

ISSN 2186 – 3989

反転授業 / ピア・インストラクション / 協働学習を
導入した物理化学講義の実践報告

齋藤 大明、杉森 公一、河内 真美

Implementing flipped classroom, peer instruction, and collaborative
learning in physical chemistry lecture

Hiroaki Saito, Kimikazu Sugimori, Mami Kawachi

北 陸 大 学 紀 要
第55号(2023年9月)抜刷

反転授業/ピア・インストラクション/協働学習を 導入した物理化学講義の実践報告

齋藤 大明*、杉森 公一**、河内 真美**

Implementing flipped classroom, peer instruction, and collaborative learning in physical chemistry lecture

Hiroaki Saito*, Kimikazu Sugimori**, Mami Kawachi**

Received July 6, 2023

Accepted August 7, 2023

Abstract

In this study, we implemented a combination of active learning approaches (flipped classroom/peer instruction/collaborative learning) in the Physical Chemistry I lecture to promote students' consolidation of subject knowledge and foster deep understanding. We conducted a course survey to analyze students' understanding, satisfaction, and engagement in learning activities. The survey results revealed that by the flipped classroom with peer instruction, 63% of students reported an improvement in understanding. By the collaborative learning sessions, 81% of students reported a similar improvement. Further analysis suggests that students' mindset and a level of engagement are critical factors in active learning through group work. By designing courses and facilitating activities that enhance these factors, instructors can effectively promote deep learning among students.

Key Words : active learning, flipped classroom, peer instruction, collaborative learning, student survey analysis.

* 北陸大学薬学部 Faculty of Pharmaceutical Sciences, Hokuriku University

** 北陸大学高等教育推進センター Center for the Advancement of Higher Education (CAHE), Hokuriku University

はじめに

本学・北陸大学では長期ビジョンとして「2025年までに学生の成長力 No.1 の教育を実践する大学になる。」を掲げている。ビジョン達成のために 2021 年度からは高等教育推進センターを設置し、本学の大学教育改革のため、学部・学科を横断した FD や教員交流会、授業設計や学習評価のためのワークショップの開催、各教員に対する授業コンサルテーションを実施している¹⁾。

「学生の成長率 No.1 の教育の実践」のためには、学生の学習環境の改善のみならず、個々の教員による授業や学習評価の改善が急務の課題となる。筆者の齋藤が薬学部で担当している「物理化学 I」は 1 年次の後期に開講される必修の専門科目であり、1 年次以降のより専門性が高い科目への接続を担う重要科目である。薬学部は最終的に国家試験が控えていることから、1 年次から専門知識の理解と定着が科目の学習目標の一つとなる。さらに、獲得した知識や技能はその後の様々な場面（専門科目での学習や実験、臨床・実務等）での応用が望まれることから、単なる知識の獲得だけではなく、知識を場面に応じて活用する能力の醸成も必須となる。

その様な学生の能力開発のためには、講義科目であっても一方的な知識伝達を中心とした授業では十分ではなく、教員と学生、学生間の相互作用を増やし、学生を学びの中心に置いて知識を活用する活動に取り組みさせるアクティブラーニング形式の授業の実施が望まれる²⁻⁴⁾。これまで、物理学や化学の教育研究においてグループ活動を取り入れた教育手法はさまざまなものが開発され、実践や評価を通じた研究がなされている⁴⁻¹¹⁾。

筆者の齋藤は「物理化学 I」において、学生の確かな知識定着を担保した上で、学生がより深い学びを経験するとともに、学習態度を向上させることを促す授業を行うために、北陸大学の高等教育推進センターの教員と議論を重ね、これまでの授業設計や学習評価を見直し、アクティブラーニング形式の授業を実践してきた。

本報告では、2022 年度の後期に「物理化学 I」の講義で実施したアクティブラーニング型授業（反転授業⁵⁻⁸⁾/ピア・インストラクション (PI)⁸⁻¹⁰⁾/協働学習¹¹⁾）について調査・分析した結果について報告する。反転授業では、学生は事前に予習動画を視聴し、授業では PI 形式の問題演習を 3 問行った。協働学習型の授業では、予習課題に対する模範解答を 4～5 人のグループで作成した。これらの学習活動がすべて終了した後、学生に対して授業アンケートを実施した。アンケート集計の結果から、学習活動への学生の関与実態と、自己認識に基づく学習内容の理解度について分析し、設計した授業に対する満足度や理解度への影響について考察する。

方法

授業設計 1：反転授業+ピア・インストラクション

反転授業

本稿で紹介する「物理化学 I」は、週 1 回、各回 90 分間行う。本科目は複数教員により行われ、筆者の齋藤は全 14 回の講義の内、1 回目から 9 回目までの授業を担当している。2022 年度は 1 回目から 5 回目は通常の板書中心の知識伝達型の授業を行い、反転授業形式の授業は 6 回目～8 回目にて行った。反転授業形式の授業では、学生は、事前に提供された予習講義の動画を授業開始までに視聴し、授業では予習内容に関連した小テストとピア・インストラクション (PI) 式の演習問題に取り組む。授業後には復習を兼ねた振り返り課題に取り組み、次回の授業までに LMS (manaba) 上で提出する。

予習動画は iPad を用いた手書きスライド (Good Notes 5¹² を使用) と音声を組み合わせた形式で提供した。学生は、本学薬学部が提供している「授業アーカイブサイト」¹³ に PC やタブレットもしくはスマートフォンを用いてアクセスし、予習動画を視聴する。各回、予習動画の合計時間は 30 分から 45 分程度であり、1 回分の講義内容を 15 分程度で区切った動画を 2~3 本とした。予習動画は、授業日の 1 週間前から視聴可能となり、学生には講義開始までにこれら動画を全て視聴してから講義に臨むように指示した。

また毎回、授業開始後に予習内容の理解度を確認するための小テスト (選択肢問題) を LMS を用いて 10 分程度で実施した。この確認の小テストと振り返り課題の結果は、科目の成績に影響する課題点として評価される。課題点が科目の評価点の 20% を占めることは、シラバスや初回の授業で学生に通知されている。確認小テストと教員による解説の後、残りの約 1 時間、学生は後述する PI 形式の演習課題に取り組む。

ピア・インストラクション

ピア・インストラクション (PI) は、ハーバード大学の物理学者である Eric Mazur によって提唱されたアクティブラーニングの手法である^{8,9}。この手法は、学生が授業時間外で学習した内容に基づくコンセプトテスト (概念を測定する質問) とピア・ディスカッション (学生同士のディスカッション) を組み合わせることで、大人数の講義でも実施可能である。

PI は、授業内容への深い理解、問題解決能力、授業満足度、授業出席率などの改善に役立つとされている。また、一般的な板書中心の講義よりも学生の学習成果が高いことが明らかにされており、国内でも複数の実施報告がある^{9,10}。

