

I-1 白幡探究Ⅰ【理科領域】

(1) 研究仮説

実験実習を中心とした理科の様々な領域の学習活動をすることで、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・地学の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	尾見	地球の大きさを考えよう！	① 講義 ② 演示実験・講義 ③ 実験・実習 ④ 結果・考察・まとめ
2	本橋	色と光～光の成分を考える～	① 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	大西	振り子を学ぼう！	① 講義 ② 演示実験・講義 ③ 実験・実習 ④ 結果・考察・まとめ
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	平尾	天然物から有機物を取りだそう！	① 講義 ② 実験装置作成 ③ 実験 ④まとめ
6	増田	金属の科学史～青銅をつくる～	① 講義 ② 演示実験・講義 ③ 実験 ④ 実験・まとめ
7	西元	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



(3) 評価

ア 生徒感想

- ・自分で仮説を設定し、その仮説を基に結果を予測し、実験方法を工夫することを学び、すべて準備された状態で実験に取り組むよりも、現象等について深く考えることを意識するようになった。
- ・中学校時に学んだ、実験後の「データを整理する→考察して結論を導く」という流れの重要性を実感することができた。
- ・実験を通して、現在利用されている科学技術や環境問題などの社会の問題点や利点について目を向け、再考することができたのは良かった。
- ・一人で実験するよりも、グループで協力して取り組むことで、自分が気づかなかった様々な疑問や意見を受けて、実験内容を多方面から捉えることができ、考察を通して理解が深まった。
- ・ガラス加工や合金の作製など初めて取り組む実験も多く、実験内容だけでなく技術的な面においても貴重な経験を積むことができた。
- ・パワーポイントを用いたプレゼンテーションの他に、エクセルでグラフを作成することを学び、実験以外にも有効に活用できる情報技術の基本を習得できた。
- ・自分たちが得たい結果や知りたいことを調べるために、どんな実験や観察が必要なのか、それには何を使えばよいのかを考えることで、思考力や問題解決力が伸びた。
- ・これまでは学んだことをそのまま単独で理解していたけれども、レインボーサイエンスを通して学んだ発展的な内容をどう生かせるかを考えることで、物事をつなげて見られるようになったし、応用力が身についた。
- ・実験結果を得て終わりにするのではなく、そこで得たものを現在の環境などの社会問題に絡めてさらに考えることで、現在の私たちがどのような状況に置かれているのか、問題点などを科学的に考えさせられた。

イ 考察

事後アンケートを実施したところ、「理科に対する興味・関心は増加したか」、「実験・観察に対する興味は増加したか」の項目にて、80%以上の生徒から肯定的な回答が得られた。この結果は2年生における文系選択希望者においてもほぼ同じであり、今年度はSSクラス志願者の増加などにも影響を与える要因となったと考える。また、座学の授業とは別に、各生徒にとって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生徒感想も多く見られた。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る。また、仮説検証型(仮説→実験→考察→まとめ・発表)の講座を通して、実験が上手くいかない、失敗することも増加したが、そこから学ぶことも多かったことが窺える。

ウ 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、グラフの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ことが、白幡探究Ⅰの数学分野も通して根深い課題となっていた。そこで、タイピング演習の時間を設けたところ、多くの生徒が集中して取り組んだ結果、改善が見られた。次年度は、パソコンを取り扱う基礎となる時間を設定する必要がある。また、昨年度の反省事項である、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意味においても、次年度はさらなる改善が必要と考える。

1-2 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得できるであろう。
- 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・重要性を感得できるであろう。
- 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 対象 1年生全クラス全員
- イ 授業単位数・担当者 1単位

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

ウ 数学史序論（4月）

- (ア) 日本史における数学、数学教育についての講義： 1時間
- (イ) 和算書「塵劫記」における「カラス算」等を現代数学で解く活動 1時間
- (ウ) 本校地歴科 小野威人 教諭 による、江戸時代における「海防」のための測量の必要性茨城県南地区における測量発展理由について約30分のビデオ講義 1時間

エ 算額の作成と掲示(11月～12月)

- (ア) 算額の歴史および、「算額をつくろうコンクール」出展作品作成に関する講義 1時間
- (イ) 持参された各自の下書き作品を相互鑑賞・アドバイス 1時間
- (ウ) 作品作成 3週間での自宅制作
- (エ) 完成作品の班内での評価・クラス全体での評価 1時間
- (オ) 提出者 275名

