

I-3 白幡探究II

(1) 研究仮説

- ア 課題研究テーマを設定するために、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を集中的に実施することで、課題研究に意欲的主体的に取り組むであろう。
- イ 課題研究テーマを、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、研究の方向性や内容、研究方法を改善していくことで、課題研究の取り組み内容を深化させることができるであろう。
- ウ 実験等を行い、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 探究合宿を行うことで、研究を大きく進めることができるであろう。
- オ 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 12 日-26 日	オリエンテーション①-③ 課題研究テーマの設定
4-6	5 月 17 日-6 月 14 日	課題研究①-③ 研究目的・計画の検討と発表会準備
7	6 月 15 日	課題研究テーマ発表会（本校飛龍館 2 F 多目的室）
8-11	6 月 21 日-7 月 19 日	課題研究④-⑦ 先行研究検討 実験準備
夏期休業	7 月 25 日-8 月 30 日	グループ別探究
12-19	9 月 6 日-11 月 22 日	課題研究⑧-⑮ 実験等
20	12 月 3 日-4 日	探究合宿（本校白幡会館等） 研究進展 論文書き方指導
21-25	12 月 6 日-1 月 31 日	課題研究⑯-⑳ 研究整理 発表準備
26	2 月 14 日	クラス内中間発表会
27	2 月 21 日	課題研究㉑ まとめ
28	2 月 26 日	生徒研究発表会（龍ヶ崎市文化会館大ホール、本校）
29	3 月 14 日	課題研究㉒ まとめ
30	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 28 年 2 月 25 日(月) 川越高等学校生徒研究発表会（埼玉県立川越高等学校）
- b. 平成 28 年 3 月 26 日(日) 第 5 回茨城県高校生科学発表会（筑波大学）

(イ) テーマの決定

- a. 課題研究テーマ設定総数を 15 テーマ、分野別テーマ数を[指導教員数]×2 まで。
- b. 生徒は課題研究テーマを 1 つ検討、指導教員と議論、教師は研究可能なテーマを認定。
- c. 認定テーマは随時生徒・教員に周知され、生徒はそれら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. 生徒の希望に応じ 2～4 人のグループ編成を行う。

(ウ) 課題研究①-⑮

- a. コンピュータ教室における全体で予定・進度の確認。
- b. 各指導教官の指導による研究。

(エ) 6 月 15 日（水）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) 12月3日(土)4日(日) 校内探究合宿

研究の進展 論文の書き方の指導

(キ) 2月14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資料とポスターを作成。生徒研究発表会(午前の部)口頭発表を行う4グループを選出。

(ク) 2月26日(日) 生徒研究発表会

午前4グループによる口頭発表(発表7分、質疑応答2分)、午後全グループがポスター発表(2時間)。

(ケ) 3月26日(日) 第6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

研究テーマ	分野	指導
1 音力発電の高効率化	物理	本橋
2 ゴキブリ型ロボットの開発	物理	大西
3 人工オーロラの色つけ	物理	本橋
4 カゼインの減少実験	化学	平尾
5 光合成を促進させるイオン	化学	平尾
6 バイオマス燃料に適した微細藻類	化学	木戸
7 双頭プラナリアの光に対する反応	生物	高野
8 砂糖によるパン生地発酵速度	生物	西元
9 植物と音の関連性	生物	高野
10 粘菌を成長させる光と物質	生物	出雲
11 微生物を利用したマンゴージュースの清澄化	生物	出雲
12 数理モデルを用いた高校生における人間関係の調査	数学	神坂
13 数理モデルを用いた一票の格差問題の解決	数学	神坂
14 三次方程式における和算と洋算の違いについて	数学	小林

(3) 評価

- ア 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。またオリエンテーションにより生徒の主体性を重視しながらグループを構成することができた。
- イ 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。
- ウ 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。
- エ 探究合宿を行ったことで、研究を大きく進展させ考察を深める機会とすることができた。
- オ 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行っていることが窺え、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。

(2) 実践

- ア 対象 3年SSクラス 40名
- イ 単位 1単位（金曜6時間目）
- ウ 教員配置 数学科1名、理科5名（物理2名、化学1名、生物2名）
- エ 授業計画

回	日時	内容
1	4月8日	オリエンテーション，論文の書き方の指導
2	4月15日	論文の作成①
3	4月22日	論文の作成②
4	5月6日	論文の作成③
5	5月13日	論文の作成④，発表スライドの作成①
6	5月20日	論文の作成⑤，発表スライドの作成②
7	6月10日	発表スライドの作成③，発表練習
8	6月15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）
9	6月24日	論文の作成⑥
10	7月8日	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 （認定されるまで繰り返す）

オ 授業の展開と研究の経過

- ・ 転出等により指導教員が不在となる課題研究は、前年度の「白幡探究Ⅱ」において同分野を担当した他の教員が引き継ぎ、指導を行う。
- ・ 論点整理を容易にするために、本校独自の論文テンプレートをもとに論文を作成する（最大でA44枚）。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。
- ・ 6月15日（水）の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。
- ・ 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。

