先生の熱いメッセージが伝わり、講演会が終わると盛大な拍手に包まれた。生徒には、自分の人生の歩み方と可能性を考えさせる講演となった。



#### ②理系コース予定者向けSSH講演会

講師：牧野光則先生（中央大学理工学部教授）

講演日：2020年1月11日

題目：研究とはどのようなものか～問いの立て方～

場所：中央大学附属高等学校1号館6F 生物実験室A

受講者：本校生徒55名（高校2年対象；2020年度高校3年生理系コース進学予定者）

牧野教授には、理学と工学の違い、それぞれの分野における研究について、さらに研究に取り組む前提として問いを立てることの重要性およびその難しさについてご講演をいただいた。また、題目である「問いの立て方」のみならず、その後の研究の進め方や論文執筆に到るまでの過程も、大学での事例を含めながら言及していただいた。本校教諭からは、論文を進めていく中で学生がよく苦勞する点や、学生の生活時間の中で研究の占める割合について質問が上がった。いずれも生徒たち自身が今後の取り組みをイメージするために役立つものだった。生徒たちは、メモを取りながら熱心に講義を聞いていた。また、教員によって用意されたレポート課題を後日提出した。さらに講演後に、3年次の科目選択・現時点での進路希望・そして検討している卒業研究テーマについて記入し提出した。



## 2) 課外講座

### ①課外実験講座「ブタの頭の解剖」

理科 岡崎弘幸・理科 鈴木琢弥

実施日時：2019年7月17日（水）13:30～18:30

実施場所：生物実験室

対象：高校1～3年生、中学生

昨年度に引き続き、課外実験講座として「ブタの頭の解剖」を行った。参加対象者は中学1年生から高校3年生とし、文系・理系問わず25人の生徒が集まった。解剖実験は3～4人の班に分けて行った。班ごとに解剖の仕方が異なり、頭骨を正中線で切断、横断面で切断、脳と視神経・眼球をそのまま取り出す3つの班に分けた。まず、班ごとにどのように解剖をするのか話し合わせ、使う道具などは各班に任せて行った。正中線で切断する班と横断面で切断する班はスムーズに解剖が進み、教科書に載っているような脳の断面図を観察することができた。生徒は実際に触れる機会の少ない脳の感触やにおい、各部の名称などをじっくりと観察していた。脳の観察が終わると、自主的に眼球の観察・解剖を行う生徒もあり、興味を持って実験に取り組む生徒が多く見られた。脳と視神経と繋げた状態で取り出すことに挑戦した班は、様々な工具を駆使して頭骨を砕きながら実験を行っていた。脳を傷つけないように話し合いながら慎重に頭骨を砕いていき、最終的には脳・視神経・眼球2つが繋がった状態で取り出すことに成功した。成功した班の脳を全員が観察し、脳の全体像や脳と視神経、眼球のつながりを理解することができた。この実験を通して、脳の構造の理解だけでなく、意見を出し合って実験を進める重要性、道具の正しい使い方など多くのことを学ぶことができた。来年度も同じように課外実験講座「ブタの頭の解剖」を行っていきたい。



写真：解剖の様子



## ②喜界島サンゴ礁科学研究所サイエンスキャンプ

理科 岡崎弘幸

鹿児島県喜界島にあるサンゴ礁科学研究所は、サンゴでできた喜界島を活かして、将来の科学者の卵を生み出したい！という思いから、全国の小中高生を対象にサイエンスキャンプを毎年開催している。今夏もサンゴ礁を研究している全国各地の大学の先生たちを講師とし、喜界島でサンゴ礁研究を一緒に行うプログラムに、本校から6名が参加した（1名は中学生）。昨年参加した高校生が、東京に戻ってから研究を続け、ポスター発表や学会発表をしたことを受けて、今年は刺激された中高生が応募して、サンゴやその化石、地下水、海産無脊椎動物、貝類などの研究を行った。

ジュニアコース：小3から中3まで36名、2019年8月3日(土)～7日(水)の4泊5日。

アドバンスドコース：高校生12名 2019年8月3日(土)～14日(日)11泊12日

高校生参加者は、ジュニアコース終了後、大学の先生とさらに発展的な研究テーマの設定を行い、その後継続して調査と研究レポートの作成を行なった。参加した本校生徒の感想を以下に載せる。

- ・サンゴの成長速度とエルニーニョ現象との関係を調べた。10人の参加者と一緒に作業することで、皆で研究する楽しさやそれによる研究の質の向上を体感することができた（高2男子）。
- ・前半は海底の環境と海水を比較して関係性を調査し、化石サンゴを切って年輪から年ごとの海水の状態を調べた。後半は化石サンゴと原生サンゴを切って、莖壁の厚さや莖の長さ、密度を顕微鏡とイメージJで調べ、サンゴの種類を同定した。貴重な体験ができた（高2女子）。
- ・前半は喜界島がどのような化学物質でできているのかを研究し、後半は全班での研究を生かし、喜界島の湧き水の水質分析を行った。サンゴ研究者の先生から、直接ご指導いただけたことは、他ではできない貴重な体験となった（高2女子）。
- ・前半は化石や地質を調査、喜界島の成り立ちを考察した。後半は喜界島各地の湧水の成分を調査、その中で、カルシウムイオン濃度と標高の関係に着目し、地質図と分析結果を参考に原因を考察した。後半では研究の進め方、調査結果のまとめ方、発表資料の作成方法など、多くの事を講師の先生から学んだ。何より自分で設定した仮説を調査を通じて証明できたことが嬉しく、研究の楽しさの一端に触れることができた（高2女子）。
- ・私の班は貝の成長線について研究した。また海では直接サンゴを見ることもできた。専門家の先生のもとで直接学べることはなかなかできないので新鮮で楽しかった（中2女子）。



### 3) 研修活動

#### ①フィンランド海外研修

英語科 本多洋平

##### i) 実施目的

中央大学附属高等学校では、平成30年度において教養総合Ⅰ・Project in ScienceⅠ「光とオーロラの探究」という授業を実施し、フィンランド・オウル大学ソダンキュラ地球物理観測所（以下SGO）において講義を受け、施設見学を行なった。今回の研修では、その一連の授業を経験した生徒が、今度は同観測所において、教養総合Ⅲ・Project in ScienceⅡ（以下PISⅡ）にて取り組まれる卒業研究課題のデータ収集および口頭発表を行うことを実施内容とする。加えて、この研修を行うにあたり、高校3年生理系生徒対象のProject in EnglishⅢScience（以下PIEⅢSci）では、英語での口頭発表に向けて準備する。実際に英語での口頭発表と質疑応答を経験することで、科学者に求められる国際性の向上を目指し、さらには研究に対する意欲を喚起する。

##### ii) 実施期間

2019年10月21日（月）～10月25日（金）（3泊5日）

##### iii) 参加者および研究テーマ

3年I組	加藤 清乃	<i>Comparison of anomalous propagation in the auroral zone and the middle latitude</i>
3年I組	長島 汀	<i>Three-dimensional analysis of the location of aurora</i>
3年J組	雨宮 進也	<i>Where does auroral sound come from: the possibility of the temperature inversion layer</i>

##### iv) 研修先および研修内容

###### ・ オーロラ観測地（トナカイファーム）

オーロラを観測し、各自の卒業研究に必要なデータを収集する

###### ・ アルクティクム博物館

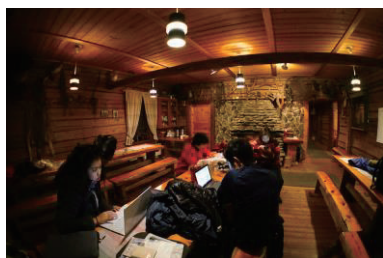
科学展示を見学し、「北極圏の生物」「フィンランドの地質」「北極圏の環境保護への取り組み」について一つ興味のあるものを中心に学ぶ。帰国後、学んだ内容をレポートにまとめ、さらにその内容について発表し合う。

###### ・ ピルケサイエンスセンター

科学展示を見学し、北極圏の森林およびフィンランドの林業について学ぶ。帰国後、生徒3名で分担し、日本の林業との類似点・相違点を挙げ、さらにその考察を加えたレポートを書き、11月23日（土）に行われる学校説明会にて、その内容を受験生および保護者に発表する。

###### ・ SGO

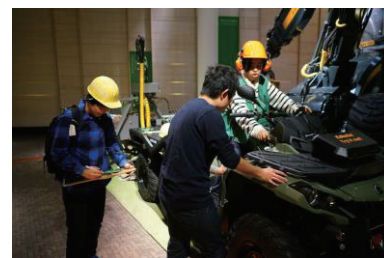
SGOにて、3名の生徒それぞれが個人研究内容を英語で発表する。そして質疑応答をし、研究に関する助言を受ける。さらにDr. Jyrki Manninen 研究所長による講義聴講、大学院生の研究内容聴講を行う。また、研究所内の施設設備見学を行う。



トナカイファーム屋内で実験準備



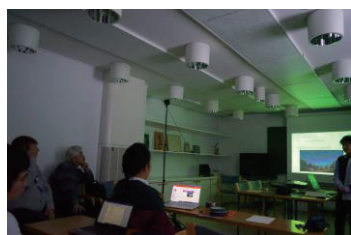
アルクティクム 博物館



ピルケサイエンスセンター

v) 旅行行程

月日 (曜)	訪問先等 (発着)	現地時刻	実施内容	宿泊地
10/21 (月)	各自自宅発 成田空港集合 ロヴァニエミ空港着 ホテル発 オーロラ観測場所 ホテル到着	8:30 17:40 20:40 21:00～ 1:00 1:20	各自移動 現地到着後、専用車にてホテルへ  オーロラ観測・データ収集	ロヴァニエミ
10/22 (火)	アルクティクム着  各自昼食  ホテル着  ホテル発 オーロラ観測場所 ホテル到着	10:30  13:00  14:00  20:40 21:00～ 1:00 1:20	博物館見学・情報収集   レポートまとめ、発表およびデータ収集 準備 (ホテルにて個別指導・準備)  オーロラ観測・データ収集	ロヴァニエミ
10/23 (水)	SGO 着    SGO 発  ホテル着  ホテル発 オーロラ観測場所 ホテル到着	11:45  13:00  14:00 15:00 15:30 17:00  19:00  20:40 21:00～ 1:00 1:20	Restaurant Niesta にて昼食   本校生徒による個人研究発表および質疑 応答 (研究所長・研究員による指導・助 言) Dr. Jyrki Manninen 研究所長による講 義 研究員による研究内容紹介 観測所内施設見学   オーロラ観測・データ収集	ロヴァニエミ
10/24 (木)	ピルケ着  ホテル発  ロヴァニエミ空港発	9:00  11:30  13:55	サイエンスセンター見学・情報収集	機内泊
10/25 (金)	成田空港着	8:55	各自帰宅	



SGO での発表・質疑応答、研究指導、研究員による研究内容紹介の様子



## vi) 事後学習について

事後学習として、以下の3点を実施した。

- ・ 10月29日(火) アルクティクム博物館で各自が学んだ内容を放課後に各自発表
- ・ 11月23日(土) 学校説明会にて、ピルケサイエンスセンターでの学習内容を発表
- ・ 12月20日(金) 最終レポートの提出

今回の研修では、卒業研究のためのデータを収集すること、卒業研究を英語で発表すること、そして理系分野の知見を広げることが主な目的であった。実施後のレポートからも読み取れるが、個人が色々な発見や学びをし、非常に実りの多い機会となったように感じる。それは成功体験のみならず、失敗体験からも生徒の学びを伺うことができる。

例えば、オーロラ観測時に各自の必要なデータを収集する際、想定していた通りにはいかず、試行錯誤を重ねる様子が現地でも見られた。PIEⅢSciの授業にて何度も英語での発表や質疑応答を繰り返してきたが、日本語を話さないオーロラの専門家たちの前で自身の研究内容を英語で説明することを経験し、母語以外での意思伝達の難しさの本質的な部分を体験することができた。

また、博物館やサイエンスセンターでの見学では、現在取り組んでいる専門的な分野以外にあえて着目させることで、学問分野の垣根を超えた繋がりを発見することができた。また、理系分野のみならず、人文社会科学分野との繋がりも意識させた形での知的好奇心を喚起することができた。



11月23日(土) 学校説明会において発表の様子

## vii) 生徒のレポートより

### a. 現地での実験について

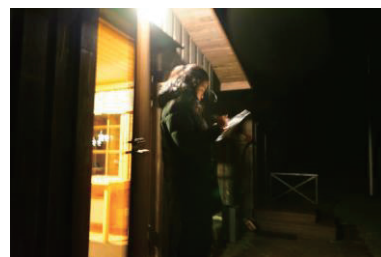
本研究は、「フィンランドにおける異常伝搬の特異性を日本との比較という観点から考察するという内容であり、昨年度にも実施した異常伝搬をとらえる実験を行った。

昨年度に実施した実験では、ロヴァニエミのトナカイファームにて、1時間ごとにFMラジオの受信可能周波数を調べる簡単な実験をフィンランドで実施し、異常伝搬をとらえるというものである。

本年度も同じ実験を行った結果、異常伝搬と思われる伝搬を受信した。

これは、北欧各国のイオノゾンデからもうかがえることであり、メカニズムとしてオーロラジェットが関係し異常伝搬発生から30分の時間差でオーロラ観測を行うことができた。

この結果を踏まえ、異常伝搬の時価差を利用した遠距離通信を可能に向けて異常伝搬時の送信基地局を自動特定が行える指向性の強い送受信機の研究を行っていく予定である。



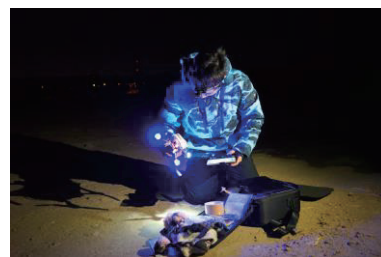
今回、2019年10月21日から25日にかけてフィンランドのロヴァニエミの研究旅行はとて充実していた。結果として、自分の研究を進めることができた。

まず、オーロラの観測についてだ。私の研究は、「オーロラの発生場所の3次元解析」であり、2018年10月22日20時40分(UT)で観測されたオーロラがどの場所で発生し、オーロラの高度はどのくらいであったのかを研究している。今年のオーロラの観測によって、昨年観測したオーロラの高度を計測することができ、私の研究を発展させることができた。



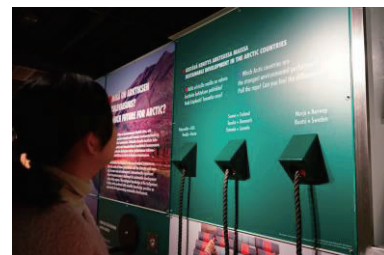


現地での実験について、ドローンでの観測が容易であったことが研究のための大きな助けとなりました。ドローンが作られて以来、日本のドローン規制は厳しいものであり、特に都市部でドローンを活用した観測を自由に行うのは、難しい側面があります。フィンランドにおけるドローン規制はまだ緩く、少し都市から離れることが出来れば高度 150mまで自由に飛ばすことが出来ました。そのため、上空の気温を測定することができました。しかし、ドローンの性能により一度の観測しかすることが出来なかったことが心残りでした。使用した機器は衝撃に強いわけではなく、一度故障し、現地で修理することになりました。再度観測し、なんとかデータを収集することが出来ましたが、今後は機器の改良が必要だと感じました。観測結果は気温の逆転を観測することは出来ず、当日現地には逆転層がなかったものと思われます。この理由としましては、当日の気温が-2度と例年に比べて暖かかったので急激な気温変化に至らなかったためだと思われます。



## b. アルクティクム 博物館での見学について

アルクティクム博物館で見学した北極圏の環境保護への取り組みについて考察し、日本の環境問題解決の可能性を模索する。まず、今北極圏が置かれている状況について非常に深刻になっているの言うまでもない。森林限界の地域も北上し、1979年以降北極の氷は急速に減少しているのである。これらの展示について氷の規模を年代順にパズルのように設置してあり、今の北極の氷と昔の北極の氷の差を楽しみながら実感することが出来た。また、北欧地域の環境への取り組みの仕方について、フィンランド自体石油などの採掘が行われていないため、冬期間に暖を取るものはほとんど木材から来ているのであることを理解し、その行為がどれほど環境破壊につながるものになっているかを、ロープの引きの強さをもって体験できたのはとても心に残った。こういった、体験型施設・展示の充実はこのからの未来を支える者たちに無意識に実感させる取り組みである。自国の置かれている状況に冷静に向き合い、当事者意識を持たせるような教育環境を整えるべきであることを学んだ。



アルクティクムではフィンランドの地学について学ぶことが出来ました。中でも特に興味深かったものは氷河が解けることによる土地の隆起でした。展示されていた文章によると、昔フィンランドは氷で覆われていたそうです。氷が解けたとき、氷によって押し沈められていた地球の地殻が隆起するという現象が起きました。この現象は地殻変動による隆起とは違うものであり地学的には興味深いものでした。他には、氷が解けたとき氷に覆われていた地域全体がとても冷たい水に覆われ、その水よりも上になった丘の上部に植物が根付いて、今では部分的に植物が成長している地域が形成されているという説明もありました。その展示には木が部分的に生えているものがありました。更に関係の話を続けると年々大地を覆っていた水は大地の隆起により下の方に流れ、それに伴う大地の浸食で川 (the river Kemi-joki) が長くなっているという話もありました。ただし、個人的に展示として目を引かれたのは巨大なアメジストでした。触ってみると冷たくひんやりしていて本物ということが実感できた。縦横奥行1mぐらいの大きさだったと思われます。こんなに大きなものが取れたのかと驚きました。近くにアメジストが取れる鉱山があるとの話がその後聞けたので取れた当時の人も驚いたのだろうと思うと同時に、自然の雄大さや偉大さを感じました。



アルクティクム博物館では、オーロラのことだけでなく、動植物の生態系、フィンランドの地形や歴史など、幅広い分野での展示がある博物館である。その中でも私は、シロクマについて着目することにした。シロクマは寒い場所に適合し、海氷を主な生息地としている唯一の哺乳類である。厳しい極地で生き残るための身体的特徴を持っている。

尻尾は短くて小さい。寒い地域に生息するシロクマの尻尾は、アレンの法則に従うと知られている。アレンの法則とは、恒温動物は、暖かい地域に生息していると尻尾が長く大きくなり、寒い地域

