

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3年次



令和3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

本年度のSSH事業は、世界的な新型コロナウイルスの拡大のため、大きな制約を受けざるを得なかったことを否定できない。しかしながら、このコロナ禍における真剣な取り組みから、我々は数々の教訓を得ることができた。

特に、新型コロナウイルスの感染拡大の影響により、海外渡航、宿泊行事および各種の大会出場が制限され、本校が本年度当初に策定した計画の実施に支障が生じた。また、本校独自に感染防止の観点から、放課後の活動時間を大幅に制限してきた。その結果、他の高等学校との研究や研究発表における連携や協力の機会の喪失が、生徒たちのモチベーション維持に消極に作用するばかりか、各自の研究計画実施の停滞による焦燥感を生じさせる結果となった。しかし、翻って考えてみるに、これら制約はすべて物理的なものであり、しかも生徒の活動領域全般から見れば、その一部に過ぎないことに気づく。そして、制約されているのは、手段であって目的ではない。つまり、学習指導要領流に表現すれば、どのように学ぶかが改めて問われることになったに過ぎない。

逆に言えば、ルーブリックによる観点別評価において、結果的に有益な教育成果が導かれたのであれば、そこで採用された教育手法が教員間で共有可能なものであるかぎり、SSH事業で目指す教育手法の開発は一定の成果を得たといつてよい訳である。そこで、本年度のSSH事業の遂行の主眼は、限られた教育手法を最大限に活用することに向けられたといつてよい。

他方で、コンピテンシー自己評価アンケートがコロナ拡大により一部制約されたものの、その分析については、深化を遂げている。また、その分析結果の原因を探るために、教員アンケートを実施し、その分析もおこなわれた。研究というものが未知の自己や他者との心理的交流を含んでいるため、自己の既存の能力の過信や他者の思考に対する盲目的な服従が研究の失敗を意味することは明らかである。また、単独研究であれ、共同研究であれ、これをおこなう主体には個性が伴うので、ルーブリックによる観点別評価に基づき教育手法を開発するうえでも、個人の属性に着目していく必要性も否定できない。教員がすべての生徒につきその能力の限界を明確に指摘し、合理的な方法により啓発を促すことは非常に困難であるとはいえ、最終的には、観点別評価において特段の成長を示したケースについて、教育手法と個人の属性との関連も考察対象とせざるを得ないであろう。

我々は、引き続き本校SSH事業の目的に向かって力強く活動を進めていきたい。最後に恐縮であるが、理科、数学科をはじめ、本年度のSSH事業を積極的に支えてくださった本校すべての教科の先生方と、多大なる時間と貴重な助言を惜しみなく生徒に提供してくださった中央大学理工学部の諸先生方、そして、運営指導をお願いした外部委員の先生方には、心から感謝申し上げます。

目 次

目次	1 頁
①令和2年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）	2 頁
②令和2年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題	4 頁
③実施報告書（本文）	8 頁
I. 研究開発の実施報告	8 頁
本校の研究開発の課題	8 頁
II. 研究開発の経緯	8 頁
III. 研究開発の内容	11 頁
1. 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。」	11 頁
①本校のカリキュラムと「教養総合」の開発について	11 頁
②「国語総合 現代文」の時間を用いた高校1年生でのSSHの取り組み	13 頁
③「教養総合Ⅰ」講座	14 頁
1) マレーシアの自然環境調査と観光資源開拓（「Project in ScienceⅠ」）	14 頁
2) マレーシア・ボルネオのジャングル自然調査（「Project in ScienceⅠ」）	16 頁
3) 光とオーロラの探求（「Project in ScienceⅠ」）	18 頁
4) Mathematics in English（「Project in ScienceⅠ」）	20 頁
5) トレーニング科学（「Project in ScienceⅠ」）	22 頁
6) 高校生によるSDGsプロジェクト（「トランスサイエンス」）	24 頁
7) クメール遺跡群と東南アジア（「トランスサイエンス」）	26 頁
④教養総合Ⅲ（「Project in ScienceⅡ」）	27 頁
3年理系コースの卒業研究と高大連携の取り組み	27 頁
⑤科学技術系部活動の取り組みと成果	29 頁
2. 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。」	32 頁
「Project in EnglishⅢ」の開発と課題	32 頁
3. 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」	36 頁
4. シンポジウム参加・教員研修	46 頁
IV. 実施の効果とその評価	47 頁
1. 「教養総合」導入後の変容把握の試み	47 頁
2. 2020年度「教養総合Ⅰ」振り返り（教員間の共有に向けて）	49 頁
V. 校内におけるSSHの組織的推進体制	50 頁
VI. 成果の発信・普及	51 頁
VII. 現状での成果と課題、及び今後に向けた研究開発の方向性	53 頁
資料1. 教育課程（高等学校）	55 頁
2. 運営指導委員会の記録	56 頁
3. 理工学部授業聴講生徒アンケート	58 頁
4. Chufu - compass（行動特性評価項目一覧）	60 頁
5. 2020年度教養総合Ⅲ（理系卒業研究）テーマ一覧表	61 頁

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

①令和 2 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題																																		
「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																																		
<p>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 2 年：「教養総合Ⅰ」（2 単位）フィールドワークを通じて、課題発見・解決能力の育成をめざす。 3 年：「教養総合Ⅲ」「Project in ScienceⅡ」（3 単位）卒業研究の実施 個人でテーマに基づき研究を進める「教養総合Ⅲ」（3 単位）で探究力、表現力を育成する。</p> <p>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 3 年理系「Project in EnglishⅢ」（2 単位）：中高 6 年間での「Project in English」プロジェクト。 科学技術分野の先行研究調査や卒業研究、プレゼンテーションにおける英語力の向上をめざす。</p> <p>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 「教養総合Ⅰ」（2 単位）：フィールドワーク等で課題設定・解決能力、表現力向上をめざす。 各年次コンピテンシー自己評価調査を実施し、カリキュラム策定、授業改善をめざす。 生徒および教員の双方の知的探究心の向上へとつなげる。</p>																																		
③ 令和 2 年度実施規模																																		
1 年「SDGs の視点から NGO、政府、民間企業が行った取り組みと世界に存在する課題の学習」 ※「総合的な探究の時間」と「国語総合」での探究テーマ設定と調査、レポート作成（394 名） 2 年 学校設定教科「教養総合Ⅰ」全講座受講生（396 名） その内科目「Project in ScienceⅠ」に属する講座「マレーシアの自然環境調査と観光資源開拓」（35 名）「Mathematics in English」（29 名）「トレーニング科学」（13 名）「マレーシア・ボルネオのジャングル自然調査」（30 名）「光とオーロラの探求」（36 名） 科目「トランス・サイエンス」に属する講座「高校生による SDGs プロジェクト」（24 名）「クメール遺跡群と東南アジア」（40 名） 3 年 理系「教養総合Ⅲ」「Project in ScienceⅡ」（61 名） ・対象生徒数および学級数																																		
<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">394</td> <td rowspan="2">9</td> <td rowspan="2">396</td> <td rowspan="2">9</td> <td>328</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>理系</td> <td>61</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 851 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	394	9	396	9	328	8	理系	61	2	備考		1 年生全員・2 年生全員・3 年生理系コースの 851 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	394	9	396	9	328	8																											
	理系					61	2																											
備考		1 年生全員・2 年生全員・3 年生理系コースの 851 名を SSH の対象生徒とする																																
④ 研究開発内容																																		
○研究計画																																		
第 1 年次	「教養総合Ⅰ」の開発 Chufu-Compass 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」・「Project in EnglishⅢ」の開発・課題抽出																																	
第 3 年次	Rubric の研究開発・中央大学学力（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組の評価・卒業生へのヒアリング調査																																	
第 5 年次	最終成果報告・仮説検証と評価・成果を踏まえた研究課題の設定																																	

○教育課程上の特例等実施等特記すべき事項

学科	開設する教科・科目等		代替される教科・科目等		対象
	教科・科目名	単位数	教科・科目名	単位数	
普通科	教養総合Ⅰ	2	総合的な探究の時間	2	第2学年

○令和2年度の教育課程の内容

1年「総合的な探究の時間」（1単位）に加え「国語総合」の一部活用し、探究テーマ設定からレポートの作成を行った。2年「教養総合Ⅰ」（2単位） 3年理系卒業研究「Project in ScienceⅡ」として探究活動を行う「教養総合Ⅲ」（3単位）「Project in EnglishⅢ」（2単位）を実施。

○具体的な研究事項・活動内容

- 1 生徒課題探究「教養総合Ⅰ」および「Project in ScienceⅠ・Ⅱ」の開発
「教養総合」は教科枠組みを超えた学校設定教科。2年で国内外でのフィールドワークを伴う課題研究を実施。3年理系で卒業研究を課す。
- 2 理工学部との高大連携プログラムとしての「Project in ScienceⅡ」（卒業研究）
3年生対象「理工学部授業聴講」「卒業研究アドバイス」「卒業研究発表会」の実施。
- 3 科学技術人材育成に特化した英語科授業「Project in EnglishⅢ」（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」調査分析を実施し、授業改善・新カリキュラム策定、評価方法の改善。SSH他校でも調査・分析会を実施、分析検討会等を行う。GPA・大学の意見聴取等大学進学後の追跡調査も行う、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
物理部、地学研究部、生物部およびSSH部の活動が主軸となり、自発的な探究活動と発表活動を行う。コロナ禍にあって、学校および近隣での観察活動に変更し、探究活動を行った。

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

校外への普及活動としては学校HP、大学HPなどでSSHの取組みを掲示。理工学部とも連携して卒業研究発表会を1月に、生徒の成果発表会（ポスター発表）を2月に行った。

○実施による成果とその評価

休校期間中はオンライン面談、レポート等のやり取りを実施し、探究心が減退しないよう意識した。「教養総合Ⅰ」における調査は近隣、校内などで実施。「卒業研究」は、限られた条件下で実験・探究活動を行い、オンライン発表会等に参加した。

○実施上の課題と今後の取組

- 1 探究学習とフィールドワークの連関 国内外各地での実地踏査が困難な状況が出来た場合、校内および近隣での調査観察を行うなど計画企画における臨機応変な対応
- 2 新カリキュラム策定とSSHの取り組み
文理枠を越境し、社会の諸問題、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「教養総合」を軸として、探究活動を行い、問題意識の高揚とより高度な研究論文を作成する。
- 3 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」でコンピテンシー調査を実施し、担当者会議で議論し、評価のありようを模索する。授業の検証と改善をしつつルーブリック作成を実施し、随時更新する。

⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

1年次）当初は5月にSDGsに取り組むNGO・NPOの活動について講演会、6月～9月にNGO・NPOとの連携し活動紹介、10月下旬に活動現場を訪れる予定であったが、6月下旬までの休校となり、導入講演会実施が9月中旬、順次遅れとなった。

2年次）10月下旬に実施予定の国内外への研究旅行、現地実習が中止となり、大きな変更となった。海外での学習を近隣の調査に変更し、探究領域やフィールド変更により活動を行った。

3年次）課題研究、卒業研究としてのデータ収集や実験の機会が大幅に削減された。また、大学の授業体験等の連携活動や卒研アドバイスもオンラインでの実施となった。カナダのカールトン大学において数学分野のSSH海外研修を予定していたが、中止となった。

コンピテンシー自己評価調査が困難な状況下、過去の成績データ等に基づく分析を実施した。

②令和 2 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果	
<p>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</p>	
<p>2 年次配当「教養総合 I」の「Project in Science I」（5 講座）と「トランス・サイエンス」（2 講座）では、4 月～9 月にかけて事前学習、10 月実施の研究旅行等実地踏査を通じて、社会の諸問題、科学技術的課題に対する観察力・洞察力を高める。その後、事後学習、発表行為を通じて課題解決能力と表現力の育成をめざす。今年度は 6 月中旬まで休校となり、10 月予定の研究旅行、実地踏査も中止もしくは延期となった。グループワークにも大幅な制限がかかり、海外渡航を断念したが、国内の代替訪問先での実地研修や海外の大学とオンラインで接続するなどし、生徒の興味関心の維持向上を図った。同時に教員同士の情報交換の機会を頻繁に設け、コロナ禍にあつての対応策の検討、それぞれの修正変更点を共有した。また「教養総合 I」のありかたを検証し、評価方法の確立が大きな課題であることも改めて意識した。3 年次「教養総合 III」も課題設定の時期が大幅に遅れてしまったが、逆にそのことでカリキュラムにどう課題研究を位置付けるかという重要な問題を教員が共有する機会となった。2022 年度カリキュラム改訂にむけ、現在委員会を立ち上げ鋭意検討中であるが、SSH 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究心旺盛な生徒育成のために、現在の「教養総合」の学年ごとの配置と充実を主眼に据えている。</p>	
<p>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</p>	
<p>「Project in English III」を理数系教科と英語科教員が共同で開発。科学的な問題を「探究する意欲」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。口頭発表にむけて、計画に基づいたスケジュール管理を行う「計画管理」を養うことも目標に加えた。ポスター制作での英語活用の差異についても意識させ、様々な聴衆を想定した発表、表現力向上を図る。</p>	
<p>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。</p>	
<p>今年度は、コンピテンシー自己評価について従来の調査ができなかったが、休校期間中も活用し、これまで本校に蓄積された「成績評価傾向」の分析という、異なった視点から課題抽出を行った。昨年までに課題として抽出されていた本校生徒の自己評価傾向の低さにいかにして働きかけるかという問題も検討した。探究活動には能動性、自発性が求められるが、これは長年にわたっての本校の「自主・自治・自律」をいかに発揚していくかという教育目標と合致しており、改めて学校設定教科「教養総合」の授業実践の重要性を浮き彫りにした。また校内生徒の自己評価だけでなく、都立科学技術高校、同多摩科学技術高校、同立川高校、同立川国際中等教育学校、山形県立東桜学館高校、大阪市立高校でもコンピテンシー自己評価システムの利用が始まり、相互のカリキュラムマネジメントに役立てるべく適宜分析会等も設けている。</p>	
<p>令和 2 年度の研究開発の内容</p>	
<p>1) 課題研究「教養総合 I」と「教養総合 III」の「Project in Science II」の開発</p>	
<p>2 年次「教養総合 I」の「Project in Science I」（5 講座）と「トランス・サイエンス」（2 講座の）開発内容は次の通り。</p>	

- ①「マレーシアの自然環境調査と観光資源開拓」は毎年実施の講座で、サンゴ復元プログラムは経年変化をたどることができている。観光資源開拓と自然保護の両面における持続可能性の重要性を意識し、行動変容の促進を目途にしている。ランカウイ島の代替として、高尾山での現地踏査を行い、観光地故のオーバークース問題や温帯林での研究を行った。さらに高尾山の観光用パンフレットを作成し、高尾山ビジターセンターや 599 ミュージアムを訪れる外国人観光客等に配布する予定である。観光客への啓発活動としての SDGs への意識の高まりの契機になればと考えている。
- ②「Mathematics in English」では、数学的な考察を英語で行うことで、国際的な研究者の素地育成をめざしている。カナダの大学での受講は中止となったが、先方の教授より、英語での数学的課題を送付してもらい、その問題を生徒は考察した。外国語「を」学ぶことの重要性を自覚する高校生は多いが、本講座では外国語「で」学術分野に挑戦する姿勢を高めることを目的としている。外国語で数学的概念を学ぶことで、高3実施のSSHプログラムである学校設定科目「Project in English III」にも大きな影響を及ぼしている。
- ③「トレーニング科学」は指導者の指示や集団の伝統に盲目的に追従し、実施されるトレーニングの効果、妥当性を確認しないまま再生産される懸念を払拭し、不確かな根拠にもとづく流行のメソッドに振り回されることのない意識をもつ批判的思考力を養う。例年実施している国立スポーツ科学センター訪問や体験型学習の実施はかなわなかったが、生徒各自でトレーニングメニューを考案、スライド等作成した。
- ④「光とオーロラの探求」は一昨年大きな探究の成果をあげた講座だが、コロナ禍による休校および現地踏査の中止により大幅に授業計画を変更した。休校期間中はオンライン学習により、光・オーロラ・北欧の3つのテーマでレポート課題を配信し、テーマは生徒の自由設定とした。2学期前半も活動に制約があったが、光の物理的実験を行い、研究に必要な知見と科学的思考の獲得をめざし、グループ研究、ポスター制作を行った。この困難にあって主体的活動への意識は高まり、次年度の卒業研究を強く意識する生徒も多く出た。
- ⑤「マレーシア・ボルネオのジャングル自然調査」
本来であれば、ボルネオ島を訪れ、ジャングルの階層構造や動植物の観察を行い、一方で経済活動としてのプランテーションの現状と問題点等について考察する。1学期中オンライン授業期間を活用し、情報収集するとともに今後の探究計画を練り直した。夏季休暇中から調査研究とはいかなるものかということを考えるために都立武蔵野公園を調査した。10月下旬の海外現地踏査が厳しい状況になって以降は、学校近隣や学校内の自然観察を通じ、環境指標となる生物の調査や自然環境全体への探究心が芽生え、ジャングルという壮大な自然がテーマではないものの自然環境や身近な生物への興味関心が大いに高まった。
- ⑥今年度の「トランス・サイエンス」の講座として「高校生による SDGs プロジェクト」を新設した。国語と生物の教員が協働し、学校の「中」で学ぶ生徒を「外」につなげ、学びの方法や内容の多様化を図る。本来であればオーストラリアで現地踏査を行う予定であったが、学校「外」の社会に様々な課題があることを意識し、民間企業やNPO法人、大学研究者からも支援の機会を設け、校内でのごみ削減プロジェクトを立案したり、近隣の学童保育所との連携により、商品開発を試みた。SDGsの「すべてはつながっている」という発想をもつために企業やNPO、大学研究機関とのつながりを確認し、様々な問題に向かう探究心が大いに高まった。
- ⑦「クメール遺跡群と東南アジア」は、アンコール遺跡群について学び、さらにカンボジアの自然環境と経済開発の関係性について考える講座である。今年度は、アンコール遺跡群の保存状況と建立の歴史的背景についてについて学ぶとともに、経済開発については、特にダム開発に焦点を当てて考えることとした。本年度の当講座においては、国際河川であるメコン川に注目し、その上流域でのダム開発が下流域に存在するカンボジアのトンレサップ湖の水質・生態系に与える影響に焦点を当て、その問題点を考察した。今年度は現地調査ができなかったが、カンボジアのシェムリアップ在住の研究者とONLINEで本校を結び、特別講座を開催した。

今年度の高1の取組としては、NGO、政府、民間企業等が関係する社会問題、地球規模の問題についてSDGsの観点から探究へとつなげていくことで、科学技術がもたらす功罪についても考えるきっかけづくりを行った。生徒自身が探究・研究していく事柄がどのような社会課題に関連するのか、そのつながりを意識させることで、SSHの取り組みの重要性を教員生徒とともに意識していた。

2) 高大連携プログラムの開発と「Project in Science II」の充実

高3理系は「教養総合Ⅲ」・「Project in Science II」として、鋭意卒業研究に取り組んでいる。早期に「研究」に取り組むために、2020年1月に高2の理系志望の生徒に理工学部教授による「研究とは何か」という講演会を行った。3月～6月中旬にかけ一斉休校が余儀なくされたが、研究テーマを家庭、自宅近所等身近なもので実験や観察が可能であるものに変更してもらい、オンラインによるアドバイスの機会を設けた。7月に卒業生による「卒研アドバイス」を取り入れ、仮設の立て方や研究方法について示唆を受けた。9月の中間発表を経て、延期していた理工学部の授業をオンラインで実施し、例年通りの卒業研究提出のスケジュールへとたどり着いた。この状況で多くの生徒が焦りを感じつつ研究活動を始めたが、むしろこの困難な状況が旺盛な探究心や臨機応変に対処する力、計画のたてかたと実行力を高めたといえる。

3) 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

高3理系「Project in English III」の取り組みで、グループ実験・発表と同時に個人発表も組み込んだ。発表時には英語に堪能な大学生を聴衆として英語での質疑も行った。ポスター発表に向け、その形態や方法の改善、質の向上をめざした。コンピテンシー調査および授業アンケートから成果を検証し、併せて英語資格試験の取得状況も交え分析し、今後の授業改善を模索した。

4) コンピテンシー・ベース観点別評価体制の開発

例年高校入学時(4月頃)と学年終了時(3月頃)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」の科目ごとの傾向、卒業時さらには大学進学後の行動特性や意識の変容を見ているが、2019年度末から2020年度初頭にかけて、コロナ禍の影響により実施できなかったため、今年度はこれまでの研究結果から抽出した課題を精査し、まったく別の観点から評価体制について考察をすすめ、担当教員への綿密な聞き取り調査も行った。また、過去の校内成績データの変遷を調査し、SSH以前と以後のカリキュラムにおける学校の変化を「成績評価傾向」という観点から定量化することを試みた。さらに、これまでの他校生徒とのコンピテンシー比較において、本校生徒のコンピテンシー自己評価傾向低迷の理由を、在籍教職員への聞き取りからも考察を行った。その結果、本校生徒の受動的傾向は、大学附属として顕著な特徴ではあるが、本校の教育目標「自主・自治・自律」の精神を涵養するうえで、「教養総合」の充実による生徒の「学びに向かう力」の伸長がひとつの大きな行動変容をもたらすとして把握できた。SSH指定後、当事者意識を持ち、自力でやりとげようとする姿勢が生徒に現れはじめたことは大変大きな成果といえる。その結果、2018年度から始まった教科横断型学校設定教科「教養総合」が生徒に科学技術人材としての資質を涵養するための指導と評価が可能であるという帰結に至った。このような学校の教育理念と指導実践の整合性をもって2022年度よりスタートする新カリキュラム策定を行うべきと確認できた。

5) 生徒の探究活動の新たな様式

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が、新型コロナウイルスの感染拡大防止が求められる状況で限られたフィールドで調査を行うなど、これまでとは異なった姿勢が求められた。オンラインでの発表にも精力的に取り組み、12月20日に実施された東京都内SSH指定校発表会には、高3理系卒業研究より地学・化学・生物部門で口頭発表を行った。SSH部では、数学部門で理数教育研究所主催のMathコンにおいて、最優秀賞のRimse理事長賞を受賞、また地学部門で、中央大学理工学部天体物理研究室の支援も受け「てんびん座β星減光の解明」を発表し、日本学生科学賞東京都大会奨励賞を受賞した。生物部は、高尾山599ミュージアムで「ムササビの活動と食性」について研究発表を行い、物理部は電気自動車の設計製作を開始した。地学研究部は、日本地球惑星科学連合2020大会にて「優秀研究賞・ポスター賞」を受賞するなど、オンライン発表の機会も積極的に利用し、精力的に活動した。

② 研究開発の課題

1) 新カリキュラム策定と学校設定教科「教養総合」の授業改善と適切な配置

高2「教養総合Ⅰ」は、教科横断型の学校設定教科で、文理の教員が協同する講座もある。高3では「教養総合Ⅱ」（文系）、「教養総合Ⅲ（卒業研究）」（文理共実施）を設定している。2021年1月高3生全員対象に実施した「学校評価アンケート」では、「教養総合」への満足度が極めて高く、今後もさらなる充実を望んでいる生徒が多かった。また「教養総合Ⅰ」の取り組みでは、担当教員で活発な議論を交わし、継続的に授業検証し、アップデートしていくことが生徒の探究心の向上のために必要不可欠である。現在高1では、探究型学習の取り組みとして「国語総合」の一部を充当し、課題発見とレポート作成のノウハウを指導しているが、さらに高1の探究型学習の場の充実が急務である。今年度は実地調査、フィールドワークが大幅に制限されたが、このことが逆に、教員にも生徒にも身近な所に探究に値する課題があることを強く意識させた。高1では、NGOや企業、政府のSDGsに対する取り組みを学んだが、このことを手掛かりとして生徒たちは、学校「内」での学びが学校「外」の諸課題にリンクすることが重要であると認識した。この意識をさらに育むために、関係各機関や運営指導委員会の席上でも指摘されたことだが、高1でのカリキュラム上での充実が最重要課題と考えており、2022年度に向け高1から「教養総合」を設定する新カリキュラムを編成中である。日常生活の中での気づきと学外の諸課題を結び付け、解決に向けた探究心を育むために、大学はもちろんのこと、各種機関や社会で活躍する卒業生との連繋も重視している。

2) 探究活動としての「教養総合Ⅲ」・「Project in ScienceⅡ」と科学技術人材育成に特化した英語科授業「Project in EnglishⅢ」とのリンク

各々が精力的に探究活動に取り組むためには、研究者や理工系大学生の視点、経験を取り入れることが必須である。コロナ禍にあって、対面でのやり取りは大幅に少なかったが、オンラインで結ぶことも模索した。高大連携プログラムでも、より効率的に多くの生徒がアドバイスを受けられるようなシステムづくりも課題である。また、英語で発表することにおいては、ポスター発表で用いる英文と口頭発表の際に用いる英文との差異を指導したが、それを定着させるに至らなかった点は課題である。今後はオンラインによる発表機会増加も予想し、多様な聴衆を確保し、学校外の多様な関係性のなかで生徒の発表力の向上をめざすことも大きな課題である。

3) コンピテンシー・ベース 観点別評価と成績評価の分析考察

今年度のコンピテンシー調査では、年度初めと修了時の調査による意識変容の分析は困難となった。そこでこれまでの本校生徒の自己評価傾向低迷の理由を、在籍教員へのアンケートおよび、校内成績データの変遷を分析を通じて考察した。結果、高1の成績評価と高3成績評価には強い相関があることが判明した。これは、高1の早期にいかに関心的に学びに向かわせるかが重要であるということである。入試形態別（高校推薦入試・高校一般入試・併設中学からの内部進学等）による差異についても調査した。また高校入学年度（2001年度、2008年度、2016年度）による比較も行った。2001年度以降高1と高3の成績評価の相関はより強くでていること、高3での学力評価の分布が二極化してきていることが判明した。このことは、探究型の学校設定教科「教養総合」の充実により早期に取り組むべきであることの証左であり、新カリキュラム策定の一番の課題である。

