

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1年次



平成31年3月
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

本校が2018年度にSSH認定の第一期校としてスタートするにあたり、私が最も強く意識したのは、初中等教育機関の社会的責任であった。

文科省は、高大接続改革につき、有識者による継続・集中的な検討を経て、高校での教育のみならず、大学での教育においても、知識を前提とした思考を積極的に発揮する能力の育成が重要であるとした。しかし、その能力は、可変な社会を生き抜く能力の言い換えに過ぎず、教育を進めるうえではあまりにも指針として抽象的であるし、また、それがためにその能力の育成方法につき、具体的なイメージを持ちづらい。そこで、教育機関にとって、社会に貢献できる人材を意識的に育てる仕組みの確立は、社会の根幹を構成する人材育成を任された私たちの責務であり、同時に、粉骨砕身の思いで教育に携わる教員の大きな励みにもなることは言うまでもない。

多くのSSH校でも、生徒に科学的な実験の機会を与えるに際して、コンピテンシー評価の重要性を前提に、研究成果の評価方法の開発に積極的に取り組んでいるところである。まさに、本校のSSH研究課題の求める到達点も、可変的な社会を生き抜くための能力を抽出し、その個別能力を意識した教育方法と成果評価方法を確立することにある。そこで、SSH研究の内容やその成功の可否の判断の対象となるのは生徒の行う科学研究自体ではなく、研究を導く指針・基準やその実現方法である。すなわち、評価方法の確立には、科学研究の重要性に関する教育や啓蒙活動を前提として、実際に生徒が研究活動を行っていくうえで不可欠となる研究課題の設定、研究計画策定、研究の遂行や研究結果の取りまとめに至るまでの全体を通じて、研究全体の遂行状況やその問題点ならびにその改善の取り組みを我々が仮説として設定したコンピテンシーを中心とした評価基準と照らし合わせて把握することが前提となる。この現状把握がいかに精確に行われるかが、今後の研究計画遂行にとって重要性を持つ。

SSH計画の1年目は、その意味での現状把握に尽力してきた。特に、本校以外の生徒の研究発表や本校以外の機関の協力を触れる機会を得ることにより、どのような指導体制や指導方針の下で生徒の研究が実施されたかを知ることができた。また、内外で実施された講演会を通じて、科学研究の意義や研究手法について知見を得ることができた。今後もこの緻密な作業を続けつつ、理想的な指導指針や評価手法を解明することが我々の責務である。

最後に恐縮であるが、実に様々な形で我が校に刺激をくださった他校の生徒または教職員を中心とした関係各位の皆様には、心より御礼申し上げたい。また、我が校におけるSSHの取り組みを支えてこられた本校教員や中央大学理工学部教員の方々に、感謝申し上げます。この報告書は、1年目の記録に過ぎないが、その記録の価値は本研究の成果により判断されるものと自戒し、来年度も、さらに研究を進展させる所存である。

目次

第1編 要約	3
I. 平成30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	3
II. 平成30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	5
第2編 実施報告(本文)	9
I. 研究の課題	9
II. 研究開発の経緯	13
III. 研究開発の内容	16
1. 仮説1	16
「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 本校カリキュラムと理数科教育の実績	16
② 今年度実施した「教養総合Ⅰ」	20
③ 「教養総合Ⅰ」のProject in Scienceについて	21
1) マレーシアの自然調査と観光資源開発	21
2) 光とオーロラの探求	23
3) 数学・英語で学び考える(Report on the Mathematics in English Class)	26
4) トレーニング科学	28
④ 卒業研究にむけた高大連携の取り組みの実績	30
⑤ 学校設定科目「教養総合Ⅰ」から「教養総合Ⅱ・Ⅲ」への展開	32
⑥ 科学技術系部活動の取り組み	33
⑦ 理系教育への啓蒙活動	36
2. 仮説2	38
「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。」	
① 2018年度までのProject in Englishの取り組み	38
② 今後の展望と授業概要	40
3. 仮説3	42
「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。」	
① “C-compass”と“Chufu-compass”	42
② 調査概要	43
③ 単純集計の分析	44
④ 中大附属生徒の特徴	45
⑤ クラスター分析とクロス分析	45
⑥ 結果と考察	45
⑦ 「10年トランジション調査」との関連	46
⑧ 今後の課題	46
第3編 実施の効果とその成果	53
第4編 次年度にむけた研究開発の方向性	56
関係資料	
1. 教育課程表	58
2. 運営指導委員会の記録	59
3. 生徒卒業研究テーマ一覧	60

中央大学附属高等学校	指定第1期目	30~34
------------	--------	-------

①平成30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 今年度3年生では個々人で課題を設定し卒業研究を行った。今年度から、この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」を開発。2年次「教養総合Ⅰ」（2単位）では、課題発見および解決能力の育成をめざす。次年度より3年次で「教養総合Ⅱ」（2単位×2講座）を設置し、論理的思考力や分析力を養い、卒業研究という「教養総合Ⅲ」として探究する力、伝える力等の育成をはかる。</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 次年度からの開発テーマ。「Project in English」はこれまで5カ年間のプロジェクトだが、次年度より高校3年でも実施し、科学技術分野の先行研究調査や卒業研究、およびプレゼンテーションにおいて英語活用が重要であることを自覚させる。</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 フィールドワーク・調査にとりくむ「教養総合Ⅰ」は課題設定・解決能力育成を図るが、教員と生徒のインタラクティブな関係性も不可欠である。コンピテンシー・ベースの観点別評価とルーブリック作成により、つねに互いが検証し、双方の知的好奇心が高まることを模索している。</p>
③ 平成30年度実施規模	<p>3学年：理系クラス（42名） 卒業研究（課題研究）を実施 2学年：学校設定科目「教養総合Ⅰ」を実施 2学年408名が対象 特に「Project in ScienceⅠ」に属する「マレーシアの自然調査と観光資源開拓（ランカウイ島）」（38名） 「光とオーロラの探究（フィンランド）」（40名）「英語で数学を学び考える（カナダ）」（35名）「トレーニング科学（JISS 他国内各地）」（26名）は、SSHでの科学技術人材育成の重点対象 合計139名 1学年 396名 全生徒対象の講演会・校内発表会実施</p>
④ 研究開発内容	<p>○平成30年度の研究開発の内容</p> <p>1 生徒課題研究「教養総合Ⅰ」および「Project in ScienceⅠ・Ⅱ」の開発 高2・高3にまたがって段階的な課題研究の指導を行える体制の開発（次年度以降）。課題研究の指導体制を教員の教科枠組みを超えて牽引できる体制をめざす。高2では国内外でのフィールドワークを伴う課題研究を実施し、高3理系では個々人で実験設計を行う卒業研究を課した。</p> <p>2 高大連携プログラムの開発 3年生対象で「理工学部授業聴講」「卒業研究アドバイス」「卒業研究発表会」を実施。</p> <p>3 科学技術人材育成に特化した英語科授業「Project in EnglishⅢ」の開発準備 「Project in EnglishⅢ」は平成31年度開講科目。理系コースに在籍する生徒に特化した英語科授業を、理数系教科と英語科が共同で開発する。</p> <p>4 コンピテンシー・ベース観点別評価体制の開発 理数系教育における「知識・技能」育成に加え、生徒内面に育まれる資質といった観点も加えた総合的なルーブリック・評価体制を開発する。大学進学後も可能な限り追跡調査を行い、本校教育課程や評価を改善するためのデータ収集が行える体制を確立する。大学附属校としての利点を活かし、高大接続の取り組みを</p>

強化し、教育改善に取り組む。

5 校外での生徒活動促進

従来、課題研究に関する校外での生徒活動は、科学系部活動に所属する生徒の活動が大半を占めていた。認定を契機に、科学系部活動に所属していない一般生徒に対しても、校外での活動を促進するため学校設定科目「教養総合Ⅰ」でのフィールドワーク研究と発表学習も行う。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

高校2年 学校設定科目「教養総合Ⅰ」（2単位）は「総合的な探究（学習）の時間」に充当。

○平成30年度の教育課程の内容

2年次「教養総合Ⅰ」（1科目2単位） ※3年次「教養総合Ⅱ」（2科目2単位）は次年度以降の実施。

文系卒業論文および理系卒業研究

※次年度は「Project in ScienceⅡ」として実験・調査の時間を含んだ「教養総合Ⅲ」（3単位）

○具体的な研究事項・活動内容

SSHへの取り組みは新規分掌学事部を設置し、文理を問わずSSH関連事業の業務を執り行った。今後は生徒の発表活動やさらなる学内SSH取り組みを深めることで、教職員および生徒の科学的諸問題への意識を高めていく。3年理系4月時に卒業研究テーマ設定をスタートさせたが、時期が遅いという指摘もあった。

2年次の「教養総合Ⅰ」や1年次に全学的に関与させるSSH系講演会や学内発表を全学的な取り組みと位置づけ、問題発見の意識、研究テーマ設定への意識を高めていく必要がある。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による成果とその評価

8月のSSH全国生徒研究発表会や12月都内SSH校発表会に参加した生徒は、科学的なものの見方、発表を通じて伝える力や伝えるために必要な論理的思考力の重要性を感じていた。また、2年生「教養総合Ⅰ」でのフィールドワークを通じて探究心や継続的な研究をもとめる意識も高まった。3年理系の「卒業研究」では、実験・調査を継続して行う、考え抜く力を身につけ、1月の卒業研究発表を通じて、表現するために必要な表現力の重要性も意識した。

○実施上の課題と今後の取組

1 SSHへの取り組みに関する教職員のインセンティブ向上

教員が文理の枠を超え、科学技術研究へ関心を持つことの重要性を強く認識した。文理の枠を超えた2年次の学校設定教科「教養総合Ⅰ」への各教員の積極的な関与がさらに求められる。

2 学校設定科目「教養総合Ⅰ」の授業改善とコンピテンシー評価基準の開発

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

3 理系課題研究への取り組み

今年度3年生は、研究テーマの設定でゆらぐ生徒も多かった。研究の妥当性や仮説の立て方、実験調査での濃密さではまだ物足りない生徒も多く見られた。次年度は理系卒業研究としての「教養総合Ⅲ」で、これまで3年間実施してきた理系の卒業研究、特に今年度の理系卒業研究に従事した生徒たちの取り組みよりもより速やかに研究を推進する必要がある。

4 コンピテンシー調査分析とルーブリック作成、自律的学びへ

コンピテンシー調査における他校比較では、都立科学技術高校、都立多摩科学技術高校に比べて、自主的行動、自律的行動がとれておらず、指示待ち行動にとどまっている生徒が目立った。教育理念である「自主自治自律」を意識させる学びに向うことが大きな課題である。

中央大学附属高等学校	指定第 1 期目	30~34
------------	----------	-------

②平成30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」（講座選択制）のうち「Project in ScienceⅠ」（4講座）を、科学技術人材育成の足がかりとして位置づけた。その講座の一貫として10月に実施された研究旅行・フィールド・ワークを通じて、現実社会への観察力・洞察力、あるいは課題発見能力の育成を試みた。</p> <p>「マレーシア・ランカウイ島」での自然調査ではサンゴ復元プログラムを毎年実施することで、経年変化、成長を観察することが可能となった。同一場所でのフィールド・ワークを毎年重ねることで、今後の観光資源開発と維持、持続可能な開発への眼差し、持続可能な社会への意識を高める契機になっている。また、サンゴ礁の研究者である渡邊剛先生（北海道大学）の講演会を全校生徒対象に実施したことは、次年度以降のマレーシア・ランカウイ島の調査研究に関与する生徒にとっては大きな刺激になった。継続的な学校内外での知識修得とフィールド・ワークのリンクがより強固なものになっていくことが期待される。</p> <p>カナダ・オタワ大学を訪問する、「数学・英語で学び考える」では英語を学ぶことを自己目的化するのではなく、ひとつのツールとしての英語の価値を重視している象徴的な一例である。この講座では普通の授業においても数学科教員が英語でレクチャーや対話することで生徒の英語での数学的思考を意識させている。12月23日に開催された東京都内SSH合同発表会では、英語でポスター製作し、外国人留学生等と数学について英語でやりとりをする場面もあり、生徒の満足げな表情も見られ、さらに英語で学ぶことの重要性を痛感したといった点が大きな成果であろう。この試みは次年度以降実施の開発プログラムとしての学校設定教科「Project in EnglishⅢ」の企画へも大きな示唆を与えた。</p> <p>フィンランド・ロヴァニエミを拠点にオーロラ観察を行った講座「光とオーロラの探究」は募集段階から生徒の人気講座であるが、調査地が遠方で、旅費と行程に厳しさがあるところが大きな課題となった。次年度は諸条件が整わず実施を見合わせるようになったが、現象がおこるコンディションについて物理学的考察をさらに深める契機となったと実感していた。</p> <p>講座「トレーニング科学」はスポーツ科学に素養のある保健体育科の教員が担当となる分野融合型の講座である。スポーツに関心のある生徒は多数在籍するが、身体のメカニズムや各種スポーツに必要とされる体力、筋力アップやそのためのトレーニングについて、食欲に考察を深めていく生徒が多くいたところがこの講座設置の大きな成果である。本年度は、帝京平成大学や国立スポーツ科学センター職員との懇談等も授業に盛り込んだが、今後ナショナルトレーニングセンターや各種研究機関、大学でのスポーツ科学研究部署等とタイアップしていくことが可能となれば、より具体的な研究の可能性も期待できる講座である。</p> <p>従来からあった3年次選択科目を学校設定教科「教養総合Ⅱ」と名称を変更し、講座内容をさらに充実させた。また、次年度以降は従来から行っていた卒業論文および卒業研究を「教養総合Ⅲ」として位置づけ、論理的な考察を表現する力、発信する力の育成をめざす。「教養総合Ⅱ」は3年文系対象の学校設定教科であるが、次年度「教養総合Ⅲ」の「表現研究」での卒業論文作成を意識し、その論理的な考え方、方法論を学び、文理分野融合型の講座を設置している。いくつかの講座では社会科学系の学問としての「科学的」な学びの重要性を随所に盛り込んでいる。一方次年度理系「教養総合Ⅲ」では、2年次「教養総合Ⅰ」で行った</p>	

探究活動、フィールド・ワークおよび研究旅行、そしてポスターセッション参加等を通じてのプレゼンテーション能力を下地としながら3年「Project in Science II」（3単位）でより濃密な探究活動を行う「卒業研究」に取り組む。今年度は従来型の卒業研究としての実施であったが、理工学部での研究発表会では、自らの発信する力で達成感と課題の双方を見出していた点が大きな成果である。2023年学習指導要領の改訂に伴って、今年度12月より教職員で構成するカリキュラム検討委員会を設置した。SSHの運営を担う分掌学事部と協働しつつ、次代のサイエンスを担う探究心旺盛な生徒育成のために、現在の「教養総合」のあり方、問題点を分析し、さらなるSSHカリキュラム開発と発展を続けていくつもりである。

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

これまで中高を通じて5カ年間のプロジェクト型英語の授業を推進し、生徒の能動的な英語への取り組み・実践の機会を強化してきた。英語ネイティブ専任教員による丁寧な指導は、生徒の満足度の高いものであった。プレゼンテーションとして社会問題、自然環境問題等について動画を製作したり、ニュース形式他多様な形態での英語での発表機会を増やすことで、他者を意識した説明する力の重要性を意識した生徒が今年は目立ってきた。この学校設定科目「Project in English」の集大成として、SSHの取り組みの一貫として最終学年に配置する「Project in English III」は次年度以降の取り組みとなるが、「教養総合I」でのカナダやマレーシア等への海外実地調査で英語が求められていることを痛感する生徒が多数でてきており、台湾を始めアジア諸国との交流においても外国語修得が必要なこと、また研究論文を作成するうえで海外の先行研究を調べるにあたって英語の必要性を意識した生徒が増えてきた。こういった生徒を刺激する科目として、英語での論文作成やプレゼンテーション等に物怖じしない生徒が多数生まれる状況を作っていきたい。

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。

中央大学で運用されている「C-compass」を踏まえ、高校生対象の「Chufu-compass」なる学びに関する自己評価システムを構築した。この自己評価調査を本校1、2年生全員および3年理系生徒対象に実施した。この目的として、学校の授業で受動的に知識や技能を修得するだけでなく、学びへの能動的な意識、主体性の獲得やキャリア意識も高めることを目指している。今年度は認定初年度のため、在校生のみの調査であったが、次年度以降継続調査を行い、理工学部在籍中の卒業生への調査協力なども得て、大学で積極的に学ぶ先輩学生たちのコンピテンシーと比較検討することで、高校での学び、授業のあり方をダイナミックなものにしていく。この指標に関しては、固定的、ステレオタイプのものとして考えるのではなく、調査自体でのトライ&エラーを意識しながら、問い方や調査方法など次年度以降もアップデートしていくべきものとしてとらえている。

今年度の調査結果として、知識に関する側面の分析では、新たな知識を獲得しようとする「意欲」があるかどうかが問題となった。自己認識として「適切な目標設定」とそれに基づいた進捗状況の「定期的なチェック」＝「振り返り」ができていないという問題点も露見した。また、他者を意識したうえでの説明を苦手としている、つまり「他者意識」に基づいたアウトプット（記述力と説明力）の点で脆弱であることもわかった。生徒個人個人の感想をみても、この調査により自己の在り様を冷静に判断し、相対化する契機になった点は大きな成果といえる。また、他校調査も実施し、他校との差異も明らかになったが、本校2年次実施の「教養総合I」の選択講座ごとに異なるコンピテンシー特性があることも明瞭になってきた。その異なる結果を担当者会議で討議しあいながら、次年度の講座内容のバージョンアップに活かしていきたい。

平成30年度の研究開発の内容

1 生徒課題研究「教養総合I」および「Project in Science I・II」の開発

「Project in Science I」は、国内外への研究旅行、フィールド・ワークを含んだ「教養総合I」として

実施した。本年度は、① マレーシア・ランカウイ島 ② カナダ・オタワ大学で数学を英語で学び考える ③ フィンランドでの光とオーロラ探究 ④ トレーニング科学の4講座を開講した。今年度までは上記「教養総合Ⅰ」を2年次に受講していない3年生であったため、複数学年にまたがって指導する学校設定教科「教養総合」の成果は次年度以降判明することとなる。

今年度3年次では文系には卒業論文を課し、理系は卒業研究に取り組んだ。生徒課題研究「Project in ScienceⅡ」の前哨戦として、これら今年度の取り組みを位置づけた。本年度はSSH認定をうけたことが生徒にとって刺激となり、少なくとも理系、科学技術分野での研究を追及し、途中で脱落する生徒が1名もいなかった。しかしながら、課題研究のレベル、入念な実験によるデータ収集量の少なさといった問題点も明確になった。1月25日に中大後楽園キャンパスで開催された卒業研究発表会では理工学部教職員のご助言もいただき、今後の課題も明確になりつつある。

2 高大連携プログラムの開発

3年生対象に、中央大学理工学部との連携事業を実施。1学期6月に理工学部の授業を体験する「授業聴講」、2学期に執筆途中の卒業論文について理工学部教員から助言を受ける「卒業論文アドバイス」、3学期1月25日にはその成果として研究を発表する「卒業研究発表会」を実施し、理工学部教職員から厳しいアドバイスをいただいた。