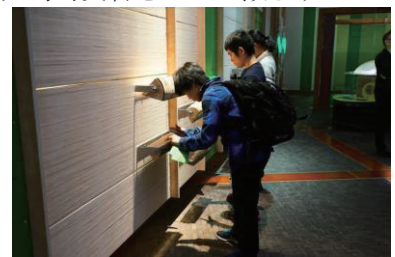
であると短く小さくなることである。シロクマは全身が暖かさを保つために毛がたくさん生えている。毛は、周りの色に紛れることができるように白くなっている。シロクマがアザラシを食べると毛の色は黄色くなる。

肌は黒い。皮下脂肪は12cmにも及ぶ。皮下脂肪には、水の中でも体温を一定にしておけるようにすることと、エネルギーを貯めておく2つの機能を持つ。子供のシロクマは皮下脂肪が少なく泳げない。また、子供のシロクマを育てるとメスのシロクマは皮下脂肪が減り泳げなくなる。長い首は、泳ぐときと、獲物を捕まえるときに役に立つ。鼻の形は、空気を吸っても体の温かさを保てるようになっている。水の中にいるときは鼻を閉じることができる。



### c. ピルケサイエンスセンターでの見学について

ピルケでは主に木材の加工方法に注目した。日本とフィンランドにおける農林水産業への意識の差を感じることができ、ピルケ自体が木材の国であるフィンランドならではの体験型施設になっていた。木材の他に、森と共存している動植物にも目を向け、様々な自然・人為的災害をいかに減らすかや、森と人のつながりを歯車に見立て複雑に絡まり合う職業と森について当事者意識を持たせるような作りになっていた。フィンランドは日本と違い人工林があまり多くなく、大地の動きも活発ではないので地盤の強さはあるものの、木の伐採のための機械の開発など人工衛星を用いながら的確に効率よく木の生長と伐採期を管理する体制は日本でも取り入れるべきである。また、木に関する職に従事している人が日本よりも多いため、木に対して親身になって考える人々が多いということもわかった。



ピルケでの見学では木材と人のこれからの関係性を考えさせられました。ピルケに展示されていたものはどれも堅苦しいものではなく、短い文章で簡潔に木と人が共存していくにはどうしたらいいのか、森林保存の面、木材加工の面、自然体験の面から訴えかけているものでした。展示の仕方としては、全体的にデザイン性に富んでいながら体験型が多く、まるで木のテーマパークのようなものでした。老若男女多くの方が楽しんで学べるものとなっていました。内装のデザインも木が大部分を占めているため暖色が多く心が暖まる感じがしました。中では何らかの研究発表をしており、このような施設の利用方法が新鮮でした。



私はピルケサイエンスセンターでの展示に関し、特にフィンランドに広がっている木々に着目して見学してきた。フィンランド北部では9種類の原樹種が育つ。一般的にマツ、トウヒ、カバノキが経済的に貴重な樹種と言われている。フィンランドの森林のうち、47%がマツ、24%がトウヒ、19%が落葉樹で成り立っているそうだ。(中略)

フィンランドは、3/4が森林地帯になっており、非常に人と木の距離が近いことがわかった。また、この博物館は、研究室を兼ね備えていた。博物館の中で木についての講演を行ったり、仕事のミーティングをしたりすることがあるそうだ。これは日本の博物館との違いであり、魅力的なものであると感じた。





#### d. SGO での発表について

今回の研修旅行で一番の収穫を感じたのはこの研究発表であった。日本では数々の SSH 大会に参加しており、発表に関して自分の言葉でまとめるということは何度も経験していた。しかし、今回の研究発表でいかに日本での研究発表の機会が少ないか、研究に要する知識が少ないかが露呈されるいい機会だった。まず、英語での発表をすることがなかったため、指針がたたなかった。手探りの状態で行ったが、日本語での発表のような言い回しをすることなく発表を終えてしまった。また、今後の課題にもなった質問への対応力も身につけなければならないことを痛感した。うまく話せないことへのもどかしさは英語力の向上を図るきっかけになった。しかし、日本人同士ではない外部からのアドバイスはとても新鮮であり、また大学院生の研究内容を英語で聴講し実際に体験できたことは、今後の大学進学の際の研究材料になると考える。

SGO での研究発表は、PowerPoint を用いて行った。日本語でスライドを作る時よりも英語で作ったことによって、スライドには文章ではなく重要なポイント（単語など）を見やすく書くことが重要であることがよくわかった。どこが重要であるかを見極めてスライドを作り、どこを示しながら話すのかを特に練習した。発表では、英語の単語を間違えてしまったり、発表している途中でスライドの間違いに気がついたりしたが、臨機応変に対応することができた。今回の発表で、自分の研究と発表に自信を持てるようになった。また、発表したあとに、自分の研究に必要な資料の見方を教えてもらうことができ、自分の研究を発展させることができた。

SGO での研究発表では改めて英語学習の必要性を感じました。日本では、英語の発表を行っても困った時には日本語という逃げ道があり、英語学習の必要性をあまり強く認識することは出来ませんでした。しかし今回の発表では、自分の発表の内容を聞いてもらっている人に伝えるには英語を使うことしかできず、逃げ道がないため英語学習の必要性を今一度感じました。特に、緊張して英語の発音が頭の中から飛んだ時などには焦ってしまい、発表がスムーズに進まず相手にも自分の発表がうまく伝わっていないと感じることがありました。英語を流暢に、そしてしっかり相手に自分の考えを伝えるためのツールとして使うことが出来るようになりたいと感じました。普通の発表自体は何回か行ってきていて、あまり緊張しなくなってきましたが、英語で行う発表での緊張は段違いでした。足の震えが止まらず、無意識のうちに腕組みをしてしまうほどでした。そのように今まで経験したことのない英語での発表の経験や、英語の必要性を再認識することが出来たいい経験となりました。



## ②第9回東芝杯中国師範大学理科教学技能創新コンテスト入賞者との研修会

理科 岡崎弘幸・地歴公民科 大島誠二

6月13日(木)、第9回東芝杯中国師範大学理科教学技能創新コンテストで入賞した大学生と指導教官が本校を訪れ、本校教員との研修会を開催した。このコンテストは、数学、物理、化学の各分野で教授技法を競う大会で、中国の教育部と日本企業の「東芝」の共催により、毎年、中国全土の師範大学の大学生を対象に開かれ、参加者は1万数千人に及んでいる。今回は中国教育部の趙建軍先生を団長に、中国各地の20の師範大学から、入賞した大学生30名とその指導教官19名、教育部3名が来校した。

研修会では、数学、物理、化学の各分野で、中国側の大学生と本校の教員が1名ずつ、本校の生徒を対象にそれぞれ授業を実施した。各分野の授業題目は、次のとおりである。

- ・数学 中国側 甄禕明(天津師範大学) 題目「平面ベクトルの基本原理」  
本校教諭 秋山和男 題目「Complex number rhapsody」
- ・化学 中国側 黄露瑶(華中師範大学) 題目「金属の電気化学腐食—水素析出腐食—」  
本校教諭 武市雅至 題目「サルチル酸メチルの合成(実験)」
- ・物理 中国側 佑佳玲(四川師範大学) 題目「等速円運動の求心力と求心加速度」  
本校教諭 三輪貴信 題目「熱力学 熱機関」

授業は基本的に英語を用いて実施された。そのため生徒にとってはやや難易度の高い授業となったが、各教員ともより理解しやすいよう、動画、図版、実験などを多用し創意工夫して授業を展開した。授業終了後、懇談会を実施した。懇談会では「カリキュラムの構成と単位数」「講義と実験の組み合わせ方」「生徒に実験を行わせる目的と実験後のまとめ方」「教育制度や進学状況の違い」などが議題となり、お互いの教授方法の違いや共通点などについて意見交換をおこなった。授業を受けた生徒も懇談会に参加し、中国の大学生と授業内容や学校の状況の違いなどについて、たどたどしい英語ではあったが熱心に情報交換をおこなった。

研修会全体を通しては、教員、生徒ともに貴重な国際交流経験の場となり、グローバル社会への対応力や英語力の重要性を改めて認識させられる一日となった。生徒の事後アンケートでは、スキルとしての英語の重要性に気づかされたとの声が圧倒的であった。





### ③カリキュラム・マネジメント研修会（教員研修会）

理科 岡崎弘幸・国語科 齋藤 祐

日時：2019年6月21日（金）13:15～18:00

テーマ：教科横断的な学びの体験を通じた、カリキュラム・マネジメント勉強会および実践に向けた協議

場 所：中央大学附属中学校・高等学校生物実験室

内 容：次期学習指導要領では、教科等の目標や内容を見通し、学習の基盤となる資質・能力を養うために教科横断的な学習の充実が求められている。同時に、学校、地域とともに実施・評価・改善をしていく「カリキュラム・マネジメント」が必要とされる。そこで今回の勉強会は、東京都生物教育研究会の研修会と本校 SSH で開発中の教養総合 I の中間成果報告を兼ねて実施した。本校では、学校設定科目として「教養総合 I」という授業を設け、その授業と研究旅行を関連させ、社会課題に取り組む姿勢を育むカリキュラムを構成している。「教養総合」の開発により次代のイノベーションを担う科学技術人材に求められる能力と資質が向上する」という仮説を立てているので、各科目とも創意工夫を凝らし、試行錯誤の中でデータを蓄積している。教養総合 I は高2の必修選択とし、その中で SSH 科目として Project in science I の①「マレーシアの自然調査と観光資源開拓」 ②「数学・英語で学びを考える（カナダ）」 ③「コンピュータプログラミング」 ④トレーニング科学の4コースと、トランスサイエンス（TS）の「フクシマとオキナワを通して近代化・科学技術を考える」という1コースを設置している。どのコースも教科横断的に社会課題や専門分野に取り組むカリキュラムがつくられ、勉強会ではこれらの授業見学を行い、授業ごとの分科会や全体会による協議を行なった。また、本校から SSH 課題の一つであるコンピテンシー評価の中間報告を行い、意見交換をした。

マレーシアの授業を見学した他校の先生からは、どの発表も SDGs に関連させていた、事前学習から現地研修、事後学習、成果物という流れがあることで効果的な PBL になっているとか、コンピテンシー評価を行って授業を PDCA し、全体をマネジメントしているという感想が出た。また、教科横断型の取り組みとして、国語×理科（同じ教材）、社会×理科（同じ社会問題）、理科×技術家庭（物づくり）なども紹介された。他には問いから授業をはじめ、収束させない。課題研究などを積極的に取り組めば取り組むほど、より一層詳しく知りたくなり、やる気が出てくる。本校の実践から、コンピテンシーで見える化し、教員のサイクルを回すことはほかの学校でもできるのではないかなど、活発な意見が出た。今後も校種、教科、中高などの枠を超えた幅の広い勉強会（研修会）を開き、新しい時代に即した教育を追求していくことが望ましい。



仮説2. 「科学技術人材育成に特化した英語科授業 “Project in EnglishⅢ” の開発により、科学技術人材に求められる国際性が向上する。」

本校の「Project in EnglishⅢ」の開発の取り組み

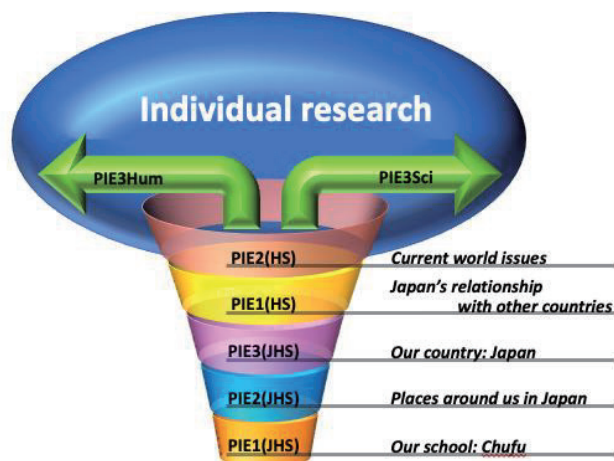
英語科 本多洋平

### ①本校の「Project in English (以下PIE)」について

PIEは2010年度に本校の学校設定科目として設置され、2017年度のカリキュラム改訂において、中学1年生から高校3年生までの6年間連続的に配置される科目となった。PIEにおいて重要な要素は以下の5点である（詳細は2018年度報告書に記載）：

- ・発信の力を育成すること
- ・プロジェクト型であること
- ・意味中心・学習者中心であること
- ・協同的であること
- ・Team Teaching であること

PIEにおいては、右図のように6か年に渡り、各年度のテーマに基づいて英語による自己表現の機会を創出し、その力を育成するよう教員配置や教材開発を行っている。



### ②「Project in EnglishⅢ」の開発と課題

#### 1) 研究内容・方法・検証

##### i) 教育課程編成上の位置付け

学校設定科目として実施。今年度の実施形態は以下の通り。

科目名：Project in English Ⅲ

対象生徒：高校 3年生生理系選択者 49名

実施期間：1学期および2学期 週2時間（連続授業）

実施形態：英語科教員と理科教員による Team Teaching・主に英語で授業実施

##### ii) 研究内容

本校では2017年度高校1年生から新カリキュラムが始まり、2019年度高校3年生より、学校設定科目として文系と理系それぞれ内容を異にするPIEⅢが実施された。同じく学校設定科目である教養総合Ⅲにおいて、文系は卒業論文を執筆し、理系は卒業研究を実施することとなっている。PIEⅢにおいては、どちらもその内容を英語で発表することを最終目的とした。理系におけるPIEⅢ（以降PIEⅢSci）においては、以下の通り授業を実施した。

##### a) 目標

- ・科学的なテーマについて、自分の考えを英語で表現しようとする意欲を育む。【探究する意欲】
- ・科学的なテーマに関する他者の文章・発言を理解する力を養う【傾聴力】
- ・科学的なテーマについて、自分の考えを英語でわかりやすく説明し、効果的に伝える力を養う。

##### 【説明力】

- ・お互いの考えを尊重し、信頼関係を築きながらプロジェクトを達成する力を養う。【協創力】

##### b) 既存の科目との関連づけ

コミュニケーション英語Ⅲで培われる土台をもとに、PIEⅢSciでは、4技能（読む・聞く・書く・話す）の中で、特に発信（書く・話す）の力を育成することを大きな目標の一つとしている。また、教養総合Ⅲの内容を英語でまとめさせ、発表させることで、自身の研究内容理解の促進および論点の明確化を図る。

c) 年間指導計画

1 学期

2 学期

Lesson		Contents	Notes
1 4/16	1	Guidance	Variables Popcorn を用いた 実験・発表
	2	Input 1	
2 4/23	1	実験 1	
	2		
3 5/7	1	発表 1	
	2	振り返り・まとめ	
4 5/14	1	English focus	Physics Land yacht を用 いた実験
	2	Input 2	
5 5/28	1	実験 2	
	2		
6 6/4	1	先行研究文献調査・発表 スライド作成	(中大理工学部 授業聴講期間)
	2		
7 6/18	1	発表 2	Land yacht を用 いた実験の発表
	2	振り返り・まとめ	
8 6/25	1	先行研究発表	自身の卒業研究に 関連する先行研究 を紹介 (英語文献 読解、日本語要 約・発表)
	2		
9 7/2	1	Test: Science vocabulary	
	2		

Lesson		Contents	Notes
1 9/10	1	Guidance, English focus	Biology Ants 集団行動観察
	2	Input 3	
2 9/17	1	実験 3	
	2		
3 10/8	1	発表 3	
	2	振り返り・まとめ	
4 10/29	1	English focus	Chemistry Bubbles を用いた実 験・発表
	2	Input 4	
5 11/5	1	実験 4	
	2		
6 11/12	1	発表 4	
	2	振り返り・まとめ	
7 11/19	1	発表準備	ポスター作成
	2		
8 11/26	1	卒業研究個人ポスター発表	自身の卒業研究に関 するポスター発表 (英語)
	2		
9 12/3	1	Test: Science vocabulary	
	2		

取り組みの詳細内容は後続のページで紹介する。

iii) 手段、方法

高校3年生生理系選択者対象への授業を計画し、実施した。口頭でのポスター発表が最終ゴールであるため、発表形態の工夫や発表方法の改善を目指した。

iv) 成果検証方法

生徒によるコンピテンシーアンケート結果および学期ごとの授業アンケートにより授業の成果を検証した。また、授業と連関する形で海外での活動(研修・研究発表会・交流会)に参加した生徒の数、科学に関する英語での交流に参加した生徒の数さらに各種英語資格試験の取得状況も、仮説に対する成果検証方法の一つとする。加えて、授業担当者から見た生徒の変容も後述する。

v) 成果

教養総合Ⅲにおける卒業研究は、自主性を育み、研究者としての素地を作るために非常に意義深いものであると考える。さらにPIEⅢSciで取り組んできたように、個々人が自ら選んだ研究テーマについて、その内容を英語でまとめて他者にわかりやすく伝えようと努力することは、英語学習面においても効果的であると考え。このことは指導に当たった教員だけでなく生徒の自己評価(コンピテンシーアンケート)と授業評価にも現れている。

1学期の授業開始時と2学期最終授業後にコンピテンシーアンケートを実施した。このアンケートにおいては、生徒は4段階で回答した。コンピテンシー項目とその結果は以下の通り:

	レベル1 問題行動	レベル2 指示待ち行動	レベル3 自主的行動	レベル4 自律的行動
【探求する意欲】	1. 科学的なテーマについて、自分の考えを英語で表現しようと思ったことはない。	2. 科学的なテーマについて、授業等で要求されれば、自分の考えを英語で表現しようとしている。	3. 科学的なテーマについて、授業中自分の番でなくても、自分の考えを英語で表現しようとしている。	4. 科学的なテーマについて、授業外の普段の生活の場面でも自分の考えを英語で表現しようとしている。
【傾聴力】	1. 英語による他者の文章・発言は理解できないので、あまり聞こうとは思わない。	2. 英語による他者の文章・発言を理解する力が自分には足りないが、伸ばそうと努力はしている。	3. 英語による他者の文章・発言を理解する力がある程度あり、要旨を把握することはできている。	4. 英語による他者の文章・発言を理解する力があり、それが科学的なテーマであっても、その要旨を手短かにまとめることができる。
【説明力】	1. 自分の考えを英語でわかりやすく説明なんて、できるわけがない、と思ってしまう。	2. 自分の考えを英語でわかりやすく説明し、効果的に伝える力が自分には足りないが、伸ばそうと努力はしている。	3. あらかじめ準備する時間があれば、自分の考えを英語でわかりやすく説明し、効果的に伝えることができる程度できる。	4. 準備する時間がないうる応答でも、自分の考えをわかりやすく説明し、効果的に伝えることが十分にできる。
【共創力】	1. 英語によるグループワークが苦手であり、他人と協力して何かを創り上げることは苦手だ。	2. 英語でのグループワークでは、メンバーに協力できるが、自ら率先して動くとしたことはあまりない。	3. 英語でのグループワークにおいて、共通の目標を理解しようとし、当事者意識を持とうとしている。	4. 英語でのグループワークにおいて、共通の目標を理解し、それを達成するために常に当事者意識を持って行動している。