また、例年コンピテンシー自己評価調査を実施している高2「教養総合Ⅰ」の担当教員へのヒアリングも行った。その結果、例えば、学術知の理解、国際語として英語「で」数学を考えることの重要性を認識したり、観察や調査を行うなかで、自身の理解度の高さに自信を高めると同時に、他校の生徒と研究活動でつながる等自発的な活動が顕著になったというコメントもあった。また、社会の諸問題を意識することで、自発的な行動への意識、社会の一員としての責任意識の高まり等もみられたようだ。「教養総合Ⅰ」担当教員での議論の場では、「そもそも何を評価すべきであるのか」、「どのような方法で評価すべきなのか」等、評価のありようについても検討した。今後も、生徒のグループワーク活動を重視しながらも、グループ評価に個別の取組評価をどう反映するかという点や、異なる課題研究に取り組んでいる生徒の評価基準の設定等、難しい評価問題へも検討を進めている。行動特性を評価対象とするイメージが捉えにくく、評価の対象となる行動を絞り込めない等課題も確認できた。今後、ルーブリックによる評価について、さらに改善に取り組んでいきたい。

③実施報告書（本文）

I. 研究開発の実施報告

本校の研究開発の課題

「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」

1) 課題のねらい

中央大学はユニバーシティ・メッセージとして「行動する知性」を掲げ、「実地応用に優れた人材の育成」を目指している。本校が SSH の課題とした「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」もこの延長線上にある。生徒の自律的な学びと思考を育み、自分の考えを発信する力を養うことを目指し、「教養総合」を軸とするカリキュラムを設定した。

2) 課題の目標

学校設定科目として課題研究を行う「教養総合Ⅰ～Ⅲ」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を育成すると同時に、卒業後も高い水準で能力及び資質が向上していくような理数系教育課程を開発する。

II. 研究開発の経緯

今年度は、言うまでもなくコロナ禍の影響により、当初の予定が大幅に変更となった。2月末から学校が休校になり、その後緊急事態宣言の発令を受け、新年度を迎える中でどのように学校生活を平常化するか、暗中模索の時期が続いた。この期間の本校の対応は、以下のとおりである。

4月：ONLINE 授業実施に向け、各家庭の ICT 環境を調査。

各教科で ONLINE 授業実施に向け、授業内容の検討、準備、試行を進める。

5月：11日より G Suite を利用して ONLINE による授業を本格的に開始。

25日の緊急事態宣言解除を受け、登校による対面授業を模索。

6月：登校再開に向け、各家庭にアンケートを実施。

22日より時差登校により対面授業を再開。

7月：20日に予定していた終業式を8月8日終業式に変更し、授業日数を確保。

今年度の研究開発の経緯をまとめて記す。

月 日	内 容	掲載頁
2月19日	校内 SSH 成果発表会を実施。2019年度第2回 SSH 運営指導委員会開催	51頁
	成果発表会の中で SSH 講演会@Chufu Vol.6 を実施 講演者佐野寛子都立国際高校教諭	56頁
5月	2年生「教養総合Ⅰ」ONLINE による授業開始	
5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）ONLINE による授業開始	
6月22日	対面による授業再開	
7月	3年生理系コース生徒に対し、本校の卒業生を中心とする大学生大学院生による卒研アドバイスを実施	27頁
7月1日	2020年度第1回 SSH 運営指導委員会開催。	56頁
7月12日	地学研究部が JpGU-AGU Joint Meeting 2020 高校生によるポスター発表に参加 優秀研究賞及び優秀ポスター賞を受賞	30頁
8月～9月	3年生理系コースに対し、中央大学理工学部教員による卒業研究アドバイスを実施	27頁
8月7日～11日	SSH 部が SSH 生徒研究発表会に参加	31頁
8月21日	本校 SSH 小委員会委員が都立立川高校を訪問研修。立川高校教員と課題研究についてを意見交換。	46頁
9月	3年生理系コース生徒を対象に、中央大学理工学部配信の大学生向け授業動画の聴講期間を設ける	58頁
	3年生理系コース生徒、卒業研究の中間発表を実施	27頁
9月12日	生命誌研究館・京都大学 iPS 細胞研究所共催シンポジウム「生命誌から生命科学の明日を拓く」に参加	46頁

9月18日	1年生を対象に、SSH講演会@Chufu Vol.7を実施 講演者：村尾信尚関西学院大学教授 講演後、2年生「教養総合Ⅰ」高校生によるSDGsプロジェクト講座生徒と村尾氏が懇談会開催	13頁 24頁
10月～11月	「教養総合Ⅰ」高校生によるSDGsプロジェクト講座が、3回にわたり講演者を招き（ネスレ日本、柿沼美紀日本獣医生命科学大学教授、佐藤尋宣氏）特別講義を実施。	24頁
10月4日	生物部が高尾山599ミュージアムで開催された第1回ムサビサミットに参加し研究発表	30頁
10月14日	第1回「教養総合Ⅰ」担当教員による現状報告及び意見交換会を実施	49頁
10月21日	1年生を対象に、ジャパンプラットフォームの加盟NGO6団体による、講演を実施	13頁
10月23日	「教養総合Ⅰ」クメール遺跡群と東南アジア講座がカンボジア・シェムリアップで在外研究中の早稲田大学教授田畑幸嗣先生の特別講義をONLINEで実施。	26頁
11月28日	3年生「教養総合Ⅲ」卒業論文提出期限	
11月28日	「教養総合Ⅰ」高校生によるSDGsプロジェクト講座の生徒が都立科学技術高校で実施された「女子生徒による理系女子のための研究発表交流会」に参加し研究発表。	25頁
12月	「教養総合Ⅰ」担当者と個別にヒアリングを実施。	43頁
12月20日	理数教育研究所主催MATHコン2020において、生徒応募作品がRimse理事長賞（最優秀賞）受賞	31頁
12月20日	令和2年度東京都内SSH指定校合同発表会参加	51頁
12月21日	地学研究部が第9回気象文化大賞「高校・高専 気象観測機器コンテスト」において衛星賞を受賞	30頁
1月9日	2年生の次年度理系コース進学予定者に中央大学理工学部牧野光則教授によるSSH講演会を実施	27頁
1月20日	「教養総合Ⅲ」理系コース卒業研究発表会を中央大学理工学部とONLINEで開催	28頁
2月17日	校内SSH成果発表会を実施。2020年度第2回SSH運営指導委員会開催。	
2月20日	本校SSH中間報告会を配信形態で開催	52頁
2月26日	「教養総合Ⅰ」高校生によるSDGsプロジェクト講座 Monash大学とONLINEで発表会開催	25頁
3月	第2回「教養総合Ⅰ」担当教員による現状報告及び意見交換会を実施	
3月20日	関東近県SSH指定校合同発表会に参加	
3月27日	かながわ探究フォーラムに参加	

①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。」

登校による授業開始が遅れ、また1学期中に予定されていた対外的な活動が延期、または中止となった。このような状況下で、SSH事業も大幅変更を余儀なくされた。主な変更点は以下のとおりである。

高校1年：5月に予定していたSSH講演会を9月に実施した。

講演会后、6月及び9月に予定していたNGO、NPOの訪問授業を10月に実施した。

高校2年：「教養総合Ⅰ」は現地訪問によるフィールドワークを前提とするプログラムであったが、当初予定していた現地訪問は全て中止となった。一部の講座は、高尾山や武蔵野公園など、研究題材を近隣に変更し、フィールドワークを実施した。

高校3年：SSH研修としてカナダのカールトン大学訪問を予定していたが、中止となった。

理系コースは、6月に予定していた中央大学理工学部の授業聴講を、9月に動画配信の形で実施した。

理系コースは、6月に中央大学理工学部の教員から卒業研究についてのアドバイスを受ける予定であったが、研究のスケジュールが遅れたため、7月～9月にかけて実施した。

1年生は、昨年度は企業訪問によって、社会が抱えている課題を気付かせ、課題解決の思考を養うことを目指した。今年度はさらに一歩進め、本校で村尾信尚氏の基調講演「新しい時代の君たちへ」を実施し、その後、実際に社会問題の解決に取り組んでいるNGO6団体を招き、その取り組みを紹介する講演会を開催した。国語総合の授業で講演会の内容を念頭に、各自テーマを設定させ、レポート作成を行った。難民問題や災害復旧に取り組む団体などの実際の活動に触れる機会となり、昨年より一層社会に対する問題意識を深めることができたと考えている（13頁 高報告）。

2年生は、「教養総合Ⅰ」がフィールドワークを前提とした授業であったため、コロナ禍の影響を強く受けてしまった。各講座では、近隣にフィールドワークの場所を変更したり ONLINE の利用によって、研究水準の保持に努めた（14 頁～26 頁）。2 学期以降、予定されていた SSH 関連の発表会が ONLINE で実施され、発表の場を確保できたことで、生徒の研究に対するモチベーションの維持を図ることができた。

3年生の「教養総合Ⅲ」卒業研究は、高大連携の開始が遅れたが、その中で今年度新たに実施した卒業生を中心とする大学生、大学院生による卒業研究アドバイスは好評であった。アドバイザー自身が、研究の上で直面している問題意識もあつてか、問題意識を共有でき大変効果的であった（27 頁～28 頁 岡崎・長谷川報告）。各自の研究内容は、卒業研究が3年目となり、先輩たちの研究や発表手法を参考にできるようになったためか、年度を追って質の向上が見られたと考えている。

コロナ禍のため、当初の予定は大幅にくるってしまったが、否応なしに迫られた ONLINE 利用は、新たな可能性を感じさせることとなった。その例を、以下に記す。

*9月に実施された中央大学理工学部の録画の動画配信による授業聴講は、結果的に従来型の大学で直接授業を聴講する形態よりも生徒が多く授業に触れる機会を与えることとなった。次年度以降も、動画配信での授業聴講を検討している（58 頁～59 頁 資料3）。

*ONLINE を利用し「教養総合Ⅰ」講座「クメール遺跡群と東南アジア」では、プノンペン滞在中の研究者と結び特別講義を、また「高校生による SDGs プロジェクト」では、オーストラリアの Monash 大学と交流の機会をもった（26 頁 牧野報告及び、25 頁 北島・元山報告）。次年度以降、授業の中で日常的に遠隔地と交流をはかる可能性を感じさせるものである。

②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。」

“Project in EnglishⅢ” 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ている。英語の発信力を向上させることに目的があり、対面式が実施できない期間は、大きな困難を伴った。ONLINE 授業期間は、担当教員はコロナを題材とする動画教材を配信し、科学用語などのリスニング力の向上を図った。対面授業再開後は、理科の実験を実施しながら、これを英語でまとめ表現することを目指し、最後は、「教養総合Ⅲ」の卒業研究を英文ポスターにまとめ、発表させた（32 頁～35 頁 本多報告）。コロナ禍の影響で、英語で対外的に発表する機会が限られたことは残念である。今後大学の協力も得ながら、遠隔地と ONLINE による発表を実施する方法を模索している。

③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。評価軸の作成のために、初年度、コンピテンシー評価の基盤として Chufu-compass を開発（平成 30 年 SSH 研究開発実施報告書 42 頁を参照、及び本報告 60 頁 資料4）し、これに基づく自己評価アンケートを生徒に実施した。この自己評価アンケートシステムは、都立科学技術高校、都立多摩科学技術高校、都立立川高校、都立国際中等教育学校、山形県立東桜学館中学校・高等学校、大阪市立高等学校でも利用されている。また「教養総合」の各講座では、Chufu-compass をベースにして生徒に対しより詳細なアンケートを適宜実施している。教員間では、10 月と3月に「教養総合Ⅰ」担当教員全体で懇談会を開催し、授業の進行の仕方や評価に関する問題点、工夫を凝らしている点を共有化した。また12月には教員に対するヒアリングによって、各講座の目標や進め方、生徒の変容ぶりを精査した（49 頁 高報告及び、36 頁～45 頁 齋藤・禰覇報告）。「教養総合」において実施される課題探究型授業導入の意義は、生徒、教員とも感じているが、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、問題意識の共有をはかりながら試行錯誤が続いている段階である（47 頁～48 頁大島報告）。

Ⅲ. 研究開発の内容

1. 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本校のカリキュラムと「教養総合」の開発について

地歴公民科 大島誠二

1) 学校設定教科「教養総合Ⅰ～Ⅲ」について

i) 「教養総合」の目標

本校では、過去30年以上にわたり高校3年間に100冊の課題図書を読破することを課し、多様性のある知性と教養、視野を身に付けることを生徒に求めている。また従来から高3には卒業論文を課し、授業で論文指導を行いながら生徒全員に10,000字以上の論文を書いて卒業することを求めてきた。論文作成を、本校での3年間の学びの集大成と位置付けている。この論文指導は、今までは国語科教員が主体となり、人文科学系、社会科学系の論文作成を課していた。しかしSSH事業応募を機に、理系コースの生徒については理数系教員が分担して指導する理数系分野の卒業研究による論文作成とした。また、従来の論文指導では、生徒の課題設定に対する意識や問題解決に向けた思考展開力が問題となっていたことから、高2、高3に新たに学校設定教科「教養総合Ⅰ～Ⅲ」を新設し、論文作成を「教養総合Ⅲ」とし、「教養総合」によって課題解決に向けた思考能力を養うことを軸に据え、本校の教育課程を構築した。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。なお表中の「Project in EnglishⅢ」については、仮説2（32頁～35頁 本多報告）で詳述する。

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 394名	2～3学期 NGO団体の活動に触れ、実社会での課題を考察する	
				教養総合Ⅰ	Project in Science I	2				5講座 143名	課題探究 観点別評価開発対象	
					トランスサイエンス	2				2講座 64名	課題探究 観点別評価開発対象	
					グローバル・フィールドワーク	2				3講座 174名	課題探究 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 15名	課題探究 観点別評価開発対象	
								英語	Project in EnglishⅢ	2	理系コース 全員 61名	理系英語に特化 観点別評価開発対象
								教養総合Ⅲ	Project in ScienceⅡ	3	理系コース 全員 61名	高大連携による課題探究 観点別評価開発対象

ii) 高校1年生の取り組み

現在高1には、「教養総合」は設定されていないが、既存の教科の中で日常生活の中に多くの課題があり、解決を求められていることを生徒に気づかせるプログラムを実施している。今年度は、「国語総合」の中で、NGOの6団体を本校に招き、日本や世界で様々な社会問題の解決に向け活動する様子を講演していただいたうえで、実社会のなかの課題を抽出し、考察するレポートを課した（13頁 高報告）。

iii) 「教養総合Ⅰ」（2年生に設置 必修2単位）の目標

高2では、教科「教養総合Ⅰ」を新設した。「教養総合Ⅰ」は、さらに「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」「トランスサイエンス」「Project in ScienceⅠ」の4科目に分かれこの4科目の中に、さらに11講座が設けられている。各科目の目標は、以下のとおりである。

- * 「グローバルフィールドワーク」 既存の教科で得た知識を用いながら、国際社会が抱えている諸問題を、教科横断の多角的な視野でとらえ、問題意識を持ち課題を抽出し、フィールドワークを経て自分なりの結論をまとめて表現する。
- * 「グローバルフィールドワーク」 既存の教科で得た知識を用いながら、地域社会が日常抱えている諸問題を教科横断の多角的な視野でとらえ、問題意識を持ち課題を抽出し、フィールドワークを経て自分なりの結論をまとめて表現する。
- * 「トランスサイエンス」 科学的合理性と人間社会とのかかわり方について、教科横断の多角的な視野でとらえ、問題

意識を持ち課題を抽出し、調査を経て自分なりの結論をまとめて表現する。

- * 「Project in Science I」 科学的思考によって自然界の諸現象を見つめなおし、仮説を立て、観察、実験によりデータを蓄積し、自分なりの結論をまとめて表現する。

iv) 「教養総合 I」の内容

今年度は、11 講座のうち SSH の理系人材の育成に関わるのは、「Project in Science I」の 5 講座と「トランスサイエンス」2 講座の計 7 講座である（14 頁～26 頁）。残りの 4 講座は文系的な内容が主となっている。ただし文系 4 講座も、コンピテンシーでの観点別評価開発の対象となる。「教養総合 I」は、フィールドワークを軸に事前学習と事後学習によって、課題探究のノウハウやプレゼンテーションの手法を学ぶ場である。最終的には全学年が関わる成果発表会で、ポスター発表を行わせている。内容に合わせ、11 講座中 6 講座は、教科を超えて複数の教員が 1 講座を担当している。1,2 時限、または 5,6 時限の 2 時間連続の授業編成にすることで、学外でのフィールドワークも可能となっている。

なお、「教養総合 I」は、教育課程上の特例措置により「総合的な探究の時間」の代替科目となっている。学校設定科目「教養総合」のなかに組み入れることにより、「教養総合 II」「教養総合 III」との一体化を図り、教育課程上の位置づけを明確にした。今年度「教養総合 I」に設置した 11 講座は、次のとおりである。

科目名	講座名	選択人数
Project in Science I	光とオーロラの探求	36 名
	マレーシア・ボルネオのジャングル自然調査	30 名
	マレーシアの自然環境調査と観光資源開拓	35 名
	Mathematics in English	29 名
	トレーニング科学	13 名
トランスサイエンス	高校生による SDGs プロジェクト	24 名
	クメール遺跡群と東南アジア	40 名
グローバルフィールドワーク	世界遺産と生きる	69 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	70 名
	日豪関係を考える	35 名
グローカルフィールドワーク	音楽研究	15 名

v) 「教養総合 II」（高校 3 年生文系コースに設置 1 教科 2 単位 2 教科計 4 単位を選択）

高 3 には教科として「教養総合 II」と「教養総合 III」を設置している。このうち「教養総合 II」は 3 年生文系コースに設置され、さらに「文化研究」「地域研究」「社会研究」「数理探究」「文化と歴史」「文化と言語」の 6 科目 9 講座に分かれている（55 頁 資料 1 「教育課程表」）。文系コースに設置されているので、上記の SSH 事業の中には含めていないが、「体験的に学ぶ生活文化学」「映像分析と社会心理」「美術制作から学ぶ歴史」等の講座を設け、「教養総合 I」での学びを発展させた、既存の教科にとらわれない教科横断型のテーマ学習が主となっている。

vi) 「教養総合 III」（高校 3 年生文系コース・理系コースに設置）

「教養総合 III」は、「教養総合 I」で経験した問の立て方や調査の進め方、論旨のまとめ方、発表手法を活かし、課題を見つけ、仮説を立て調査し資料を集め、データから自分なりの結論を得て論文にまとめる能力の育成を目指している。

教科「教養総合 III」は、科目「表現研究」「Project in Science II」「Global Project」に分かれる。このうち SSH 事業に関わるのは、「Project in Science II」である。それぞれの目標は、以下のとおりである。

- * 「表現研究」（文系コース 必修選択 2 単位） 社会に対する具体的な課題を設定し、そのことについて調査し、資料を集め分析、考察考し、その課題に対する結論を、具体的な根拠とともに論理的に論文にまとめ提示することを目指す。
- * 「Project in Science II」（理系コース 必修選択 3 単位） 自然科学に対する具体的な課題を設定し、そのことについて自分で実験、観察し、データを集め分析、考察考し、課題に対する結論を、具体的な根拠とともに論理的に論文にまとめ提示することを目指す。（詳細な内容は 27 頁～28 頁 岡崎・長谷川報告参照）。
- * 「Global Project」（文系コース 選択 3 単位） 留学生や研修生との交流を通して国際的視野を広げ、自分の考え方や価値観を適応させる力を伸ばすことを目指す。

「表現研究」と「Project in Science II」は必修選択であるが、中央大学への学内推薦希望者は必修であり、9 割以上の生徒が履修する。教員は論文の体裁や構成のアドバイザーであり、課題設定から論文作成に至るまで、生徒が主体的に探究学習をおこなっている。作成された論文の中で優秀なものは校内誌『蒼穹』に掲載し、その成果を表彰している。

②「国語総合 現代文」の時間を用いた高校1年生でのSSHの取り組み(対象:1年生全員 必修2単位) 国語科 高 和政

本校の取り組みにおいて、1年生段階における働きかけ、カリキュラム上の対応が弱いという指摘をうけている。これを受け、昨年度まで分野融合型授業および実社会での課題発見の試みをおこなってきたが、今年度はこの問題意識をさらに発展させ、早い段階からの課題設定に取り組むべく、計画を立てていたが、コロナ禍の状況において大きな変更を余儀なくされた。

1) 当初の予定

5月 SSH講演会 講師:村尾信尚氏(関西学院大学教授、特定非営利活動法人ジャパン・プラットフォーム顧問)

→JPFおよびJTBの協力を得て、SDGsに取り組む加盟NGO・NPOの様々な活動を知り、生徒たちも実際に関わっていくきっかけとする。

6月および9月

→実際にいくつかの加盟NGO・NPOに来校してもらい、活動紹介や成果と課題の現状に対する説明を受け、どの分野に自分が関わり、どのような課題を設定することができるか模索する。

10月下旬

→実地研修期間。実際に加盟NGO・NPOの活動の現場を訪ね、その現状を直接確かめ自分なりの課題設定へとつなげていく。

11月

国語総合の時間を利用し課題設定。さらなる調査・分析を経て、レポート作成へ。

3学期

国語総合(現代文分野)において、小説の読解に生物の視点・知見を導入する分野融合型授業を実施。

2) 変更後の実施形態

村尾氏によるSSH講演会を9月18日(金)へと延期。実地研修は中止とし、10月21日(水)に複数の加盟NGOによる社会課題や活動内容を紹介する講演をブース形式で実施し、各生徒はこのうちの3団体の講演に参加する形とした。

(参加NGOおよび講演内容)

- ・難民を助ける会(AAR):難民を助ける会とは
- ・パレスチナ 子どものキャンペーン(CCP):パレスチナの障がい者と支援活動
- ・パルシック(PARCIC):フェアトレードって?
- ・ピースポート災害支援センター(PBV):災害時 自分の身を守る 人を助ける
- ・ピースウィンズ・ジャパン:国内災害のいま
- ・ジャパン・プラットフォーム(JPF):NGO、政府、経済界が連携した緊急人道支援の仕組み

様々な団体の活動と、日本および世界に存在する様々な課題を知ることで、SDGsの視点から自分なりの探究へとつなげていくきっかけ作りを企図した。

2学期中および冬休みに生徒それぞれが問題意識を醸成し、3学期に国語総合①の授業時間を利用した探究テーマ設定。

→調査・取材・分析→レポート作成をおこなった。

予定していた国語総合と生物との分野融合型授業は、時間の関係上中止とせざるをえなかった。

3) 評価

当初の予定より、スタートとなるはずの村尾氏の講演会の実施が大幅に遅れたため、生徒がそれぞれの問題意識を高める期間が制約されてしまった。また、実際にNGOの活動の現場を訪ね、その現状を直接確かめる機会を失ってしまったことも、様々な社会課題を自分の問題として考える難しさを解消するまでには至らなかった理由となった。また、予定していた分野融合型授業によって、科学への興味関心を高めることもできなかった。

ただ、やはり1年生の段階で自分なりに課題設定に取り組む経験を積む重要性は大きいと、改めて感じられた。文理どちらを選択することになるにせよ、自分が探究・研究していく事柄がどのような社会課題に関連するものなのか、そのつながりの意識を持つことが必要となってくる。2年次の教養総合Ⅰ、3年次の教養総合Ⅲにおける卒業研究において得られるものの質を高めるためにも、1年生における早い段階からの取り組みが必要になる。

4) 今後に向けて

予定の大きな変更を余儀なくされたこともあり、カリキュラムのなかにSSHの取り組み、あるいは課題研究を位置づける必要があることを、あらためて実感させられた。現在、2022年度より実施される新カリキュラムの検討をおこなっているが、その中では中学3年を含めて「教養総合」の取り組みを全4学年に拡大し、学校の一つの柱として再編する計画が進んでいる。

1年生には「教養総合Ⅰ」として1単位を配置し、入学当初から自分が関心を寄せるテーマに向き合い、問いを立て課題を引き出す探究活動をおこなっていく予定である。1学年を担当するすべての教科の教員が担当し、実際に探究の必要性・重要性を感じるきっかけとしていきたい。2021年度には、その先取りとなる取り組みをおこなっていく予定である。

③「教養総合Ⅰ」講座（対象：2年生全員 必修2単位）

1) マレーシアの自然環境調査と観光資源開拓（「Project in ScienceⅠ」）

理科 岡崎弘幸 国語科 北島咲江

i) 授業のねらいとコロナ禍での変更点

この授業は、自然保護と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、生徒個人が本授業からの学びにより、行動変容することを望んでいる。学びの柱として前年度同様にSDGsの視点を取り入れた。1学期はコロナ感染第1波の影響でオンライン（オンデマンド）授業となった。しかし、10月の実地研修にはまだ時間があり、コロナ収束を期待しながら授業ではマレーシアの自然と観光、および問題点を調べ、課題を見つけることに重点を置いた。〈自然〉分野ではマレーシアの熱帯多雨林とサンゴ礁について学び、〈観光〉分野では観光地におけるゴミ問題やオーバーツーリズム問題等を取り上げた。その後コロナ第2波への懸念から、秋のマレーシアでの実地研修は難しくなり、授業内容も変更せざるを得なくなった。そこで、熱帯多雨林での研究をそのまま温帯林に適用し、現地踏査先を高尾山に変更した。高尾山での踏査の詳細についてはⅡで述べる。

ii) 授業内容

1. 現地踏査1回目（2020年7月14日（火）15:00～17:00）

コロナ禍でも現地踏査できる「自然と観光の両立した地」として、本校から50分ほどの地に位置する高尾山を選択した。多くの生徒にとって高尾山は「名前は知っているけどよく知らない場所」であるので、最初の高尾山来訪の目的は、高尾山に興味を持ち、自然と観光にまつわる課題を発見することとした。初めに、599ミュージアムを来訪し、高尾山の自然および観光資源としての側面を調べた。その後、観光の目玉の一つであるケーブルカーに乗車したり、山道を生物科教員のガイドのもとに見聞したりすることで、高尾山への興味を掻き立てる工夫をした。現地踏査後の課題として、高尾山の自然および観光をアピールするポスター制作〔資料1〕を課すことで、知識のアウトプットと定着を図った。



〔資料1〕現地踏査後に、高尾山の自然と観光をテーマに生徒が描いたポスター

2. 現地踏査2回目（2020年9月29日（火）15:00～17:00）

現地踏査先をランカウイ島から高尾山に変更したため、生徒が例年制作している〈自然保護と観光資源開拓に焦点を当てたパンフレット〉も高尾山をテーマに作成することとなった。2度目の高尾山来訪の目的は、このパンフレット制作のための取材である。予めパンフレット作成の講師（ファッション雑誌副編集長）から、各生徒が1/3ページずつ担当するよう提案があり、生徒は担当したいページ内容を選び、11グループに分かれて取材スケジュールを練った。生徒の取材スケジュールは、現地踏査を行うごとに精緻なものとなり、計画管理力の向上が見られた。

