

2018年9月29日（土曜日）
高大連携による数理教育研究会 第2回 定例研究会（通算61回）
金沢工業大学 23号館4階 23-415室

数学と物理の概念問題の開発と ピア・インストラクションの実践

金沢工業大学 基礎教育部 数理基礎教育課程
（数理工教育研究センター）
講師 工藤 知草

1

概要

- ・主体的・対話的で深い学び（アクティブ・ラーニングの視点）
- ・相互作用型講義形態
- ・ピア・インストラクション
- ・概念問題（ConcepTest）
- ・線形代数、微積分、物理の概念問題
- ・クリッカーを用いて実際にピア・インストラクションを体験
- ・概念問題の例と正答率の変化
- ・まとめ

2

新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて ～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～

従来のような知識の伝達・注入を中心とした授業から、
教員と学生が意思疎通を図りつつ、一緒になって切磋琢磨
し、相互に刺激を与えながら知的に成長する場を創り、
学生が主体的に問題を発見し解を見いだしていく能動的
学修（アクティブ・ラーニング）への転換が必要である¹⁾。

1) 『新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、
主体的に考える力を育成する大学へ～（答申）』（2014年8月28日）
中央教育審議会 文部科学省

3

次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ

「主体的・対話的で深い学び」の実現 （「アクティブ・ラーニング」の視点）

学びの質は、7. に述べるように、子供たちが、主体的に学ぶ
ことの意味と自分の人生や社会の在り方を結びつけたり、多様
な人との対話で考えを広げたり、各教科等で身に付けた資質・
能力を様々な課題の解決に生かすよう学びを深めたりすること
によって高まると考えられる。こうした「主体的・対話的で深
い学び」が実現するように、日々の授業を改善していくための
視点を共有し、授業改善に向けた取組を活性化しようとするの
が「アクティブ・ラーニング」の視点である²⁾。

2) 「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」（2016年8月26日）、
教育課程部会、文部科学省、p.23.

4

プロセス

「アクティブ・ラーニング」の視点

日々の授業を改善していくための視点を共有し、授業改善に向けた取組を活性化しようとする。

学びの質を高める

「主体的・対話的で深い学び」

子供たちが、主体的に学ぶことの意味と自分の人生や社会の在り方を結びつけたり、多様な人との対話で考えを広げたり、各教科等で身に付けた資質・能力を様々な課題の解決に生かすよう学びを深めたりすることによって高まる。

- 2) 「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」（2016年8月26日），教育課程部会，文部科学省，p.23.

次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ

「主体的・対話的で深い学び」の実現 （「アクティブ・ラーニング」の視点）

これは、形式的に対話型を取り入れた授業や特定の指導の型を目指した技術の改善にとどまるものではなく、子供たちそれぞれの興味や関心を基に、一人一人の個性に応じた多様で質の高い学びを引き出すことを意図するものであり、さらに、それを通してどのような資質・能力を育むかという観点から、学習の在り方そのものの問い直しを目指すものである³⁾。

- 2) 「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」（2016年8月26日），教育課程部会，文部科学省，pp.23-24.

次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ

どのように学ぶか

（各教科等の特質に応じた学習活動を改善する視点）

重要なことは、これまでも重視されてきた各教科等の学習活動が、子供たち一人一人の資質・能力の育成や生涯にわたる学びにつながる、意味のある学びとなるようにしていくことである。そのためには、授業や単元の流れを子供の「主体的・対話的で深い学び」の過程として捉え、子供たちが、習得した概念や考え方を手段として働かせながら学習に取り組み、その中で資質・能力の活用と育成が繰り返されるような指導の創意工夫を促していくことが求められる。あわせて、教科等を超えて授業改善の視点を共有することにより、教育課程全体を通じた質の高い学びを実現していくことも期待される²⁾。

- 2) 「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」（2016年8月26日），教育課程部会，文部科学省，pp.47.

物理分野の相互作用型授業

相互作用型授業にはチュートリアル、相互作用型演示実験授業（ILDs）、Physics by Inquiry（PBI）、ピア・インストラクション型授業、仮説実験授業、玉田方式、極地方式などがあり³⁾、日本物理学会でも多くの実践報告がされている。その中で、大規模教室においても、教員1名で実施可能な相互作用型講義としてピア・インストラクションに着目した。これは、従来の数学の板書型講義形式と組み合わせ実現しやすい相互作用型授業であると考えた。

- 3) 覧具 博義，物理教育研究の誕生とその背景，物理教育 64 (1)，pp.36-41，2016.