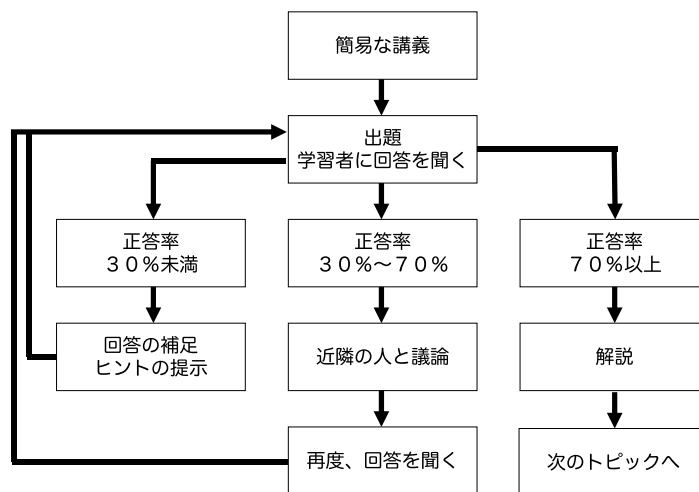


図 1. ピア・インストラクションの実施フローチャート

一般的に PI は図 1 に示すように、以下の(1)~(7)のプロセス順で実施する。

- (1) 授業で扱うトピックについて簡易な講義を行う
- (2) 選択肢形式のコンセプトテストを課す
- (3) 学生はコンセプトテストの正答を自分で考え、回答を提出する
- (4) 教師は回答を集計し正答率を学生に提示する

- (5) 学生は正答率の結果を参考に他の学生と議論をする
- (6) 学生に同じコンセプトテストの回答を求め再集計する
- (7) 教師がコンセプトテストの解説を行う

「物理化学 I」では(1)にて行う講義を、前述した予習動画の視聴に置き換えて実施した。コンセプトテストの回答の回収には、クリッカーと呼ばれる小型投票端末を使用することが多いが、今回は Web でのライブ投票ツールである Slido¹⁴ を用いて行った。授業では、学生の座席をランダムに指定し、毎回、PI のパートナーを変えた形で実施した。本 PI では 1 題のコンセプトテストの解答に 10 分、ピア・ディスカッションに 5 分、解説に 5 分を目安に実施した。

PI の学習効果を高めるためには、コンセプトテストの難易度および質が重要とされている。Mazur によると 1 回目の提出時における正答率が 30% から 70% の範囲に収まる問題が良問とされている⁸⁻¹⁰。図 1 に示すように、正答率がその範囲に収まる場合は、学生によるピア・ディスカッションを行い、再度コンセプトテストに臨む。全体の正答率が 70% を超えた場合は、ピア・ディスカッションをせずに教員による簡単な解説を行い、次のコンセプトテストを実施する。正答率が 30% 未満の場合は、問題について補足的な説明を行ったり、考えるヒントを与えたりしたうえで、あらためて回答してもらう。

図 2 に本授業で行ったコンセプトテストのうち、1 つの問題内容と 1 回目・2 回目提出の正答率の変化の様子を示す。図 2 に示した PI 課題は複数選択が可能の問題で、1 つ目と 4 つ目が「正解」の回答となる。図 2 の左図は、学生の 1 回目に提出した各回答の選択率の結果であり、「正解」である 1 つ目と 4 つ目の回答を選択した学生はそれぞれ 68% と 51% となり、いずれも 70% の正解率を下回る結果となった。ピア・ディスカッションの後に 2 回目の回答提出を行わせたところ、「正解」である 1 つ目と 4 つ目の回答の選択率が 86% と 78% と増加し、「不正解」である 2 つ目と 3 つ目の回答の選択率が減少した。これらの結果から、適切なレベルのコンセプトテストを実施できたこと、またピア・ディスカッションにより正答率が上がり、正しく理解した学生が増えたことを確認した。授業ではこのような選択肢式のコンセプトテストを毎回、3 題程度実施した。

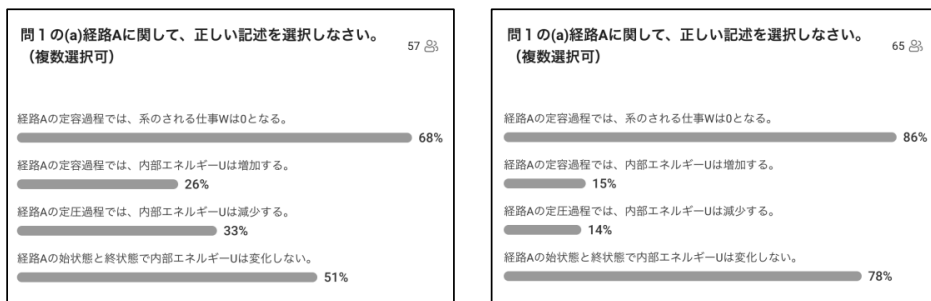


図 2. Slido を用いたコンセプトテスト例と正答率の変化の様子 (左図：1 回目の回答提出結果、右図：2 回目の回答提出結果)

授業設計 2：予習課題＋協働学習形式

6～8 回目の授業内容の総復習として、9 回目の授業では予習課題に対する模範解答を 4～5 人のグループで作成する協働学習を実施した。予習課題として、難易度が中程度の問題を 4 問出題した。授業では、グループディスカッションを行いやすいように、広めの教室 (アクティブラーニング用の教室) に予め 4 名ずつ着席できるテーブルを配置し、テー

ブルの側には解答作成用のホワイトボードも設置した。協働学習時間は 60 分とし、グループでの解答共有後は LMS に解答を提出するよう指示した。教員による模範解答は、授業後に LMS や授業アーカイブから公開し、学生には必ず解答確認を行うように指示した。またグループ学習におけるフリーライダー発生の防止のために、グループで解答を作成する際には必ず一人一問解答するよう指示した。

図 3 は学生による協働学習の写真である。学生は事前に解いてきた自身の解答をホワイトボードに書き写し、グループのメンバーに対して解答の簡単な解説を行った。その後グループにてその解答の正答に関する議論を行った。おおよそ 60 分後には全てのグループで解答の解説と共有が終了し、授業時間内に LMS への解答の提出を終える様子が伺えた。

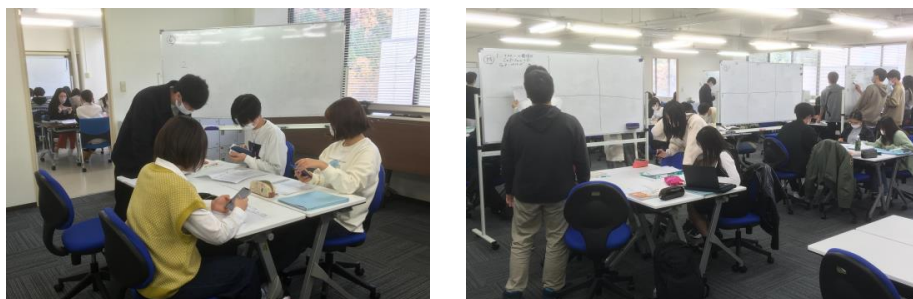


図 3. 協働学習における学生の様子

アンケート（アンケートの質問、方法、集計法、分析法）

アンケート方法

学生アンケートは、第 9 回目の授業において協働学習終了後に行った。対象者は「物理化学 I」を受講している薬学部 1 年次生とし、当日の授業出席者は 61 名で、有効回答者数は 59 名であった（回収率：97%）。アンケートは Microsoft Forms¹⁵ を用いて実施し、回答時間は 15 分とした。本アンケートは、授業の改善や研究を目的とし、個人情報とは特定されない形で行い、学生の成績とは無関係であることを学生に明示した形で実施した。アンケートの質問項目は以下の 13 項目とした。（アンケートの説明文と各質問の回答選択肢は参考資料 1 を参照）