当日は、奥高尾に位置する桜並木までのルートを確認する班、大樹の場所を確認して歩く班、ゴミ箱の設置状況を取材して歩く班など、各ページ作成に向けて個性豊かな取材ができた。一つのテーマを持って臨んだことで、1回目の踏査で何となく分かっていたはずの高尾山の新た

な面が次々に発見できたようだった。体力に自信のある班は、90分程度で歩いて登山・下山し、7月の高尾山との違いを肌で感じたようだった。踏査後は、各ページの絵コンテを作り、知識と経験の言語化と整理を促した。10月6日にパンフレット作成の講師が来校し、絵コンテを確認後、次回取材への助言を行った。

3. 現地踏査3回目（2020年10月27日（火）15:00～17:00）

踏査前に、講師の助言をもとにして、各自の文章・写真・デザインが制作者の意図を読者に伝えるものとなっているか再考した。読者を意識し推敲する過程で、記述力・説明力が伸びている様子が見て取れた。各自の原稿を見開きページに配置し、レイアウトを検討する段階では共創力が求められた。主張しつつ譲り合いつつという駆け引きをしながら、互いに足りない情報や写真等を指摘して、最後の現地踏査の準備をした。

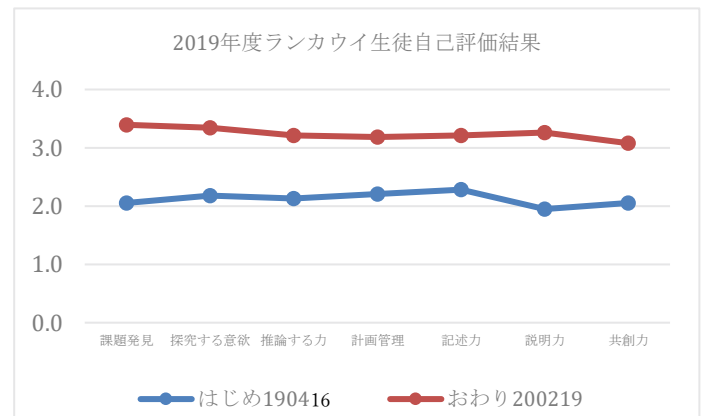
3度目の高尾山来訪の目的は、取材不足を補うことである。たとえば、ゴミのない高尾山に「煙草の吸い殻はたくさん落ちている」ことを発見した班は、「ゴミの削減を促すには、ゴミ箱を設置すべきかどうか」という点で、他の山の取り組みを調べたり、班で活発に話し合ったりと、探究していく様子が見られた。他にも、秋の深まりを見せる高尾山で、季節の移ろいによって観光資源としての自然が変化することを実感した班もあった。さらに、表紙担当の班は「どうしてもムササビを撮影したい」とのことで、授業外に、教員帯同の下で暗くなった高尾山に2度登り、撮影に成功した。帰路、夜の高尾山中に新たな発見を多く見出し出していた。11月17日には講師による2度目の講義があり、前回に比べて各ページのクオリティが格段にあがったことを確認できた一方で、改めてパンフレットの読者とコンセプトを意識するよう指示があった。編集長となった生徒を中心に、12月19日にはすべてのページを入稿した。



〔資料2〕生徒が3度の取材を経て完成させた高尾山パンフレット。外国人観光客にも読んでもらえるよう英訳を付けた。

iii) III 評価と課題

これまで本講座では、生徒が自らの目で社会課題を探し、自らの足で解決策を探し、自らの言葉で結果を整理し他者に伝えられる力の醸成を目指してきた。生徒にとってこの過程は厳しいが、右に示した昨年度の生徒の自己評価を見ると、授業で意図した力の伸びを彼ら自身が手応えとして感じていることがわかる〔資料3：グラフは昨年度受講した生徒によるもの。4月の授業開始と3月の終了時に行った自己評価の比較。「課題発見」「探究する意欲」「推論する力」「計画管理」「記述力」「説明力」「共創力」の7項目を1～4点で自己採点した〕。



〔資料3〕昨年度受講した生徒による、4月の授業開始と3月の終了時に行った自己評価の比較

本コースでは今年度、現地の自然や観光のありかたを実際に見聞することを通じて、自然保護と観光資源開拓は切り離すことのできない一対であると認識するとともに、一見したところ相反する「自然」と「観光」を両立させる上で必要な持続可能性という視点を獲得し、自らの行動を変容させていくことを期待してきた。この目標は、上記活動を通じて実を結んだと言えるだろう。3学期は、校内でのSSH発表会に向けて、これまでの研究成果をポスターにまとめて、他者に説明できる力を養いたい。

2) マレーシア・ボルネオのジャングル自然調査

理科 鈴木 琢弥

i) 授業のねらい

世界で3番目の大きさを誇るボルネオ島には、世界遺産のキナバル公園があり、自然の宝庫である。ボルネオ島にはテングザルや世界最大の花であるラフレシアが生息する。また、キナバル公園内には、地上約40mの高さに位置する吊り橋があり、ジャングルの階層構造や動植物の観察を行うことができる。貴重な自然が残されている一方で、ボルネオ島では大規模なプランテーション（アブラヤシ）により、貴重な自然が破壊されている。それと引き換えに日本をはじめ多くの国々がアブラヤシを利用して豊かな生活を送っている。貴重な自然を保護しなければいけないことは頭ではわかっている生徒が多い。しかし、実際に自然の中に身を置き、壮大な自然を体感し、その自然を守るにはどうしたら良いか考える機会は少ないと思われる。また、熱帯多雨林の中で活動したとき、何が素晴らしいのか、日本の自然と何が異なるのかを感じるためには身の回りの自然についても知っておく必要がある。そのため、この授業の一番のねらいは、「自然に触れ、自然に興味をもつこと」としている。その上で、自然保護について様々な視点から考察することを目指している。

ii) 授業内容

1 学期	<ul style="list-style-type: none">・ボルネオ島の基本情報や自然について調べてまとめる・都立小金井公園にて自然観察・ボルネオ島での調査内容について考え、調査の計画書を作成
2 学期	<ul style="list-style-type: none">・多摩動物公園にて動物の観察実習・都立武蔵野公園にて自然調査（ラインセンス法）（写真①）・都立武蔵野公園にて自然調査（昆虫トラップ・自動撮影カメラ）（写真②）・都立武蔵野公園にて自然調査（各班調査計画に沿った内容）（写真③）・都立国分寺公園にてかいぼり体験（希望者4名のみ）・高尾山2号路にて、自然観察・認定NPO法人ボルネオ保全トラスト・ジャパンの講演・調査計画書の修正
3 学期	<ul style="list-style-type: none">・調査内容のまとめ

<1 学期>

1 学期はオンライン授業期間もあったため、ボルネオ島について基本的な情報を収集することが中心であった。情報収集の中で気になった動植物について調査計画を立てるために4～5人の班を作り話し合いを行った。ボルネオ島といえば、モーレンキャンプオオカブトという大きなカブトムシが有名であり、男子生徒はこの大きなカブトムシをいかに捕まえるかということに興味をもっていた。また、初期の調査計画を見る限り、調査というよりも採集に興味関心があり、どのように採集するかについて調べてまとめている班が大半であった。元々、昆虫に興味をもつ

ている生徒は全体の 56%であり、昆虫採集の方法についてある程度知っている生徒もいた。その生徒を中心に、計画書は作成された。授業の中では、生徒が自ら考え、話し合い、実行する、その上で問題点を探し、計画を再度練り直すことに重点を置いた。そのため、調査計画について大まかな助言は行ったが、細かいところまでは指示を出さなかった。コロナ禍ということもあり、計画に沿った予備調査まではできなかった。そこで、夏休みを活かして無理のない範囲で予備調査をするように伝えたところ、3班が予備調査を行ったが、良い結果は得られなかった。それらの班は、自分たちの計画に行き詰まりを感じ、どうしてよいかわからなくなっていた。

<2学期>

夏休みの予備調査で行き詰まりを感じた班があったため、計画書の見直しを図るために、調査とはどんなものを体験する機会を多く設けた。都立武蔵野公園のパークレンジャー(NPO Birth)の方々にお願いをして、自然調査体験としてラインセンス法(写真①・③)や昆虫トラップ(写真②)、自動撮影カメラでの野生動物撮影を行った。1学期は多くの生徒がモーレンキャンプオオカブトと昆虫採集にしか興味がなかったが、調査体験を通して、環境指標となる生物に興味をもち始めた。その結果、学校の中の自然について調べてみたい、指標生物を通して様々な場所の環境を比較してみたいなど、採集への興味から自然環境全体への興味へ移行した生徒が多く見られた。その後、調査計画書を再考案させたところ、昆虫採集が目的の計画書ではなく、自然環境の調査を目的とする計画書が多く見られた。保護者からの報告によれば、以前は視野に入らなかったような昆虫の名前を保護者に教えるようになった生徒もおり、自然への興味関心や視野が広がってきている。

<自然調査を通して>

自然調査を体験していく中で、カブトムシなどのメジャーな生物ではなく、名前も分からない小さな生物の生態を知ることで、その土地の環境を推測することができることを知り、興味の対象が昆虫そのものから自然環境全体のつながりへ移行した。このような変化の大きなきっかけになった活動は11月に行った自然調査であった(写真②)。11月にも関わらず、簡単な装置で昆虫が捕れていることに驚く生徒も多く、身の回りの生物や自然環境に一層興味をもつようになった。このコースの一番の目的である「自然に触れ、自然に興味をもつこと」は現段階で概ね達成している。生徒は自然環境全体や自然界のつながりに興味をもち始めている。この先、自然環境全体への興味をもっている生徒に対し、次のステップである自然調査の結果と自然保護を繋げ、自然保護について自分なりの考えをもつことができるよう促していく。



写真①



写真②



写真③

3) 光とオーロラの探求 (「Project in Science I」)

理科 三輪貴信・田島丈年

i) 授業のねらい

本講座では、「光」「オーロラ」「北欧」に関する様々な探究活動を行った。そのねらいは、研究の計画から発表までの一連の流れを経験することで科学的思考力・課題発見能力・問題解決力を身につけ、卒業研究さらには大学での学びに向けて研究遂行能力の土台を養うことである。したがって、前半は観察・実験・講義を組み合わせた総合的な学習を通して、知識の習得と科学的思考力の獲得を目指した。後半は生徒各自の設定する課題について短期研究を行い、課題発見能力と問題解決力の獲得を目指した。また、研究結果を学内外で発表する機会を設け、プレゼンテーション能力の向上を図った。

ii) 当初の授業計画とコロナ禍による変更

コロナ禍による休校やフィンランド研究旅行の中止により、当初の授業計画から大幅な変更を余儀なくされた。当初の授業計画と実際の授業内容をそれぞれ表1と表2に示す。短期研究は校内で実施可能な内容に限られたが、研究の計画から発表までの一連の流れを体験させることができた。

表1 当初の授業計画

学期	授業内容
1 学期	光学および地球科学の実験・調査・講義を実施する。また、2 学期の研究旅行に向けて研究班を編成し、研究テーマを検討する。情報通信研究機構 (NICT) を訪問し、オーロラ研究の最前線についての講義を聞く。
2 学期	学期前半はフィンランドで実施する研究の計画および予備実験を行う。10/19~23 の日程で研究旅行を実施する。現地では、オーロラ観測、研究所訪問、現地の高校生との交流、博物館の見学などを行う。帰国後は、現地で集めたデータを分析し、SSH 東京都大会での発表を目指してポスターを制作する。
3 学期	各自の研究の掘り下げを行い、研究のまとめを行う。授業内でポスターを使ったプレゼンテーションと質疑応答を行い、研究の最終評価とする。

表2 実際の授業内容

期間	授業内容
1 学期	休校中は光・オーロラ・北欧の3つのテーマについてのレポート課題を配信した。レポートのテーマは生徒が自由に設定するものとし、主体的な学習となるように工夫した。学校再開後は、オーロラの仕組みやフィンランドについての座学を行った。
2 学期	学期前半は光の物理的性質に関する実験を行い、研究に必要な知識と科学的思考を獲得させることに努めた。学期後半は1~3人のグループに分かれて短期研究を行い、学期末に進捗をまとめたポスターを作成させた。
3 学期	2 学期末に作成したポスターに教員がコメントをつけ、研究内容に対するフィードバックを行った。その後、各グループで追加の実験・調査を行い、研究の掘り下げを行った。2 月はポスター発表を実施し、研究の総括を行った。

iii) 研究のテーマ

短期研究は、計16班に分かれて行った。以下に研究テーマを紹介する。また、実験の様子や生徒が作成したポスターを図1~4に示す。

【自然科学分野】

- ・ 人工オーロラの研究 (4 件)
- ・ ダイヤモンドダストの発生条件
- ・ 層気楼の仕組みの可視化
- ・ 光無線通信の実験

- ・ 音波消火器の原理の考察
- ・ 録音された音と生音の違い
- ・ 光の色と植物の生育の関係
- ・ UV光がアミラーゼのデンプン加水分解反応に与える影響

【社会科学・人文科学分野】

- ・ 古い時代における人々のオーロラに対する認識の調査
- ・ 北欧と日本の教育の比較 (2件)
- ・ フィンランドと日本の幸福度の差とその原因
- ・ 北欧と日本の温泉文化の違い

iv) 指導上の工夫と評価基準

生徒が主体的に学ぶ機会を増やすために、レポートのテーマを生徒自身に設定させる、実際に実験をしながら理論を学ぶなどの工夫を行った。

短期研究の指導では、高校生が研究を行うことの狙いを「問題を正しく理解し自らの研究の意義を説明できるようになること」と考え、結果の新規性・独自性よりも研究の仕方を身に付けさせることを重視した。したがって、中間報告へのフィードバックや最終評価では以下の点に注目した。

- ・ 研究背景と目的に整合性があるか
- ・ 問題の背後にある理論や原理を理解しているか
- ・ 問題に対して妥当な解決策を提案しているか
- ・ 結果と考察の間に論理の飛躍がないか
- ・ 研究を他者に伝えるようにまとめられているか

v) 生徒の行動特性の変化と今後の課題

研究旅行の中止や短縮授業による研究時間の不足など、生徒のモチベーションを下げる要素は多かった。それにも関わらず、大半の生徒が研究に自発的かつ積極的に取り組んだ。研究テーマの設定から実行まで多くの場面において、生徒同士が協力して問題解決に取り組んでおり、生徒主導の研究活動を実施できたと考えている。また、研究が進むにつれて、次年度の卒業研究を意識する生徒も現れたことから、授業のねらいを達成できたといえる。一方で、現象の背後にある規則性を推論するなど、そもそもの原理原則に立ち戻って物事を考えたり説明したりする能力には向上の余地が見られる。また、実験報告書など科学的な文章を書く力にも弱点が見られる。これらの能力をいかに醸成するかは、教養総合と通常の教科教育との連携不足の影響もあると考えており、本講座の今後の課題である。

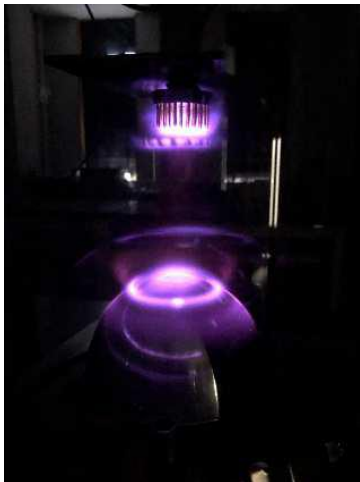


図1 人工オーロラの実験



図2 光の色と植物の生育の関係



図3 簡易光無線通信



図4 研究発表に用いたポスター

この授業の key word は

- 1) Read Mathematics in English
- 2) Think Mathematics in English
- 3) Write Mathematics in English

以上 3 つのことを生徒と共有して授業を展開した。

i) 授業の内容

< 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きた問題を解く。今年度は都合によりオタワを訪問できなくなった為、地域研究の学習は行わなかった。以下に送られてきた問題の一部を紹介する。

Dr. Angelo MINGARELLI's 10 problems

1. Using integration by parts only, Show that if y is a function $y(x)$ with the property that

$$y'(x) = y(x), y(0) = 1, \text{ then } y(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \iint_0^x y(t) dt ds$$

2. 1) Using integration by parts only, Show that if y is a function $y(x)$ with the property that

$$y'(x) = y(x), y(0) = 1, \text{ then } y(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \int_0^x \int_0^s y(t) dt ds$$

2) Show that if $y'(x) = y(x)$, $y(0) = 1$. Then, $y(a+b) = y(a)y(b)$, all $a, b > 0$

3) Prove that the numbers $16n + 3$ and $6n + 1$ where n is any positive integer have no common divisor.

4) Find all the solution of $\cos^n x - \sin^n x = 1$, $n = 1, 2, 4$.

5) Let $y(x)$ be a twice differentiable function on (a, b) . And assume that $\frac{d^2 y(x)}{dx^2} = y(x)$, $x \in (a, b)$

Show that $y(x)$ has at most one zero in (a, b) .

6) Show that you can or cannot find 2020 points on the unit circle ($x^2 + y^2 = 1$) such that the distance between any two of them is a fixed rational number.

7) Let $L = \lim_{x \rightarrow a} x^{x^{x^{\cdot^{\cdot^{\cdot}}}}}$ where the number of exponents is infinite, $a > 0$.

Show that if $L < \infty \implies a < e^{\frac{1}{e}}$. Then show that $\sqrt{2}^{\sqrt{2}^{\sqrt{2}^{\cdot^{\cdot^{\cdot}}}}} = 2$ (or $\lim_{x \rightarrow \sqrt{2}} x^{x^{x^{\cdot^{\cdot^{\cdot}}}}} = 2$)

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 Although, I didn't think this class would have such a great impact on me at first, but in fact, now my love of English and math has become the more deeper because as I have written, I had great difficulty in the process of finding the general solution. What I have learnt from the problems is that I can achieve anything if I exert myself as much I can, and if I have done my best to achieve something, I can feel much bigger sense of achievement.

- ② I thought that we could not solve the problem that we tackled this time when I saw it because we needed to learn calculus to solve it. I did not know calculus until I solved it. So, we worried about whether it could be solved. Also, when I saw the math textbooks about calculus, I didn't understand what the textbooks saying. First, we started from learning differential. I managed to understand it. But I could not understand integral that learned after differential. In particular, it was difficult for me to get a feel of integral. Also, I think that this project is the thing that changed my way of thinking. That is because, foreign way of thinking is different from Japanese way of thinking. This time, we attacked the problem in cooperation with the team members. I thought that it was incredibly good because I could get more knowledges than working alone by attacking with them. A lot of information and knowledges could share within my team. And I was taught various things about math by them. Also, I thought that it was good for us to share ideas with other teams. In this way, I was able to broaden my mind. And there was a person that I met for the first time. So, I could not actively participate in the activities at first. In addition, I thought that I was sorry for leaving my team members do various things little. So, I decided that I want to be able to actively participate from the beginning next a presentation. Therefore, I was glad to try such a difficult problem in English. There was big difference between expressing by Japanese and expressing by English. It was exceedingly difficult for me to solve. But I have been able to solve it. I had gained much more confidence due to be able to solve the problem. So, I want to make use of this experience in the future. And by actively participating, I want to get more knowledges next time.
- ③ I could learn many things about math in this class. First of all, I could learn many things in this class. For example, I could learn many math sign. I would have never known such signs if I had not learn math in English. Also, I was interested in the difference between overseas' ways of thinking of math and Japanese ways of thinking of math. A typical example is "transition". In Japan, when we want to transfer " -3 " of " $x-3=1$ ", we think that " -3 " transfer to the right hand side while changing the negative sign of " -3 " to positive sign. But, in different country, when they transfer " -3 " of " $x-3=1$ ", they think that they add 3 to both left hand side and right hand side.

ii) 授業の検証

外国語「を」学ぶことは重要であるが、その外国語「で」学術的分野に挑戦する機会というはまだまだ少ない。そこで、「国際的な言語」を駆使しながら「世界の数学者と共に学ぶ」ことのできる場を調べた。生徒にとっては、外国語で数学的概念を把握する必要があるため、普段の授業を超えた、二重の難解さがあったようだ。しかし、実は、日本語の数学概念は翻訳言語の曖昧さによって理解を妨げてしまう場合もある。よって、外国語というハードルさえ乗り越えてしまえば、定義をきちんと踏まえた問題の把握が可能になることもある。この点に気づくと、むしろ理解は容易になると感じる生徒も少なくない。

本校における生徒の学習観は、内部試験で良い成績を修めることに正対しすぎているのではないかと感じられる。それは親大学への内部推薦制度が原因であり、その制度の見直しが緊急に望まれる。校内だけの内向きな成績基準のみで将来の飯の種を決めてしまう愚直な方法はいかにもコンビニでランチをどれにするか選ぶのと大差はないのでは。世界は広く、優秀な人もたくさんいるということ、いろいろなタイプの人間がいるということなどを知るためにも、視野を広く持つことや、学習観を転換することが必要なのではないかと思う場面もある。そのための一つとして現在少しずつではあるが実施されている CLIL(Content and Language Integrated Learning)という学習法である。本講座は 100%CLIL 講座ではないが、「英語」で「数学」そのものを考えることについては CLIL の精神に近く、本講座が早く 100%の内容を英語で実施出来、さらにはすべての教科が英語で行われ、「英語」そのものの授業が無くなる日が来ることを予想します。

<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 2nd 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. Kunihiko Kodaira, *Mathematics 1*, 1996, American Mathematical Society
6. David Nelson, *Penguin Dictionary of MATHEMATICS*, 2008, Penguin Books

5) トレーニング科学 (「Project in Science I」)

保健体育科 朽木康介

i) 授業のねらい

健康づくりの一環として大きな役割を担う「生涯スポーツ」。記録向上や勝利を目指して身体能力を高め競い合う「競技スポーツ」。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、様々な学術分野の視点から身体の構造・機能やスポーツについて横断的に学習し、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PDCA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)

5月	骨の分類・名称・構造、骨形成、関節の分類・名称・構造、結合組織の構造
6月	骨格筋の構造、筋線維組成、神経系と興奮の伝導、筋の神経支配と興奮-収縮連関

< 2 学期 > (表 2)

9月	エネルギー供給機構と栄養素、筋の収縮様式
10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
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

< 3 学期 > (表 3)

1月	メンタルトレーニング、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ことから、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。そのため、本講座においては事象の背後にある仕組みとその連携の理解、さらにはトレーニングとの結びつきを重要視して授業を展開している。しかしながら、今年度は新型コロナウイルスの感染拡大による授業回数削減や授業時間短縮により、例年と比較し学習内容や体験・実践機会の縮小を余儀なくされた。

1 学期は、5月中旬から6月中旬まで動画配信形式のオンライン授業がおこなわれたが、従来筆者は生徒への問いかけとそれについての回答・反応をもとに説明を膨らませていくような授業を展開しているため、この「一方向型」の授業に大いに困惑した。第一志望の講座選択ではない生徒が多数含まれる本講座においては、いかに生徒の実体験や興味関心と学習内容を関連づけて引き込んでゆかがポイントであり、1校時分の要点だけを15分程度に収めた配信動画の視聴は生徒にとっては面白みに欠けたことが容易に想像される。生徒が楽しみながら知識を獲得できるような動画を作成できなかったことは、今年度の大きな反省点である。対面形式の授業となつてからは、例年より限られた時間内ではあったが、「脳の指令発信から動作発現まで」の一連の流れや、その際の骨格筋内における構造変化と筋力発揮調節等、目視することのできないメカニズムが生徒の頭の中でイメージされるよう心掛けた（表1）。

2 学期は、1 学期に未習であった「エネルギー供給機構と栄養素」の内容から開始し、例年同様、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て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）。先述の通り授業時間短縮の影響から、実践を通じた体験的な学びの機会は縮小せざるを得なかったが、各生徒による部位別骨格筋についての調査・レジュメ作成および口頭発表は、本講座で育成すべきコンピテンシーのひとつとしている「説明力」や「探求する意欲」の向上に欠かせない学習であり、そのための時間を捻出した（写真①）。しかしながら、例年実施している国立スポーツ科学センター（JISS）見学や帝京平成大学におけるスポーツ心理学についての聴講、そして体験学習中心の校内特別授業は、研究旅行期間の中止によりかなわなかった。



<写真①>

3 学期は、これまで修得した知識・スキルをふまえ、各生徒が自身の課題改善を企図した、あるいは興味を抱いた事柄に関するトレー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る。

iii) 評価と課題

今年度は例年と比較して運動部所属ではない生徒が多く、様々な制約下での授業において「いかに人体やスポーツについて関心をもたせるか」ということに注力してきた。その甲斐もあり、自身で動くことは好まないものの、「体の仕組みを知ること」や「動きを観ること」を通じて、スポーツや健康を『支える』ということに関心を高めた生徒がみられた。今後も本講座を通じて、育成目標とするコンピテンシー、ならびに自分自身と向き合う姿勢を涵養してゆきたい。

6) 高校生によるSDGsプロジェクト(「トランスサイエンス」)

国語科 北島咲江 理科 元山敬太

i) 授業のねらい

今年度よりスタートした本コースは、SDGsを授業の柱に据えることで、学校の〈中〉で学ぶ生徒を〈外〉につなげ、文系と理系の教員が担当することで、生徒の学びの内容および方法の多様化を図り、さらに、社会課題の発見と探究の実践を通じて、各自の生涯学習につながる学びの契機を探る取り組みとなることを目指した。学際的な課題発見・探究が授業で求められる昨今だが、学校の〈外〉の社会に触れる機会の少ない高校生にとって、教科や学校という枠を超え出た課題発見・探究に取り組むことは、案外難しい。一方で、高校生が社会課題に取り組みたいと思う時、手を差し伸べてくれる企業や専門家は想像以上にいる。そこで、本コースは、上述の目標を実現するために、高校生が学校の〈外〉にいる企業人や専門家と出会う場を作り、生徒はそれを「足場」にして、大人たちと共に課題解決に取り組む経験を培うこと、さらにはこの経験を通じて、彼らが自主的に仲間と協働して社会課題を解決するスキルを身につけることを目指した。学校の〈外〉の協力者として、ネスレ日本株式会社、パソナフォスター株式会社、東罐興業株式会社、NPO法人しんせい、日本獣医生命科学大学等から多大なご協力を頂いた。以下、本コースの活動を通して見えた生徒の変容と取り組みの意義を報告する。

ii) 授業内容

1. コロナ禍での「足場」づくり

社会課題の解決に興味を持つ生徒が集まっているとはいえ、最初から自らの力で課題を発見し、協力企業をスカウトし、解決に踏み出せるわけではない。1学期は、教員が予め協力を取り付けていた企業やNPOの抱える6つの課題を生徒に示し、生徒の興味に沿ってチームを編成した。6つの課題は以下である。①残渣人参の有効利用方法、②企業のSDGs的取り組みに対する消費者マインド向上につながる仕掛け作り、③文化祭ゴミの50%削減、④学童保育におけるPBL教育提案、⑤廃棄食料削減に取り組む各層(生産者・卸売・小売・消費者)の実態調査、⑥持続可能な動物園の展示スペース提案。