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

「Project in EnglishⅢ」は平成31年度開講科目のため、平成30年度は授業計画の策定を行った。これまでの英語科のプロジェクト型授業の検証を行う一方、従来型の英語教育も継続し、全生徒に共通した内容で実施している。次年度以降、理系コースに在籍する生徒に向けた、科学技術人材育成に特化した英語科授業を、理数系教科と英語科が共同で開発する。授業は生徒活動を主体としたPBL型の授業とし、実際に科学技術の場面での活用を想定したものとする。

4 コンピテンシー・ベース観点別評価体制の開発

評価の見直しといった文脈で、理数系教育における「知識・技能」修得や「思考力・判断力・表現力」育成に加え、生徒の内面に育まれる「学びに向かう力」といった資質などの観点も加えた総合的な評価体制、ルーブリック作成を開始した。本校卒業生に対して理工学部進学後も追跡調査を行い、本校の教育課程やその評価のあり方を改善するためのデータ収集が行える体制を開発し、大学附属校としての利点を活かし、高大接続に向けた取り組みを強化していく。高校と大学の教職員が普段から教育のありようと課題について協議し、高等学校の教育改善に取り組む体制を開発する。また、本校内でのコンピテンシー調査は高校1年、高校2年、及び高校3年理系コースで実施し、他校生徒との比較などの観点を加えつつ、担当教員の討議も繰り返し実施し、互いの授業改善のためにフィードバックを行っている。

5 校外での生徒活動促進

従来の課題研究にかかわる校外での生徒活動は、科学系部活動に所属する生徒による活動が大半を占め、他の生徒への校外活動が促進されていなかった。次代のイノベーションを担う理数系人材は、グローバル化が加速する社会において積極的に活躍していくべきであり、そのための国際性を育み、多様な社会との関わりを意識することが必要である。そういった観点からも、校内発表会への全校的取り組みなど適宜行い、科学系部活動に所属していない一般の生徒に対しても、校外での活動を促進していく。2月20日に本校で開催するSSH研究発表会では、理系生徒の卒業研究発表のみならず高校2年生「教養総合Ⅰ」の全講座の生徒がポスター発表を行い、高校1年生や中学生に対して説明することを契機として、生徒によるSSHの啓発活動を行う。また、12月実施の都内SSH校合同発表会への参加も奨励し、結果今年度合計16チームがポスター発表に参加した。

② 研究開発の課題

1 SSHの取り組みに関する教職員と生徒のインセンティブ向上

SSHの取り組みに関して校内関係者の認知や意欲を高めることは、本校にとっても大きな課題である。今年度は生徒や保護者、教職員の関心を高める啓発活動の一環として、講演会を複数回開催したが、クラブ活動や生徒指導に忙殺され、結果参加できない教職員が多かった。一方12月23日に、工学院大学新宿キャンパスで開催された都内SSH校合同発表会に出向いた教職員は、生徒たちが積極的に参加し、生き生きとした表情で来場者に説明している様子を見て、この取り組みが大変意義深いものであることを実感した。2月20日には本校内にてSSHの発表会、ポスターセッションを実施し、2年生「Project in Science I」の4講座を中心に「教養総合I」に関する発表や3年理系の卒業研究の発表を行った。中学生もふくめ、より多くの生徒が聴講できる場を設けることで、サイエンスへの取り組みへの興味関心が高まる契機になるのではないかと考えている。また、3年卒業研究では、アドバイスの点で専ら理科教員への依存度が高い本年度であったが、他教科教員が文理の枠を超え、生徒の研究へ関心を持ち、時として助言・アドバイスができるかどうかがこのからのSSH活動の橋頭堡になるのではないかと考えている。そういった意味でも、文理の枠を超えた2年次の学校設定教科「教養総合I」への各教員の積極的な関与が求められる。

2 学校設定科目「教養総合I」の授業改善とコンピテンシー評価の活用

初年度実施であるために、今年度2年次「教養総合I」において、どれほどの課題発見能力、洞察力や探究力を培うことができたか分析できてはいないが、「教養総合I」各講座でコンピテンシー調査を行い、さらに担当者会議を随時行うことで、生徒の自己意識、行動特性等の講座ごとの差異について検討し、それぞれの授業での実践、取り組み方法を検証する機会とした。継続的な会議での反省を踏まえ、次年度2年目の「教養総合I」ではアップデートした形での授業を展開し、結果次年度の生徒のコンピテンシーも今年度とは異なったものになることを期待している。

3 理系課題研究への取り組み

今年度3年理系の卒業研究では、夏休みから9月にかけて未だ研究テーマの設定でゆらぐ生徒も多かった。一昨年までの卒業研究では、テーマ設定の遅れや実験調査を行う過程で挫折し、文系的考察の卒業論文への転換を余儀なくされた生徒も数名いたが、本年度は全員理系での卒業研究を継続した点は評価できる。しかしながら、研究の妥当性や仮説の立て方、入念な先行研究調査、実験調査での濃密さでは、物足りない生徒も多く見られた。次年度は、2年で「教養総合I」を経験した生徒が3年生となる点で、今年度の理系卒業研究に取り組んだ生徒たちよりも、課題発見と研究への取り組み姿勢がいち早く整うことを期待している。

4 コンピテンシー・ベース観点別評価の分析

今回のコンピテンシー評価では、本校では指示待ち行動レベルが多く、自主的行動、自律的行動をとれていると自己評価する生徒が少なかった。これは、同一調査を他校にも行い、それを比較したことで顕著になった問題点である。今年度は、近隣でSSH認定を受けている都立多摩科学技術高校とSSH認定校としてこれまで多様な経験を重ねてきた都立科学技術高校にも同一調査を依頼した。本校は、「自主・自治・自律」を教育理念として掲げて、自由や責任を重視する学校であったが、他校比較でいうと（あくまで現時点ではこの2校比較であるが）、本校生徒の問題行動あるいは指示待ち行動といった受動的な態度が他校よりも目立っていた。これらの結果の比較分析会を12月に多摩科学技術高校の先生方と設け、それぞれの学校特性と課題を認識するよい機会にもなった。また現在、中央大学の他の附属高校、中央大学杉並高校、中央大学高校、中央大学附属横浜高校にも同様の調査を依頼し、附属高校各生徒の意識・行動特性の異同について分析をはじめるところである。

第2編 実施報告（本文）

I. 研究の課題

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. 研究開発期間

2018年4月1日～2023年3月31日の（今年度は初年度）

3. 研究の目的

本校の教育方針は「自主・自治・自律」にあり、自ら考え、自ら責任ある行動が取れる生徒を育成することを目標としている。中央大学では、ユニバーシティ・メッセージとして「行動する知性－Knowledge into Action－」を掲げており、本校は、「自主・自治・自律」の精神の下で、大学進学後に、「行動する知性」を体現しうる人間を、中高6年間のなかで育むよう努めている。従来から10000字の卒業論文を課すなど、生徒の分析力、考察力を高める授業を展開してきたが、2017年度に大幅にカリキュラムを改変し、学校設定科目として「教養総合」を設置し、課題解決型の授業を拡充した。

本校は、従来から、「イノベーションの創出を担う科学技術人材の育成」を目指し、1、2学年では、幅広い教養を構築することを目的に、文理を問わず全科目主義をとり、3学年では、専門性を特化させ、文系、理系コースに分けるカリキュラムを編成してきた。これまでの教育実践の積み重ねにより、近年では、課題研究を中心として生徒の校外での競技会、発表会への参加も増加しつつある。

本研究開発の目的は、本校における理数系教育課程の現状分析を通して抽出した課題を解決するための研究開発を行い、次代のイノベーションの創出を担う科学技術人材を育成する理数系教育課程を創り上げることにある。本研究開発では、従来からの理数系教育課程の土台の上に、学校設定科目「教養総合」「Project in English III」の授業開発を行うことで、課題研究への指導、及び科学技術人材育成に特化した英語教育を強化する。さらに、生徒の表面的な能力だけでなく、その内面に育まれる資質まで含んだ評価と指導を行うため、コンピテンシー・ベースの観点別評価体制を開発する。これらの研究開発により、次代のイノベーションの創出を担う科学技術人材を育成する新たな理数系教育課程を創り上げることを目指している。

次代のイノベーションの創出を担う科学技術人材は、大学進学後にさらに活躍できる人材であるべきだと考えている。この観点に基づき、研究開発においては、本校理系コース卒業生の大半が進学する中央大学理工学部との連携を中心に、高大接続を強化し、大学進学後の卒業生の成長についても、その動向をデータとして収集し考察する。

4. 研究の目標

- (1) 次代のイノベーションを担う、科学技術人材としての能力及び資質が、本研究開発によって向上していくこと。
- (2) 大学進学後、本校卒業生の次代のイノベーションを担う、科学技術人材としての能力及び資質が、他校出身の学生に比して上回り、なおかつ向上していくこと

5. 研究開発の実施規模

本研究開発は、次の生徒を対象に実施する。

- ・高校1年生の全生徒 396名
- ・高校2年生の全生徒 408名
特に「教養総合Ⅰ」のなかで「Project in ScienceⅠ」4講座を選択した生徒139名は、科学技術人材育成の重点的分析対象となる。
- ・高校3年生で、理系コースを選択した生徒42名
- ・また、仮説の検証及び教育改善に必要なデータ収集のために、本校理系コース卒業生の大半が進学する中央大学理工学部と連携して、大学生を対象としたデータ収集も行う。

6. 研究の仮説

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。

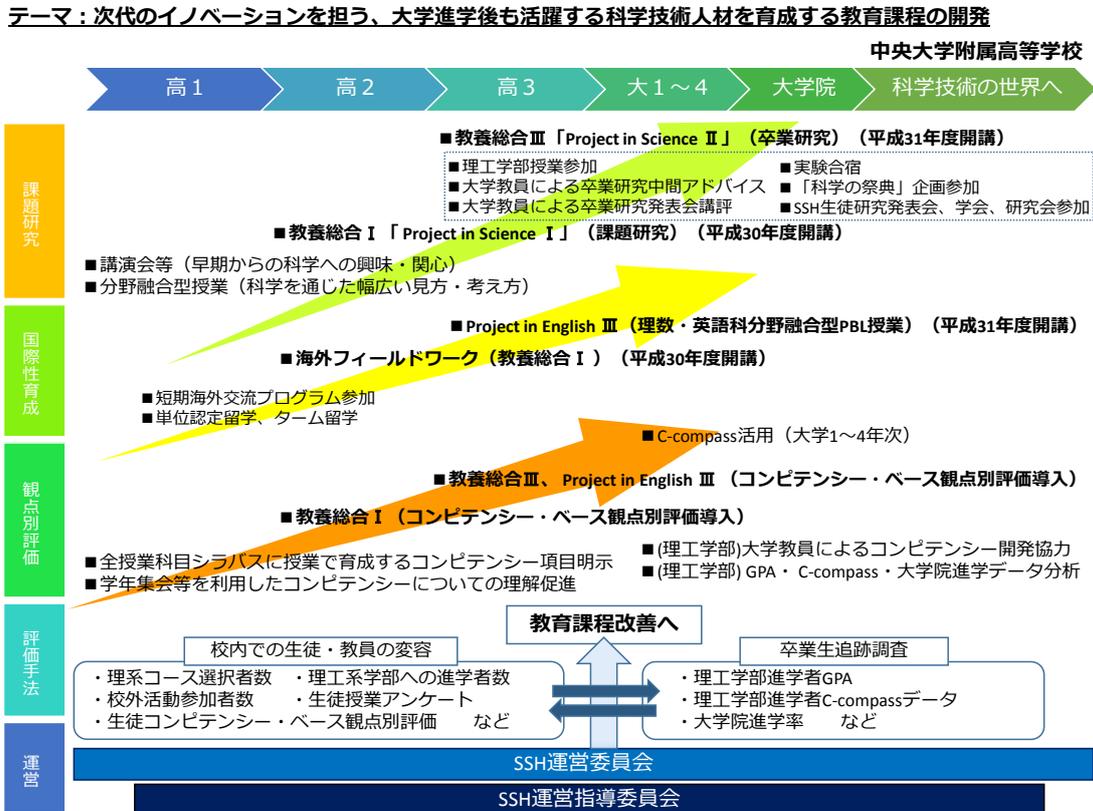
仮説2：科学技術人材育成に特化した英語科授業「Project in EnglishⅢ」の開発により、科学技術人材に求められる国際性が向上する。

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。

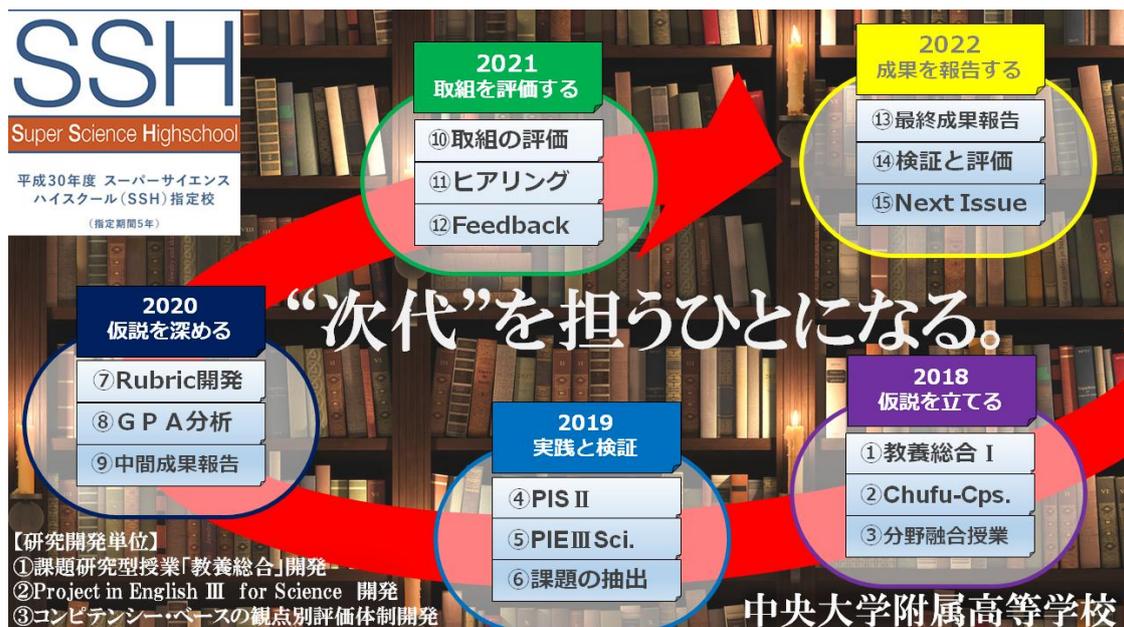
7. 平成30年度の研究開発

- ・高校1年生
講演会などを通じ、科学分野への好奇心を高める。
- ・高校2年生
「教養総合Ⅰ」において、フィールドワークを含む課題探究型授業を展開し、生徒の自発的な研究活動への参加意識を高める。
「教養総合Ⅰ」において、コンピテンシーによる評価基準を設定し、評価方法の構築を模索する。
- ・高校3年生
中央大学理工学部との高大連携を従来より拡大し、理系生徒の卒業研究に大学教員のアドバイスを受ける機会をもうけ、生徒自身が自分の研究成果を発表することで、プレゼンテーション能力の向上を図る。
- ・全生徒及び協力校生徒
コンピテンシー自己評価アンケートを実施し、他校生徒との比較対象によって本校の生徒の特性を分析し、次年度以降の指導体制の構築を図る。

8. 本校の研究開発の概念図



高校1年から大学に向けての概念図



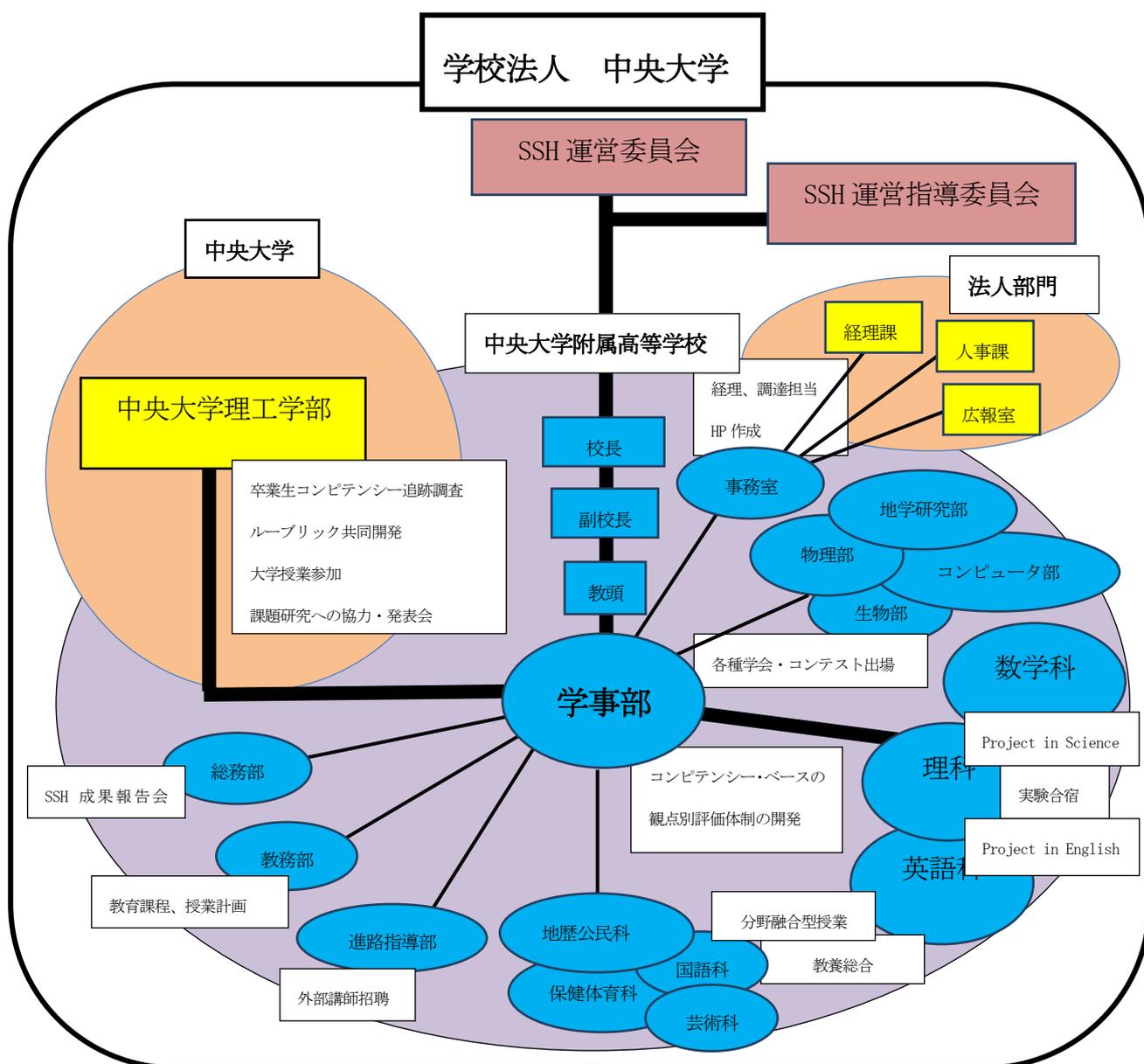
本校5年間のSSH計画概念図

9. 本校のSSH体制について

各教科から選出された教員で構成する学事部（7名）が中心となってSSH事業に取り組む。コンピテンシー・ベースの観点別評価分析、理工学部との連携のあり方、成果発表会の実施体制などSSH事業全体の運営方針については、SSH運営委員会（11名体制。副学長、理工学部教職員、本校教員で構成）で審議の上、決定する。また年に2回SSH運営指導委員会（4名体制。他大学理系教員、体験型科学教育に取り組んでいる国立大学監事、電機メーカーのCSR部門責任者、大学のキャリア教育プログラム担当教員で構成）を開催し、第三者の立場から事業内容について助言を得ることとする。