カ 論文題名一覧

分野	研究テーマ
生物	微生物を使えば透明なマンゴージュースを作れるか？
生物	クマムシの光による復活への影響
化学	身近な廃材を用いた低コストな糖の生成
化学	色素増感太陽電池
化学	肌と保湿～無添加化粧水の作製～
化学	金属を添加したホウ砂球の色に関する研究
地学	身近なデジタルカメラを用いたHR図における恒星の横位置決定方法の開発
地学	地中熱の有効利用を目指した具体的手法の検討
物理	液面をすべるしずくについて
物理	振動発電～2つの発電方法の追求～
物理	紙飛行機を遠くに飛ばす研究
数学	和算の研究～算法新書三卷十七番の別解～
数学	数理モデルによる地域問題解決～命を守る行動を～

(3) 評価

ア 生徒が作成した論文（1グループ分）

金属を添加したホウ砂球の色に関する研究

山本玲維，宮内祐輝，西野祐樹

本研究では、ホウ砂を加熱して生成するホウ砂球に遷移金属を添加して着色するホウ砂球反応に着目した。金属塩に硫酸銅(II)五水和物を用いてホウ砂球を作製し、RGB 値を測定すると、金属塩の添加量と G, B 値との間に相関関係があることが分かった。そこで、銅箔と亜鉛粉末を添加したホウ砂球の測定により得られた G, B 値から、黄銅中の銅の含有率を求めることに成功した。

1. 緒言

(1) 背景
灰色反応を通して金属と色の関係に興味を持ち、遷移金属を用いてホウ砂球に着色するホウ砂球反応について研究することにした。

(2) 目的
ホウ砂球の着色濃度を制御する条件を確立し、複数の金属によるホウ砂球上での混色を実現する。また、作製したホウ砂球の RGB 値を測定し、金属の添加量とホウ砂球の色の関係を調べるとともに、その値を利用して合金の定量分析を行う。

(3) 検討事項

- ① 単一の金属を用いたホウ砂球の作製
- ② 複数の金属を用いたホウ砂球の作製
- ③ 合金の定量分析
- ④ ホウ砂球の性質

2. 実験方法

(1) ホウ砂球の作製
金属塩の水溶液を用いた場合、ホウ砂球に付着できる金属量が一定とならないため、本研究では固体の金属塩や金属の単体を用いた。一定量のホウ砂 0.08 g に金属塩または金属単体を任意の質量加え、メノウ乳鉢で混練した。その後、混合物を加熱した白金線に付着させ、完全に溶融させ、蒸発皿にて放冷した。

(2) ホウ砂球の評価
本研究では RGB 値を用いてホウ砂球の色の評価を行った。RGB とは、赤・緑・青の三色を組み合わせ、さまざまな色を表現する手法である。作製したホウ砂球を自作した装置(図 1)を用いて撮影し、スマートフォン用アプリ Picture Dropper を利用して得られる画像中のホウ砂球の RGB 値を測定した。この方法を利用して、添加

する金属量と RGB 値との相関関係の有無について検討した。



図 1 自作した撮影装置

3. 結果と考察

(1) 単一の金属を用いたホウ砂球の作製
硫酸銅(II)五水和物 1.0 mg, 2.0 mg, 3.0 mg, 4.0 mg を用いてホウ砂球を作製し、RGB を測定した(図 2)。

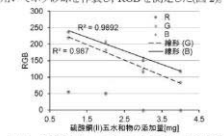


図 2 硫酸銅(II)五水和物の添加量と RGB 値

(2) 複数の金属を用いたホウ砂球の作製

① 遷移元素と遷移元素の混色
一定量の硫酸銅(II)五水和物 1.0 mg に任意の質量 (1.0~5.0 mg) の硫酸マンガニ(II)五水和物を混合した金属塩を用いてホウ砂球を作製し、RGB を測定した(図 3)。

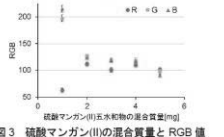


図 3 硫酸マンガニ(II)五水和物の混合量と RGB 値

遷移金属どうしの組み合わせでは、混合比率の変化に伴いホウ砂球の色が変化した。硫酸マンガニ(II)五水和物の添加量が増加するにつれて、RGB の各値が同じ値に近づく傾向が見られた。

② 遷移元素と典型元素の混色
総質量が 1.5 mg の銅箔と亜鉛粉末の質量を任意に混合させた金属単体を用いてホウ砂球を作製し、RGB を測定した(図 4)。

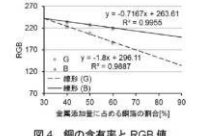


図 4 銅の含有率と RGB 値

遷移元素と典型元素の組み合わせでは混合比率に関係なく、遷移元素の色のみが現れた。また、混合物中の銅の割合と RGB の各値との間には比例関係が存在することを見出した。

(3) 合金の定量分析
亜鉛の含有率が 29.6% の黄銅粉末 1.5 mg を用いてホウ砂球を作製し、図 4 で得られた近似曲線を検量線として、銅の含有率を算出した。結果を表 1 に示す。