初めから企業と協働して課題に取り組んだ①②④のチームは、最初に、企業へ送るメール文面の作成でつまづいた。生徒には改まったメールを書くという経験があまりないために、初めのうちは、企業へ送信する前に教員が文面をチェックした。生徒はメールの送信先である企業人の置かれている状況を想像しながら、自分が社会とつながっていることを感じたようである。2学期が始まる頃には、生徒は自らの判断で企業とメールをやりとりできるようになった。また、コロナ禍でもGoogle Meetを使って企業人と打ち合わせ〔資料1〕を行い、実験等は家で行った。

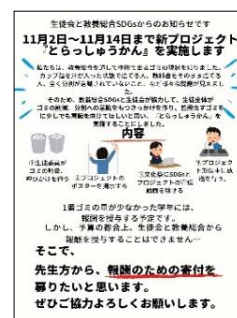


〔資料1〕

2. 校内・校外での活動

以下、2つのチームの活動から、生徒の変容と取り組みの意義を報告したい。

チーム③は、文化祭で例年大量に出るゴミの削減を目指し活動する予定だったが、コロナ禍で文化祭がオンライン中心の実施となったため、課題を「校内のゴミ削減」に変更した。しかし、コロナ禍で生協による食事販売が減り、課題対象である校内のゴミが激減した。こうした状況の中で、9月初めにチーム③は、本校の清掃を担当する野村パートナーズ株式会社の教室清掃担当者にインタビューを実施し、普段の教室のゴミ分別状況を把握した。この時、残り汁が入ったカップ麺容器や中身の入ったペットボトルが可燃ゴミに捨てられていたことを知ると同時に、ゴミの未分別の向こう側で仕事をする人を個人的に知ったことで、生徒の意識と態度は大きく変わったようだった。生徒は、生徒会に協力を仰ぎ、各クラスの生徒委員とともにゴミ分別意識向上を目標にしたキャンペーン「とらっしゅうかん」〔資料2〕を2週間実施するとともに、これに関するCMを文化祭のオンラインページに載せた。キャンペーンでは、各生徒委員を巻き込んで、各クラスのゴミの量を毎日撮影してもらい、その量でゴミ分別優秀クラスを表彰した。さらに、生徒自ら教員室でカンパを募り、集めたお金を賞品に充てる等、教員をも巻き込んで活動した。彼らの取り組みは、まさに生徒による自主的な活動となった。



〔資料2〕

チーム④は、本校の最寄り駅にできた学童保育 Miracle Labo と共に、小学生のためのPBL授業を考案・実践した。当初は、授業作成側に回るといって課題に躊躇した生徒だったが、地域活性を考える人材を育てるとい

うコンセプトを立て、2回のイベントを通じて小金井市特産のルバーブを使った商品開発を小学生と共に行った。第1回目のイベントは、「ルバーブってなに？—高校生と一緒に野菜博士になろう！—」と名付けて、9月27日に実施した〔資料3〕。参加者は小学生5名で、クイズ形式で地元野菜の紹介をした後に、生徒作の野菜カルタで盛り上げた。お手付きをする子、カルタの勝敗で泣き出す子等、次々に起こる想定外のできごとに4人の高校生は八面六臂の活躍を見せた。第2回目のイベントは、コロナ禍でも小学生とルバーブ商品を作りたいという生徒の熱い思いを企業の方が受け止めてくださった結果、11月23日に開催できた。予め企業側の管理栄養士の指導の下でルバーブジャムを制作し、当日ルバーブスコーンやジャムを小学生と試食した。このイベント前に、生徒はルバーブジャムを小金井市のパン屋に売り込み、ルバーブパンを商品化する可能性を見出していた。チーム④の取り組みも、まさに自主的な活動として実を結んだ。



〔資料3〕

パンデミックが落ち着いた2学期は、「〈ほんもの〉」の方に触れる授業」と銘打ち、4名のゲストを招聘した。①9月18日（金）は「SDG s 総合編」として、現在関西学院大学教授とJapan Platform 顧問を務める村尾信尚さんと本校で座談会を行った〔資料4〕。②10月2日（金）は「SDG s 経済編」として、ネスレ日本株式会社から2人のゲストを招聘し、「グローバル企業におけるSDG s」についてご講義頂いた。③10月23日（金）は「SDG s 環境編」として、日本獣医生命科学大学の柿沼美紀教授にお越し頂き「動物園における大型類人猿の飼育」について持続可能性という視点からご講義頂いた。④11月6日（金）には「SDG s 社会編」として、盲目のドラマラーとして名高い佐藤尋宣さんをお招きし「障害の二側面—社会的コンフリクトと医学的コンフリクト—」についてご講義頂くとともに、生徒との演奏も実現させた。



〔資料4〕

講演や講義後の生徒のレポートからは、社会課題に取り組むことが〈優等生的〉だとカテゴライズされる学校を一步外に出れば、多くの課題が山積する社会があり、そこで課題を解決するべく本気で行動する大人たちがいることを、生徒が実感したことがわかった。学校の〈中〉に焦点を合わせがちな生徒の視点を〈外〉に広げて、今の彼ら自身を相対化する契機をも作ることができたようである。

夏には2名の生徒が、東京大学大気海洋研究所と読売新聞社が特別協力した、高校生と大学生による「海洋プラ問題を解決するのは君だ」プロジェクトに自ら参加して、翌年2月までの半年間を他校の生徒との探究活動に費やした。さらに、11月28日（土）には都立科学技術高等学校が主催した「女子生徒による理系女子のための研究発表交流会」に本コースから3チームが出場した〔資料5〕。コロナ禍での貴重な対面発表交流会を経て、生徒は多くの刺激を受けるとともに、自らの研究を振り返る機会を得た。加えて、今年度最後の授業日となる2021年2月26日には、オーストラリア Monash 大学の教授と学生を招いたオンライン発表会を開催することとなった。これは、昨年8月に現地で実施予定だったプレゼンテーションをオンラインで実施するものである。本取り組みについては、英語ネイティブ教諭に授業に参画してもらい、英語で研究を伝える方法について助言を仰いだ。一年を通して、本コースの〈探究〉は、知識・情報のインプットから自らの研究の形成を経て、他者と社会との関わりから研究を深め、世界へのアウトプットにつながるという流れを作ったと言える。



〔資料5〕

iii) 評価と課題

本コースの活動は、9月2日の読売新聞朝刊全国版で紹介された。4月に教員が用意した「足場」を使って、生徒は自ら活動を広げ、ステークホルダーを巻き込み、自らの課題解決に向けた糸口を探った一年となった。生徒たちの活動量が増す様子からは、生徒が他者と共に課題解決に尽力することを楽しんでいることがわかった。SDG s という概念の根底には「すべてはつながっている」という発想がある。世界のあらゆる課題は繋がっているからこそ解決しにくい一方で、繋がっているからこそ、多くの人と一緒に解決を目指せる課題となる。高校生に課題発見・探究の道を歩ませるには、まず高校生が社会と繋がるための「足場」を作ること、そして、彼らが社会を信用するに足るものであることを実感する機会を確保すること、さらに、失敗にこそ価値があることを彼らが発感することで、生徒は自らの力で社会に手を伸ばし、多少の失敗になどめげずに力強く前に進んでいくことがわかった取り組みとなった。

7)クメール遺跡群と東南アジア（「トランスサイエンス」）

数学科 牧野良介

i) 授業のねらい

アンコール遺跡群を中心に、その遺跡の構造や建築様式・美術様式を学ぶとともに、カンボジアの自然環境と経済開発の関係性について考える。今年度は、アンコール遺跡群の保存状況と建立の歴史的背景についてについて学ぶとともに、アンコール時代の繁栄が水利と関係が深かったことから、経済開発については特に、ダム開発に焦点を当てて考えることとした。一般に現代における大規模ダム開発は、その下流域一帯に与える環境破壊・経済損失が想定されるため、各国政府は反対運動に直面し、他のエネルギー源に目を向けることを余儀なくされ、その開発計画の多くは中止または停止されている。このことは東南アジアのダム開発にも当てはまり、近年はその計画の見直し、延期が行われている。しかしながら、2000年代初期までに東南アジア諸国で計画されたダムについては、地域住民や下流域住民の反対にもかかわらず、あるいは住民は何も知らされないまま建設に至ったものが複数存在する。そこで、本年度の当講座においては、国際河川であるメコン川に注目し、その上流域でのダム開発が下流域に存在するカンボジアのトンレサップ湖の水質・生態系に与える影響に焦点を当て、その問題点を理解し解決する方法を研究するグループを立ち上げることにした。

ii) 授業内容

1 学期前半の動画配信期間から、対面式授業開始後 2 学期前半までは、カンボジアの歴史とアンコール遺跡群について学ぶと同時に、ダム開発とトンレサップ湖の状況について教員から基本的な資料を提示し、課題を与え、知識の習得と現状理解に勤めさせた。ダムとトンレサップ湖について示した課題は以下のとおりである。

- *メコン川における稼働中・建設中・計画中のダムの位置確認
- *ダムが実際に稼働したことで起きた具体的事例の収集
- *2019年に稼働したラオス・サイヤブリダムの建築構造の理解
- *サイヤブリダムがもたらした環境・経済損失問題の理解
- *トンレサップ湖の地理的構造・生態系の理解
- *カンボジア人のタンパク質取得源としてのトンレサップ湖の存在意義

基本的に日本国内にこれらに関する文献は限られるため、その情報収集の中心はインターネットにならざるを得ない。しかしネット上に於いても、これらに関し日本語で得られる情報は数少ない。そのため、調べるときには英語のサイトを中心に情報を集めることを指導し、同時に客観的事実に基づく信頼できるサイトの見分け方についても指導した。

2 学期後半からは、これまでに習得した知識をもとに、それぞれの課題を設定し、具体的解決方法の検討に重点をおいた。コロナ禍にあって当初予定していた現地での調査が不可能となり、データを集めることも、インタビュー調査をすることもできなかったが、ただの調べ学習にならないよう十分に留意し、生徒の側もそのことを理解した上で研究に取り組んだ。しかしながら、リアリティの無い中での課題解決は、結果として一般論の域を抜け出すことが難しそうであることが見受けられたため、他の大陸における同様な河川との比較検討をさせたところ、先行事例との対比の中で、今後のカンボジアでの問題点を浮かび上がらすことができた。

iii) 今回明らかとなった課題

今後の課題としては、本年度のように現地での調査ができなかったとしても、そのことを前提に速やかに課題を発見し、解決策を見出すことができるような探究行動が起こせる授業システムの開発であると考えている。今回、考古学分野でのアプローチであったが、10月23日に本講座で、カンボジアのシェムリアップで在外研究中の早稲田大学文学学術院田畑幸嗣教授と本校とをONLINEで結び、特別講座「カンボジア考古学概説」を開催した。カンボジアの歴史から始まり、アンコール遺跡や遺跡からの出土品が伝えるものなど、多くの写真や図表を用いてわかりやすく教えていただき、また質疑応答ではクメール遺跡群の話のみならず、メコン川の話や現在のカンボジアの様子などにも及び有意義な時間となった。これは、現地を訪問しなくてもリアルタイムで現地情報を得る手段があることを示したものであり、現地訪問が不可能な現状下はもとより、訪問が可能になった後も訪問前後の事前学習、事後学習に利用し、研究の深化を図る手段になりうると考えている。

④教養総合Ⅲ（「Project in scienceⅡ」 3年理系コース 選択必修3単位）

3年理系コースの卒業研究と高大連携の取り組み

理科 岡崎弘幸・数学科 長谷川崇

本校はSSH指定校となり、本校の理数系教育と中央大学理工学部との接続をより一層接続させようと努め、「次代のイノベーションを担う科学技術人材の育成」を目指している。高3の理系コースは高2の秋に進路を決定するため、高2の1月から高大連携のプログラムを始めている。高3の教養総合Ⅲ「Project in scienceⅡ」は卒業研究として課題研究を行っている。今年度はコロナの影響を受けたので、昨年度とは実施時期にズレが出たが、基本的な路線は変更なく進めることができた。

1) これまでの高大連携プログラムと今年度(コロナ禍)のプログラム

これまでは高3理系の課題研究のテーマ設定は4月から始まり、6月頃には多くの生徒が決まっていた。ちょうど6月は理工学部に行き、大学の講義を聴講する時期である。また夏休みに実験や観察を行い、後半には理工学部の先生方による卒業研究のアドバイスもいただきながら研究を深め、9月に中間発表を行ってきた。そして11月末に卒業論文として提出し、研究発表を行ってきた。さらに1月中旬には中央大学理工学部で研究発表を行い、大学の先生方によるコメントをいただいた。この中で6月の講義聴講と卒業研究アドバイス、1月の卒業論文発表会が高大連携プログラムである。これまで多くの生徒は課題設定のところで時間がかかり、予備実験を経て研究の方法が確立するのが夏休みになるという問題があった。なぜ課題設定に時間がかかるのだろうか。これは研究における「問い」や研究とはどういうものかについての曖昧な理解が原因である。そのため現高3理系生徒は、新しい試みとして高2の1月に「研究とはどのようなものであるか?」の講演会を取り入れた。これについては後述する。

今年度はコロナの影響で、大学も高校も休校を余儀なくされた。1学期はオンライン授業となり、卒業研究も直接の指導ができなくなった。そこで研究テーマを身近なものから探すように連絡し、家庭でできる実験や観察を考えてもらった。理工学部での授業聴講もできなくなり秋に延期となった。オンラインによる指導はかなり大変であったが、6月には概ね研究テーマが決まり、6月後半から短縮ではあるが対面授業が再開した。7月に本校の卒業生を中心に「卒研アドバイス」を取り入れた。ここで仮説の立て方や研究方法等について先輩たちの意見を聞くことで、夏休みから本格的に研究が始まった。その後は9月の中間発表を経て、延期していた理工学での授業聴講をオンラインで実施した。(授業聴講の生徒の反応については58頁～59頁 資料3を参照)。卒業論文提出と研究発表は例年通り11月下旬に各科ごとに行い、3学期1月20日に理工学部とオンラインで結び研究発表を行った。

コロナ禍で研究テーマの設定にはじまり、研究が思うように進まず、多くの生徒が焦りと不安を抱えながら研究したが、2学期になって追い込みながらも結果を出せた生徒が多かったのは幸いなことである。むしろ探究心や臨機応変に対処する力、計画・実行力などは上がったのではないと思われる。コロナ禍でもできることを探し続け、少しずつ積み重ねることでやり遂げた成成感は、例年よりも大きかったのではないかと感じる。

2) 実践と評価

i) 高2理系選択者への講演会「研究とはどのようなものであるか?」

昨年度から1月初旬に、高2理系進学者を対象に中央大学理工学部牧野教授による講演会「研究とはどのようなものか～問いの立て方～」を実施している。研究課題のテーマを見つけるために必要な視点を学び、早期にテーマを設定して実験や観察に取りかかれるようになること、また大学での学び

を見据え興味ある分野の本格的な実験に取り組めるようになることが目的である。生徒はこの講座を受けることで、研究とは何かということを具体的に考えるようになり、卒業研究に取り組む意識と行動が大きく変わってきた。今後もこのプログラムは継続していく予定である。

ii) 卒業生を中心とした卒業研究アドバイス

卒業研究は、先述したように本校担当教員の指導を受けつつ、9月中間報告、10～11月論文執筆、11月論文提出、1月卒業研究発表会という流れとなっている。今年度は新たな試みとして、授業再開後の7月に本校の卒業生を中心とした理系大学院生や大学生からアドバイスを受けられる環境を整えた。その結果、16名の方が卒業研究のアドバイザーとして来てくれた。一人ずつ各自の研究の紹介をしていただき、生徒からの質問や研究テーマ、研究方法、研究の進め方などのアドバイスを受けてもらった。生徒は研究課題の設定から進路選択の悩みまで幅広く相談し、自ら研究を進めようとする姿勢が見られた。年齢が近いアドバイザーとは話しやすく、気軽に研究方法の相談をしていた。一部のアドバイザーの方とはオンラインで繋ぎ、質問のある生徒とのやり取りがスムーズにいくようにした。何人かのアドバイザーの方は夏休みも研究のアドバイスに来てくれたので、コロナで遅れの出た生徒も安心して相談することができた。理数系の教員の指導だけでなく、自分の経験から研究へのアドバイスをしてもらえる効果は大きい。またアドバイスに来てくれた大学生や大学院生たちも、自分たちの勉強になるという感想が多かった。

iii) 卒業論文アドバイス

夏休みから2学期にかけては、大学教員から実験方法、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受け、卒業研究を深めた。しかし今年度はコロナの影響が大きく、夏休みまでに研究がある程度進んでいる生徒は非常に少なく、3名が指導を受けた。指導を受けた生徒たちは研究方法や考察等でアドバイスをもらい、2学期から再実験をし、考察の切り口を変えるなどさまざまなアプローチを試していた。研究がある程度進んでいる生徒は、大学の専門家のアドバイスにより、さらに研究が深まるだけでなく、さらに大学進学後も研究したいという意欲も湧いてくるという。卒業研究のアドバイスは高大連携プログラムの中で、より効果的により多くの生徒が受けられるようなシステムづくりを考える必要がある。一方で「生徒のテーマにあう専門の先生を見つけるのが難しい」「生徒の進展状況や研究の質によっては、アドバイスの時期設定が難しい」などの課題があり、より効果的な進め方を模索中である。

1月には中央大学理工学部と本校をオンラインで結び、「教養総合Ⅲ」卒業研究発表会を行い、大学教員から質問や講評を受けている。適度な緊張感もあり、理工学部との研究発表の機会は今後も継続したい。



講演会「研究とは何か」（高2対象、1月）



大学生・大学院生による卒研アドバイス(7月)

⑤科学技術系部活動の取り組みと成果

1) 物理部の取り組み

物理部顧問 森脇啓介・三輪貴信

i) はじめに

物理部では、活動方針に「物理学をベースとして動くものを作る」を掲げ、ロボットやモデルロケット、電気自動車の研究に取り組んでいる。教育的な位置づけとしては、機械や電気回路の設計・製作、製作物の評価実験などを通して、生徒にもものづくりの面白さを体験させるとともに、日々の授業で学んだことを実践的な知識・技能に昇華させることを目標としている。

ii) 2020年度の活動内容

上述の活動・教育方針の下で、これまでLEGO Mindstorms NXTを用いたロボットプログラミングやモデルロケットの制作に取り組み、各種大会に出場してきた。これらに加えて2020年度は、新たに長期プロジェクト「一人乗り電気自動車の設計・製作」を始動した。近年急速に進化の進む電気自動車の技術を学ぶことが目的で、2021年のEne-1 GP MOTEGIへの参戦を目指して車体の設計と製作を進めている。コロナ禍で活動日数が大幅に制限されたが、以下の活動を行った。

① 模型自動車を使ったものづくり実習

タミヤ社のミニ四駆を教材に、自動車のシャーシ、モーター、伝達装置、軸受などの構造について学んだ。走行会では一人一台のマシンを作成したが、テスト走行を繰り返す中で部員たちはマシンの改良点を探し出し、決められた予算内でいかに創意工夫するか探求する姿が見られた。

② 専門書・文献の輪読ゼミ

「エコ電気自動車のしくみと製作(編:日本太陽エネルギー学会)」を教科書に輪読ゼミを実施した。また、Ene-1 GPやワールドエコムーブに参戦するチームの製作記やレポートを調査した。これらの活動を通じて、自作電気自動車の設計に必要な知識の習得を目指した。物理部において、輪読ゼミは初めての取り組みであったが、資料の見やすさを工夫するなど部員達には各自の担当範囲をわかりやすく説明しようと努力する姿が見られた。

③ 設計会議

実際に制作する車体の仕様を決定し、フレームの設計を開始した。フレームには強度と加工技術の容易さを考慮し、木製モノコック構造を採用することとした。レゴや縮小模型で構造を確認しながら、2020年3月の製作開始を目標に設計を進めている。

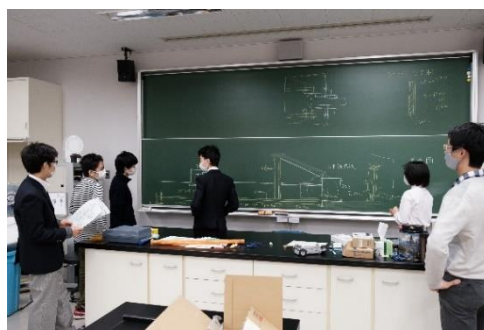
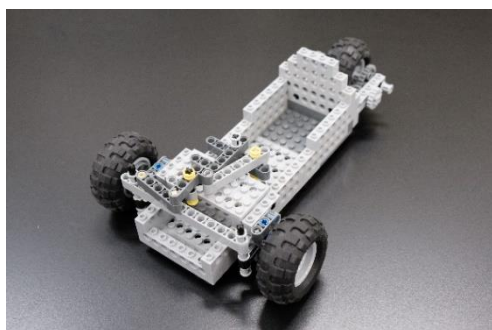


図1 物理部の活動の様子。(左:レゴブロックによる試作, 右:設計会議)

1) 地学研究部の取り組み

地学研究部顧問 平野誠

<組織> 中学生 11 名、高校生 22 名、顧問 2 名、委嘱指導者 2 名

* 日本地球惑星科学連合 2020 大会「高校生によるポスター発表」(JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual)

* 「流星群の自動観測・通知システムの開発～Arduino を用いた流星シグナルの検出とデータ出力～」

* Development of an automatic observation and notification system for the meteor shower
～A signal detection and data output using Arduino～ について研究発表を行い、「優秀研究賞」と「優秀ポスター賞」を受賞した。

* 第 18 回日本地質学会ジュニアセッション～小・中・高校生徒地学研究発表会～

「巨大球形スクリーンによる「ダジック・アース」の有効性」について、ポスター発表を行った。

* 第 9 回気象文化大賞「高校・高専 気象観測機器コンテスト」

「流星出現通知システム ver. 2.0 の開発～流星群の自動観測・通知システムの開発を目指して～」並びに「ひゃっこぬシートの開発～外部環境と身体環境の温度通知システムの開発～」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、最終審査（全国大会）まで進んだ。最終審査では「流星出現通知システム ver. 2.0 の開発～流星群の自動観測・通知システムの開発を目指して～」が選考委員特別賞として「衛星賞」を受賞した。

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

現在の研究や活動について、動画による発表を行った。

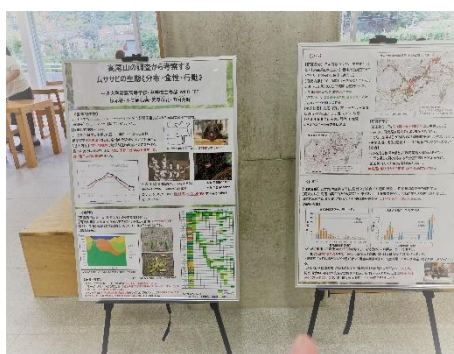
2) 生物部の取り組み

生物部顧問 岡崎弘幸

2020 年 10 月 4 日高尾 599 ミュージアム（八王子市）にて、「ムササビの活動と食性」の研究発表を行った。一般向けのシンポジウムとはいえ、研究者も多く参加し、活発な議論が行われた。今年度は、コロナの影響で調査研究が思うように進まなかったが、これまでに蓄積したデータを基に、今年度調査のデータを加えて発表した。生徒たちはコロナ禍で調査研究時間の制約を受けながらも、わずかな時間に集中して調査やまとめを行った。そこで 1 年前と比べると、課題発見力や探究力、説明力（プレゼンテーション）、行動力などが相当伸びたと思われる。調査回数が減った分、一度に調査する人数を増やし、いくつかのコースに分けて一度に多くのデータを取れるようにしたこと、附属中学の部員もいるため、高校生がリーダーシップを取って中高生混ぜた調査班を作り、読図技術を活かして、決められた時間に正確にチェックポイントで報告することができたこと、また短時間に正確に調査するためには、オリエンテーリングの読図技術が必要なことから、オリエンテーリングの練習や大会への参加者が増えたことなどが、調査の精度を上げ、時間も短縮できるようになったことに繋がっている。オリエンテーリング大会では、2020 年度中学生高校生選手権大会(11 月、渋川市、インターハイ)で、高校女子、中学女子は優勝、また全日本選手権大会(11 月、富士見町)においても、高校女子、中学女子は優勝、中学男子も 1 位～3 位を取ることができた。

昨年度から続けている、ムササビのストレスホルモンの研究は、日本獣医生命科学大学の先生のご指導を受けながら、継続している。これもコロナの影響で大学には入れる時間や日数の制約があり、なかなか思うように研究が進まなかったが、短期集中で実験させていただいている。次年度も継続して研究をさせていただく予定である。

次年度への課題は、コロナが落ち着くまでは調査研究の時間があまり取れないことから、短期集中型で精度を上げた研究体制、方法をさらに改善していきたいと考えている。



◀ムササビサミットでの発表の様子(左). 作成したポスターは599 ミュージアムのフロアに展示してもらった(右)

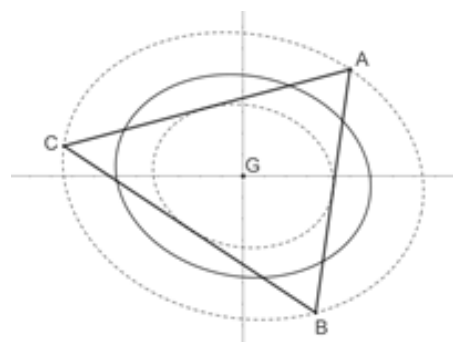
4) SSH 部の取り組み

数学科 牧野良介

数学部門

毎年神戸で行われている SSH 生徒研究発表会にむけ、SSH 部では今年度、本校の代表として数学の発表者を予定していた。今年は ONLINE での開催に変更となり、ポスターと動画による発表を行った。発表内容は以下のとおりである。