以下は科目履修辞退等の理由により、途中で授業を辞退した者などを除いた、38名の回答である。

2019 PIE3Sci コンピテンシーアンケート結果

【探求する意欲】	実施前	実施後	【傾聴力】	実施前	実施後
<i>Mean</i>	1.95	2.55	<i>Mean</i>	2.18	2.55
<i>SD</i>	0.73	0.69	<i>SD</i>	0.69	0.69
<i>N</i>	38	38	<i>N</i>	38	38
【説明力】	実施前	実施後	【共創力】	実施前	実施後
<i>Mean</i>	2.03	2.58	<i>Mean</i>	2.50	3.05
<i>SD</i>	0.75	0.79	<i>SD</i>	0.86	0.77
<i>N</i>	38	38	<i>N</i>	38	38

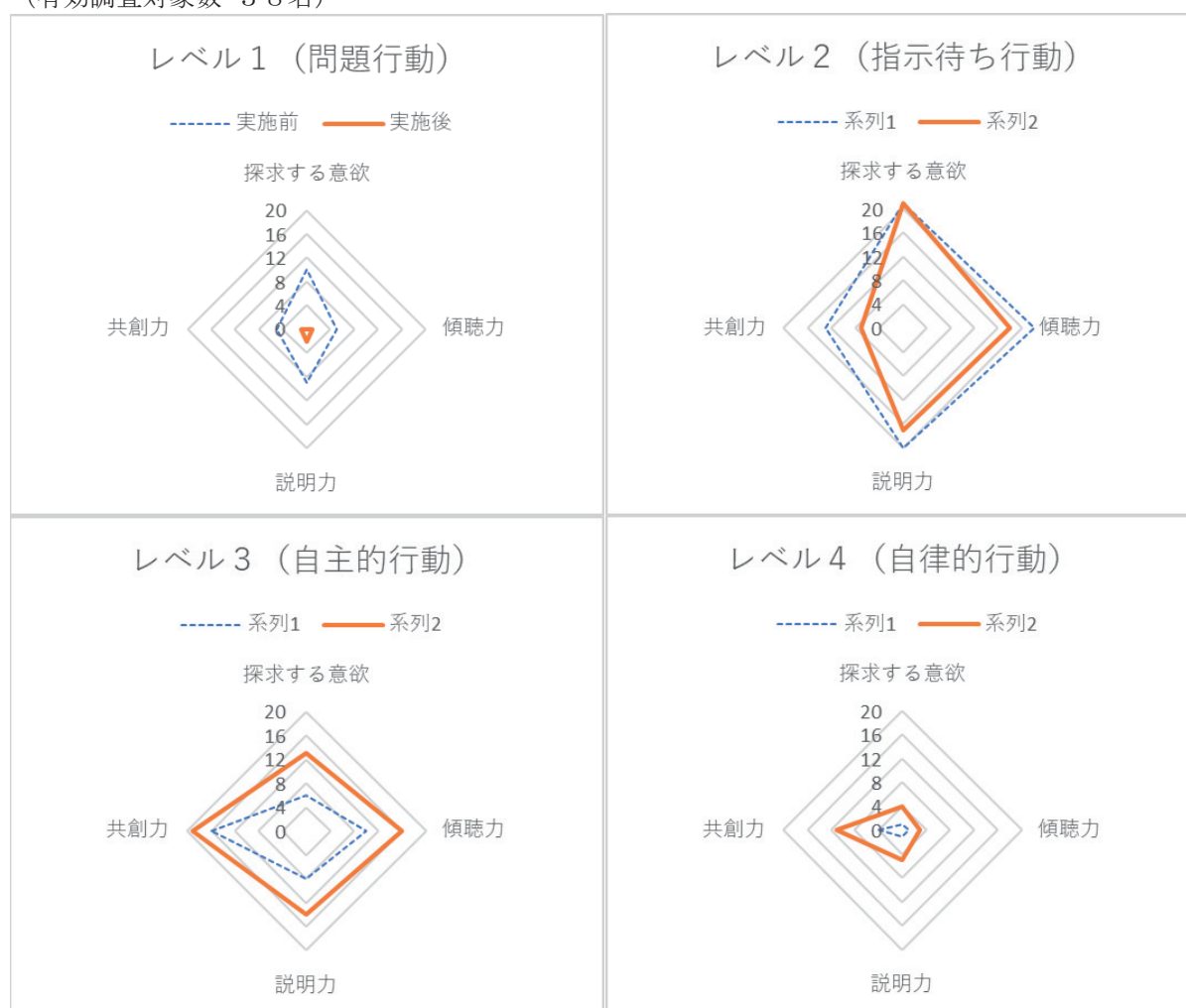
全ての項目において、授業開始前においては低い値を示していたにも関わらず、実施後のアンケートでは生徒自身の自己評価が高まっていることがわかる。



【説明力】及び、【傾聴力】の平均値がわずかながら上昇している。このことより、生徒自身が「英語でのコミュニケーション能力、つまり他者に理解できるように説明する能力や、他者の英語発言について理解する能力が上昇した。」と、感じているということがうかがえる。授業者としても、実験1～4のプレゼンテーション、最終プレゼンテーションを通して、生徒たちの英語対話能力が大きく上昇したことが実感できている。また、アンケート結果で【探求する意欲】が大きく上昇している。これは、「科学的なテーマについて、自分の考えを英語で表現すること」について関心が大きく上昇しているということである。自信が不足しているためか、経験不足のためか、はじめは消極的であった生徒たちも最終的には、自ら英語で表現してみようという意識に変わったと言えるのではないだろうか。この結果についても、プレゼンテーションの様子に現れており、最終プレゼンテーションでは、自ら聴者との英語対話に挑戦しようとするものが多かったように感じられた。【共創力】の上昇については、プレゼンテーションや実験を1人ではなく、2～4人程度のグループで行ったことによるものであると考えられる。また、英語スキルの学習の時間も、複数人で行うアクティビティを用意したことによる影響も大きいと考えられる。

以下に、実施前、実施後でのコンピテンシーアンケート結果のレベル1～レベル4の変化を示す。実施後にはレベル1がほぼいなくなり、レベル3やレベル4が増えていることがわかる。

(有効調査対象数 38名)



学期ごとに「授業アンケート」を実施した。このアンケートの目的は、生徒自身の学習態度の振り返らせることと、生徒による授業評価を行うことの2点である。ここでは授業評価のみに言及する。生徒は4段階（4-よく当てはまる、1-全く当てはまらない）で回答した。質問項目とその結果は以下の通り：

質問項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 授業進行上の指示はわかりやすい【教員の指示】</li> <li>・ 授業の進め方（進度）は適切である【進度】</li> <li>・ 説明、プリント等はわかりやすく工夫している【教材提示】</li> <li>・ 生徒の学力向上のために努力している【教員の努力】</li> <li>・ 質問に丁寧に答えてくれる【応対】</li> <li>・ 総合的に判断して、この授業に満足している【満足度】</li> </ul>
------	--

2019 PIE3Sci 授業アンケート結果

【教員の指示】	1 学期	2 学期	【進度】	1 学期	2 学期
<i>Mean</i>	3.33	3.33	<i>Mean</i>	3.37	3.44
<i>SD</i>	0.71	0.68	<i>SD</i>	0.58	0.61
<i>N</i>	43	36	<i>N</i>	43	36

【教材提示】	1 学期	2 学期	【教員の努力】	1 学期	2 学期
<i>Mean</i>	3.30	3.41	<i>Mean</i>	3.60	3.61
<i>SD</i>	0.60	0.50	<i>SD</i>	0.54	0.55
<i>N</i>	43	36	<i>N</i>	43	36

【教員の応対】	1 学期	2 学期	【満足度】	1 学期	2 学期
<i>Mean</i>	3.60	3.72	<i>Mean</i>	3.44	3.41
<i>SD</i>	0.58	0.45	<i>SD</i>	0.63	0.65
<i>N</i>	43	36	<i>N</i>	43	36

全ての項目において、高い値を示しているため、生徒による本授業の評価は高いと言える。授業期間中は提出課題（発表動画など）が多く、他の授業の課題との兼ね合いもあり、忙しそうにしている生徒が多々見られた。課題の与え方・量は今後の検討課題である。

海外での活動に参加した生徒は3名であり、いずれもフィンランドでのオーロラ観測、英語での卒業研究発表、博物館・科学館見学を実施した。詳細は「フィンランド研修旅行」に記述する。

科学に関する英語での交流に参加した生徒の数は35名である。6月13日に本校で中国師範大学理科教学技能創新コンテストの研修会が行われ、中国の大学院生の授業を英語で受講し、その後英語で交流した。事後アンケートでは、英語でのコミュニケーションがうまくいかなかったことにより英語学習意欲が湧いた様子や、英語の必要性が実感した様子が述べられていた。詳細は「第9回東芝杯中国師範大学理科教学技能創新コンテスト訪問団研修会」に記述する。

1学期の授業開始時と2学期最終授業時での実用英語技能検定の取得数を比較した。結果は調査時点で保持する最も高い級を答えさせたものである。結果は以下の通りであり、より高い級を目指して努力してきた結果がうかがえる：

	実施前	実施後
級なし	3	2
3級	5	3
準2級	16	9
2級	24	34
準1級	1	1
	<i>N</i> = 49	<i>N</i> = 49

vi) 授業内での取り組み

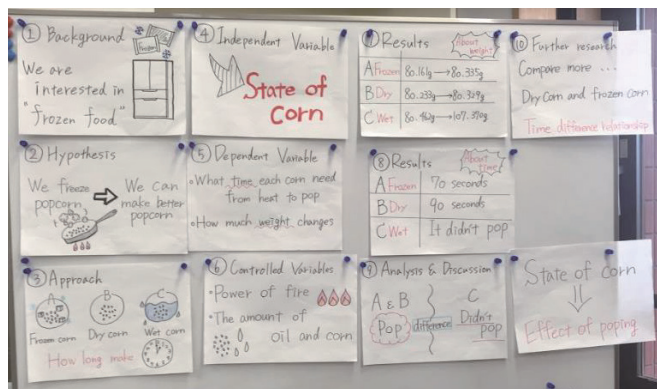
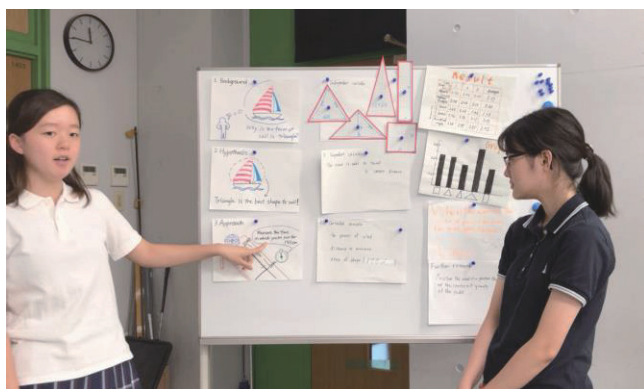
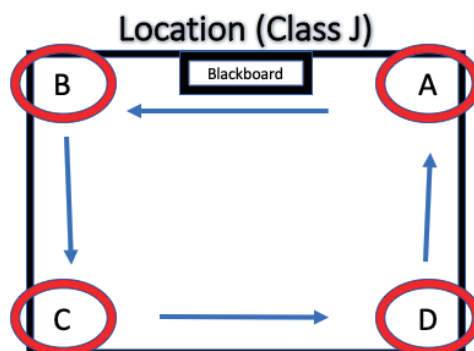
- “Science Vocabulary” の導入：理系のいろいろな分野で使われる単語を毎回の授業で繰り返し練習した。学期に 100 語～150 語程度を導入する。学期末に単語テストを行った。
- “Word Book” の導入：授業時に知った新たな英単語や、発表時に英語にできなかった日本語を記録させた。個人で必要性を感じた時に書かせることとした。
- 実験テーマに即した英語によるインプット-なるべく 4 技能 (LSRW) を横断的にカバーするように教材を開発した。
- 実験・発表の班は 1 グループにつき 2～4 人で構成した。

実験 1 (Popcorn) の様子



- ポスター発表では研究動機・仮説または研究課題・検証方法・結果・考察・新たな課題の流れに沿ってスライドを作成するよう指導した。スライドには見せるために必要な情報のみを載せるよう指導した。
- 実験結果の発表は、ポスター発表形式 (3 分説明・2 分質疑応答 × 4 回) で行った。同一内容で複数回実施させることで、使用文法を自己チェックさせ、使用語彙や表現を増やすことを目指させた。

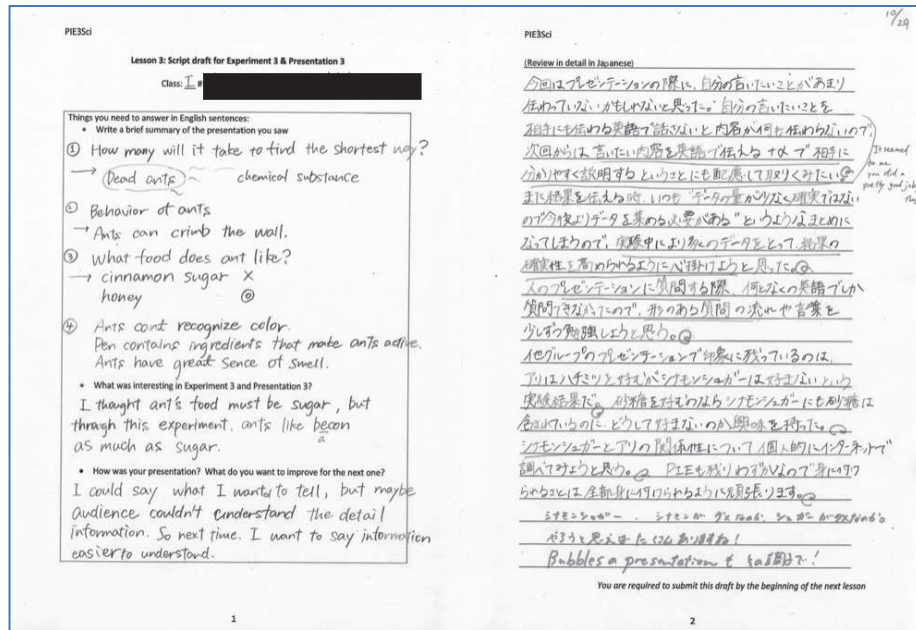
発表 ポスター例 (1. Popcorn / 2. Land yacht)



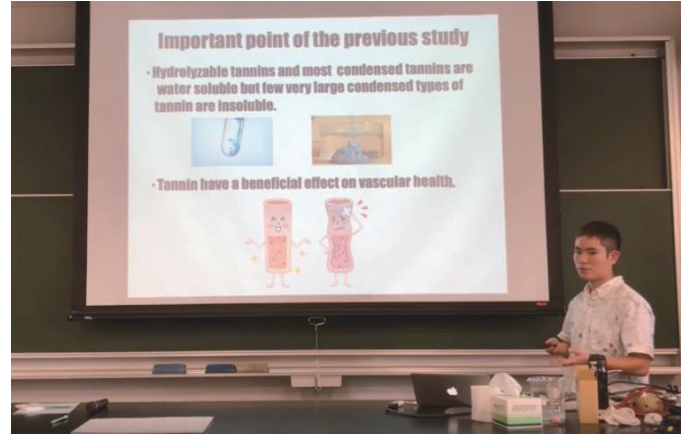
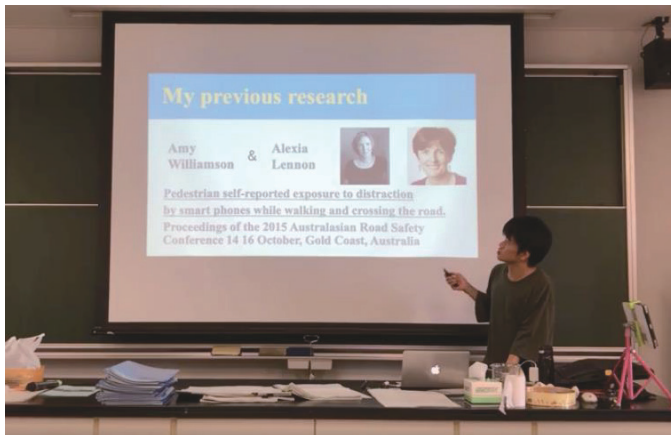
- 発表の聞き手には、合計 2 回以上の質問をするように指導した。



- 実験・発表の振り返りをさせることで、自分は何を学んだのか、どのようなことができて、どのようなことができなかったのかを意識させ、次回に繋げさせた。

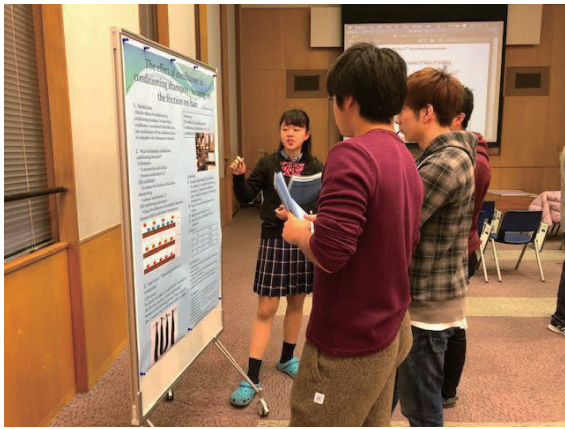


- 卒業論文に関連する先行研究または参考文献（英語で書かれた論文）を一本選び、その要点をまとめ、日本語で口頭発表を行った（一人最大5分）。その際、自身の研究テーマ設定の動機や学習した英語表現を PowerPoint または Keynote を用いて発表した（1学期）。