全教科の教員が参加して教養総合Ⅰ・Ⅲ、Project in EnglishⅢを展開。コンピテンシー・ベースの観点別評価分析、外部講師招聘、SSH成果報告会といった事業は、経験・人脈が持っている校内各分掌と学事部が協力して実施する。中央大学理工学部では入試広報委員会が中心となり、理工学部事務室まで含めた高大連携体制を整える。

中央大学附属高等学校 SSH組織図



II. 研究開発の経緯

日時	内容	場所	対象者・参加者
6/4(月)～6/8(金)	中央大学理工学部への授業聴講	中央大学後楽園キャンパス	高校3年生理系(全員)
6/6(水)	第1回SSH講演会(中央大学理工学部 牧野光則教授) 「これからの時代を生き抜く「力」」	本校講堂	生徒(全員)、学校関係者、 地域住民等
6/6(水)	関係者向けコンピテンシー講演会(中央大学理工学部 牧野光則教授) 「段階別コンピテンシー育成による教育の質保証に向けた取り組み」	本校視聴覚室	教員、学校関係者、保護者、 地域住民等
6/9(土)	東京大学先端科学技術研究センター及び生産技術研究所見学会	東京大学	理系コース生徒、物理部生徒、 生物部生徒、教員
6/15(金)	化学と家庭科のコラボ授業	本校家庭科室	高校1年生(4クラス)
6/16(土)	理工学部授業聴講発表会	中央大学後楽園キャンパス	高校3年生理系(全員)
6/23(土)	第2回SSH講演会(カリフォルニア大学バークレー校 Kimi Hosoume 先生) 「科学を通じて育成されるコンピテンシー」	本校LL教室	生徒(希望者)、教員、学校関係者、 保護者、地域住民等
6/29(金)	SS科学技術探究 授業視察	都立科学技術高校	教員
6/29(金)	高校生物発展講座 研修参加	東京薬科大学	教員
7/4(水)	第1回 本校在校生に対する chufu-compass コンピテンシー調査		生徒(全員)
7/10(火)～7/20(金)	第1回 都立科学技術高校生徒に対する chufu-compass コンピテンシー調査		都立科学技術高校生徒(全員)
7/10(火)～7/20(金)	第1回 都立多摩科学技術高校生徒に対する chufu-compass コンピテンシー調査		都立多摩科学技術高校生徒(全員)
7/15(日)～7/16(月)	生物実験合宿(タコノマクラの受精の観察)	本校生物実験室	高校3年生(15名)高校1年生(3名)、 中学生(4名)、教員
7/21(土)	中央大学理工学部「画像・映像コンテンツ演習」ポスタープレゼンテーション見学	中央大学後楽園キャンパス	教員
7/25(水)～7/27(金)	ふくしま学宿(福島第二原発などを実地調査)	福島県	高校1年生(6名)、中学生(4名)、 教員
8月～順次	理系生徒に対する大学教員卒業研究アドバイス指導開始	中央大学理工学部等	高校3年生(中央大学理系進学者 希望者)
8/4(土)～8/15(水)	サンゴ礁サイエンスキャンプ(鹿児島県喜界島)	鹿児島県喜界島	高校3年生(1名)、 高校1年生(2名)、教員
8/8(水)～8/9(木)	SSH生徒研究発表会(ポスター発表1本)	神戸国際展示場	生徒(3名)、教員
8/17(金)～8/18(土)	全国スクールリーダー育成研修参加 (21世紀型コンピテンシー育成のためのカリキュラムの評価と開発)	京都大学	教員
夏季	第1回 卒業生に対する chufu-compass コンピテンシー調査		卒業生(中央大学理系進学者)
9/9(日)	GEMS(Great Explorations in Math and Science)研修参加	日能研西日暮里ビル	教員
9/22(土)～9/23(日)	文化祭による発表(ポスター発表、実験教室(4つ)の開設)	本校1号館	生徒(教養総合I履修者)、来校者

9/26(水)	早稲田本庄高校 授業視察	早稲田本庄高校	教員
10/4(木)	ステップ講座(中央大学理工学部 庄司一郎教授)	本校1号館	高校2年生(希望者)
10/7(月)	スーパーグローバルサイエンスキャンプ研究発表会	科学未来館	教員
10/12(金)~ 10/13(土)	広島大学附属高校 教育研究大会視察	広島大学附属高校	教員
10/22(水)~ 10/27(土)	教養総合 I 実地踏査(カナダ)	カナダ	履修者(35名)
10/22(水)~ 10/26(金)	教養総合 I 実地踏査(フィンランド)	フィンランド	履修者(40名)
10/23(木)~ 10/28(日)	教養総合 I 実地踏査(マレーシア)	マレーシア	履修者(38名)
10/23(木)	教養総合 I 実地踏査(トレーニング科学)	帝京平成大学	履修者(26名)
10/26(金)	教養総合 I 実地踏査(トレーニング科学)	国立スポーツ科学センター	履修者(26名)
10/27(土)	玉川学園 探究型学習研究会視察	玉川学園高校	SSH生徒運営委員(2名)、教員
10/27(土)	東海大学付属高校SSH成果報告会(口頭発表1本、ポスター発表)	東海大学付属高校	高校3年生(6名)
11/3(金)~11/4(土)	原子力発電問題全国シンポジウムへの参加	新潟大学	教員
11/7(水)	第3回SSH講演会(北海道大学大学院理学研究院 渡邊剛先生) 「サンゴ礁を知ると、地球環境変動がわかる！」	本校講堂	生徒(全員)、学校関係者、 地域住民等
11/9(金)	化学と家庭科のコラボ授業	本校家庭科室	高校1年生(4クラス)
11/14(水)	Japan Super Science Fair 2018 視察	立命館高校	教員
11/17(土)	私立大学附属校サミット 研修参加	芝浦工業大学附属高校	教員
11/22(木)	第4回SSH講演会(オーストラリア モナッシュ大学 Dat Bao 先生) 「“沈黙”という学習態度に価値を見出すために—国際的な見方・考え方との比較を通じて」	本校1号館	生徒(希望者)、教員、学校関係者、 保護者、地域住民等
11/23(金)~ 11/25(日)	日本サンゴ礁学会でのポスター発表	琉球大学	高校3年生(1名)、教員
12/2(日)~12/8(土)	NASA、ハーバード大学視察	アメリカ	教員
12/7(金)~12/9(日)	日本科学者会議総合学術研究会 研修参加	琉球大学	教員
12/12(水)	生物特別実験(ブタの脳の解剖)	本校生物実験室	生徒(希望者、22名)
12/23(日)	SSH東京都内指定校合同発表会(口頭発表1本、ポスター発表16本)	工学院大学	卒業研究、教養総合担当生徒
12/24(月)	サイエンスキャッスル関東大会参加	神田女学園高校	卒業研究担当教員、生徒(希望者)
1/25(金)	卒業研究発表会	中央大学理工学部	高校3年生理系、教員、理工学部教員
2/20(水)	SSH成果発表会	本校1号館	高校生徒、教員、保護者、他校関係者

SSHに関連する会議一覧

日時	会議名	場所	出席者
4/5(金)	中央大学理工学部との打ち合わせ	中央大学後楽園キャンパス	理工学部長、運営委員会委員
4/6(土)	第1回SSH運営小委員会（以後週1回開催）	本校小会議室	管理職、学事部、事務
4/9(月)	内定校・事務処理説明会	日本教育会館	担当者、事務
4/9(月)	ケニスによるSSH説明会	ケニス本社	担当者
4/11(水)	第1回SSH運営委員会	中央大学後楽園キャンパス	運営委員会委員
4/12(木)	第1回教養総合 I 担当者会議	本校小会議室	学事部、教養総合 I 担当者
4/25(火)	JST主任調査員による学校訪問	本校来賓室	JST主任調査員(3名)、管理職、 学事部、事務
6/21(木)	都立科学技術高校との打ち合わせ	本校小会議室	高、齋藤、森脇、禰覇
6/27(水)	第1回SSH運営指導委員会	本校大会議室	SSH運営指導委員、管理職、 学事部、事務
10/2(火)	第2回SSH運営委員会	中央大学後楽園キャンパス	運営委員会委員
11/19(木)	都立多摩科学技術高校とのコンピテンシー分析会	本校小会議室	都立多摩科学技術高校担当者、 管理職、学事部、事務
12/17(月)	都立多摩科学技術高校と打ち合わせ	都立多摩科学技術高校	都立多摩科学技術高校担当者、 SSH委員
12/25(火)	SSH教員研修会	法政大学市ヶ谷キャンパス	SSH委員
12/26(水)	SSH情報交換会	法政大学市ヶ谷キャンパス	校長、SSH委員
1/25(金)	第3回SSH運営委員会	中央大学後楽園キャンパス	運営委員会委員
2/20(水)	第2回SSH運営指導委員会	本校小会議室	SSH運営指導委員

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 本校カリキュラムと理数科教育の実績

1) 本校のカリキュラムについて

本校の教育方針は「自主・自治・自律」である。生徒ひとりひとりが自ら、自分自身をみつめ、課題を発見し、未来を切り開いていく力を持ってほしいと考えている。

理数科教育に関しても、高校1年から高校3年までを通じて、理数系科目への興味関心を高める工夫が施されている。

高校1年次には多種の講演会や教科融合型の授業を実施した。コンピテンシーについての講演会の聴講によって、自分たちが行っている「自己評価アンケート Chufu Compass」の意義について考えさせたり、理系の講演では高校2、3年次に行う研究への向き合い方などを知る機会となるようにしている。

高校2年次には教養総合の授業内で、生徒自身が希望したテーマについて学習、研究、発表活動を行う。年度末の成果発表会では、高校2年のほとんどの生徒がポスター発表を行う。高校1年生はこの発表会に参加することによって、来年度へのモチベーションを高めることができる。

高校3年次には教養総合Ⅲや Project in Science Ⅱにてさらにハイレベルな研究活動などを行う予定となっている。

また、理系の部活動でも、多くの大会や発表会などに参加し、実績を残している。

「仮説の設定」から「検証方法」へ

高校1年	高校2年	高校3年
<ul style="list-style-type: none"> ・講演会の開催 理系への興味関心を高める ・学年集会・カテ旅行・保護者会での周知徹底 ・化学基礎ベースの分野融合型授業の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・教養総合Ⅰに Project in Science Ⅰを4コース設置(課題研究) <ul style="list-style-type: none"> a. マレーシア・ランカウイ島 b. 光とオーロラ (フィンランド) (2019年度プログラミングに変更) c. 数学・英語で学び考える(カナダ) d. トレーニング科学 	<ul style="list-style-type: none"> ・教養総合Ⅲ(2019年度から) Project in Science Ⅱを設置(卒業研究・論文作成) (2018年度：表現研究) 大学の講義聴講 卒論アドバイス・卒論発表(中大理工学部と連携実施) Project in EnglishⅢを設置
主体的・協働的な学び(アクティブ・ラーニング) → 探究型授業や分野融合型授業の研究・開発		
全科目シラバスにコンピテンシー項目を明示		

2) 家庭科と化学基礎の分野融合型授業

*実施目的：必修科目である家庭基礎の実験や実習の考察を考えさせる際に化学的な視点で考察を行い、家庭のことを扱う家庭基礎を通じて科学への関心を深めること。

*実施期間：1学期 6月の授業2時間分、2学期 11月の授業2時間分（2コマ連続）

*対象生徒：高校1学年 4クラス

*実施内容

i) 家庭基礎の授業 単元：被服 「1コマ目：繊維の吸湿性実験 2コマ目：繊維の燃焼実験」

繊維の吸湿性を調べる実験を行い観察させた。次に綿、麻、毛、絹、レーヨン、ナイロン、ポリエステル、ポリエステルと綿の混紡繊維を用いて燃焼実験を行い、繊維を燃焼させた際のにおいや色の違いを観察させた。実験終了後、繊維の構造の書いたプリントを配布し、繊維がどんな元素からできているのか、繊維に含まれる元素の種類からどんなことがいえるのかを考えさせた。また、繊維を構成する元素はいくつあり、繊維の性質の違いがなぜ生じるのかを考えさせた。

ii) 家庭基礎の授業 単元：調理 2コマ連続 「マドレーヌ作り」

家庭基礎の調理実習のひとつであるマドレーヌを作る授業においてマドレーヌがなぜ膨らむのか、何をしたら膨らむのかを発問をしながら化学と関連させて科学への関心を深めた。各班マドレーヌをつくり、完成したマドレーヌの膨らみ度合いで評価をつけた。しっかりと膨らんでいればA評価とした。生徒が作ったマドレーヌを試食している際になぜマドレーヌが膨らむのかと問いかけ、ベーキングパウダーの主成分の炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) の熱分解、ベーキングパウダーと重曹の違いを3年生の研究したポスターを使用して説明した。ベーキングパウダーは反応しやすいように調合されていること、均一に膨らみやすいようになっていることを説明し、ベーキングパウダーを入れてから焼くまでに時間がかかってしまった班は二酸化炭素が空气中に放出されてしまいあまり膨らまない。自分の作業が結果に現れることを知ることで次への改善点も論理的に説明できるようになった。

*実施成果

家庭科は身近なものを扱い、物質の性質を確認するため生徒が学びやすい。なぜそのような性質なのか、実際起きた反応結果の考察を科学的思考を用いて説明することで身近なものの性質や現象を論理的に説明することができる。化学の授業では原子や分子からはじまり目には見えない話のため生徒が苦手を感じることが多いが、今回のように家庭科で行っていることを論理的に説明するために化学がコラボをすると生徒もわかりやすいようである。



繊維燃焼実験の様子



マドレーヌ作りの様子

3) 実験合宿の実施

2018年7月15日(日)15:00から16日(月)9:00にかけて、本校1号館生物実験室Aにおいて、生物実験合宿を行った。参加者は、高校3年15名(理系:13名、文系:2名)、高校1年3名、中学2年3名、中学1年1名の計22名であった。タコノマクラ(ウニ)の未受精卵・精子を観察した後、顕微鏡をのぞきながら受精させた。受精の段階では、卵の周りに精子が群がる様子を観察することができた。

また、精子が大量にあるのに受精がうまくいかない卵も多くあり、受精という現象がいかに確率の低いもので、奇跡的なものなのかを生徒は感じている様子であった。受精膜を確認してから、各自スケッチをした。その後、各発生段階ごとに観察・スケッチをした。

初めの卵割が起こると歓声があがり、卵は生きていて、絶えず成長していることを感じさせることができた。途中、ウニの発生の流れの図を板書し、プルテウス幼生までの過程を確認した。生徒は、ふ化の瞬間を見ようと夜遅くまで起きており、胞胚が回りながら泳いでいるところもしっかりと観察することができた。ふ化の瞬間は、受精膜が見えにくかったこともあり、膜から出てくる姿は観察できなかったが、胞胚が泳いでいる姿に感動していた。朝方には、原腸胚が見られ、原腸陥入や中胚葉も観察できた。胚はそのまま観察できるので、16日のオープンキャンパスでも、来校された多くの方に観察していただいた。

*実験合宿の様子：受精卵から発生途中の胚を観察



午後3時から翌日の8時まで、夜通しで観察を実施。

受精膜を破り、外に出てきた後(ふ化後)、回転しながら原腸ができる過程に、みな感動。

4) 高校2年生 ステップ講座について

10月4日に高大連携プログラムのひとつとして、高校2年生に向けたステップ講座を行った。

この講座は、大学の先生が、高校生に向けて専門分野の面白さや研究方法などを講義するものである。今回は、理系コースの生徒に向け、中央大学理工学部電気電子情報通信工学科の庄司一郎先生に「レーザー入門」と題して講演をしていただいた。

前日に発表されたノーベル物理学賞がレーザー物理学の分野の研究だったことについて冒頭に触れ、レーザーとは何かについてわかりやすく話をしていただいた。また、レーザーが製品の印字に使われていたり、3Dプリンターで使われているなど、どのようなところで用いられているかも話していただいた。専門的な話から日常生活に関わる話まで幅広く話していただいたので、生徒は終始興味を持って話を聞いていた。



5) サンゴ礁サイエンスキャンプ in 喜界島

8月4日から15日まで、鹿児島県の喜界島サンゴ礁科学研究所で実施されている「サンゴ礁サイエンスキャンプ in 喜界島」に、本校から3名（高校3年1名、高校1年2名）が参加した。

喜界島はサンゴ礁で形成された美しい島で、サンゴ礁をはじめ、多くの海洋生物の研究や直径6mのサンゴの化石（4000年前）の観察をすることができる。7日までの日程では、サンゴの生態を学び、観察したり、サンゴ礁の魚を捕まえて種類を調べたりした。生徒は、それぞれの6つの班に分かれ、班のテーマに沿って、講師の先生の指導を受けながら小中学生と共に調査をし、サンゴという生き物やサンゴ礁の生態系について深く学ぶことができた。後半は、高校生のみで自ら設定した課題を解決するために実験、観察を続け、より専門的な学びの場となった。



喜界島サンゴ礁科学研究所
渡邊理事長の説明を聞く



サンゴ礁で獲れた魚の種類を調査
「サンゴ礁さかな班」



サンゴの一部を、顕微鏡で観察
「サンゴ礁の無脊椎動物班」

②今年度実施した教養総合Ⅰの各講座

本校では、平成29年度まで課題研究を高校3年次における国語科の授業「表現研究」として教育課程に設置してきたが、理数系の教員はチーム・ティーチング的に関わるにとどまってきた。そこで科学技術人材の育成に向けた理数教育の充実を図るために、課題研究の指導体制を理数系教科の教員はもとより、学内の全教員が教科の枠組みを超えて牽引できる体制にし、学校設定教科として新たに「教養総合Ⅰ」を高校2年次に設置した（必修科目・週2時間実施）。「教養総合Ⅰ」として設置された講座は、以下の表の通りである。

講座名	授業担当教員 (所属教科)	履修者	実地調査先
◎マレーシアの自然調査と 観光資源開拓	岡崎 弘幸 (理科)	38名	マレーシア・ランカウイ島
◎光とオーロラの探究	田島 丈年 (理科)	40名	フィンランド・ロヴァニエミ他
◎数学・英語で学び考える	秋山 和男 (数学)	35名	カナダ・オタワ他
◎トレーニング科学	朽木 康介 (体育)	26名	国立スポーツ科学センター他
アントレプレナーシップ入門	岩本 祐樹 (英語)	39名	シンガポール
音楽研究	藤木 礼子 (音楽)	14名	帝国劇場他
韓国の「現代」を日本との関 係から考える	高 和政 (国語)	37名	韓国・ソウル他
近代化・技術革新と観光地 「オキナワ」の光と影	川北 慧 (社会)	34名	沖縄本島他
災害に学ぶ ～わたしたち にできる防災と支援～	金井 利浩 (国語)	13名	福島県南相馬市
	横田 緑 (英語)		
都市クラクフとアウシュヴ イツ＝ビルケナウ強制収 容所	窪田 史 (英語)	68名	ポーランド・クラクフ他
	山村 和世 (社会)		
日豪関係を考える	新美 慎也 (英語)	36名	オーストラリア・シドニー他
日本の近代戦争と靖国神社	饗場 実 (社会)	31名	鹿児島県南九州市 (知覧) 他