三角形において、3つの包絡線としての放物線が存在することが知られているが、曲線族 $f(x, y, \alpha) = 0$ の包絡線の方程式が $f(x, y, \alpha) = 0$ とその偏微分との連立方程式の解で求められることを、まず理解した。次にその解として求めた3つ放物線の方程式 $f(x, y) = 0$, $g(x, y) = 0$, $h(x, y) = 0$ に対し、方程式 $f(x, y) + g(x, y) + h(x, y) = 0$ を導いたところ、この方程式がどのような性質をもつ図形であるかについて興味・関心を持ったので、この方程式が表す図形について研究を進めることにした。結果として、この図形が楕円であることを発見した。この楕円を包絡線楕円と呼ぶこととし、その幾何学的性質を調べたところ、シュタイナーの内接楕円、包絡線楕円、およびシュタイナーの外接楕円(右図)が、三角形の重心 G を中心として相似であり、その相似比が $1 : \sqrt{2} : 2$ であることを発見し、証明をすることができた。さらに、この包絡線楕円に関する性質を次々と発見し、4つの定理を得ることができた。



SSH 生徒研究発表会では、残念ながらあまり高い評価を得ることはできなかったが、同内容の結果を一般財団法人・理数教育研究所が主催する Math コンにも応募したところ、複数の数学者の先生方による審査の結果、11,397 件にもものぼる応募作品の中から最優秀賞である Rimse 理事長賞を受賞することができた。

地学部門

地学部門では、令和2年度東京都内 SSH 指定校合同発表会で「てんびん座 β 星の減光の解明」を発表した。その後、その内容を卒業研究でさらに発展させ、てんびん座 β 星 (β Lib) が過去に特殊な減光をした可能性を指摘したうえで、「恒星風の質量放出による変光」など4つの仮説に基づいてそのメカニズムを説明することに挑んだ。この研究は今年度、日本学生科学賞東京都大会の奨励賞を受賞した。

2. 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。」

「Project in EnglishⅢ」（以下PIEⅢSci）の開発と課題（3年理系コース 選択必修2単位）

英語科 本多洋平

①研究内容・方法・検証

1) 教育課程編成上の位置付け

今年度は、高校3年生理系選択者54名を対象とし、1学期および2学期において週2時間（連続授業）を行った。英語科教員と理科教員による Team Teaching であり、主に英語で授業を実施した。

2) 研究内容

高校3年生理系では、学校設定科目である教養総合Ⅲにおいて、卒業研究を実施することとなっている。PIEⅢSciにおいて、その内容を英語で発表することにより、以下の目標に掲げる力が育成されるのかを研究する。

i) 目標

2019年度に設定した【探究する意欲】【傾聴力】【説明力】【協創力】に加え、「短期的・中期的なプロジェクトに取り組む上で、計画に基づいたスケジュール管理を行う力」【計画管理】を養うことを目標とした。

ii) 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。

iii) 年間指導計画

1 学期

Lesson	Contents	Notes
Online	4/22 1. COVID-19: Introduction	休校期間中に、オンライン授業（全6回、動画配信型）を実施。生徒は10-15分程度の英語での動画を視聴し、単語・リスニング問題・英作文に取り組んできた。
	5/15 2. COVID-19 & Online Gaming	
	5/22 3. COVID-19 & Shopping	
	5/29 4. COVID-19 & Mental Health	
	6/5 5. COVID-19 & Music	
	6/12 6. COVID-19 & Sport	
1	1 Guidance	Physics Land yachtをテーマとした実験・発表
6/30	2 Input 1	
2	1 実験 1	
	7/7	
3	1 発表 1	
7/14	2 振り返り・まとめ	
4	1 Test: Science Vocabulary	
	7/21	

2 学期

Lesson	Contents	Comments	
1	1 Guidance, English focus	Biology The Human Bodyをテーマとした実験・発表	
	9/8		2 Input 2
2	1 実験 2		
	9/15		2
3	1 発表 2		
	9/29		2 振り返り・まとめ
4	1 English focus		Chemistry Batteryをテーマとした実験・発表
	10/6		
5	1 実験 3		
	10/13		
6	1 発表 3		
	10/27	2 振り返り・まとめ	
7	1 発表準備、ポスター作成・練習	準備の時間と並行して、発表の流れ・英語タイトルの付け方・ポスター構成・ポスター上の表現（Written English）と口頭発表での表現（Spoken English）の違い・発表時に役立つ表現・聴衆として質問する際の表現を学んだ。	
	11/10		
8	1 発表準備、ポスター作成・練習		
	11/17		
9	1 卒業研究個人ポスター発表		
	11/24		2 自身の卒業研究に関するポスター発表（英語）
10	1 Wrap-up activities		
	12/1		2 Test: Science Vocabulary

3) 手段、方法

本授業の最終目的であるポスター発表に向けて、その形態や方法の改善及び質の向上を目指した。

4) 成果検証方法

生徒によるコンピテンシーおよび授業アンケートから授業の成果を検証した。英語資格試験の取得状況を交えその分析をし、次年度の授業を改善するための示唆を模索した。

5) 成果

2019年度同様、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。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・発言は理解ができないので、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。	4. 準備する時間がない応答でも、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、当事者意識を持つようとしている。	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。
【計画管理】	1. 計画を立てる必要はないと考えており、英語の発表準備などは当日または直前に行っている。	2. 計画を立てる必要性は感じているが、英語の発表準備などが一夜漬けになってしまうことが多い。	3. 期日は正しく把握しており、間に合うよう、ある程度練習をして英語の発表に臨んでいる。	4. 期日までにどのように準備を進めるのか、数段階に分けて入念に計画し、念入りに練習した上で英語の発表に臨むことができている。

PIEⅢSci コンピテンシーアンケート結果

【探究する意欲】		実施前	実施後
2019	Mean	1.95	2.55
(N=38)	SD	0.73	0.69
2020	Mean	2.37	2.54
(N=50)	SD	0.57	0.68

【傾聴力】		実施前	実施後
2019	Mean	2.18	2.55
(N=38)	SD	0.69	0.69
2020	Mean	2.69	2.78
(N=50)	SD	0.47	0.65

【説明力】		実施前	実施後
2019	Mean	2.03	2.58
(N=38)	SD	0.75	0.79
2020	Mean	2.51	2.60
(N=50)	SD	0.58	0.70

【共創力】		実施前	実施後
2019	Mean	2.50	3.05
(N=38)	SD	0.86	0.77
2020	Mean	2.69	2.88
(N=50)	SD	0.71	0.69

【計画管理】		実施前	実施後
2019	Mean	N/A	N/A
(N=38)	SD	N/A	N/A
2020	Mean	2.55	2.66
(N=50)	SD	0.65	0.69

上記データから読み取れる以下の2点に対する分析を述べる：

- 2019年度の学習群よりも、2020年度の学習群の方が、比較しうる4項目全てにおいて、授業実施当初からより高い自信を備えていたようである。

より高い自信度の根拠の一つ目として、英語力の向上が考えられる。英語科では、毎年実用英語技能検定（英検）の受験を奨励して数年が経過し、さらにTOEICやGTECの受験機会を設けてきている。それらの機会を通じ、生徒は英語力の向上とともに自信をつけてきていたのではないだろうか。以下の表は、本科目受講生徒の1学期の授業開始時と2学期最終授業時における実用英語技能検定の取得数を比較したものである：

	実施前	実施後
級なし	7	4
3級	6	3
準2級	6	4
2級	34	42
準1級	1	1
	N= 54	N= 54

今年度においては、授業開始時には既に多くの生徒が英検2級以上を取得しており、その数は昨年度に比して10名多い（2019年度報告書 p. 51 参照）。このように、目に見える英語力向上の成果が、自信度向上に寄与しているのではないだろうか。

さらに、もう一つの根拠として、今年度の本授業において、生徒たちは求められるものを事前に見通すことができている、ということも考えられる。当該学年の高校2年次には、中央大学理工学部教授の牧野光則氏を招き、「研究とはどのようなものか～問いの立て方～」という題目で、研究に対する心構えに関する講演をしていただいた（本報告書 p. 27 参照）。また、PIEⅢSciが設置されて2年目であるため、生徒たちは1学年上の生徒たちが取り組んできたことを見聞きしていた。さらに彼らはSSH研究発表会にも数回参加していた。このような“Mindset / Readiness”が、より高い自信度に関係していると考えられる。

- 2020年度の学習群においては、実施前と実施後の平均値には微増が見られるが、大きく変化したとは言えない。

大きな変化が見られなかった理由は2つ考えられる。一つ目は、授業参加前の高い自信と、参加後の自己評価との乖離があった可能性である。ポスター発表は合計で4回（グループで3回、個人で1回）行ったが、生徒同士のやりとりの際に日本語にシフトしてしまう場面が多く見られた。聴衆が日本人である以上、内容伝達に主眼を置いた場合には、効率的な意思伝達手段に言語を切り替えてしまう気持ちはよくわかる。しかしながら、授業担当者としては、毎回の発表時に英語を使用するよう促してきた。それでも、発表時の日本語使用はなかなか減らすことはできなかった。生徒の振り返り（自由記述）の中でも自らの日本語使用に対する反省は、何度も繰り返されていた。

**英語で話そうと思っても、単語が出てこなかったり、文法が分からないがために、最終的に日本語に頼ってしまった*

**英語を使おうと頑張るのですが、いつも日本語を使ってしまい逃げてしまっていたと思います。*

二つ目は、主にグループ発表において、実験→発表の流れの中で準備できる時間が足りないことから、研究の質的向上が感じられない可能性である。グループにおけるポスター発表は、3週（2時間連続授業×3回）のうちに英語によるインプット、実験、発表そして振り返りが行われる。それぞれに1週分（2時間）しか割り当てられていなかったため、実験手法やデータ分析等、内容的に深められずに終わってしまうものが散見された。生徒の振り返りの中にも以下のような言及があった：

**発表に対しての授業時間が少なすぎるので、1コマくらい、発表の発音をチェックしてもらったり、論理を調整したりする時間をとってもらいたかった*

**時間の短かささえなければ非常に楽しかったです。*

**もう少し深く実験してみたかったです*

今年度1学期の授業実施状況に鑑み、2学期末のみ「授業アンケート」を実施した。2019年度のものと異なり、このアンケートの目的は、本授業が生徒自身にとって有意義なものであったかどうか評価をしてもらうことである。生徒は以下の質問項目に対し、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。さらに、生徒は1年間および6年間における学習内容に関する振り返りを記述した。質問項目とその結果は以下の通りであり、全ての項目において、高い値を示しているため、生徒自身は本授業の各項目を有意義なものだったと捉えていると言える。

質問項目	<ul style="list-style-type: none"> ・ 仮説を自分たちで立てて行う実験は有意義であった【自由実験】 ・ 科学実験結果を英語でまとめ発表することは有意義であった【英語発表】 ・ 科学分野に特化した英単語を学ぶことは有意義であった【科学英単語】 ・ 英語でのインプット時におけるグループ作業は有意義であった【GW】
------	--

2020 PIEIII Sci 授業アンケート結果 (N=48)				
	【自由実験】	【英語発表】	【科学英単語】	【GW】
Mean	3.34	3.29	3.27	3.24
SD	0.55	0.60	0.68	0.64

②次年度授業に向けた検討

1) 前年度からの改善点

グループ発表（3名1グループ）において、実験やポスター作成は分担して行わせたが、発表は個人で行うよう時間を割り当てた。その結果、個人での発話量・やりとりの時間が増えた。また、全ての発表につき、個人発表動画を後日提出することとし、発表当日担当教員は、生徒同士のやりとりに着目できた。

今年度もグループ実験のテーマは、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段階の流れを踏襲した。昨年度うまくいかなかった“Behavior of Ants”から“The Human Body”に、新型コロナウイルス感染対策対応として“Bubbles”を“Battery”にそれぞれ変更した。

個人発表時には、中央大学の英語に堪能な学生5名に聴衆として参加してもらい、英語での質問をもらった。留学生に参加してもらう計画も進めていたが、新型コロナウイルスの影響によりその計画を実行することはできなかった。

個人発表のための準備時間を2週分確保し、タイトルの付け方やポスター構成、英語表現や質疑応答で使用できるフレーズの確認を昨年度よりも丁寧に行った。

2) 今年度授業内での取り組みに見られた課題と次年度への応用

● 最終発表である個人研究のポスター英文と口頭発表の質を上げること

授業では、ポスター上の英文と口頭発表の英文は形式が異なることを説明したが、それを定着させるに至らなかった。具体的には、ポスターにおいて主語“I”の使用を避けることや、受動態を用いること、そして口頭発表においては、逆に一人称視点で語ることなどである。これは、授業内において生徒が英文を考える時間と、教員が生徒の英文を添削する時間を十分に確保できなかったことが原因だと考えられる。また、本番では聴衆に視線を向けず、ポスターの英文を読んでいるだけの発表が散見された。十分な練習時間を確保できなかったことにより、ポスター上の英文を言い換え、「自分ごと」として目の前の聴衆に語るができなかったのであろう。次年度は、グループ実験発表の時からポスター及びスクリプト作成の指導及び練習する時間を確保する。

● グループ実験及びその発表の質を向上させること

上述した通り、生徒からもグループ実験・発表の時間が短いとのコメントが寄せられた。そのため、グループ実験の総数を減らし、確保した時間で実験及び発表練習を行わせることで、その質の向上を目指す。各グループ実験における学びを、個人研究発表に直接的に応用させることを目指す。

● 多様な聴衆を確保すること

全ての発表に日本語を話さない聴衆を確保することは難しいが、最終発表時には今年度のように校内及び校外からの聴衆を招待したい。大学生を招待したり、英語の堪能な日本人または留学生に参加していただき、英語使用の必要性を実感できるような環境整備を目指す。本校国際交流部と連携し、姉妹校や学外に向けたオンライン発表の可能性も模索していきたい。

3. 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」

国語科 齋藤 祐・情報科 禰覇 陽子

① コロナ禍での課題研究

SSH課題研究の一環として開発したコンピテンシー自己評価システム“Chufu-compass”は、アンケートへの回答を通じて、自身のコンピテンシー（資質・能力の顕現としての行動特性）を、生徒がメタ認知として振り返りながら自己評価できる仕組みとして成果を出してきた。このアンケートシステムは、2021年3月現在、全国6校で利用されている¹。

ただ、2019年度末～2020年度の初頭にかけて、コロナ禍の影響でこれまで取り組んできたコンピテンシー自己評価測定は、例年通り実施することができなかった。そこで今年度は、これまでの研究成果から抽出した課題を精査し、全く別の観点から捉え直すこととした。

本稿では、校内の成績データの変遷を調査することを通じて、SSH指定以前と以後のカリキュラムにおける学校の変化を「成績評価傾向」という観点から定量化することを試みる。そのうえで、課題研究で明らかとなった本校生徒のコンピテンシー自己評価傾向低迷の理由を、在籍教職員へのアンケートから浮かび上がらせる。さらに、2019年度の研究で明らかとなった、生徒のコンピテンシー自己評価に向上的な影響を与える理由と背景について、「教養総合Ⅰ」担当者へのヒアリング結果に基づいて考察する。その結果、2018年度から始まった教科横断型授業「教養総合」こそ、本校の教育目標に沿った形で、科学技術人材としての「資質」をも含んだ評価と指導ができるという帰結を導く。この作業を通じて、学校の教育理念と指導実践との整合性を図りながら、本研究の成果を新しいカリキュラムに盛り込んでいく際の指針が見えてくるはずである。

② 今回調査の分析結果

1) 成績データ分析

近年、大学などの高等教育機関では、IR（Institutional Research）と呼ばれる、教育の質的向上のために学内のデータを収集・分析し、改善施策を立案したり、施策の検証を行ったりするといった活動が広がってきている。今回の調査と分析は、高等学校版・IRの試みとして位置づけることもできるだろう。以下、上記課題意識に応じて行った、調査の概要と分析の結果について述べていきたい。

¹ 東京都立科学技術高等学校、同多摩科学技術高等学校、同立川高等学校、同立川国際中等教育学校、山形県立東桜学館中学校・高等学校、大阪市立高等学校

【実施機関】 中央大学附属高等学校SSH運営委員会

【調査名】 「成績データ相関分析」

【目的】 過去の成績データを用いて、高校1年次の学年末と高校3年次の学年末における個人評価点の相関に注目することによって、学校の中長期的変化を定量的に表す

【調査対象】² (ア) 2001年度高校1年生、2003年度高校3年生 (N=504)

(イ) 2008年度高校1年生、2010年度高校3年生 (N=515)

(ウ) 2016年度高校1年生、2018年度高校3年生 (N=349)³

2) 入学年度別比較

本校では、卒業予定者の約90%が中央大学への進学を希望し、その推薦先は高校在籍時の成績を基礎として決定される。この性質上、高校1年次～3年次まで、各科目とも100点法換算で成績評価点を算出している。そこで、調査対象の学年末成績における各科目の評価点を合計し、履修総科目数で割って単純平均を算出した。この平均評価点の値を、全体的な成績評価の指標として用いて、分析を行った。

図1～3は、高校1年次と高校3年次に修めた個別の学年末平均評価点に着目し、高校1年次を横軸、高校3年次を縦軸にプロットしたものである。散布図の右下には、ピアソンの積率相関係数を記載した。また、各科目の評価を揃えるために設けられた基準としての平均点には、緑色の基準線を追加した。この基準は、(ア)は70点、(イ)と(ウ)は65点のように、カリキュラムによって異なる値となっている。さらに、横軸と縦軸で同値である部分に赤色の基準線を引いた。目安として、赤色の基準線より上側のプロットは、高校1年次に比べ高校3年次の方が良好な成績を修めている生徒と考えることができる。

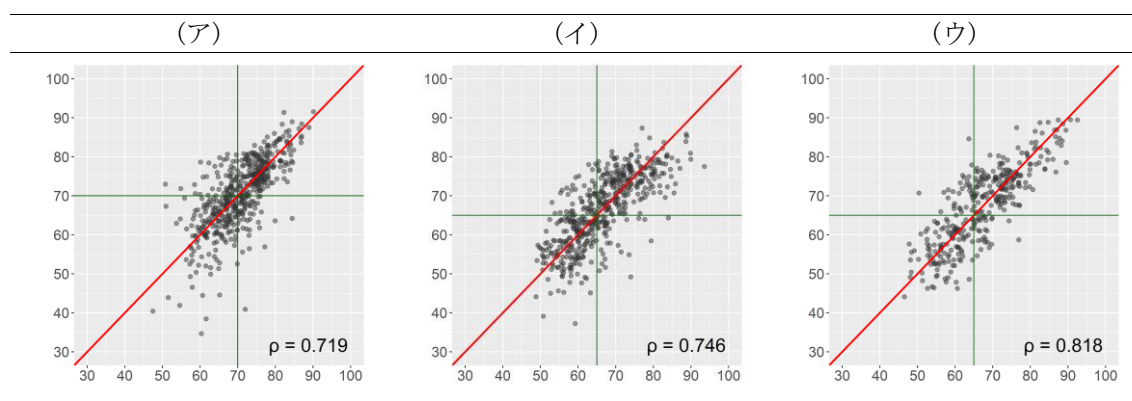


図1～3. 高1・高3平均評価点

² 成績処理システム内部の固有番号を使用し、各年度の調査対象学年における個人成績から平均評価点のリストを作成。欠損値はリストワイズ除去を行った。

³ 2010年度の附属中学校設立後、高等学校の入学定員が500名から350名に変更されている。

それぞれの相関係数に注目すると、(ア) $\rho=0.719$ 、(イ) $\rho=0.746$ 、(ウ) $\rho=0.818$ となっており、どの年度においても、高校1年次と高校3年次の学年末平均評価点には強い相関があることがわかる。ここから、1年次の評価点は3年次の評価点の大きな要因であり、2年次以降に大きい変動がある可能性は低いということが推測できる。さらに、(ア) < (イ) < (ウ)の順で相関が高くなっている点に注目すると、学力階層の固定化が年々早まる傾向にあることをうかがわせる。

次に、高校1年次と高校3年次の平均評価点の分布を、横軸は1点刻みの平均評価点、縦軸は人数として、階級幅1のヒストグラムで表した。縦に2枚並んだヒストグラムは、上が1年次、下が3年次のものである。各ヒストグラムの右上には、標準偏差を記載した。(図4～6)

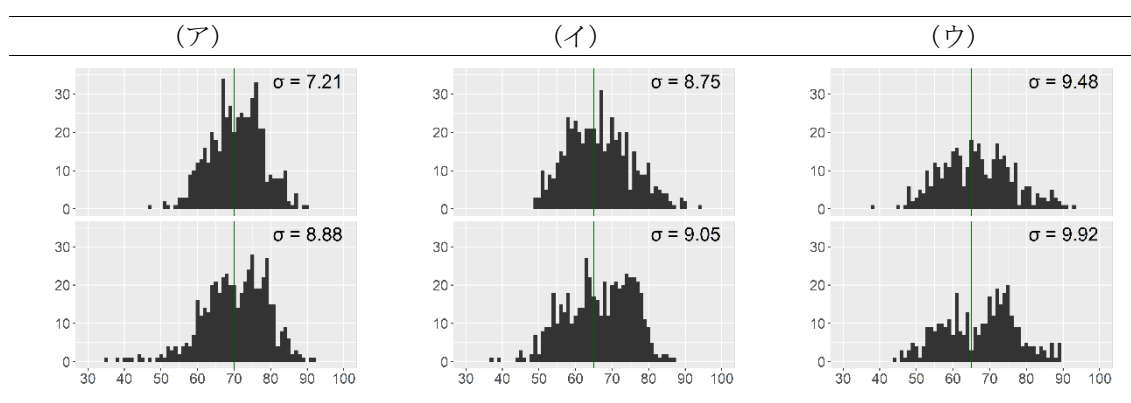


図4～6. 平均評価点分布

グラフの形状に注目すると、各年度の共通点として、1年次の段階（上段3枚）は、緑色の基準線付近が盛り上がり、3年次（下段3枚）は、1年次と比較して基準線付近の山が低くなっていることがわかる。特に、(ウ)にいたっては、3年次に、基準線を中心として両極に分離したようなグラフの形状となっている。標準偏差は、1年次、3年次ともに(ア) < (イ) < (ウ)となっている。平均点や、募集定員の変化の影響も考えられるが、前述の相関係数の高まりとあわせると、本校の内部においては、過去20年をかけて在校生の学力階層が多様化し、さらにそれは在校中、年次を経るごとに二極化する傾向にあることが示唆される。

3) カリキュラム別比較

上記調査のあと、(エ)2017年度高校1年生、2019年度高校3年生 ($N=400$) を調査対象に加え、前年度のデータである(ウ)と比較した。カリキュラム変更⁴の影響で、グラフの形状を単純に比較できないことを考慮に入れ、前述のものと同様の散布図とヒストグラムに加え、散布図の軸

⁴ カリキュラムの変更点は、大きく以下の4点である。(1) 平均点調整基準が65点から70点となった。(2) 平均点調整の許容幅が±1点となった。(3) 高2のコース選択(文・文理)がなくなり、高2は全クラス共通カリキュラムとなった。(4) 高3理系クラスの進級には、高1～高2までの理数7科目の評定平均が3.2以上、かつ、同7科目の中に2を有しないことが条件となり、加えて、法学部・総合政策学部への推薦は、文系クラスに限定されている。

を5点間隔で格子状に分割し、格子で囲まれた区域のプロット数をもとに色の濃淡値を変化して表すヒートマップを作成した。区域の色は、緑色→黄色→赤色の順で、プロット数が多いことを表している（図9～10）。

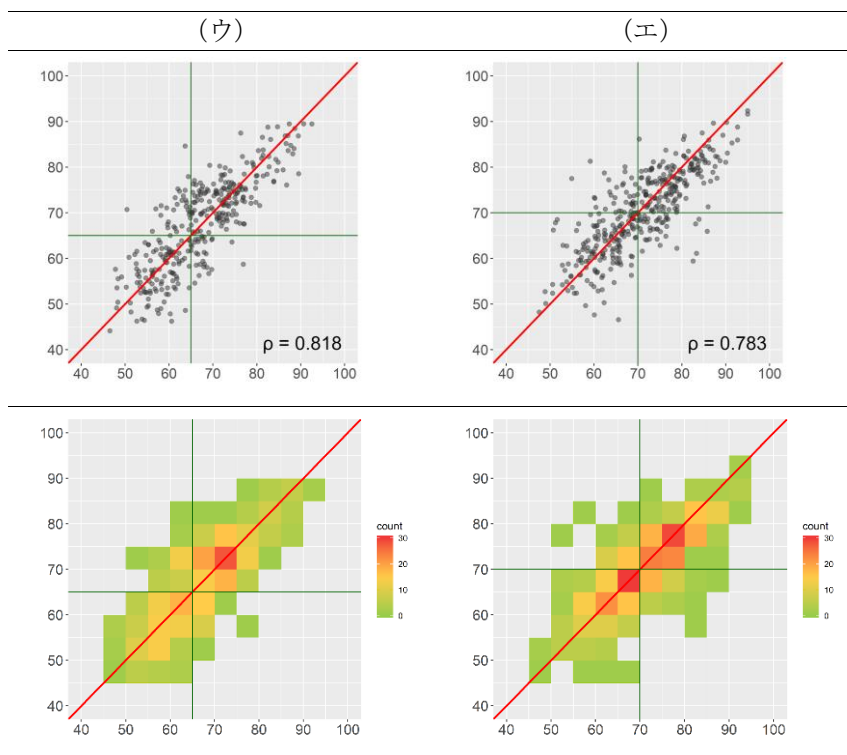


図7～10. 高1・高3平均評価点

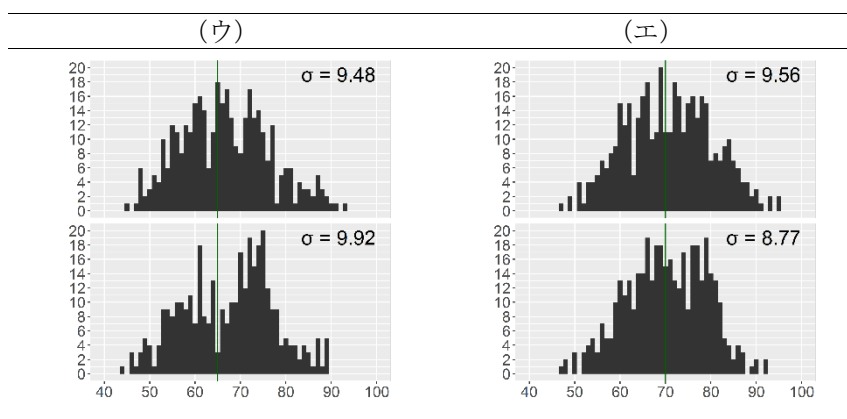


図11～12. 平均評価点分布

まずは、散布図に記載した相関係数から見ていこう。(ウ)2016年度高校1年生： $\rho=0.818$ であるのに対し、(エ)2017年度高校1年生： $\rho=0.783$ であるから、若干数値は下がっているものの、相関の度合いは高いままである。また、ヒストグラムを見ると、(ウ)2018年度高校3年生（左