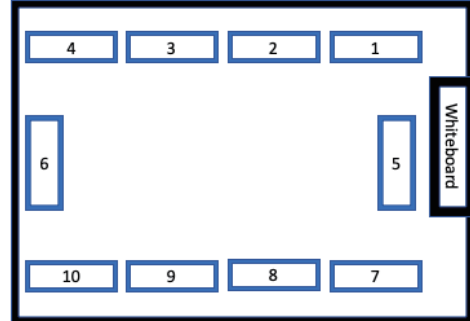




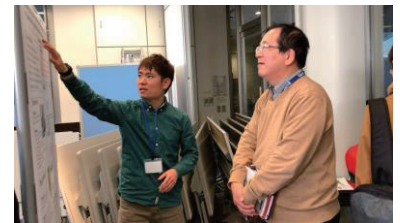
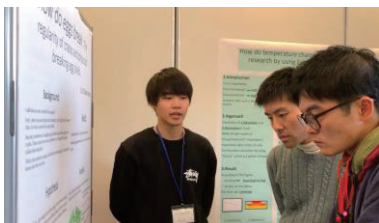
- 自身の卒業研究に関するポスター発表を行った（2学期）。一人当たりの発表時間を30分とし、聴衆によって説明内容・方法を変えるように指導した。なお、発表当日は、都合のつく理科教員・英語科教員にも参加してもらい、質疑応答を行なった。



Location (Class J) in the 7<sup>th</sup> floor



- 後日、発表動画を生徒自身に撮らせ、Google Classroomで提出させた。そうすることで発表当日、教員は生徒同士のやりとりに主に注目できた。
- 2学期末に発表した個人研究のポスターおよび内容に各自修正を加え、1/17(金)に中央大学理工学部において英語でのポスター発表を行った。大学教員、学生および中央大学高校の3年生理系選択者に来ていただいた。聴衆の母語が主に日本語であることから、日本語にシフトしてしまうこともあったが、英語で内容を伝えようとする積極的な姿勢が見られた。英語でのやり取りをする場面も多く見られた。



\* Input → Research → Presentation の流れで行った授業

PIEⅢSci では、科学的なテーマについて、自らの考えを英語で表現する意欲や能力を育成することが目的である。この機会を創出するため、テーマについての知識を英語にて学習し（Input）、自ら仮説を立てて研究し（Research）、そして研究結果を発表する（Presentation）という3段階の流れを、2時間×3週の学習時間にて行った。

グループでの研究課題として、1学期の実験1、実験2にはそれぞれ、Popcorn、Land yacht を選択した。また、2学期の実験3、実験4には、それぞれ、Behavior of ants、Bubbles を選択した。これらの研究課題は、2時間という、限られた短い時間の中で、ある程度の結果を示すことができる必要があった。研究課題選考のための基準は以下の通り。

- ・ ① 短い時間で何度も実験をすることができる。収集できるデータ数を増やすことができる。
- ・ ② 実験条件を変えることが容易で、自由度が高く、いろいろな仮説を立てやすい。
- ・ ③ グラフを描いて、説明する機会を作るため、数値でデータが取れるものである方がよい。

どのテーマについても自由度は高く、生徒の振り返りにも多く記述されていたが、研究課題、仮説は班によって多種多様で、生徒自身も楽しみながら実験を行うことができたようである。自分たちの班で得られた結果を他人に紹介したいという、発表におけるモチベーションを高める目的においては非常に高い効果が見られたように感じる。しかし、4つのテーマのうち、Behavior of ants については、各班に10匹程度のアリを実験観察用に用意することができたのだが、2時間の実験時間の間ほとんど移動しないアリも多く、短い時間で結果を得るという点において、実験材料として不適切であった。来年度については、この点に留意して、テーマを選定しなおす必要がある。

以下に、今年の4テーマにおいて、特徴的だったキーワードを紹介する。

- ・ Popcorn  
タネの種類、温度依存性、タネの切断、タネを冷凍、加熱時間、跳ねた高さ、膨らんだ後の体積…
- ・ Land yacht  
帆の面積、帆の角度、帆の形状、走行距離、完走時間、速度、ヨットの質量、圧力中心、重心…
- ・ Behavior of ants  
アリの種類、餌の種類、餌の量、甘味、酸味、アリの色覚、移動する道すじ、斜面、床の素材…
- ・ Bubbles  
シャボン玉の大きさ、持続性、弾力性、温度、溶液の成分、付着する素材、光の屈折…

仮説3：「コンピテンシー・ベースの観点別評価体制を開発して、科学技術人材としての「資質」も含んだ評価と指導を行うことにより、大学進学後にも生徒の科学技術人材に求められる能力と資質が向上する。」

## コンピテンシー自己評価アンケート分析 Vol. 2

国語科 齋藤祐・情報科 禰覇陽子

### ① 今回の調査概要

【調査名】 「コンピテンシー自己評価アンケート調査 “Chufu-compass”」

【実施機関】 中央大学附属高等学校SSH運営委員会

【目的】

・高等学校段階でのコンピテンシー水準の測定と把握に基づき、高校生の抱える資質・能力面での課題項目を抽出する

・本校以外の協力校にも調査依頼を行うことによって、結果の比較と分析を行う

・分析結果に基づき、次年度以降のSSH関連事業へのフィードバックを行い、改善の指針とする

【2018年度第2回調査の実施校と調査対象】（※カッコ内計は有効回答数を示す）

実施時期：2018年12月～2019年3月 →2018年度第2回調査における有効回答者数合計：2,238名

(ア) 中央大学附属高等学校（高1～高3全生徒 計1,058名）

(イ) 東京都立科学技術高等学校（高1～高3全生徒 計566名）

(ウ) 東京都立多摩科学技術高等学校（高1～高3全生徒 計614名）

【2019年度第1回調査の実施校と調査対象】（※同前）

実施時期：2019年4月 →2019年度第1回調査における有効回答者数：691名

(エ) 中央大学附属高等学校（高1全生徒 394名）

(オ) 東京都立立川高等学校（高1協力者 297名）

### ② 他校との比較

今年度は新たに、本校と同様、2018年度からSSH指定を受けた学校の協力を得ることができた（都立C校）。そこで、2019年度、高校入学段階における両校生徒の“Chufu-compass”回答を比較した。

ただし、単に両校の特徴を探るだけでなく、全体的な傾向にも注目できるよう、各項目の回答数に対するLv.1～Lv.4の回答割合を求めた後、“Chufu-compass”の全14項目を同心円状に配置し、レベル別にレーダーチャートで表わしたところ、次のようになった。

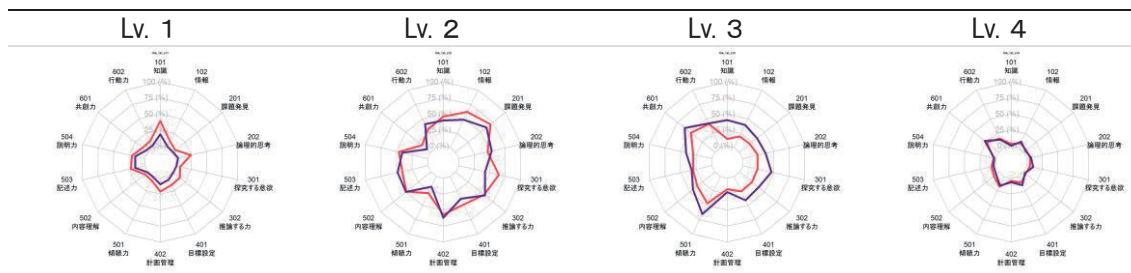


図1. 自己評価比較（高1）

まず、Lv. 1（上図最左）に着目すると、項目101「知識」（チャート上部）、401「計画管理」（同下）、503「記述力」・504「説明力」（同左）の4項目は、他の項目に比して回答割合が高いことが両校に共通する特徴としてあげられる。これらのカテゴリ・項目にコンピテンシー自己評価としての課題があることは、2018年度調査結果として見えてきた「高校生一般が苦手な項目」とも関連しているといえる。次に、両校の回答傾向を比較してみる。すべての項目において、Lv. 1「問題行動」の選択肢を回答した生徒の割合は、都立C校より中大附属の方が多かった。例えば、項目101「知識」において、Lv. 1＝「①特定の分野においてさえ、自分の知識は不十分だと思う」を選んだ生徒は、都立C校が18.5%であるのに対し、中大附属は39.3%となっている（章末資料1参照）。同様に、すべての項目において、Lv. 3「自主的行動」の選択肢を回答した生徒の割合は、中大附属より都立C校の方が多かった。項目101「知識」のLv. 3＝「③色々な分野の知識をもっており、新たなものも習得しようと努めている」を選んだ生徒は、中大附属が11.2%であるのに対し、都立C校は40.7%となっている（同前）。

つまり、高校1年生の段階で、両校の生徒のコンピテンシー自己評価にはかなり異なった傾向があると推察される。

### ③ 学年別回答結果の比較

続いて、本校の高校1年生（2018年度）と高校2年生（同前）の学年傾向を探るべく、前項同様、リーダーチャートを用いてグラフ化した（図2）。グラフの破線部分が2018年7月に行った第1回調査を、実線部分が2019年3月に行った第2回調査の結果を表わしている。さらに、Lv. 3「自主的行動」とLv. 4「自律的行動」がどれほど増加したのを見るために、Lv. 3とLv. 4の回答数を項目ごとに合算した上で、その割合の差を求めた（表1）。

図2および表1より、第1回目と第2回目の調査を比較すると、高校1年生の回答結果は、回答割合の差が、±5.0ポイント以内にすべて収まっており、学習者群全体として特筆すべき大きな変化は見られないように見える（表1「②－①」参照）。ところが、高校2年生の場合はすべての項目において、Lv. 3「自主的行動」とLv. 4「自律的行動」を合算した割合が増加していた。こちらは、どの項目も＋5.0ポイント以上、上昇している（同「④－③」参照）。



破線：2018年7月

実線：2019年3月

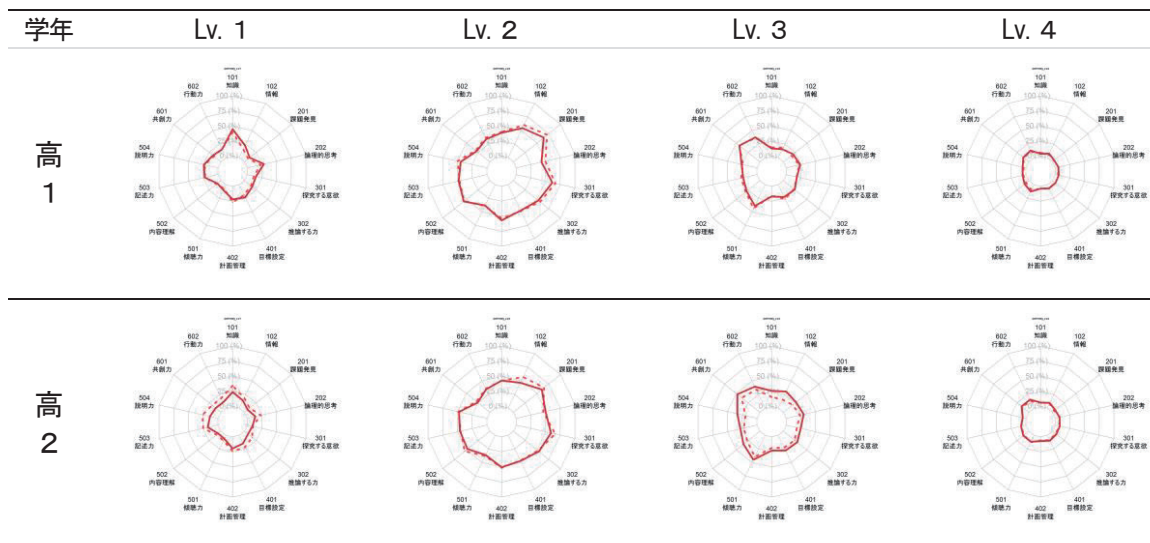


図2. 2018年度7月～3月 自己評価推移

表1. Lv. 3 +Lv. 4の回答割合変化

単位 (%)

質問項目	高1			高2		
	①2018.7	②2019.3	②-①	③2018.7	④2019.3	④-③
101【知識】	20.0	16.4	-3.6	22.5	33.0	+10.5
102【情報】	24.1	23.0	-1.1	24.2	39.5	+15.3
201【課題発見】	20.1	24.3	+4.2	23.5	32.7	+9.2
202【論理的思考】	27.7	28.7	+1.0	30.9	36.6	+5.7
301【探究する意欲】	22.4	24.0	+1.6	24.3	32.2	+7.9
302【推論する力】	29.5	30.3	+0.8	31.1	37.8	+6.7
401【目標設定】	32.5	29.5	-3.0	31.6	38.0	+6.4
402【計画管理】	19.6	21.3	+1.7	24.7	30.0	+5.3
501【傾聴力】	53.5	51.9	-1.6	52.0	57.2	+5.2
502【内容理解】	36.0	37.1	+1.1	37.2	46.6	+9.4
503【記述力】	31.5	29.2	-2.3	30.1	36.5	+6.4
504【説明力】	27.4	31.5	+4.1	25.2	39.0	+13.8
601【共創力】	55.1	54.9	-0.2	53.2	63.0	+9.8
602【行動力】	47.4	50.5	+3.1	46.1	54.9	+8.8

第1回目と第2回目の学年別回答結果を比較して言えること

- ・ 高校1年生は、高校2年生に比べ、Lv. 3「自主的行動」+Lv. 4「自律的行動」に変化がなかった
- ・ 高校2年生は、すべての項目でLv. 3「自主的行動」+Lv. 4「自律的行動」が増加した

高校2年生のコンピテンシー自己評価に影響を与えている大きな要素の1つとして、2018年度より新設された教科横断型学習「教養総合I」が考えられる。そこで、講座別に回答割合の推移を調べた。

#### ④ 教養総合 I 講座別回答割合の推移

2018年度教養総合 I の全 12 講座について、受講生徒のコンピテンシー自己評価の変化という観点で回答割合の推移を追った。ここでは、SSH対象となっている4講座を取り上げ、他に比して特徴的な項目を抽出している（全講座のレーダーチャートは章末資料2参照）。

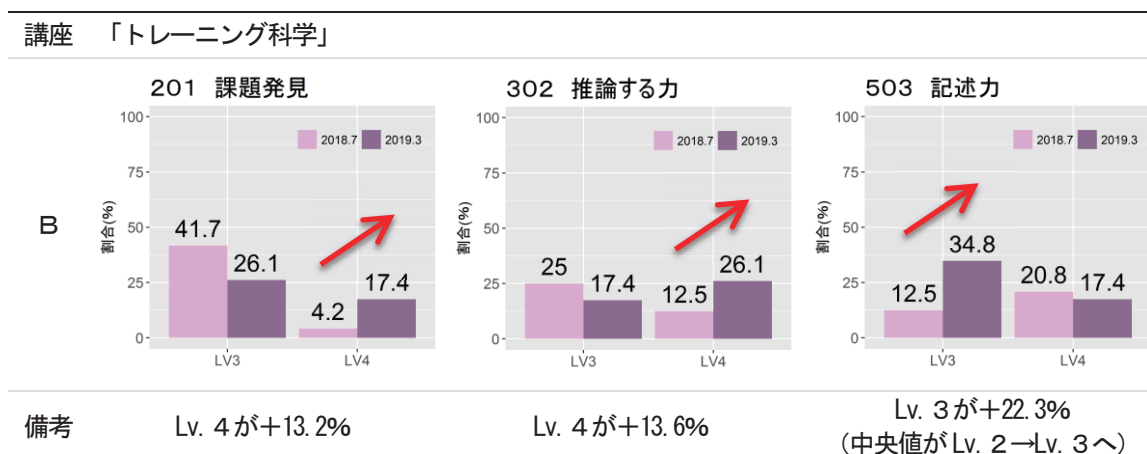


図3～5. 講座B 自己評価推移

講座Bで特筆すべきは、項目201「課題発見」と302「推論する力」の、2つの項目でLv.4の回答割合が10%を上回る変化となったことだろう。さらに503「記述力」Lv.3=「③正しい文をつないで、他人が一通り理解できるように書くことができると思う」が+22.3%となり、中央値がLv.2→Lv.3へ変化した。503「記述力」のLv.2が「②自分なりに意味の通った文章を書くことができると思う」であったことを踏まえると、「自分なりに」から「他人が一通り理解できるように」と、記述において他者を意識できるようになった生徒の割合が最も多いという結果は頼もしい。

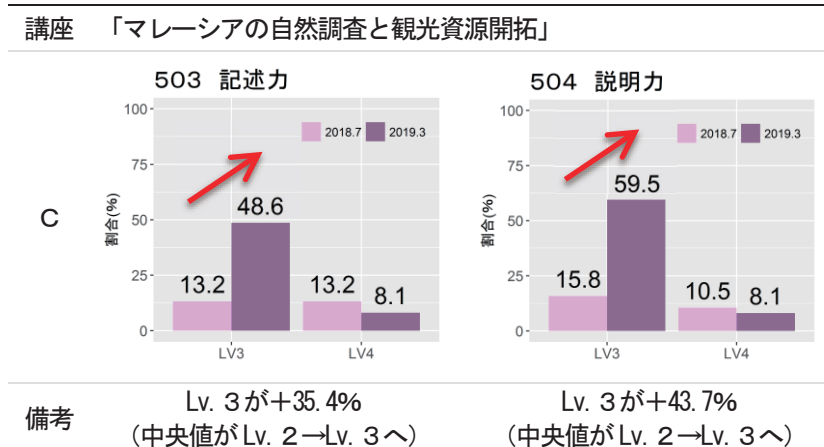


図6～7. 講座C 自己評価推移

講座Cの受講生は、項目 602「行動力」を除くすべての項目で回答割合 10%以上の向上変化を見せた(章末資料2参照)。特に注目すべきは、503「記述力」と504「説明力」のLv. 3が、どちらも40%を超える大きな変化を遂げていることである。これによって、第1回調査では中央値がLv. 2であったものが、第2回調査ではLv. 3となった。つまり、自らのコンピテンシー(行動特性)を、指示待ち行動(Lv. 2)ではなく、主体的行動(Lv. 3)が基本であると回答した生徒の割合が多くなったのである。