表 1 G, B 値から算出した黄銅中の銅の含有率

黄銅	G 値	計算値 [%]	B 値	計算値 [%]	含有率 [%]
粉末 A	168	71	210	75	70.4
箔 B	145	84	202	86	85

表 1 より、ホウ砂球反応を用いた合金の定量分析が可能であり、簡便で有用な方法であると考えられる。

(4) ホウ砂球の性質
作製後数日が経過したホウ砂球を観察すると、表面の光沢が失われ、球全体が不透明になることが分かった。ホウ砂球の表面にマニキュアや液体絆創膏を塗布し、様子の変化を観察した(図 5)。

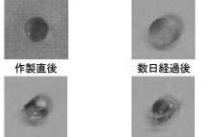


図 5 ホウ砂球表面の写真

表面処理を施すことで、ホウ砂球の光沢を保つことに成功した。マニキュアや液体絆創膏の主成分が疎水性のニトロセルロースであることから、空気中の水分によってホウ砂球が溶解していることが原因であると考えられる。したがって、作製したホウ砂球は真空デシケーター内に保存すると、長時間にわたり光沢を維持することができた。

4. 結論

- ① 着色したホウ砂球の G, B 値と金属添加量との間に比例関係があることが分かった。
- ② 複数の遷移金属の塩を用いた場合には、ホウ砂球上で混色が起こることを見出した。
- ③ ホウ砂球反応を用いて、安価で安全かつ簡単に黄銅中の銅含有率を決定する方法を確立した。
- ④ ホウ砂球は水溶性であり、マニキュアや液体絆創膏を塗布することで、表面の光沢を保つことに成功した。

参考文献
ホウ砂球反応と灰色反応 [化学実験 | 文系学生実験 | 教育プロジェクト | 慶應義塾大学自然科学研究教育センター]
<http://www.science.ac.jp/edu/project/practice/chemistry/detail.php?cid=00002>

イ 考察

- 論文テンプレートに研究成果をまとめることを通して、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。
- SSH 初年度入学生の集大成としては、グループ単位での課題研究、口頭発表やポスターセッション、さらには論文作成といった一連の探究する過程を SS クラス全員が体験したことは大きな成果であると考えている。

ウ 今後の課題

- 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、論点整理や構成に多くの時間を消費してしまったことから、論文作成時間を確保すると同時に工夫改善に取り組みたい。
- 論文について、何をどのように評価するか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。

I-5 白幡数学 I

(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) 実践

ア 対象 1 学年クラス全員

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った。

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奥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)

I-6 白幡数学II

(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) 授業実践

ア 指導日時：平成29年2月

イ 場 所：2年各教室

ウ 対 象：2年理系A組B組C組D組 計4回4時間

エ 科 目 名：白幡数学II

オ 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

カ 授 業 者：小林徹也

キ 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」

ク 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。

ケ 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。

コ 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。		

サ 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。

シ 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決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とともに、多様な視点から物理を理解できるのではないか。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

「等価速度直線運動」の分野では、実験を通して斜面上を滑り降り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、グループやペアワークを取り入れ、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

1年生では学習しない数学Ⅱの知識を含む発展的な内容を取り扱ったが、前向きな姿勢で授業に取り組む姿勢が見られた。数学的な知識が物理分野にも活かされる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。教えあいを通して、思考力や判断力を養うことができたと感じている生徒が多い様子であった。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

多くの生徒にとって物理の理解を向上させる内容であり、生徒からも前向きな意見を多く聞くことができた。そのため、このようなクロスカリキュラムやグループワーク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、なかなか自分の意見を主張できない生徒もいるようであり、教員側の工夫も必要である。また、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S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

- ア 協働して学ぶことで、学習意欲が高まるであろう。
- イ 協働して学ぶことで、知的好奇心が高まるであろう。
- ウ 協働して学ぶことで、学習内容の理解が深まるであろう。
- エ 協働して学ぶことで、科学の楽しさが増すであろう。
- オ 仲間の意見を聞き、視野が広がることで、多様な観点から考えられるであろう。
- カ 仲間の意見を聞くことで、思考が深まるであろう。
- キ 班による議論を重ねることで、リーダーシップを身に付けるであろう。
- ク 班による議論を重ねることで、コミュニケーション能力を身に付けるであろう。
- ケ プレゼンテーションにより情報発信の喜びを体験することで、発信力を身に付けるであろう。
- コ 教科書を精読することで、科学的文章の読解力が高まるであろう。

(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

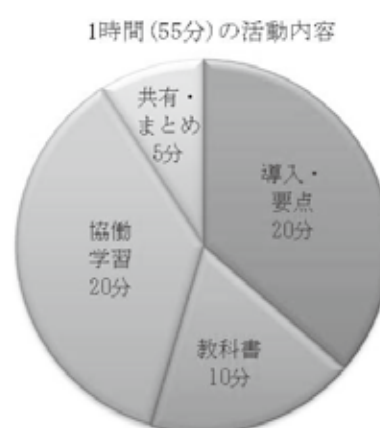
右図は授業1時間(55分)における標準的な活動内容である。

「導入・要点」では、内容に関連する科学的な話題を紹介したのち、本時の要点を簡潔に解説する。

「教科書」では、単語ではなく文脈の中で生物学的概念を理解することや、生物学特有の表現に慣れること、さらに自学自習の練習を目的として教科書を読む時間としている。

「協働学習」では、5人1班のグループ学習を基本とし、学習内容によってはペアワークを用いる。学習内容は、学び合いによる要点確認や問題演習、ディスカッション、寸劇などを展開する。

