

ピア・インストラクションの実践

神奈川県立逗葉高等学校教諭 西村 壘太

1 はじめに～物理教育研究～

近年、物理教育研究 (Physics Education Research, PER) に基づいた相互作用型授業 (生徒と教師, あるいは生徒同士での議論など能動的な学習活動を取り入れた授業) の研究が広がっている¹⁾。このきっかけは、米国の高校生・大学生を対象に、Hestenes らの作成した概念調査紙²⁾を授業の前後で実施し、その正答率の伸び率を授業形式ごとに比較した Hake の研究³⁾である。Hake は、講義型授業に比べて相互作用型授業の方が物理概念の獲得に効果的であることを定量的に示した。

相互作用型授業の方が物理概念の獲得に効果的である理由の一つとして、生徒の誤概念の存在がある。誤概念とは、物理を学習する前に持ち合せていて、日常経験に基づいて形作られる、現象に対する誤った見方・考え方のことであり、非常に強固で、教師が授業で正しい物理概念を説明したくらいでは払拭できないことがわかっている¹⁾。先行研究では、たとえ授業中に正しい物理概念を理解し、定期試験で良い成績を修めた生徒でも、しばらくすると、正しい物理概念は忘れ去られ、また元の誤概念を持った状態に戻ってしまうことがわかっている¹⁾。

誤概念の払拭は、認知心理学の知見によれば、なんとか理解しようと熱心に考え、もがいている状態での活動を通すことが必要となる。このような生徒の脳が活性化された状態になることを促進し、支援する環境を作り出すのが相互作用型授業ということである¹⁾。

PER に基づく相互作用型授業には様々なタイプがあるが、その多くは米国を中心として開発されたものである。当然、カリキュラムや文化的背景等、米国の生徒たちの実態に合わせて開発されており、授業形式や教材はそのまま日本の高校物理の授業に使用できるわけではない。そのため、日本の高校生の実態に合わせた相互作用型授業の実践的な研究を積み重ねることが求められている。

本稿では、筆者が取り組んでいる Peer Instruction (PI) 型授業^{4),5)}とは何か、実際の授業実践の結果、そこで得られた課題、そして今後の改善について述べる。

2 PI とは何か

PI は Mazur によって開発された能動的学習法である^{6),7)}。一言で表すならば、「授業中に選択肢問題を出題し、その答えについて周囲の生徒同士で議論する協同学習活動」ということになる。教室全体で議論させることは難しくても、付近の生徒同士で議論させるだけならば、大学の百名を超える生徒を抱える授業も実現可能な学習活動となる。PI を導入した授業 (PI 型授業) では、1 回の授業を 10～15 分毎に細かく区切って構成し、講義と PI を交互に行うのが一般的である。1 回の PI の手順は、下の通りである。

- ① 選択肢問題を提示する (図 1)
- ② 解答する (まだ議論しない)
- ③ 周囲の生徒同士で議論する
- ④ 同じ問題に再解答する
- ⑤ 教師による解説

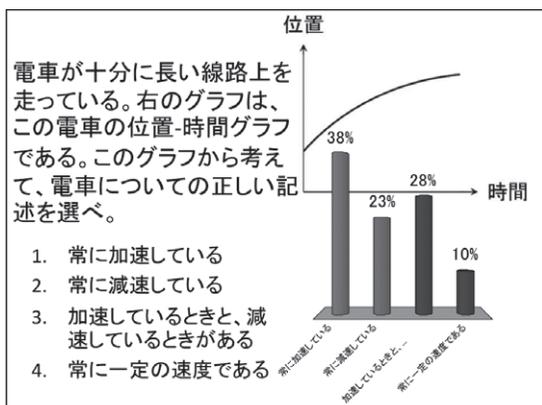


図1 PI問題と解答分布の表示例

①では講義した内容の中心テーマの概念の理解を問うような問題を出題する。基本的には計算を必要としない、定性的な問題である。

②では全ての生徒に自分なりの考えを持たせ、議論に参加するきっかけを作らせる。本実践では、解答の際に聴衆応答システム (Audience Response System, ARS) を活用している。ARSでは、生徒はクリッカーと呼ばれる10桁の無線テンキーを用いて解答し、その解答データは瞬時に集計され、どの選択肢に何人の生徒が解答したかが、棒グラフ等で表示される (図1)。ARSは生徒にとって匿名性があるため、解答を躊躇するということはなく、また教師にとっては生徒の理解度をその場で確認することができるので、生徒が理解していると思いついで、授業を先へ先へと進めてしまうという事態を防ぐことができる。さらに、スクリーンに映し出された質問文、選択肢文、グラフで表示されたクラス全体の解答結果、ならびに生徒個別の解答結果が、解答に要した時間とともにExcelデータとして記録されるため、教育効果の数値化が容易にできることも利点である。ただしMazurは、必ずしもPIとARSはセットである必要はなく、カラーカードを使用した解答方法でPIを行っても、同様の教育効果が得られることを示している。