「算額をつくろうコンクール」(主催:NPO 和算) 規定の算額を作成・掲示する。今年度は、家紋をモチーフとした問題、NPO 和算のロゴマークを問題にしたものなど、ユニークな問題が多く、銀賞に1作品、銅賞に4作品入選した。

なお、今年は全日制1年生275名が応募した。さらに、すべての作品をデータ化、A0判用紙に8点ずつ印刷し、本校生徒研究発表会において教室の廊下南側に計35枚展示し、互いに鑑賞する機会を設けた。

オ 和算書の科学的表現(5月～3月) 本年度は「算法闕疑抄(さんぼうけつししょう)」1659年 磯村吉徳 著 の解釈と表現の活動を行った。磯村は安達太良山麓より二本松市まで約18キロにわたり豊富な浄水を現在でも提供している用水「二合田用水」を設計測量した人である。原典を佐藤健一先生より借り受けた。現代語訳はない。しかし、現代に活字化(西田,2010)したものがあり、それをコピーし生徒に分与した。

活動は班ごとに行い、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、従来の班長、現代語訳担当・数学担当・英語訳担当・デザイン担当・江戸文化担当を設定した。デザイン係はポスターにまとめる際の責任者である。より見やすくわかり



図1 家紋を利用した銅賞入賞算額

やすいフォント、配置等を担当する。江戸文化係は担当した和算の内容の理解のため、和算書内にある江戸文化に関するキーワードを係の生徒が選択し、それについて詳しくネット等で調べ、英訳する係である。計 20 時間

活動について次のとおりである。

(ア)「算法闕疑抄」を各班 1 編ずつ現代語訳。和算書は 350 年後の高校生が読むことを想定していない。度量衡はもちろん、貨幣制度、利率、建築等に関する文化的知識が生徒に不足しており、それらを補う必要があった。5 時間

(イ) (ア)において現代語に翻訳された文章を、現代の数学的な式や図を用い、科学的に表現。数学的には有理数の加減乗除が多く中学生レベルである。しかし、(ア)に書いた理由から、生徒は和算書にある数値の関係をつかみにくく、その解読に困難を感じた生徒が多かった。与えられた問題から和算書の解き方をまずは気にせずに自分なりに解くことで、和算書にある術文(解き方)と同じ数値が出てくることに感動を覚えた生徒が多かった。一方、累乗根に関する問いを算木を用いて解く問題があり、その理解には多くの時間を要した。3 時間

(ウ) (ア)、(イ)で現代語、数学的に表現したものを英語に翻訳。生徒達はネット上の訳ソフトも一部使用した。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、生徒達自らが大きく修正した。3 時間

(エ) (ア)～(ウ)の内容をデザイン係を中心にポスターにまとめ。生徒達の多くは Word や PowerPoint の利用経験が非常に限られていた。しかし、1 時間程度の指導でコツを覚えた。3 時間

(オ) 平成 30 年 1 月 27 日(日)「竜ヶ崎一高 SSH 生徒研究発表会」において全員が各教室で 56 件のポスター発表を行った。生徒は発表を通し、人に考えを伝える難しさに気づき、さらに内容の問題点を指摘されたり自ら気づいたりすることで、ポスターの内容改善の必要性を感じていた。発表会終了後「算額」はそのまま、(エ)のポスターは廊下北側に貼り直し、3 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。また、全てをのポスターと算額を論文集に掲載し、1 年生全員に 1 冊ずつ配布した。2 時間

(カ) すべてのポスターを修正後、世界中から閲覧できるよう Web ライブラリーに公開。2 時間
(キ) 活動ごとに 1 年間を振り返り、まとめ。感想(感じた・想った)でなく、事実を基に論理的な文章を書くよう指導した。2 時間

(3) 評価

感想によると「算法闕疑抄」の翻訳、「算額」の作成ともに、始めは自分の能力を超えたものと困難に思っていた生徒が多くいる。しかし原文の現代語解釈を協力し合いながら乗り越えたと探究が進み、自信がつき、協力し合うことの有用性、重要性がわかったという。さらに、国語・数学・英語・地歴・情報のそれぞれの学習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。加えて、数百年前に和算という文化があったことに驚き、それらを科学的に表現することの困難を乗り越え、自国文化の一部を理解していた。算額をつくることにより数学創造の楽しさ、難しさ、達成感を得ていた。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、発表内容を振り返る機会としていた。最後に、冊子、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機会という貴重な経験をしていた。