下)に比べて、(エ)2019年度高校3年生(右下)は、基準線付近に山があり、評価傾向の二極化が解消されているように読み取ることができる。しかし、図10のヒートマップ(右側)を見ると、プロット数が多い部分は、平均評価点65～70点の区域と、75～80点の区域のふた山に分かれており、二極化は依然として解消されていないようにも見える。

そこで、カリキュラム変更が平均評価点に与える影響を多角的に見ていくため、各年度の分布の様相について、十分位数⁵を用いて比較した(表1)。表1で、年度ごとの評価点を比較すると、どの行においても、2017年度の方が2016年度よりも大きく、2019年度の方が2018年度よりも大きい値であることがわかる。これより、カリキュラム変更に伴って、平均点調整の基準点が65点から70点に変更になった結果、学力評価点は全体的に向上していることがわかる。

ただし、1年次は、Decile(デシル)1～9まで、全て3.00以上の差となっているが、3年次となると、差が3.00以上であるのは、Decile1～4のみである(表1 網掛け部分)。このことより、新カリキュラムでは、3年次に学力評価点が基準点以下であった生徒群が、その影響を受けて単純に引き上げられた(底上げされた)だけであることが示される。よって、学力の二極化傾向は鈍化したわけではなく、依然として存在していることが推察される。

表1. 十分位数

Decile	高1			高3		
	2016	2017	差 (2017-2016)	2018	2019	差 (2019-2018)
Min	46.53	47.50	+0.97	44.11	46.56	+2.45
Decile1	55.21	58.41	+3.19	53.69	58.92	+5.22
Decile2	58.45	61.86	+3.41	57.60	62.20	+4.60
Decile3	61.13	65.14	+4.01	61.06	65.37	+4.31
Decile4	64.60	68.18	+3.58	64.32	67.86	+3.53
Decile5	66.67	70.79	+4.12	68.85	70.25	+1.40
Decile6	69.25	73.50	+4.25	71.51	73.21	+1.70
Decile7	72.37	76.36	+3.99	73.66	76.11	+2.45
Decile8	74.88	78.87	+3.99	75.38	78.37	+2.99
Decile9	79.87	83.58	+3.71	79.26	81.01	+1.75
Max	92.53	95.00	+2.47	89.50	92.36	+2.86

⁵ 十分位数は、データを昇順に並び替えたときの、先頭から 1/10, 2/10, 3/10…10/10 の位置にある値としている。算出には、統計解析ソフト「R」で用いられるquantile関数のtype7と同等のアルゴリズムを使用した。

4) 入学形態別比較

前年度までの調査において、高等学校から入学してくる生徒と、附属中学校から入学してくる生徒とでコンピテンシー自己評価アンケートの回答傾向に違いがあることがわかっている。そのため、図7と図8について、高等学校から入学してくる生徒（高入生：入学形態A・B）と附属中学校から進学してくる生徒（内進生：入学形態C）とに細分化し、成績相関を調べた。上段は上記③2016年度高校1年生、下段は上記④2017年度高校1年生のものである。なお、平均を揃えるための基準点と比較し、+10点以上の領域を青色、-10点以下の領域を赤色とした（図13～18）。

相関係数の推移を見ておくと、入学形態Aは、(ウ) $\rho=0.763 \rightarrow$ (エ) $\rho=0.806$ 、入学形態Bは、③ $\rho=0.732 \rightarrow$ ④ $\rho=0.72$ 、入学形態Cは、(ウ) $\rho=0.874 \rightarrow$ (エ) $\rho=0.801$ となっており、いずれの入学形態も $\rho \geq 0.7$ と、強い相関のある状態が続いている。つまり、カリキュラムや入学形態の別を問わず、成績評価の相関は高いということである。

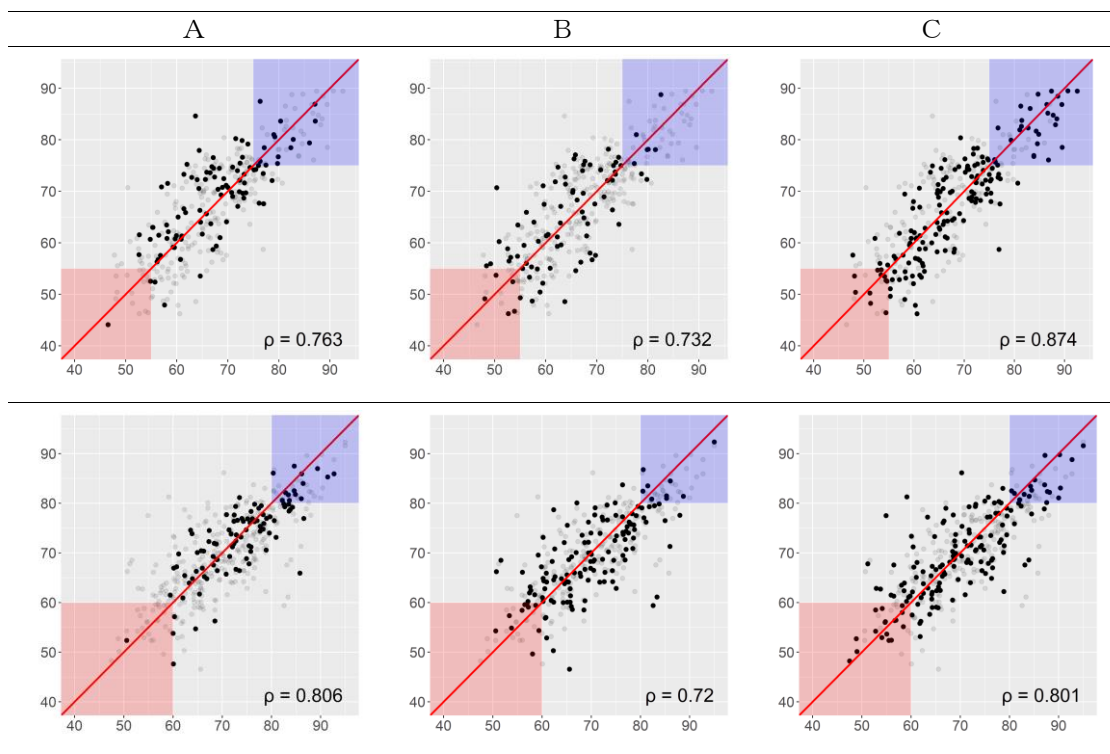


図13～18. 入学形態別 高1・高3平均評価点

今回の分析の結果、明らかとなったのは以下の4点である。

- ・2001年度以降、高等学校1年次と3年次での成績評価の相関が高くなっている
- ・2001年度以降、高等学校3年次の学力分布は二極化する傾向が強くなっている
- ・2017年度のカリキュラム変更後も、学力の二極化傾向に変容は起きていない
- ・カリキュラムや入学形態の別を問わず、成績評価の相関が高くなっている

③ 教員アンケート分析

2020年3月、これまでの調査と分析で見えてきたことを、校内の全専任教員・特任講師に報告し、その上で、本校生徒のコンピテンシー自己評価が低い（「指示待ち行動」にとどまっている）理由についてアンケートを行った（表2）。

【調査期間】2020年3月13日～3月19日

【回答者数】30名（回答率 46.2%）⁶

【質問項目】中附生の自己評価が、“Chufu-compass”のLv.2「指示待ち行動」にとどまっている要因として、思いつくものがあれば、教えてください。

【分類の観点】上記質問に対する回答を、次の4つの観点（+その他）⁷で分類した。

A：大学附属という特徴 B：中大推薦システム C：指導体制 D：指導方針 E：その他

表2. 教員アンケート回答（抜粋）⁸

No	回答	分類
3	すべてに対して「指示待ち」だとは思わないので、興味や目的、内的な動機があるかどうかに関係すると思う。	E
4	私の印象としては本校の生徒の大半はLv.3にあると思います。そのため、自己評価が正しくできていないのではないかとしか思えません。	E
6	目的をもって本校を受験していない生徒が多い。大学附属校というだけで受けている？	A
9	「挑戦することが好きなら、高校受験するときはじめから附属には来ないですよ」と部員に言われたのを思い出しました。安定志向が指示待ち行動につながっている気がします。	A
26	生徒の意識下では、本校での授業・成績は中大に行くための重要な道具であり、自己研鑽・自己啓発の機会とは捉えてはいないようです。与えられたものには、もちろん中大に行くために、取り組みます。40点を下回らないように、もしくはできるだけ有利になるよう点数を取れるよう、取り組みます。ただそれは指示待ち行動です。また、与えられて面白いと感じるものには積極的に取り組みますが、そうでないものはこなすだけ。これもまた指示待ち行動です。この中大推薦システム自体が、指示待ち行動者増殖システムではないか、とすら思えてくるほどです。	A B C
32	（2019年度の）高1を見て、これまでに持っていたイメージが変わりました。自分たちで考えて動ける生徒がわりと多くて、要所で教員に相談はするものの、教員の手を借りずに自力でやり遂げようとする姿勢を見ることができました。	E

⁶ 教員数は2020年3月13日現在65名。ただし、管理職(3名)・研修中等で不在(3名)・報告者(1名)を除く。

⁷ 各回答からキーワードを抽出する手法は、SCAT (Steps for Coding and Theorization) のStep1を参考にしている。大谷尚 (2019) 『質的研究の考え方—研究方法論からSCATによる分析まで—』名古屋大学出版会

⁸ 回答者が特定できるような固有名詞等は削除している。論点が複数にわたる場合は、別の回答として扱っている場合がある。

回答の中には、No. 6「目的をもって本校を受験していない生徒が多い」、No. 9「挑戦することが好きなら、高校受験するときはじめから附属には来ない」など、入学目的が「大学附属校」ということ自体である生徒も珍しくなく、「安定志向が指示待ち行動につながっている」という声があがっている。一方、No. 3「すべてに対して『指示待ち』だとは思わない」、No. 4「生徒の大半はLv. 3にある」など、生徒の潜在的な意欲について肯定的意見が見られる。

SSHの理念に基づき、自らの探究心をもとに学習を進め、成果の外化まで遂行するためには、2018年度の本研究で考察したごとく、当事者意識に基づいた見通しを持つ姿勢（自主的な学びの姿勢）と、他者意識に基づいたアウトプットを伴う活動（対人関係・コミュニケーション）が必須である。この点については、No. 32「（2019年度の）高1を見て、これまでに持っていたイメージが変わりました。自分たちで考えて動ける生徒がわりと多くて、要所で教員に相談はするものの、教員の手を借りずに自力でやり遂げようとする姿勢を見ることができました」という指摘がある。「自力でやり遂げようとする姿勢」の顕現は、本校が2018年度にSSHの指定となったことも一因として挙げられるだろう。

「自分たちで考え」「教員の手を借りずに自力でやり遂げようとする」学習が、新しい学びの要素なのだとすれば、本校においては「教養総合」こそ、教育目標に基づいた「自主・自治・自律」の精神を涵養する学校設定教科として、改めて位置づけ直される必要がある。

④ 教養総合と教育目標

2020年度は「教養総合 I」のコンピテンシー自己評価の定量調査ができなかったことを踏まえ、SSH対象講座の担当教員に、手ごたえのあった学習活動についてヒアリングを行った。その際、生徒の「学びに向かう力」の伸長を行動変容として捉えている発言が多かった。そのときの記録から、講座の取り組みと、受講する生徒の成長との繋がりをいくつか紹介したい⁹。

【Mathematics in English】（2018年度～）

この講座では、国際的な言語を駆使しながら、世界の数学者と共に学ぶことのできる場を提供することによって、生徒の学習観を転換し、視野を広げることを目指している。

普段の生活で使っている日常用語は、しばしば専門用語が持つ意味と衝突し（例えば、数学において有理数の“有理”は、“道理のある”とは異なる）、学習者の理解を妨げてしまうことがある。生活の言葉を克服して学術知の理解へ迫るためにも、翻訳言語としての日本語の曖昧さを乗り越えるためにも、国際語で数学を学ぶことを試みた。

⁹ 2020年12月19日～24日にかけて、2020年度SSH対象講座の担当教員6名に対し、定性調査として授業実践についてのヒアリングを行った。本文はすべて授業担当者の発言に基づいているが、文脈上、筆者が補足したり、まとめ直したりしているところがある。

さらに、一連の活動を通じて、教科書的ではない生きた言語に触れられ、生徒の中での言語を修得する意味も変わってくることを期待した。結果として、心理的なハードルさえ乗り越えてしまえば、外国語であるからこそ、日常用語では読み飛ばしてしまう内容まで読み込むこととなり、定義をきちんと踏まえた問題の把握につながり、数学の本質に迫ることができるとわかった。また、訪問予定だった海外大学の教授より、教授作成のオリジナル問題を、教授の手書きメモをあえてそのままの形で提示することで、数学の問題は既成のものを「解く」だけではなく、新たに創り出され、生み出される、「考える」ものなのだという事実に気づき、自主的に学習する姿勢を見ることができた。

【マレーシア・ボルネオのジャングル自然調査】（2020年度～）

この講座では、自然調査を通じて、観察の方法を身につけるとともに、生物の多様性・複雑性についての理解を深め、自然環境を包括的・全体的に眺められる視点の獲得を目標としている。

昆虫を始めとした自然への興味・関心の高い学習者群であることを活かし、できるかぎり生徒自身が自ら観察したり採集したり調べたりする機会を増やした。また、パークレンジャーやNPO法人の方など、校外の専門家から学びを得る機会を設けることで、生徒たちの日常世界を相対化しうるような視点の獲得を促した。

観察や採集をする中で、生徒同士が学び合い、自分の知識の範囲や理解度の高さに自信を深めた生徒がいた。昆虫トラップの作成・採集においては、仮説と検証を繰り返し、想定した成果に結びつくよう、粘り強く取り組む姿勢が見られた。また、保護者からの報告によれば、以前は視野に入らなかった身近な昆虫の生態に興味を持つようになった生徒があったという。さらに、校外活動の成果として、都立多摩科学技術高校の生徒と自主的につながりを持ったり、生徒たちのみで高尾山の自然観察に出かけたりすることもあった。身近にある自然環境の奥行きある豊かさに気づくことができた成果の1つと思われる。

【高校生のためのSDGsプロジェクト】（2020年度～）

これは、企業・大学・校内業者との連携を通じて、社会に対する当事者としての責任を持ち、社会課題に向き合い、自らの考案のもと、行動を起こすことを目指す講座である。

企業連携や外部との交流を通じて、視野が広がり、「自分が社会の一員として生きている」という感覚が得られたようだ。計画が暗礁に乗り上げた時には、次への挑戦に向かうか、現在の計画に粘り強く向き合うか、この2つをバランスよく、またタイミングよく選択できるようになるために、レジリエンスを向上する必要があると感じることがあった。

授業を通じて出会った人々から、一連の活動を意義あるものとして認めていただいたことにより、受講生も、自分たちの意識の高さをポジティブに捉え、活動自体に自信をもつことができた。別のグループでは、身近な校内の清掃業者や、生協ではたらく方々の話をうかがう機会を持

ったことをきっかけに、文化祭時にゴミの削減にむけた活動をイベントとして実施、全校に向けてはたらきかけた。 学校生活が様々な人の手によって支えられていることを実感し、自分事として考えたゆえの行動であると思われる。

上記講座の中で、開講3年目となる「Mathematics in English」は、2018年度のコンピテンシー自己評価アンケートにおいて、知識を得ようとする力【101知識獲得】Lv. 3が+18.2%、探究心【301探究する意欲】Lv. 3が+15.1%など、生徒のコンピテンシー自己評価が目に見えて高まった実績のある授業である。2020年度、予定していたカナダ・オタワ大学訪問は叶わなかったものの、講座担当者の手ごたえとして、生徒たちの学習態度や気づきが、安易に数値化できない学びの要素として丁寧に見取られている。

また、3講座の下線を引いた箇所に注目すると、「学習観を転換し、視野を広げ」、「翻訳言語としての日本語の曖昧さを乗り越え」、「数学の本質に迫る」(Mathematics in English) や、「自ら観察したり採集したり調べたり」しながら「粘り強く取り組」み、「自然環境を包括的・全体的に眺められる視点」を獲得したり(マレーシア・ボルネオのジャングル自然調査)、「ゴミの削減にむけた活動」を「自分事として考え」てイベントを実施し、「学校生活が様々な人の手によって支えられていること」、「『自分が社会の一員として生きている』という感覚」を得たりするなど(高校生のためのSDGsプロジェクト)、「教養総合」の学びの中には、本校の教育目標に正対する場面や活動が、そこかしこにあったことがうかがえる。

SSHの指定と時期を同じくして、学校設定教科「教養総合Ⅰ～Ⅲ」が始まったのは2018年度である。中でも、現代社会が抱える諸問題への探究心を喚起すべく設けられた教科横断型・プロジェクト型授業「教養総合Ⅰ」は、2単位の教科教育として独立させることによって、それまでにあった高2「研究旅行」の事前・事後学習として位置づけられ、生徒自身の課題発見能力や論理的思考力、表現力の育成に力を入れてきた。¹⁰

本校の「教育目標」として掲げられている「主体的・創造的な学習意欲」「自主・自治の精神」「自主・自律の精神」は、それ自体として見えるものではない。しかし、現代のような変化の激しい社会で生きていくためには、学校を出てからも学び続けていくことが必要であり、その土台となる「学習意欲」や「自主・自治・自律の精神」などの「見えない学力」を学校教育は涵養しなければならない。ここに、現状進行しつつある学力階層の二極化を打開する鍵がある。

つまり、SSH指定による課題研究によって見出されたのは、生徒の「論理的思考力」や「探究する意欲」に代表される、科学的思考力を伸長するために最もふさわしい実践こそ「教養総合」という学校設定教科であり、かつ、「教養総合」は、本来的な意味で、本校の教育目標に正対した授業であるという事実である。この帰結を、次年度以降の新しいカリキュラムに反映させたい。

¹⁰ 中央大学附属中学校・高等学校将来構想実現委員会「進捗中間総括(報告⑩)」(2017年1月10日職員会議資料)

4. シンポジウム参加・教員研修

生命誌研究館・京都大学 iPS 細胞研究所共催シンポジウム 「生命誌から生命科学の明日を拓く」に参加

理科 岡崎弘幸

2020年9月12日(土)13:30-16:00、Zoomによるライブで中高生50名(高3理系中心、中学生は理系部活生徒が中心)が参加した。講義前半は、山中伸弥教授による基調講演で、①ヒトに感染するコロナウイルスの種類 ②コロナウイルスの特徴 ③コロナウイルスの脅威 ④今後の展望 について、後半は山中伸弥教授、永田和宏生命誌研究館館長、中村桂子元館長によるトークライブであった。

山中先生の講演では、iPS細胞の将来性やコロナウイルスについてのさまざまな知見から、コロナウイルスの恐ろしさや予防の仕方を学ぶことができた。またトークライブでは、何か聞くと答えを出してくれる人が科学者ではない。科学者は分からないことがこんなにたくさんあるということを教え、伝える人である。分からないことはここだと教えるのが大学。最近の科学は競争し過ぎて、失敗しないと「問い」は出てこない。結果だけを求めず、失敗を恐れずに挑戦してほしい。今ある科学だけでなく、新しい科学の考えで、これからの世の中を考えてもらいたい。という3名の先生方からのアドバイスがあり、生徒たちは真剣に聞いていた。生徒たちからは、山中先生の価値観やものの見方が分かってきた、成功だけを求めるのではなく、失敗を恐れずに研究してほしいという言葉に救われた、1988年頃はC型肝炎が未知のウイルスが原因と分かっていなかったが、現在は飲み薬で治せるようになっていたことが分かったなど多くの感想が寄せられた。講演会に参加した生徒たちは、講演会の内容だけでなく、オンラインで他校生の意見や質問なども聞くことができたので、とても良かったと述べていた。コロナ禍であってもこのような講演会は参加しやすいので、今後も生徒たちには紹介していくことが大事である。

今後の課題としては、このような講演会に対する生徒の参加意欲をいかに上げるか、また今回はZoomを実験室でつないだため、音声聞き取りにくかったので、検討と改善をしていきたい。

立川高校訪問(教員研修)について

国語科 高 和政

本校のコンピテンシー・アンケート研究協力校である都立立川高校とは、定期的にお互いの取り組みについて情報交換をし、それぞれの取り組みから学び合う関係を築いている。今年度は、立川高校が8月1日に実施した「課題研究発表会・交流会」に参加し、コロナ禍において「探究活動」をどのように進めていくか、成果発表会をどのように行うか、情報交換をおこなった。

また、8月21日には本校教員4名で立川高校を訪問し、1年生対象に実施している「SS課題研究I」に関して直接お話をうかがう機会を設けていただいた。これは、本校が2022年度より導入予定の高1対象の探究講座について、立川高校の実践を大いに参考にしたいという思いからであった。本校の取り組みに取り入れていきたいと感じられた点は以下の通り。

- * 1学年の生徒に課題設定・探究活動を実践させるとともに、そこになるべく多くの教員が関わっていく。
- * 生徒の成果物のレベルに関しては多くを求めない。教員側が、「深めの調べ学習」といった共通理解をもつことで、「教えること」を我慢する。
- * 探究活動に懐疑的な教員も多かったが、実際に生徒の探究に寄り添い、その変化・成長する姿を見て、考えが変わっていった。やはり、実践が大事。
- * 教員としては、生徒が探究する内容を「教えてもらう」、「面白い」姿勢が大事。
- * 情報の授業とタイアップすると、調査・分析や課題提出の方法を実践的に学ぶことができる。

これらの視点を取り入れ、2021年度より実施される中学3年配当の「教養総合基礎」、2022年度より実施の高1対象の探究講座において、多くの教員が関わる課題研究をより良いものとしていきたい。

IV. 実施の効果とその評価

1. 「教養総合」導入後の変容把握の試み

地歴公民科 大島誠二

SSH 事業の研究計画では、今年度「Rubric の開発」と「本校卒業生の中央大学進学後の GPA 分析」を挙げていた。これは、「教養総合」導入後、本校がどのように変容を遂げたのか、ということを示すものである。その進捗状況を述べたい。

①「Rubric の開発」について

1) SYLLABUS での揭示

「教養総合」の導入後、課題探究を目指す教科の性格上、評価としてコンピテンシーをベースとする評価方法の開発が求められた。そこで、本校では SSH 採択後の初年度に、各講座の担当教員は、生徒に配布する SYLLABUS にあらかじめ講座が育成したいコンピテンシーを掲げ、生徒に示すこととした。その項目は次のとおりである。

学習する力		考える力		新しいことへのぞむ力		やり遂げる力	
知識獲得	情報収集	課題発見	論理的思考	探究する意欲	推論する力	目標設定	計画管理
理解する力		伝える力		協力する力			
傾聴力	内容理解	記述力	説明力	共創力	行動力		

この中で、特に重視するコンピテンシーを生徒に示し、学習目標と授業内容を策定し、評価に結び付けることをはかった。今年度までは、この中で該当するコンピテンシーの項目をすべて上げていたが、各講座で掲げられる項目数が多くなってしまい、育成目標が散漫になる傾向がみられたので、次年度からは3項目に絞って掲げるよう変更した。

2) Rubric 評価の試み

上記コンピテンシーの自己評価システムとして、平成 30 年度に Chufu - Compass を開発した（詳細は平成 30 年度報告書 42 頁 本報告 60 頁 資料 4）。これは生徒の意識変化をたどるため、全生徒におこなう自己評価アンケートの評価基準を示したものであるが、「教養総合」の担当教員は、この Chufu - Compass をさらに各講座の進行、内容に合わせてアレンジし、より詳細な生徒の評価軸を作成し、Rubric による評価を試みている。次に示すのは、「教養総合 I」講座「アンコールワット遺跡群と東南アジア」で用いている Rubric の例である。

評価	5	4	3	2
プレゼン内容	プレゼンは論理的に構成されており、興味深く、内容も非常にわかりやすい。	概ね論理的にプレゼンが構成されており、内容もわかりやすい。	体系だって説明されているが、内容についてわかりにくいところもある。	構成が適切に組み立てられておらず、内容もわかりにくい。
プレゼン技法	聴衆の目を見ながら、ノートをほぼ見ない。明瞭な声で相手に伝える意思を明確に持っている。	聴衆と目線を合わせるが、頻繁にノートに戻る。明瞭な声で相手に伝える意思を持っている。	時折目線を合わせるが、ほぼノートを読んでいる。声が聞きづらく、相手に伝える意思が弱い。	ノートを読むだけで、聴衆を見ない。声が聞きづらく、相手に伝える意思が感じられない。
図表	視覚的でわかりやすく、オリジナルな図表を使っている。	適切でわかりやすい図表を使っている。	図表を使っているが、内容とはあまり関連がない。	図表を使っていない。
資料活用	現地で自らオリジナルな資料を活用し、かつ信頼性も高い。	現地で自ら得た資料（実験データや聞き取り調査など）を活用している。	印刷物による資料を活用し、出典を記載している。	資料を十分に活用していない。

これは、生徒のプレゼンテーションに対し、他の生徒が評価する際に用いられた Rubric である。担当教員は、こうした Rubric による評価を活用しながら生徒の評価を試みているが、従来のペーパーテストと異なり、生徒自身の考える評価と教員による評価に差異が生じたり、生徒個人の伸びと全体の中での達成度を生徒間で比較しながら公平に評価する難しさを感じるなど、様々な問題に直面している（49 頁 高報告を参照）。Rubric 評価の開発は、まだ試行錯誤の段階であり、アンケートなどによる生徒との対話と教員相互の情報交換を重ねることによって、さらなる改善を図りたいと考えている。

②「本校卒業生の中央大学進学後の GPA 分析」について

1) GPA データによる調査の現状

本校は中央大学の附属高等学校であり、卒業生の9割ほどが中央大学に進学することから、SSH 事業によって生徒がどのように変容したかを、大学進学後も追跡調査が可能ではないかと考え、その指標として大学入学後の GPA データを用いることを考えていた。右の資料1は中央大学理工学部に進学した本校卒業生の大学1年生終了時点での GPA データである。本校が「教養総合」を含む新カリキュラムを導入したのは、2017年度からである。従って「教養総合」経験者が大学に進学するのは、2020年度大学入学生からであって、2019年度までは「教養総合」未経験である。高大連携による3年生の卒業研究は、2018年度から旧カリキュラムの中で前倒しで実施しているが、この段階では、「教養総合」による変容の有無をはかるデータとしては不十分である。また中央大学理工学部への進学者が毎年一定数いるとはいえ、その人数は20名～30名であり、生徒の変容を調査するにはサンプル不足で、単年度ごとの比較には問題点が多い。GPA 平均から動向を見るためには、5年間の平均値で比較するなど、長い期間の調査を設定する必要がある。付属校は、大学進学後の追跡調査が比較的行きやすい立場であるので、今後も GPA や大学院進学者数などのデータを取得し、比較検討したいと考えている。