アンケートの設問項目

1. 高校時代の理数系科目（物理学・化学・数学）はどうでしたか？
2. 以下の項目で、自分の意見に近い項目を選択してください
3. 6～8 回目の授業では、「予習動画視聴」→「予習確認テスト」→「課題演習」で授業を進行しました。通常の授業（1～5 回目）と比べて、授業の理解度はどうでしたか？
4. 6～8 回目の予習動画はどのくらい視聴しましたか？
5. 予習動画の長さはどうでしたか？（10～15 分の動画を 2～3 本分程度）
6. 予習動画の理解度は何パーセントくらいでしたか？
7. 課題解答の投票と隣同士の議論によって進める授業形式を「ピア・インストラクション」と言います。この形式は面白かったですか？

8. ピア・インストラクションの設問レベルはどうでしたか？
9. グループ学習（ピア・インストラクション）で課題（問題）の理解は深まりましたか？
10. 本日のグループ学習（グループで解答を作成・共有する学習法）で理解は深まりましたか？
11. グループ学習（ピア・インストラクション、グループ課題演習）では活発な意見交換ができましたか？
12. また機会があればピア・インストラクション型の授業を受講してみたいですか？
13. その他、授業に対する感想があればお答えください（自由記述）

これらアンケートの集計結果から、設計した授業法の学習効果や、学生の理解度、意欲や活動度等を評価する。設問 1・2 の回答に基づき、アンケート対象者の科目に対する得意度とグループ学習に対する意識を分類化する。設問 2 は長濱等が開発した協働作業認識尺度を参考に作成した¹⁶。これらにより個々の学生の個人特性（個人型かチーム型か）を判断する。設問 1・2 で明らかとなった各学生の特性に対して、反転授業・PI・協働学習の授業に対する理解度や活動度を評価する。さらにクロス集計解析から、各々の授業形式における学生の理解度に対する要素分析なども評価する。アンケートデータのグラフ作成やクロス集計解析には Tableau Desktop 2022.4.1.2¹⁷ を用いた。

結果

アンケート調査結果

実施したアンケート結果の集計グラフを、以下の「アンケート対象者の特性」（理数系科目の得意度：図 4、協働作業に対する意識：図 5）、「授業設計 1」（反転授業+PI：図 6-10）、「授業設計 2」（予習課題+協働学習：図 11・12）毎に示す。

・アンケート対象者の特性：

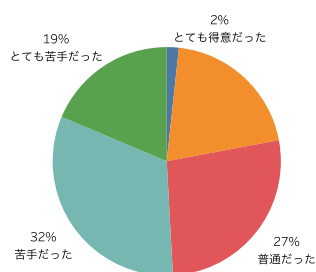


図 4. 高校時代の理数系科目の得意度

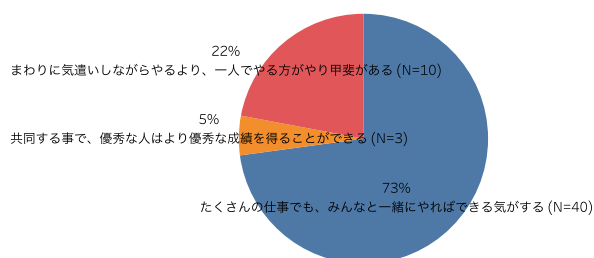


図 5. 協働作業に対する意識

理数系科目の得意度（設問 1：図 4）については、過半数の学生（51%）が理数系科目は「とても苦手だった」もしくは「苦手だった」と回答した。「苦手だった」と回答した学生が最多の 32%であった一方、「とても得意だった」という回答は 2%のみであった。回答から、概ね 4 つの属性（得意・普通・苦手・とても苦手）に分類された。

協働作業に対する意識（設問 2：図 5）については、22%の学生が「一人でやる方がやり甲斐がある」と回答した（個人型）一方、大半の学生（78%）が協働作業に対して肯定的な意見を持つ（チーム型）ことが示された。また、選択肢のうち「みんなで一緒に作業すると、自分の思うようにできない」と回答した学生はいなかった。

・ 授業設計 1（反転授業+PI）に対する調査結果：

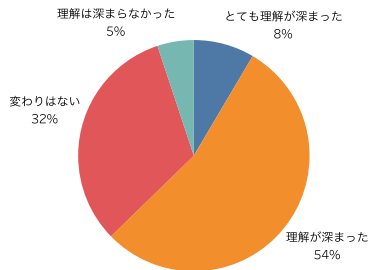


図 6. 授業の理解度

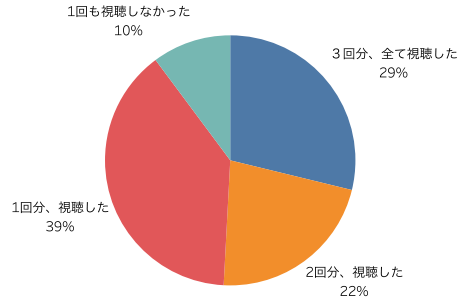


図 7. 予習動画の視聴頻度

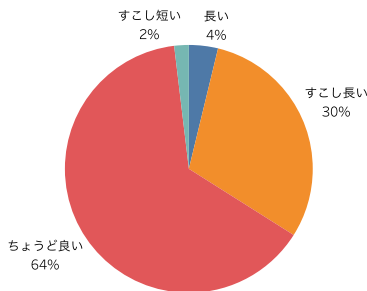


図 8. 予習動画の長さ

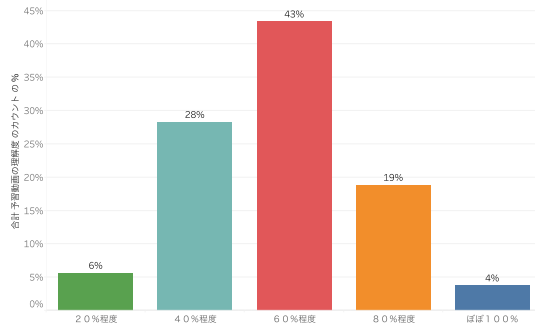


図 9. 予習動画の理解度

図 6～9 に、反転授業と PI を導入した授業（6 回目～8 回目）に関して、授業の理解度（設問 3）、予習動画の視聴頻度（設問 4）、予習動画の長さ（設問 5）、予習動画の理解度（設問 6）の集計結果のグラフを示す。図 6 にあるように、反転授業+PI の授業では 63% の学生から「とても理解が深まった」もしくは「理解が深まった」との回答が得られた。他方、「理解は深まらなかった」と回答した学生は 5% のみであった。この結果から、反転授業+PI 形式の授業により、効果的に学生の科目内容の理解が深められたと推察する。

反転授業に用いた予習動画の視聴頻度（図 7）としては、3 回全て視聴したのは全体の 29% で、1 回も視聴していないのは 10% であることが示された。予習動画の長さ（図 8）に関しては、64% の学生から「ちょうど良い」との回答が得られたことから、課題量としては適切とも判断できる。ただし、34% の学生は「長い」もしくは「すこし長い」と回答しており、負担に感じた学生も 3 割以上いたことが分かった。予習動画の理解度としては 60% 程度を選択した学生が最も多く、平均も 57% であった。全体として、おおよそ平均値を中心に正規分布する結果が得られた。