「共有・まとめ」では、協働学習によって得られた知見等でクラス全体で共有したいことを発表したり、場合によっては教師がまとめたりすることで授業を締めくくる時間としている。



(3) 評価

ア 考察

協働して学んできた効果に関する生徒アンケートの結果を基に考察する。一斉授業と比べてどうかを「そう思う」「ややそう思う」「あまりそう思わない」「そう思わない」から選択させた。なお、生徒アンケートの結果は授業観察における見取りとほぼ一致していた。

仮説アに関する4つの質問「受け身でなく参加できた」「時間が経つのが早く感じた」「自分の頭を使って考えた」「やる気になった」について、「そう思う」「やや思う」と肯定的に答えた生徒は8割を超えていた。よって、協働的に学ぶことにより、多くの生徒は主体的に学び、学習意欲が高まったと考える。同様に仮説エ「生物の楽しさを感じる」、仮説オ「多様な視点から考える」、仮説カ「考えが深まる」についても、肯定的回答が8割を超えていたことから、これらの能力に成長が見られたと考える。

仮説イ「もっと知りたいと思った」、仮説ウ「内容が分かった」、仮説ク「コミュニケーション能力を磨く機会となった」、仮説ケ「科学的な文章に慣れた」「単語だけでなく縦と横のつながりを意識できた」については、肯定的意見が7割を超えていた。よって、多くの生徒が成長できたと言えるものの、さらなる工夫の余地があると考ええる。

仮説キ「リーダーシップを磨いた」についての肯定的回答は約5割、仮説ケ「情報発信の喜びを体験した」については6割であり、改善が必要である。

以上より、協働学習を中心にした授業展開により、目標としていた能力の成長を概ね促すことができたと考える。今後はコミュニケーション能力に焦点を当て、工夫改善を試みる。

I-9 白幡物理

(1) 研究仮説

目的に応じ様々な手法のアクティブラーニング型授業を実践することにより、単に知識を習得するだけではなく、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 白幡物理選択者（A組 40名，B組 40名，C組 24名）

イ 単位数 3単位（週あたり3時間，年間105回）

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

学習単元の初期段階で，基本的な考え方の理解を深めるために実施する。

授業のはじめに要点をまとめた15分程度の講義スタイルの授業を展開した後，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。最後に確認テストを行う。

(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

学習単元の最後に，修得した知識を活用し課題を解決することを目標として実施する。

主に教科書の章末問題を課題として行う。5～8名のグループを作り，グループ毎に割り当てられた問題を解き，模範解答を作成しメンバー全員が理解する。次に，各問題グループから1名以上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。

(3) 評価

ア 考察

(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

グループワークの目標として「全員が課題を解決できるようにする＝全員が確認テストに合格できるようにする」ということを明確にしたため，その目標に向けて協力しあう環境が形成され主体的に学び教え合う姿が見られた。また，導入の講義を簡潔にし，説明しすぎないようにすることで，自ら考えて結論を出さなければならず，平易な課題であっても単なる作業にならず積極的に取り組むことができていた。

(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

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，自分では課題を解決できない生徒も，他の生徒に説明するために積極的にとりくみ，理解を深める努力をした。

イ 今後の課題

グループワークでは習熟度の高い生徒が時間をもてあましてしまうケースが見られた。この傾向はグループワークに慣れてきた時期に顕著に現れた。原因として，授業実践者がグループワークの目標の明確化を怠ったため，習熟度の低い生徒の積極的に取り組まず，互いに協力して教え合う環境ができなかったことにあると考えられる。今後は，毎授業で目標を明確化し，グループとして目標の達成を目指していくように指導する必要がある。

ジグソー法では課題ごとの難易度の違いや理解度の差によって，課題を正しく解決できないまま説明をするグループがでてしまった。そのようなグループをフォローするために，生徒が作成した模範解答を添削指導するなどの工夫が必要だと考える。

I-10 白幡化学

(1) 研究仮説

身のまわりの現象や物質には化学が何かしらの形で関わっていることが多い。普段何気なく目にしている事物について化学を使って説明することで、興味・関心を持って学習できるであろう。また、海外（英語圏）の教科書と日本の教科書を比較することによって、英語と化学双方の力を伸ばし、国際社会で活躍できる人材の育成につながるであろう。

(2) 実践

ア 対象 第2学年 理系 (A組 40名, B組 40名, C組 40名, D組 37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

(ア) 教科書や資料集などのコラムに触れ、身のまわりで化学が利用されている場面を紹介し、その原理を4人程度のグループでまとめさせる。また、類似の例を提案させ、原理とともにクラス全体に発表させる。

