

I-1 白幡探究Ⅰ【理科領域】

(1) 研究仮説

ア 実験実習を中心とした理科の様々な領域の学習活動を行うことで、科学に関する基礎的な知識や基本的技能が身につくとともに、科学に対する広い視野や科学的素養を育むことができるであろう。また、データ処理及びレポート作成を行うことで、2年生SSクラスにおける「白幡探究Ⅱ」の課題研究で必要となる情報処理の知識・技能も身につけることができるであろう。

(2) 実践

ア 概要

本校におけるSSHに関する特別な授業として1年生の「白幡探究Ⅰ」がある。2単位を数学と理科で1単位ずつ分け、理科に関する1単位を【理科領域】(レインボーサイエンス)と呼び、7人の理科教師が担当した。

イ 内容

7人の理科教員が各自の得意分野を主としたテーマを設定する。7クラスをローテーションしながら全クラスで1テーマ4時間の授業を行う。生徒は単科目に関するテーマだけではなく、2年生での課題研究が体験できるような実習に取り組み、通常の理科授業では体験できない専門的な実験も含めた物理・化学・生物・情報の4分野にわたる様々な分野の実習を体験することで、科学に対する視野を広め興味関心を高める。さらに、7人の理科教員の集中講義により、創意工夫に満ちた質の高い授業を目指す。

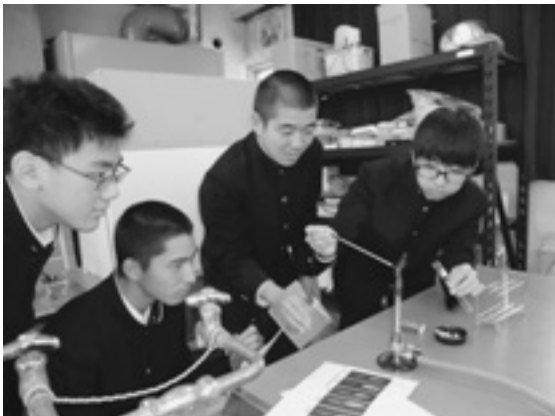
	担当者	講座名	実施内容
1	大西 石川	もう怖くない！パソコン入門	①・② タイピング練習 ③ Word 演習 ④ PPT 演習
2	野村	電磁波(波と光と色の関係)を考える	① 基本事項(講義) ② 簡易分光器の作製 ③ 実験(スペクトル測定) ④ 結果・考察・まとめ
3	片岡	発見！白幡台の土壌動物！	① 講義 ② 土壌採集・設置 ③・④ 顕微鏡観察・同定
4	出雲	ゾウリムシを通して「生命」を考える	① 仮説設定 ② 実験 ③ 考察・発表 ④ 総合討論・まとめ
5	大西 石川	楽しくてしょうがない！統計入門	①・② Excel 演習 ③ データ収集(振り子実験) ④ データ処理
6	塚本	中和滴定	① 中和滴定とは ② 実験器具の使い方 ③ 実験 ④ 結果・考察
7	新	気圧を知ろう！	① 基本事項(講義) ② 実験準備 ③ 実験 ④ まとめ



(3) 評価

ア 生徒感想

- ・ 中学校の授業では見られなかった微生物の動きを見ることができて大変良かった。「ゾウリムシを通して生命を考える」講座では、生命についてクラスの友人と語ることができ、貴重な時間となった。
- ・ 中学校ではできないような実験も行え、SSH ならではの実験器具や装置も魅力的で興味が高まった。また、考察をまとめるときの表現力や思考力も向上させることができた。
- ・ 情報の授業が無い代わりに、探求理科の時間にワードやエクセルの使い方が分かって、ためになると感じた。実験は普段身近にないものが多かったり、自分で考えることが多かったりと、興味が湧くものが多かった。
- ・ 実験器具が充実しているので、実験がとても楽しいものであった。理系科目はあまり好きではなく得意でもないが、探求の授業は楽しんで取り組むことができた。
- ・ 実験や観察などグループでの活動が多いので楽しく学ぶことができた。普段なら知らなかったことや分からなかったことを多く学べる機会であったと感じたので、今後も継続して行った方が良いと思う。
- ・ 理科の授業と別に実験を行ったので、様々な分野の実験の知識がついてとても良かった。特に、パソコンでの統計処理や化学分野の実験が興味深く、将来もっと実験したいと思えるきっかけとなった。
- ・ グループで意見交換したり発表したりすることで、実験結果から考えたことを自分なりに伝える力がついたと感じる。
- ・ 普段の授業とは違い、テーマに沿った実験を行い、その結果をプレゼンテーションで発表するなど、これまでの授業の延長線上にあるものながら、とても新鮮であった。
- ・ 自分が興味を持った分野以外の内容も体験することができ、見方が変わり、自分の中の世界が広がると感じた。
- ・ 虹のスペクトル観察の講座では、太陽光は本来様々な光で構成されていること、波長によって色に違いが出てくることを学べ、とても興味が湧くものであった。
- ・ 様々な種類、分野の授業を1年間で経験できることは、自分の興味がどこに向いているのかを知ることができる良い機会だと思う。また、グループ活動のものが多く、実験が苦手な人には優しく、協力する力も同時に育てられるから良いと感じた。
- ・ 今までキーボードの指の使い方やエクセルを用いた統計処理の方法を知らなかったもので、それらが学べて良かった。これから使っていくものだと思うし、あまり上達はしなかったが、今後慣れていけばと思う。
- ・ 実験が多いため、実際に自分の目で見て理解することができ、興味が湧いた。また、普段の生活の中でもちょっとした疑問が解決されたときは、とてもうれしい。



イ 考察

事後アンケートを実施したところ、「探究の授業は科学に関する興味が湧くものであると思うか」の項目にて 72%の生徒から肯定的な回答が得られた。中には「2年生では文系を希望しているが、科学についてもっと学びたいと思った。」という回答も複数あった。以上のことから、科学に関する興味や科学的素養を育むことができたと考えられる。また、「探究の授業は実験・観察に関する興味が湧くものであると思うか」の項目にて 68%の生徒から肯定的な回答が得られた。この点に関しては、実験の内容を再考する必要があると考えられる。

生徒の感想の中には、探究の授業は非常に充実した時間となっていて、実験・観察を楽しむことができたとの記述も多く見られた。このことから、多くの生徒が科学に対して広い視野や科学的素養を育むことができたと考えられる。

ウ 成果

白幡探究Ⅰの理科領域では5年間、様々な教員が工夫を凝らした内容で実験を中心とした授業を展開してきた。5年間の生徒の感想や、科学に対する興味が湧いた生徒割合から考えると、この授業を通して科学に関する基礎的な知識や基本的技能を身につけさせることができたと考えられる。また、2年生で文系を希望している生徒であっても、科学的興味関心が向上したことが窺える。

エ 今後の課題

昨年度以前からの継続的な課題となっているエクセルを用いた統計処理、グラフ作成の他にタイピングなどの文字入力非常に遅く、文書作成に時間を要する点が課題となっていた。今年度はレインボーサイエンスの7つの講座の中にパソコンを使用しての文書作成、統計処理の講座を2つ設定して課題改善に取り組んだ。しかしながら、計8回の授業内容では、統計処理や文書作成の能力の定着までは結び付かないことが現状である。次年度以降は学校設定科目の中に、情報の内容を取り扱う科目を設定することで、パソコンを取り扱う基礎となる能力を育成していく必要があると考えられる。

また、「白幡探究Ⅰ」は2年生SSクラスにおける「白幡探究Ⅱ」の課題研究の基盤を築くという位置付けでもあるので、その位置付けにふさわしい内容であるかは今後も継続的に見直していく必要があると考える。具体的には「仮説→検証実験→考察→まとめ・発表」の流れを汲んだ講座の設定が基盤を築くことにつながる実験になっていくと考えられる。

Ⅰ-2 白幡探究Ⅰ【数学領域】

(1) 研究仮説

- ア 和算の内容を科学的に表現することを目的とした教科（国語・数学・英語・情報・地歴）横断の学習により知識理解の習得，複数教科の繋がり存在，既習の活用と有効性を感じ得るであろう。
- イ 協働的な探究により自己効力感，協力し合うことの有用性・重要性を感じ得るであろう。
- ウ 和算の探究により自国文化の一部を理解するであろう。
- エ 算額をつくることにより数学創造の楽しさ，難しさ，達成感を得るであろう。
- オ ポスターへの表現およびポスター発表により，表現することの必要性，困難性を感じ得し，さらに，発表内容を振り返る機会とするであろう。
- カ 論文集，Web への掲載による達成感と公表することの責任感を得るであろう。

(2) 実践

ア 背景

近年和算に関し，伊能忠敬，間宮林蔵の偉業をたたえるテレビ番組がしばしば見られ，また映画には「天地明察」，アニメ「算法少女」などの作品がある。検定教科書においてはそれに関する記述が中学校高等学校にみられる。また，中学校・高等学校における探究課題として次のものがあつた。

(ア) 算額を作る活動 早稲田中学校 他

(イ) 算額を調査 筑波大学附属駒場高等学校

(ウ) 塵劫記の読解 大阪市立東高等学校

このように，和算は高校生にも教育，探究されているが，その例は多いとはいえず，また，その探究を全員で行っているとは限らない。

一方，本校における和算に関する教育活動は 2009 年に遡る（表 1 算額をつくろうコンクール出展数）。生徒 1 名のみへの「算額」を創る指導であつた。その後，「茨城版サイエンスハイスクール¹」に指定され，2014 年度には文部科学省指定スーパーサイエンスハイスクール（以下 SSH）に指定され，全日制 1 年生が「算額」を創り，「算額をつくろうコンクール」に出展させる指導をしてきている²。また，2012-13 年度には定時制において，さらに 2015 年度から近隣の牛久市立ひたち野うしく小学校にて出前講座として 6 年生希望者を指導する機会をいただき，活動をつづけている。

我々は SSH 指定のための申請書作成段階から，和算に関する探究を学校設定科目として提案し，準備を重ねた。ここでは，2014 年より継続的に行っている学校設定科目「白幡³探究Ⅰ【数学領域】」における和算を題材とした探究について報告する。

イ 単位数と担当教員

(ア) 単位数

本校における SSH に関する学校設定科目に 1 年生の「白幡探究Ⅰ」がある。2 単位を数学と理科で 1 単位ずつ分ける。数学に関する 1 単位を【数学領域】と呼ぶ。

(イ) 担当教員

これまで次の教師が TT で担当している。

2014 年

A 組	B 組	C 組	D 組	E 組	F 組	G 組
小林 染川	小林 染川	小林 染川	小林 染川	井坂 染川	井坂 染川	井坂 染川

表 1 算額をつくろうコンクール出展数

開催回		竜ヶ崎一高		牛久市立ひたち野 うしく小学校
		全日制	定時制	
2009年度	第 12 回	1		
2010年度	第 13 回	216		
2011年度	第 14 回	220		
2012年度	第 15 回	257	94	
2013年度	第 16 回		78	
2014年度	第 17 回	273		
2015年度	第 18 回	275		19
2016年度	第 19 回	264		29
2017年度	第 20 回	276		33
計		1782	172	81
総計		2035		