背景として、現地で実際にプロジェクト学習(この場合はサンゴの復元プログラム)に参加したことに加え、現地の高校生と共同でランカウイ島の観光ガイドブックを作成したことなどが挙げられる。つまり、当事者意識をもった現地特有の課題への取り組みや、他者の閲覧を前提とした成果物(パンフレット)作成を通じて、学んだ内容の効果的な外化に成功したといえるのではないかと。

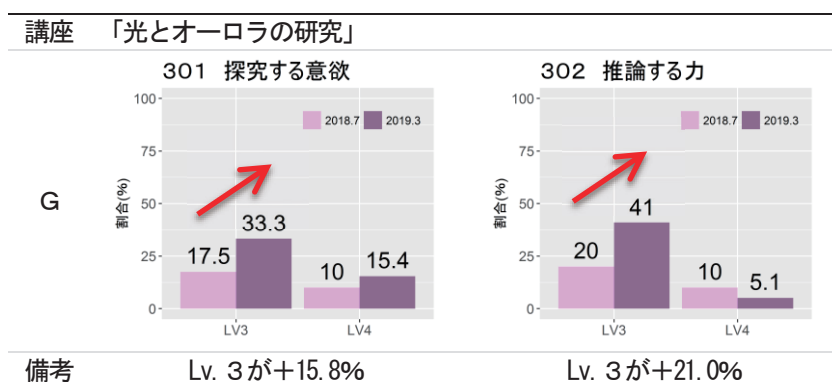


図8～9. 講座G 自己評価推移

講座Gは、項目 601「共創力」を除くすべての項目で、講座C同様、10%以上の向上変化を遂げた。特に注目すべきは、項目 301「探究する意欲」と、302「推論する力」のLv. 3である。カテゴリⅢ「新しいことに挑む力」の下位概念として位置づけられているこの2項目は、第1回調査より、中大附属の生徒が他校の生徒に比べて特に苦手としていたところであり、本校で重点的に育成されるべきコンピテンシー課題として抽出されたものであるため、このような結果は貴重である。

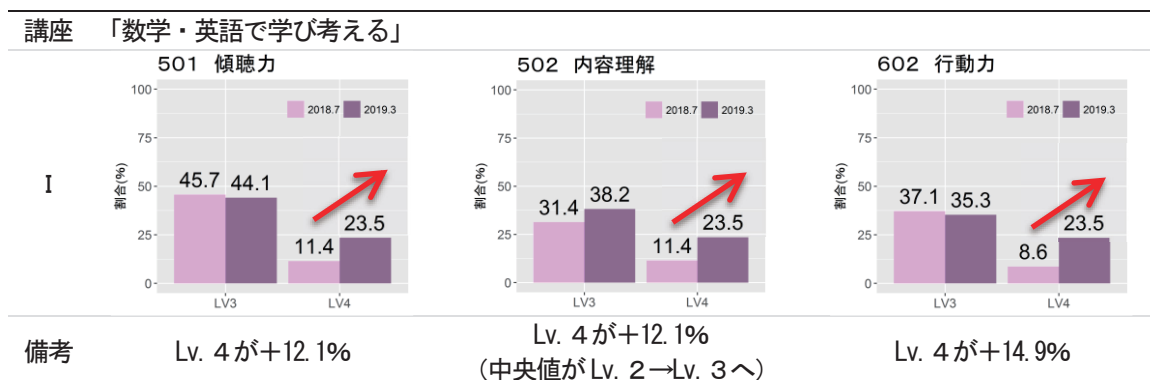


図10～12. 講座I 自己評価推移

講座 I で注目すべきは、3項目でLv. 4の回答が10%を上回る変化となったことだろう。Lv. 4の回答割合が10%以上増えた項目が3つもあった講座はこれ以外にない。また、501「傾聴力」Lv. 3が「③相手の意見を一通り理解し、その要旨を把握することができると思う」、502「内容理解」Lv. 3が「③記述された内容を理解し、その要旨を把握することができる」であったことを踏まえると、この2項目でLv. 4「④相手の意見を一通り理解し、その要旨を手短かにまとめることができると思う」（501）、「④記述された内容を理解し、その要旨を手短かにまとめることができる」（502）と回答した生徒は、内容の理解だけでなく、その要旨を把握し、まとめることができるようになったという自信を獲得しているさまがうかがえる。さらに、602「行動力」Lv. 3が「③自分の意志・判断で行動していると思う」であったことから、この項目でLv. 4「④自分の意志・判断で責任をもって行動していると思う」を回答した生徒のうちに、自分の意志・判断に基づいた行動に加えて「責任」意識の芽生えを読み取ることもできる。

## ⑤ フィードバックと実践報告

コンピテンシー自己評価アンケート“Chufu-compass”の調査結果を教育現場に還元すべく、以下のよ  
うに、校内や協力校への分析結果報告(MTG)や教職員対象の研究会等で実践報告を行った。

	年月日			機関
1)	2018年	11月	29日	本校にてコンピテンシー・アンケート分析結果報告会開催
2)	2019年	2月	20日	本校 SSH 成果発表会にて分析結果口頭発表（来校者対象）
3)		3月	7日	中央大学 HP、Chuo-online に分析結果寄稿
4)		3月	10日	日本情報教育学会にて分析結果口頭発表
5)		3月	16日	東京私学教育研究所にて“Chufu-compass”ワークショップ開催
6)		3月	19日	都立科学技術高校にて分析結果報告 MTG 開催
7)		4月	17日	本校教職員向けに、第1回コンピテンシー・アンケート分析結果報告
8)		4月	24日	2018, 2019 教養総合 I 担当者 MTG 開催
9)		5月	24日	教養総合 I 担当者 MTG にて2019 分析結果共有
10)		6月	6日	都立立川高校にて分析結果報告 MTG 開催
11)		6月	15日	立命館大学朱雀キャンパスにて“Chufu-compass”ワークショップ開催
12)		6月	21日	東京都生物教育研究会カリキュラム・マネジメント勉強会にて実践報告
13)		6月	29日	都立多摩科学技術高等学校にて分析結果報告 MTG 開催
14)		7月	24日	都立科学技術高等学校にて分析結果報告 MTG 開催
15)		8月	1日	日本教育新聞社主催「夏の教育セミナー」（札幌）にて分析結果口頭発表
16)		8月	5日	同「夏の教育セミナー」（福岡）にて分析結果口頭発表
17)		8月	9日	同「夏の教育セミナー」（金沢）にて分析結果口頭発表
18)		9月	25日	2019 教養総合 I 担当者 MTG（進捗状況の共有）
19)		10月	18日	全国私学研究集会栃木大会・教育課程部会にて分析結果口頭発表
20)		11月	23日	第4回「学校と社会をつなぐ調査」（通称10年トランジション調査）報告会にて分析結果口頭発表



## ⑥ 今後の課題

### 1) 分析結果に基づいた振り返りのための場づくりをする

→ “Chufu-compass”による調査と結果の整理は、各現場へのフィードバック&ミーティングを成立させるための貴重な道具立てであるということがわかった。自校でも他校でも、実際に生徒に接している教員にデータを見せると、「驚き」よりも「納得」される場面が多かったのである。ゆえに、この調査を測定で終わらせることなく、当事者の肌感覚も大切にしながら実践の振り返りに活かせるよう、今後も、丁寧なフィードバックと対話の場を持つことを心がけていきたい。

### 2) 分析の結果見えてきた課題を新カリキュラムへ反映させる

→ “Chufu-compass”分析の結果、本校における高校1年次のカリキュラムと附属中学校のカリキュラムを改善する必要があることが見えてきた。具体的には、高校1年生にも教科横断型・探究型学習を用意すべきであること、また、附属中学校からの内部進学生に対して、探究への意欲を喚起するような学習活動が必要であること、などである。今後は、指導要領改訂に伴って新たに組織されたカリキュラム検討委員会と連絡を密にし、本課題研究の成果を新しいカリキュラムに盛り込むべく、校内調整を図っていきたい。

### 3) 生徒の成果物をアーカイブスとして活用する方法を考える

→SSHの成果発表が回数を重ねるごとに、生徒作成のアウトカムがどんどん増えてくる。これを次年度以降、課題に取り組む後輩たちに還元しない手はない。そこで、発表のために作成されたポスターのデータを集約した上で、縮小版にラミネート加工を施し、生徒の目に触れやすい校内に掲示することとした(写真1・2)。

### 4) 学校の教務データ・卒業生データの活用方法を考える

→ “Chufu-compass”で得られるデータだけでなく、学校の中には、取ってはいるものの、生徒の学びの質を高めるために活用されていないデータがまだまだ眠っていることがわかってきた。成績処理のために作成されたデータ等を、新たな教育実践への指針検討のための資料として活用できる方法がないか、考えていきたい。また、今年度は卒業生に“Chufu-compass”の回答依頼をしたものの、それらを意義あるものとして整理・集約することができなかった。この点については、分析の観点設定の見直しを含め、今後の課題としたい。

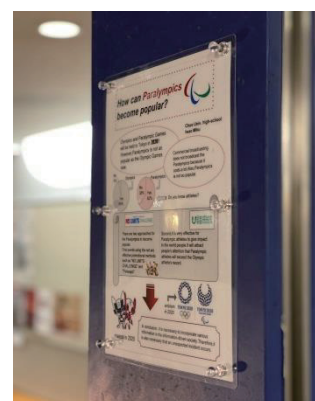


写真1・2 ポスター作品掲示例

参考資料

資料 1 2019年度入学生 項目別 Lv. 1～Lv. 4回答割合

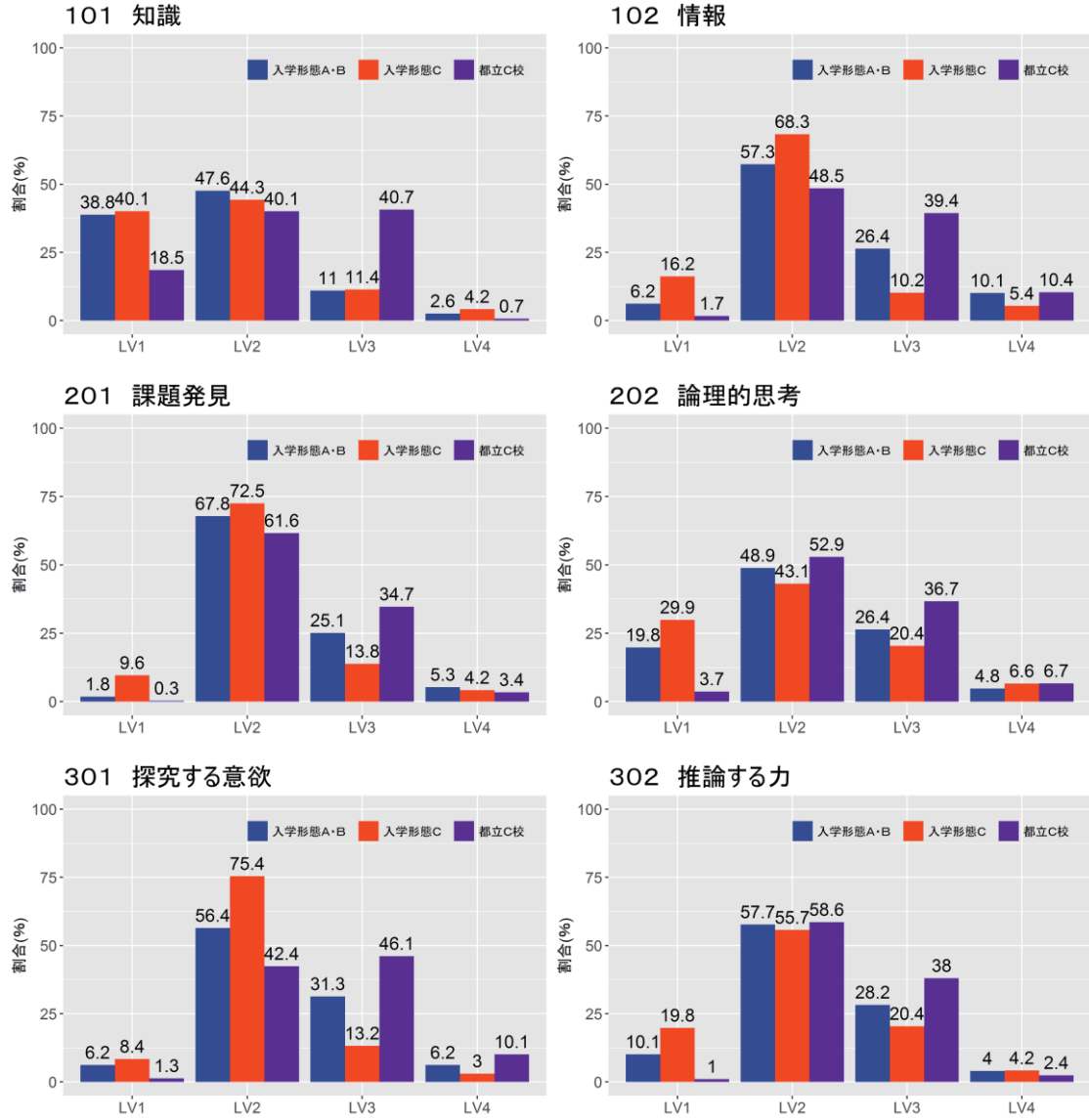


図 13～18. 項目 101～302

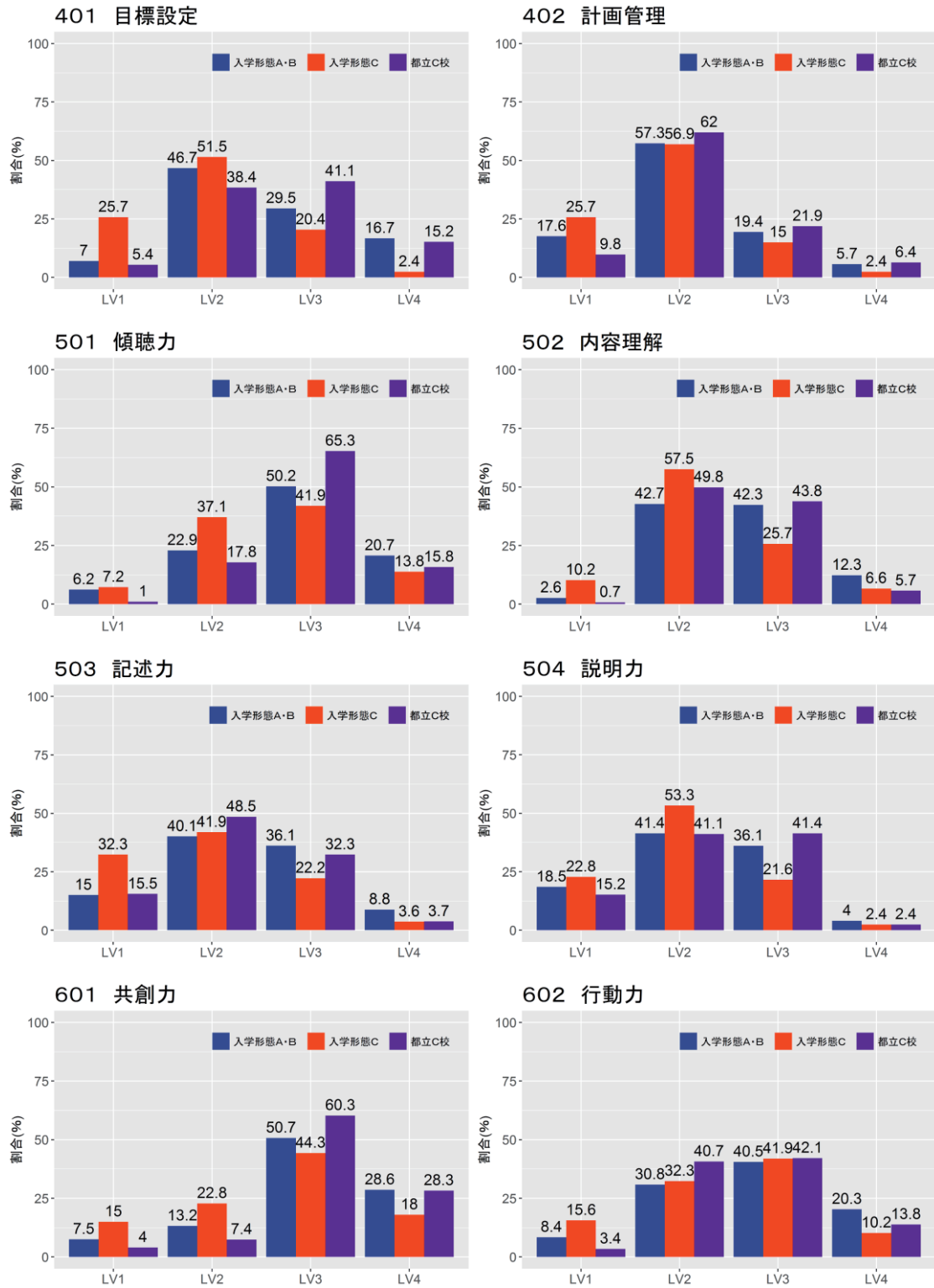
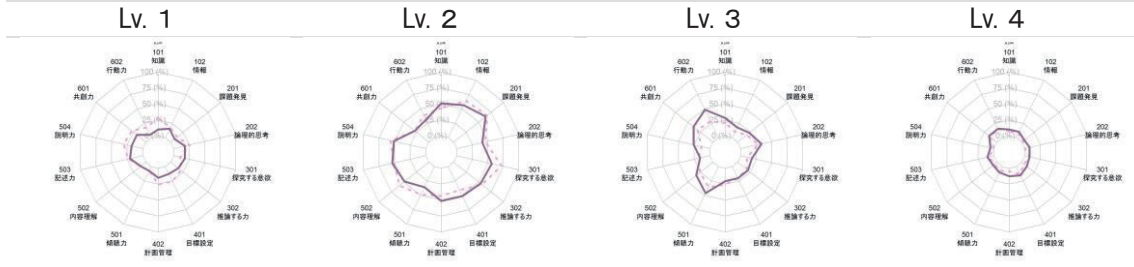