③では、選んだ選択肢が異なる相手に対しては、自分の考えの論拠を述べ、説得を試みさせる。同じ選択肢を選んだ生徒同士でも、答えに至るまで

の考え方で同じであるかどうかを確認するよう促す。生徒同士という気安さの中で物理について話し合えるということは、物理の学習に対する考え方を前向きなものに変化させることにつながる。また、教師の理路整然とした解説よりも、同じようなところでつまづいていて悩んでいる生徒からの説明の方が、かえって理解しやすい面もあるだろう。議論時間は大体2~3分程だが、生徒の様子に応じて変更することもある。議論中は、生徒の発言に耳を傾けるが、議論に加わることや正答に導くような助言などはしないようにしている。

④で筆者は、議論を踏まえて、1回目の解答とは違う選択肢を選んでも良いし、議論相手の考えに納得できなければ初めの考えのまま変更しなくても良い、と生徒に伝えている。②と同様にここで重要なのは、生徒一人ひとりが自らの考えで解答することである。

⑤では、生徒は固唾をのんで解答発表を待ち、その後の解説は集中して聞く、といったメリハリがつけられる。教師が解説する代わりに、生徒に意見を発表させることもある。

3 授業実践の結果

ここでは一昨年度に実践した、勤務校での物理基礎・1学期力学分野のPI型授業の結果について述べる。対象は2年生文系クラス (39名) と文理混合クラス (39名) で、本校で物理基礎は必修科目である。1学期の授業時間数は、定期考査を除いて17時間で、そのうち生徒実験の授業は3時間 (力学台車の運動のグラフ化・力と加速度の関係・質量と加速度の関係)、PIは全部で18問実施した (運動学14問・運動の三法則4問)。

はじめに、PI全設問の議論前正答率と議論後正答率の結果を、図2に示す。

図2の実線は議論前正答率=議論後正答率を表している。全設問の平均の議論前正答率は40%、議論後正答率は52%だった。図2より、ほとんどの設問で議論後の正答率が議論前よりも上がっていることがわかる。これは生徒同士の教え合いによるものと考えられる。

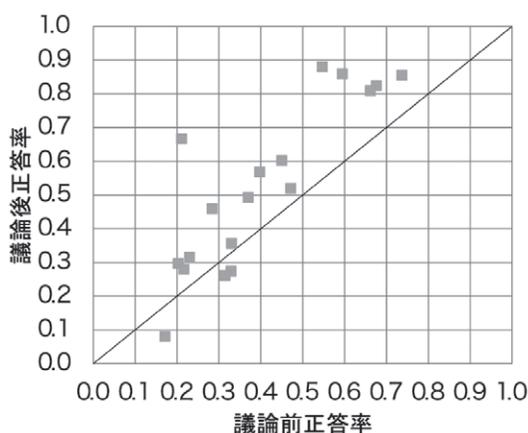


図2 議論前正答率 vs 議論後正答率

設問毎のPIの授業効果を比較するために、先行研究では下式で定義されるPI効率、 η_{PI} という量を導入し、分析を行っている⁸⁾。

$$\eta_{PI} = \frac{\langle \text{post} \rangle_{PI} - \langle \text{pre} \rangle_{PI}}{100 - \langle \text{pre} \rangle_{PI}}$$

ここで $\langle \text{pre} \rangle_{PI}$ と $\langle \text{post} \rangle_{PI}$ はそれぞれ議論前正答率(%)と議論後正答率(%)である。上式は、議論前に不正解だった生徒の割合に対する、議論を通して増加した正解の生徒の割合を表しており、いわば議論の効率を表す量である。PI効率は、生徒の理解しやすい、あるいは理解しにくい物理概念を見出すことなど、PI型授業の細部を定量的に分析するための指標として有効である。

図3に議論前正答率とPI効率の結果を示す。実線は理論直線である。理論的にPI効率は0.5になると考えられるが⁹⁾、本実践で全設問の平均は0.25に留まった。教え合いで議論前に比べて議論後の正答率は上昇しているものの、議論効率としては今一つという結果になってしまった。特に議論前正答率が低い設問では、PI効率が非常に低くなっている。本校の多くの生徒が、それまでの学校生活の経験において、従来の講義型授業に慣れ親しんでいたという実態があり、そもそも議論するということに抵抗を感じている様子が見られる生徒もいた。そのような中、議論前にPI問題で問われている物理概念を、正しく理解している生徒が全体の半分以下に留まってしまってい