¹ 理工系医薬系人材育成のための茨城県の事業

² 2013 年度全日制は不参加であつた。

³ 「白幡」とは本校所在地名に関係することばで，同窓会名等に用いられてきている。

2015 年

A 組	B 組	C 組	D 組	E 組	F 組	G 組
小林 田上	田上 軽部	神坂 軽部	小林 軽部	神坂 軽部	小林 田上	小林 神坂

2016 年

A 組	B 組	C 組	D 組	E 組	F 組	G 組
小林 木戸	小林 軽部	小林 木村	小林 木村	小林 木戸	小林 軽部	小林 軽部

2017 年

A 組	B 組	C 組	D 組	E 組	F 組	G 組
井坂 軽部	軽部 井坂	田上 軽部	軽部 田上	井坂 小林	田上 井坂	小林 田上

2018 年

A 組	B 組	C 組	D 組	E 組	F 組	G 組
小林 中山	岡部 小林	小林 岡部	田上 岡部	岡部 中山	田上 中山	小林 中山

担当教師氏名：井坂直樹 岡部 剛 軽部清子 神坂幸弘 木戸崇智 木村恵男 小林徹也
 染川朋也 田上一洋 中山優吾

ウ 実践報告

(ア) 数学史序論

a. 和算の歴史

飛鳥時代から明治期までの我が国における数学・数学教育全体をスライドにより 1 時間で学ぶ。
 これにより生徒たちは次の 2 点を学ぶ。

- ・ 日本に奈良時代から数学・数学教育史が存在したこと
- ・ 生徒自身がその歴史の延長線上にいること

b. 和算の問題を解く活動

江戸時代における和算の問題を解く活動を 1 時間行う。この指導により次の 2 点を学ぶ。

- ・ 約 400 年前の和算の問題を生徒の既習の数学を用いて解くことができること。
- ・ 現代の数学を用い工夫して解を表現すること。

c. 和算の有用性についてのビデオ学習

和算が有用とされた理由をビデオ教材で 1 時間学ぶ。間宮林蔵は現在の茨城県つくばみらい市の出身であり、本校にはその地域から通学している生徒もいる。また、伊能忠敬は現在の千葉県香取市の生まれであり、本校から車で 1 時間ほどの距離である。そこで、本校地歴科小野威人教諭にそれらの偉人の偉業を取り入れたビデオ作成を依頼した。江戸時代における「海防」のための測量の必要性を中心に小野教諭が講義する形でのビデオを生徒たちは鑑賞する。このようにして生徒たちは次の 2 点を学ぶ。

- ・ 江戸時代における和算の必要性
- ・ 和算と地域との関連

(イ) 「算額」をつくる活動

「算額」を奉納する活動が江戸時代から昭和の初期、庶民の間に流行した。「額」に描いた数学の問題「算額」を神社・仏閣に奉納する行為である。問題を作成でき解けたことに関する神仏への感謝を表したもので、全国に約 900 面現存するといわれる。一方、「算額をつくろうコンクール」とは、B4 判の用紙に「問」問題、「答」答え、「術」解き方、さらに図や絵が書かれた「算額」を顕彰する活動で、NPO 和算 が主催する。上位 4 作品は東京神田明神に奉納される。昨年 20 回目の開催では 2322 作品の出品があった。

教室での活動は 2 時間である。まず、「算額」とは何か、「算額をつくろう」とはどのような活動なのかを学習し、次の時間までに下書きを作成する (1 時間)。次に、生徒達は下書きを持ち寄り、班ごと (後述) に互いに検討し合う (1 時間)。その観点は次の通りである。

- ・ 数学的な 簡潔さ 明瞭さ 的確さ 難易度
- ・ 図的な バランス 読み取りやすさ 適切さ

作品作成は長期休業 (夏休みまたは冬休み) の宿題とした。作品は全て「算額をつくろうコンク

ール」に出展する。さらに、教師はすべての作品をデータ化、A0判用紙に8点ずつ並べて印刷、本校生徒研究発表会（後述）において教室の廊下南側に計35枚展示する。なお、第19回では1名が最高の賞である金賞を受賞、第20回では銀賞1名、銅賞4名が受賞した。

（ウ）和算書の解釈と表現

【数学領域】において中心となる探究である。

a. 和算書の選択と概要

解釈する和算書は、和算研究所 佐藤健一 理事長にご相談し、本校1年生の既習を勘案しふさわしい和算書の推薦をお願いしたところ、これまで次の3つの和算書をご呈示いただいている。

資料A ・書名 見立算法規矩分等集（みたてさんぼうきくぶんとうしゅう）

・1722年 万尾時春 著

資料B ・書名 算法勿憚改（さんぼうふつたんかい） 1673年 村瀬義益 著

資料C ・書名 算法闕疑抄（さんぼうけつぎしょう） 1659年 磯村吉徳 著

以上の和算書のうち1問を1つの班に課題として1編ずつ与える。

2014年 資料A 56編⁴ 2015年 資料A 24編 資料B 32編

2016年 資料B 56編 2017年 資料C 56編 2018年 資料C 56編

また、問題が極端に短い場合、あるいは容易と見なされた場合は複数を、極端に長く難解と思われるものに関しては複数の班に担当させた。

これらの和算書の特徴は、現代語訳が存在しないことである。このことは図書館、ネット等で調べても答が見つからないことを意味し、生徒たちに責任と意欲を与える結果となった。我々は「生徒たちは最先端の和算研究科者」といえる状況を作ったともいえる。

b. 班編制について

活動は班ごとに行う。1班5人とし、男子2または3人、女子2または3人とした。各クラス8班である。各班に、班長1名、現代語訳担当・数学的内容担当・英語訳担当・デザイン担当を決める。2016年度から「江戸文化」係を加え、読み解く和算にある江戸文化について調べまとめる担当とした。

c. 探究活動について

6月より約7ヶ月をかけて次の活動を行う。なお場所は、はじめは各普通教室で、コンピュータが必要になる9月頃から特別棟コンピュータ教室で行う。

①和算書の内容を現代語に翻訳 約5時間

原典や活字版から内容を読み取り、現代語に翻訳する探究である。生徒たちは主に次の3つの壁に当たる。まず、度量衡（例：尺・貫・歩）や見慣れない和算の用語（例：鈎股弦）等に最初戸惑う。それらの多くは「和算用語集（佐藤，2005）」等と和算に関する解説書を読むことで解決する。次に問題・解・解法がどこからどこまでなのか明示されてないことに戸惑う。これは読解し、意見を出し合ううちに解決される。最後に解き方が生徒既習の現代数学と異なったり、表現がわかりにくいことに戸惑う。これは次の②にあるように、自分の既習の数学で考えることで解決することが多い。

② ①で現代語に翻訳された文章を現代の数学的な式や図に表現 約3時間

数学的に多くは相似や三平方の定理に関する中学生レベルである。一部に開平・開立、数列、天文学、地学、力学といえる未習のものがあり、教師が指導したり、生徒が自習したりした。生徒たちは表現や考え方の違いに苦労しながらも既習の数学を用いて読みとこうとしていた。生徒らは自分なりの数学で解いていくうちに和算書にある同じ数値が出てくることが驚くことが多い。

生徒感想：和算の問題を読むのは古文を読解することと共通の部分もあったが、和算独特の数量や単位があり、現代語にすることが難しかった。また、省略されているところを推測で補うことも、数学的内容が理解できていないと推測しがたく、数学的内容を理解していなくては現代語訳できなかったのも、数学的内容と同時進行で行うようになってしまった。

生徒感想：普通、私たちが計算するとき、求める数を x などの文字に置き換えるような問題に対し、当時の人はその文字を使わず計算していたため、最初は、当時の人の考え方を理解することができず、苦戦していた。しかし、一度自分なりに解いてみたことで、共通する考え方を発見し当時の人々の考え方を理解することができた。

⁴ 56編に加え3編を生徒が個人的に探究した。それらを入れれば59編となる。

③①、②で現代語、数学的に表現したものを英語に翻訳
約 3 時間

翻訳のため生徒達はネット翻訳一部使用した。しかし、それらの訳はそのままでは問題があることに生徒自身が気づいており、訳に責任を持つことを指導した結果、生徒達自らが修正した。

④①～③の内容をポスターに集約 約 4 時間

Word や PowerPoint の使い方も指導する。さらに、必要に応じ数学担当の生徒に図形関数ソフト「GeoGebra」を 20 分程度指導した。

生徒達はより理解しやすく、整ったポスターを作るため、図など様々な工夫をした。班によっては背景に和柄を用いたところもあった。

⑤全員が各教室で計 56 件のポスター発表 2 時間

SSH 事業の成果発表として「竜ヶ崎一高 SSH 生徒研究発表会」が毎年 1 回開かれている。その午後にこの探究のポスター発表が行われてきている。

期日

平成 27 年 1 月 31 日 (土)

平成 28 年 1 月 21 日 (木)

平成 29 年 2 月 26 日 (日)

平成 30 年 1 月 27 日 (土)

平成 31 年 2 月 23 日 (日)

時間 13:20 ～ 15:30

上記時間を前後に 2 分割し、前半の時間でクラスの半分(1, 3, 5, 7 班)が発表、その他(2, 4, 6, 8 班)が参観、後半は入れかえする発表形式とした。

発表内容

ポスターの内容について、班の全員が自分の担当箇所を発表する。一部英語の発表もあった。

発表時間 各班約 5 分 を 3 回程度

参観者 1 年生の他に、和算研究者、SSH 運営指導委員、2 年生全員、保護者、教職員が参観した。参観者にサインを求め、その数を意識させる仕組みを作ったことも功を奏し、1 時間で少なくとも 29 名、最大 111 名に説明した班があった。

生徒は発表を通し次のことを学んだ。

- ・人に考えを伝える難しさへの気づきと克服
- ・内容の問題点を指摘されたり自ら気づいたりすることによるポスター改善の必要性

⑥ポスターと「算額」の掲示

発表会終了後廊下の「算額」はそのまま、ポスターは廊下北側に貼り直し 1 週間展示した。生徒達には他のポスターや算額作品を鑑賞し参考とするよい機会となった。

⑦ポスターの修正 2 時間

ポスター発表の際の指摘や自らの反省にもとづいてポスターを修正した。

⑧各クラスにてポスター発表 1 時間

各クラスでポスター発表を行い生徒の投票によりクラスにおけるベストポスターを決定した。

⑨報告集と WEB ライブラリーに掲載

平成 26・27・28・29・30 年度スーパーサイエンスハイスクール研究探究報告集(竜ヶ崎一高、2015/2016/2017/2018/2019)にポスターをすべて掲載、各年 1 年生全員に配布した。さらに、ポスターを全て「和算ライブラリー」として WEB 上で閲覧可能とした。これらの予定を生徒に知らせ

生徒感想：英語には主語がなくてはいけないのに、和算の問題となると主語がなく一文ずつ主語を考え、主語を立てることが一番大変だった。×(掛ける)、÷(割る)などの数学的内容の語句は、訳し方がたくさんあることが学べた。また、習っていない文法を調べながら訳すことができたので、英語力の向上につながったと思う。もう少し時間に余裕があったら、じっくり文法を調べて、もっときれいな英訳がしたかった。その上、今回の英訳で語彙力がまだまだ足りない実感した。

生徒感想：班によって問題の量は異なり、全て同じデザインは見られない。自分たちの問題に見合ったデザインを考え、ポスターを見ている人の興味をそそり、話の流れが聞いていてすぐ理解できるようにしなければならない。簡単な役割だと思っていたが意外と時間がかかったのはそのためだろう。人に見せることを意識してデザインするのは難しいことを今回の発表を通して感じた。

生徒感想：私は江戸文化で貨幣の流通の歴史について発表した。発表では、流通の流れを順序よく簡潔に話すことができるように意識した。グループで協力して指し棒を使いながらわかりやすく発表できた。英語に関しては、まだ慣れない部分があったのでもう少し練習する必要があるかと思う。

ることにより、生徒は自分たちの作品に責任を持って取り組み、また達成感を得ることになった。
http://www.ryugasaki1-h.ibk.ed.jp/?page_id=237

d. 考 察

本探究の特徴は次の通りである。

①1年生全員が対話的に行ったこと

生徒たちは自らのよさと他人のよさを認め合い、活かし合いながら探究を進めることができた。

②現代語訳及び解説書のない和算を題材にしたこと

生徒達は和算の先端的な研究者となり主体的・意欲的に取り組むことになった。

③古文から現代語訳、数学的に表現、さらに英訳し、ポスターに集約したこと

数学的活動に幅を持たせ、かつ各教科の重要性、連携させることの必要性を学ぶことになった。

④ポスター発表のための工夫と経験をしたこと

ポスターの作成、および言葉・身振り手振りを用いた発表表現を学ぶことができた。

⑤ポスターすべてを報告書、WEBに掲載

これにより成果に責任と達成感を持たせることができた。

⑥数学を創る活動をしたこと

「算額」を創ることで、数学を「創る」「表現する」活動をおこなった。

(3) 評価

生徒の感想によると、和算書の翻訳・発表、「算額」の作成とともに始めは自分の能力を超えたものと思っていた生徒がい。しかし現代語解釈を協力し乗り越え、比較的スムーズに探究が進み、自信がつき、協力の有用性、重要性がわかったという。さらに、国語・数学・英語・地歴・情報のそれぞれに自信がつくとともに教科を横断した学習の重要性に気づいたという。和算という文化の存在に驚き、自国文化の一部を理解できた。算額作成により数学創造の楽しさ、難しさ、達成感を得た。ポスターの作成・発表により、表現することの必要性、困難性、発表内容を振り返る機会となった。最後に、報告書、WEB掲載による達成感と責任感を得る機会を得たといえる。