(イ) 事前に海外の教科書の一部をコピーして配付し、日本語訳させる。記載されている実験について手順や注意事項をまとめさせ、実際に実験させる。教員は可能な限り手出しはしないが、危険だと思われる場合にはすぐに指導する。

エ 教材

(ア) 「Modern Chemistry」(HMH)

(イ) 「化学基礎」(実教出版)

(ウ) 「化学」(実教出版)

(エ) 「サイエンスビュー 化学総合資料」(実教出版)

(3) 評価

(ア) グループ間で少し差はあるものの、グループ内で相談しながら身近な現象の原理を理解しようとする姿勢は見られた。また、コラムに記載されている例だけではなく、類似の身近な例を挙げさせると、独創性のある様々な例を積極的に出していく様子が見られた。それをクラス全体に対して発表させると、他のグループの例に納得したり、刺激を受けたりする姿が見られた。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) 英語の教科書ということで最初はかなり戸惑う生徒が多かったが、日本語訳をしていくうちに内容は日本の教科書と大差ないことに気付き、徐々に理解を深める生徒が増えていった。それでも実験になると、初めて行う操作が多く手間取る生徒が多かった。しかし、四苦八苦しながらも実験を終え、データの処理や結果の考察はしっかり行えていることが実験後のレポートから読み取ることができた。英語に対する取り組みについても、次に別の分野の英語のページを日本語訳させた時は、今度は抵抗なく課題に取り組む姿勢が見られた。

今後は英語の学術論文を教材として用い、将来研究者を志す生徒を増やしたいと考えている。

I-11 白幡生物

(1) 研究仮説

一学年で履修した「生物基礎」の内容を基盤に、自作のパワーポイントスライドを活用しながらより発展的な内容である「生物」を学習することで、様々な生物現象についてイメージをもちながら理解できるであろう。また、それらを独創性を重視した自身の解釈による言葉や図でまとめることで、知識の定着や理解の深化を図ることができるであろう。

(2) 実践

- ア 対象 第2学年C組（生物選択者 16名）、D組（37名）
 イ 単位数 3単位（週あたり3時間、年間105回）
 ウ 指導方法

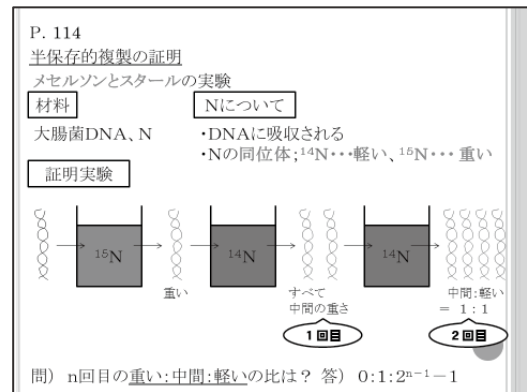
- (ア) 事前に作成したパワーポイントスライドの利点を生かし、理解すべき現象や押さえるべき知識について一通り解説を行う。その後各自でまとめる時間を設け、内容を理解、把握しながら生徒独自の観点でノートにまとめさせる。
 (イ) 先人達の研究や実験の単元では結果や結論には触れず、その実験内容からどんなことが考えられるか論述させ、その回答をグループで共有する。最終的には一斉方式で教科書の内容を理解するようにしているが、自ら考えることで考察力を養う。

エ 教材

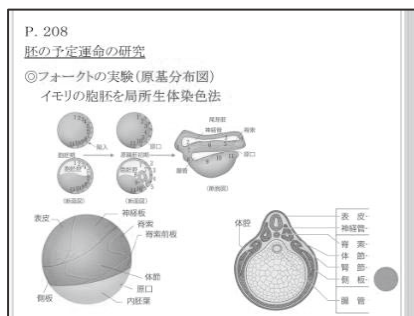
- (ア) 自作のパワーポイントスライド
 (イ) 「高等学校生物」（第一学習社）
 (ウ) 「スクエア最新図説生物」（第一学習社）