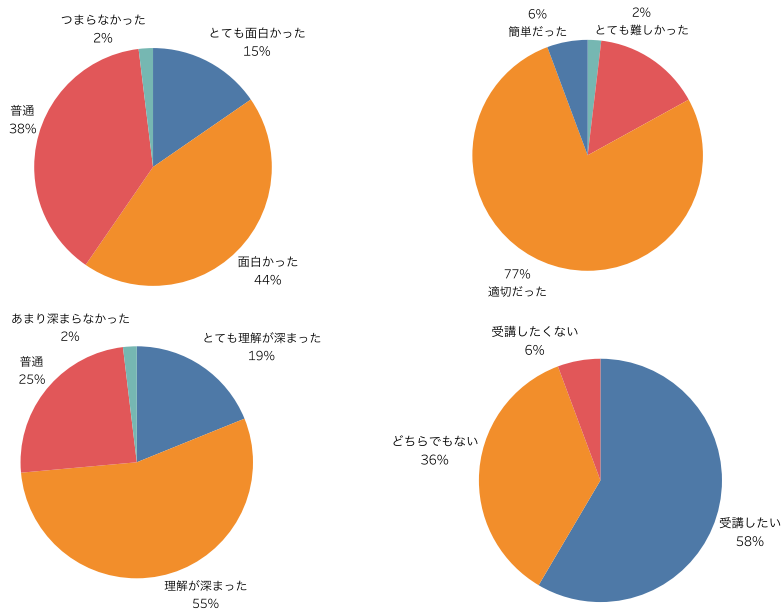


図 10. PI の満足度 (左上) 、設問レベル (右上) ,理解度 (左下) 、受講希望度 (右下)

PI に関する設問 (7~9、12) の回答結果を図 10 に示す。PI の満足度の結果が示すように、59%の学生は PI 型の授業を「とても面白かった」もしくは「面白かった」と回答した。またコンセプトテストの設問レベルに関しても、77%が「適切だった」と回答している。そして、74%の学生から、PI により「とても理解が深まった」もしくは「理解が深まった」との回答を得た。さらに今後の PI 型授業の参加希望を聞いたところ、6 割程度の学生は次回も受講したいと考えている結果が示された。これらの結果から、本科目で実施した PI 形式の授業に対して、過半数の学生が満足し好意的に受けとめたと判断できる。そして、反転授業と PI の導入は、学習内容に対する理解を効果的に促したと考える学生が多かったことが示された。

・ 授業設計 2 (予習課題+協働学習) に対する調査結果 :

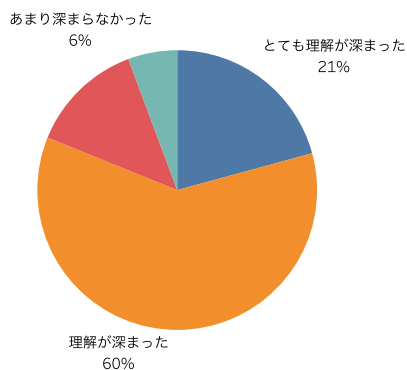


図 11. 協働学習での理解度

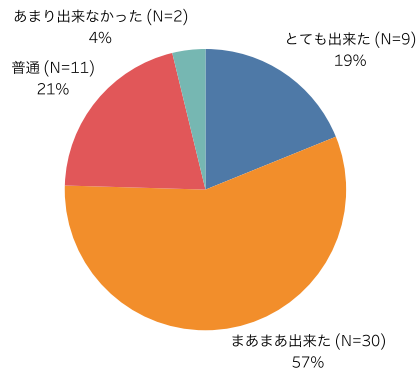


図 12. グループ学習での意見交換度

協働学習での授業理解度（設問 10）については、81%の学生が「とても理解が深まった」もしくは「理解が深まった」と回答したのに対し、「あまり深まらなかった」と回答した学生は 6%程度であった（図 11）。このことから、今回実施した協働学習形式の授業が効果的に学生の学習の理解を促したことが示された。

グループ学習での意見交換度（設問 11）については、76%の学生が「とても出来た」もしくは「まあまあ出来た」と回答した（図 12）。この設問では PI 型授業と協働学習型授業を区別せずに回答してもらったが、全体的にグループ活動においては活発な意見交換がなされたと判断できる結果となった。

・その他、授業に対する感想（自由記述）の結果：

- 式に用いる数値を問題文に記載して欲しいです
- 予習を事前にして、授業でグループ活動することは賛成であるが、授業内容を全て予習授業に担わせるのは少し違うと思った。しかし、予習をすることで自分のわからないところを明白にして参加することができた。
- わかりやすく、楽しい授業ありがとうございました。

設問 13（自由記述）の回答数は 3 件のみであった。2 つめの回答は、反転授業の実施方法に関して疑問を持つ学生が存在したことを示している。これは、今回反転授業を導入した意図が十分に学生に伝わっていなかったために生じた疑問であると考えられる。ただし、上記で確認したように、反転授業や PI の導入による学習効果に関しては、多くの学生が実感したと思われる。反転授業の実施にあたって、教員の授業設計意図を学生に明確に伝えておくことで、その効果をさらに高めることができるであろう。反転授業に限らず、授業意図をしっかりと理解して参加しているかどうかは、学生の授業への参加意欲や活動度にも影響すると思われる。

アンケート結果の単純集計に関するまとめ

本学の学生（薬学部 1 年生）は、過半数が理数系科目を苦手と感じているのに対して、グループ学習に関しては大半が肯定的な意見を持っていた。今回設計したアクティブラーニング型の授業で、多くの学生は科目内容の理解度が深まったと回答した。また、大半の学生がグループ学習において積極的に意見交換し、PI に対しても肯定的な意見が多かった。このことから、今回導入した授業方法と授業の設計は、授業者が意図したように機能したと判断する。

しかしながら、予習動画の視聴回数や、動画の長さ、予習の理解度に対する回答からは、今後の改善点が見えてくる。特に、予習の視聴回数については、3 割程度の学生しか全 3 回分の予習動画を視聴していない（1 割の学生は全く視聴せずに授業に参加した）結果となった。予習動画の視聴回数が少ない学生は、科目の授業理解度も低いことから、学生の予習動画の視聴割合の向上は今後の課題である（参考資料 2）。また、予習動画を、長いと感じている学生が 3 割以上いたことから、予習動画の時間・内容のコンパクト化も課題として挙げられる。（反転+PI 型授業の理解度に対する要素分析は参考資料 2 を参照）

どのような学生が今回のアクティブラーニング型の授業への参加度が低く、また授業内容の理解度が高くないのか。これらの学生を能動的に授業に参加させるには、どのような授業設計・評価法の改善が考えられるのか。次節以降では設問 1 と 2 で回答してもらった学生の特長（理数系科目の得意度や協働性指標）に分けて、各授業法（反転・PI・協働学習）による授業内容の理解度データの詳細な分析を行い考察する。