「和算序論」を学ぶ場面では講義の部分が多い。今後は生徒らの調査による「調べ学習」を基本に置くことが挙げられる。つぎに、生徒の現代語・英訳には改善すべき表現があることが指摘されている。また、各活動における生徒の評価を改善する必要がある。以上の解決には、数学科教員のみならず、国語科、英語科の協力が必要となる。本年は試験的にそれらの教師の協力を得ているが、いっそうの連携が望まれる。加えて、探究の過程を整理するに当たっては、探究の目的、仮説、方法、結果、分析、考察、推論、今後の課題、参考文献等の必要事項を意識させつつ、ポスター等にまとめることが望ましいとされる（文科省、2018）。今後そのようにすることも検討したい。

(4) 和算を探究することの価値

和算を探究することには次の価値もあると考えられる。

(ア) 数学を題材とした探究活動の増加への寄与

現在の高校生の探究活動では数学は理科に比べると件数が少ない。一方、次期学習指導要領では教科「理数」に科目「理数探究基礎」が位置づけられる。本探究をそれに活かすことで今後の数学を題材とした探究の少なさの解決策のひとつになると考えられる。

(イ) 学術としての和算研究への寄与

現代語訳および解説書のない和算書の生徒による読み解きが学術としての和算研究の一助になること、さらにそれに興味を持つ海外の研究者への好影響⁵が期待できる。

(5) 謝辞

佐藤健一 理事長 はじめ和算研究所の様々なご指導に御礼申し上げます。

(6) 引用・参考文献

竜ヶ崎第一高等学校(2015, 2016, 2017, 2018).平成 26 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.第一・二・三・四年次. 茨城県立竜ヶ崎第一高等学校.

(7) 付記

この探究指導は「生徒が主体的・対話的に和算を解釈・表現する指導実践」として、「第 67 回読売教育賞 算数・数学教育部門 最優秀賞」を受賞した。

⁵ 実際、国立台北教育大学 英家銘 准教授に本校の平成 28 年度 SSH 研究探究報告集をご覧いただいたところ、和算について多くの知見を得た旨のメールをいただいた。

I-3 白幡探究II

(1) 研究仮説

- ア 1 年次終盤から他校研究発表会等に参加し、さらにオリエンテーション時に「この指とまれ法」を用いることで課題研究テーマを意欲的主体的に設定できるであろう。
- イ グループ単位で、仮説を設定、研究計画を立案、指導教員との間で議論を繰り返し、協働的に研究の方向性や内容、研究方法を改善していくことで、研究を深化させることができるであろう。
- ウ 実験や考察を行い、得られたデータを整理し、結論を導き出して仮説を検証することで、科学的な思考や方法の技能が向上するとともに、よりよい研究要旨やポスターなどを作成することができるであろう。
- エ 課題研究テーマ発表会や中間発表会において内容の発表を行い、積極的に質疑応答に臨むことで、「たくましい」科学系人材に必要なプレゼンテーション能力およびコミュニケーション能力を高め、さらに研究を改善することができるであろう。

(2) 実践

- ア 対象 2 年 C 組 SS クラス 40 名
- イ 単位数 2 単位（火曜 5・6 時間目）
- ウ 教員配置 数学科 2 名、理科 6 名（物理 2 名、化学 2 名、生物 2 名）
- エ 授業計画

回	日時	内容
1-3	4 月 17 日-5 月 8 日	オリエンテーション：課題研究テーマの設定とグループ決定
4-8	5 月 15 日-6 月 19 日	課題研究①-⑤ 研究目的・計画の検討と発表会準備
9	6 月 22 日	課題研究テーマ発表会 各グループ 2 分
10-12	6 月 26 日-7 月 17 日	課題研究⑥-⑧ 先行研究検討 夏休みの計画 実験準備
夏期休業	7 月 21 日-8 月 27 日	グループ別研究
13-17	9 月 4 日-10 月 23 日	課題研究⑨-⑬ 実験等研究
18	10 月 30 日	クラス内中間発表 各グループ 4 分
19-22	11 月 6 日-12 月 18 日	課題研究⑭-⑰ 研究の見直し、発展
23	1 月 12 日	論文書き方講座（小林）
24-28	1 月 15 日-2 月 19 日	課題研究⑱-㉒ まとめ
29	2 月 23 日	生徒研究発表会（本校）
30-31	3 月 12 日-3 月 19 日	課題研究㉓-㉔ 研究の修正と発展
32	3 月 17 日	第 8 回茨城県高校生科学発表会全グループポスター発表（筑波大学）

オ 授業の展開と研究の経過

(ア) 1 年次終盤における発表会へ全員参加

- a. 平成 30 年 3 月 17 日（土） 第 7 回茨城県高校生科学発表会（筑波大学）

(イ) オリエンテーション：テーマの決定「この指止まれ法」

- a. 課題研究テーマ設定総数を 15 テーマまで、分野別テーマ数を[指導教員数]×2 までとし、グループの構成人数は 2~5 人であることを生徒に知らせる。
- b. 生徒は課題研究テーマを 1 つ検討、指導教員と議論、指導教員は研究可能なテーマを認定。認定テーマは随時生徒・教員に周知され、認定された生徒は仲間を募る。
- c. 認定を受けていない生徒は認定テーマと自分の希望テーマを比較検討、認定テーマに加わるか、自分のテーマに認定を求める。
- d. 全員がいずれかのグループに所属する。

(ウ) 課題研究①-㉔

- a. 「探究コーディネータ」が全体に予定・進度の確認（3 分程度）。
- b. 各指導教員の指導による研究。

(エ) 6 月 22 日（金）課題研究テーマ発表会

発表はインデクシング形式。パワーポイントを用いて各グループ 2 分間でプレゼンテーション。指導教員、運営指導委員ならびに 3 年生 SS クラス生徒より質疑・指導。

(オ) 夏季休業期間の研究

事前に指導教員と相談した計画に基づき、各グループで自主的に研究を進める。

(カ) 10月30日(火) クラス内中間発表会

全グループが探究の進捗状況と今後の展望について口頭発表。授業担当教員、クラスの生徒と質疑。

(キ) 1月12日(土) 論文書き方講座

「探究コーディネータ」による論文の構成、執筆要領、ワードの「スタイル」の使い方の指導。

(ク) 2月23日(土) 生徒研究発表会

全グループによるポスター発表。

(ケ) 3月17日(土) 第8回茨城県高校生科学発表会

全グループによる研究要旨(A4判, 1枚)とポスターを作成、発表。

カ 研究テーマ一覧

テーマ	分野	担当教師
01 マグナス効果と翼断面の形状の関係性	物理	大西
02 磁場・電極の条件と人工オーロラの形の相関	物理	大西
03 作詞の効果と実用性の検証	物理	石川
04 電磁誘導による人力発電の効率化	物理	石川
05 3秒ルールを成り立たせる驚異の物質	化学	塚本
06 アレルギーにならない牛乳の作成	化学	新
07 蜘蛛の糸の実用化にあたって	化学	新
08 ネオンテトラの光走性と好む色の研究	生物	片岡
09 森の動き クロノシーケンス研究	生物	出雲
10 AIによる作曲	数学	井坂
11 カシマスタジアム行きバスの経路最適化	数学	井坂
12 Pythonによる画像認識と気圧予測アルゴリズムの試作	数学	小林

(3) 評価

1 年次終盤の他校研究発表会への参加により、課題研究へのモチベーションの向上、研究テーマの検討する機会を得ることができた。「この指止まれ法」により生徒の主体性を重視しながらテーマとグループを構成することができた。

ア 課題研究を通し、仮説設定から実験計画、まとめた結果から考察を行い、得られた結論から次の仮説を考えるまでの一連の科学的に探究する過程を体験した。その結果、実験計画の作成や準備をする際に効率的に行おうとする姿勢が窺えた。研究の方向性が徐々に明らかになるのに伴い、取り組む意欲がさらに向上した。

イ 口頭発表およびポスター発表を全員が行い、それらの経験を積み重ねた結果、それらの技能については、全員が習得できた。また、各発表において自己評価や相互評価、アドバイスシート等による結果を活用することで、プレゼンテーション能力の向上も図れた。

ウ 発表会での質問、指摘や助言を受けて、先行研究や文献の再調査を行うなど、研究を振り返ることで、グループ内で研究の方向性や方法についての議論が高まり、生徒の自主性と同時に創造性も育むことができた。発表における質疑応答などの様子から、研究成果を自分のものにしていることが窺え、研究内容を伝えようとする堂々とした姿勢が見られた。研究発表を経験したことで、授業における質問等も増加したことから、課題研究への取り組みは生徒の問題解決能力の向上に大きく寄与していると考えられ、たくましい科学系人材の素養を身につけたといえる。

(4) 今後の課題

研究時間を確保することを今後の課題とし、教育課程の変更等も含め検討したい。

I-4 白幡探究III

(1) 研究仮説

- ア 課題研究について、「白幡探究Ⅱ」から継続して生徒主体型で取り組むことで、自主性や挑戦心など「自分から取り組む姿勢」が向上するであろう。
- イ 研究発表について、「白幡探究Ⅱ」から継続して発表会及び質疑応答に臨むことで、本校 SSH のテーマである「たくましい科学系人材」に必要なプレゼンテーション能力やコミュニケーション能力など「成果を発表し伝える力」が向上するであろう。
- ウ 論文作成において、読み手を意識して表現等を工夫することで「成果を発表し伝える力」が向上するであろう。
- エ 論文作成において、生徒自身が論点を整理し、必要となるデータを精選して構成し、指導教員との間で議論を繰り返し改善を重ねることで、科学的な思考力など「考える力」が向上するであろう。
- オ 発表準備や論文作成において、グループのメンバーと協働して行うことで、協調性やリーダーシップなど「周囲と協力して取り組む姿勢」が向上するであろう。
- カ 指導者に「探究コーディネータ」を設けることで、スムーズな運営・指導が行われるであろう。

(2) 実践

- ア 対象
3 年 SS クラス（平成 30 年度 42 名，平成 29 年度 42 名，平成 28 年度 40 名）
- イ 単位
1 単位（金曜 6 校時目）
- ウ 教員配置
前年度「白幡探究Ⅱ」で指導教員を務めたものが引き続き担当することを原則とした。転出等により指導教員が不在となった場合は引き継ぎを行った。また、配置外の教員も専門分野についてアドバイス等を行った。平成 30 年度は転出者が多かったため下記のような教員配置とし、必要に応じて生徒がアドバイスを受けることができるように、探究コーディネータが専門分野の教員と連絡調整を行った。
 - ・平成 30 年度 3 名（SSH 部長，SSH 副部長，学級担任）
 - ・平成 29 年度 9 名（物理 2 名，化学 2 名，生物 3 名，数学 2 名）
 - ・平成 28 年度 6 名（物理 2 名，化学 1 名，生物 2 名，数学 1 名）
- エ 授業計画
平成 30 年度の計画を示す。平成 29 年度，平成 28 年度の授業計画及び実践もほぼ同様であった。

回	日 時	内 容
1	4 月 13 日	オリエンテーション，論文の書き方の指導
2	4 月 20 日	論文の作成①
3	4 月 27 日	論文の作成②
4	5 月 11 日	発表スライドの作成①
5	5 月 18 日	発表スライドの作成②
6	6 月 8 日	発表練習
7	6 月 22 日	生徒研究発表会（全グループ口頭発表，龍ヶ崎文化会館大ホール）
8	7 月 6 日	論文の作成③，
9	7 月 20 日	論文の作成④指導教員への提出
夏季休業		論文の加筆修正 → 指導教員への再提出 → 探究コーディネータへの再提出（認定されるまで繰り返す）