図 19~26. 項目 401~602

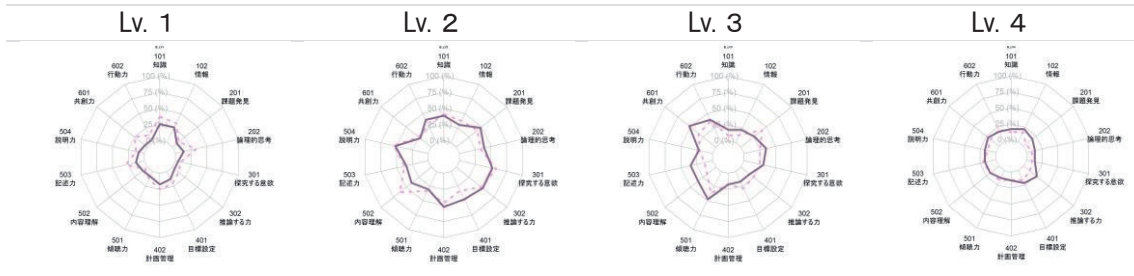
資料2 2018年度 教養総合I 講座別 自己評価推移 ※ ( ) 内は主な研修先。★がSSH対象

破線：第1回(2018.7) 実線：第2回(2019.3)

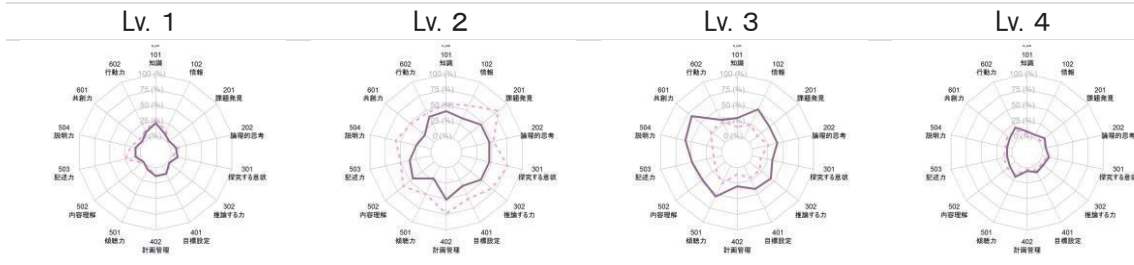
講座A：アントレプレナーシップ入門(シンガポール)



講座B：トレーニング科学(国内大学等研究施設)★



講座C：マレーシアの自然調査と観光資源開拓(マレーシア・ランカウイ島)★



講座D：音楽研究(都内の劇場またはコンサート・ホール)

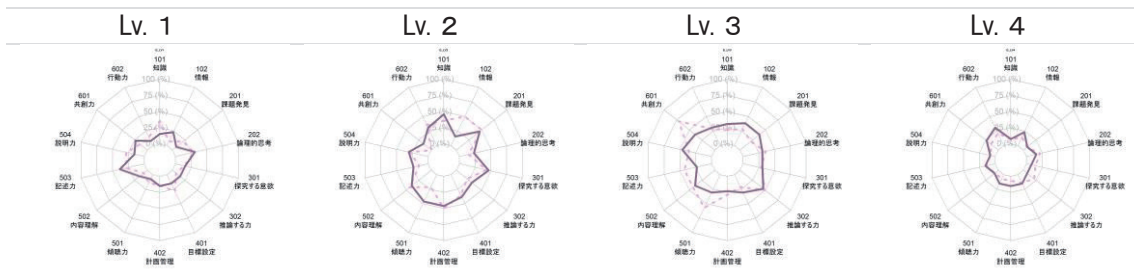
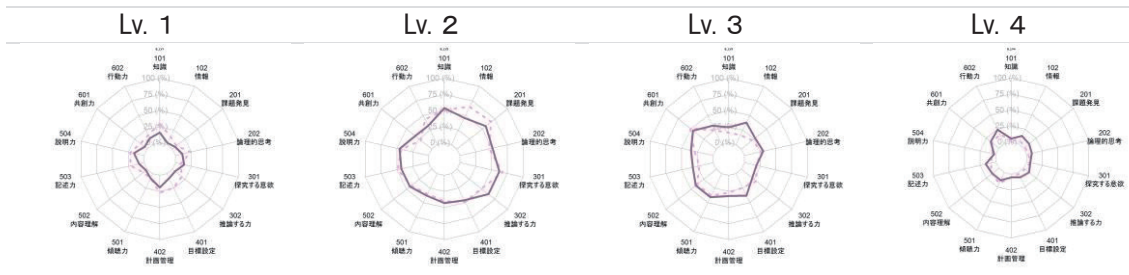


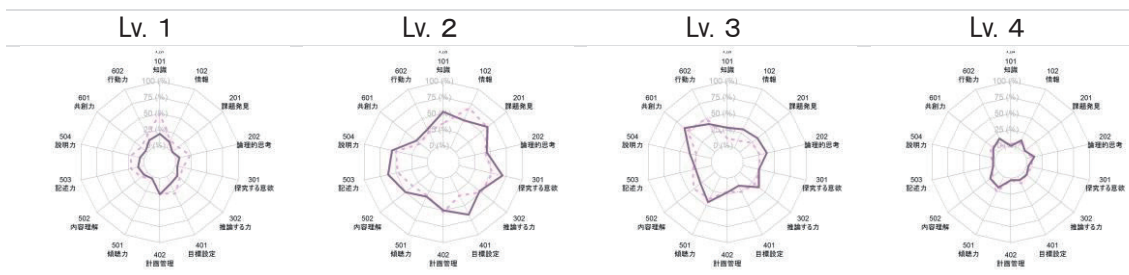
図27~30. 講座A~D 自己評価推移



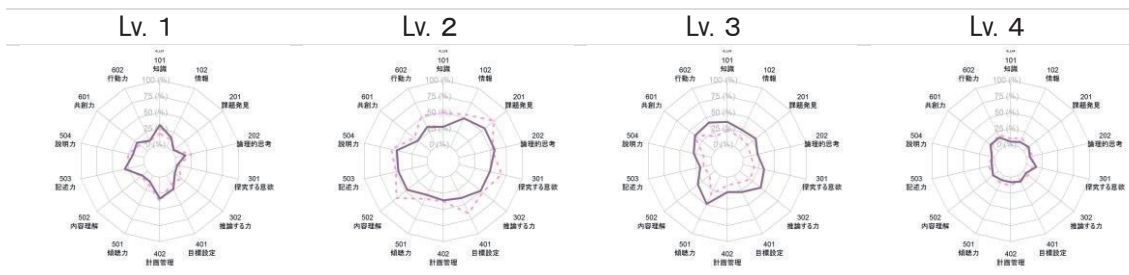
講座E：韓国の「現代」を日本との関係から考える（韓国・ソウル）



講座F トランスサイエンス～フクシマとオキナワを通して近代化・科学技術を考える～（沖縄）



講座G：光とオーロラの研究（フィンランド・ロヴァニエミなど）★



講座H：災害に学ぶ～わたしたちができる防災と支援～（福島・南相馬市）

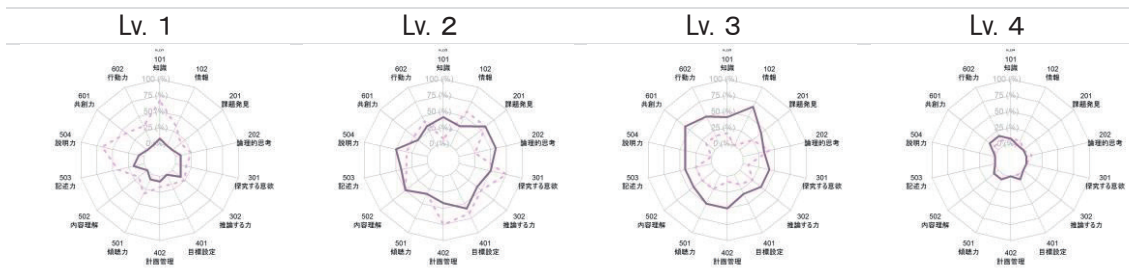
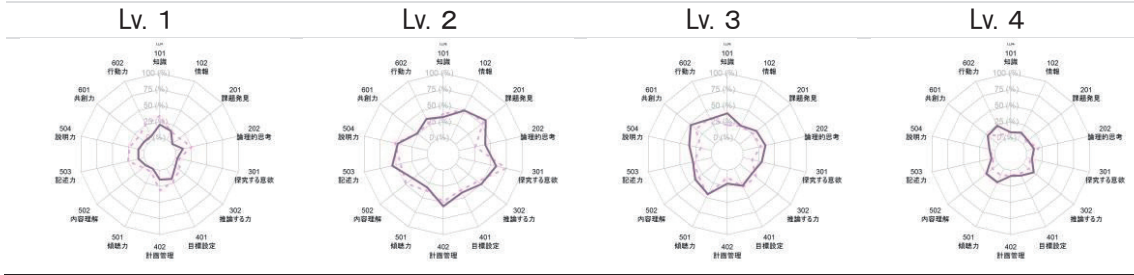
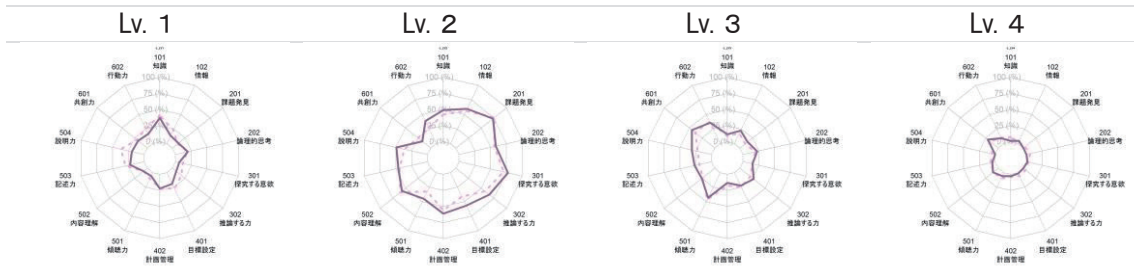


図 31～34. 講座E～H 自己評価推移

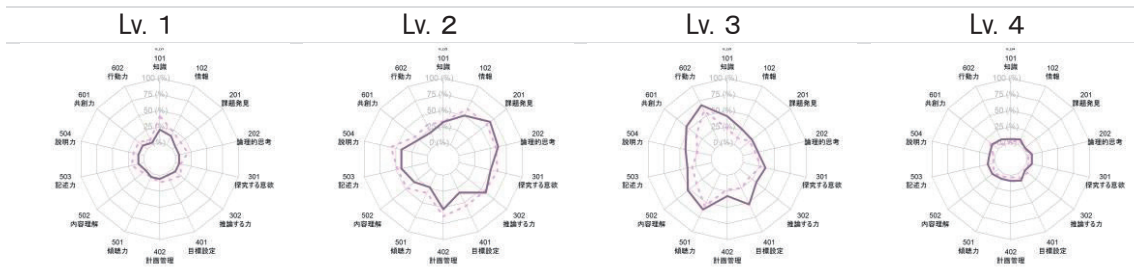
講座 I : 数学を英語で (カナダ・オタワ) ★



講座 J : 中世都市クラクフとアウシュヴィッツ＝ビルケナウ強制収容所 (ポーランド)



講座 K : 日豪関係を考える (オーストラリア・シドニー)



講座 L : 日本の近代戦争と靖国神社 (鹿児島・知覧など)

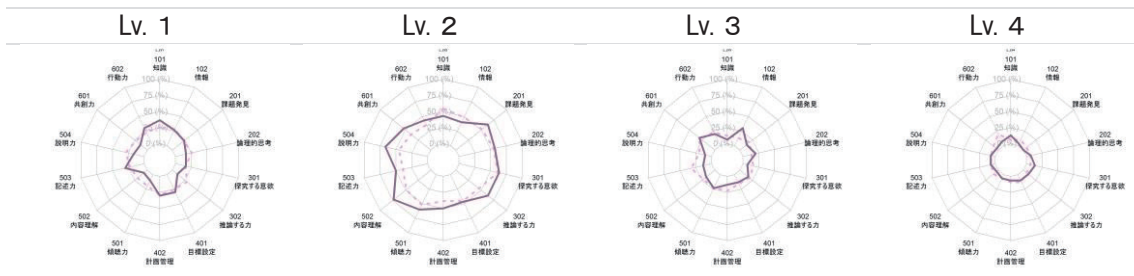


図 35~38. 講座 I ~ L 自己評価推移

### 第3編 実施の効果とその成果

#### 1. 生徒各種発表会参加状況

##### 1) 平成30年度 校内SSH成果発表会（毎年2月実施）

国語科 高 和政・理科 岡崎弘幸

本校で初めての取り組みとなる、「SSH成果発表会」を、平成31年2月20日（水）に本校校舎にて行った。平成30年度の研究開発について、特に「教養総合Ⅰ」各コースでの課題研究成果を、それぞれの生徒が口頭発表やポスター発表の形で聴衆の前で披露する機会となった。また同日に、SSH講演会として東京大学先端科学技術センター所長の神崎亮平教授に講演をしていただき、講演後には成果発表会におけるポスター発表・個別研究発表に関する講評もしていただいた。学外からの参加者を対象に、本校の研究開発について説明し意見を聞く情報交換会を実施し、初年度の取り組みとして高い評価を得た。

会の運営に関しても、学内で「SSH委員会」を組織し、生徒主体の取り組みとした。附属中学生も聴衆として参加し、全学的な行事としたことも、盛会となった要因であった。

多くの生徒にとって、自分の学習・探究内容を他者に対して表現するこれまでにはない機会となり、それ自体として大きな成果が得られたが、初めての試みだったがゆえの課題も多く見つかった。校舎内でのポスター発表を1・2限に行い、3・4限に講堂での口頭発表を行ったが、十分な時間が取れず、口頭発表者に質問をしたくてもできないという事態を招いてしまった。高校1学年・2学年の全生徒を参加者とし、大人数が一斉に動く状況を重く見たためのスケジュールであったが、こういった点も来年度に向けて改善していきたい。

また、教室ではなく、校舎の各フロア全体を発表会場としたため、ポスター発表の時間中はある種雑然とした雰囲気となり、発表担当者が誰だかわからないこともあったという指摘もあった。こういった点については、発表者用のネームタグを用意するなど、具体的な対策を用意していく。

「教養総合Ⅰ」各コースの性格の違いや、発表自体のレベル差など、多種多様な内容を見て取ることができる会となったが、本校の研究開発の現状をよく示す一日となった。生徒自身がその取り組みを他者に対して発表する機会があることの重要性を、生徒・教員がともに実感できたことが、この日の最大の成果といえるのではないだろうか。

なお、令和元年度は、2月19日に校内SSH成果発表会を実施予定である。



多目的ホール会場（7階）で熱心に説明を聞く生徒と教員



各フロア（3階～6階）での発表の様子

## 2) 令和元年度 SSH 生徒研究発表会参加報告

理科 三輪貴信

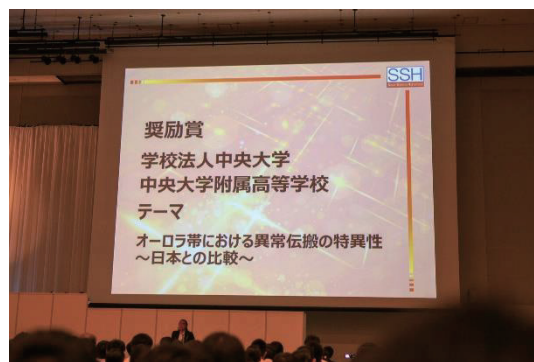
「令和元年度 SSH 生徒研究発表会」が 8 月 7 日～8 日に兵庫県神戸市・神戸国際展示場で開催された。発表校として国内から 218 校、海外から 23 校が参加し、物理、化学、動物、植物、数学、地学の 6 分野に分かれてポスター発表が行われた。一般の参加者を含めると約 4500 名が参加し、会場のあらゆる場所で活発な議論が交わされた。いずれの発表校も独自性のある研究テーマを設定しており、発表および質疑応答は高いレベルにあった。

本校からは、発表者として加藤清乃さん（3 年）が参加し、地学分野にて「オーロラ帯における異常伝搬の特異性～日本との比較～」のタイトルでポスター発表を行った。この研究は、北欧と日本のイオノゾンデ記録の分析から FM ラジオの異常伝搬の仕組みを明らかにすることを目指したもののだが、研究を始めるきっかけとなったのは昨年度の教養総合Ⅰ「光とオーロラの探求」においてフィンランドでオーロラ観測を行った際に FM ラジオの異常伝搬を観測したことである。加藤さんは教養総合Ⅰからの継続研究として、本年度の教養総合Ⅲ「卒業研究」において異常伝搬についての本格的な調査を行い、情報通信研究機構の協力も得て約 1 年間に渡ってデータの収集と分析を行った。研究の結果、従来難しいとされていたオーロラ帯の定量的な定義の可能性が示唆され、地学と物理の両分野にまたがる興味深い知見が得られた。発表会では、本研究は地学分野の審査員の先生方だけでなく他分野の先生方からも多くの注目を受け、最終的に本研究は高く評価され奨励賞を受賞した。

本校では、これまで課題研究を複数学年にまたがって指導する「教養総合」の開発に取り組んできたが、本大会での受賞により「教養総合」が生徒の興味関心を深化させ研究力を向上させるのに高い効果を発揮することが示されたといえる。また、本研究の指導を通して一つのテーマを長期的に指導・研究するノウハウが得られたことは、教員にとって次年度以降に向けての大きな収穫であったといえる。一方で、研究指導が教員の個人スキルに依存している部分があることは否めなく、今後は指導方法を共有し、研究指導体制をより一層充実させることが重要である。