アンケートクロス集計分析

表 1 に、理数系科目の得意度別に分けた、各授業法（反転・PI・協働学習）における授業理解度のクロス集計結果を示す。1 列目は理数系科目の得意度と回答者数（N）を示している。今回の調査では理数系科目が「とても得意」と回答した学生は一人のみであった。各々のセルの数字は、授業の理解度スコアである。これは、各設問について「とても理解が深まった」を 5 点、「理解が深まった」を 4 点、「変わりはない」または「普通」を 3 点、「深まらなかった」を 2 点、「全く深まらなかった」を 1 点とし、各選択肢の点数と回答者数を掛け合わせたものを回答者数で割って算出した。表 1 が示すように、どの授業法についても、全体的には理数系科目が得意なほど授業の理解度は高くなる傾向が示された。一方で、協働学習による科目の理解度のみについては、理数系科目が「とても苦手」な学生でも高い理解度スコア（4.1）を示した。

表 1. 理数系科目の得意度に対する授業の理解度スコア（反転・PI・協働学習）

	反転授業理解度	PIによる理解度	協働学習による理解度
とても得意 (N=1)	5	4	4
得意 (N=12)	3.7	4.2	4.2
普通 (N=16)	4	4.1	3.9
苦手 (N=19)	3.4	3.4	3.7
とても苦手 (N=11)	3.5	3.5	4.1

この協働学習による理解度が、理数系科目が「とても苦手」な学生層で比較的に高いスコアを示す理由に対する考察を与えるため、続いて、設問 2「協働作業に対する意識」と、設問 11「グループ活動における意見交換度」を「理数系科目の得意度」別にスコア化した（表 2）。意見交換度については、授業の理解度同様、「とても出来た」（5 点）～「全く出来なかった」（1 点）として、スコアを算出している。表 2 には比較のために、表 1 に示した協働学習による授業理解度のスコア値も一緒に示す。

科目の得意度別に「協働作業に対して肯定的な意見の割合」を見ると、理数系科目が「とても苦手」と回答した全ての学生（100%）が、協働作業に対して肯定的な意見を持っていたことが特徴的である。また、それらの学生の「グループ活動における意見交換度」のスコア値（3.9）は、理数系科目が「苦手」と回答した学生群のスコア値（3.7）より 0.2 大きい結果となった。このことから、理数系科目が「とても苦手」な学生であっても、協働作業に対して肯定的であったために、グループ学習において意見交換を活発に行い、課題（学習内容）に対する理解も深まったものと推察できる。対照的に、理数系科目が「苦手」と回答した学生群は、協働学習に対する肯定意見の割合（76%）とグループ活動における意見交換度（3.7）が最も低く、授業の理解度も低かった。このことから、協働作業に対する意識やグループ学習における意見交換の度合いが、授業の理解度に影響を与えたという推察を得ることができる。

表 2. 理数系科目の得意度に対する協働学習の肯定度・関与度・理解度

	協働作業に対して肯定的な学生の割合(%)	意見交換度(関与)	協働学習による理解度
とても得意 (N=1)	100	3	4
得意 (N=12)	92	4.3	4.2
普通 (N=16)	87	4	3.9
苦手 (N=19)	76	3.7	3.7
とても苦手 (N=11)	100	3.9	4.1

PI 授業・協働学習の理解度に対する要素分析

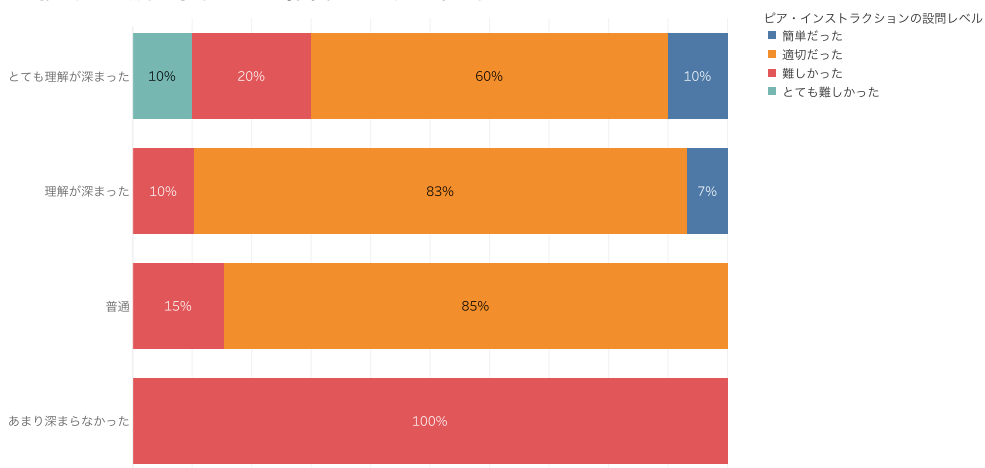


図 13. PI による課題の理解度に対する設問レベルの回答

本節では PI や協働学習による授業の理解度に対する、「コンセプトテストの設問レベル」、「グループ学習における意見交換度」データを用いた分析について考察する。

前述のように、PI の設問レベルは 1 回目の投票の正答率を 30% から 70% の範囲の課題とするのが望ましいとされている。今回の授業で行った PI 課題の 1 回目回答における平均正答率は 69% となっており、これに準ずる設問レベルであったと考える。それを踏まえた上で、PI による授業の理解度への回答別に、設問レベルの難易度への回答を集計した結果が図 13 である。理解が「あまり深まらなかった」と回答した学生は 1 名のみであった。この学生は理数系科目が「苦手だった」と回答していたことから、PI の問題が「難しかった」と回答したと推察される。理解度に対してそれ以外の選択肢を選んだ学生のなかでは、おおそ PI の設問レベルは「適切だった」という回答が多い結果となった。

他方、PI により「とても理解が深まった」と回答した学生のうち、10% が設問レベルについて「とても難しかった」、20% は「難しかった」と回答した。このことから、始めは問題を難しく感じた学生でも、PI 形式の授業を通して「とても理解できた」への転化に成功していることが示された。