オ 授業の展開と研究の経過

- (ア) 「探究コーディネータ」は各授業時における主な活動の計画と実施、論文の書き方および提出された論文の修正指示等を行った。また、必要に応じて専門分野のアドバイスが受けられるよう斡旋を行った。
- (イ) 論文の書き方の統一と指導の効率のため、本校独自の論文テンプレートならびに「論文執筆要領」を作成した。生徒はそれらをもとに論文を作成し、論文構成の段階から指導教員と議論を重ね推敲した。
- (ウ) 生徒研究発表会では、すべてのグループがプレゼンテーションソフトを用いた口頭発表を行った。司会進行も生徒自身が行い、発表時間 7 分、質疑応答 3 分で実施した。
- (エ) 夏季休業終了までに加筆修正作業を繰り返し、指導教員の認可を受けて論文を完成させることとした。
- (オ) 全ての研究論文は本校「研究・探究 報告集」に掲載した。
- (カ) 論文題名一覧（平成 30 年度）

分野	研究題目
物理	トンボの翅の特性を活用した飛行の研究
物理	共鳴現象をもちいた発電方法に関する研究
化学	ガムを用いたクレヨンの作製と評価
化学	かぼちゃの糖度を上昇させる条件の研究
化学	色あせしにくいペンキの開発
化学	バイオマスを用いたエタノールの製造
生物	プラナリアの記憶に関する研究
生物	プラナリアの幹細胞集合についての研究
生物	好氣的脱窒菌の探索
数学	水防団員行動計画 ～氾濫被害額の最小化～
数学	龍ヶ崎市の避難シミュレーション

平成 29 年度：物理分野 3，化学分野 3，生物分野 5，数学分野 3，計 14 件

平成 28 年度：物理分野 3，化学分野 4，生物分野 2，地学分野 2，数学分野 2，計 13 件

(3) 評価

ア 生徒アンケート

質問項目 (項目番号は仮説の項目と一致)	大変 向上した	やや 向上した	効果が なかった	もともと 高かった
ア：自分から取り組む姿勢	14	24	2	0
イ：成果を発表し伝える力（プレゼンテーション）	24	14	0	2
ウ：成果を発表し伝える力（論文作成）	16	23	1	0
エ：考える力	15	24	1	0
オ：周囲と協力して取り組む姿勢	18	20	1	1

平成 31 年 1 月 28 日(月)実施 40 名 (42 名中欠席 2 名)

イ 生徒の変容の様子（カのみ教師の指導法の改善の様子）

- (ア) 実施前においても、「白幡探究Ⅱ」を通して「自分から取り組む姿勢」については積極的であった。それに加えて一年間学んだ分、次に何をすべきか、どうすればより良くできるのかなど見通しがつくようになっていたため、実施中は昨年度以上に積極的であった。
- (イ) 実施前においては、「白幡探究Ⅱ」で得られた個々の課題が洗い出された状態であった。それらの課題を、発表準備や想定される質疑応答の練習を通じて克服に努めた。その結果、生徒研究発表会では、話し方やジェスチャー、表やグラフなどあらゆる点を工夫し、分かりやすくプレゼンテーションや質疑応答をすることができた。
- (ウ) 実施前においては、主語と述語のねじれや、冗長な文章や、分かりにくい構成などがみられた。実施中、指導教員の添削を何度も受け、実施後には接続詞を適所に活用するなど読みやすいものとなった。

- (エ) 実施前においては、論文に論理の飛躍などが見られたが、こちらも考えの筋道を捉え直すことによって改善することができた。
- (オ) 実施前においても、「探究Ⅱ」を通して各グループで協働することができるようになっていたが、実施中はその密度の向上が観察された。
- (カ) 探究コーディネータは、平成 28 年度の反省を踏まえて平成 29 年度から導入した。その結果、教員の役割分担が明確になり、スムーズな運営・指導が行われるようになった。

ウ 考察

- (ア) アンケート結果から、生徒は「自分から取り組む姿勢」について向上を実感していると考ええる。また、教員の活動観察からも同印象である。
- (イ) アンケート結果から、生徒はプレゼンテーションにおける「成果を発表し伝える力」について向上を強く実感していると考ええる。また、教員の活動観察においても、この力はこの授業を通じて最も向上し、成長した印象である。
- (ウ) アンケート結果から、生徒は論文作成における「成果を発表し伝える力」について向上を実感していると考ええる。また、教員の活動観察においても、この力の向上は実感できたが、何度も提出と添削をやり直した過程から、生徒自身は自分自身がまだまだ力をつける必要がある状態だと感じている可能性がある。
- (エ) アンケート結果から、生徒は論文作成を通して「考える力」について向上を実感していると考ええる。また、教員の活動観察においても、この力の向上は実感できたが、(ウ)と同様の状況であることが考えられる。
- (オ) アンケート結果から、生徒は「周囲と協力して取り組む姿勢」について向上を実感していると考ええる。また、教員の活動観察からも同印象である。
- (カ) 探究コーディネータは、スムーズな運営・指導を行うにあたり、必要である。

I-5 白幡数学 I

白幡数学 I ではこれまでに 2 つの実践研究を行った。以下、報告する。

実践研究 1

(1) 研究仮説

数学 I で学習する図形と計量と数学 II で学習する三角関数は同じ三角比を扱っているのにも関わらずラジアンでの表記の有無やセンター試験においては別々に出題されている。この 2 つの単元を関連付けて学習することにより、発想の引き出しがより多くなるだろう。

(2) 授業実践

ア 参加生徒 1 学年全生徒

イ 実施内容

図形と計量の学習後、三角関数の基本公式を学習し、融合した問題演習を行う。

演習問題

原点を中心とする半径 1 の円 O の周上に定点 $A(1, 0)$ と動点 P をとる。

(1) 円 O の周上点 B, C で $PA^2 + PB^2 + PC^2$ が P の位置によらず一定であるようなものを求めよ。

(2) 点 B, C が (1) の条件を満たすとき、 $PA + PB + PC$ の最大値と最小値を求めよ。

(一橋大)

(1) では座標平面において、原点を中心とする半径 1 の円を用いて「全称命題」として考え求めた。

(2) は正弦定理を用いて立式し、加法定理と三角関数の合成を用いて最大値・最小値を求めた。

(3) 評価

ア 生徒の様子

- ・初めの段階では数学 I と異なり $\sin\theta$ の値が負になるということに慣れるのが大変そうであった。また、半角・倍角の公式が数学 I の問題においても利用できることに興味を持った生徒が多かった。
- ・演習問題は複数の単元にまたがっており、1 年生にはかなりハードルの高い問題ではあったが粘り強く考える生徒や別解を探してみようとする者もいた。

イ 考察

演習問題は (1) と (2) で解く分野が異なるのが考えづらいところである。また、(1) は他の解法も考えられる。今後は「ベクトル」も加えて「図形」「ベクトル」「座標」の 3 つの分野を相互に行き来できるような体験ができればと思う。多様な解法を身に付けてからの探究でないと思行きがでないと考えられる。

(4) 参考文献

荻野暢也『荻野の最高峰への理系数学』(2006 年 代々木ライブラリー)

実践研究2

(1) 研究仮説

一つの問題に対して、複数の解法を理解することで、物事を多様な観点から論理的に考察し、問題を解決する力が育成されるであろう。また、複数の分野に関する知識を活用、比較することによって、学習意欲や知的好奇心を高めることができるであろう。協働学習を行うことによって、より深く思考する姿勢が養われるであろう。

(2) 授業実践

ア 参加生徒 1 学年全生徒

イ 実施内容

「図形の性質」を学習時に、中線定理（パプスの定理）の証明を複数の方法（既習内容である三角比を用いた証明、学習中である図形の性質に関する知識を用いた証明、今後学習する図形と方程式を用いた証明）で行う。

ウ 指導案

過 程	時間	学習内容・教師の活動	生徒の活動	評価・留意点
展開 1	10 分	中線定理（パプスの定理）の証明を各自考えるように指示する。	個別学習	証明方法は一通りではないことを伝える。 ◎中線定理を証明することができたか。
	10 分	グループ内で各自の証明もしくは方針や経過を発表させる。 ※他の証明方法や考え方を理解するように指示をする。 ※途中のものは協力して証明を完結させるように指示する。	グループワーク	◎他の証明方法を理解しようとしているか。 ◎協力して証明する姿勢が見られるか。
	8 分	いくつかの証明方法について発表させる。	全体学習	
展開 2	7 分	座標系を用いた測量方法（2 点間の距離）を教示する。	個別学習	上手く座標系をとることで、証明する事ができることを示す。
	10 分	グループ内で座標系を用いた証明を考える。	グループワーク	◎協力して考える姿勢が見られるか。
	5 分	証明を発表させる。	全体学習	
まとめ	5 分	本時のまとめをする。	個別学習	

(3) 評価

ア 参加生徒の感想（一部抜粋）

- ・一つの定理を証明するのにいろいろな方法があり、それぞれに思いつくきっかけが違うのだと感じた。自分一人では難しかったが、話し合いながら考えたら最後まで証明することができた。
- ・一つの証明を考えるのも難しかったが、別の証明はなかなか思いつかないなと感じた。ただ、他のグループが考えた証明方法を聞いて、そのような証明方法もあるんだなと気付けた。
- ・それぞれの内容には、メリットやデメリットがあるのだなと感じた。

イ 考察

感想を見ると、様々な証明方法を通じて多様な視点から思考しようとする姿勢は養うことができていると考える。グループワークにおける生徒の取り組む様子や生徒が実感していることをみると、協働的に取り組むことでより深く思考しようとする姿勢が養われていると考えられる。

I-6 白幡数学II

これまでに行ってきた実践を2例報告する。

(1) 研究仮説

数学的帰納法を利用した証明問題において考えるだけでなく、手を動かし、分析することにより手掛かりをつかんでいく。

(2) 実践

ア 対象 2 学年理系クラス全員

イ 数学ⅡBの教科書が終了後、以下の問題で演習を行った。

演習問題

数列 $\{a_n\}$ ($n \geq 1$) を次のように定めるとき、一般項 a_n を求めよ。

$a_1 = 2$, S_n の約数のうち、2 番目に大きいものを a_{n+1} とする。

ただし、 $S_n = a_1 + a_2 + \cdots + a_n$ とする。

漸化式の問題ではあるが、今までの式変形では解けない問題である。

(3) 評価

ア 生徒の様子

色々工夫して、式変形を行っていた生徒多数いたが方針が立たずにいた。そこで a_1 , a_2 と順々に求めていく生徒が出てきた。おおよその規則性はつかめてきたが、そこから数学的帰納法を用いて規則性が正しいことを証明するという発想は極小数の生徒は気付いていた。

イ 考察

この問題は3つの段階をクリアしないと答えまでたどりつけない。①具体的に始めのいくつかの項を求めてみる。②発見した規則性を数学的帰納法を用いて示すことに気付く事。③実際に数学的帰納法で示す事。しかし③は群数列の考え方をを用いるところがかかなり難しいと感じた生徒が多かった。数日後、全く異なる問題だが、実験して帰納法で示せた生徒が3割近くいた。

手が出ない問題に対して具体化し、自分で予想してみてその内容を証明するという研究活動と同じ課程の姿勢が今後にも生かせればと考えられる。

参考文献

荻野暢也『荻野の最高難度の理系数学』(2016年 代々木ライブラリー)

(1) 研究仮説

3次関数と x 軸で囲まれた面積を求める問題を、英訳された教材を用いて実施することで、本時のテーマの数学の内容を理解すると同時に、数学が万国共通であること、英語はコミュニケーションの手段であることなどについて考える機会となるであろう。