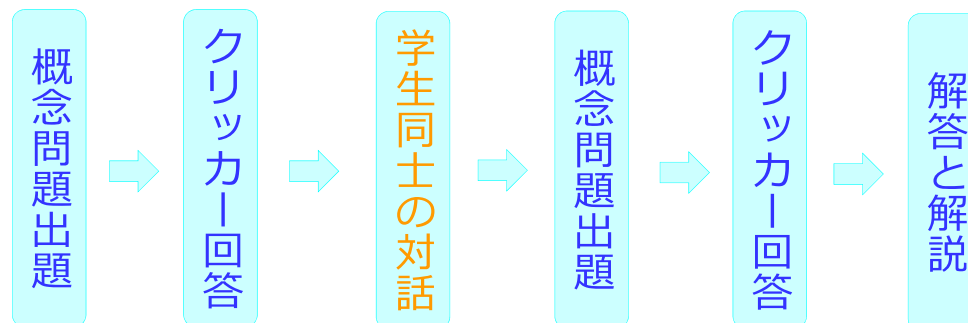
ピア・インストラクション

ハーバード大学のMazur教授により発展したピア・インストラクション⁴⁾ (Peer Instruction) と呼ばれる相互作用型講義形態があり、大規模教室において教員1名で実施可能である。講義に関連した **概念問題 (ConceptTest)** を出題し、学生はクリッカーで回答後、3分程度学生同士で議論する。

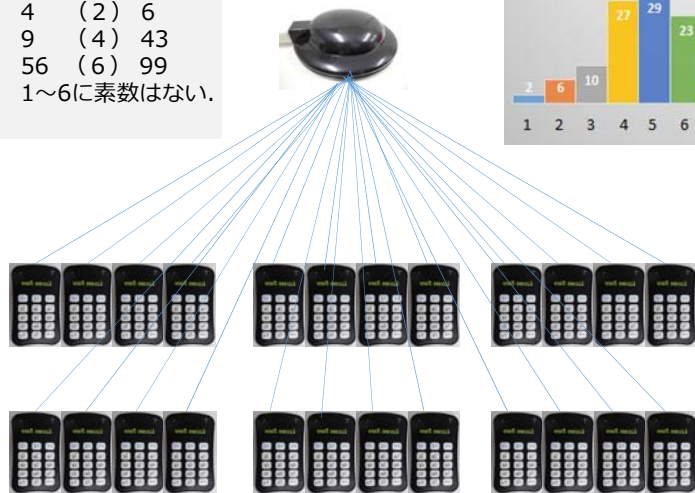
4) E. Mazur, "Peer Instruction: A User's Manual", Englewood Cliffs NJ: Prentice Hall(1997).

ピア・インストラクションの流れ

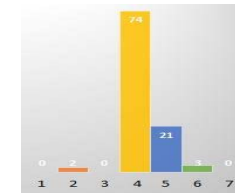
- ・教員が概念問題を出題し、学生がクリッカーで回答する。
- ・学生同士で3分程度議論し、再度、学生がクリッカーで回答する。



問題 素数は？
 (1) 4 (2) 6
 (3) 9 (4) 43
 (5) 56 (6) 99
 (7) 1~6に素数はない。



問題 素数は？
 (1) 4 (2) 6
 (3) 9 (4) 43
 (5) 56 (6) 99
 (7) 1~6に素数はない。



学生同士の対話

4名程度のグループをつくり、グループ内にファシリテーター役の学生を1名決めた。ファシリテーター役の学生は、概念問題の回答を選んだ理由を聞きながら、グループ全体の対話を円滑に進める役目をもつ。ファシリテーター役の学生を毎回変えることで、全員が議論することに慣れるように工夫した。

13

次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ

どのように学ぶか

(発達段階や子供の学習課題等に応じた学びの充実)

ICTの特性・強みは、「主体的・対話的で深い学び」の実現に大きく貢献するものであることから、子供たちに情報技術を手段として活用できる力を育むためにも、学校において日常的にICTを活用できるような環境づくりが求められる⁵⁾。

- 5) 「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」(2016年8月26日)、教育課程部会、文部科学省、pp.49.

14

大学教育への提言

－未知の時代を切り拓く教育とICT活用－

『グループでの学び合いやピア・インストラクションで能動的学修を促す』⁶⁾

『学修成果を教員が確認し、理解が不足している部分を講義及び演習を通じて指導する。その際クリッカーなどを利用してリアルタイムで理解度の状況を把握しながら行う』⁶⁾

- 6) 『大学教育への提言－未知の時代を切り拓く教育とICT活用－』(2012年度版) 私立大学情報教育協会.