※表中◎がついている理数系科目に関しては、「Project in ScienceⅠ」として実施した。

③ 教養総合 I の “Project in Science I” について

1) マレーシアの自然調査と観光資源開拓

a. 授業のねらい

マレーシアは、国土の半分以上が熱帯多雨林に覆われているという地理学的条件から、数多くの動植物が生息する自然王国として世界的に評価が高く、一方、その地政学的特徴によりはるか昔からグローバル化の状態にあり、「アジアの縮図」としての役割を担う国である。この「文化」「自然」の両面におけるグローバルな学びを可能とするのが、本プログラムである。「自然」の側面では、太古より育まれた世界有数の生物多様性に触れるとともに、これらの財産を「未来」につなげていく方法を学び、考えていく。たとえば、現地の研究者の協力の元でサンゴの移植を行ったり、観光産業と自然保護の併存についての具体的方策を考え、提案する。

一方、「文化」の側面では「ホスピタリティを強調する学校教育」や「大学におけるホテルビジネスに関する学部増加」等からも伺えるように、観光産業の育成に力を入れるマレーシアで、現地の高校生と日本の高校生が力をあわせて「未来の観光」を考える場を作りたい。互いに双方の国を学び、新しい観光資源への「気づき」を得られる場を作りたい。

b. プログラムの内容

主に次の項目について講義、グループワーク、ディスカッション、調査・研究を通して学びを深め、フィールドワークとしてマレーシアを訪問し、いくつかのプロジェクトを実施する（*は2018年度に実施できなかった項目）。

【自然】マレーシア（ランカウイ島）の自然環境（動植物・地質・海洋生態系）と調査技術（聞き込み調査・カメラやビデオ撮影の方法・記録方法）。失われゆく自然環境と保全、自然再生プログラム（熱帯多雨林と珊瑚礁の復元）について。

【文化】マレーシア（ランカウイ島）の地理・歴史・政治的環境、経済と観光資源。*観光と広告。*広告概要（市場調査、ターゲット抽出と分析、メディア選定）。

【*総合】「観光客誘致キャンペーン」の考案や現地高校生との意見交換。マレーシアにおける国際的なおもてなしの習得、実践。また、日マ高校生共同制作のランカウイ島ガイドブック作成や政府観光局に対するプレゼンテーション等。

下表は2018年度に実施した主な授業内容である。

1 学期	<ul style="list-style-type: none">・ランカウイ島に生息する哺乳類（サル・リス・ムササビ・ヒョケザル・コウモリ等）や鳥類、爬虫類、などの生物相を調べてまとめる・マレーシアの熱帯多雨林の分布、成立条件、特徴、現状と問題点とマングローブ林の生態を調べてまとめる・海洋生物、特にサンゴの生態について調べてまとめる・ガイドブック製作を専門家に学ぶ（出版社から出前授業）・「ランカウイ島の自然」についてのパンフレットを作成
------	--

2学期	<ul style="list-style-type: none"> ・夏休みの課題発表、サンゴ復元プログラムに関する論文購読、翻訳、発表 ・ランカウイ島の自然環境や観光資源に関するプレゼンテーション ・ランカウイ島への現地研修と研修後、ガイドブック制作の原稿作成、出前授業、自然に関するポスターの製作と発表(相互評価) (例：サンゴ復元プログラム、地質遺産等)
3学期	<ul style="list-style-type: none"> ・ガイドブック製作とポスター製作及びプレゼンテーションと評価、課題の討論。 ・SSH 成果発表会で発表(プレゼンテーション)

c. ランカウイ島現地研修について

2018年10月23日～28日の4泊6日で実施。実施プログラムを下表に示す。

1日目：成田→クアラルンプール経由でランカウイ島へ。
2日目：(午前) MAHSURI 高校と学校交流。(午後) ホテル周辺の熱帯多雨林で動物調査。夕食後、夜行性動物ヒョケザル等の観察。
3日目：(午前) マングローブ林の観察(カヤック)と洞窟探検。魚の養殖場見学。 (午後) ダヤンブンチン島で自然観察、3億年前の丸い大理石(海岸)観察。
4日目：(午前) サンゴ復元プログラム(ジェラルド博士指導)。 (午後) ホテル周辺の熱帯多雨林で動物調査、海岸にて海洋生物観察。
5日目：(午前) 5億年前の地層観察、フルーツ農園見学等。夜行便で成田へ。
6日目：成田到着

d. 今年度の反省と課題

今年度は年間目標全てを達成することは出来なかったが、概ね計画を実施することが出来た。熱帯多雨林と海洋生物(サンゴ)、観光と広告、プログラムの【総合】に関する事前学習時間が足りなかったため、次年度以降、時間配分を再考したい。学校交流では語学力が足りないため、英語力の強化も必要である。ガイドブック製作ではデザイン性や表現、動物調査に関してはまとめ方の工夫、プレゼンテーションの方法等、今後改善しなければならない課題はまだ多い。受講生38名。



図1 MAHSURI 高校と学校交流



図2 マングローブ林にて



図3 発表したポスター
(サンゴ復元に関するもの)



図4 サンゴ移植プログラム



図5 マングローブカヤック

2) 光とオーロラの探究

a. 目的：「光」と「オーロラ」を主軸に、様々な探究・表現活動を行う。観察・実験と知識の習得とを組み合わせ、物事を科学的に見ることを身につけ、さらに実験教室や研究を通してアウトプットができるようにする。

b. 授業内容

1 学期	光とオーロラの性質を理解するため、様々な実験・調査・講義を交えた形での光の学習を進めた。また文化祭で開催する実験教室の調べ学習も行った。 実験例：光の直進性と反射・屈折の実験（チンダル現象、合わせ鏡、消えるコイン）、レンズ・ものを立体に捉えることの実験（地形の立体視）、光の分散・フラウンホーファー線（直視分光器）の実験
2 学期	1 学期に学習した内容をもとに班ごとでテーマを設定し、本校文化祭において子どもたち対象の光に関する様々な実験教室を開催した。また、NICT（東京都小金井市）を訪問し、講義を受け施設見学を行った。後半に実施した 研究旅行ではフィンランドを訪れた。詳細は下記参照。
3 学期	各自が設定したテーマでの研究を行い、高校 3 年時での卒業研究を意識し、口頭発表およびポスター発表を行った。文献調査、研究計画の方法や、文章・口頭発表での表現方法も学んだ。

c. 実地踏査研修旅行について

フィンランドにて 2018 年 10 月 22 日（月）～26 日（金）の 3 泊 5 日で実施。教養総合 I で「光とオーロラの探究」を選択している生徒 40 名が参加した。

主な実施内容と成果・課題は以下の通り：

【オーロラ観測】

滞在中 21:00 から 25:00 まで氷点下のロヴァニエミ郊外でオーロラ観測を行った。残念ながら 2 日目と 3 日目には悪天候により見られなかったが、到着日の夜中と帰国便の機内から、肉眼及びカメラ撮影を通じて観測することができた。

【個人研究】

オーロラ観測以外で現地でしかできない研究テーマを設定させ、個人・グループで取り組ませた。テーマ例は以下の通り：

- ・「オーロラと電波」 「東京とロヴァニエミの星空の違い」
- ・「ロヴァニエミの都市計画」 「高緯度に住む人々へのインタビュー調査」
- ・「ムペンバ効果」 など

【フィンランド北部ソダンキュラにある Sodankylä Geophysical Observatory（ソダンキュラ地球物理観測所）で英語交流・オーロラに関する講義・施設見学】

University of Oulu の Turunen 教授がコーディネーターとなり、以下のスケジュールに沿って研修を実施した

11:30-12:45	昼食をとりながら交流
12:45-13:00	フィンランド・日本より各代表生徒による学校紹介
13:00-13:30	グループディスカッション
13:30-14:30	Dr. Jyrki Manninen によるオーロラに関する講義
14:30-15:00	Dr. Esa Turunen による研究所の活動と国際協力の取り組み紹介
15:00-15:15	休憩（現地研究者との交流・コーヒープレイク）
15:15-16:00	観測所施設見学(EISCAT and Meteor radars, Sodankylä Satellite Ground Station, Automatic Weather Sounding Station)

地元の高校サイエンスコースに所属する生徒と交流する予定だったが、都合により中学生 2 名と大学院生 3 名と英語で交流することとなった。また、Manninen 教授によるオーロラに関する講義と、Turunen 教授によるソダンキュラ及び北極圏における大気現象観測の歴史・現状と国際協力について講義をしていただいた。英語による講義だったが、熱心に耳を傾ける生徒の様子が見られた。

その後、限られた時間ではあったが、Turunen 教授と Martinez 先生（東北大学海外特別研究員）により施設案内をしていただいた。

【Arktikum 等ロヴァニエミ市内科学施設の見学】

Arktikum は科学館・博物館の機能を持つ施設であり、生徒たちはフィンランド・北極圏の社会文化に関する展示物と、その地域に特徴的な自然科学に関する展示物を数多く見ることができた。そこで情報収集する生徒もいた。また、各自の研究テーマを持って行っていたので、それに応じその他の施設を訪問する生徒もいた。

d. フィンランド実地踏査研修の感想（生徒レポートより一部抜粋）

【現地でのオーロラ観測】

- ・オーロラが肉眼では緑色ではなく白い雲のように弱い光に見えたのが驚きだった。
- ・オーロラは弱い光であったが、ゆらゆらと強弱が現れとても幻想的であった。
- ・オーロラも北斗七星などの星空もうまく写真が撮れて良かった。
- ・オーロラが出ているときだけ遠方地からのラジオが聞こえることがわかって研究テーマになった。
- ・オーロラの写真を撮ることが大変で、それだけに夢中になり、他の研究までなかなか手が回らなかった。

【帰りの機中でのオーロラ】

- ・帰りの飛行機の窓から見たオーロラは緑色でとてもきれいで感動した。これをフィンランドで見たかった。
- ・フィンランドでは肉眼では緑色に見られなかったオーロラが、機内の窓越しに見ることができ、またスマートフォンでも撮影ができた。大きなオーロラは、何かしみじみさせるものというよりも、むしろ雪が降ったときの子供のように、興奮させるものであった。

【オウル大学ソダンキュラ地球物理観測所】

- ・授業やNICT 見学などの事前学習のおかげで、英語がわからなくてもスライドだけで内容はなんとなく理解できたような気がする。
- ・研究所構内見学で見た巨大パラボラアンテナは迫力があつた。
- ・学生や教授が一般的な話をしているときはついていけたが、専門的な話になると英語がわからないところが多々あり、歯がゆい思いをした。なので、これからより一層、英語を理解できるようにになりたい。
- ・ソダンキュラ研究所の建物は北欧的な木造のものでとても可愛かつた。

【Arkutikum】

- ・展示は触れたり体験型のものが多くて、英語が全然わからなくても楽しかつた。
- ・ラップランドの自然と歴史・第二次世界大戦での悲劇などについて学べました。

【ロヴァニエミの街と食文化など】

- ・トナカイの煮込みとグリルを食べたが、柔らかく牛肉のようにジューシーだった。
- ・アアルトが設計した建築物はすべて落ち着く雰囲気になっていた。

【その他フィンランドについていろいろ】

- ・フィンランドのサウナは高温の石に水をかけるスタイルで、とても気持ちよかつた。
- ・10月下旬にもかかわらず、朝6時ではまだ夜が明けてなくて、7時半を過ぎないと太陽光が差してこないというのは新鮮な体験であつた。
- ・フィンランドの中学生とも話をしたが、3ヶ国語以上できるのが普通だと聞き驚いた。



図1 現地で観測したオーロラ



図2 ソダンキュラ地球物理観測所

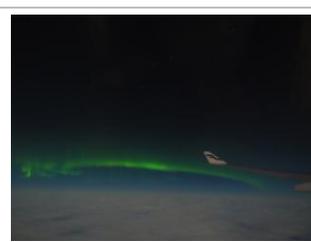


図3 帰りの機中から見たオーロラ

3) Report on the Mathematics in English class

At the beginning of April, I started my class, "Mathematics in English" for 35 students. This course is certified as a specific course for SSH. The purpose of this course is as follows.

- 1) To gain an understanding of mathematical logic
- 2) To use English as a tool for thinking about mathematics
- 3) To think about mathematics in English
- 4) To solve math problems in English
- 5) To present solutions in English

In order to achieve the above five goals, lessons of the following content were conducted for each semester.

<1st semester>

- I selected 200 mathematical words from a mathematical dictionary (2), and explained each ones meaning, usage, and gave some example sentences in English.
- The aim was to introduce mathematical expressions using a reference document (1).
- Using references (3), (4), (5), practically learning mathematics in English to discover the differences when learning mathematics in Japanese.
- Evaluation was made via submitted reports from each class, using an arithmetic meaning.

<2nd semester>

We went to the Department of Mathematics at Carleton University, Ottawa from 22nd to 27th October. We explained the solutions of the 10 problems that were issued beforehand using English in front of Professor INGALLS. The 10 problems were as follows.

10 Problems from Dr. Colin INGALLS

1. You know there are solutions to the equation $x^2 + y^2 = z^2$ where x, y, z are integers and $xyz \neq 0$. Can you describe all of the solutions?
2. Fermat's Last Theorem says there are no solutions to $x^n + y^n = z^n$ where x, y, z, n are integers and $n \geq 3$ and $xyz \neq 0$. Fermat stated this, in 1637. Andrew Wiles proved it in 1994. Can you describe some of the history and some overview of the proof?
3. Can you derive Kepler's laws from Newton's Law of Universal Gravitation?
4. Explain time dilation as a consequence of Einstein's theory.
5. What is the biggest known prime number? What can you say about how it was found?
6. Describe the RSA cryptosystem.
7. Elliptic curves are also used in cryptography. What are they?
8. What is the abc conjecture? What is known about it?
9. You know the quadratic equation. What is the cubic equation?
What is the quartic equation? Is there a quantic equation?
10. What are complex numbers? What is the Fundamental Theorem of Algebra?

Many of the problems were difficult for high school students, and it took a great deal of work for them to understand. Furthermore, the students were tense with regards of what to explain in English, and the students became nervous. However, the professor's advice was given, and it was enough to perform a sufficiently effective presentation. How good you use English is determined by how much you fail. In English learning with a script or textbook, it is impossible to gain a proficient English ability. A conversation skill that is not in accordance with the textbook is truly required in the future era. Each student experienced the above on the Canadian trip during this time. Regarding the problem of insufficient understanding after returning home, the students sent a mail to the professor and received guidance directly in English. This was the exact spirit of the research tour.

At the meeting held at Kougakuin University on December 23, the students presented the results of this trip. The following are the student's impression during that meeting.

<student impression> *What I felt in this announcement is that the level of students and the contents of their presentation were very high. I thought that many students were amazing because they could explain difficult contents easily in the presentation. People asking questions also listen further deeply on the basis of the contents of the presentation and I was impressed that they knew difficult things. Even though I think that there is no incompleteness on my presentation, I can often find the missing parts by the question. I think that it will be useful when preparing documents in the future and it is a meaningful question. Our group was asked a question by few people at our presentation, and it was difficult to explain simply. However, we could make them understand it, so I was glad.*

Moe Nomura



at Department of Mathematics, Carleton University

<3rd semester>

Regarding the school presentation scheduled for February 20, each group must be able to explain their answers using English expressions that can be understood by high school students.

<The textbooks used and distributed materials>

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.

4) トレーニング科学

1. 学習目標

スポーツの多様化・大衆化が進んだ現代社会において、生活の中に運動を取り入れる「生涯スポーツ」は健康づくりの一環として大きな役割を担っている。また、身体能力を高めて競い合う「競技スポーツ」における記録・技術は日々進化し続けている。どちら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。本講座は、身体器官の構造や機能に関する知識、そしてそれを基にしたトレーニング処方知識・スキルを修得することを目標とし、運動生理学、機能解剖学、トレーニング学、スポーツ心理学等の視点からスポーツについて学習した。

2. 授業内容

< 1 学期 > (表 1)

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

< 2 学期 > (表 2)

9 月	トレーニングの原理・原則、筋力とレジスタンストレーニング
10 月	柔軟性と脊髄反射を用いたストレッチング、メンタルトレーニング、テーピング実習
11 月	敏捷性・巧緻性と SAQ トレーニング、筋パワーとプライオメトリクス・トレーニング

< 研究旅行期間 >

帝京平成大学現代ライフ学部および国立スポーツ科学センターを訪問し、講義聴講、施設見学。

< 3 学期 > (表 3)

1 月	ピリオダイゼーション、トレーニングメニュー作成・実施
2 月	トレーニングメニュー作成・実施、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。そのため、ある単元で学んだ知識が、思いもよらぬ別の単元の学習のタイミングで結びつくことが頻繁に起こる。本講座は、事象の背後にある仕組みや理屈の理解を重要視し、講義を通じた情報の収集や詰め込みに終始せず、調査発表、体験・実践を織り交ぜながら授業を展開した。

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

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

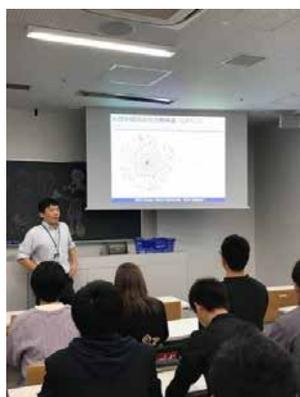
2 学期は、体成分分析装置による測定の結果説明と、「体力」を構成する要素の解釈を導入とし、各体力要素に応じたトレーニング法とその処方について学習した（表 2 参照）。どの單元においても、座学に終止せず、実践を通じた体験的な学びとなるよう授業を展開した。また、全履修者に対し担当を割り振り、各自が数種の骨格筋の起始・停止、機能・作用、特徴、効果的なエクササイズ等を調査し、レジュメ作成、口頭発表をおこなった（写真①）。

研究旅行期間においては、帝京平成大学、および国立スポーツ科学センター（JISS）を訪問した。帝京平成大学では現代ライフ学部経営マネジメント学科トレーナー・スポーツ経営コースにてスポーツ心理学の講師を務める園部豊氏指導のもと心理的競技能力診断検査およびチームビルディングに関する合意形成ゲームを実施し、説明・講義聴講後は質疑に答えていただいた（写真②）。JISS では、ストレングス&コンディショニングスタッフ帯同のもと施設・設備を見学、日本を代表するトップアスリートのトレーニングやサポート体制等に関する講話を聴講し、これまで学習した知識とリンクさせ、実感を得る機会とした（写真③）。