一方、和算は我が国独自の数学であるが未解説の書も数多く研究が求められる。また、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といわれるが、和算を探究することがその解決策のひとつになると考えられる。

最後に、昨年から本活動の目的に「和算書を科学的に表現する」ことを加えた。本探究は「和算書」という読解困難な情報を生徒が科学的に表現する活動であり、その効果は数学にとどまらず科学全般に及ぶものと思われる。その効果の測定は今後の課題である。

(4) 謝辞

佐藤健一 理事長 をはじめ、和算研究所の皆様には様々なご指導をいただきました。

(5) 参考文献

西田知己・校注(2010).江戸初期和算選書第 10 巻 1 算法闕疑抄.研成社.

竜ヶ崎第一高等学校(2015/2016/2017).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.第一～三年次.茨城県立竜ヶ崎第一高等学校.

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 7 名（物理 2 名、化学 2 名、生物 3 名）
- エ 授業計画

回	日時	内容
1-3	4 月 11 日-5 月 2 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
4-7	5 月 9 日-6 月 6 日	課題研究①-④ 研究目的・計画の検討と発表会準備
8	6 月 16 日	課題研究テーマ発表会 各グループ 2 分
9-11	6 月 20 日-7 月 11 日	課題研究⑤-⑦ 先行研究検討 夏休みの計画 実験準備
夏期休業	7 月 24 日-8 月 28 日	グループ別探究
12-13	9 月 5 日-9 月 12 日	課題研究⑧-⑨ 実験等探究
14	9 月 19 日	課題研究⑩ 論文の書き方指導（小林）
15-19	9 月 26 日-10 月 24 日	課題研究⑪-⑮ 研究整理 発表準備
20	10 月 31 日	クラス内経過発表 各グループ 4 分
21-25	11 月 7 日-1 月 16 日	課題研究⑯-⑳ 研究の見直し、発展
26	1 月 23 日	クラス内中間発表会
27	1 月 27 日	生徒研究発表会（龍ヶ崎市文化会館大ホール、本校）
28-32	1 月 30 日-3 月 20 日	課題研究㉑-㉕ 研究の修正と発展
33	3 月 26 日	第 6 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 29 年 3 月 26 日(日) 第 6 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 2~4 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、指導教師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人的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①-⑳

- a. 「探究コーディネータ」がコンピュータ教室で全体で予定・進度の確認（3 分程度）。
- b. 各指導教師の指導による研究。

(エ) 6 月 16 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 分間でプレゼンター

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) 9月19日(火) 「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。

(キ) 1月23日(火) クラス内中間発表会

全グループが口頭発表用のパワーポイントと研究要旨を作成、および発表。生徒研究発表会(午前の部)口頭発表を行う5グループを選出。

(ク) 1月27日(日) 生徒研究発表会

午前選抜5グループによる口頭発表、午後全グループが口頭発表(発表7分、質疑応答2分)

(ケ) 3月26日(日) 第7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	メンバー						担当 教師
01	土壌微生物で水をきれいにする	小島香穂	円城寺紀子	工藤幸奈	村上華野	星野真生	出雲	
02	最強のプラナリアをつくる!	坂本雄翔	福井悠斗	北口雄悟	菅 龍也			高野
03	プラナリアの記憶に関する研究	伊澤実咲	秀島柚夏	斎藤春弥	黒須康平			高野
04	ガムから色素を消去可能なクレヨンをつくる	朝比奈司	安齋太一	加藤大貴	前田 元			増田
05	バイオマスを用いたエタノールの製法	亀井竜也	佐藤雄太	山口直己				増田
06	色あせしにくいペンキの開発	鈴木 葵	須山由衣愛	山谷優花	池宮史華			木戸孝
07	かぼちゃの糖度を上昇させる条件の研究	酒井彩花	野口日菜子	高橋絵理	末野花奈			木戸孝
08	How to 避難～龍ヶ崎市の避難の現状と避難意識～	穂苅映迪	渡辺弘基					木戸崇
09	水防団員行動計画～氾濫被害額の最小化～	神澤悠真	平野慎太郎					木戸崇
10	振動発電	大森祐弥	木村有希	渡邊聖人	飯塚和仁	柴原魁人	尾見	
11	トンボの翅を用いた長距離飛行の研究	尾林和将	儀保駿	田中駿介	豊島 啓	長町大気	大西	