15

クリッカーの購入

オーディエンス・レスポンス・システムのクリッカーを、JSPS科研費の助成金⁷⁾で110個購入した。教員が学生の理解度を確認しながら、授業をすることが可能になる。



図1 クリッカー

- 7) JSPS科研費 基盤研究 C 【研究代表者 工藤知草】
「新テストに適合した数学・物理のピア・インストラクションと数学概念調査の開発」

クリッカー

(オーディエンス・レスポンス・システム)



5番を押して下さい。

17

物理分野でのピア・インストラクションの実践例

物理学の分野では概念問題 (ConcepTest) が豊富にある⁴⁾。これまで、物理学の分野でピア・インストラクションを導入した講義を実践してきた⁸⁾。

4) E. Mazur, "Peer Instruction: A User's Manual", Englewood Cliffs NJ: Prentice Hall(1997)

8) 工藤 知草, 西 誠, 三嶋 昭臣, 「ピア・インストラクションを導入した物理学講義の実践 - 学生同士のディスカッションによる深い学び -」, KIT Progress, 25, 119-126, 2017.

18

数学分野でのピア・インストラクションの実践

物理学の概念問題は豊富にある一方、数学の分野の概念問題 (ConcepTest) は少ないのが現状である。これまで、数学の分野の概念問題を120問以上開発し、ピア・インストラクションを導入した数学の講義を実践してきた⁹⁾。

9) T. Kudo, H. Yamaoka, T. Taniguchi, M. Nishi, and A. Mishima, "The Implementation of Peer Instruction in Mathematics and Physics Lectures", Proceeding of The Asian Conference on Education & International Development 2018, Kobe, Japan, pp 191-197, 2018.

19

数学の概念問題開発の視点

- ・ 高校・大学の数学単元 (高校と大学で活用可)
- ・ 数・式、図、表、グラフなどを活用し一定の手順にしたがって数学的に処理する力など、思考力・判断力・表現力を構成する諸能力に関する判定機能を強化する。¹⁰⁾
- ・ 2~3分で、直観的に解ける選択肢問題にする。
- ・ 学生の議論前正答率を 65 % ± 15 % 程度にする。
- ・ 間違えやすい解答を誤答に入れ、議論を活性化させる。

10) 「高大接続システム改革会議」最終報告書 (2016年3月31日), 高大接続システム改革会議, 文部科学省.

20

数学の概念問題を開発した講義

- ▶ 線形代数Ⅰ
- ▶ 線形代数Ⅱ
- ▶ 微積分学Ⅰ
(授業科目名：工学のための数理工 (関数・微分))
- ▶ 微積分学Ⅱ
(授業科目名：工学のための数理工 (積分・微分方程式))
- ▶ 確率・統計学 (授業科目名：技術者のための統計)

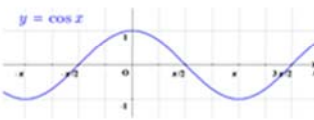
21

When the following vectors are not $(0,0,0)$,
An appropriate information acquired from
 $\frac{x-1}{2} = \frac{y-2}{2} = \frac{z-3}{3}$ is

1. $(1,2,3) \parallel (2,2,3)$
2. $(x,y,z) \parallel (1,2,3)$
3. $(x,y,z) \parallel (2,2,3)$
4. $(x-1,y-2,z-3) \parallel (1,2,3)$
5. $(x-1,y-2,z-3) \parallel (2,2,3)$

Figure 2: ConcepTest of linear algebra I

Chose a number that the value of definite integral is not 0.



1. $\int_0^{\pi} \cos x \, dx$
2. $\int_0^{\pi} \cos 2x \, dx$
3. $\int_{-\pi}^{\pi} \cos x \, dx$
4. $\int_{-\pi}^{\pi} \cos 2x \, dx$
5. $\int_{-\pi}^{\pi} 2 \cos x \, dx$

Figure 3: ConcepTest of calculus I

9) T. Kudo, H. Yamaoka, T. Taniguchi, M. Nishi, and A. Mishima, "The Implementation of Peer Instruction in Mathematics and Physics Lectures", Proceeding of The Asian Conference on Education & International Development 2018, Kobe, Japan, pp 191-197, 2018.

22

まとめ

はじめに、「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」における「主体的・対話的で深い学び」(アクティブラーニングの視点)について簡単に説明した。

高大連携による数理教育研究会で、授業改善の視点を共有するために、数学の概念問題とクリッカーを活用した相互作用型講義形式のピア・インストラクションを紹介した。また、本日、実際にクリッカーを活用し、ピア・インストラクションの流れを体験し、理解を深めた。

この後、実施される分科会で、授業形式の在り方について情報を共有できれば幸いです。

23

ご清聴有難うございました。

24