(2) 実践

ア 対 象：2年理系 A 組 B 組 C 組 D 組 計 4 回 4 時間

イ 教 材：改訂版数学Ⅱ（数研出版）のうち 1 ページを英訳したものおよび英和対応表

ウ 単元・テーマ：第 6 章 微分法と積分法 第 3 節 積分法 発展 3 次関数と面積

「The cubic function and an area」

エ 単元の目標：定積分の発展として、3 次関数に関する面積を求める方法を把握させる。

オ 本時の目標

3 次関数と x 軸で囲まれた面積を求める問題について、英語による数学の授業を、英訳された教材を用い、本時のテーマの数学の内容を理解すると同時に、数学が万国共通であること、英語はコミュニケーションの手段であることなどについて考える機会とする。

カ 本時の展開

過 程	時間	学習内容・教師の活動	生徒の活動	評価・留意点
導 入	15 分	英和対応表を用い、授業に必要な英単語について発音、意味を解説する。	教師に続いて発声する	発音が正しくでき、意味を把握できたか。
展 開	35 分	英訳されたテキストを用い、1 行毎を目安に教師が英語で読み上げ解説し、指名された生徒が和訳する。	英文和訳 数学的理解 計算	英文を理解できたか。 数学を理解できたか。
まとめ	5 分	本時のまとめをする。		

キ 理解が不十分な生徒に対応する際の注意

英単語・熟語は、既習のもの・数学独特の使い方のもの、または新出のものもある。いずれにせよ英単語・熟語の学習が必要で、それは今回 46 個にのぼる。生徒は数学と英語双方の理解が要求され、授業中、生徒達は、英語と数学、双方の理解が求められる。したがって生徒が「わからない」とき、原因が英語と数学いずれにあるのか、教師は確認し、それに応じて解説が必要となる。

ク 授業内容量について

生徒達にとってこのような授業は初めてであることから、例題は 1 題に限った。数学的には普段の半分程度の内容量である。

(3) 評価

ア 生徒は数学用語の英語表現を学ぶ機会となるであろう。

イ 生徒は All English を望む声がある一方で、英語の理解に苦勞した生徒も見られる。普段は日本語による数学の授業、あるいは日本語・英語が混じった英語の授業において、生徒の理解力に応じて指導内容の難易度を決められる。一方今回のような授業の場合、その軸は英語と数学の 2 本になる。したがって、指導内容の難易度を定める際にはより多くの注意を払う必要があることがわかる。

ウ 「問題を理解した後は数学だった」といった記述があった。解を求めることだけが目的ならば、問題文の英訳の後の解き方の部分では英文和訳はあまり意味をなさないことになる。授業の目的がどこにあるのか生徒はもちろん我々も注意を払う必要があることがわかる。

I-7 白幡物理基礎

(1) 研究仮説

数学と物理の学習内容をつなげるクロスカリキュラムを通して、物理に関する基礎的な知識を身につけることによって、多様な視点から物理を理解できるようになるであろう。また、アクティブラーニング型授業により、思考力や判断力を養い、周囲と情報交換しながら自らの意見を的確に伝える表現力を身につけることができるようになるであろう。

(2) 実践

ア 対象生徒 1 年生全クラス

イ 単位数 2 単位

ウ 実施方法および内容

- ・数学の教員とのチームティーチング

過去 5 年間のうち、平成 28 年度と 29 年度に実施した。「等加速度直線運動」の分野において、実験を通して加速度運動する物体の速度と時間の関係をグラフにし、そのグラフで囲まれる面積が変位になることを数学の区分求積法を用いて説明した。「力のつり合い」の分野では、力を分解するときに必要なとなる三角比についての基礎的な知識を説明した。

- ・アクティブラーニング型授業

過去 5 年間を通して実施した。本年度は、すべての単元において、講義スタイルの授業を展開したのち、4~6 人のグループを作り、グループワークによって意見交換をさせながら問題演習を行った。また、「落下運動」「比熱」の分野においては、グループワークによって事前に問題演習した内容と同様の実験を実施し、実際の現象と照らし合わせながら、考察を行った。



写真 1 グループワークの風景



写真 2 実験の風景

(3) 評価

ア 参加生徒の感想

- ・自分ひとりではわからないところもグループでやることによって理解することができた。
- ・他人の意見を聞くことにより、こういうやり方もあるんだなと理解を深めることができるので、これからも続けてほしい。
- ・グループワークは考え方を共有できるのがいい。問題をいろいろな角度から見ることもできた。
- ・グループワークだと、物理が苦手でも、1 人で悩まないで、みんなで考えていけるから、気持ちになる。人によって考え方も違うから、より簡単なやり方も知れるいいチャンスだと思う。
- ・とても楽しくて、友達に教えてもらえるのでいいと思います。また、教える人も自分のより深い理解につながるので効果的だと思います。
- ・1 人が解答への切り口を見つけると他の人も解き始めることができ、どこかでつまづいてもそれぞれの解き方を見ると、そこから答えを導くことができるのでとても効率的だったと思う。

イ 考察

物理の学習には、数学的な知識が必要である。数学の教員とのチームティーチングは、数学の内容を先取りすることができたため、物理の内容をより深く理解する良い機会になった。

また、アクティブラーニング型授業では、活発に意見交換を行い、積極的に教えあう姿が見られた。本年度アクティブラーニング型授業を実施した生徒に取ったアンケートの結果を図1に示す。「グループワークによって物理に対する理解が深まると思うか」という問については92%、「グループワークによって物理に対する興味・関心は高まると思うか」という問については75%、「物理を学習する上でグループワークは有効か」という問については91%の生徒が「とてもそう思う」「そう思う」と回答した。大多数の生徒がグループワークは理解を深めるためには有効だと考えている一方で、グループワーク形式の授業が興味・関心につながっていないと感じている生徒も一定数存在している。

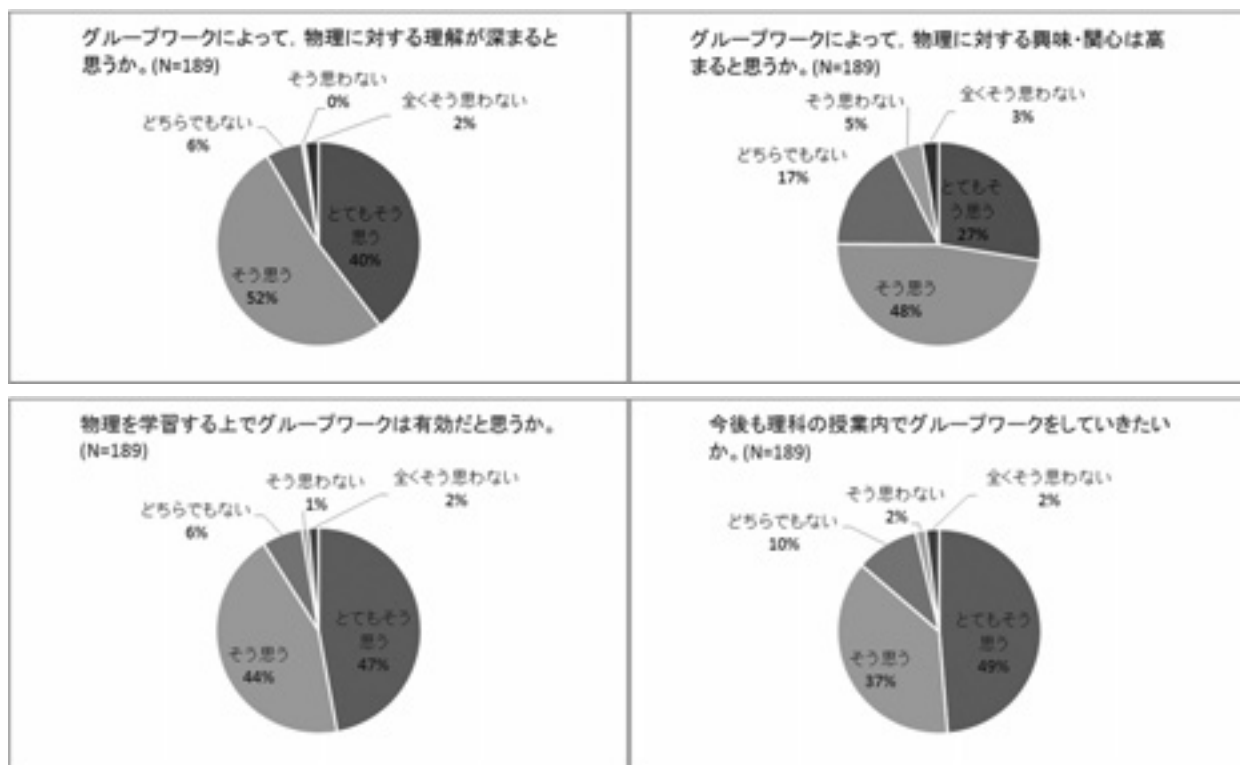


図1 グループワークについてのアンケート結果

ウ 今後の課題

図1で示したアンケートにおいて、「今後も理科の授業内でグループワークをしていきたいか」という問に対し、86%の生徒が今後もグループワークをしていきたいという回答をしている。今後、グループワークや実験の機会をさらに増やしていければ、物理に対してより深い知識を身につけることができるのではないかと考える。一方、生徒の興味・関心を高めるため、思考・判断力を養うためには、グループワークにとどまらない新しい仕掛けが必要である。例えば、あるテーマに対して、自ら課題を設定し、「仮説→実験→考察→発表」の流れを持つ探究的な授業を取り入れることなど新たな取り組みをしていきたい。

I-8 白幡生物基礎

(1) 研究仮説

思考力・判断力・表現力の育成に重要な学習活動として、言語活動の充実が注目されている。これまでの白幡生物基礎においても、協働的学習やアクティブラーニング型授業を積極的に取り入れて、観察・実験レポートの作成や仮説検証など多様な表現活動の機会を設定してきた。自らの考えや集団の考えを実社会との関わりの中でも発展させるような活動も望まれるが、教科の枠を超えて学習内容を反映させることが難しく、課題の一つになっていた。今年度、思考力・判断力・表現力を要する課題を設定して、教科の学習効果を高めるとともに言語能力を育むための授業実践を試みた。ロールプレイ学習を通して、授業で得た知識を教科の枠を超えて駆使することで、自ら考え自己表現する力を育むことができるだろう。

(2) 実践

ア 対象生徒 1年生4クラス

イ 単位数 2単位

ウ 実施方法および内容

単元「生物の体内環境の維持」の講義形式の授業を終えた後、肝炎や低血糖、アナフィラキシーなどの症状について、症状が現れた原因や今後注意すべきことなどを教科書や図説、パソコン等を活用して各生徒がまとめる。次に、診療室での一場面として、自分が理解した内容を医師の立場で患者役の生徒に説明するロールプレイを各グループで行う。

エ 指導案（2時間扱い）

時間	形態	生徒の学習活動・内容	指導上の留意点・評価
1 時 限 目	15分	・学習課題を知る。 ・4人1班のグループを形成する。	・グループにおける各役割について説明する。
	40分	・情報を収集したり既習内容と結び付けたりして、次時の準備をする。 ・同じ症状を調べる生徒同士で情報を共有する。 ・的確に分かりやすく伝えるための話し方を考える。	・他者に分かりやすく伝えるための準備も必要であることに気付くような声かけをする。 【評価】日常生活に目を向けたときに湧き上がってくる疑問に基づいて、情報を収集したり既習内容と結び付けたりしようとする。 (関心・意欲・態度、ワークシート)
2 時 限 目	5分	・活動の進め方と評価方法（相互評価）について知る。	・活動の進め方と評価の観点について説明する。
	5分	・グループを形成し、役割や順番について確認する。 ・活動を始めるための準備をする。	・活動中は①相手の話を遮らない、否定しない②疑問が生じたときは質問すること、の2点をルールとすることを伝える。
	35分	・ロールプレイ①（評価を含めて8分） ・ロールプレイ②（評価を含めて8分） ・ロールプレイ③（評価を含めて8分） ・ロールプレイ④（評価を含めて8分）	・一組終わるごとに、医師役と患者役の生徒の頑張りを労う雰囲気になるような声かけをする。 【評価】ロールプレイ学習を通して、説明したい事柄を他者にわかりやすく伝えることができる。 (思考・判断・表現、行動観察)
	10分	・活動の振り返りと新たな気付きについて意見交換し、ワークシートに最終的な感想を記入する。	・成果が実感できていない生徒や既習内容と結び付けられない生徒がいた場合は、個別に発問や声かけをして、考えを深めさせる。