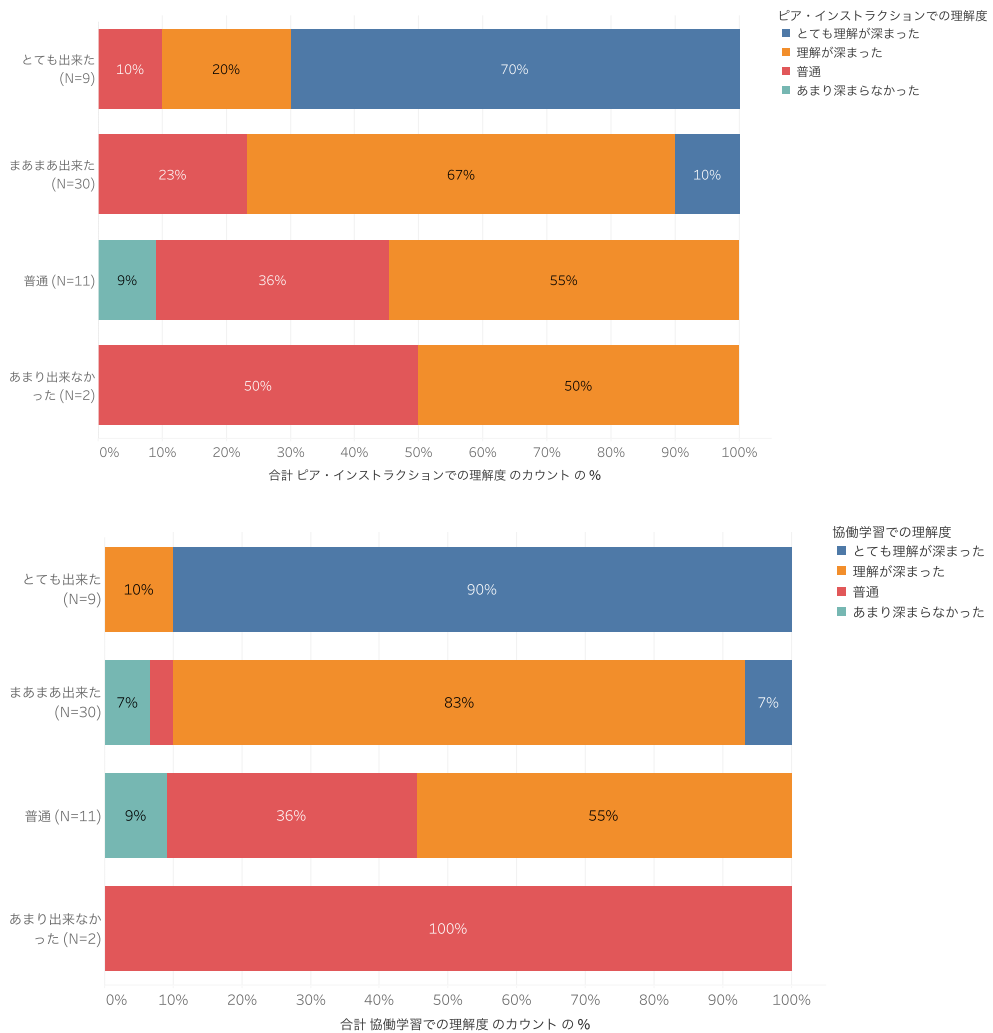


図 14. グループ学習の意見交換度に対する PI 理解度（上図）と協働学習理解度（下図）

次に、グループ学習での意見交換度に対する PI・協働学習の理解度割合のグラフを図 14（上図）に示す。図が示すように、グループ学習において意見交換を活発にできていた学生ほど授業の理解が深まっている傾向となった。特に、意見交換が「とても出来た」と回答した学生のうち 70%の学生は「とても理解が深まった」と回答しており、割合が顕著に大きい結果となった。授業の理解促進において、他の学生との議論の充実度が重要な要素であることが示唆されている。

同様の結果はグループ学習での意見交換度別にみた、協働学習での理解度の割合でも示された（図 14 下図）。意見交換が「とても出来た」と回答した学生のうち、90%が協働学習により「とても理解が深まった」と回答する結果となり、PI により「とても理解が深まった」とした割合と比べて、20%増加した。これは、PI の場合は 2 名でのディスカッションであったのに対し、協働学習では 4・5 名でのグループでの議論であったため、活発かつ多様な意見交換が促進され、結果として「とても理解が深まった」との回答につながった

のではないかと推察する。

グループ学習における意見交換度では PI 授業の満足度や、PI 型の授業への参加希望度にも影響する結果も得られており（参考資料 3 の参考図 2・3 を参照）、学生の学習態度に対してもポジティブな結果を与えることが示された。授業に参加した学生が満足し、さらなる学習への意欲が高まることを示すモデルに「ARCS モデル」がある¹⁸。アンケートに見られた PI の満足度や参加希望度の向上は、ARCS モデルにおける学習意欲を高める要素である、「注意喚起」、「関連性」、「自信」、「満足」が効果的に刺激された結果の可能性が考えられる。特に、仲間と共に議論し、正解に辿り着くプロセスの経験は学習者の「自信」や「満足」の向上要因となりえると推察するが、その効果と分析については今後の課題としたい。

グループ学習に対する意識別での PI 授業の理解度や協働学習による理解度の割合を分析した結果、協働して学習することに関して肯定的な意見を持つ学生の方が、「とても理解が深まった」もしくは「理解が深まった」と回答する割合が多いことが示された（参考資料 4 の参考図 4・5 を参照）。アクティブラーニング型授業のなかでもグループ学習形式を導入する場合には、グループ学習に対する学生の意識と実際の活動度の 2 つが重要な要素であり、教師はこれら要素を高めるような授業設計やファシリテーションを行うことで、学生のより深い学びを醸成することが可能となると考える。

まとめ

本研究では、「物理化学 I」という科目において、学生の科目知識の定着と深い理解を促すために、複数のアクティブラーニング手法（反転授業/ピア・インストラクション（PI）/協働学習）を組み合わせた授業設計を行い、その実践や効果を報告した。反転授業では、事前に学生が予習動画を視聴し、授業では PI 形式で問題演習を行った。協働学習型の授業では、予習課題に対する模範解答を 4~5 人のグループで作成した。学習効果を把握するために、学生に対してアンケートを行い、集計した結果から各授業の理解度や満足度を評価した。また、学生の学習活動への関与実態や自己認識に基づく学習内容の理解度についても分析した。

アンケート結果から、反転+PI 型の授業では、学生の 63%が「とても理解が深まった」もしくは「理解が深まった」と回答した。協働学習型の授業では、81%の学生が同様の回答をした。この結果から、設計した授業が効果的に学生の理解を促すことが示された。

クロス集計分析の結果からは、協働学習において理数系科目が「とても苦手」な学生でも高い理解度スコア（4.1）を示す結果が得られた。詳細な分析から、協働作業に対する学生の意識やグループ活動における意見交換度が理解度に影響しており、これらの要素がグループ学習における重要な要素であることが示唆された。また、これらの要素は PI の満足度や授業への参加意欲とも関連しており、学生の学習態度に対してもポジティブな効果があることが示された。

以上の結果から、グループ学習において、協働作業に対する学生の意識と実際の活動度の 2 つが重要な要素であり、教師はこれらの要素を高めるような授業設計やファシリテーションを行うことで、学生のより深い学びを促すことができると考える。