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



<写真①>

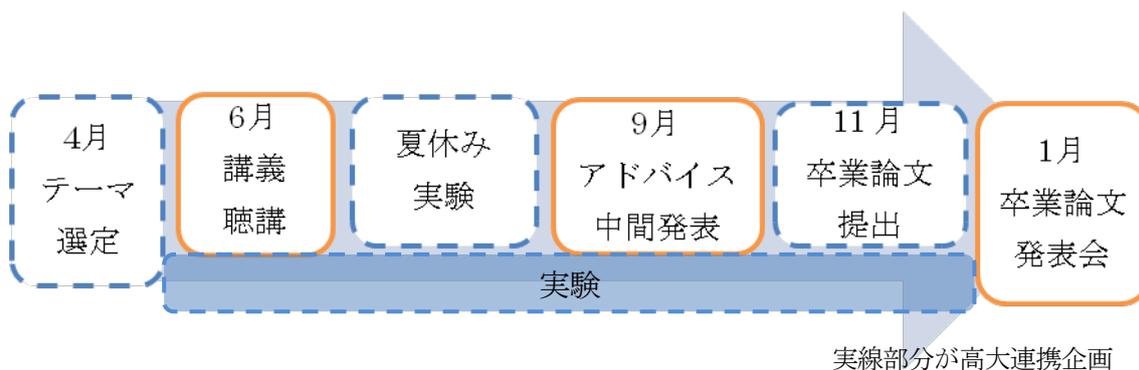


<写真②>



<写真③>

④卒業研究にむけた高大連携の取り組みの実績



1) 目的と仮説

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

2) 実践と評価

a. 理工学部講義聴講企画

高校3年生理系クラスの生徒42名を対象に、6月4日(月)～8日(金)の5日間実施した。理工学部の各学科の先生方に学科の特性がわかる講義を選んでいただき数学科、物理学科、都市環境学科、精密機械工学科、電気電子情報通信工学科、応用化学科、経営システム工学科、情報工学科、生命工学科、人間総合理工学科の計10学科、56講座の中から2講座以上を聴講した。16日(土)には理工学部にて個人またはグループ発表(1～3人)で印象に残った講義を以下の4つの項目で発表した。(発表3分質疑応答2分の時間配分)

1. 授業の内容
2. 授業を通じて気づいたこと・つながったこと
3. 疑問に思ったこと
4. 今後大学に進学するにあたり高校のうちに準備しておいた方がよいこと。

実施後は生徒に以下のアンケート調査を行った。

*講義のアンケート

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

1～4の質問に対して、大きく分けると授業を受ける姿勢に関するコメントと授業の内容に関するコメントに分けられた。

*発表会実施後も以下のアンケートを行った。

1. 今日の発表を通じて、発表のときに今後もあなた自身が続けたいことは何ですか？
2. 今日の発表を通じて、今後発表するときに挑戦したいことは何ですか？
3. 今日の発表を通じて、あなた自身が見出した課題は何ですか？
4. 今回の理工学部の授業聴講から発表会までの全体の感想を書いてください。

1～4の質問に対して、全体のプログラムに関してネガティブな意見は2/42であった。

それ以外は、大きく分けると大学の授業に関するコメントと大学進学に役に立ったというコメント発表から学んだことに関するコメントに分けられた。

学科の特色がわかる講義を受講できたことで生徒の学科への関心と学習意識が高まった。聴講した講義の中で面白いと感じた講義を発表したことで他の学科のことにも興味を持って、発表の仕方でも学べたとの感想が多く、大学で学ぶことへの関心が高まり、大学進学を楽しみに考えられる生徒が多くなった。講義聴講期間を5日間設けることで高校の授業を受けられないという難点はあるが、来年度以降も本年度と同様の講義聴講企画を行っていきたい。

聴講後の発表会を設けたこととアンケートで振り返りを行ったことで9月に行った中間発表では発表の仕方の改善がみられた。教員が行うべきことはフロアから質問ができる環境をつくり、活発な場となるようにすることである。また、発表資料であるPowerpointの文字を大きくすることや発表の背景・自分の疑問に思ったことを最初に伝えること、グラフ（縦軸や横軸）や表の説明を行うことなどを指導する必要がある。

b. 卒業論文アドバイス

生徒の卒論の内容に応じて物理・化学・生物の指導担当教員を配当し、適宜指導担当教員が生徒への指導を行い、夏休みに実験研究の結果をまとめた後、大学の先生の担当を決定し、2学期にアドバイスを頂いた。アドバイスは専門的な内容だけに絞らず、事前に生徒から送付した要旨に目を通して頂き、気付いた点などをアドバイスして頂いた。

アドバイスをもらったことで研究意欲が高まり、熱心に研究を続けた生徒がいた一方でうまくアドバイスがもらえず研究が進まない生徒もいた。多くの生徒がアドバイスを有意義に活用するためには、指導担当教員がアドバイスをもらいに行く前に生徒に自分の研究をまとめさせ、どのようなアドバイスをもらいたいかを明確にさせる必要がある。

c. 卒業研究発表会

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

⑤学校設定科目「教養総合Ⅰ」から「教養総合Ⅱ・Ⅲ」への展開

1) 学校設定教科「教養総合」のコンセプト

イノベーションやグローバル化が強調される現代社会にあって、高等学校や大学での教育は各々の領域における深い専門知識が求められる時代となっている。しかし、セグメント化した知識活用、専門性重視の教育による視野狭窄の恐れを払拭する意味で「リベラル・アーツ・サイエンス」をキーワードに、学校設定教科「教養総合Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」を設置した。教科や科目、文理の枠を越境する幅広い領域横断型のプロジェクト型講座を多数配置した。中央大学の「実地応用ノ素ヲ養フ」、「行動する知性。」の理念ともリンクする学校設定教科である。本校では、この「教養総合」を軸に、SSHの目標である「次代のイノベーションの創出を担う科学技術人材の育成」を目指す。

2) 教科科目横断型 学校設定科目「教養総合Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」

本校は中央大学の附属の学校として、受験にとらわれることなく全科目主義を基本とするカリキュラムを編成している。基礎的学力の定着を図るとともに、多様化する社会への対応を図る教育の実践をめざす。今回 SSH 認定を意識し、新たに文理の領域融合をはかる、領域横断・プロジェクト指向型の学校設定教科「教養総合」を置いた。基礎学力をベースに生徒の「探究力」「洞察力」、「行動力」そして論理的な「分析力」「表現力」といった能力育成を目的とする。科学技術への専門性および科学者としての倫理観を高めるためのサイエンス教育や、多様性、多元性を意識する国際社会で活躍する人間を育成するグローバル教育の充実をはかり、その一方で我々が住む身近な社会との共生としての地域連携や地域貢献に目をむける人間を育成する。

1. 「教養総合Ⅰ」（高校2年）

現代社会の具体的な事象に対する観察力、洞察力、課題発見能力の育成を試みる。フィールド・ワークや国内外への研究旅行等で「事実に根ざした理論＝グランディド・セオリー」へ誘う。この「教養総合Ⅰ」は「Project in ScienceⅠ」・「トランス・サイエンス 科学と歴史」・「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」の4つの軸の下、今年度は12講座を配置した。その中で、「Project in ScienceⅠ」は、SSHの目標である科学技術人材育成の重点講座である。

2. 「教養総合Ⅱ」（高校3年文系コース）

「教養総合Ⅱ」では、「教養総合Ⅰ」での体験型学習をふまえ、具体的諸事実を検討するにあたってその領域の先行研究、方法論を学び、分析力、問題解決能力の向上をめざす。3年文系の生徒を対象とし、「文化研究」「社会研究」「地域研究」「数理探究」「文化と歴史」「文化と言語」を科目として設置した。

3. 「教養総合Ⅲ」（高校3年）

各教科の学習や各種活動と「教養総合Ⅰ」・「教養総合Ⅱ」での学びをふまえ、「教養総合Ⅲ」では、自ら研究テーマを設定し、調査を踏まえて表現する力・発信する力を養う。文系生徒には卒業論文の作成を課すが、理系生徒には、「Project in ScienceⅡ」において卒業研究を課し、自ら課題を設定し、仮説を立て、実験においてデータを集め、分析考察するプロセスを通じ、SSHの目標である科学技術人材に求められる能力及び資質の向上を図る。

⑥科学技術系部活動の取り組み

1) 生物部の取り組み

i) はじめに

生物部（WILDLIFE）の主な活動は、野生動物を中心としたフィールドでの生態調査、実験室内でのムササビやモモンガの行動研究、またサンゴとミズバショウの研究である。野生動物は東京都多摩地区全域を中心にムササビの分布調査、高尾山薬王院でのムササビの生態観察、青梅市でのキツネ、タヌキ、アナグマ等の観察を目視や自動撮影カメラによって行っている。生物室では、ムササビ（都知事許可）の行動観察や食性調査を続けており、2018年度からはサンゴの飼育もはじめ、サンゴの生態を調べ始めている。ミズバショウは種から育て、花を咲かせる条件の研究を行っている。生徒はそれぞれ研究テーマに従って、探究的に工夫を凝らしながら観察を続けており、その成果も日本学生科学賞や学会の高校生ポスター部門で評価されるようになってきた。

ii) 活動内容と成果

<p>ムササビの生態調査・行動観察 高尾山を中心に毎月2回程度フィールド調査を行い、行動や食性調査は野外と生物室の両方で行っている。</p> 	<p>進化学会 2017 で発表 「ムササビの食性」の研究 高校生ポスター最優秀賞を貰った。</p> 	<p>サンゴ礁学会 2018 で研究発表 「光環境の変化に対するウミキノコの適応」の研究（SSH 東京都大会でも発表）</p>  <p>部員2名が2018の夏休みに、喜界島のサンゴ礁研究所の研修に参加した。</p>
<p>オリエンテーリング(読図)を取り入れた野外活動 野外調査には正確な読図が求められる。そこで生物部では、日常活動にオリエンテーリング練習を取り入れ、大会にも出場している。 ジュニアチャンピオン大会・全日本大会 2017 慶應大学大会 2018・都選手権大会等</p> 		

iii) 検証と課題

これまでも研究活動はしていたが、SSH 指定校となり一層やる気が出てきて活発になり、研究手法やプレゼン力の向上等、一定以上の効果があったと考えられる。今後もより一層努力させたい。

2) 物理部の取り組み

i) はじめに

物理部の主な活動は、LEGO の mindstorms® を用いたロボットプログラミングや自分たちが興味を持った科学実験である。大会への出場の他、本校文化祭での出展や、科学の祭典でのブース出展などを行っている。今後は、科学教室の開催による地域交流や科学技術系発表会への参加も視野に入れている。

ii) 2018 年度の具体的な活動内容 (主なもの)

*2018. 10. 14 宇宙エレベーターロボット競技会 関東予選大会 出場

*2018. 11. 11 宇宙エレベーターロボット競技会 全国大会 出場

*2018. 7. 21 ~7. 22 本校文化祭での出展

・ピタゴラスイッチ

割りばしと竹ひごを使って、ビー玉が冒険するピタゴラスイッチを文化祭で展示した。

・手作りの綿あめ製造機

空き缶とモーターで自作した綿あめ製造機で、自作の綿あめ製造機を披露した。

*2018. 7. 15~7. 16 OPEN CAMPUS 体験授業 「ストロー笛を作ろう！」 Teaching Assistant

7月のOPEN CAMPUS ではTeaching Assistant として、来てくれた小学生たちにストロー笛の作り方を教えた。

iii) 2018 年度以前に取り組んでいた活動

*2017. 9. 24 科学の祭典 in 小金井 (学芸大会会場)

偏光万華鏡作りブースにて出展。小学生や中高生に物理部員で液晶ディスプレイの仕組みや偏光万華鏡づくりの説明を行った。

*2017. 12. 17 First LEGO League 東日本大会

研究成果発表やプログラミングによるロボット制御などを競う世界的な大会である。

東日本大会で優秀な成績を残し、全国大会出場。

出場のチームの中での最優秀賞 (ベストルーキー賞を獲得) し、全国大会出場。



3) 地学研究部の取り組み

i) 市民天体観望会の開催

地域住民を対象とした公開講座として校舎屋上にて開催。天体望遠鏡による月面と惑星等の観望、星空案内、天体望遠鏡による月面の写真撮影体験を実施した。

ii) プラネタリウムの公開投影

「中高生のプラネタリウム発表会ーぼくらのプラネタリウム☆ー」を主催。東大和市立郷土博物館のプラネタリウム操作を習得し、オリジナル番組2本を製作。生解説で来館者に公開投影を行った。また、オープンキャンパス・学校説明会・文化祭では、自作したピンホール式投影機とプラスチックダンボール製ドームを組み立て、四季の星座の解説や神話の紹介などオリジナル番組を公開投影した。

iii) 高校・高専「気象観測機器コンテスト」参加

1次審査、2次審査を経て、プレゼンテーション・ポスターセッションによる最終審査(全国大会)にて、「従来の発想にとらわれない優れたアイデアと素晴らしい努力の結晶」と評価され「観客賞」を受賞。

iv) 日本天文学会ジュニアセッション発表

日本天文学会「ジュニアセッション」にて、口頭発表、並びにポスター発表を行った。

v) まちかどプレゼン2018「サイエンス・ミーティング」発表

道行く地域の方にポスター発表を行った。

vi) 高校生天体観測ネットワーク (Astro-HS) 参加

全国フォーラムに参加し、活動報告などプレゼンテーション発表を行った。

vii) 研究施設の視察

国立天文台三鷹キャンパスを視察。萩野正興先生(太陽観測科学プロジェクト専門研究職員)の案内による施設見学と地球や惑星を立体的に表示する「ダジックアース」を体験した。

viii) 検定試験

「星空宇宙天文検定」2級2名、3級3名、4級4名、5級2名 取得

「天文学宇宙検定」2級1名 取得

ix) 機関誌の発行

本校中高生向けの天文普及活動の一環として、機関誌「メシエ」を発行した。

x) 合宿

長野県乗鞍高原にて夏季遠征合宿、静岡県榛原郡川根本町「三ツ星天文台」にて冬季遠征合宿、長野県白馬村にて春季遠征合宿を実施した。また、校舎屋上にて実験・観測のために月に1回程度校内合宿を実施した。

⑦理系教育への啓蒙活動

1) ふくしま学宿の実施

i) 概要

理系教育の啓蒙活動の一環として、福島第一原子力発電所事故の実態について学び、その後の廃炉処理、復興計画、再生可能エネルギー普及の取り組みなどを見学する「ふくしま学宿」を福島県庁ならびに福島県観光物産交流協会と共同で企画し、希望者対象に実施した。

ii) 参加者

高校1年生（6名）、中学3年生（4名）、教員（川北慧、森脇啓介）

iii) 事前学習

震災当時のニュースを視聴しながら、「風評被害」がどのように起こるか知るために、ベクレルやマイクロシーベルトの換算を行いつつ、放射線に関する基礎知識を学んだ。

iv) 行程

平成30年7月25日（水）～27日（金）

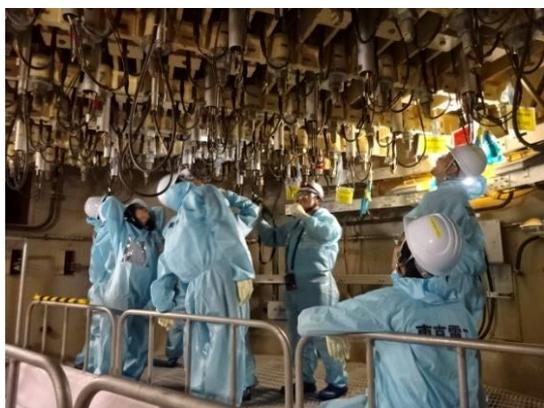
1日目：東京駅～郡山駅～福島県環境創造センター（コミュタン福島）見学～檜葉遠隔技術開発センター見学～福島浜通り事務所にて事務所長井出寿一氏講話～富岡復興メガソーラ SAKURA 見学～檜葉町宿舎にて元東京電力社員吉川彰浩氏講話～宿舎（泊）

2日目：宿舎～東京電力福島第二原子力発電所見学～国道6号線（帰還困難区域）通過～富岡町夜の森公園見学～浪江地域スポーツセンターにて（一社）まちづくりなみえ事務局次長菅野孝明氏講話～請戸漁港・請戸小学校・大平山霊園など被災地見学～浪江町宿舎にてワークショップ～宿舎（泊）

3日目：宿舎～道の駅南相馬見学～飯館村にてニコニコ菅野農園菅野クニ氏講話～ニコニコ菅野農園見学～福島県立福島高校（SSH指定校）にて学校交流（ワークショップ）～福島駅～東京駅

v) 事後学習

福島現地で感じたことをどのように家族や友人と話し、どのような反応があったかを共有したうえで、自分が興味を持ったことについてさらに深めるためにポスターを制作し、文化祭で展示を行った。



写真：格納容器内にて説明を受けている様子



写真：電源室にて、電源ケーブルの重さを体験

2) 2018 年度実施の講演会

生徒たちには、高校生活の中で各自の研究課題を発見し探究し、さらにはその視野を学外にも向けて、広い視点を持って学習していくことを期待している。そのきっかけとして、学外から最先端の研究を進めている専門家の講演会を実施した。講演後には生徒全員を対象にアンケートを実施し、講演を聞いて気づいたことなどを集約した。講演後の生徒の気づきには、自分を振り返るきっかけになったなどの意見が多数見られ、生徒たちの科学に対する興味関心をひき出す大きな効果があったと考えられる。

i) SSH 講演会@Chufu Vol. 1

講師：牧野 光則 氏（中央大学理工学部 教授）

講演日：2018 年 6 月 6 日（水）

【生徒向け】（高校 1・2 年生全員＋3 年理系クラス 約 850 名）

題目：これからの時代を生き抜く「力」

【教職員向け】

題目：段階別コンピテンシー育成による教育の質保証に向けた取り組み

ii) SSH 講演会@Chufu Vol. 2

講師：Kimi Hosoume 氏（カリフォルニア大学バークレー校ローレンスホール科学館）

日時：2018 年 6 月 23 日（土） 15:00～17:00

内容：科学を通じて育成されるコンピテンシー（講演と FOSS プログラムの体験）

iii) SSH 講演会@Chufu Vol. 3

講師：渡邊 剛氏（北海道大学大学院理学研究員講師・NPO 法人喜界島サンゴ礁化学研究所理事長）

日時：2018 年 11 月 7 日（水）

参加者：中学 2・3 年、高校 2 年、高校 3 年理系クラス、保護者、他校関係者

内容：サンゴ礁を知ると、地球環境変動がわかる！

iv) 教員向け講演

講師：Dat Bao 氏（Monash University (Australia) 教授）

日時：2018 年 11 月 22 日（木）

内容：“沈黙”という学習態度に価値見出すために ～国際的な見方・考え方との比較を通して～

v) SSH 講演会@Chufu Vol. 4

講師：神崎亮平氏（東京大学教授 先端科学技術研究センター所長）

日時：2019 年 2 月 20 日（水）

参加者：中学 1 年、高校 1 年、高校 2 年、保護者、他校関係者

内容：～未来を拓くみなさんへ～昆虫が拓く新しい科学と技術の未来

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。」

本研究開発においては、本校高校3年生理系選択者を対象に設置される新設科目によって、科学技術人材に求められる国際性が向上することを仮説としている。本稿では、まずその設置の大前提となる英語科科目である Project in English（以下PIE）での取り組みを振り返り、さらに2019年度からその延長線上に配置される Project in EnglishⅢ（以下PIEⅢ）の展望を述べる。

①2018年度までの Project in English の取り組み

PIEは、2010年度に学校設定科目として設置された。これは、中学1年生から高校2年生までの5年間のカリキュラム設定であり、中学校3年間では1単位ずつ、高校2年間では2単位ずつの配置である。以下にPIEにおける重要な要素を列挙する形で、その全体像を俯瞰する。

1) 発信の力を育成すること

PIEでは、英語運用能力の中でも主に「発信」の力を育てることに主眼をおいているが、その過程で生徒それぞれの interlanguage（中間言語）を重要視している。Interlanguageとは、学習者が学習・内在化したものを既存知識と統合したり再構築したりすることによって作り上げる、それぞれの学習者独自の言語知識のことである。この言語知識は固定化されたものではなく、学習者自身の気づき、教師や他の協同者からの適切なフィードバックなどによって絶えず修正されていく性質を持っている。そのため、interlanguageにはいわゆる「(文法的)間違い」が現れることが多い。学習者の interlanguage に内在化された言語知識を用い、意味のある output を行うことによって、自身が発信した言語へのモニタリング、気づきの促進、知識の自動化、既存知識の再構築がなされ、さらには新たな概念の獲得へと繋がっていくのである。

2) プロジェクト型であること

PIEはタスク中心の言語教授法に基づいて計画されているが、個々のタスクは学年ごとに設定されたテーマに沿って関連づけられている。そのため、プロジェクト型学習と呼ぶ方が適切であろう。これらプロジェクトが属するテーマは、「私」という、生徒にとって身近な話題から同心円状に広がり、最終的には世界の諸問題を扱うことになる。中には学校行事の研修や修学旅行を題材としているものもあり、常に生徒にとって有意義なものとなるよう念入りに設定がなされている。テーマ、プロジェクト一覧は以下の通り：

学 年	テーマ	学 期	プロジェクト
中 1	Our School: Chufu	1	Introduce yourself in English
		2	Introduce a classmate / Interview an English teacher
		3	Introduce the events at Chufu

中 2	Places around us in Japan	1	Kamakura Day Trip
		2	Kyoto and Nara School Trip
		3	Introduce your own city
中 3	Our Country: Japan	1	Japan (Culture / Geography / History)
		2	Okinawa (Culture / Food / History / Music / Nature)
		3	Japan (Culture / Geography / History)
高 1	Japan's relationship with Other Countries	1	Outside influences in daily life
		2	Japan's relationship with the outside world - Quiz show
		3	My relationship with the outside world in the future
高 2	Current Global Issues	1	Water crisis / Food crisis / Education
		2	Quality of life / Charity
		3	Focus on "Global Issues" (Poverty, Homelessness, Global warming , Racism etc.)