(3) 評価

ア 参加生徒の感想（一部抜粋）

(ア) 相互評価

- ・ 症状の原因をしっかりと教えてくれたので分かりやすかった。医師の話し方が患者に寄り添うような感じでしたごく良いと思った。（患者役から医師役へ）
- ・ くださった口調だったので、もう少し丁寧な方がよいと感じた。（患者役から医師役へ）
- ・ 質問内容が把握できなくて、伝えるべき情報が何かを考え、必要なことを伝えるということが難しかった。（医師役から患者役へ）



ロールプレイ学習の様子

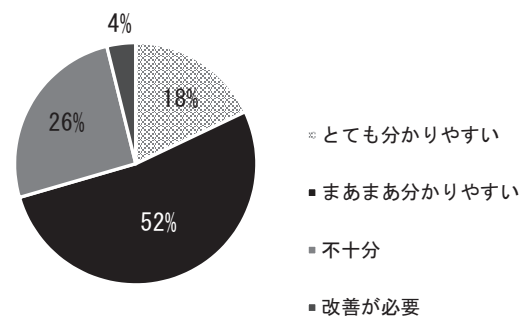
(イ) 活動の感想

- ・ 人の説明を聞くのも、自分が説明をするのも、両方とも違った難しさがあった。
- ・ 生物学的な話だけではなく、どうしたら患者が安心できるのかを考えて医師役になりきってやるのは面白かった。授業と関係していることもわかった。
- ・ 職業に就くことは、知識だけではなくコミュニケーション能力が大事になってくると気付いた。

イ 考察

自分が医師役を演じたときに、患者役に分かりやすく説明することができたかについての自己評価の結果は右の通りである。肯定的な評価をした生徒が約 70%を占めており、「専門用語を分かりやすい言葉に言い換えて話す」「相手が納得できるような根拠を出して説明する」など、自分なりに工夫して活動したことを記入している場合が多かった。また、生物基礎の教材だけではなく、新聞記事や医療系冊子に目を通して入念な準備をして活動に参加した生徒もいた。感想にもある通り、授業内容との関連を意識しながら活動した生徒もいることから、目的の一つである「学習効果を高める」については一定の効果があったと考えられる。

自己評価：分かりやすい説明ができたか



一方で、「班の他の人はよく説明できていたが、自分は知識が少なくて難しかった」「想定外の質問に対して、情報を整理して話すことが難しかった」など、既存の知識を駆使して対話することに課題を感じた生徒もいた。このような生徒に対しては、部分的にでも自己評価力を高められるような点を指摘して気付かせることが有効だと思われる。また、話し手が分かりやすく説明するだけでなく、聞き手も理解度を探るような発問をするなどの双方向のやり取りが成立するように助言することで、言語能力の育成に繋がるのが期待できる。

ウ 今後の課題

今年度、思考力・判断力・表現力を要する課題を設定し、教科の学習効果を高めるとともに言語能力を育むための授業実践を試みた。医療関係のテーマは所有する知識や経験と結び付けやすく、与えられた役割を演じて対話するために情報を収集し、既習内容と結び付ける過程でまた新たな課題を見つけて問題解決していくという望ましい学習活動が展開されていた。ただし、グループ間で症状に関する説明の差異がそれほどなかったため、他の単元で実施する場合はより効果的かつ良質な課題の提示を目指したい。そのために、他校の先生方の実践などの情報を取り入れることも重要であると考えられる。

(4) 参考文献

奈須正裕（2017）『「資質・能力」と学びのメカニズム』東洋館出版社

文部科学省（2016）『言語活動の充実に関する指導事例集【高等学校版】』教育出版株式会社

I-9 白幡物理

(1) 研究仮説

授業時の内容確認と理解を深めるため、基本問題演習と教科書通読を週末課題として実施した。また、現象面の説明や公式を導く過程の論理的な流れを理解しやすくするため、「授業実践プリント」をほぼ各授業ごとに配付した。そして、探求活動(実験)の一環として、短時間で行える演示実験を数多く組み込むようにした。これらのことにより、物理に対する興味・関心が高まり、学習意欲が向上し、能動的な授業取り組みへの一助となろう。

(2) 実践

ア 対象 第2学年 理系 白幡物理選択者 (A組 41名, B組 41名, C組 29名 合計 111名)

イ 単位数 3単位

ウ 実施方法および内容

- ① 授業を受ける前の準備として、週末課題(基本問題演習と教科書通読)を生徒たちは実施しているという前提である。復習中心の学習習慣の確立を心がけている。前時までの内容理解と疑問点の解消を進めていきたい。授業後の「復習」に力点を置き、理解度の向上に努めたい。
授業では、「授業実践プリント」を使い、できるだけ現象面の説明や公式を導く過程の論理的な流れを発問しながら、生徒が把握し理解出来るように努めた。
- ② 今回使用した授業実践プリントの例である。読み進んでいくと概念形成や、公式を導く論理的な流れを追えるように作成している。また、適度に問題演習を組み込んであるので、計算力向上にも役立つようになっている。補足的に公式等の暗記に役立つ事項もはさみ込んだ。裏面は表面と同じ形式で解答が穴埋めされているので、生徒は自分の進捗で解き進めていくことができる。生徒実験用としてそのまま使えるものも準備している。

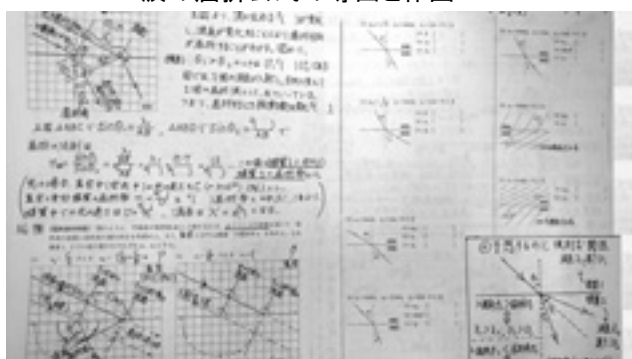
摩擦による仕事も考慮したエネルギー保存則



粒子の運動量を考慮しての気体の圧力



波の屈折公式の導出と作図



箔検電器による電荷の移動(実験用)



(3) 評価

ア 結果

授業に対するアンケートを実施した(111名中103名回答)。項目は次の通りである。

- | | | | | |
|---|-----------------------------------|-------------|--------|--------|
| 1 | 授業で配ったプリントの効果はありましたか？ | | | |
| | 効果はあった 96 | 効果はなかった 0 | 判らない 1 | 無回答 6 |
| 2 | 適当に演示実験を入れましたが、興味を引きましたか？ | | | |
| | 興味を引いた 98 | 興味を引かなかった 1 | 判らない 0 | 無回答 4 |
| 3 | 週末課題を設定しましたが、テスト準備等に役に立ったと思いますか？ | | | |
| | 役に立った 88 | 役に立たなかった 3 | 判らない 6 | 無回答 6 |
| 4 | 適当に余計なお喋りもしましたが、参考になったところはありましたか？ | | | |
| | 参考になった 82 | 参考にならなかった 4 | 判らない 4 | 無回答 13 |

イ 生徒感想(効果はあったと答えた生徒より抽出)

- ノートを取るよりわかりやすい。理解への助けになった。ヒントがあってわかりやすい。間違いやすいポイントなどを的確に指摘していてよかった。コメントが所々に書いてあってわかりやすい。振り返ったとき見やすかった。(項目1に対応)
- 面白かった。記憶に残りやすかった。イメージが掴みやすかった。視覚で感じることで頭に入りやすい。十分に興味を引いた。理解が深まった。肌で感じることができた。バネの実験や光の屈折の実験が楽しかった。(項目2に対応)
- とても役立った。授業で習った公式をどのように使うのかがわかった。完成度が明確になった。終わらないことが多かった。毎週提出できず、しっかりやりたい。(項目3に対応)
- 他の科目などの考え方にいい影響がありました。部分は少ないが、面白い話はよかった。言葉で説明しないとわかりにくい所があるので有難い。何かないと息苦しい。(項目4に対応)

ウ 考察

「授業実践プリント」を実施するようになると、始業前に教科書やプリントの見返しをする生徒が増えてきたように思う。授業中においても、配付したプリントを自らすすんで積極的に解こうとしている。そのことは、こちらが意図するところでもある。現象面の説明や公式を導く過程の論理的な流れの理解が深まっていることが推察される。また、物理は現象を理解認識する上で、イメージ形成(モデル形成)が重要である。項目ごとに演示実験を組み込むことにより、概念形成にある程度は助けになったと思われる。これらにより生徒は物理的現象に対しての興味・関心が高まり、学習意欲もよい高まるであろう。

エ 今後の課題

生徒の学習態度はまだまだ受け身的である。生徒が能動的(アクティブ)に学習(ラーニング)に取り組めるように促すことがやはり重要である。「授業実践プリント」、「演示実験」等の実施はその方策の一つである。しかしながら、授業担当者として、まだまだ十分とは言えない。今後も生徒の興味・関心を向上させるための方策を、日々探求していかなければならない。

また、これらの方策の継続実施が、定期考査の結果や探究活動への取り組み等に対して相関を持っているかの検証も考えていきたいことである。

I-10 白幡化学

(1) 研究仮説

現在の教育には、主体的・対話的で深い学びを実現することが求められている。グループ学習をメインにしたアクティブラーニング型授業を実践することにより、この学びを実現し、思考力、表現力、知識の活用力、課題解決能力を高めることができるであろう。

(2) 実践

ア 対象 第2学年 理系 (A組, B組, C組, D組, 160名)

イ 単位数 5単位 (週あたり5時間, 年間175回) (C組は4単位)

ウ 指導方法

通常の講義中心の授業の他に、以下の2手法のアクティブラーニング型授業を取り入れた。

(ア) グループワークを取り入れたアクティブラーニング型授業

4名程度のグループを作り問題演習を行う。グループ内で互いに教え合いながら課題を解決する。全員が課題を解決できるようになることを目標として取り組ませる。

(イ) ジグソー法を取り入れたアクティブラーニング型授業

4名程度のグループを作り、グループ毎に割り当てられた問題を解き、模範解答を作成してメンバー全員が理解する。次に、各問題グループから1名ずつ入るようにグループを組み替え、そのグループ内で自分の担当した問題の解答・解説を行なう。

(ウ) 生徒立案型の実験

使用できる試薬と実験器具のリスト表を用意し、それをもとに生徒自身が実験計画を立案する。まず、個人で今まで学んだことを活用して、試薬と実験器具のリスト表をもとに実験計画を考え、ワークシートに記入する。最初は教科書を見ないで取り組み、一定時間が経ってから、教科書を見てもよいこととする。次にグループで話し合い活動を行う。話し合いでは、相手を否定しないことをルールとし、チームとしてより良い実験計画を立てることを目的とする。まず、グループ内で個人で考え、ワークシートに記入したものを発表し、共有する。その上でグループごとに実験計画を立案し、ワークシートに記入する。必要に応じてヒントを与える。

エ 教材

(1) 「化学基礎」(啓林館)

(2) 「化学」(啓林館)

(3) 「サイエンスビュー 化学総合資料」(実教出版)

(3) 評価

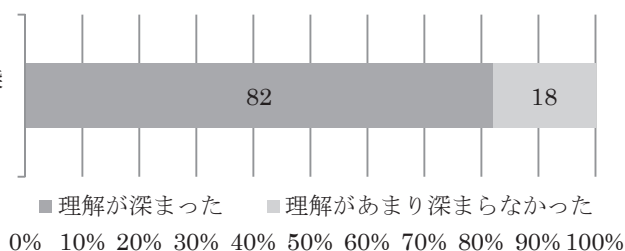
(ア) 自力では課題を解決できない生徒も、グループ内の他のメンバーに質問しながら課題を解決することができていた。単に解答を写すのではなく、意味を理解しながら解答できていた。また、教える側の生徒も、解答方法を自分が理解できるだけでなく他