(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くことが窺え、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 「白幡探究II」から継続して、すべてのグループが課題研究に主体的に取り組み、研究成果を発表し、質疑応答に臨むことで、本校SSHのテーマでもある「たくましい科学系人材」に必要な不可欠となるプレゼンテーション能力やコミュニケーション能力をより高められるだろう。
- イ 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た論文を作成し、指導教員との間で議論を繰り返し、改善を重ねることで、科学的な思考力を身につけられるだろう。
- ウ 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 42名
- イ 単位 1単位（金曜6時間目）
- ウ 教員配置 数学科2名、理科5名（物理2名、化学2名、生物3名）
- エ 授業計画

回	日 時	内 容
1	4月14日	オリエンテーション，論文の書き方の指導
2	4月21日	論文の作成①
3	4月28日	論文の作成②
4	5月19日	論文の作成③発表スライドの作成①
5	6月9日	発表スライドの作成③，発表練習
6	6月16日	生徒研究発表会（全グループ口頭発表，本校飛龍館2F多目的室）
7	6月23日	論文の作成④，
8	7月7日	論文の作成⑤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おこなう。論文の書き方の統一と指導の効率を考え、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、生徒はそれらをもとに論文を最大4枚で作成する。論文構成を考えた段階から、指導教員とその内容も含め、議論を重ねる。
- (イ)6月16日（金）生徒研究発表会では、すべてのグループがパワーポイントを用いた口頭発表を行う。司会進行も生徒自身が行い、発表時間7分、質疑応答3分で実施する。
- (ウ)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。
- (エ)全ての研究論文は本校「研究・探究 報告集」に掲載する。
- (オ)論文題名一覧

分野	研究題目
物理	音力発電の高効率化に関する研究
物理	ゴキブリ型ロボットの製作
物理	人工オーロラの発生と 色の変化
化学	カゼインの減少実験-ミルクアレルギーから人々を救え-
化学	オオカナダモの光合成を促進するイオンの特定
化学	バイオマス燃料に適した微細藻類の追究 -イカダモとボトリオコックス-
生物	双頭プラナリアの光に対する反応
生物	砂糖の影響によるパン生地発酵速度の変化
生物	植物の成長と音の関係性
生物	光と物質を用いた細胞性粘菌の速度増加への検討

生物	微生物を利用したマンゴージュースの清澄化
数学	数学的ヒトのミカター数理モデルで覗く人間関係の肝一
数学	数理モデルによる問題解決一票の格差について一
数学	和算と洋算の違いについて一三次方程式に着目して一

(2) 評価

ア 考察

- (ア) 研究成果をまとめ、発表、質疑に臨むことを通して、各グループの研究についての理解を深めていく様子が見て取れた、「たくましい科学系人材」としての能力を高めた。
- (イ) 論文テンプレートならびに論文執筆要領を参考に、科学的に思考することや自ら論点をまとめ系統立てて論文を執筆することで論文執筆の基礎を学んだ。
- (ウ) 「探究コーディネータ」が指導全体の運営等を行い、クラス担任・各指導教師と調整したため、運営をスムーズに運ぶことができた。

イ 今後の課題

- (ア) 論文テンプレートを提示したが、実際の論文に目を通したことが少ないため、写真の大きさ、参考文献の書き方に間違いが多くみられ、修正に時間がかかった。予め指導する必要がある。
- (イ) 論文について、評価の指針や基準を作成し、生徒に明示して理解させた上で取り組ませることが必要である。