加藤さんの研究発表の様子



奨励賞受賞の瞬間



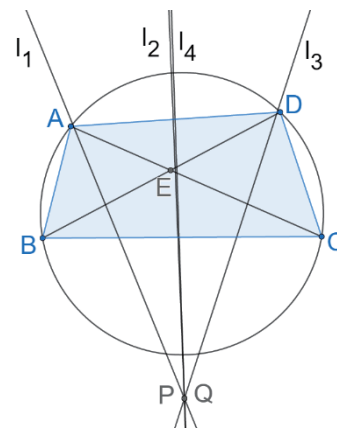
### 3) 令和元年度東京都内 SSH 指定校合同発表会参加報告

数学科 秋山和男・理科 岡崎弘幸

12月22日(日) 工学院大学新宿キャンパス

#### ①「口頭発表「円に内接する四角形のオイラー線に関する補助定理と予想について」

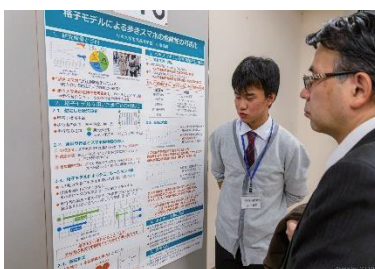
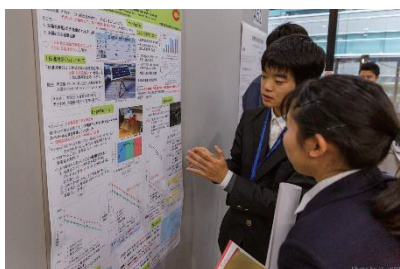
口頭発表15分、質疑応答20分において、本校2年生から「円に内接する四角形のオイラー線に関する補助定理と予想について」の発表を行った。その内容は四角形が円に内接するとき、その対角線によってできる4つの三角形のオイラー線がただ一点で交わるという性質を発見した。ここでオイラー線とは一つの三角形の外心・垂心・重心は一直線上にある。この直線をこの三角形のオイラー線という。右図に於いて、四角形 $ABCD$ の対角線の交点を $E$ 、三角形 $ABE$ 、 $BCE$ 、 $CDE$ 、 $DAE$ のオイラー線をそれぞれ $l_1$ 、 $l_2$ 、 $l_3$ 、 $l_4$ とし、2直線 $l_1$ と $l_3$ 、 $l_2$ と $l_4$ の交点をそれぞれ $P$ 、 $Q$ とする。



四角形 $ABCD$ が円に内接し、かつ4直線 $l_1$ 、 $l_2$ 、 $l_3$ 、 $l_4$ がどの2直線も平行でないとき、これらの4直線は一点で交わる(2点 $P$ および $Q$ が一致する)。この証明にはベクトル解析を利用したが、その内容は高校2年生で学習するベクトル演算と三角関数を使うことにより証明することができた。特に難しい技術・計算を必要としなくても、誰もが考えなかったようなとてもシンプルな予想問題を証明した意義は大きい。

#### ②ポスター発表

ポスター発表は全校で389本あり、それを1時間ずつ(張替時間を含む)3交代制で行なった。本校からは48本発表した。昨年度は16本だったため、発表本数は増加した。その内訳は、教養総合Ⅲ(卒業研究)が27本、教養総合ⅠのProject in scienceカナダ(数学系)が12本、マレーシア(生物系)が8本、SSH部(地学系)から1本である。教養総合Ⅲ(卒業研究)は、物理系1本、情報系1本、化学系14本、生物系5本、地学系6本で、高校3年生が主に4月から11月まで8ヶ月間かけて研究したことを発表した。また、教養総合Ⅰは高校2年生が4月から11月までの8ヶ月間に行った課題研究を発表した。どの生徒も自分たちの順番が来ると、真剣に自分たちの研究を発表し、生徒相互や保護者、教師、大学の先生や後輩などさまざまな人たちからアドバイスや質問を受けていた。テーマによっては時間が過ぎててもその場で議論が続き、問題意識がさらに高まったものも見受けられた。



#### 4) 情報通信研究機構 (NICT) での見学および学生ポスターセッション参加について

理科 田島丈年

2019年6月22日(土)、小金井市にある情報通信研究機構(NICT)においてオープンハウスが開催された。本校ではオーロラを主に研究する高3卒業研究の生徒6名が参加した。

まず1時間にわたり伊藤穰一氏(マサチューセッツ工科大学メディアラボ所長)の特別講演を拝聴した(図1)。

次に、学生(高校生・若手の大学生)によるポスターセッションにおいて、本校では高3加藤清乃さんが「オーロラ帯における異常伝搬の特異性～日本との比較～」という研究でポスター発表を行った(図2・図3)。会場では多数のポスター発表があり、多くの研究者などが訪れ活発な意見交換がなされた。このセッションでは最終的に表彰もあり、この研究は優秀研究賞を受賞した(図4)。

また、上記と同時並行で宇宙天気予報などの研究施設の見学もあり、本校生徒は様々な知見に接することができた。以下に当日の写真を載せる。



図1 伊藤穰一氏の特別講演

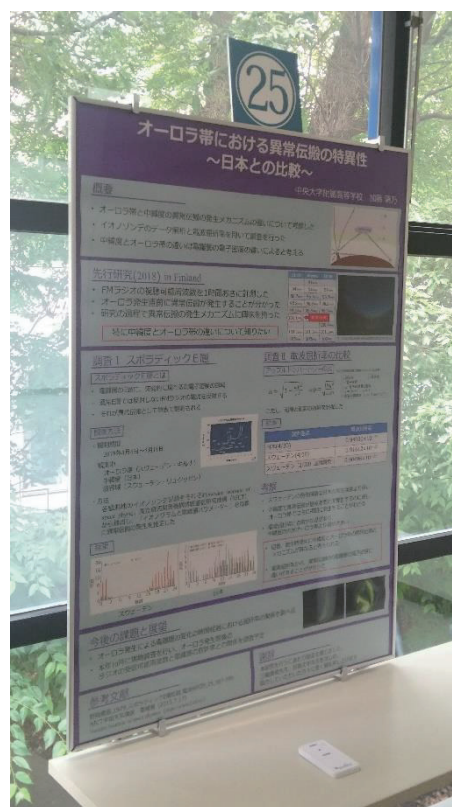


図3 加藤清乃さんのポスター

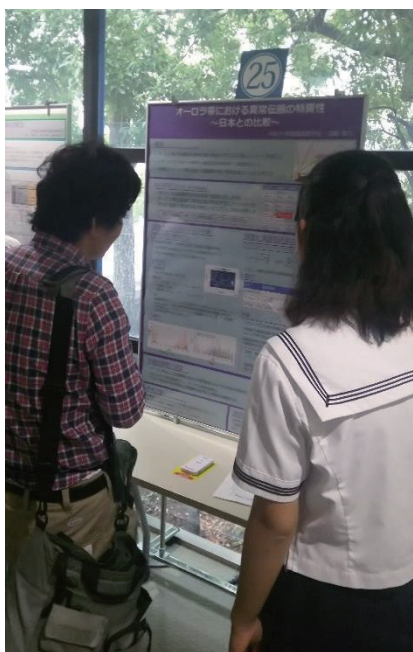


図2 ポスターセッションの様子



図4 優秀研究賞

## 5) 日本地球惑星科学連合大会及び日本サンゴ礁学会での発表

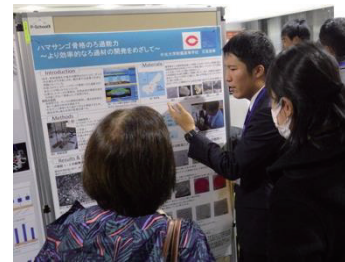
理科 伊藤早織

### ①研究概要及び研究活動

現在、世界中の熱帯・亜熱帯の海では、様々な要因によるサンゴ礁面積の縮小が懸念されている。日本国内でも沖縄や奄美群島ではサンゴの白化現象が度々報告され、大きな課題となっている。奄美群島に位置する喜界島は化石（隆起）サンゴ礁でできた島であり、世界的に見ても希少な地域であるが、化石サンゴが資源として利用されている例はほとんどない。白化現象が進行したサンゴ礁や化石サンゴ礁でできた島を有効に活用するためには、化石サンゴ骨格を新しい資源として利用する方法の開発が必要である。そこで、化石サンゴを使った資源活用のひとつとしてサンゴの骨格のろ過能力に着目し、その能力の定量的な検証及びろ過材開発研究に取り組んだ。本研究は、高校2年の生徒1名が実際に喜界島にて化石サンゴ骨格試料を採取し、校内で岩石カッター等の実験器具を用いて実施した。試料採取及び実験手法の開発には、国内の研究機関及び複数の大学からの協力と助言を得て行われた。

### ②研究成果発表

生徒が取り組んだ研究成果は下記2件の学術大会で発表し、多くの研究者と積極的に意見交換や議論を重ねた。また、日本サンゴ礁学会期間中には、サンゴ礁科学分野における先鋭の研究者4名による基調講演を聴講したり、北海道大学理学部地球惑星科学科・サンゴ礁地球環境学研究室を見学したりした。



#### i) 日本地球惑星科学連合 2019 年大会 高校生セッションでの発表

日程及び場所：2019年5月26日、幕張メッセ国際会議場・展示場

発表タイトル：ハマサンゴ骨格とキクメイシ骨格のろ過能力の検証 ～化石サンゴ骨格のろ過材としての資源利用を目指して～

#### ii) 日本サンゴ礁学会第22回大会 小・中・高校生によるサンゴ礁研究ポスター発表

日程及び場所：2019年11月8日～10日、北海道大学

発表タイトル：ハマサンゴ骨格のろ過能力 ～より効率的なるろ過材の開発をめざして～

### ③今後の展望と課題

本研究は、サンゴ礁科学分野において斬新かつ貴重なアイデアとして評価を得ている。また、校内における研究機材や環境に加えて、国内の研究機関や大学に所属する研究者による助言と指導が、生徒の積極的な研究活動に繋がっている。今後は、さらなる研究課題の発展及び科学技術人材の育成に向けたより一層の高等教育機関及び研究機関との連携や、最先端の研究成果を学ぶ機会を増やすことが求められる。



## 2. 2018「教養総合Ⅰ」振り返りアンケート結果（教員対象）

国語科 高 和政

2018年度よりスタートした学校設定科目「教養総合Ⅰ」は、それぞれの担当教員がコンピテンシー・ベースの観点別評価を意識的に実施し、生徒一人一人が探究をおこなう深い学びを実践する場として、本研究開発の一つの中核をなすものである。一年間の取り組みを経て、各担当教員にアンケートを実施し、またその結果を担当者会議や職員会議において共有することができた。そのことによって、一人一人の教員が自身の授業実践と、評価方法のあり方について振り返り、今後のさらなる改善へとつなげるひとつのきっかけ作りとした。以下はそのアンケート結果の抜粋である。

### Q. ご担当講座において「生徒の成長」を実感したのはどのような場面ですか？

- ・SSH発表会に向けたポスター作りにおいて、内容の妥当性、論理性に気を払っていた点。収集したデータをどう解釈するか考える際、「論理的な結論」を出す努力をしていた。
- ・アウシュビッツ訪問では、多くの生徒に内発的な問題意識が芽生える。
- ・1・2学期は、真面目に授業を受けていただけなのに、SSH発表会に向けての準備では、代表の生徒を中心にみんなが意見を出し合い、「みんなが楽しめる研究発表を！！」をテーマに、全員が協力して盛り上がっていた事です。
- ・パワポでのポスター作成などで生徒同士でやりとりしながら作業を進めていた点。

### Q. この講座の「課題設定」で大変だったのはどのような点ですか？

- ・講座としての最終的なしめくくりをいかにするかがなかなか確定的にならないなかで、そこに至るプロセスとしての各学期の到達目標としての課題の設定に難渋しました。
- ・現地での天候次第ではオーロラが見られない可能性もあり、オーロラ観測での研究テーマと他にオーロラが見られなかった時の現地の観測・テーマの設定をしなければならない点。

### Q. この講座の「評価方法」で大変だったのはどのような点ですか？

- ・レポートなどはルーブリック評価を実施したが、ルーブリックで課した評価(例えば、論理性8/10点、創造性8/10点=16/20点)と担当者の主観的な評価(16/20点より低いと感じる)に差があるように感じた点。また、相対評価なので、良い点数を全員に上げることができないので、ルーブリック評価でありながら、相対評価の要素が入り混じっている点で評価が難しかった。
- ・二学期後半からグループによる作業としましたが、グループ内のメンバー間で明らかに取り組みに差が見られても、それを評価になかなか反映させられなかったのが残念でした。
- ・評価方法の開発、あらたな評価軸という研究目的になかなか貢献できない。というのも、生徒のだれにとっても納得できる評価方法は、保守的なものにならざるを得ない。したがって、大変な評価を実施することに乗り出すことそのものが大変で、その手前で、大変ではない評価を続けていることへの自己反省が、あえて言えば大変。
- ・ペーパーテストと口頭試問は数字が明確に出せるので評価は簡単だったが、ブックレビュー



ーや旅行記など生徒が作り上げたものを評価するのは難しかった。いくつかの基準を設定して点数化していったが、68人の個々がどう取り組んだかの過程を評価に入れることはできず、最終的に表れたものだけを見るしかなかった。

・生徒の発表（およびその質疑）の点数化

**Q. この講座を担当したことで、ご自身にはどのような「気づきや学び」がありましたか？**

・生徒が一番楽しんでやっていたのが、SSH発表会のためにデータ(アンケート)を集め分析、発表する活動だった。オリジナルのデータを集め結果を出すのは楽しい作業であることを私自身改めて感じた。日頃プレゼンなどを様々な授業でも行なっているが、もっと主体的に、そしてクリエイティブに行うプレゼンや授業実践が目指したい、と感じた。

・自分が動きすぎると生徒が動かなくなると、改めて実感しました。彼らの常識を覆しつつも、彼ら自身が考え、行動していくような水路づくりをし続けたいと思います。

・毎回授業アンケートを取っているのですが、生徒自身が能動的な授業を望んでいるということがよくわかりました。きちんと論点さえ与えれば、意外と生徒は一生懸命ディスカッションすることがわかりました。

・巷で言われるルーブリック評価のようなことは、やはりなかなか難しいのではないか。

・新年度は一年間の授業計画を明瞭に組み立てられると思えるようになったこと、また、最終的なポスター作成は1人1枚が可能であるし、そのように挑ませるべきである、という信念を抱え込むことができるようになったこと、の2点です。

**Q. 新年度の講座において、「期待される生徒の成長」とはどのようなものですか？**

・シンプルだが、授業をきっかけに自ら、行動しチャレンジできる生徒。昨年この授業をうけ今年自分でJA Accelerateorに応募した現高三生のような生徒が増えれば良いと考えている。中附の中で学習を完結しないような授業を目指し、そのように生徒に成長して欲しいと思っている。

・知的な意味での成長とは、物の見方が変わること。実体験を伴うカリキュラムにおいて、その程度を深めていくことを、生徒に対して、ではなく、教員が自らの実践に対して、期待すべき。

・生徒は思わぬところで真の力や成長をします。この科目はかなり自由度がありますので、なるべく枠にはめず、見守ることが大切かと思えます。

「教養総合 I」では、毎学期に担当者会議をおこない、コンピテンシー評価基準とそれに基づくルーブリック作成の方法を検討していった。アンケート結果にもあらわれているように、その評価方法については、まさに試行錯誤の連続であったと思われる。しかし、それらの取り組みをするなかで、生徒の「深い学び」とは何なのか教員自身が考え、様々なことに気づき、自分の授業へとつなげていく、というサイクルを見てとることができた。今後はこのような作業を、より意識的に多くの教員が実践していくことで、「教養総合 I」以外の授業にも、このような観点が必要であるという認識を、校内で共有していきたい。

## 第4編 現状での成果と課題、次年度にむけた研究開発の方向性

国語科 高 和政

本年度は、SSH 該当学年が高3をむかえ、文系・理系を問わず卒業研究をおこなう「教養総合Ⅲ」、卒業研究の内容を英語によって他者に表現する「Project in English Ⅲ」をはじめて実施した。この一年間の取り組みを通して、学校設定科目の実践とコンピテンシー・ベースの観点別評価という、本校における研究開発の1サイクル目が完了したこととなる。本章では、あらためて本校SSHの研究開発における仮説1～3に基づいて成果と課題を整理し、その上でこれからの研究開発の方向性について述べていきたい。

### 仮説1「課題研究を複数の学年にまたがって指導する学校設定教科『教養総合』の開発により、次代のイノベーションを担う科学技術人材に求められる能力と資質が向上する」

本校では、高校3年次において生徒自ら課題を設定し、卒業研究をおこなう伝統を有してきたが、この課題研究を複数の学年にまたがって指導する「教養総合」を開講することで、学校全体としてより意識的に、生徒一人一人の探求する力、伝える力などの育成をはかることとした。

2年次配当の「教養総合Ⅰ」（講座選択制）のうち、「Project in Science Ⅰ」（4講座）を科学技術人材育成の足がかりとして位置づけた。また、「トランスサイエンス」（1講座）を、科学的分野に属する知識・技術のありようを、社会性・歴史性をもつ視点から問い直す領域横断型の講座として設定した。それぞれの講座の内容や具体的取り組みについては、第2章に述べられた通りであるが、授業内容の一環として実施された研究旅行・フィールドワークを通じて、現実社会への観察力や洞察力、あるいは課題発見能力の育成を試み、当初想定以上の成果を得た。

また、「教養総合Ⅰ」各コースでの課題研究成果を集めた「SSH成果発表会」を開催し、多くの生徒がそれぞれの課題研究を深化させて口頭発表・ポスター発表をおこない、また他者の発表に目を向け耳を傾けることとなったことも、学校全体として大きな取り組みであった。仮説3の内容とも関連するが、生徒によるコンピテンシー自己評価アンケートの結果に、「教養総合Ⅰ」の成果は如実にあらわれている。また、各講座によって、伸長するコンピテンシーに顕著な違いが見られたことも興味深いものだった。

「教養総合Ⅰ」が2年目となる本年度は、授業担当者会議を通して、このアンケート結果・成果を共有し、現場へのフィードバック&ミーティングをおこなった。これまで、教員それぞれの努力や工夫について学びあう機会はなかなか持てなかったが、「教養総合Ⅰ」の成果に関するデータをもとに議論し、対話することができた。このような対話は、教員それぞれの実践を振り返り、さらなる工夫をうながす動力となりうるものである。学校全体の取り組みとなるよう、さらに丁寧にこのような場を作っていくことを心掛けたい。

「教養総合Ⅰ」を経験した生徒が3学年となった今年、「教養総合Ⅲ」の卒業研究において、2年次で学んだことを活かしてテーマ設定をおこなう生徒が出てくるようになった。卒業研究における調査・分析、口頭発表のありようなどを見ていると、「教養総合Ⅰ」での経験が大きく影響していることが見て取れた。

今後は、卒業研究が高校での学習の集大成であることを早い段階から生徒に意識付けし、そこに向けた取り組みを、学年を超えておこなっていく必要がある。具体的な課題としては、1年次での取り組みの弱さがあげられる。今年度は校外学習を各自のテーマ選定の素材として扱ったレポート作成を課したが、今後はさらに教科を超えた探求型学習の取り組みを強化し、2年次の「教養総合Ⅰ」の内容へと有機的につなげていきたい。そのためには、1年次のカリキュラムを改善する必要がある。指導要領改訂に伴って新たに組織されたカリキュラム検討委員会と連絡を密にし、本課題研究の成果を新しいカリキュラムに盛り込むべく、校内調整を図っていきたい。