の生徒に教え理解できるように説明を工夫することで、その分野における理解がさらに深まっていた。この取り組みによって、普段の学習も意欲的に取り組むようになり、授業でもよく質問するようになった生徒が増えた。

(イ) 生徒は担当した問題を他の生徒に説明できるようにならなければいけないので、難しい課題であっても積極的に取り組み、協力して課題を解決しようとする姿が見られた。また、(ア)では教わる側だった生徒も、こちらでは教える側となり、他の生徒が理解できるような説明ができるよう努力をしていた。

(ウ) 話し合い活動では、グループ内で意見を出し合い、協力して実験計画を考え、ワークシートにまとめていた。生徒の中には個人の活動で、ワークシートに記入したものが間違っていたことに気づいて、修正していたり、使用する試薬の理由説明のところで個人活動のワークシートには記述がなかった重要な語句を使って説明したりしており、考察が深まっていた。使用する実験器具や実験手順についても正しい記述をしており、実験計画を立てることができていた。生徒の調査において、生徒立案型の実験を通して、学習内容への理解が深まったと回答した生徒は82%であり、あまり深まらなかったと回答した生徒は18%であった。このことから、多くの生徒が生徒立案型の実験計画を通して、学習内容への理解が深まったと実感していると言える。

生徒立案型の実験を通して、学習内容への理解が深まったと思いますか。



生徒立案型の実験計画での話し合い活動



どの方法でも、生徒同士で学び合わせることで活発な対話が生まれ、教員が教える以上に主体的で深い学びが実現された。

I-11 白幡生物

(1) 研究仮説

スーパーサイエンスハイスクール事業に指定されて5年目、学校設定科目となった白幡生物の授業において、毎年の担当者が試行錯誤をしながら「アクティブラーニング型授業」を積極的に取り入れてきた。本報告書においては、「アクティブラーニング型授業」を2年間受講している2年生にアンケート調査を実施した。本アンケート調査の結果を分析することにより、これまで行ってきた試みが、新学習指導要領に記されている「学力の3要素」の育成において、効果的であるかどうかを考察することができるであろう。

(2) 実践

ア 対象生徒

今回対象とした2クラスは理系生物選択の2年生である。昨年度からペアワークやグループ学習を取り入れた授業を受けてきている。1年次は担当者により実施形態や実施頻度は異なるが、「アクティブラーニング型授業」を実施するという共通指針のもと継続して受講している。そのため、「アクティブラーニング型授業」の効果を確認する目的のアンケート調査が有効な対象生徒である。アンケート調査を実施する前に、生徒に対して「学力の3要素」の説明およびアンケート実施の趣旨説明を行う時間を設けた。実際に使用したアンケートは以下の通りである。

イ 実施内容

上記対象生徒にアンケート調査を実施した。アンケート調査を実施する前に、生徒に対して「学力の3要素」の説明およびアンケート実施の趣旨説明を行う時間を設けた。実際に使用したアンケートは以下の通りである。

✿授業アンケート

新しい時代に必要とされる資質・能力のキーワードとして、新学習指導要領に「学力の3要素」が記されました。生物の授業では、1年次・2年次ともに『アクティブラーニング形式（ペアワーク、グループ学習など）』を取り入れてきました。この「学力の3要素」を育成する上で、生物の授業で実施したような形式が効果的であったかどうか、あなたの考えを教えてください。

学力の3要素	A L 形式の授業が効果的であったか？ ※該当箇所に丸印			
	そう思う	ややそう思う	あまり思わない	思わない
知識および技能				
思考力・判断力・表現力				
主体的に学習に取り組む態度				

また、「学力の3要素」を育成するためには、どのような形式の授業が理想的でしょうか？あなたの考えを自由に書いてください。

学力の3要素	※自由記載です
知識および技能	
思考力・判断力・表現力	
主体的に学習に取り組む態度	

(3) 評価

ア 結果

知識および技能	そう思う 30.6%	ややそう思う 59.2%	あまり思わない 6.1%	思わない 4.1%
思考力・判断力・表現力	そう思う 49.0%	ややそう思う 51.0%	あまり思わない 0%	思わない 0%
主体的に学習に取り組む態度	そう思う 42.9%	ややそう思う 46.9%	あまり思わない 10.2%	思わない 0%

学力の3要素	生徒の記載内容（抜粋）
知識および技能	・授業前や授業後に小テストを行う。 ・ペアでお互いに問題を出し合い，知識の確認を行う。
思考力・判断力・表現力	・応用問題をグループワークで取り組む。 ・ペアを常につくってお互いに考えながら授業を受ける。
主体的に学習に取り組む態度	・全体の前で発表する機会を設ける。 ・次回の授業内容を事前に伝え，疑問や理解を深めた状態で実施する。

イ 考察

アンケート結果の「そう思う」と「ややそう思う」と足したポジティブデータに注目すると、「知識および技能」が 89.8%，「思考力・判断力・表現力」が 100%，「主体的に学習に取り組む態度」が 89.8%と「アクティブラーニング型授業」の有効性を生徒自身が実感していることが分かった。担当者により実施形態が異なっていたわけであるが，共通指針により継続実施してきたことが有効であったと考えられる。

しかしながら，「あまり思わない」と「思わない」を足したネガティブデータは「知識および技能」が 10.2%，「主体的に学習に取り組む態度」が 10.2%と 1 割以上の生徒が効果的ではないと感じていることも分かった。効果がないと感じている生徒の記述内容をみると，「知識および技能」では，「アクティブラーニング型授業」よりも「板書で行う講義形式の授業」が良いと答えている。講義形式の授業を強く望む生徒が 1 割程度いることも分かった。

今回のアンケート結果から，学校設定科目として白幡生物で実践してきた「アクティブラーニング型授業」が，新学習指導要領に記されている「学力の3要素」の育成においても一定の効果に繋がることが期待される。しかし，「板書で行う講義形式の授業」を希望する生徒もいることは確かである。効果的な実施を実現するためには，年度当初の趣旨説明を，授業担当者が丁寧に時間をかけて行うことが重要である。

I-12 白幡英語 I

(1) 研究仮説

ALT とのティームティーチングを行うことで、英語を通して、事実や意見などを多様な観点から考察し、相手や目的に応じた表現方法を工夫しながら、積極的にコミュニケーションを図ろうとする態度を養うことができるだろう。また、論理の展開や表現の方法を工夫しながら、情報や自分の考えなどを的確に伝える英語表現力も高まるだろう。

(2) 実践

ア 対象生徒： 第1学年全クラス

イ 単位数： 1単位（週あたり1時間 年間35回）

ウ 指導方法

ALT とのティームティーチングを行う。前期はスピーチの基礎を築くことを目標とし、後期は前期の学習内容を土台にし、ディベートの基礎を構築する。

エ 教材

独自作成のワークシート、パワーポイント

オ 内容

(ア) Mini Debate (生徒がペアになって一人ずつスピーチを行い、互いに意見を聞き合う。)

(イ) Problem-solution Speech (ペアごとに問題の解決方法を話し合い発表する。)

(ウ) Presentation (グループごとに、日本の紹介をプレゼンで行う。)



Mini Debate の様子。ペアの意見を聞き、相手の発言を自分の言葉でまとめる練習も行っている。



各グループでプレゼンテーションの内容を検討している。「海外の人に日本を代表するもの・人を紹介する」というテーマで、聞き手のことを考えたわかりやすいスピーチを心掛ける。



プレゼンテーション発表会での写真。発表者は工夫を凝らしたパワーポイントを使いながら、一生懸命発表している。聞き役の生徒たちは、興味を持って真剣にクラスメートの発表を聞いている。

(3) 評価

「白幡英語Ⅰの授業を振り返って」という内容で12月下旬にアンケートを実施した。

ア 参加生徒の感想（一部抜粋）

(ア) 授業を通して達成できたこと

- ・英語で簡単なことは言えるようになったので、進歩したと感じてよかった。
- ・Keep talkingを意識して取り組んでいたのが、前より長く話せるようになった。
- ・少し自分の意見を話せるようになった。
- ・自ら話すこと、英語で伝えられることが大幅に増え、コミュニケーション能力を上げることができた。
- ・友達と英語で会話をたくさんすることで自分のコミュニケーション能力も上がるし、学んだ文法が定着する。
- ・恥ずかしがらずに、間違ってもいいから“とにかく話す”ことの大切さを知った。

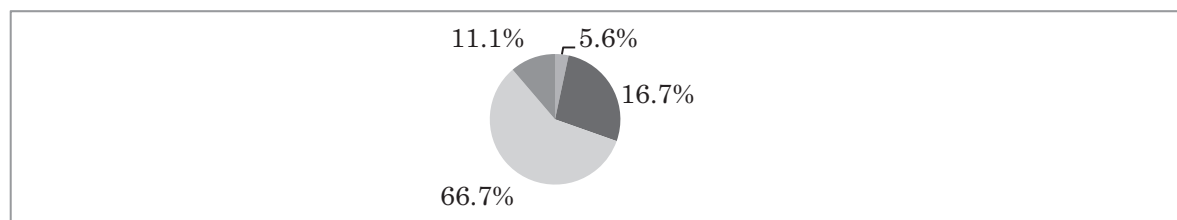
(イ) 授業内容についての感想

- ・ペア学習は自分のわからない問いを共有できるのでもっとやりたい。
- ・日常的に使える言葉を教えてもらえるのがいい。
- ・英語だけで会話をしたり、質問に答えたりするのが難しく、焦ってしまうことが多少あった。
- ・語彙力を高めることが必要だなと思った。
- ・自分の意見と逆の意見を話すのが少し難しかった。
- ・英語を話す機会は日常生活であまりないので、いい機会だと思った。

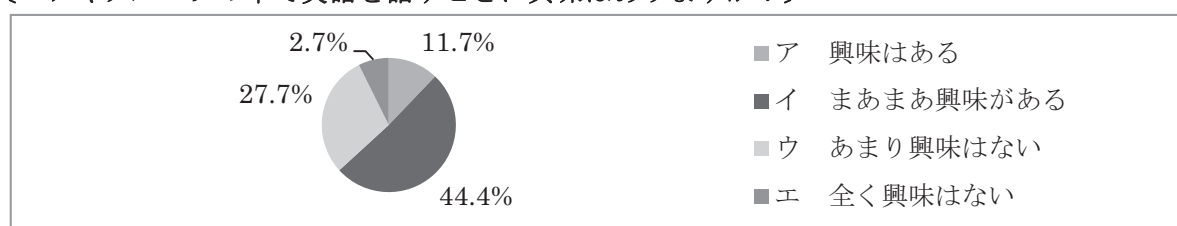
- ・他の人の意見をよく理解できたし、自分でも使ってみようと思う表現の仕方もあったのでグループ活動は有意義な活動でした。今後は自分からもっと発言しようと思います。
- ・自分も相手も理解できる範囲で、正しい文法を使って話すことが難しかった。
- ・ペアで、賛成・反対に分かれてその理由を具体的に述べる活動では、自分の考えとは違う立場の意見を述べることがあったので、それがためになった。

イ 集計結果

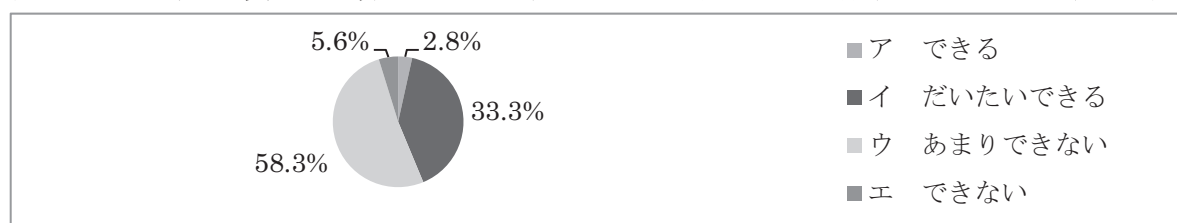
(ア) [ペアやグループの中で英語を話すことは得意ですか？]



(イ) [ペアやグループの中で英語を話すことに興味はありますか？]



(ウ) [トピックに対して英語で自分の主張を適切な理由や事例を添えて話すことができますか？]