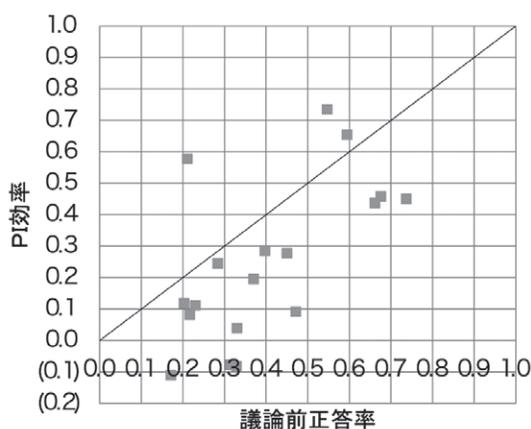


図3：議論前正答率 vs PI効率

ては、議論はうまく進められないだろう。出題したPI問題の難易度などが、本校生徒の実態に合っていなかったことがわかる。

4 生徒の声

本実践では、生徒のメタ認知(考えることについて考えること)を促進することを目的として、毎回の授業終わりで「授業の振り返り」(授業でわかったこと・まだよくわからないこと)をまとめさせている。ここでその一部を紹介する。

- クリッカー問題は自分の力で解くことができました。わかるとうれいのです。
- 友達と話すことで考えの範囲が広がりとても参考になる！
- 他の人に自分の考えを説明するって本当にむずかしいって思った。

このような「振り返り」から、生徒にとってPIが印象深い学習活動になっていて、授業の焦点化を促す働きをしていることや、他者と議論することの良さや難しさに生徒自身が気づいている様子がうかがえる。講義型授業では得られない学びが、PI型授業を行ったことによって得られていると言えるだろう。

- 考える時間が少ないのにボタン押してって言わ

れるから適当に押しちゃう。

- なぜ先生なのに教えてくれないのか。
- もっと経験のある先生に代えて欲しい。

一方で上記のようなコメントもあり、大変ショックを受けた。筆者が生徒に議論の意義を十分に伝えられなかったことや、生徒の実態に合った実践になっておらず、生徒に大きなストレスを与えてしまっていたことを痛感した。生徒に課題への興味・関心を持たせるとともに、議論を通してわかったという体験を積み重ねることが重要なのだと感じた。

5 おわりに～課題と改善の試み～

最近の中央教育審議会での議論の中心はアクティブ・ラーニング (AL) であり、これはまさに相互作用型授業のことであろう。AL は従来の講義型授業で身につけることが難しく、これからの変化の激しい社会を生きるための資質・能力を生徒に身につけさせるため、その実践が求められている。しかし、特に学習に関して多様な課題を抱える生徒の通う本校のような公立学校においては、ただ生徒主体の活動を組み入れた授業を展開するだけでは、育みたい資質・能力を十分に身につけさせることは到底できない。本稿をまとめるにあたり、これまでの授業実践を振り返ったことで、それをより強く自覚した。

ここまで述べてきた、一昨年度の県立高校教員 1 年目の PI 型授業の実践では、成果も得られたが、それ以上に多くの課題が明らかになった。そして、昨年度と今年度は、一昨年度の反省を踏まえ、より良い相互作用型授業の実践のため、下記のような工夫をしながら授業を行っている。最後に、現在の授業改善に向けた試みの一部を簡単に紹介する¹⁰⁾。

- 単元構成…前半を講義と生徒実験、後半に PI を実施し、知識の獲得→活用の流れを明確にしている。
- 授業場所…講義は生徒が慣れ親しんでいる普通

教室、生徒実験と PI は実験室で行っている。教師主体の授業なのか、生徒主体の授業なのかを明確にするねらい。

- PI 問題の改善…講義や生徒実験の文脈に近づけたり、一つ概念だけを問うようにしたりしている。また議論を通して正解できるような難易度の設定も意識している。
- 学習フィードバック…ARS で得られる生徒個別の学習状況データに基づき、誤答選択肢で間違いを分類し、内容に応じて個別に学習への注意や示唆を与えるコメントを記載した個票を配布している。

参考文献

- 1) 日本物理教育学会監訳 (2012) 『科学をどう教えるかーアメリカにおける新しい物理教育の実践』丸善出版株式会社。
- 2) D.Hestenes, et al (1992) *Phys. Teach.* Vol.30, 141.
- 3) R. Hake (1998) *Am. J. Phys.* Vol. 66, 64.
- 4) 西村壘太・新田英雄 (2014) 『物理教育 62-1』7-12。
- 5) 西村壘太 (2016) 『物理教育 64-1』34-35。
- 6) E. Mazur (1997) *Peer Instruction, A user's manual* (Pearson-Prentice Hall : New Jersey).
- 7) 新田英雄 (2011) 『日本物理学会誌 66-8』629。
- 8) 高橋春美・新田英雄 (2009) 『物理教育 57-4』297。
- 9) H. Nitta (2010) *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.* Vol.6, 020105.
- 10) 現在の取り組みの一部については「県立逗葉高等学校授業改善に向けた授業の公開」(平成 27 年 10 月 8 日) で発表済みである。