参考文献

1. 杉森公一、“連載 これからの FD を支える大学教育学習センターの開発⑨ 北陸大学高等教育推進センターの特徴と課題”, 文部科学教育通信 No. 542, 32-33, (2022).
2. 溝上慎一、“アクティブラーニングと教授学習パラダイムの転換”, 東信堂, (2014).
3. 杉森公一、“大学教師と学生を繋ぎ, 結ぶアクティブ・ラーニング -大学での実践事例から”, 化学と教育 Vol. 64, No. 7, 328-331, (2016).
4. 大森不二雄、斉藤準、鈴木久男、“理系基礎教育におけるアクティブラーニングと伝統的講義 —大学生・大卒者の全国調査による学習者視点からの教授法とその効果 —” 大学教育学会誌 第44巻 第2号, 29-38, (2022).
5. 小島健太郎、“知識構築のためのグループ学習を中心とした反転学習”, 物理教育, 第69号 第2号, 87-92, (2021).
6. 埴雅典、森澤正之、“工学教育における反転授業 -その試行錯誤と効果-”, 電子情報通信学会誌 Vol. 102, No. 11, 1050-1060, (2019).
7. 森朋子、溝上慎一、“アクティブラーニング型授業としての反転授業 [理論篇]”, ナカニシヤ出版, 2017.
8. E. マズール (松下佳代訳)、“理解か、暗記か?—私たちは正しいことを教えているのか”, 松下佳代・京都大学高等教育研究開発推進センター編著 “ディープ・アクティブラーニング”, 143-164, 勁草書房, (2015).
9. 蔣妍、“大規模講義で行うアクティブラーニング ピア・インストラクション”, 看護教育, 55, 5, 398-404, (2014).
10. 小椋賢治、“ピアインストラクション: 大人数クラスにおけるアクティブラーニング”、石川県立大学年報: 生産・環境・食品: バイオテクノロジーを基礎として, 2015, 58-63, (2016).
11. Scott Freemana, Sarah L. Eddy, Miles McDonougha, Michelle K. Smithb, Nnadozie Okoroafora, Hannah Jordta, and Mary Pat Wenderoth, “Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics”, Proc. Natl. Acad. Sci., 111 (23), 8410-8415, (2014).
12. Good Notes: <https://www.goodnotes.com/jp>
13. 齋藤大明、田尻慎太郎、岡本晃典、尾形篤太郎、高野克彦、武本眞清、畑友佳子、山田豊、中越元子、“学生の自習・復習を促す授業アーカイブシステム構築への取り組み”, 北陸大学紀要, 51, 1-15, (2021).
14. Slido: <https://www.slido.com/jp>
15. Microsoft Forms: <https://www.microsoft.com/ja-jp/microsoft-365/online-surveys-polls-quizzes>
16. 長濱文与、安永悟、関田一彦、甲原定房、“協働作業認識尺度の開発”, 教育心理学, 57, 24-37, (2009).
17. Tableau Desktop: <https://www.tableau.com/ja-jp/products/desktop>
18. 鈴木克明、“『魅力ある教材』設計・開発の枠組みについて: ARCS 動機づけモデルを中心に”, 教育メディア研究, 1(1) 50-61, (1995).

(参考資料)

参考資料1：アンケートの説明文・設問項目・回答選択肢

アンケートの説明文：

これまで受講した物理化学1の授業の感想についてお答えください。記載いただいた内容については、成績とは関係ありませんので率直にお答えください。今後の授業改善のために用いるとともに、授業法の効果や課題などの解明を目的とする研究での使用を予定しています。使用にあたっては、匿名化するとともに、個人の特定につながる内容は使用しないこととします。研究を公表する際にも、個人を特定できる情報は一切公表しません。このアンケートへの回答をもって、研究利用に承諾いただいたこととしますが、回答しないことによって不利益を被ることはありませんし、記載事項の使用をご承諾いただいた場合でも、いつでも理由なくその承諾を取り下げることが可能です。

1. 高校時代の理数系科目（物理学・化学・数学）はどうでしたか？
 - とても得意だった
 - 得意だった
 - 普通だった
 - 苦手だった
 - とても苦手だった
2. 以下の項目で、自分の意見に近い項目を選択してください
 - たくさんの仕事でも、みんなと一緒にやればできる気がする
 - まわりに気遣いしながらやるより、一人でやる方がやり甲斐がある
 - 共同する事で、優秀な人はより優秀な成績を得ることができる
 - みんなで一緒に作業すると、自分の思うようにできない
3. 6～8回目の授業では、「予習動画視聴」→「予習確認テスト」→「課題演習」で授業を進行しました。通常の授業（1～5回目）と比べて、授業の理解度はどうでしたか？
 - とても理解が深まった
 - 理解が深まった
 - 変わりはない
 - 理解は深まらなかった
 - 全く理解は深まらなかった
4. 6～8回目の予習動画はどのくらい視聴しましたか？
 - 3回分、全て視聴した
 - 2回分、視聴した
 - 1回分、視聴した
 - 1回も視聴しなかった
5. 予習動画の長さはどうでしたか？（10～15分の動画を2～3本分程度）
 - 長い
 - すこし長い
 - ちょうど良い
 - すこし短い
 - 短い

6. 予習動画の理解度は何パーセントくらいでしたか？
 - ほぼ100%
 - 80%程度
 - 60%程度
 - 40%程度
 - 20%程度
 - ほぼ0%
7. 課題解答の投票と隣同士の議論によって進める授業形式を「ピア・インストラクション」と言います。この形式は面白かったですか？
 - とても面白かった
 - 面白かった
 - 普通
 - つまらなかった
 - とてもつまらなかった
8. ピア・インストラクションの設問レベルはどうでしたか？
 - とても難しかった
 - 難しかった
 - 適切だった
 - 簡単だった
 - とても簡単だった
9. グループ学習（ピア・インストラクション）で課題（問題）の理解は深まりましたか？
 - とても理解が深まった
 - 理解が深まった
 - 普通
 - あまり深まらなかった
 - 全く深まらなかった
10. 本日のグループ学習（グループで解答を作成・共有する学習法）で理解は深まりましたか？
 - とても理解が深まった
 - 理解が深まった
 - 普通
 - あまり深まらなかった
 - 全く深まらなかった
11. グループ学習（ピア・インストラクション、グループ課題演習）では活発な意見交換ができましたか？
 - とても出来た
 - まあまあ出来た
 - 普通
 - あまり出来なかった
 - 全く出来なかった
12. また機会があればピア・インストラクション型の授業を受講してみたいですか？
 - 受講したい
 - どちらでもない
 - 受講したくない
13. その他、授業に対する感想があればお答えください（自由記述）

参考資料 2：反転授業+PI 形式による授業の理解度の要素分析

反転授業では予習動画の視聴が前提であることから、予習動画の視聴率や予習動画の理解度が反転授業形式による授業理解度に影響を与える重要な要素と考えられる。参考表 1 に、授業設計 1（反転授業+PI）の理解度に対する、予習動画視聴回数と予習動画理解度のクロス集計結果を示す。参考表 1 の結果を見ると、予習動画の視聴回数が多い学生は反転授業形式による授業理解度が高く、予習動画の理解度が高いと、授業での理解度も高い傾向にあることが示された。

参考表 1：反転授業+PI 授業の理解度に対する、予習動画視聴回数と予習動画理解度

	予習動画視聴回数（全 3 回）	予習動画理解度(%)
とても理解が深まった	2.4	56
理解が深まった	1.7	64
変わりはない	1.5	51
理解は深まらなかった	2	40

反転授業における予習動画の視聴の重要性がこれらの結果からも伺える。反転授業での予習動画の視聴率に影響する要素としては、予習動画の長さも考えられる。これを調べるために、予習動画の長さに対する意見別の視聴回数のグラフと平均視聴回数を参考図 1 に示す。