参考：

論文執筆要領

1. 原稿の書式 原稿はA4判の縦置き横書きとする。
2年生用 47字47行の1段組 1枚
3年生用 22字42行の2段組 3-4枚
2. 題目の字数 題目は40字以内とする。副題がある場合、副題は30字以内とする。
3. 要約 3年生は要約を264字(44字6行)以内とし、研究の目的、方法、及び、主な結果が分かるように簡潔に明瞭にまとめる。
4. キーワード キーワードは6つ以内とし、その研究の特徴を最もよく示す内容、研究方法などを表す単語とする。
5. 文体 文体は「である」調とし、常用漢字ならびに現代仮名遣いを用いる。外国語を用いる場合は、原語の後に括弧()をつけて日本語訳を付す。
6. 見出し番号の付け方 章、節、項、等には、見出し番号と標題を付す。見出しの番号は次の順とする。章の見出し番号 1, 2, …, 節の見出し番号 (1), (2), …, 項の見出し番号 ①, ②, …
7. 表・図の番号 表及び図には、表1, 表2 …, 図1, 図2 …のように通し番号をつけ、標題を付す。表の通し番号と標題は表の上側に、図の通し番号と標題は図の下側に付す。

8. 引用・参考の仕方 ある文章を引用する場合には、引用部分を括弧「」で囲み、その後に、括弧()をつけて著者名と発行年、引用ページを付す。あることを参考にする場合には、参考部分の後に、括弧()を用いて著者名と発行年を付す。

例：[引用]「・・・である」(川田, 1999, pp.30-31). [参考]・・・であった(山田, 2000).

9. 引用・参考文献の記載内容 引用・参考文献は、論文の末尾に「引用・参考文献」としてまとめる。

単行本の場合（単著）：

著者名．出版年（西暦）．書名．出版社．

単行本の場合（分担執筆）：

著者名．出版年（西暦）．「章の標題」．編集者名．書名．出版社．始ページ ～ 終ページ．

学会誌や雑誌等の場合：

著者名．出版年(西暦)．「論文名」．学会誌名．巻・号．始ページ ～ 終ページ．

10. 引用・参考文献の記載順序 引用・参考文献の記載の順序は、著者の姓の英文表記に基づいてアルファベット順とする。

I-5 白幡数学 I

(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っていた。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

(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少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)

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らないか。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のではないか。

(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

「落下運動」の分野では、実験を通して落下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

講義スタイルの授業を展開した後、グループ内での意見交換をさせながら問題演習や実験を行った。

(3) 評価

ア 考察

物理の学習には、数学的な知識が必要であり、より高度な数学を使うと、物理の理解が進むことを学ぶ良い機会になったようであった。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。生徒からは、クロスカリキュラムやアクティブラーニングを通して、より深く物理について学べた、との感想を聞くことができた。

イ 今後の課題

生徒からの前向きな意見もあり、このようなことを行う機会をもっと増やしていければ、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。

アクティブラーニング型授業においては、積極的にはグループに入っていない生徒もいるようであり、そのような生徒に対する指導法を工夫する必要がある。ただ実験を行ったり、問題演習をさせたりするだけでなく、「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によって、物理に対してより興味、関心を持たせることができるのではないかと考える。

I-8 白幡生物基礎

(1) 研究仮説

思考力・判断力・表現力を高める指導が必要とされる中、グループ学習を中心としたアクティブラーニング型授業（以下、AL型授業）が注目をされている。これまで、白幡生物基礎においてもAL型授業を積極的に取り入れるように努力してきた。しかし、その効果は生徒の様子から体感出来るものの数値化して確認することは難しく、課題の一つとなっていた。今年度、思考力・判断力・表現力を要するオリジナル問題の作成を通し、AL型授業の効果を数値化することを試みた。通常行われている個人で解答する場合（従来型）とグループ学習で解答する場合（AL型）とを比較・検証することにより、その効果を数値化して確認出来るであろう。

(2) 実践

ア 対象生徒 1年生2クラス

イ 実施方法及び内容

以下のような、思考力・判断力・表現力を要するオリジナル問題を作成した。今回対象とした2クラス（Aクラス、Bクラス）の平常授業時の生徒の活動状況はほぼ同じである。活動状況が似た2つのクラスに対して、同一問題を従来型とAL型授業の異なる形式で取組ませることで検証を行った。Aクラスでは全員が従来型で個別に解答を作成したのに対して、Bクラスでは4名1グループでAL型のグループ学習による解答作成をした。

【今回使用したオリジナル問題（一部）】

(3) 図2は、ゾウリムシを試験管に移し、しばらく静置した後に観察した様子を示している。ゾウリムシは試験管の上部に集まっていた。その理由について、仮説を立て、その仮説を検証するための実験方法を考え、解答欄に記入しなさい。なお、試験管内の液体はゾウリムシを採集した沼の水である。