(3) 評価

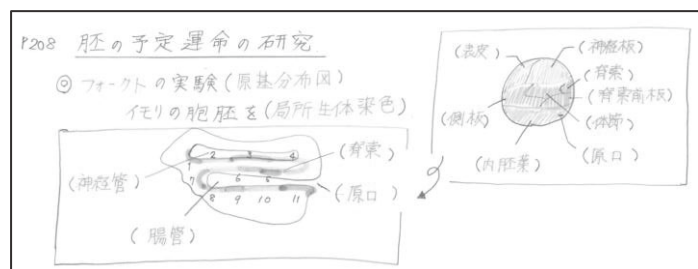
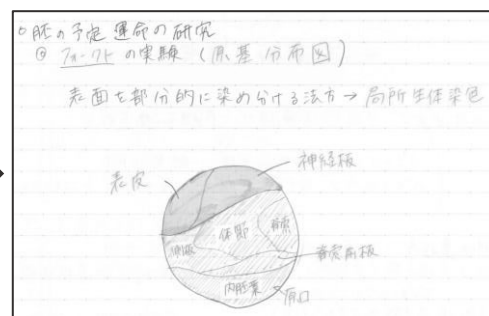
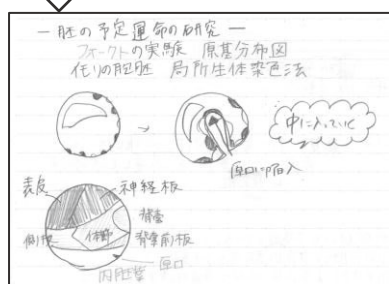
スライドを活用して一通り説明を受けた後、自身の独創性を生かしてまとめるという授業スタイルについて、二学年の最初では生徒にとまどいの様子がみられた。極端な例では提示された板書を一字一句間違わずに写そうとする姿勢が窺え、書き写すことに授業中の集中力が割かれてしまっていた。真の理解からは遠ざかる恐れを抱いたため本試みを実施した結果、掲載する写真にも現れている通り今では授業を受けている全生徒が独自のスタイルで学習内容をまとめている。それに伴い、定期考査や全国模試の結果にその成果が現れており、知識の定着や考察力の養成に有効な手段となっている。



自作スライドの一例



提示した自作スライド



生徒ノート①～③（三者三様で独創性が窺える）

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

(ア)・ALT とのティームティーチングを行い、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。

(イ) クラス間の指導が均一になるように年間指導を作成する。

エ 教材

(ア) 独自作成のワークシート

(イ) 「初めての英語ディベート」(エスエイディーワークス社)

オ 内容

(ア) Show & Tell(クラス全体に対してスピーチと他の生徒のスピーチに対しての評価)

(イ) Problem-solution Speech (グループごとに問題の解決方法を話し合い発表)

(ウ) Refutation & Reconstruction (トピックに対して affirmative と negative の理由付けを考え、ペアやグループで反論し合い、さらにそれに対する議論の立て直しの練習。‘Would You Rather ...?’, ‘Is this a Strong Reason?’などのプリントを作成し、議論に対応する理由付けや立て直しに論理性や独創性を組み入れる練習を行う。)

(エ) Camping ゲーム(授業の初めに warming-up として、物の共通性をつかんでいくゲーム。)

(3) 評価

1年生全員に対して、昨年同様の「白幡英語 I の授業を振り返って」という内容で2月にアンケートを実施した。

ア 集計結果

(ア) 授業全体について

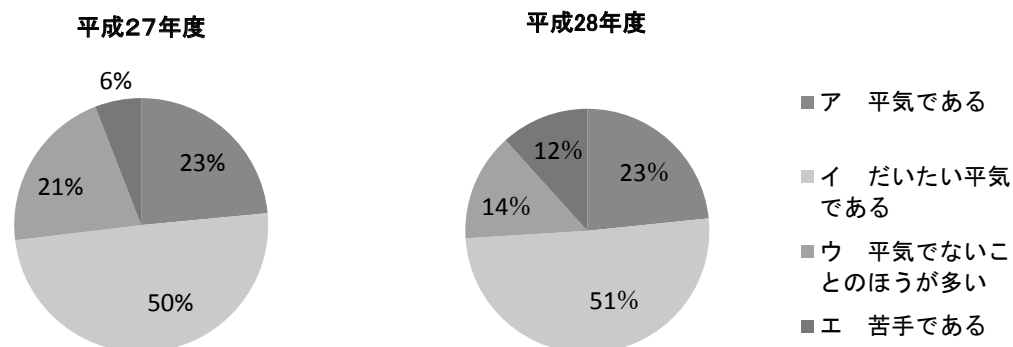
- ・グループやペアで活動することで、クラス全体に話すより自分の言いたいことを伝えやすく、議論のトピックに対していろいろな反論や理由づけを考えることができた。
- ・わからない英語表現が出てくることもあったが、先生が言い換えてわかりやすく説明してくれたので、理解しやすかった。

(イ) 授業内容について

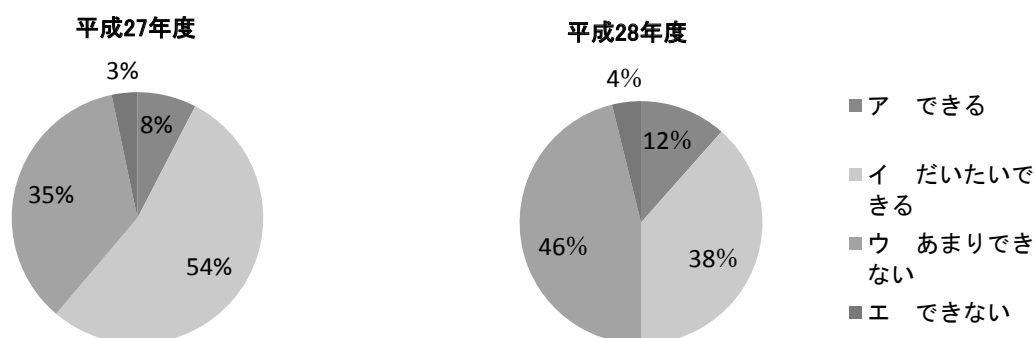
- ・Problem-solution の授業では、グループで茨城県の魅力度アップの対策などを話し合い、英語で発表したのがとても楽しかった。
- ・Refutation の授業では、「楽しいから」とか「重要だから」という理由にとどまらず、「なぜその理由なのか」を毎回先生から指摘され、難しくもあったが様々な角度からの根拠づけを考えるようになった。
- ・Refutation や Reconstruction における理由付けで、なぜその理由が弱いのかなどを先生に具体的に解説してもらえたので、自分たちの考え方をどのように広げていったらいいかという点で大いに勉強になった。
- ・Camping ゲームは答えの共通性をみつけたのに色々考えさせられ楽しかった。又、その楽しい雰囲気の中で授業に入れたのがよかった。