3) 意味中心・学習者中心であること

PIE の特徴の一つとして、意味中心・学習者中心のアプローチであることが挙げられる。PIE では、生徒は具体的な言語構造よりむしろ意味に焦点を置いて、その意味を表現するための多様な方法の中から自分で言語材料を選択するよう求められる。したがって生徒は、それぞれのテーマ・プロジェクトの中で、自分の考えを自由な方法で述べられる一方、聞き手にとって理解しやすい英語を使用するよう努めなければならない。そのことによって生徒の自立を促すだけでなく英語使用への動機を高めることが期待される。学習者が主体的に言語を使用することが、言語習得上最善であると一般的に信じられており、それゆえ授業時間の大部分は英語を実践的に使用することに費やされる。

4) 協同的であること

タスクは個人で取り組まれるものもあるが、協同学習として行われるものが大多数である。また、PIE の授業は原則として英語で行われる。生徒は英語を用いて話し、調査を行い、ノートを取り、そして発表をすることが期待される。協同学習を取り入れることで互いの学びを最大化し、さらに英語が得意な生徒が周囲をサポートすることが求められている。もちろん、教師からも場面に応じ言語材料と十分な練習機会が与えられる。そのため、生徒の学習は複数の「足場 (Scaffolding)」によって支えられているといえる。

5) Team Teaching であること

PIE では、外国人と日本人の英語教員が2名の **Team Teaching** (以下 TT) を行っている。本校では1クラス40名前後であり、同一教室内で英語運用能力に大幅な差があり、個々の生徒の具体的なニーズに対し多大な配慮を必要とする場合がある。そのため、学習者に最大限かつ有効な支援を提供する環境づくりをするために、学習者にとっての学習対象言語話者と母語話者である教師の存

在が重要な役割を担う。さらに、学習者は2つの異なった英語のインプットモデルを受けることになり、教員と個々の学習者とのやり取りの機会も増やすことができる。

②今後の展望と授業概要・シラバス

1) 2019年度以降のPIEとPIEⅢ

本校では高校3年生より文理別カリキュラムが構成されており、新たに設置される Project in English Ⅲ (以下PIEⅢ) も文理によってその授業内容が異なる。しかし、先述の通りすでにPIEは5年間の一貫したカリキュラムが存在するため、PIEⅢも文理別の内容如何にかかわらず、その延長線上に位置することには変わりがない。つまり、

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

これらの要素を保ったまま、新たなテーマ設定をすることになる。

PIEⅢでは、個人ないしグループでの課題研究を英語で発表することを最終のテーマとする予定である。PIE5か年においては、身近な話題から世界の諸問題へと段階的にテーマ設定を広げてきた。6年目では、与えられた課題ではなく、生徒自ら課題を発見・選択し、それについての研究成果を英語で発表する、ということが最終プロジェクトの内容である。

PIEⅢの授業概要は以下の通り：

対象生徒	高校3年生理系選択者 56名(予定)
実施期間	1学期および2学期 週2時間
実施形態	英語科教員と理科科教員によるTT
目標	<ul style="list-style-type: none"> ・科学的なテーマについて、自分の考えを英語で表現しようとする意欲を育む。 【探究する意欲】 ・科学的なテーマに関する他者の文章・発言を理解する力を養う【傾聴力】 ・科学的なテーマについて、自分の考えを英語でわかりやすく説明し、効果的に伝える力を養う。【説明力】 ・お互いの考えを尊重し、信頼関係を築きながらプロジェクトを達成する力を養う。【協創力】
目標に対する評価方法	<ul style="list-style-type: none"> ・Chufu-compass 使用による生徒の自己評価 ・学期ごとの最終口頭発表・ポスター発表への自己評価・他者評価・教員による評価 ・校外での英語口頭発表件数 ・外部検定試験結果

2) 2019 年度高校 3 年生理系「Project in EnglishⅢ」シラバス（一部抜粋）

学習の目標	<ul style="list-style-type: none"> ・学習内容に興味・関心をもち、その内容を自発的に掘り下げていくことができる。 ・科学的なテーマに関して、英語で理解をする力を養う（質疑応答含む）。 ・英語の情報を収集し、それを自分の言葉でまとめることができる。 ・英語で自分の考え・意見などを発信し、相手にわかりやすく伝えることができる。 ・グループ活動において、自身の役割を認識し、所属グループに積極的に貢献できる。 ・グループメンバーと意見交換をし、協力しながら Project を達成できる。 ・発表までの計画を綿密にねり、その計画を確実に実行していくことができる。
使用教材	<ul style="list-style-type: none"> ・プリント教材 ・ポートフォリオ用フォルダ
成績と評価の方法	<p>授業中の取り組み（約 30%）と Project の発表（約 70%）で評価します。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・授業中の取り組みは、宿題・小テスト・提出物・行動特性評価シートなどによって評価します。 ・Project は、形式（個人・グループ／口頭発表・ポスター発表 など）に応じて観点別に評価します。
授業概要	<p>1 学期：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・英語運用能力を伸ばすための種々の活動しながら、科学実験を行います。その科学実験における仮説・実験プロセス・結果・考察に関して簡潔な英語で発表します。 <p>2 学期：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・英語運用能力を伸ばすための種々の活動をします。さらに、科学実験を行い、その内容を英語で発表します。 ・卒業研究内容を英語で発表します。そのために必要な表現・作文方法を学びます。

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。」

SSH 初年度にあたる 2018 年度は、第 1 回目のアンケート調査を実施した。また、東京都立科学技術高等学校・東京都立多摩科学技術高等学校の協力のもと、同一書式でのアンケート調査を行うこともできた。以下、回答結果と今後の分析の方向性について述べる。

① “C-compass” と “Chufu-compass”

中央大学理工学部によって開発されたコンピテンシー自己評価システム “C-compass” (シー・コンパス) は、7 カテゴリー 36 キーワードに対し、典型的行動の定義と 5 段階の水準を設け、それを用いたアンケートによって、回答者の自覚に基づいたコンピテンシーの到達段階を測ることを可能にしている。一方、本校の “Chufu-compass” (チュウフ・コンパス) は、中央大学 “C-compass” を演繹し、高校生用に書き換えたものをベースとしている。具体的には、大学生向けに用意された 7 つのカテゴリのうち、「多様性創発力」を除いた 6 カテゴリーを採用した。また、“C-compass” において同一カテゴリにまとめられていた「コミュニケーション力」は、高校生の発達段階を考慮して、受信を本質とする(1)「理解する力」と、発信を本質とする(2)「伝える力」に分解した。さらに、同様の理由により、大学生におけるレベル 4 を最終的到達段階に設定すべく、回答可能レベル数を 5 から 4 に減らしている。加えて、SSH 期間中、同一生徒に同一内容のアンケートを繰り返し実施することへ配慮して、質問項目を半分に精選した。この結果、全 7 (6+1) カテゴリー 14 項目のアンケートを “Chufu-compass” として策定することとなり、これを用いて、高校生のコンピテンシー水準を測ることを目指した。行動特性カテゴリと各項目の定義は、以下の通りである。

【“Chufu-compass” 行動特性各項目定義】※全体像は文末【資料 2】参照

I 学習する力

→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、感じることによって、広く教養を身につける【小項目】 I-01 知識・I-02 情報

II 考える力

→幅広い視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【小項目】 II-01 課題発見・II-02 論理的思考

III 新しいことに挑む力

→自身を知り、受け容れ、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【小項目】 III-01 探究する意欲・III-02 推論する力

IV やり遂げる力

→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【小項目】 IV-01 目標設定・IV-02 計画管理

V (1) 理解する力

→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

【小項目】V (1)-01 傾聴力・V (1)-02 内容理解

V (2) 伝える力

→他人が理解できるよう正確に記述する。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【小項目】V (2)-01 記述力・V (2)-02 説明力

VI 協力する力

→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【小項目】VI-01 共創力・VI-02 行動力

なお、調査結果を量的データとして扱うには、選択肢間の等間隔性や尺度の正規性が求められる。原型となった“C-compass”の回答は、数量化可能な定量データとして扱うことも可能だが、それぞれの行動特性に対する達成度を一次元的な観点で測っているわけではない。加えて、回答者をとりまく環境要因や発達段階は主観的評価に影響を及ぼす可能性があり、大学生と高校生のそれらを同一視することはできない。ゆえに、現段階で“Chufu-compass”の調査結果を完全な量的データとして扱うことには留保が必要である。以上のことをふまえ、“Chufu-compass”の調査結果を数量化して扱う際は、分布に対する前提をできる限り設けずに分析手法を探索・選択していくのが望ましい。今年度の分析では、リッカート尺度の4件法に用いられる手法を参考に、全体傾向をつかむ目的で代表値を用いた数値要約が必要な部分のみ間隔尺度、それ以外は順序尺度の扱いとした。

② 調査概要

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

【実施機関】中央大学附属高等学校 SSH 運営委員会

【目的】

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

・本校以外の協力校にも調査依頼を行うことによって、結果の比較と分析を行う

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

【調査の実施時期】2018年7月（大学生のみ10月）

【実施校と調査対象】（※ カッコ内計は有効回答数を示す）

(ア)中央大学附属高等学校（高1+高2+高3理系クラス 計849名）

(イ)東京都立科学技術高等学校（高1～高3全生徒 計598名）

(ウ)東京都立多摩科学技術高等学校（高1～高3全生徒 計616名）

(エ)中央大学理工学部（在籍者のうち本校出身の協力者38名）→有効回答者数合計：2,101名

【調査方法】

(ア)(エ)はアンケート項目をGoogleformsで作成、生徒・学生各自が所有するスマートフォンで回

答。(エ)に関しては、依頼文を送付、並びに卒業時の学年スタッフによる呼びかけ動画を作成して協力を仰いだ。実施者は Google Spreadsheet でデータを回収。(イ)(ウ)は、アンケート項目と回答用紙をA4サイズ全3ページに印刷し、手書きでマーク回答後、実施者が画像を読み取ってデータを回収した。

③ 単純集計の分析

3校の回答が出揃ったところで、データの分析を行った。試みに回答番号をそれぞれ1~4ポイントに読み替え、カテゴリ別の平均値を算出した。その結果、全14項目のうち、もっとも平均スコアが低かったのは、3校ともカテゴリI-01【知識】であった。この質問は、小項目名こそ【知識】となっているが、問われているのは「すでに身につけている知識」の多寡ではなく、じつは「新たな知識を獲得しようとする意欲」である。ゆえに、この設問に対する回答が3校とも平均で2.0ポイントを切っているということは、生徒の大半がレベル1【問題行動】やレベル2【指示待ち行動】の段階にとどまっているばかりでなく、自分にとって未知の、新たな知識を得ようとする意欲においても欠けるところがある、ということになる。

続いて、各校においてレベル1とレベル2の回答数の合計が回答者全体の2/3を超えるものを抽出した。その結果は以下の通りである。

レベル1【問題行動】+レベル2【指示待ち行動】で全体の2/3を超える項目

中大附属：I-01【知識】I-02【情報】II-01【課題発見】II-02【論理的思考】

III-01【探究する意欲】III-02【推論する力】IV-01【目標設定】

IV-02【計画管理】V(2)-01【記述力】V(2)-02【説明力】の10項目

都立科技：I-01【知識】IV-02【計画管理】V(2)-01【記述力】V(2)-02【説明力】の4項目

多摩科技：I-01【知識】IV-01【目標設定】IV-02【計画管理】V(2)-02【説明力】の4項目

中大附属の生徒が苦手とする項目数が10項目と突出して多いことはすぐにわかるが、注目すべきなのは、3校とも同一のカテゴリ・項目が並んでいるという点である。3校の生徒約2,000名における苦手項目は、I 学習する力・IV やり遂げる力・V(2) 伝える力の3つのカテゴリに集中している。今回調査を行った高校生にとって、7つあるカテゴリの中でも特に上記3カテゴリ5項目(カテゴリI-02【情報】を除く)に対して苦手意識があることがわかる。

生徒たちの自己認識としては、単なる目標ではない「適切な目標の設定」と、それに基づいた進捗状況の「定期的なチェック」＝「振り返り」ができていない。また、「他人」という「相手」を意識した記述や説明を苦手としている。すると、ここから浮かび上がる高校生のコンピテンシー課題は次のようにまとめることができる。

- ・「当事者意識」に基づいた「見通し」をもつこと【目標設定と計画管理】
- ・「他者意識」に基づいた「アウトプット」を行うこと【記述力と説明力】

④中大附属生の特徴

次に、本校生徒が特に他の2校に比してレベル1【問題行動】を選びがちであるカテゴリを抽出した。結果はⅡ考える力・Ⅲ新しいことに挑む力の2つであった。どの項目も、レベル1の回答割合が、他校に比して2倍近く、あるいはそれ以上の数値になっている。つまり「何が論理的なのかがよくわからない」【論理的思考】と答えた本校の生徒は2割以上いて、「できごとの背後にある要因や規則性を見つけ出そうとしたことなどない」【推論する力】と答えた生徒が約7人に1人の割合で存在することになる。加えて、「何も足りないものはないと感じている」【課題発見】生徒と、「新たな知見を得ようという姿勢など持っていない」【探究する意欲】生徒がそれぞれ約1割ずついる。

⑤クラスター分析とクロス分析

1. クラスター分析

代表値に近い質問項目どうしの回答傾向・共通項を探るべく、階層的クラスター分析を行った。spearman の順位相関係数・polychoric 相関係数から算出した距離を用い、Ward 法によりクラスターリングした。例えば、クラスター数を5とすると、枠線の内部にある項目を1つのグループとして見ることができる。グラフより、質問項目のカテゴリが同じものは同一のクラスターに所属する傾向があることが確認できる（文末【資料1】）。

2. クロス分析

データ要約をせずに複数項目間の関係性を見るためにクロス分析を行った。かけあわせる項目は、クラスター分析の結果を受けて、同じカテゴリにある小項目2つとし、計7種類の集計表を作成した。集計結果は、分布の状況を感覚的にとらえるため、バレーンプロットで表した（【資料5】）。プロットされた部分の数値は人数を表しており、面積は同一グラフ内での数値に比例している。

⑥結果と考察

第1回コンピテンシー・アンケート分析の結果として、以下のことが明らかとなった。

- (1) クラスター分析の結果、“Chufu-compass” のカテゴリ自体に妥当性があること
- (2) クラスター分析＋クロス分析の結果、カテゴリⅡ【01 課題発見・02 論理的思考】とカテゴリⅢ【01 探究する意欲・02 推論する力】との間に関連があること
- (3) クラスター分析＋クロス分析の結果、カテゴリⅤ(1)【01 傾聴力・02 内容理解】とカテゴリⅥ【01 共創力・Ⅵ-02 行動力】との間に関連があること
- (4) 学校間比較分析の結果、高校生一般が苦手な項目としてカテゴリⅠ【01 知識】、カテゴリⅣ【01 目標設定・02 計画管理】、カテゴリⅤ(2)【01 記述力・02 説明力】の3カテゴリ5項目が抽出できそうであること
- (5) 入学形態別分析の結果、入学形態ごとに生徒のコンピテンシーが異なる傾向があること
- (6) 教科横断型授業「教養総合Ⅰ」の講座別分析の結果、講座ごとに生徒のコンピテンシーが異なる傾向があること

(7) 学年別比較分析の結果、高校3年生・大学生へと学齢を重ねても、コンピテンシーの高まりがスムーズに移行しているわけではないこと

⑦「10年トランジション調査」との関連

2013年から実施されている「学校と社会をつなぐ調査」（通称「10年トランジション調査」代表：溝上慎一氏）というものがある。これは、京都大学高等教育研究開発推進センターと河合塾教育研究開発本部が共同で行っているもので、高校2年生から約10年間の追跡調査を行い、学校での学習や日常生活の過ごし方が、大学での学びや社会に出てからの仕事や人生の過ごし方にどのような影響を及ぼすかを検討することを目的としている。2017年6月に公表された2時点目成果報告書では、以下の2点が結果としてまとめられている。

- ・高校2年生の半数は、さほど資質・能力を変化させることなく大学生になる
- ・高校2年時の家庭学習や対人関係・コミュニケーション、キャリア意識が、大学1年時の資質・能力を含め、さまざまな側面における学習に影響を及ぼす。

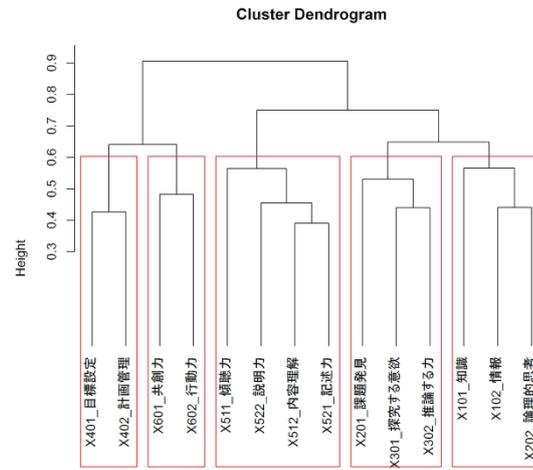
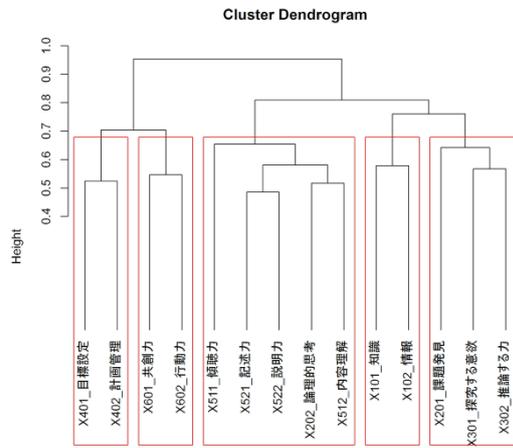
「10年トランジション調査」の結果が明らかにしているのは、遅くとも高等学校2年生の段階までに、自身の「キャリア意識」、つまり将来への見通しに基づいた「家庭学習」＝「自主的な学びの姿勢」を獲得することが必要である、ということである（高3ギャップ）。そのためには、さまざまな価値観を持った他者との「対人関係・コミュニケーション」を構築する力が必要になるのは言うまでもない。その証拠として、以下に示すように、この結果は“Chufu-compass”3校比較の中で指摘した高校生のコンピテンシー課題とも一致している。