※解答欄は自由記載

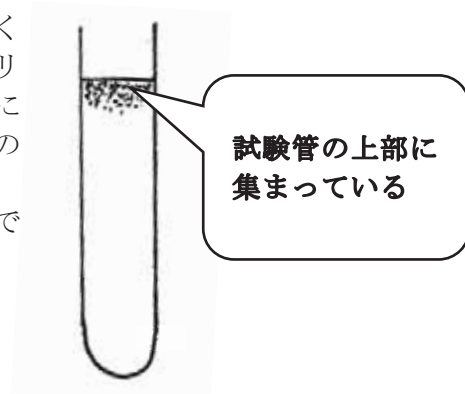


図2

(4) ゾウリムシとは別種であるミドリゾウリムシ (*Paramecium bursaria*) で観察を行った。図3のように、昼間は試験管の上部に集まり、夜間は試験管内に分散していた。その理由について仮説を立て、その仮説を検証するための実験方法を考え、解答欄に記入しなさい。

※解答欄は自由記載

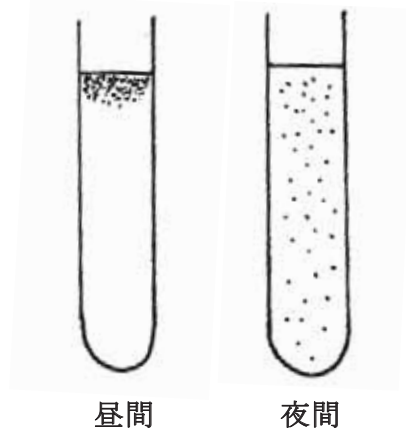


図3

(3) 評価

ア 結果

今回使用したオリジナル問題のうち、特に思考力・判断力・表現力を要する(3)と(4)の2問に着目した。(3)と(4)の2問ともに解答出来た生徒、(3)か(4)のどちらか1問だけ解答出来た生徒、1問も解答出来ない(白紙)の生徒の3つのグループに分類してまとめた結果を下の表に示している。但し、解答が作成出来ていれば解答内容に関わらず「解答出来た」として扱った。

	2問とも解答	1問のみ解答	無回答
Aクラス 【従来型】	13名 (38.2%)	16名 (47.1%)	5名 (14.7%)
Bクラス 【AL型】	26名 (66.7%)	13名 (33.3%)	0名 (0%)

イ 生徒感想

- グループで解くと、いろいろな仮説や実験方法が出てきて、自分の考えに対する意見をその場でもらうことが出来るため、一人の時よりも解くのが楽しかった。
- 仮説を一人で立てていたら、たくさんの矛盾があったけれど、班の皆と話し合いをすることによって、より良い仮説を立てることが出来た。
- 以前はグループ学習に対して受け身だったが、今は自分から発言出来るようになった。
- 自分の知識を相手に伝える能力が身に付き、相手の意見の大切さを知ることが出来た。
- 一人で考えると、一つの考えしか得られず、いろいろな可能性を考えることなく終わりにしてしまうかもしれないと思いました。少し自信がない考えでも、きちんと発表すると皆も頷いてくれたりして、自分の考えに自信を持つことに繋がりました。男女が話し合って活動する場は貴重だし、クラスの良い雰囲気づくりにもなると 생각합니다。

ウ 考察

Bクラスでは生徒全員(100%)が最低でも1問解答出来たのに対して、Aクラスでは14.7%の生徒が白紙での提出であった。また、2問ともに解答出来た割合はAクラスが38.2%なのに対して、Bクラスでは66.7%とAL型で解答を作成したBクラスの方が1.7倍高い結果となった。通常、1クラス40名対象の授業であるが、一人の教員が机間巡視等で全員を活かす授業を行うことはかなり困難である。Bクラスで無回答が0%という結果は、生徒全員が思考力・判断力・表現力を養う授業を実践するうえでのポジティブデータであると言える。さらに、解答内容についても詳しく分析してみると、Aクラスの生徒が書いた仮説・実験方法は、現象を表面的に捉えた記載が多く見られた。しかし、Bクラスの生徒が書いた仮説・実験方法は現象を多面的に捉え、複数の可能性を考えた記載が多く見られた。このように、記載事項の多様さと分量の多さが見られたことは、学習の目的の一つである「思考力・判断力・表現力を高める」ことに効果があると考えられる。