資料1 中央大学理工学部進学者の大学1年生時の GPA

入学年度	2017	2018	2019
GPA 平均	2.5	2.1	2.25
入学者数	29	23	19

2) 校内成績による比較

GPA による比較が難しい中で、本校内でのデータを用い「教養総合」導入の効果を考えることとした。右の資料2は3年生での理系コース在籍者数と学年の中での割合を、年度ごとに示したものである。資料1と人数に差異があるのは、理系コース在籍者の約半数が、他大学に進学したり、理工学部以外の学部に進学しているためである。「教養総合」を含む新カリキュラム導入は2017年度であるから、その生徒が3年生になったのは2019年度からである。これを見る限りでは「教養総合」導入後の影響は見取れない。中央大学自体が、人文科学、社会科学系の学部が大半であることを考えると、今後理系コース選択者を増加させるには、制度上の課題が多い。

資料2 3年理系コース在籍者数

年度	普通科 (理系/学年全体)
2017年度	61/409人【15%】
2018年度	47/352人【13%】
2019年度	49/408人【12%】
2020年度	61/389人【16%】

次にどのような生徒が、理系コースを選択しているのかを知るために、理系コース選択者の2年生段階での学年成績を調べ、どの層が理系コースに進学してきているのかを調査した。その結果を示したのが次の資料3と資料4である。学年全体の人数は年ごとに変動するので、2年生学年席次のどのレンジにいる生徒が、3年の理系コースでどのくらいの割合を占めているかを示したものである。2020年度で見ると、2019年度2年生の学年席次で上位10%以内にいた生徒が、2020年度3年生理系コース60名の中で10名(16.7%)、上位50%にいた生徒が38名(63.3%)を占めていることを示している。生徒数が資料2では61名で、資料3、資料4の60名と差異が出るのは、3年では帰国留学生が加わるなどの事由による。これを見ると、「教養総合」を経験した2019年度以降、上位10%、上位50%ともに割合が増加している。この結果からは、2年次の成績上位層が理系コースを選択する傾向が出てきていることを示している。ただしこのデータも、わずか2年での比較であるので、今後も継続して調査することが重要であると考えている。なお、データ処理にあたっては、本校情報科の禰覇陽子先生の協力を得た。御礼申し上げる。

資料3



資料4



2. 2020年度「教養総合Ⅰ」振り返り（教員間の共有に向けて）

国語科 高 和政

研究旅行およびフィールドワークを授業の核として位置づけ、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、様々な成果を得ている「教養総合Ⅰ」であるが、コロナ禍の中、今年度は各講座とも旅行の中止・延期はもちろんのこと、授業内容上の変更も余儀なくされた。従来おこなってきた、事前学習→研究旅行・現地学習→事後学習→探究成果発表という流れを前提とすることができず、2021年2月に開催予定の成果発表会もこれまでと大きく内容を変えることとなっている。

そんな中、各講座では海外への渡航を断念する一方、国内の代替訪問先での実地研修や、海外の大学と連携しオンラインでの発表会をおこなうなど、工夫をこらした取り組みにより生徒の興味関心や能力の向上を図っている。詳しくは14頁からの各講座担当教員による報告にある通りだが、このような状況だからこそ実現可能な様々な取り組みが見られる。

6月までのオンライン授業期間を経て、対面授業再開となった後の10月14日に第1回担当者会議を開き、現状認識および各講座の授業・実地研修内容の変更点を共有するとともに、あらためて「教養総合Ⅰ」における評価のあり方、その方法について議論をおこなった。グループディスカッションの結果、評価方法の確立がそれぞれの大きな課題意識となっていることが浮かび上がってきた。これは、今後本校全体として取り組んでいくべき「学力というものの考え方・捉え方」という大きな問題にもつながっていくものであるといえる。評価について出てきた意見は、大きく次の3点に分類される。

1. そもそも何を評価するか
 - ・意欲の高い（低い）生徒が集まっている場合、勤勉さでは差がつかないため、関心や意欲自体を評価対象とすることに担当者として抵抗がある。
 - ・行動特性を評価対象とするイメージが捉えづらく、評価の対象となる行動を絞り込めない。
2. どのような方法で評価するか
 - ・同一講座内で異なる課題研究に取り組んでいる場合、評価基準の設定が難しい。
 - ・生徒同士で行なう評価は、公平性が保てないのではないかと懸念がある。
 - ・グループ評価を行う際、個別評価が反映されない場合がある。
3. 評価を大学推薦のための成績にどう反映させるか
 - ・大学推薦の成績の一部とするため、最終的には成績をつけなければならない。
 - ・講座ごとに平均点調整をする現在の方法では、受講生徒数がそれぞれ異なるため、教員・生徒ともに納得感のある評価とならないことがある。
 - ・特に、受講生徒数が少ない講座では、本来差があるにもかかわらず差をつけることができない。
 - ・一方、受講生徒の意欲や学力水準が全体的に高い場合、担当者が評価したいと思う点数よりも低い評価となってしまう。

以上のような意見が聞かれた。上記の3.の項目については、SSHの取り組みというより大学附属である本校の特性からのものではあるが、今後「教養総合」をさらに他学年に拡充していく上では避けられない課題である。このような課題の解決に向け、100点法の評価以外の段階別評価の導入という意見が出たが、生徒の動機付けという点を重く見て100点法での評価の継続を求める意見もあった。

まだまだ意見は統一されておらず、評価のあり方をめぐってはまさに今後の課題として継続して議論していくことになるが、その前提となるのが担当者間での実践内容および評価基準の共有であろう。その情報交換の機会なくしては、それぞれが議論の結節点を見出すことなどできるはずもない。そのような問題意識のもと、あらためて各講座で使用しているルーブリックを公開・共有し、それぞれの担当者が他の講座のものを参考にしやすいようにした。その具体的な内容については47頁「教養総合導入後の変容把握の試み」に述べられた通りである。

作成されたルーブリックは、教員の評価のみならず生徒の自己評価や生徒同士の評価にも利用され、授業内容やそれぞれの取り組みの振り返りに無くてはならないものとなっている。そのような振り返りを経て、ルーブリックに修正・変更を加え、授業改善へと結び付けることを目指していく。

コロナ禍の状況のもと、大きく計画の変更を求められた「教養総合Ⅰ」であるが、だからこそこれまでの自分たちの取り組みを振り返り、その成果と課題をそれぞれの担当者が意識化し、さらに担当者間で共有していく貴重な機会ともなった。あらためて、教員相互の意見・情報の交換をおこなうことの重要性を感じさせられた。今後も、そのような機会を意識的に作っていき、授業内容や評価方法、問題点や課題を共有し、それぞれの授業改善へとつなげていきたい。

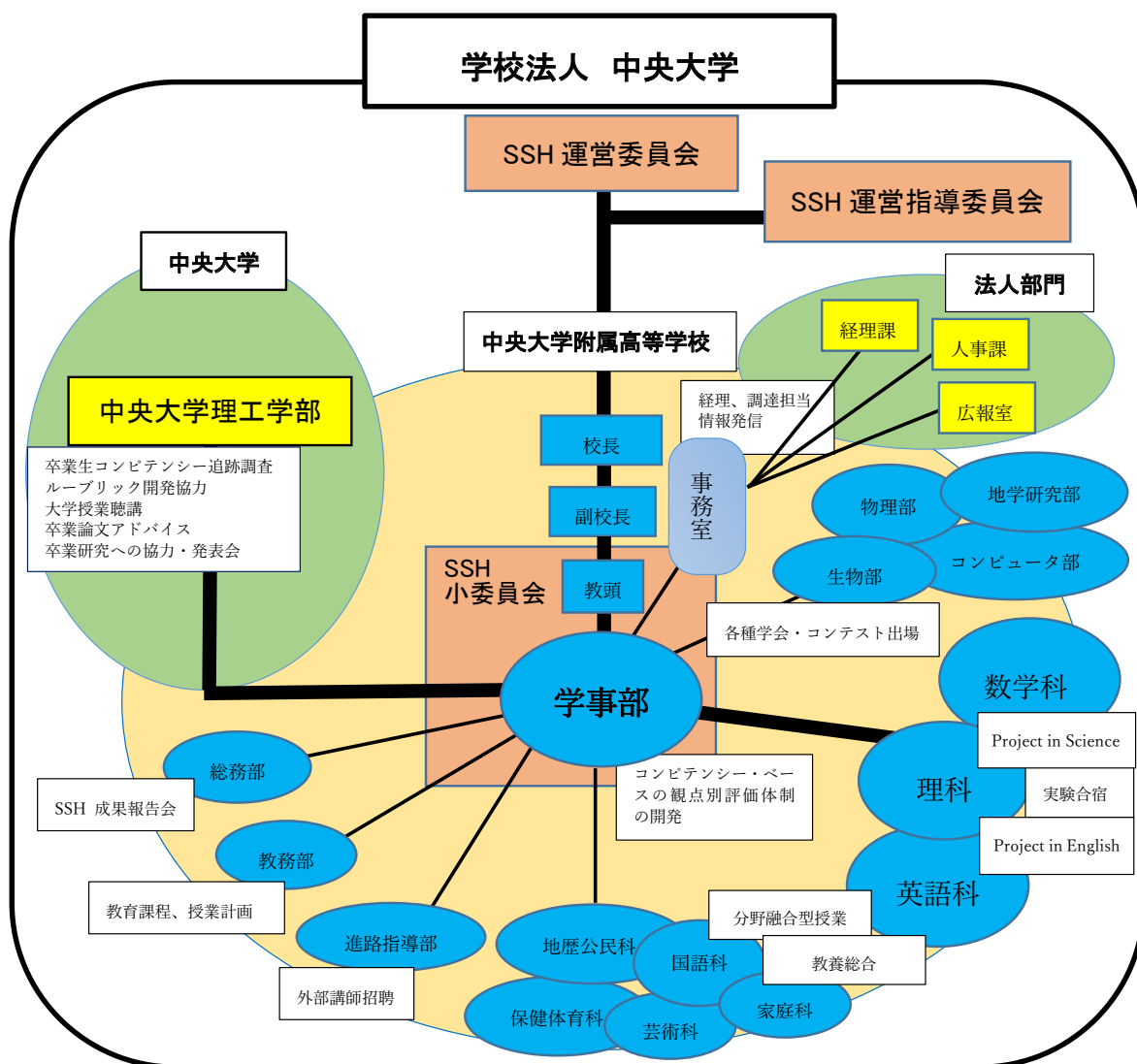
V. 校内におけるSSHの組織的推進体制

運営組織 基本的な運営方針は、学校法人中央大学の管轄の下で、高校管理職、学事部、職員と中央大学理工学部の教職員によって組織されるSSH運営委員会において審議、決定される。日常的なSSH事業の運営は、高校に設けられたSSH小委員会が担っている。小委員会は、校長の指示の下、教頭が主催し、管理職の他、各教科から選出された学事部所属の教諭、事務職によって構成され具体的な計画を立案する。小委員会の提案を学事部で具体化し、各教科及び各分掌、各部活動と連携をとり、SSH事業の円滑な運営を図る。小委員会での議論は逐次職員会議に報告され、教職員全員に周知する。

取組状況の把握・分析 学事部は「教養総合Ⅰ」の講座担当者と適宜相談するほか、年2回、講座担当者会議を主催し、授業の進め方や生徒の反応など問題点の把握と共有化に努める。「教養総合Ⅲ」「Project in EnglishⅢ」は、授業担当者が小委員会の委員でもあり、小委員会の中で問題点が把握され解決を図っている。「教養総合Ⅰ」では基本的に年2回、「教養総合Ⅲ」「Project in EnglishⅢ」では年1回、生徒にアンケートを実施し、生徒の意識変化、授業の効果の有無について課題の抽出を行っている。また年1回教員アンケートを行い、教員の取組、意識変化、問題点を把握するよう努めている。得られたデータは、小委員会で分析を行い、その結果及び課題は、教職員会議で適宜報告し、学校全体で共有するとともに、各講座担当者に伝えられ、個々の講座の改善を図っている。

SSH運営指導委員会 SSH運営指導委員会は、今年度6名から8名体制に増員した。中央大学国際経営学部学部長の河合久委員長の下に、中央大学以外の大学教授4名、体験型科学教育専門家の国立大学監事、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、年2回開催（今年度は7月1日、2月17日）している。SSH小委員会からSSH事業の成果の分析、中央大学理工学部との連携、成果の発表などについて報告を受け、教育手法や学校の管理支援体制、企業から見た人材育成など多角的視点で、助言を行っている。

中央大学附属高等学校 SSH組織図



VI. 成果の発信・普及

理科 森脇啓介・岡崎弘幸

1. 生徒各種発表会参加状況

1) 令和元年度 校内 SSH 成果発表会

本校では2年目の取り組みとして「SSH 成果発表会」を令和元年2月19日(水)に本校校舎にて行った。また同日にSSH講演会として、都立国際高校の佐野寛子先生(生物教諭)に「生徒によるChalk-JackからのSAGE WORLD CUP 出場」という演題で講演していただいた。都立国際高校で世界に向けて発信している生徒の話や、実際にその生徒も来て話していただいたので、本校の生徒たちには刺激的で、興味や関心を持って聞き入っていた。

課題研究の発表は、令和元年度の理系高校3年生の卒業研究や高校2年「教養総合I」の各コースにおける課題研究をポスター発表と講堂での口頭発表で披露した。発表会の運営は前年度同様に「SSH委員会」を組織し、生徒たちが主体的に取り組んだ。前年度の反省を活かした取り組みゆえに、混雑緩和に配慮した聴衆の移動方法、フロアの配置やgoogleのフォームを使った投票等の工夫が見られ、より一層充実した発表会となった。「Project in Science I」や「トランスサイエンス」の課題研究以外にも「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」や「クメール遺跡群と東南アジア」など文系的コースの課題研究発表も多く、多様性とグローバルズムが感じられる発表会となった。(今年度は2月17日に開催)

2) 令和2年度東京都内 SSH 指定校合同発表会参加報告

本年度の発表会は2020年12月20日(日)に行われ、コロナの影響でオンライン発表会となった。本校からは高3理系卒業研究より、化学部門、地学部門、生物部門の3部門においてZoomを使って口頭発表を行った。司会は幹事校の豊島岡高校の生徒が行い、発表と質疑応答を含めて一人30分ずつ行った。口頭発表後は、他校の生徒や司会者と活発な質疑応答や意見交換が行われた。

化学部門は出田瑞希さんが「柑橘系フルーツから抽出したリモネンによる洗浄効果」の研究を発表した。これは、柑橘フルーツの皮からリモネンを取り出し、それをういてラー油のついた汚染布を洗浄する効果について調べた研究である。布の洗浄効果をどのように測定したら良いのか? うまくいかず何度も壁にぶつかり試行錯誤していた。そんな時 $L * a * b * \text{色空間}$ から求められる数値を用いて見事に解明手法を思いつき洗浄効果をまとめた。この色解析を用いると洗浄効果だけでなく様々な分野で色調を数値で出すことができ、多くの分野で活用できると考えられ、今回口頭発表に踏み切った。

地学部門は米村優輝さんが、「てんびん座β星の減光の解明」を発表した。この研究は、てんびん座β星(β Lib)が過去に特殊な減光をした可能性を指摘したもので、「恒星風の質量放出による変光」など4つの仮説に基づいてそのメカニズムを説明することに挑んだ。米村さんは、中央大学理工学部天体物理学研究室に観測機器の使用許可を取り付けるなど、コロナ禍にあっても積極的に研究を行った。その成果は日本学生科学賞東京都大会の奨励賞を受賞し高く評価された。

生物部門は寺山里奈さんが、「デジタル画像処理によるヒヨケザルの擬態能力の定量的評価」を発表した。この研究では、画像処理技術を用いてヒヨケザルの体毛と樹皮の模様の類似度を求める手法を提案した。さらに、提案手法を用いて昨年度ランカウイ島で撮影した写真を分析することで、ヒヨケザルの擬態の特徴を調べた。動物の擬態に関する研究では定性的なものが多い中、寺山さんは擬態の程度を定量的に評価した点で高い独自性を発揮したといえる。また、本校OBの大学院生から研究指導を受けており、コロナ禍におい

でも着実に研究を実行した。

発表者は課題発見力や探究心だけでなく、説明力、計画管理能力、プレゼンテーション力などがだんだんと伸びていった。ポスター発表は高3理系の卒業研究から12本をオンラインで発表した。こちらは一定の期間を設けてSSH校の生徒たちが見ることができるようになっていた。オンラインは直接研究した生徒から説明を聞くことができないため、ポスターに書く情報や流れがとても重要であり、生徒たちは研究内容だけでなく、展示の工夫にも興味をもって見聞きしていた。

上記のほか、科学技術系部活動の活動報告で触れたとおり、各部活動が対外発表に積極的に取り組み、優れた成果を上げている(31頁～33頁)。また、「教養総合Ⅰ」トランスサイエンスの講座:「高校生によるSDGsプロジェクト」の取組は、読売新聞9月2日朝刊にSDGs@スクールの記事として「文・理超え企業を巻き込む」と題し、紹介された(24頁～25頁)。

2. 教員の研究成果発表と普及

SSH事業で得た研究・開発成果は、逐次学校のホームページを通じて学外に公開されている。また今年度は、採択3年目にあたるので、2月20(土)に対外的に公開する中間発表会を実施した。議題は以下のとおりである。

1. 本校SSH事業概要について
2. 高校3年生 高大連携の取り組みと課題
3. 高校2年生 学校設定科目「教養総合Ⅰ」の取り組み
4. 高校1年生に対する取り組み
5. Project in EnglishⅢの取り組みと課題
6. コンピテンシー・ベースの観点別評価

SSH事業の研究開発の成果の一部は、本校の研究紀要に掲載され公開されている。

齋藤 祐・禰覇陽子「行動する知性を育む ～コンピテンシー自己評価アンケート分析 Vol. 2～」

中央大学附属中学校・高等学校紀要『教育・研究』第33号2020年3月

齋藤 祐・禰覇陽子「自主・自治・自律の涵養を求めて～コンピテンシー自己評価アンケート分析 Vol. 3～」

中央大学附属中学校・高等学校紀要『教育・研究』第34号2021年3月発行予定

なお「行動する知性を育む ～コンピテンシー自己評価アンケート分析 Vol. 2～」の内容は、中央大学のホームページの研究・オピニオン発信記事Chuo Onlineにおいても、紹介された。

また、齋藤 祐と禰覇陽子が、コンピテンシー評価のベースのために、中央大学が開発したC-compassを演繹し高校生用書き換えたChufu-compass(本報告資料3 この開発経緯については、平成31年度研究開発実施報告書42頁を参照)は、本校のほか、都立科学技術高等学校、都立多摩科学技術高等学校、都立立川高等学校、都立立川国際中等教育学校、山形県立東桜学館中学校・高等学校、大阪市立高等学校でも利用された(令和2年度研究開発実施報告書56頁、本報告42頁)。

VII. 現状での成果と課題、及び今後にむけた研究開発の方向性

国語科 高 和政

本年度は、コロナ禍という状況のもと、予定していた取り組み・企画について延期・中止・変更を余儀なくされた。まさに未曾有の自体であったと言えるが、そんな中でも各担当者が工夫をこらした取り組みを実践し、このような状況だからこそできる学びの可能性を模索してきた。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、次年度以降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」

本年度は、初めての SSH 該当学年を卒業生として送り出し、本校における研究開発の 2 サイクル目に入った年であった。1 サイクル目で抽出された課題をにらみながら、あらためて「教養総合」における課題研究と観点別評価の実践を進める予定であったが、2020 年 4 月～6 月が休校→オンライン授業実施期間となったことにより、計画を大きく変更することとなった。

2 年次配当の「教養総合 I」については、研究旅行を授業の核としていることもあり、各講座とも旅行の中止・延期はもちろんのこと、授業内容上の変更も余儀なくされた。従来おこなってきた、事前学習→研究旅行・現地学習→事後学習→探究成果発表という流れを前提とすることができなくなったのだ。

しかし、各講座では海外への渡航を断念する一方、国内の代替訪問先での実地研修や、国内外の機関と連携しオンラインでの発表会をおこなうなどして、生徒の興味関心や能力の向上を図った。詳しくは 14 頁からの各講座担当教員による報告にある通りだが、このような状況だからこそ実現可能な様々な取り組みをおこなった。

同時に、昨年度までに比して、教員同士の情報交換の機会を意識的に持つことができたことも大きい。現状認識および各講座の授業・実地研修内容の変更点を共有するとともに、あらためて「教養総合 I」における評価のあり方、その方法について議論をおこなった。その中で、評価方法の確立がそれぞれの大きな課題意識となっていることが浮かび上がってきた。これは、今後本校全体として取り組んでいくべき「学力というものの考え方・捉え方」という大きな問題にもつながっていくものであるといえる。

3 年次に卒業研究をおこなう「教養総合 III」、1 年次における課題研究についても、早い段階での課題設定をおこなう予定が大幅にずれてしまった。できる時期・範囲のなかでの実践となったが、生徒がそれぞれの問題意識を高める期間が制限されてしまったことは否めない。あらためて、早い段階からの働きかけ・取り組みが必要であることが実感された。

予定を変更しながら対応していくなかで、カリキュラムのなかに SSH の取り組み、あるいは課題研究を位置づける必要性が教員間に共有されていったことは大きかった。現在、2022 年度よ

り実施される新カリキュラムの検討をおこなっているが、その中では中学3年を含めて「教養総合」の取り組みを全4学年に拡大し、学校の一つの柱として再編する計画が進んでいる。

1年生には「教養総合Ⅰ」として1単位を配置し、入学当初から自分が関心を寄せるテーマに向き合い、問いを立て課題を引き出す探究活動をおこなっていく予定である。1学年を担当するすべての教科の教員が担当し、実際に探究の必要性・重要性を感じるきっかけとしていきたい。2021年度には、その先取りとなる取り組みをおこない、2022年度からの実施の準備を進めていきたい。

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」

「Project in English Ⅲ」の取り組みも2年目を迎えた。具体的内容については32頁からの本多報告を参照されたいが、1年目の実践との比較の中で、成果と課題が具体的に浮上してきることが大きい。学校全体の取り組みとして英語力の向上が見られ、これが生徒の自身に結びついている点や、一方で授業時の日本語使用の問題などが反省点として意識された。

これらの点をふまえ、次年度に向けた改善の取り組みをすでに実施し、英文と発表の質の向上を目指す手段を用意していく。また、今年度は難しかったが、多様な聴衆の確保も、生徒の力の向上に大きな役割を果たすだろう。大学生や留学生、あるいはオンラインでの発表など、生徒が否応なく自らの英語力を発揮する機会を設けることが重要となる。

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」

36頁からの齋藤・禰覇報告に詳述したとおりであるが、本校の研究開発における肝となっているコンピテンシー自己評価測定についても、これまで通りの調査をおこなうことができなかった。しかし、そんな中だからこそ、本校に蓄積された「成績評価傾向」を分析するという、全く違う観点からの課題抽出をおこなうことができた。これは、昨年までに課題として抽出された本校生徒の自己評価傾向の低さにいかにして働きかけるか、という点に新たな視座を与えてくれるものであった。本校の教育目標である「自主・自治・自律」の精神をいかにして発揚していくか。あらためて「教養総合」という授業実践の重要性が浮かび上がってきたといえる。

「教養総合Ⅰ」SSH対象講座の担当教員へのヒアリングを通して、各講座で生徒自身の「学びに向かう力」の伸長が、行動変容として捉えられていることが明らかになった。講座担当者の手ごたえとして、生徒たちが主体性を獲得していく過程とそれに伴う学習態度の変化が実感されていた。このような行動変容を促しつつ、それをいかにして評価し、生徒自身のものとしていくことができるのか。次年度以降の調査・分析には、このような観点も盛り込んでいくことになる。

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	必修選択
国語	国語総合	4						
	現代文B		2	2			2	
	古典B	1	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	2						
公民	地誌				2			
	倫理		2					
数学	政治・経済			2			2	
	数学I	3						
	数学II		4					
	数学III						7	
	数学A	2						
理科	数学B		2					
	物理基礎		3					
	物理						5	5
	化学基礎	3					5	5
	化学						5	5
保健体育	生物基礎		3					
	生物						5	5
芸術	体育	3	3	2			2	
	保健	1	1					
外国語	音楽I	2						
	美術I	2						
	書道I	2						
家庭	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 English I	2						
	Project in English II		2					
	Project in English III				2			2
情報	English Writing				2			
	家庭基礎	2						
教養総合I	社会と情報			2				
	情報の科学						2	
	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					
教養総合II	Project in Science I		2					
	トランスサイエンス 科学と歴史		2					
	文化研究				2			
	地域研究				2			
	社会研究				2			
	数理探究				2			
教養総合III	文化と歴史				2			
	文化と言語				2			
特別活動	表現研究				2			
	Project in Science II							3
総合的な探究の時間	Global Project					3		
	ホームルーム	1	1	1			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 Science I」・「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

2019年度第 2 回運営指導委員会

日 時：2020年2月19日 15:30～17:00

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

議題：研究テーマ設定について

生徒は、研究テーマ設定に苦勞するケースがある。教員としては、高校生らしいテーマを選ぶよう意識して指導している。スムーズに研究テーマを設定できるような道筋として、今年度は、高校1年生で社会生活の中でどのような課題があり、企業がどのように対応しているのかを知る機会を設けた。

助言：テーマに関して、本来的には「生徒が興味を持ったテーマ設定」をするのが望ましい。

助言：NGO、企業、自治体をつなぎ、社会に内在する課題解決に取り組むJANICという団体がある。こうした団体と連携すれば、地域が抱える身近な課題を知る機会が得られるのではないかと。身近な課題に取り組む方が、学年を超えて研究の継続性が出るのではないかと。