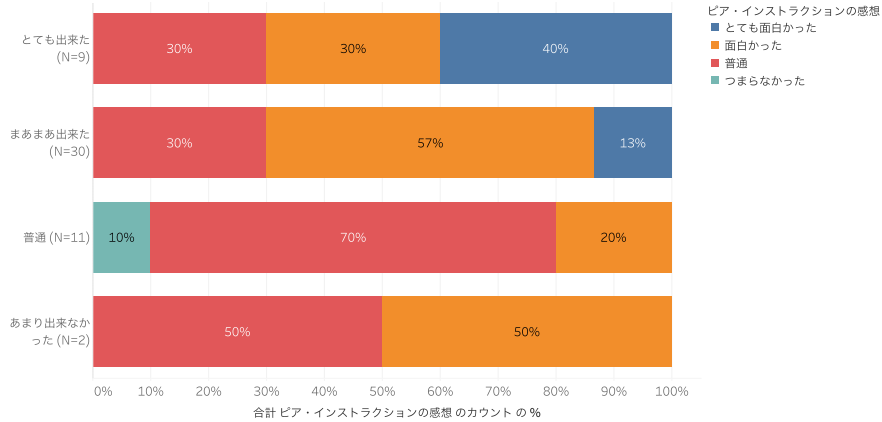


参考図 1. 予習動画の長さ意見別の予習動画の視聴回数

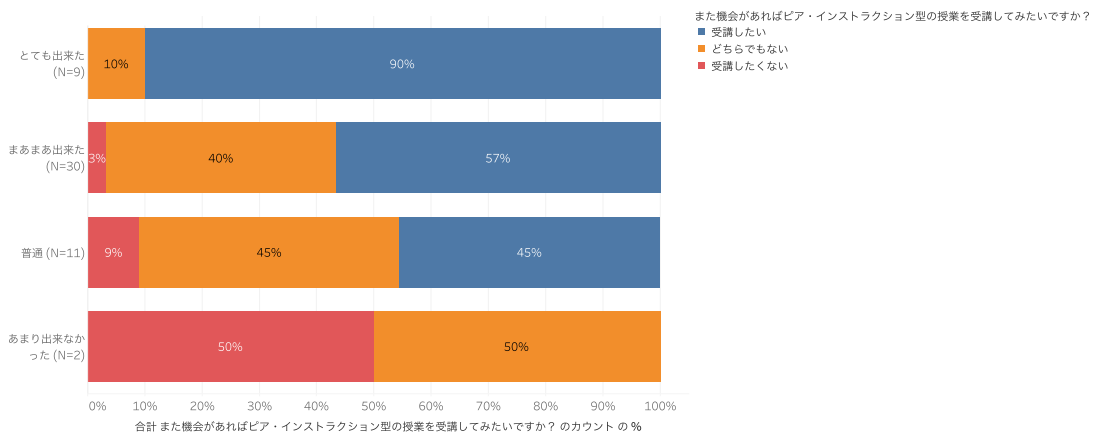
グラフを見ると、予習動画を長いと感じている学生ほど視聴回数が多い結果となった。予習動画を「長い」と感じた学生は 3 回分全部を視聴した学生であり、「少し長い」と感じた学生で一番多い割合も 3 回視聴した学生となった。「ちょうど良い」と感じた学生で一番多いのは、1 回のみ視聴した学生となった。つまり、視聴回数が多い方が動画視聴を長く感じ、視聴回数が少ない学生ほど動画の長さを適切だと感じている。視聴回数を重ねるにつれて、予習の負担感が増している様子が伺える。反転授業は講義内容を事前に予習することが前提条件であることから、学生の予習動画視聴率を向上させることが、反転授業を成功させるための重要要因であろう。

参考資料 3：学生の意見交換度別の PI の満足度や履修希望度

参考図 2・3 は意見交換度別の PI の満足度と履修希望度の割合のグラフである。グラフに示すように、おおよそ、意見交換を活発にできた学生ほど PI 授業を面白く感じた結果となっている。さらに参考図 3 が示すように、意見交換を活発にできた学生ほど、次回も PI 形式の授業を受けたいと感じており、授業に対する学習態度や意欲にも影響することが示された。



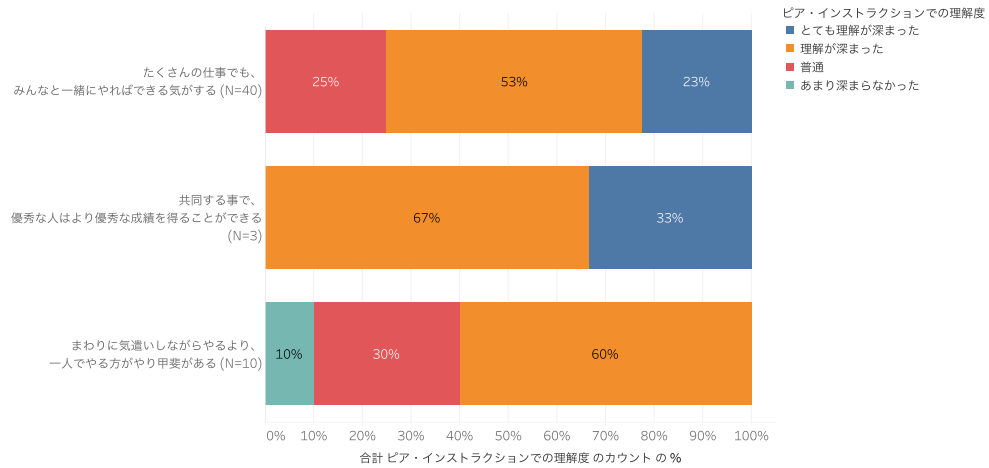
参考図 2. 意見交換度別の PI の満足度の割合



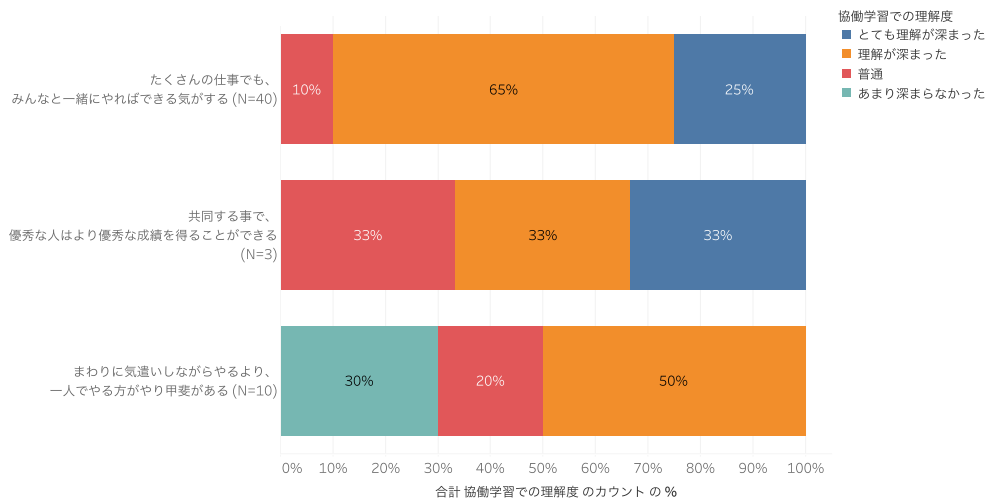
参考図 3. 意見交換度別の PI の履修希望度の割合

参考資料 4：協働作業の意識別の PI・協働学習の理解度割合

参考図 4・5 は協働学習に対する意見別の PI の満足度と履修希望度の割合のグラフである。グラフに示すように、協働して学習することに関して肯定的な意見を持つ学生の方が、「とても理解が深まった」もしくは「理解が深まった」と回答する割合が多いことが示されている。



参考図 4. 協働作業の意識別の PI の理解度割合



参考図 5. 協働作業の意識別の協働学習の理解度割合