イ 昨年度（平成27年度）との比較

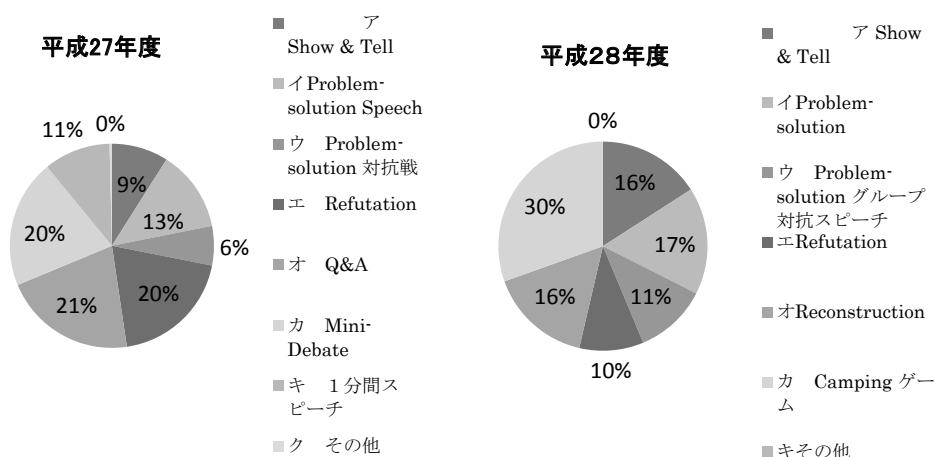
(ア) [ペアやグループの中で英語で話すことは平気ですか？]



(イ) [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) [授業内容で積極的に取り組めたものはどれですか？]



イ 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対して、今年度も昨年同様、7割以上の生徒が「平気である」または「だいたい平気である」と答えているが、ディベート表現を使った理由や事例を添えた意見の主張は、「あまりできていない」と感じている生徒が半分近くを占めている。今年度は、誰もが納得できる強い理由付けの練習を行ったが、そのようなことに慣れていない生徒にとっては習得することが難しかったと思われる。ただ、「アンケート結果」の(イ)にもあるように、もっと幅広い見方で理由付けを考えていく必要性を感じている生徒が多く、今後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てくるとと思われる。これからも様々な角度からの理由付けや反論、又そこで使われる英語表現の駆使について、繰り返し実践できるような授業内容を考えていく必要がある。

I-13 白幡英語II

(1) 研究仮説

1年生で実施してきた白幡英語Iを継承し、ALTとディベート活動等の英語活動を継続して行うことで、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しながら、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、ディベート活動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 第2学年 全クラス

イ 実施方法及び内容

週に1時間、ALTとのティームティーチングで実施した。1年生で使用した『はじめてのディベート』（エスエイディーワークス社）で学んだ基礎を基に、ディベートの形式で論理的に意見を述べる練習を行った。夏休み前には、ウォームアップに毎回ALTが提示したテーマについて“1 minute speech”を行った。ペアで行い、用意されたテーマに関してパートナーが何語話したかを数え、記録した。この活動は、ディベートにおいて、出された意見に即座に英語で答えるための訓練として行ったものである。その後ワークシートを使って、Constructive speech, Refutation, Defenseの原稿を毎回作成し、グループごとに練習した。

夏休み以降はALTが代わったこともあり、それまでの流れを少し変えて、12月末まで毎回生徒が馴染みやすい論題を与えてReasoningの方法について練習した。(ex. I would rather live somewhere super hot than somewhere super cold because I can always remove as much clothing as I need to be comfortable.→ It's not always true because…など)。

1月以降はチームを作り、チーム対チームでのディベートを行った。論題はCommunication English IIの教科書に関連した内容が出てきた“The Japanese government should put money for space exploration.”とした。

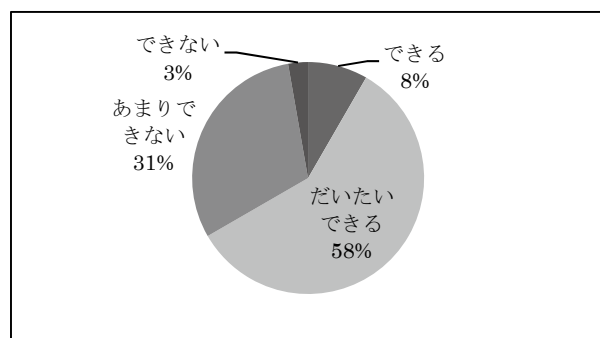
(3) 評価

1年次よりテキストとして使用した『はじめてのディベート』（エスエイディーワークス社）のCan-doリストに基づいて、2年生の12月にアンケートを行った結果が以下の通りである。