ウ 生徒のアンケート分析と今後の課題

アンケートの結果から、『ペアやグループの中で英語を話すこと』について、「まあまあ得意」・「得意」と答えた生徒が全体の2割強にとどまってしまったのに対し、『(英語を話すことに)興味はあるか』という質問については「興味はある」・「まあまあ興味はある」と答えた生徒が合わせて約6割を占めている。さらに「生徒の感想」からも分かるように、たとえ苦手であっても、自分の考えなどを英語で伝えることの必要性を感じている生徒が多く見られる。これらの結果から、得意不得意に関わらず、英語で話すことに対する生徒の興味・関心が全体として高いとわかる。一方、『トピックに対して英語で自分の主張を適切な理由や事例を添えて話すことができるか』という質問には3割以上の生徒が「できる」と答えている。「コミュニケーション英語Ⅰ」や「英語表現Ⅰ」では読解力の土台となる英単語や構文・文法も学習するが、「白幡英語Ⅰ」の授業では、英語で表現する力をつけさせるのを目標としている。今後は、これまで学んできた内容をさらに発展させ、英語表現の駆使について練習を重ねることで「できるようになった」と思える生徒が増えることを期待したい。

I-13 白幡英語 II

(1) 研究仮説

2 学年の生徒は 1 年生の時に「白幡英語 I」でディベートの基礎を学んだ。ディベートの基礎とは、トピックに対してどのように自分の意見を主張するか、またどのように質問をするかを学んで、トピックに対する応答の方法を習得する段階を言う。さらに、自分の意見をその理由や根拠、結論を添えて述べることを学んだ。

2 年次では「白幡英語 I」を継承し、「白幡英語 II」で ALT とディベートなどの英語活動を継続した。ディベートがよりよいものになるために必要なことは以下の 3 点であることを生徒に伝えた。①**主張が事実に基づいていること**。主張が自分自身の意見に基づいたものではなく、事実に基づいていること。②**主張がいつも正しいこと**。状況によって変化する場合や限られた場合のみにだけ当てはまるのでは、その主張は弱い。③**主張が重要であること**。主張がそれ程大切ではないものに基づいているのであれば、他のさらに重要なものの方が勝る。

「白幡英語 II」でディベートのより発展的な内容を実践するに当たって、次のような仮説を立てた。事実や意見などを多様な観点から考察し、英語での表現方法を工夫することで、論理的に自分の考えを的確に伝える力がさらに高まるだろう。また、ディベートを通しての仲間との協働が、学習意欲や知的好奇心を高め、チャレンジ精神やリーダーシップを育むことにも寄与するだろう。

(2) 実践

ア 対象生徒： 第 2 学年全クラス

イ 指導方法および内容

週に 1 時間、ALT とのチームティーチングで実施した。

前期

①ディベートのグループを作り、相手の主張を攻撃し、自分の主張を守る練習を行った。トピックは各クラスの専門分野や選択科目など、生徒に興味関心のあるものを選んだ。

各クラスのディベートのトピック例：

- ・文系（世界史）クラス：“Should Britain attempt to rejoin the EU?”
- ・理系クラス：“To remedy the problem of overpopulation in cities, should the Japanese government limit the number of children each family can have?”
- ・文系（日本史）クラス：“Who was more important for the development of Japan: Tokugawa Ieyasu or Sakamoto Ryoma?”

後期

①スピーキング・リスニング・リーディング力をつけることを目標とした。会話で使うフレーズを二つ提示し、生徒は二人一組のペアでそのフレーズを使って会話文を作り、発表した。

2 回目の授業では、1 回目の授業で使用した同じフレーズの他に自分で選んだフレーズを使って会話文を作り、前回と同様に発表した。

②英語での‘quick thinking’力を高めることを目標とした。「質問と応答」型のゲームや、自分たちで物語文を作ることにもチャレンジした。

③批判的な思考力を高めることを目標とし、雑誌『TIME』の記事を活用した。4～5 人のグループでその記事について話し合いをさせ、その後たくさんのディスカッションの質問を生徒にすることで、記事を批判的に読んでみる方法を教えた。

『TIME』の記事を使用した授業例：

記事‘World Happiness Report’を読んだ後で、次のようなことを生徒に考えさせた。

ア「日本は豊かで社会的なサービスも豊富であるのに、なぜ『幸せである』と答えた国民の割合が世界でトップ 10 に入らないのか。」

イ「国民が『幸福度』を判断する判断材料が十分であったか。十分でないのであれば、正確な報告をするのにほかにどんな判断材料が使用できたか。』

ウ その他

定期考査の一部で‘essay writing’テストを出題した。これまでに実施したものは、
第1回（9月実施）（※問題は全て英語で書かれてある。少なくとも英語で60語以上使う。）

「3つあるトピックの中から好きなものを1つ選び、自分の意見を述べなさい。その理由が事実であり、重要で、そしていつも真実であることに注意すること。」

1. 竜ヶ崎一高の英語の授業は、いつも英語で行なわれるべきか。
2. 日本では室内での喫煙を禁止するべきか。
3. 数学は選択科目にするべきか。

第2回（1月実施）

「3つあるトピックの中から好きなものを1つ選び、自分の意見を述べなさい。その理由が事実であり、重要で、そしていつも真実であることに注意すること。」

1. 日本の部活は必須であるべきか。
2. 日本の学校は英語ではなく中国語を教えるべきか。
3. 日本ではレジ袋を禁止するべきか。

添削はALTが担当し、‘Support and logic’と‘Grammar, and spelling’の観点で評価した。

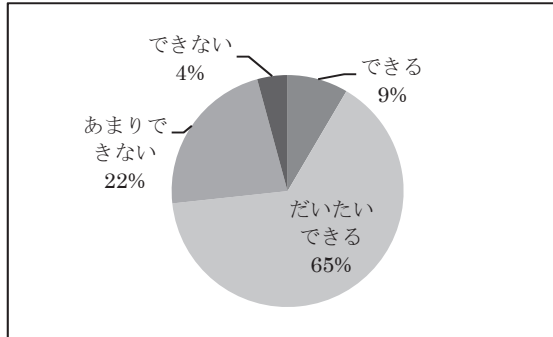
(3) 評価

2年生の1月にアンケートを行った結果が以下の通りである。

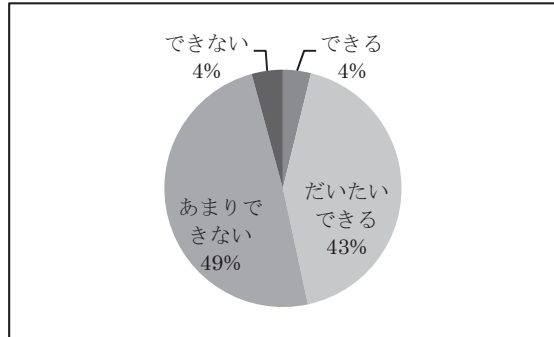
ア 集計結果

「白幡英語Ⅱ」の授業を通じて

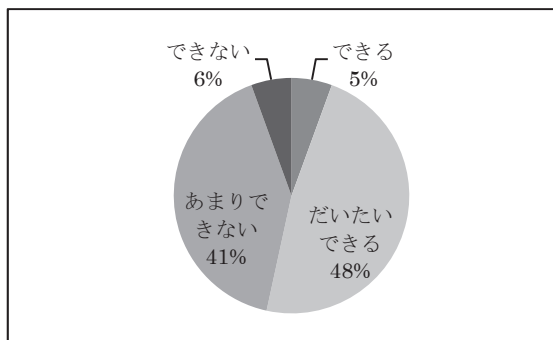
①相手の英語での意見を適切に理解できる



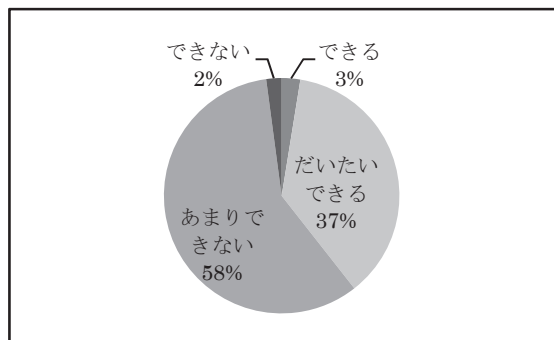
②自分の意見をわかりやすく伝達できる



③相手と自分の意見の確からしさを根拠の強さから比較できる



④相手の意見に対して簡潔に反論を行える



⑤「白幡英語Ⅱ」の授業で得られたことは

- ・ テーマに対して2・3文の英語で答えられるようになった。
- ・ 相手に自分の伝えたいことを考え、伝えようとする力。
- ・ 構文
- ・ 日常的に使える会話表現を学んだこと。
- ・ 短い時間で英文を読み意見を考えること。
- ・ 文法力
- ・ 英語を実際に使って話したり相手に伝えたり相手の意見を理解すること。
- ・ コミュニケーション力が向上した。
- ・ 現在の問題を英語を通して知ったり、考えたりすること。
- ・ 自分の意見をよりわかりやすく相手に伝えるために、論理的に自分の考えを伝えるように工夫することの大切さがわかった。
- ・ 相手の言っていることをしっかり聞く姿勢。
- ・ 英文を組み立てる力。
- ・ 上手にできなくても挑戦してみようという気持ちの大切さを学んだ。
- ・ 授業で扱った問題に関して自分の考えはまだ浅かったけど、友達の意見を聞いて前より広い視野でいろいろな角度から考えられるようになった。

⑥これからもっと学びたいことまたは困ったこと

- ・ 雑誌「TIME」の記事をほかにも読んでみたいと思った。
- ・ 実用的に学べる英語をもっと学びたい。
- ・ 英語を使って自分の意見を伝えられるようにしたい。
- ・ 相手の意見の内容を理解できるようにしたい。
- ・ 英語になれること。
- ・ 文法、語彙、リスニング
- ・ 英作文
- ・ もっと難しい問題についてディベート形式で議論することで、自分の意見を論理的に伝え、根拠を持って意見を交わす力をさらに高めたい。
- ・ 世界中のニュースを英語でもっと読みたい。
- ・ 相手の意見と自分の意見の相違を見つけてより確かな根拠で反論できるようになりたい。
- ・ 会話表現
- ・ 英語で自分の意見を伝えようとする以前に、主張の根拠にできる情報、知識などを増やさないといけないと思った。

イ 分析と今後の課題

生徒の英語に対する興味・関心は高い。グラフから分かるように、生徒は「相手の英語での意見を適切に理解できる」生徒は「できる」「だいたいできる」を合わせると7割を超えている。しかし②～④の質問に対しては「あまりできない」と答えた生徒の割合が多く、特に自分の意見を英語で伝達したり反論を行なったりすることに苦手意識を持っているようである。以上のことをまとめると、相手の英語の意見をよく理解できるし、自分の意見を英語で表現しようとする意欲もあるが、実際のところ自分自身の英語表現力にまだ自信がない生徒が多いことが分かった。

授業の雰囲気はよく、英語が苦手な生徒でも諦めずに話そうとする意欲が見られる。またディベートのチームで協力し発表することにより、お互いに助け合い高め合う様子も見られた。今後の対策として、英語で意見を述べるのに必要な表現を学ばせ、身近なテーマなどから自分の意見を述べる練習を繰り返し行なうことが必要であると思われる。

2年生の前半でディベートの基礎を習得し、後半は、英語で書かれた情報を分析して正しく伝えることを実践し、さらにスピーキングやリスニング、リーディング力をつける練習をした。授業を通して「構文力や文法力が高まった」と答えた生徒や、「英語を使って自分の意見を伝えられるようにしたい」という生徒がいるので、生徒の学習意欲や知的好奇心を高めることができたと思われる。

Discussion Sheet

1. My Argument

Opinion (1 sentence)	I believe that...
Reason (1 - 2 sentences)	This is because...
Support (2 - 3 sentences)	1. 2. 3.
Conclusion (1 sentence)	Therefore, I believe that...

2. Notes

--

3. Refutation

You said but this is... an opinion. / not always true. / not important. This is because...