- ・「当事者意識」に基づいた「見通し」をもつこと【自主的な学びの姿勢】
- ・「他者意識」に基づいた「アウトプット」を行うこと【対人関係・コミュニケーション】

⑧今後の課題

- ・アンケート協力校を増やし、分析結果の信憑性を高める
- ・第1回目の分析結果を教職員にフィードバックし、次年度以降の授業運営に活かす
- ・第2回目の回答結果が集計された段階で、上記各項目の変化を線としてつなぐ
- ・「10年トランジション調査」との関連をさらに追究する

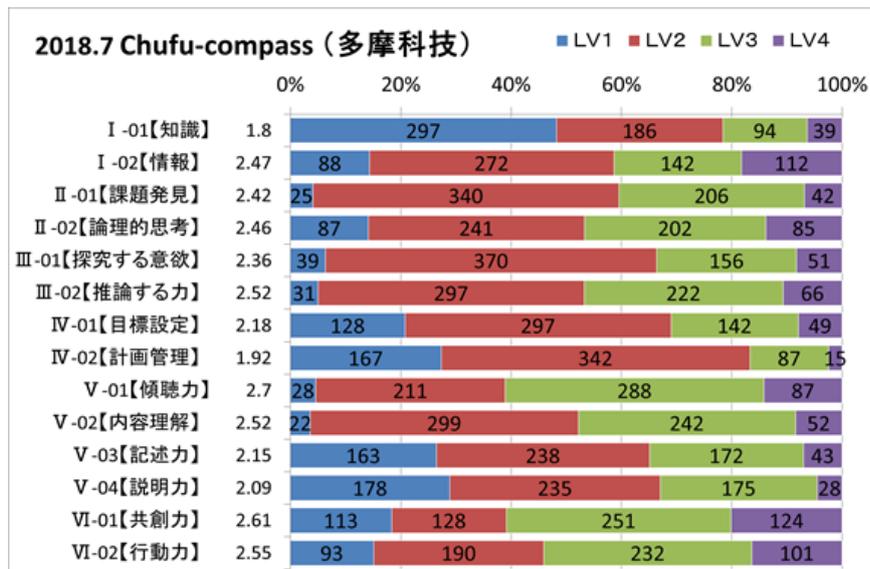
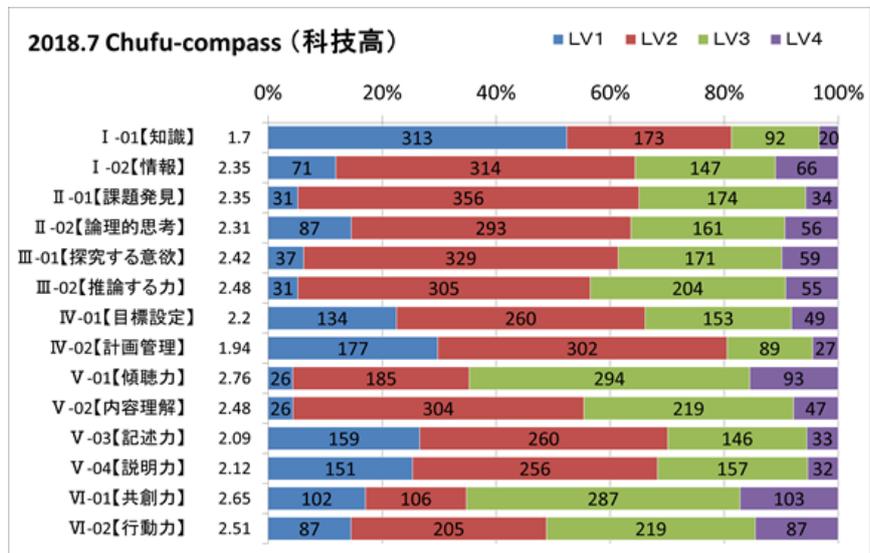
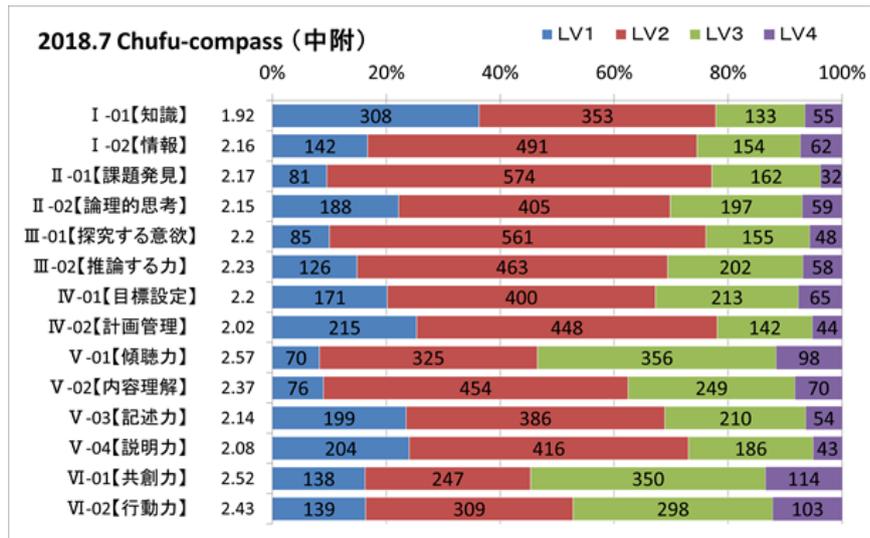
【資料1】行動特性項目クラスタリング結果



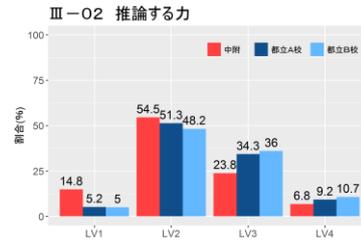
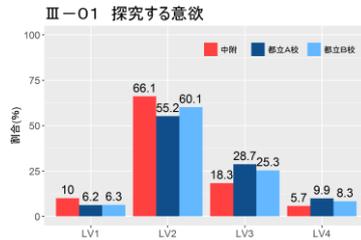
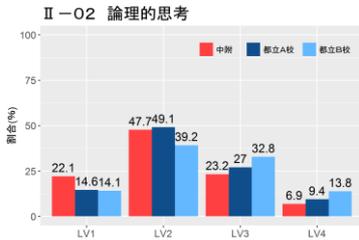
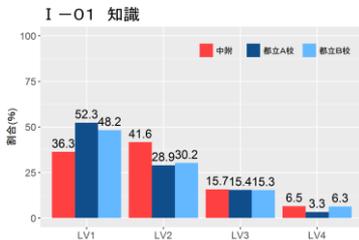
【資料2】行動特性評価項目一覧

カテゴリ	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 回答欄なし
I	学習する力 【基礎学力】	読み書きによって基礎学力を身につける。また、読むこと、聴くこと、感じることによって、広教養を身につける		基礎学力が何を意味するのか分からない	基礎学力が何なのかを理解できていない	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はできない	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-01	知識	学習		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、それらを深めようとしている	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-02	情報	情報収集		①何か必要な情報なのかさえわからないことがある	②何か必要な情報ののは、何となく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情報を入力し、詳しく調べた上で取捨選択し、自分のものとしている	情報を入力し、詳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】	幅広い視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		身の周りについて問題はないと感じている	与えられた課題を解くことならまだできる	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-01	課題発見	課題発見		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、その間にあるギャップの中から問題を見つけられている
II-02	論理的思考	論理的思考		①何か論理的なものがよくわからない	②単独の項目ならば、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・構造化できる
III	新しいことに挑戦する力 【挑戦力】	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継続的に努力している
III-01	探究する意欲	探究する意欲		①新たな知見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、知見を広げようとしている	③自分の興味のある分野以外にも、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にも、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、新たな知見を取り入れようとしている
III-02	推論する力	推論する力		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はかり、仮説の確かさを高めることができる	④できごとの要因や規則性をおしはかり、仮説の確か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はかり、仮説の確かさを高めることができる
IV	目標設定の力 【自己実現】	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		目標を見つけようせず、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、その実現のため道筋を考え、達成に向けて粘り強く努力することができる	自ら高い目標を定め、その実現のため道筋を考え、達成に向けて粘り強く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恒常的に行っている
IV-01	目標設定	目標設定		①そもそも目標を設定することができないと思う	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ていると思う	④適切で明確な目標を設定することができていると思う	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-02	計画管理	計画管理		①スケジュール管理などしたことがない	②スケジュール管理はできているほうだと思う	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ない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全行っており、想定するリスクに対しても対処できる
V(1)	相手の意見 【コミュニケーション】	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まではできる	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
O1	傾聴力	傾聴力		①他人の意見を聞き、正しく理解し、尊重する	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	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	相手の意見を十分理解している
O2	内容理解	内容理解		①記述された内容を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】	伝える力		他人が理解できるような正確に記述する。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
O1	記述力	記述力		①自分が書いた文章に誤りがある場合がある	②自分なりに意味の通った文章を書くことができる	③正しい文をつないで、他人が一通り理解できるように書ける	④正しい文をつなぐばかりでなく、他人の理解をうながす工夫が書ける	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
O2	説明力	説明力		①相手とわかりやすく説明することができる	②相手とわかりやすく説明しようとしている	③相手とわかりやすく説明する程度できている	④相手とわかりやすく説明をほぼつねにできている	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	協力する力 【組織的行動能力】	協力する力		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、集団の一人としての責任を果たし、協働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	指示される作業はできるが、目標を達成するために自ら動くことができない	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	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、つねに当事者意識をもって行動している
VI-01	共創力	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	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、自ら動くことができない	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	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
VI-02	行動力	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	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	④自分の意志・判断で責任をもって行動している

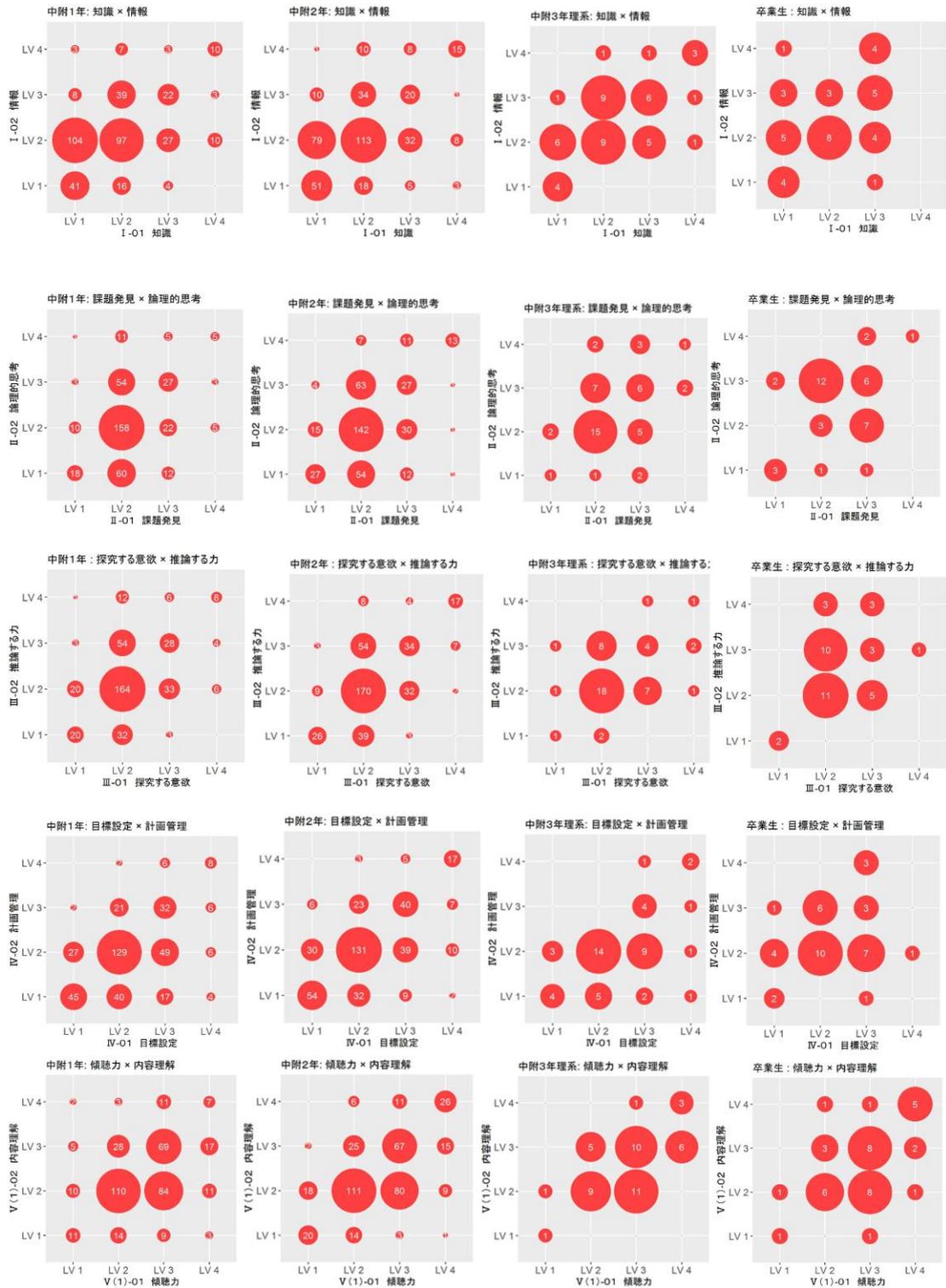
【資料3】3校帯グラフ カテゴリ順

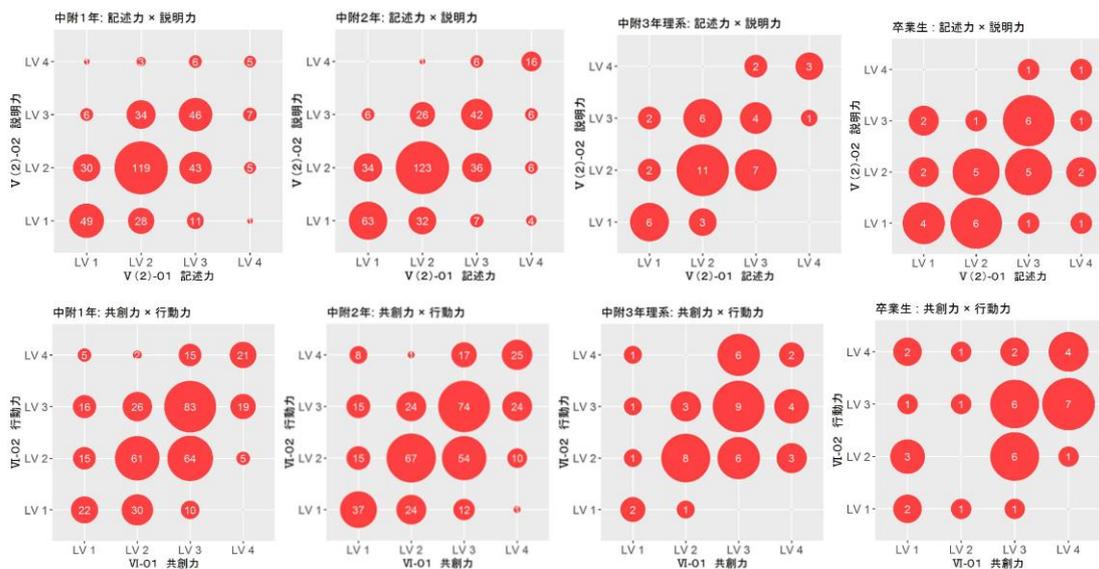


【資料4】項目別単純集計（三校比較）



【資料5】学年比較全項目 クロス集計（中大附属）





【参考文献】

- ◆小西貞則 (2010) 『多変量解析入門』 岩波書店
- ◆金明哲 (2016) 『定性的データ分析 (シリーズ Useful R)』 共立出版
- ◆金明哲 (2017) 『Rによるデータサイエンス』 森北出版
- ◆溝上慎一 (2015) 『どんな高校生が大学、社会で成長するのか—「学校と社会をつなぐ調査」からわかった伸びる高校生のタイプ』 学事出版
- ◆溝上慎一 (2017) 「現場の改革につなげよ！—学習指導要領改訂 (案) に対するコメント」
[http://smizok.net/education/subpages/a00018\(national%20curriculum%20comment\).html](http://smizok.net/education/subpages/a00018(national%20curriculum%20comment).html)
- ◆溝上慎一 (2018) 『高大接続の本質—「学校と社会をつなぐ調査」から見えてきた課題 (どんな高校生が大学、社会で成長するのか2)』 学事出版
- ◆溝上慎一 (2018) 『大学生白書 2018 いまの大学教育では学生を変えられない』 東信堂
- ◆京都大学高等教育研究開発推進センター・学校法人河合塾 (2017)
 「『学校と社会をつなぐ調査』 2時点目成果報告書」
http://www.highedu.kyoto-u.ac.jp/trans/img/39_10-yearTransReportT2_06-2017.pdf
- ◆Winston Chang 著/石井弓美子他訳 (2013) 『Rグラフィックスクックブック』 オライリー・ジャパン
- ◆文部科学省 (2018) 「高等学校学習指導要領」
- ◆文部科学省 (2018) 「高等学校学習指導要領解説」
- ◆経済産業省 (2018) 「『未来の教室』と EdTech 研究会第1次提言」
- ◆大学入試センター (2018) 「大学入学共通テストの導入に向けた試行調査設問別のねらい」
- ◆中央大学 (2014) 「コンピテンシー定義一覧」
http://www.chuo-u.ac.jp/aboutus/gp/competency_pro/competency/definition/

第3編 実施の効果とその成果

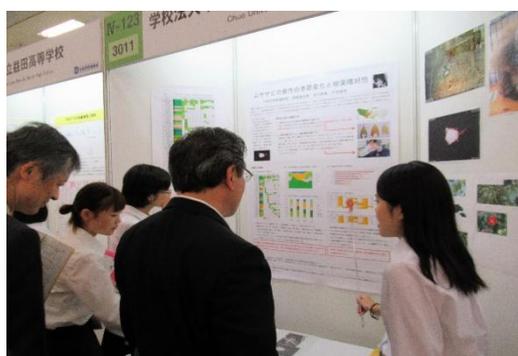
I. 各種発表会参加

1. SSH 生徒研究発表会

「平成30年度 SSH 生徒研究発表会」が2018年8月8日・9日の二日間、神戸国際展示場で行われた。国内参加校数は208校、海外参加校数は26校で生徒参加総数約4000人という大規模な発表会だった。会場は、化学・物理・動物・植物・地学・数学の6つの分野に分かれており、一般の参加者も含め、多くの人が熱心に研究発表を聞いていた。どの高校も身近な題材を用いてしっかりと研究されており、ハイレベルな研究発表で、その研究発表に対して、審査員の先生方や参加者から難しい質問も多くあったが、今後の研究に役立つ多くのアドバイスをいただくことができた。各校ポスター発表の時間が二日間で6時間30分もあり、ハードではあったが、有意義だった。