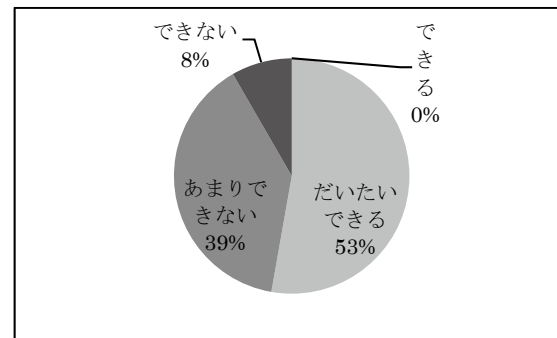
ア 集計結果

ディベートの授業の授業を通じて

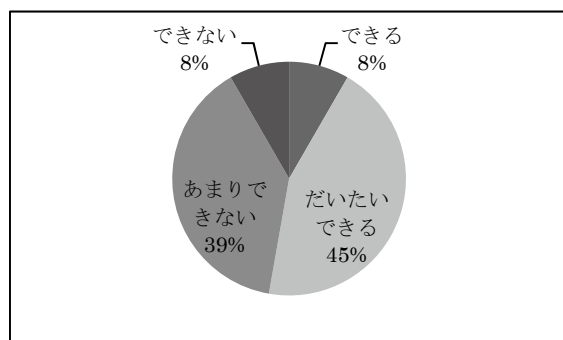
①相手の英語での意見を適切に理解できる



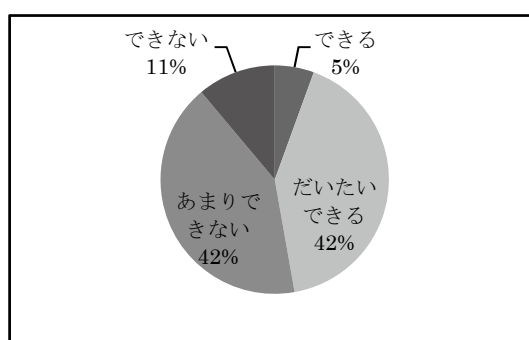
②自分の意見を分かりやすく伝達できる



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ディベートの授業で得られたことは

- ・自分で表現したいことを分かる言葉で伝えられるように、たくさんの言葉を調べるようになった。
- ・英語を話すことが前よりも簡単にできるようになり、表現の幅が広がった。
- ・自分で意見を考え、英語の文にする力がついた。
- ・様々な視点から考えることができるようになった。
- ・自分がどれだけ英語を話すのが苦手なのかが分かった。
- ・瞬時に自分が思ったことを英語にすることができるようになった。
- ・リスニング力がついた。
- ・常に英語で思考する力がついた。
- ・根拠のある意見を言えるようになった。

⑥ディベートの授業でもっと学びたいことまたは困ったこと

- ・知っている単語が少ないと感じ、もっと勉強しようと思った。
- ・自分の意見を英語でまとめることができない。
- ・すぐに頭に浮かんだ文章を英語にできない。
- ・英語を正しく聞き取れない、流暢に発音・伝達ができない。
- ・ボキャブラリーが少ないので、決まったことしか言えなかった。
- ・分からないまま授業が進んでしまうことがある。
- ・もっと身近な（簡単な）テーマでディベートをやってみたい。
- ・うまく英語で伝えられるようになりたい。

イ 分析と今後の課題

ディベート活動を行う中で、自分の知らない表現を辞書で調べたり、ALTに積極的に質問するなど意欲的に取り組む姿が多く見られるようになった。さらにディベートのチーム内で協力して考えて発表するということが、お互いに助け合い高めあう様子が多くみられた。

アンケートの結果から見て、相手の言っていることは6割強の生徒が理解できているのに対して（グラフ①の「できる」＋「だいたいできる」）、「自分の意見を分かりやすく伝達できる」という質問に関しては53%の生徒ができると答えている（グラフ②の「できる」＋「ほぼできる」）。自分の意見を英語にして伝えることに難しさを感じている生徒がまだまだ多いようである。質問⑥から見ても、「英語で意見を述べるのに必要なボキャブラリーや表現をもっと身につけたい」と感じている意見が多く見られる。今後のディベート活動では、そういった表現や言葉をまず先にできるだけ多くインプットしてから始めるのが適切であろう。

また論理的に考え、反論することに関しても半数近くの生徒が「あまりできない」または「できない」と答えている。（グラフ③④）今後の対策として、身近な生徒の答えやすそうなテーマから繰り返し論理的に **Constructive speech** を作ったり、**Defense** をしたりすることから始めることが必要だと思われる。