## 仮説2.「科学技術人材育成に特化した英語科授業 “Project in EnglishⅢ”の開発により、科学技術人材に求められる国際性が向上する」

本年度高校3年次より、「Project in English Ⅲ」がスタートした。具体的内容については第2章を参照されたいが、最終目標が自分の卒業研究発表であるため、英語へのモチベーションが向上したことが大きい。また、英語で発表する際には自分の研究をうまく伝える難しさを痛感し、より良い表現を考えている様子が見て取れた。授業アンケートを通して、生徒の満足度が高いことが見て取れ、初年度として大きな成果を得たといえる。今後は、テーマ選定のあり方などの課題を改善していくとともに、英語での発表の機会を増やし、生徒同士が文章でも口頭でも英語でコミュニケーションをとりながら発表をおこなえるようにしていきたい。そのことが、生徒自身のモチベーションをさらに高める契機にもなるはずだ。

## 仮説3:「コンピテンシー・ベースの観点別評価体制を開発して、科学技術人材としての「資質」も含んだ評価と指導を行うことにより、大学進学後にも生徒の科学技術人材に求められる能力と資質が向上する」

第2章に詳述したとおりであるが、この2年間の取り組みを通して大きな成果をあげており、本校の研究開発における肝となっている。生徒にとっても、アンケートに回答することを通してそれぞれの課題を見出すとともに、自己のありようを冷静に判断し、相対化する契機として機能している。

他校調査で得たデータ比較を通しては、高校1年生の段階で、SSH指定を受けた都立高と本校の生徒のコンピテンシー自己評価にはかなり異なった傾向があると推察され、その特徴に応じた働きかけをしていく必要があることもわかってきた。

SSHの成果発表が回数を重ね、また分析に値するデータもどんどんと蓄積されていく。生徒作成のアウトカムを、後に続く学年の生徒たちの目に触れやすく、参照しやすい形で還元し、探究の質を高めていく取り組みを継続していきたい。また、成績処理のために作成されたデータ等を、新たな教育実践への指針検討のための資料として活用できる方法がないか、また、今年度は意義あるものとして整理・集約しきれなかった卒業生や他校の“Chufu-compass”回答結果を、分析の観点設定の見直しを含め、意味ある活用方法を見出し、実践していくことが、次年度に向けえた課題となる。

資料 1

教育課程（高等学校）

教科	科目	1年	2年	3年					
				文系			理系		
				必修	必修	必修	必修選択	選択	必修
国語	国語総合	4							
	現代文B 古典B	1	2	2	2		2		
地理歴史	世界史A				2				
	世界史B	3	2						
	日本史総合				3				
	地理A 地誌	2			2				
公民	倫理		2						
	政治・経済			2			2		
数学	数学Ⅰ	3							
	数学Ⅱ		4						
	数学Ⅲ						7		
	数学A	2							
	数学B		2						
理科	物理基礎		3						
	物理						5	5	
	化学基礎	3					5	5	
	化学						5	5	
	生物基礎		3				5	5	
保健体育	体育	3	3	2			2		
	保健	1	1						
芸術	音楽Ⅰ	2							
	美術Ⅰ	2							
	書道Ⅰ	2							
外国語	コミュニケーション英語Ⅰ	4							
	コミュニケーション英語Ⅱ		4						
	コミュニケーション英語Ⅲ				2		2		
	Project in EnglishⅠ	2							
	Project in EnglishⅡ		2						
	Project in EnglishⅢ				2			2	
家庭	家庭基礎	2							
	社会と情報			2					
情報	情報の科学						2		
	グローバルフィールドワーク		2						
教養総合Ⅰ	グローバルフィールドワーク		2						
	グローバルフィールドワーク		2						
	Project in ScienceⅠ		2						
	トランスサイエンス 科学と歴史		2						
教養総合Ⅱ	文化研究				2				
	地域研究				2				
	社会研究				2				
	数理探究				2				
	文化と歴史				2				
	文化と言語				2				
教養総合Ⅲ	表現研究				2				
	Project in ScienceⅡ							3	
特別活動	ホームルーム	1	1	1		3	1		
	総合的な探究の時間	1							
計		34	33	9	21	3	23	10	

注意事項

必修科目について

1. 一年次の『芸術』については「音楽Ⅰ」「美術Ⅰ」「書道Ⅰ」の三科目から一科目を選択する。
2. 二年次の『教養総合Ⅰ』については「グローバルフィールドワーク」・「グローバルフィールドワーク」・「Project in ScienceⅠ」・「トランスサイエンス 科学と歴史」の四科目から一科目を選択する。
3. 三年次「理系」の『理科』については「物理」・「化学」・「生物」の三科目から一科目を選択する。

必修選択科目について

1. 三年次「文系」については『教養総合Ⅱ』二科目を含む二十一単位（十科目）を選択する。
2. 三年次「理系」の『理科』については「物理」・「化学」・「生物」の三科目から一科目を選択する。ただし「必修」と別科目を選択する。
3. 中央大学への学校長推薦を辞退する場合において三年次「必修選択」の単位数は十単位を上限として減ずることができる。
4. 『教養総合Ⅰ』（二単位）は『総合的な探究の時間』を代替した学校設定科目とする。



## 資料2. 運営指導委員会の記録

### 2018年度第2回運営指導委員会

日時：2019年2月20日 14:25～15:30

外部委員参加者：山下剛志（東芝総合企画室）・柿沼美紀（日本獣医生命科学大学獣医学部）  
古川 和（東京学芸大学）・石川 孝（サッポロビール人事部）

校内委員：卒業研究では、生徒が直接大学の教員のアドバイスを得る機会を設けたが、大学教員からは、生徒が「何を聞きたいのかわからない」というご指摘をいただいた。

外部委員：教員が指導しすぎると生徒自身は伸びないが、生徒に投げすぎてもうまくはいかないだろう。

校内委員：なぜこの研究テーマにしたのかという問いに答えられない生徒が多い。

外部委員：「何を研究するのか」をSDGsの17目標にどのように結び付けていくのか、と着想させるとよいのではないかと。生徒にSDGsを意識させると、新たな切り口が見えてくるのでは。

外部委員：自分の興味、能力、価値観について向き合い、自己認識するプロセスを入れるとよいのでは。

校内委員：本校では、2年生全生徒が「教養総合Ⅰ」に取り組んでいる。全員が課題探究に取り組み成果発表の機会を持つことが、意識改革につながると考えている。

外部委員：取り組む意欲の差などがコンピテンシーにあらわれてくることはあるのだろうか。

校内委員：当初意欲の無い生徒ほど、授業を経てコンピテンシーのレベルが上がりやすいという結果となっている。

### 2019年度第1回SSH運営指導委員会

日時：2019年6月26日 16:00～17:30

外部委員参加者：河合 久（中央大学国際経営学部）・大工原正男（東芝総合企画室）  
柿沼美紀（日本獣医生命科学大学獣医学部）・古川 和（東京学芸大学）  
石川 孝（サッポロビール執行役員）・木村 守（東京学芸大学教育学部）

外部委員：生徒の研究テーマが、一部では大学院レベルになってしまうこともあると聞いたが、大学院レベルの研究テーマでは、問題があるのか。

校内委員：SSHの大会などでは大学院生レベルの発表もあるが、こうした研究には、大学や研究所の先生方の指導がかなり入っている。本来の高校生らしい発想と研究のプロセスを大切にしたい。

外部委員：「教養総合Ⅰ」では、各講座で人数制限があり、定員を超えた講座では抽選を行ったと聞いたが、「抽選漏れ」という告知は、受講する上で高校生の意欲低下につながるのではないかと。

校内委員：抽選漏れとなった生徒は、講座に取り組むモチベーションに影響が出ている。次年度は抽選ではなく生徒のレポートを審査し、定員枠の絞り込みを行う予定である。

外部委員：「教養総合Ⅰ」の研究旅行について、金銭的な負担があると思うが、どうしているのか。

校内委員：海外のコースでも23万円を限度とするよう目安を設けているが、場所によってはどうしても超えてしまう場合があり、費用のことは悩ましい。海外のコースが人気であるが、経済的な負担を考え、国内、都内を対象とするコースも設定するようにしている。

外部委員：全学的な取り組み体制は、うまく動いているのか。

校内委員：本校でSSHの中心となっている学事部は、理数系だけでなく様々な教科の先生方が関わっている。しかし教員の中には、SSHの取り組みに理解を示されない方もおり、課題となっている。

外部委員：「Project in English」の試みは、面白い試みであると思う。

校内委員：日本人同士の英会話では、どうしても限界がある。聴衆を英語Nativeの学生にするなど、英語を使用せざるを得ない状況を設定することが課題である。

外部委員：コンピテンシーの変化結果は、どう利用しているのか。

校内委員：生徒にコンピテンシー評価の結果は見せてはいない。その後の調査に影響してしまう。授業担当者には、結果を見せて参考にしていただいている。

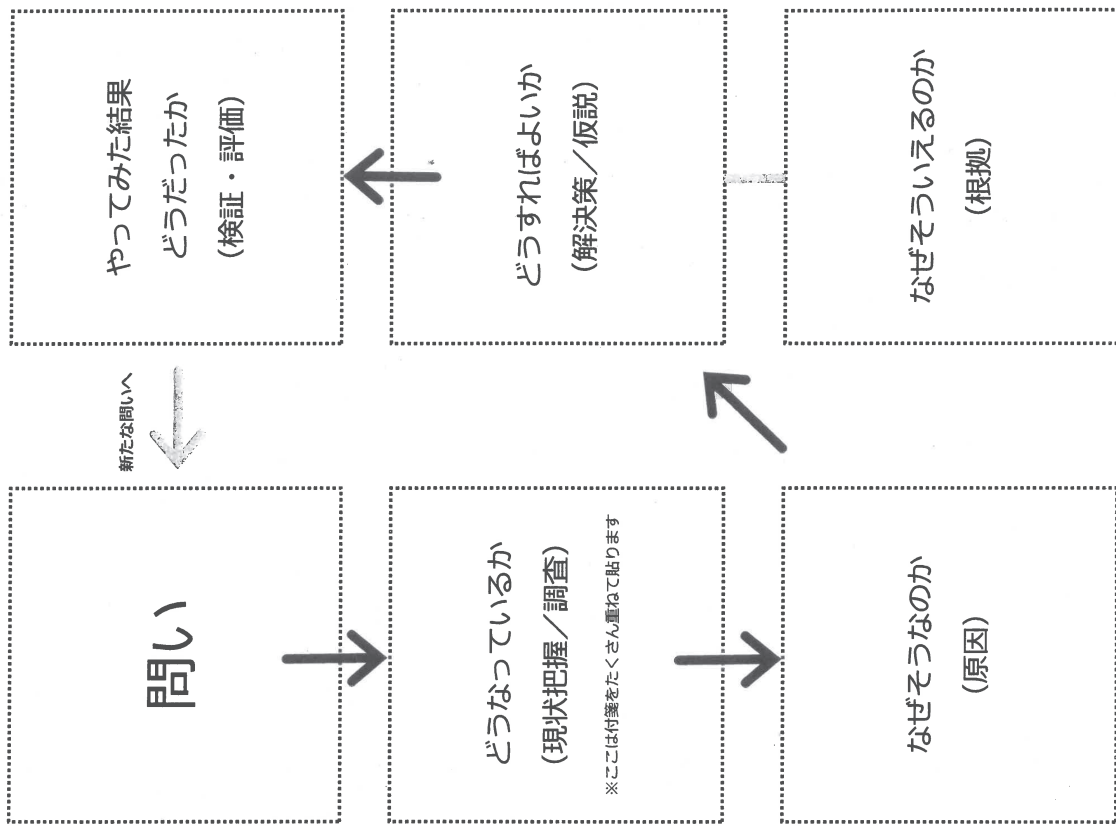
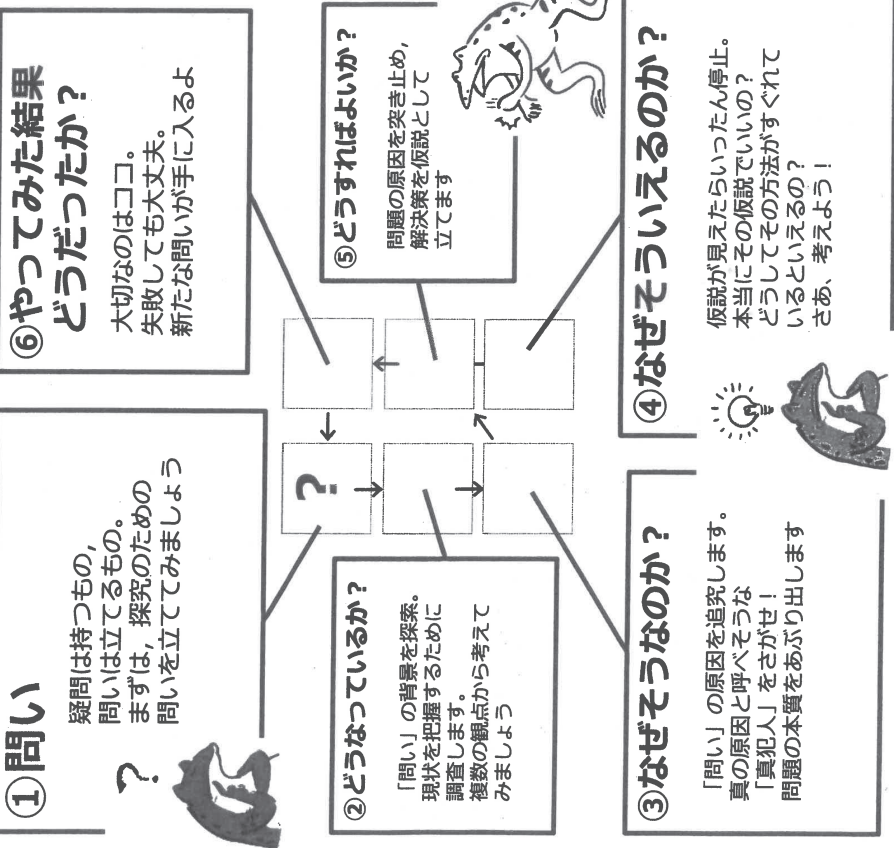
2019年度第2回SSH運営指導委員会は2020年2月19日（水）開催予定

## 2019年度理系卒業研究テーマ

番号	分野	テーマ
1	物理・情報系	浮力で塩分濃度を測る
2	物理・情報系	格子モデルによる歩きスマホの危険性について
3	物理・情報系	過冷却中の水分子
4	物理・情報系	ゲームが上手な人と下手な人の差
5	物理・情報系	中央大学附属高校一号館の常時微動の計測
6	物理・情報系	卵はどのように割れるか
7	物理・情報系	二次元上での実在気体のシミュレーション
8	物理・情報系	小型風力発電機の形状に依る発電効率
9	物理・情報系	iPadを用いた音色の研究
10	物理・情報系	Excelを用いた熱拡散の様子の数値シミュレーション
11	化学系	髪質損傷評価方法の提案
12	化学系	使い捨てカイロの発熱反応について～鉄の酸化反応～
13	化学系	ビフィズス菌と乳酸菌の共生による効果
14	化学系	ハウレンソウと小松菜の味比較
15	化学系	血液洗浄方法とルミノール反応
16	化学系	紙ストローの実用性の検証
17	化学系	紙ストローの塗装剤について～塗装材の水に対する実用性の総合的評価～
18	化学系	ストームグラスの結晶変化
19	化学系	リンスインシャンプーにおけるリンスの効果
20	化学系	布に付着したペン汚れの漂白
21	化学系	毛髪のダメージによる変化と保護の分析
22	化学系	界面活性剤とリモネン
23	化学系	洗濯洗剤の成分比較～人気洗剤のふさわしい選び方～
24	化学系	ルミノール反応を用いた化学実験
25	化学系	アセチルサリチル酸の合成～加熱温度と触媒の量の変化～
26	化学系	紙ストローの吸水性の分析
27	化学系	紙ストローの生分解性
28	生物系	青梅の杜における鉄道の利用状況
29	生物系	花の長期保存方法についての検証
30	生物系	プラナリアにおける生育環境と自切の関係
31	生物系	タヌキの行動と食性
32	生物系	様々な素材に対するヤモリの吸着力の検証
33	生物系	東京都東大和市における外来植物の分布調査
34	生物系	サンゴの防御反応と粘液の関係
35	オーロラ系	自作オーロラ発生装置によるオーロラのスペクトル分析
36	オーロラ系	オーロラの音と空気の逆転層の関係
37	オーロラ系	オーロラ帯における異常伝搬の特異性～日本との比較～
38	オーロラ系	オーロラ発生場所の三次元特定
39	オーロラ系	オーロラ発生メカニズム～伝説から近未来～

# 探究マップLight

“探究マップLight”は、付せんを貼り替えながら問いを深めるための、考具です



資料5. 本校のSSH組織体制について

各教科から選出された教員で構成する学事部（8名）が中心となってSSH事業に取り組んでいる。学事部は、SSH事業を企画運営するとともに、得たデータをまとめ、職員会議などを通じ他の教員にフィードバックしている。また年に2回「教養総合」担当者と合同会議を開催し、問題点を共有している。コンピテンシー・ベースの観点別評価分析、理工学部との連携のあり方、成果発表会の実施体制などSSH事業全体の運営方針については、SSH運営委員会（16名体制。中央大学前副学長、理工学部教職員、本校教職員で構成）で審議の上、決定する。運営委員会は、7月16日と1月17日の2回開催した。SSH運営指導委員会は、今年度4名から6名体制に拡充した。他大学教員、体験型科学教育に取り組んでいる国立大学監事、飲料メーカー執行役員、電機メーカーのCSR部門責任者で構成され、6月26日と2月19日に開催し、専門的立場から事業内容について助言、指導を得ている。学内では、全科目の教員が参加して「教養総合Ⅰ・Ⅲ」、「Project in EnglishⅢ」を展開し、コンピテンシー・ベースの観点別評価分析、外部講師招聘、SSH成果報告会といった各事業は、校内各分掌と学事部が協力して実施している。中央大学理工学部では入試広報委員会が中心となり、理工学部事務室まで含めた高大連携体制を整えている。

中央大学附属高等学校 SSH組織図