本校からは、生物部の原嶋亜由美さん（3年）・老川希美さん（3年）・竹原綾音さん（1年）の3名が参加し、「ムササビの食性の季節変化と樹葉嗜好性」について、ポスター発表を行った。野生のムササビの観察と実験室における飼育個体（都知事許可）での嗜好性実験結果から、植物の嗜好順序を明らかにして、その葉に含まれるアミノ酸を分析した。アミノ酸分析は23種のアミノ酸とアンモニアが検出できたが、嗜好性の高い植物に含まれるアミノ酸は、甘味、旨味成分のものが多く見られ、ムササビはこれらの味を好んで食べている可能性が示唆された。

今後の課題として、他の季節の嗜好性とアミノ酸分析を行う、好まない(嫌いな)葉のアミノ酸を分析するなどのほか、ブースやポスター展示に関してもかなり工夫をしている学校が多くあったので、プレゼンテーションの方法なども今回学んだことを生かしていきたい。



審査員の先生に丁寧に研究を説明する



会場は熱気と活気に溢れていた



研究発表した3人の生徒

2. 平成30年度東京都内SSH指定校合同発表会 12月23日(日) 工学院大学 新宿キャンパス

① 口頭発表「水の蒸発を用いたクリーンエネルギーの創出についての考察」

口頭発表15分、質疑応答20分において、本校3年理系コースから「水の蒸発を用いたクリーンエネルギーの創出についての考察」の発表を行った。2017年に水を用いた蒸発駆動機関によりアメリカの総消費電力の約7割をまかなえるという論文がアメリカの研究グループから出たことを受け、海洋国である日本では海からの蒸発を使うと日本の総消費電力のどのくらいが蒸発駆動機関でまかなえるかという試算を発表した。その試算をするにあたり、蒸発駆動機関として実際に動くものを作ることは難しいが、身近なおもちゃに「水飲み鳥」がある。この水飲み鳥はよく「熱機関」として説明されることがあり、実際は地球環境が非平衡状態にあることによって生じる水の蒸発を利用した蒸発駆動機関と考えられている。そこで水飲み鳥の動きからどの程度の仕事を取り出せるのかを様々な湿度のもとで測定し、およそ日本の平均湿度での水飲み鳥の仕事率を見積もった。その水飲み鳥を日本の排他的経済水域に敷き詰めると、日本の総消費電力の10%がまかなえる、というものが今回の結論である。質疑応答では研究の目的や研究の背景に関する質問が多かった。



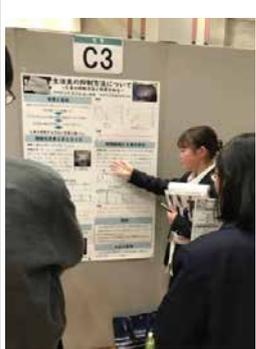
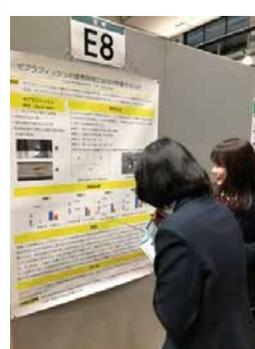
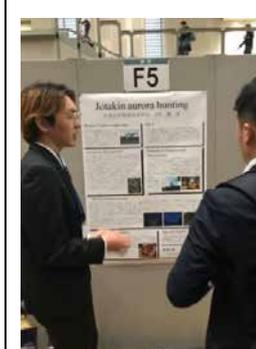
口頭発表の様子

② ポスター発表

ポスター発表は、化学系が101本、情報系が24本、数学系が33本、生物系が41本、地学系が26本、物理系が58本、その他が29本有り、合計312本あった。1ポスターあたり50分で説明し、3交替制で行った。本校からは化学系1本(卒業研究)、数学系(教養総合Iカナダ)4本、生物系6本(教養総合マレーシア・ランカウイ島4本、卒業研究1、生物部1本)、地学系4本(教養総合Iオーロラ)、物理系1本(卒業研究)の16本発表した。どの学校も真剣に自分たちの課題研究を発表しており、生徒相互はもちろん、教員や大学の先生、保護者、下級生などいろいろな人たちからさまざまな質問を受けたり、答えたりした。

口頭発表もポスター発表も大変活発に意見交換が行われていた。発表後は自分の研究に関心を持ってもらったことにより生徒の意欲関心が向上した。

表1：ポスター発表の様子

			
化学系	数学系	生物系	地学系

3. 東海大学附属高等学校 SSH 成果報告会 10月27日

①内容

10月27日(土)に本校の3年生6名が参加。自分で選んだテーマにもとづく10,000字相当の研究論文内容を報告。壇上での口頭発表1名、フロアでのポスター発表5名。スライドとポスターはすべて英語で作成。

会場には、会場校である東海大学附属高輪台高校の生徒のほか、新潟県立新発田高校、大分県立日田高校、福井県立若狭高校から代表生徒が参加。海外からも、タイにあるパヤオ大学附属校、マハーサーラカム大学附属校の生徒たちが参加。

②発表テーマ一覧

"Why is same sex marriage prohibited?"

"How can Paralympics become popular?"

"Development and possibilities of minor sports~men's cheerleading to major sport~"

"How can e-sport spread in Japan?"

"Is it possible to maintain public order through AI?"

"Compatibility of airport construction and nature protection"

③発表時の様子と作成ポスター



How can e-sport spread in Japan?
Chuo Univ. high-school Saku, Kawanishi

e-sport has increased year by year attention. But that's not case in Japan. I research current e-sport and make suggestions to spread e-sport in Japan.

What e-sport is?
e-Sport is the competition using game machine like video games, phone games, arcade games. And e-sport is similar to Mind Sports. In the West, chess and playing cards such as contract bridge are popular as mind sports.

Recognition of e-sports in Japan

Two marketing methods to spread e-sport in Japan
Influencer marketing is a method of spreading original products and brands by "influencer". They are the people who introduces products through SNS and has many followers.
Advocacy Marketing is effective in making people interested in e-sport by the influencer marketing of fixed fans. This marketing aims at long-term profit by thoroughly raising a company's reputation with their customers.

Rush Gaming is doing publicity in individual player's account at SNS. And they give back responses such as "like", "retweet" or reply to fans' contributions.

Japanese e-sport is still developing. If more people will be interested in e-sport, the e-sport business in Japan will develop rapidly.

Is it possible to maintain public order through AI?
Chuo Univ. high-school Yuka Shirai

Weakness of AI
One is that human beings can not understand the process by New York introduced a crime which deep learning takes the prediction system called answer. The second is that deep learning can not recognize things as a concept by 57%. In the UK, AI Crime Risk System <Hart> is used in trials and so on.

Overseas cases
This system causes racial discrimination.

Japanese cases
Mizuho Bank and Softbank began introducing AI.
In fact Alibaba in China uses SNS.

There is a possibility that AI will use the remark of SNS.

Issues in Japan
Lack of talent of AI engineers and lack of knowledge of AI.

Solution
It is necessary to increase the number of universities that you can learn about AI, establish institutions to which people familiar with AI belong, and regularly hold events.

Number of IT staff

④担当者所見

英語による口頭発表・ポスター発表はどの生徒も初めてだったが、質疑応答の際にどのように答えればよいのかに戸惑ったと生徒は悔しがっていた。しかし、自分の研究成果を英語で発表するという機会を持てたことは今後につながっていくと思われる。

第4編 次年度にむけた研究開発の方向性

平成30年度の研究開発について、特に「教養総合Ⅰ」各コースでの課題研究成果を集めた「SSH 成果発表会」を、平成31年2月20日（水）に本校校舎にて行った。高校1学年・2学年の全生徒を参加者とし、あわせて中央大学の教職員、校外の教育関係者や、SSH 運営指導委員会委員を招待した。また、同日にSSH 講演会として東京大学先端科学技術研究センター所長の神崎亮平教授に「～未来を拓くみなさんへ～ 昆虫が拓く新しい科学と技術の未来」と題した講演をしていただき、講演後には本成果発表会および個別研究発表に関する講評もしていただいた。この成果発表会におけるポスター発表・口頭発表の実践を通して、様々な参加者から本年度の研究開発について意見を集め、今後の方向性についてもさらに検討を進める予定である。

この成果発表会は、本校にとっては初めての取り組みとなるが、高校1学年の生徒の課題研究への意欲を高め、2年目となる「教養総合Ⅰ」各コースでの学習をより深化させる契機とすることもひとつの狙いとなる。「教養総合Ⅰ」の初年度の対象学年となった高校2学年の生徒は、それぞれが課題研究の成果を発表にまでつなげたことにより、そこで培った課題設定・解決能力を高3生となる4月からの卒業研究においてより実践的に発揮していくことになる。

高校3学年において理系コースを履修する生徒は、学校設定科目「教養総合Ⅲ Project in Science Ⅱ」において卒業研究を行う。「教養総合Ⅰ」での経験を発展させ、自由な枠組みの中で各自が科学的な研究課題を設定し、その解決を通して全般的な科学的能力の育成を行っていく。卒業研究の成果については、校内の成果発表会にとどまらず、東京都SSH 指定校合同発表会など学外の発表会や学会などへの生徒参加を積極的に推し進める。

また、第2編.Ⅲ.2において述べた、科学技術人材育成に特化したPBL型英語科授業「Project in English Ⅲ」の高3理系コース生徒へ実施する。理系英語能力をはじめとする国際性の向上を図るとともに、海外での研究成果も取り入れるなどといった課題研究へのリンクも強く進める。

卒業研究の成果発表として、卒業論文集の発行と、卒論発表会を行う。SSH 運営委員会の高大の教職員、中央大学の教職員、SSH 運営指導委員会をはじめとする校外の教育関係者に参加していただき、全体の評価と協議、翌年度に向けた指導をいただく予定である。

「教養総合Ⅰ」、「Project in Science Ⅱ」における卒業研究、「Project in English Ⅲ」のいずれの科目においても、コンピテンシー・ベースの観点別評価を、ルーブリックを作成して実施し、評価と指導を行う。繰り返しになるが、学校設定科目の開発とそれに伴うコンピテンシー・ベースの観点別評価体制の確立が、本研究開発の肝であり、生徒が自身の具体的な行動と結びつけて、その場でどのような学びが求められているのかを理解し実践することで、教員からのほたらきかけだけでなく、生徒が自らのコンピテンシーを自己点検できる体制を、各授業において整えていくことをめざしていく。

そのために、第2編.Ⅲ.3において詳説した、本校のコンピテンシー評価基準の開発と各授

業におけるルーブリック作成とを有機的に連関させていく作業が、継続的に求められていくこととなる。たとえば、本年度実施した、本校におけるコンピテンシー自己評価システム“Chufu-compass”による調査・分析によって、「教養総合Ⅰ」のコースごとに生徒のコンピテンシーが異なる傾向にあることが明らかになっている。現状では、研究旅行の理念に反して、研究の目的や計画管理に関して担任教員任せとなっている向きは否めないため、各コースの授業開始時から研究旅行の目的を生徒一人一人に考えさせる工夫が必要となっている。

“Chufu-compass”によるコンピテンシー・アンケートの分析結果を、教職員にフィードバックし、授業運営の改善に活かしていくことが求められるが、そのためにはさまざまな取り組みを継続していかなければならない。まずは、アンケート協力校を増やし、分析結果の信憑性を高めることだ。アンケート協力校は既に既存3校に加え、中央大学附属の系列3校、福岡工業大学附属城東高等学校にまで増えている。規模を拡大したアンケートを継続して行うことにより、他校比較を経年変化のなかでとらえるという、縦と横のひろがりをもつ分析が可能となるだろう。

アンケートの結果を、具体的に授業内容と結びつける取り組みも必要だ。「教養総合Ⅰ」の中で著しくコンピテンシーの上昇が見られた講座があれば、その取り組みのどこに要因があったのか分析し、全体で共有して、それぞれの講座の運営に活かしていきたい。アンケートの結果をふまえて今年度の授業内容を振り返り、成果と課題をみすえつつ、次年度の授業を練り上げていくことになるが、その試みはそれぞれの教員が年度ごとに行うシラバスの改訂に、具体的に示されていくことになるだろう。

学校設定科目「教養総合Ⅰ」にとどまらず、アクティブ・ラーニングや探究系の授業を、本校全体でより推進していくことも求められている。本校では伝統的に、高校3年次における卒業論文執筆や、高校3年間で100冊の本を読破する「課題図書」制度に取り組んできた。このような本校が培ってきた財産を、高校1年次段階から探究への意識づけにつなげていきたい。また、附属中学校の授業のあり方もあわせて見直すとともに、高等学校での成果発表会などに積極的に関わっていくことによって、高等学校進学後の早い段階から意欲的にアクティブ・ラーニングや探究に取り組めるようにしていきたい。これらのことは、生徒それぞれのコンピテンシーに肯定的な変化をもたらすであろう。

平成31年度は、「教養総合Ⅲ」および「Project in English Ⅲ」を実施し、SSH 該当学年がはじめて卒業研究をおこなうこととなり、学校設定科目の実践とコンピテンシー・ベースの観点別評価という、本校における研究開発の1サイクル目が完了となる。次々年度以降の、各取り組みの内容を改善した2サイクル目の実施に向けて課題の抽出が必要となる年度ともなるが、そのためにも生徒の活動件数や英語能力、探究をすすめていく力など、それぞれの向上を求めて、具体的な教育改善方策を打ち出していく。

関係資料

資料① 教育課程表

中央大学附属高等学校 教育課程(平成30年度以降の入学生から適用)								
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						
	地誌				2			
公民	倫理		2					
	政治・経済			2			2	
数学	数学Ⅰ	3						
	数学Ⅱ		4					
	数学Ⅲ						7	
	数学A	2						
	数学B		2					
理科	物理基礎		3					
	物理						5	5
	化学基礎	3					5	5
	化学						5	5
	生物基礎		3				5	5
保健体育	体育	3	3	2			2	
	保健	1	1					
芸術	音楽Ⅰ	2						
	美術Ⅰ	2						
	書道Ⅰ	2						
外国語	コミュニケーション英語Ⅰ	4						
	コミュニケーション英語Ⅱ		4					
	コミュニケーション英語Ⅲ				2		2	
	Project in EnglishⅠ	2						
	Project in EnglishⅡ		2					
	Project in EnglishⅢ				2			2
English Writing				2				
家庭	家庭基礎	2						
情報	社会と情報			2				
	情報の科学						2	
教養総合Ⅰ	グローバルフィールドワーク		2					
	グローバルフィールドワーク		2					
	Project in ScienceⅠ		2					
	トランスサイエンス 科学と歴史		2					
教養総合Ⅱ	文化研究				2			
	地域研究				2			
	社会研究				2			
	数理探究				2			
	文化と歴史				2			
	文化と言語				2			
教養総合Ⅲ	表現研究				2			
	Project in ScienceⅡ							3
	Global Project					3		
特別活動	ホームルーム	1	1	1			1	
	総合的な学習の時間	1						
	計	34	33	9	21	3	23	10

(注)

必修科目について

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

必修選択科目について

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

資料②. 運営指導委員会の記録

第1回運営指導委員会

日 時：2018年6月27日（水）中央大学附属高等学校来賓室 17:00～18:30

出席者：外部委員 河合 久委員（中央大学教授）

柿沼美紀委員（日本獣医生命科学大学教授）

古川 和委員（東京学芸大学監事）欠席

山下剛志委員（株式会社東芝）

校内委員：木川校長 高瀬副校長 古澤高校教頭 大島中学教頭 岡崎教諭 齋藤教諭 細川教諭
本多教諭 森脇教諭 大谷事務長 山田（事務） 伊藤（事務）

質疑応答

外部委員：コンピテンシーベースの評価方法について、コンピテンシー項目は決まっているのか。

校内委員：コンピテンシー評価表を配布。

外部委員：成績評価に結びつけるつもりかどうか。

校内委員：この一覧を Common Competency として使用する。

Common Competency Base で自己評価をしながら、各科目の Class Competency を使って、科目ごとに成績に関わるような評価をしている。

外部委員：大学では、面接をして、学生と向き合う機会を多く設けるように心がけた。

最終的には、生徒というより、実質的なFDに結び付けていくようなものになるといいだろう。

外部委員：オールラウンダーを前提にしたプログラムになっているように感じた。個性を見ることはできているか。

校内委員：数値的な評価のみではなく、テキストベースで考えや意見の回収を行っている。

校内委員：生徒自身のメタ認知を目標としている。

外部委員：日本の立ち位置、Globalization、といった視点で、自分の立ち位置を模索する必要がある。

校内委員：“Chufu Compass”は評価には直接には利用しない。

各科目では、成績評価の一側面としてコンピテンシー評価を取り入れる。

目的は、各教員が現在実行している評価基準を、生徒に説明できるようにすること。

テストによる評価だけではなく、現状で論文、レポート、実技で行っている評価感の見直し。

自分が何をどのように評価するのか、ということ言葉を言葉にしている段階。

外部委員：大学では、読解力、記述力の評価が低い。

PDCAを半年ごとに回しているが、伸びは見られない。

外部委員：評価というものは作ったものは、枠組みを超えたものを無理に評価ようとしてはいけない。

自分が評価できないものをどのように評価するか。

校内委員：文科省が「学力」という言葉を「3要素」に分解した。学力を測るだけではない評価方法が求められている。評価方法のパラダイムシフトをしなくてはならない。

本校では、体育祭や文化祭への取り組みの仕方など、その行動を学校として言語化できていない。

校内委員：今まで教員の話の黙って聞けという形だったものを、生徒との対話を入れることで、教員の授業へのスタンスにも変化が生じるだろう。教員の授業の振り返りも必要である。

第2回 運営指導委員会

2月20日午後（SSH成果発表会当日に実施）

資料③. 生徒卒業研究テーマ一覧

	氏名	テーマ
1	倉品洸紀	横スクロールアクションゲームにおける反発係数の導入
2	大友健瑠	シューティングゲームにおける加速度の導入
3	柴田怜志	コンピュータが生成する乱数を用いたグラフとゲーム制作
4	秋山 愛琳	理想気体における数値的シミュレーション
5	松崎寿々乃	新校舎「学びの森」の提案～教室棟はどのように再構築するべきか～
6	原嶋 亜由美	生活臭の抑制方法について ～S 臭の抑制方法と性質を知る～
7	吉末 聖	サンゴ礁に生息するバクテリアの分解能力について
8	松本ひなた	ゼブラフィッシュの選択時間は何が影響するのか
9	原 廉士郎	トゲナシヌマエビのエサに対する視覚と嗅覚の関係について
10	渋谷竜太郎	光のセンサーで動く車
11	尾崎 凱	物体の振動の様子を簡易に可視化する
12	小山 稜雅	風による温度変化の測定
13	直井洸太	水の蒸発を用いたクリーンエネルギーの創出についての考察
14	吉田恭平	中学生の数学に対する考え～中学生に聞く～
15	本橋 一輝	t 検定によるデータの解析～統計学から見たグラフの読み取りは正しいのか～
16	武蔵 尚	水流の可視の簡易化～抵抗の少ない水の流れ～
17	森和真	免震構造の振動の観測
18	森 諒	中附の講堂の音響の悪さについて
19	玉木萌心	素材による音の吸収のされ方について
20	永谷駿伍	サッカーゴールネットはなぜ六角形が優れているのか