一方、(イ)の生徒感想からは、AL型の授業を通して自分の考えに自信が持てるようになり、楽しみを感じながら活動している生徒の様子が伺える。このように、生徒自身が効果を実感することが出来るのであれば、AL型授業の実践を継続することにより、自主的な学習者の育成に繋がることを期待できる。

エ 今後の課題

今年度、思考力・判断力・表現力を要するオリジナル問題の作成を通し、AL型授業の効果を数値化することを試みた。従来型とAL型とを比較・検証することにより、その効果を改めてデータとしての確認が出来た。今後、AL型の授業を進めていく上で重要となるのは、グループワークのための課題の厳選作業である。今年度の経験から、生徒たちが活性化する課題テーマとあまり活性化したとは言えない課題テーマがあった。今後は、良質な課題の提示を目指していきたい。そのためには、本校における取組みの経験値を積むことも大切であるが、先進的に取り組んでいる全国の先生方からの情報を取り入れることも重要であると考えられる。

I-9 白幡物理

(1) 研究仮説

後期（9月）より、授業始めの導入時に、前時の内容確認と理解を深めるために「確認プリント」を実施した。生徒が授業内容を十分理解すること、特に、現象面の説明や公式を導く過程の論理的な流れを理解することは、物理に対する興味・関心が高まり、学習意欲が向上し、生徒が能動的に授業に取り組めるようになるであろう。

(2) 実践

ア 対象 第2学年 理系 白幡物理選択者（A組38名、B組39名、C組31名）

イ 単位数 3単位

ウ 実施方法および内容

(ア) 4月～7月の授業展開（通常パターン）

授業を受ける前の予習として、「教科書の3回通読と疑問点チェック」、授業中の「疑問点の解決と内容理解」、授業後の「復習」。すなわち、予習・授業・復習のサイクルの確立を推し進めた。授業では、できるだけ現象が生じる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。

(イ) 9月～3月の授業展開

○ 授業始めの導入時の5～10分間に、前時の復習として、「確認プリント」を実施した。

〈「確認プリント」の内容〉

論理的な流れを中心に据えた穴埋形式の内容であり、論理的な流れを把握しておれば穴埋めが可能な形式とした。

○ 実施後、生徒自身が教科書・ノートを参考にして穴埋め解答の確認をした。

○ 簡潔に解説を加え授業後の生徒の復習を促した。

※ 確認プリントの実施は、2～3回の授業に1回の割合で実施した。

(3) 評価

ア 考察

右表は「確認プリント」実施後の生徒アンケート結果の一部である。復習するのに「大いに役立つ」と「概ね役立つ」を合わせて約68%の生徒が役立つと答えている。そして、論理的な流れについても約62%の生徒が「よくわかる」「概ねわかる」と答えている。「確認プリント」の内容形式としては「今の形式でよい」が約8割を占めている。

「確認プリント」を実施するようになると、始業前に教科書やノートの見返しをする生徒が目立つようになった。教科書を何回か熟読することで流れを把握しようとしており、そのことは、こちらが意図するところでもあった。教科書を何回も読むことにより、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る。それにより興味・関心が高まり、学習意欲も湧いてくるであろう。

イ 今後の課題

1年目の実施であり、今後の継続実施によるところが大きい。

生徒の学習はまだ受け身である。生徒が能動的（アクティブ）に学修（ラーニング）に取り組めるように促すことが重要であり、「確認プリント」の実施はその方策の一つに過ぎない。今後の継続実施により、定期考査の結果や探究活動への取り組み状況等の相関関係にも言及する必要があるだろう。

(1) 復習に	①大いに役立つ	26.8%
	②概ね役立つ	40.8%
	③ふつう	29.6%
	④あまり役立たない	1.4%
	⑤全く役立たない	1.4%
(2) 流れ	①よくわかる	19.7%
	②概ねわかる	40.8%
	③ふつう	31.0%
	④あまりわからない	5.6%
	⑤全くわからない	2.8%
(3) 形式	①今の形式でよい	78.9%
	②変えた方がよい	15.5%
	③止めた方がよい	5.6%