助言：企業でも、中央大学のあるゼミと組んで商品開発を進めた例がある。高校生とも可能ではないかと思う。

議題：「Project in English III」の取り組みについて

Nativeとの会話の機会を増やすことが課題である。日本人同士では、限界がある。

助言：誰に対しての発表であるか、聴衆が日本語話者だけであるのに、英語で話す機会として成立するのか、という点には気をつけなければならない。

助言：中央大学としては、協力できる部分が多いと思う。

議題：「教養総合 I」の観点別評価について

「教養総合 I」の各コースで何をやっているか、教員間で共有する試みを進めている。「教養総合 I」は、2年目を終えようとしている。発見された課題を学事で集約し、担当者にフィードバックしている。評価は、大学への学内推薦のためには点数評価が必要であるが、教養総合の評価はassessmentが相応しく、両立が非常に難しい。大学推薦の成績に組み込まれているため、生徒はある種の公平性に敏感であり、講座間の評価の差や負荷の差に不満が出やすい。

助言：大学ではよくあるが、高校生でこのような批判ができること自体が良いのではないかと。

助言：企業では「失敗大歓迎」で楽しんで取り組む、という雰囲気や土壌づくりを大切にしている。

助言：生徒のコース選択のプロセスも重要である。

助言：企業では、自分の業績を数値化し、「自分はこのエリアにおいて、200%の業績を上げます」などの目標を面談の中で設定する。

助言：先生方が目標としているところにたどり着いた生徒が、どれだけいたのかという評価もありうる。

2020年度第 1 回運営指導委員会

日 時：2020年7月1日 16:00～18:00 (Webex によるオンライン開催)

外部委員参加者：河合 久委員長（中央大学国際経営学部学部長）・石川 孝（サッポロビール執行役員）・
柿沼美紀（日本獣医生命科学大学獣医学部教授）・木村 守（東京学芸大学教育学部教授）・
大工原正男（東芝総務企画室）・田代直幸（常葉大学教育学部教授）・
古川 和（東京学芸大学監事）・村上雅人（芝浦工業大学学長）

議題：コロナ禍での取り組みの問題点

コロナの影響で、現地調査を前提としていた「教養総合 I」をはじめ、対外接触のある企画はほぼ延期、中止に追い込まれている。状況が変わった中で、生徒のモチベーションを保ちながら課題研究をどのように進めていけばよいのか、苦勞している。

助言：人の移動、外国への移動が難しい現状だが、こんな事態はなかなかない。「こんな珍しいことはない」といった視点でこのプロジェクトを見直すことはできないだろうか。「なぜこんなにCOVID-19は広がったのか」など。各国の対応はどうなのか。外国の方々との対話などを通して考えられることがあるのではないかと。この現状に対応する経験を経た生徒たちが将来、このような過酷な状況に立ち迎えるようになるのではないかと。

助言：旅行の判断を延期しているようだが、早めにテーマを切り替えることも考えるべきではないかと。「先延ばし」にしていけなくなった場合をちゃんと想定しないといけない。

助言：こういった時は、常に最悪の場合を想定して進めるほうが良い。今は「行かないと確認できないテーマ」が多いようだが、「行けなくてもできるテーマ」に変更する必要があるのではないだろうか。そのうえで、

行けたらより深く研究ができるようなものにするという方法もある。行く予定だった国とオンラインでつながり、交流をするのはどうだろうか。

助言：企業では、実際の営業活動などもオンラインで行っており、会社にあまり来なくてよいとしている。この環境を「普通」と考えて過ごす必要がある。対面は素晴らしいが、今日の会議のようにオンラインで話す機会も多くなってくるだろう。新しい環境を前提に進めていく必要がある。

助言：高校はオンライン授業時間に制限はあるのか？大学セメスターでは全部オンラインにしても良いことになっている。

議題：高3「Project in Science II」卒業研究のテーマ設定について

卒業研究の研究テーマ設定を、どのように導くかが難しい。また、研究について大学の先生のアドバイスを受ける機会を設けているが、アドバイスを受ける時期を巡り、研究が固まる前が良いのか、研究が進んでからが良いのか、で議論が分かれている。また生徒のテーマが様々で、大学でのアドバイスが難しいケースもある。

助言：連絡先を公開している研究者もいるので、そのような人にアドバイスをいただくことも可能かもしれない。研究のイメージがつかめていない生徒に、イメージさせるような工夫が必要ではないだろうか。

助言：研究テーマをリストアップして、そこから研究テーマを選ぶという方法もある。

議題：コンピテンシー・ベースの観点別評価について

自己評価アンケートでは、本校生徒の「自己肯定感」があまり高くないことがわかった。講座ごとでは、コンピテンシーの伸びに差異がみられる。こうしたデータを教員に開示して、データを囲んで授業担当者同士が対話をしていく、ということが個々の講座の授業改善につながると考えている。

助言：今後のどのようにしていくか、生徒へのフィードバックができるといい。企業では、毎年社員の意識調査を行っており、分析し多面観察を行うことで自分の欠点と気づきを行っている。参考してほしい。

質問：各講座とも評価の足並みがそろってしまうと相関がだんだん高くなってしまい、多様性が認められなくなってしまうのではないかと。相関が高くなっていくと、下の子はやってもダメ、上の子は伸びるということになるが、これからどうしていくか。

回答：学びに対する動機づけを高めることで、2極化を解消したいと考えている。

助言：学びの均一化に対して、「教養総合」でその問題を解消させていると発表会を見て感じた。勉強が好きではなさそうと思われる生徒も楽しんで発表していた。大学でも必要なことである。この力をどうやって図るかが課題であろう。アウシュビッツなど普段見ないような内容に、勉学で取り残されがちな生徒が触れる機会があるのは良いことだと思う。

議題：SSH事業の報告書作成にむけて

今年度は、本校は中間評価の年となっている。新たに「教養総合」を設置するなど、カリキュラムの改変は順調に進んでいる。教員から見ると、生徒の活性化が進んでいるように見える。生徒や保護者の「教養総合」に対する評判も良いが、この成果を具体的にどう表現するかで悩んでいる。

助言：教員アンケートの結果を踏まえ、教員へのフィードバックやワークショップが必要。やりっぱなしでなく、その結果こうした、ということが重要である。

助言：何のために評価があるのか、ということを教員間、生徒間でも話すことが必要ではないか。ポスターセッションでスポーツを科学的に明るく説明していたのが印象的。前向きに取り組むことに貢献しているのではないかと。

助言：SSHが始まる前、始まってからの変化をデータでまとめてほしい。文系志向が多いということだが、その変遷をデータ比較するとよい。評価した後に、次の一手を示せるとよい。中大理工学部と良い関係を作っているようなので、例えば研究室入試で合格できるシステムとか、他ではできないようなことはどうか。

助言：ポストコロナを視野に入れた計画を、申請時と同じくらいの取り組みで出してほしい。

助言を受けての取り組み

1. コロナ禍で、「教養総合 I」を始め、フィールドワークを実際に行うことが困難であったが、ONLINEを利用した調査、交流の方法を模索している。今年度は9月にカンボジア・シエムリアップと結んだ特別講座を、また2月には、オーストラリアの大学との交流事業を実施した。またSSH事業との一環ではないが、本校では台湾台北の高等学校と結んだ特別授業、シンガポールの学校との交流授業も実施した。
2. 助言の中にあつたJANICではなかったが、今年度は高1生徒に対し、ジャパン・プラットフォームを通じNGO 6団体を招き、社会の中の課題について考えさせるプログラムを実施した。生徒には、昨年度よりもより深く問題意識を持たせることができたと考えている。
3. SSH事業が始まる前と後の比較を、成績の変化で追う試みを行った。

資料3. 理工学部授業聴講生徒アンケート

高校3年生理系クラスを対象として、9月に中央大学理工学部の授業聴講を実施した。今年度はコロナ禍の影響で、大学の対面授業の再開が間に合わなかったため、大学生にオンライン配信された授業動画を視聴する方法に変更し、理工学部全10学科から「高校生にも理解しやすく、学科の特徴をつかめる授業」をそれぞれ2講座ずつ提供してもらった。授業動画は、大学教員の創意工夫により対面授業と遜色ないものが提供され、映像を静止したり、繰り返し視聴することで、理解を深めることができた。動画視聴形式は時間や講座数を従来よりも自由に設定することができるため、大学へ赴くことで高校の授業を受けられなくなるという対面聴講形式の難点も解消された。2講座以上選択することを課していたが、中には6講座視聴するものも複数名いた。

授業聴講を通じて、気づきや大学で挑戦したいことなどを考えさせる「振り返りレポート」と、興味を持った学科と授業聴講の感想を記述する「事後アンケート」を課題とした。多くの生徒が大学の授業は難しいというイメージを持っていたが、対象とする授業を絞り込んだこともあり、授業聴講後は興味を深めたり、やりがいを感じられるものという意識が変わった。また、高校での学びの重要性を再確認する機会になったという声が多数あがり、学習への取組にもいい影響があった。直接大学へ行くことはできなかったが、大学進学の学科選びでも大いに参考になったようである。

来年度も授業聴講を実施するには、社会情勢に大きく左右されることが予想されるが、従来の形式にとらわれず柔軟に対応していきたい。

振り返りレポート（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
基礎無機化学	高校の考え方や、また以前の考え方とは異なった最新で高度な知識を大学では学べると感じた。	元素の中には1種類ではない結合の手を持つものがあるが、どのような理論でなっているのかは知らなかったため、今回この授業を聞いて納得した。	π 結合、 σ 結合という単語は聞きなれなく、よく分からなかった。今まであまり考えてこなかった電子による様々な反応、現象を学んでみたい。	第一志望は都市環境だが、化学分野にも興味があるので他学科履修制度を利用して勉強したい。
画像・映像コンテンツ演習2	操作する側の使いやすさを追求しているところが重要だと思った。この学部の学生さんはここまでのものを作れるのかと素直に驚いた。	システムやアルゴリズムの定理などを組み合わせることで新たな意味を持たせられることができることを知った。数学でもいろんな公式や解き方を組み合わせさせて問題を解くが、プログラミングでもその本質は変わらないことに気づいた。	ドローンの配達日本ではなぜまだ始まらないのか調べてみた結果、試験的に配送が行われたことがあることが分かった。ドローン配達の課題を考えてみたところ、鳥などとの衝突が考えられた。鳥の飛び方は予測できないから、自動的にドローンがよければいいのか疑問に思った。	大学では、ユーザーの使いやすさ、見やすさを意識したものを作りたいと思った。この授業では全く知らない定理などがたくさんあって、それを組み合わせることで作品を作っていたので、基礎を怠らずに学んでいきたいと思った。
分子遺伝学	体内には正常な活動を行うための工夫がたくさんあり、それを理解することが重要だと思った。	tRNAやmRNAについて苦手の範囲だったが、詳しい図と説明のおかげで理解できた。	塩基配列の読み取り方についての学習が面白かったので、読み間違いによって起こってしまう具体的な例について学びたい。	大学では生命科に進み食についての勉強をしたいと考えていたが、この授業がとても面白かったので、遺伝の分野も深く学んでいきたいと思った。

メカトロニクス	制御系と設計系の両方をしっかり学ぶことで、イノベティブな物を作りやすくなる。	精密機械工学について、漠然としたイメージしかなかったのですが、他の学科の授業と関連付けて考えることができました。	私も怪我で1年以上リハビリに通っていたので、リハビリ器具などの設計はどのようなになっているのか人工筋肉の話を書いて興味が湧きました。	足の怪我のときに実際に経験した不便さやリハビリのやりにくさを改善できるような装置について考えていきたいです。
材料力学 I	材料力学は、建物や新幹線などを作る上で重要な学門であること。	高校で学習した化学、物理、数学を基盤とすることがわかったので大学入学前までに基礎を固めることが大事であると思いました。	自分は航空機に興味があるので、抵抗の少ない飛行機を設計するにはどのような形状や素材が必要なのかを知りたいと思いました。	誘導抗力の少ない飛行機的设计について研究したいと思いました。

事後アンケート (抜粋)	
興味を持った学科	授業聴講を終えての感想
経営システム工学科 人間総合理工学科	中央大学理工学部の冊子、ホームページなどで学科について何度も調べていましたが、それだけではわからなかった部分が見ることができました。今まで「本当に自分に合っているのか。」「具体的にどのような内容の授業なのか。」と様々な疑問と不安がありましたが、授業聴講を受けて、自分が興味のある学科が改めて見つき、ますますその学科に行きたいという気持ちが強くなりました。オンライン授業の様子が少しわかり、「もし来年度もオンライン授業だったらどのような進め方なのか。」という疑問も解決できました。
情報工学科	ドローンについての授業の学生の発表を見たのだが、ここまでできるようになるのか、と驚いた。実際の授業でやったことを体験できて良かった。
都市環境学科	水という身の回りにある一番重要なものの大切さ、危険性を理解することができた。水は私たちの生活には欠かせないものなので、理解を深めなければならないと思う。水に限らず私たちの生活の周りにも同じことが言える。都市環境学科はそれを学び応用できる学科なので興味を持った。
数学科	非常に難しかった。知らない単語、用語が多く、ついていくことができなかった。ただ、高校の内容のさらに深いことだということは認識できた。次回があるならば最初に3分程度で構わないので授業で出てくる用語の簡単な説明があるとより理解ができると思うので欲しい。
生命科学科 人間総合理工学科	もともと人間の体のことに興味があったので、生命科学科の分子遺伝学はとても面白かったです。人間総合理工学科の基礎生態学は、植物や動物がメインの授業かと思っていましたが、人間の行動学の話もあったので、とても興味深かったです。
精密機械工学科	初めて大学の授業を体験することができ、貴重な経験になりました。特に精密機械工学科では、機械の設計や制御だけでなく材料力学を勉強する必要性を授業聴講して強く感じました。大学入学前に高校で学習した内容を総復習し、大学の授業に備えたいです。
都市環境学科 応用化学科	地盤工学では実社会での応用例や理論を聞くことが出来て、興味深かった。応用化学は高校では説明されない深いところまで、教わったのでより理解が深まった。
物理学科	とても興味深いものだったが、高校の学習範囲を超えた数式などについては注釈などがあればより理解が深まったと思う。また、相対性理論については理論本体についてももう少し詳しく説明してほしい。

資料4. Chufu - Compass (行動特性評価項目一覧)

カテゴリー	キーワード	行動特徴	質問番号	レベル1 問題行動 回答番号①	レベル2 指示待ち行動 回答番号②	レベル3 自主的行動 回答番号③	レベル4 自律的行動 回答番号④	レベル5 自治的行動 回答番号⑤
I	学習する力 【理解力】	読み書きによって基礎学力を身につける。また、観ること、聴くこと、感じることで、広教養を身につける。		基礎学力が何を意味するのかわからない	基礎学力が何なのかを理解できている	基礎学力がある程度は身につけているが、一部に不安がある	基礎学力が身につけているが、複数の知識を関連づけることができない	基礎学力が身につけている。獲得した知識を関連づけて活用している
I-Q1	知識獲得	特定の分野だけでなく、幅広い分野で知識を深く習得することを継続する	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	②特定の分野においては十分な知識をもっていると思う	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している	④幅広い分野で知識を習得しており、それらを深くもようとしている	特定の分野だけでなく、幅広い分野で知識を深く習得している
I-Q2	情報収集	必要な情報を手に入れ、くわしく調べた上で取捨選択し自分のものとする	2	①何か必要な情報なのかわからないことが多い	②何か必要な情報なのかわかっているつもりである	③情報の必要性に気づき、それを集めることができる	④情報を入手し、くわしく調べた上で取捨選択し、自分のものとしている	情報を入手し、くわしく調べた上で取捨選択し、自分のものとしている
II	考える力 【問題解決力】	幅広い分野で問題をとらえる。また、習得した知識・知恵・技術を活用し、解決に向けて取り組む		身の周りには問題はないと感じている	与えられた課題を解くことには自信がある	問題の所在がわかり、それに対する解決策を探ろうとしている	問題の所在を把握し、それに対する解決策を立てられる	問題の所在を把握し、それに対する解決策を立て、実行している
II-Q1	課題発見	今の自分や周囲の状況に足りないものを把握し、取り組むべき課題を見つける	3	①何も足りないものはないと感じている	②与えられた課題は正しく理解できているつもりである	③与えられた課題だけでなく、新たな問題点を見つけようとしている	④与えられた課題だけでなく、自ら新しい課題を設定することができる	現状と目標を把握し、その間にギャップの中の問題を見つけられる
II-Q2	論理的思考	対象の本質を図式化して整理し、筋道立てて自分の意見や作業手順を組み上げることができる	4	①何か論理的なものがよくわからない	②複数の項目が並び、記号と矢印などを使って筋道立ててまとめることができる	③複数の項目を記号と矢印などを使って筋道立ててまとめることができる	④ほとんどの場合に記号と矢印などを使って図式化・構造化することができる	複雑な事象を整理し、図式化・構造化することができる
III	頼りにくい 【協力力】	自身を知り、受け入れ、自尊心を育む。また、自身の力を信じて切磋琢磨し、人間性を高める		自己肯定感を持って、努力する意味を見出せない	現在の自分を受け入れ、自尊心を育もうとしている	自分の力を信じて、切磋琢磨しようとしている	自分の力を信じて、切磋琢磨しようとしている	切磋琢磨を通じて、自分の力をさらに伸ばそうとしている
III-Q1	探究する意欲	旺盛な知的好奇心をもち、未知の知識を取り入れようとする	5	①新たな知識を得ようという姿勢など持っていない	②自分の興味のある分野については、知識を広くとろうとしている	③自分の興味のある分野以外でも、知見を広げようとしている	④自分の興味のある分野以外でも、継続的に知見を広げようとしている	幅広い知的好奇心をもち、新たな知識を取り入れようとしている
III-Q2	推論する力	できごとの要因や規則性をおしかり、仮説の確からしさを高めながら問題解決に向かう	6	①できごとの背後にある要因や規則性を見つけ出すことができない	②できごとの背後にある要因や規則性を見つけ出すことができる	③できごとの要因や規則性をおしかり、仮説の確からしさを高める努力をすることができる	④できごとの要因や規則性をおしかり、仮説の確からしさを高める努力を継続的にしている	できごとの要因や規則性をおしかり、仮説の確からしさを高めながら問題を解決することができる
IV	やるべきこと 【自覚力】	目標を高く定め、計画的に行動する。また、達成に向けて諦めずに粘り強く努力する		目標を見つけようと思わず、与えられても達成しようと思わない	目標があるとそれを達成しようと思える努力をする	自ら目標を定め、その実現のため目標を考え、達成に向けて諦めずに努力することができる	自ら高い目標を定め、その実現のため目標を考え、達成に向けて諦めずに努力することができる	自ら目標を定め、その実現のために努力することが日常的にできる
IV-Q1	目標設定	自らを高めるための適切な目標を設定する	7	①そもそも目標を設定することができない	②目標を設定することはできていると思う	③適切な目標を設定することができると思う	④適切で明確な目標を設定することができると思う	適切で明確な目標を設定し、その意義を説明することができる
IV-Q2	計画管理	目標達成のために必要な日常生活の管理(時間・健康・金銭)を行う	8	①スケジュール管理などしたことないし、する意味も感じていない	②スケジュール管理はできていると思う	③計画に基づいたスケジュール管理を行っており、定期的なチェックもできていると思う	④計画に基づいたスケジュール管理を行っており、定期的なチェックも欠かさず、その結果を実践へと反映できていると思う	計画に基づいたスケジュールの管理を十全に行っており、想定しているリスクに対しても対処できる
V(1)	理解する力 【コミュニケーション力】	他人の意見を聞き、その意見を尊重する。また、記述された内容を正しく理解する		相手を理解し、相手に自分の意見を伝えることができない	相手の意見を一通り理解することはできる	相手の意見を一通り理解した上で、その要旨を把握することができる	相手の意見を一通り理解した上で、その要旨をまとめることができる	相手の意見を聞き、自分の意見を伝えることで円滑なコミュニケーションを図っている
01	傾聴力	他人の意見を聞き、正しく理解し、尊重する	9	①他人の意見を聞こうと思わず、自分の意見にこだわってしまうことがある	②相手の意見に耳を傾けようとしている	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	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	相手の意見を十分理解している
02	内容理解	記述された内容を正しく理解する	10	①記述された内容が理解できなくてもあまり気にしない	②記述された内容を理解しようとしている	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	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	記述された内容を十分理解している
V(2)	伝える力 【コミュニケーション力】	他人が理解できるように正確に記述する。また、適切な手順・手段を用いてわかりやすく・効果的に自分の意見を伝える		相手を理解し、相手に自分の意見を伝えることができない	相手の意見を一通り理解し、相手に自分の意見を一通り伝えることができる	相手の意見を一通り理解した上で、自分の意見の伝え方に工夫を加えることができる	相手が納得するような意見の伝え方をすることができる	相手の意見を聞き、自分の意見を伝えることで円滑なコミュニケーションを図っている
01	記述力	正しい文章で他人が理解できるように記述する	11	①自分が書いた文章に誤りがある場合が多い	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	③正しい文をつづいて、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	④正しい文をつづきだけでなく、他人の理解をうながすよう工夫して書くことができると思う	正しい文章で、他人が理解できるように記述することができる
02	説明力	適切な手順・手段を用いてわかりやすく説明し、自分の意見を効果的に伝える	12	①相手によりわかりやすく説明することができず、説明が効果的でない	②相手によりわかりやすく説明しようとしている	③相手によりわかりやすく説明できる程度できていると思う	④相手によりわかりやすく説明をほめてもらえると思う	効果的な手順・手段を用いてわかりやすく説明できている
VI	協力の力 【組織的行動力】	お互いの存在を認め合い、信頼関係を築く。また、倫理観をもって、集団の一員としての責任を果たし、協調して物事をやり遂げる		チームで作業ができない、自己中心的な行動をとる	指示されると作業できるが、目標を達成するために自ら動くことはしない	チームでの作業、行動において共通の目標を理解している	チームでの作業、行動において共通の目標を理解し、達成のために当事者意識をもって行動している	チームでの作業、行動において共通の目標を理解し、達成するために当事者意識をもって行動している
VI-Q1	共創力	共通の目標を達成するためお互いの考えを尊重し、信頼関係を築くような行動をとる	13	①そもそもチームで作業することが苦手だ	②チームで作業はできるが、自ら動くことはしない	③チームでの作業において、チームとしての共通の目標を理解しようとしている	④チームでの作業において、共通の目標を理解し、それを達成するために当事者意識をもって行動している	チームでの作業において共通の目標を理解し、達成するため、チームに当事者意識をもって行動している
VI-Q2	行動力	先に立って実践する、先に立って模範を示し、他を誘導する	14	①そもそも自分には行動力がないと思う	②行動しているが、他者に従って、あるいは真似していることが多い	③自分の意志・判断で行動していると思う	④自分の意志・判断で責任をもって行動していると思う	先に立って実践している

資料5

2020年度教養総合Ⅲ（理系卒業研究）テーマ一覧表

	分野	卒業研究テーマ
1	数学分野	三角形における2次ベジェ曲線により定まる楕円の性質—シュタイナーの内接楕円・外接楕円との関係—
2	物理分野	フラフープについての力学—回転数と回転持続時間の関係—
3	物理分野	ムササビの滑空の仕組みとその理由—滑空モデルを用いた風洞実験—
4	物理分野	犬の耳介形状と音響特性についての研究
5	物理分野	ウイングレットにおける翼下面による翼端渦の抑制効果
6	物理分野	麺料理のスープのとろみと汁はねの関係
7	物理分野	野球のバットングにおいて効率的に打球を飛ばすスイング軌道の探究
8	物理分野	交通事故と交差点環境の分析
9	物理分野	中央大学附属高校2号館の常時微動の計測
10	物理分野	ペットボトルロケットの水の噴射の様子と良いペットボトルの形状
11	物理分野	プラットホームの昇降施設の効率的利用法の検討
12	物理分野	スクランブル交差点における立ち止まり行為と衝突事故のシミュレーション
13	物理分野	ダイラタンシー減少がなぜ起こるかまたその使い道
14	物理分野	地震発生時の最善の対処方法
15	物理分野	東京ディズニーリゾートにおける過去のイベントと実績に基づく入場者数の予想
16	物理分野	タイヤに加わる荷重と摩擦力の関係
17	物理分野	建築模型を用いた振動計測についての研究
18	物理分野	小型下掛け水車の効率化
19	化学分野	柑橘系フルーツから抽出したリモネンによる洗浄効果
20	化学分野	玉ねぎに含まれる硫黄の検出
21	化学分野	緑茶の消臭効果の検証
22	化学分野	ミネラルウォーターの硬度と地形
23	化学分野	ルミノール発光
24	化学分野	Sn-Pb合金の混合比による電位差の違い
25	化学分野	白色LEDとスマホカメラを使ったpHの簡易非接触型測定方法
26	化学分野	海岸のマイクロプラスチック比較
27	化学分野	ダニエル電池のマイクロスケール実験—持続時間と起電力の変化—
28	化学分野	布の種類によって汚れの吸収の仕方の違いが発生する理由
29	化学分野	焼き菓子における砂糖の機能—砂糖の分子量と膨張率の相関—
30	化学分野	アセチルサリチル酸の合成
31	化学分野	珪藻土の吸湿・吸水・放湿性能について
32	化学分野	効率のいい呼吸法
33	化学分野	うどん名人ソフトの作成(気温と湿度を考慮してうどんを作る)
34	化学分野	ポリ乳酸の加水分解
35	化学分野	スクロースの持つデンプンの老化阻止効果について
36	化学分野	紙の油の吸収性
37	化学分野	冷凍方法の工夫が解凍後のドリップ量に及ぼす影響
38	化学分野	お茶の種類における体温上昇の差について
39	化学分野	化学発光
40	化学分野	布による撥水性の違い
41	生物分野	加治丘陵でのキノコ分布調査
42	生物分野	ヒヨケザルの体毛と休息場所の樹皮の写真画像処理し擬態の可能性について調べる
43	生物分野	東京都稲城市の外来植物の分布について
44	生物分野	アルコール発酵実験の時間短縮化
45	生物分野	脳波計を用いたアロマキャンドルによるリラックス効果の検証
46	生物分野	酸性雨に含まれる硝酸イオンによる植物の成長阻害の有無
47	生物分野	モーツァルトの楽曲によるリラクゼーション効果の検証
48	生物分野	国分寺市のプラナリアの生息条件
49	生物分野	サンゴのカルシウム吸収と水質の研究
50	生物分野	多色着色料 バタフライピーの可能性
51	生物分野	刺激と脳波の関係
52	生物分野	野川の生態系
53	地学分野	てんびん座β星の減光の解明
54	地学分野	星座撮影におけるAPEX関係式の応用

