

平成28年度 教育改革ICT戦略大会（9月8日）
協調学習 E-3 アルカディア市ヶ谷

線形代数学入門におけるクリッカーを活用した ピア・インストラクション型講義の実践

工藤知草、山岡英孝、谷口哲也、西 誠

金沢工業大学 基礎教育部

平成28年度 教育改革ICT戦略大会

- ・ テーマ

「教育の質的転換に向けた内部保証を考える」

- ・ 開催趣旨

「アクティブ・ラーニングの組織的教育の実施」

「教育の質的転換に向けて、教育方針の明確化」

現在、4名の教員で協力して、数学の講義において、ICTのクリッカーを活用したアクティブ・ラーニングを実践しています。

金沢工業大学の教育目標

「自ら考え行動する技術者の育成」

KIT金沢工業大学は「チームであいまいな問題に取り組み解決すべき課題を明確にして、制約条件のもとで解決策を創出し、実施する」教育プログラムをカリキュラム全体で実施しています。

「線形代数Ⅰ」の講義の目的

- 技術者に必要な**基礎力**を身につける。

→ 講義で演習問題を解き、次週に課題提出

- 技術者に必要な**論理的思考力**を身につける。

→ ディスカッションと取り入れた
アクティブ・ラーニングの導入

数理工教育研究センター

- ・数理工教育研究センターの教員は、常に学生の質問に対応し、黒板を用いた1対1の指導を実現しています。

→ 授業のフォロー

- ・数学と科学の両方の科目を担当し、統合的に数理リテラシーを育成します。

2016年度 前学期の担当科目（工藤）

「線形代数Ⅰ」

「基礎物理」

「バイオ・化学のための数理（関数・微積分基礎）」

アクティブ・ラーニング

中教審答申の『新たな未来を築くための大学教育の
質的転換に向けて』（平成24年8月28日）

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

ピア・インストラクション (Peer Instruction)

アクティブ・ラーニングの一つにハーバード大学のMazur教授を中心に発展したピア・インストラクションという講義形式がある。通常の板書型講義の中で、概念問題 (Concept Test or Concept Test) を出題し、学生同士のディスカッションや教え合いを通して、論理的思考力を養う講義である [1,2]。

[1] E. Mazur, “Peer Instruction: A User’s Manual”, Englewood Cliffs NJ: Prentice Hall (1997) .

[2] C.H. Crouch and E. Mazur, Peer Instruction: Ten Years of Experience and Results, Am. J. Phys. 69 (9), pp.970-977 (2001).

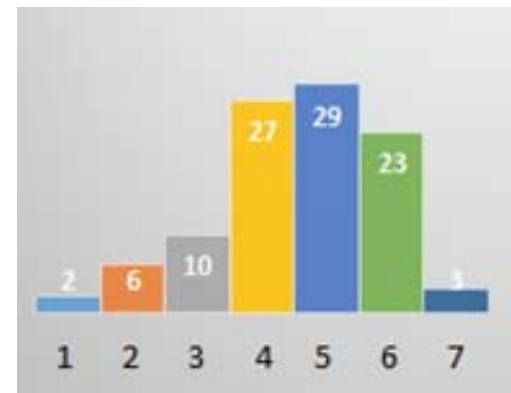
ICTのクリッカーを活用する意義

- 考えるきっかけをつくる → Deep learning
- 論理的思考力の育成
- 学びの振り返り
- コミュニケーション能力の育成
- 匿名性がある
- 理解度に応じた講義を展開



図1 クリッカー

講義に関連した 概念問題



ピア・インストラクションの手法

- (1) 板書型講義の中で、ConcepTestを出題する。
- (2) 学生は、はじめ相談なしに**クリッカーで回答する**。
- (3) 回答分布のヒストグラムがスライドに表示される。
- (4) **学生同士でディスカッションする**。このとき、教員は議論に参加しない。議論後、学生は**クリッカーで再度回答する**。
- (5) 回答番号のヒストグラムがスライドに表示され、問題の正解を発表し、その解説をする。

ConcepTest for mathematics

ピア・インストラクション型講義において、講義の中で出題する概念問題（ConcepTest or Concept Test）が必要になる。物理学の分野では概念問題は豊富にあるが¹⁾、**数学の分野の概念問題²⁾は少ないのが現状**である。

1) E. Mazur, “Peer Instruction: A User’s Manual”, Englewood Cliffs NJ: Prentice Hall (1997).

2) R. L. Miller, E. S. Vega, M. S. Terrell, “Can Good Questions and Peer Discussion Improve Calculus Instruction?”, PRIMUS, **16** (3), 193-203 (2006).

ConcepTest for mathematics

数学の概念問題は、金沢工業大学（K.I.T.）の講義で使用する独自の教科書の内容に合うように作成した。特に間違えやすい数学の概念に着目し、選択肢の中にその概念を含めるように工夫した。

また、文章・数式・グラフ・図を相互に関連して理解するための概念問題も作成した。

線形代数Ⅰでは工学部電気電子工学科65名を担当し、合計11問の概念問題を出題した。

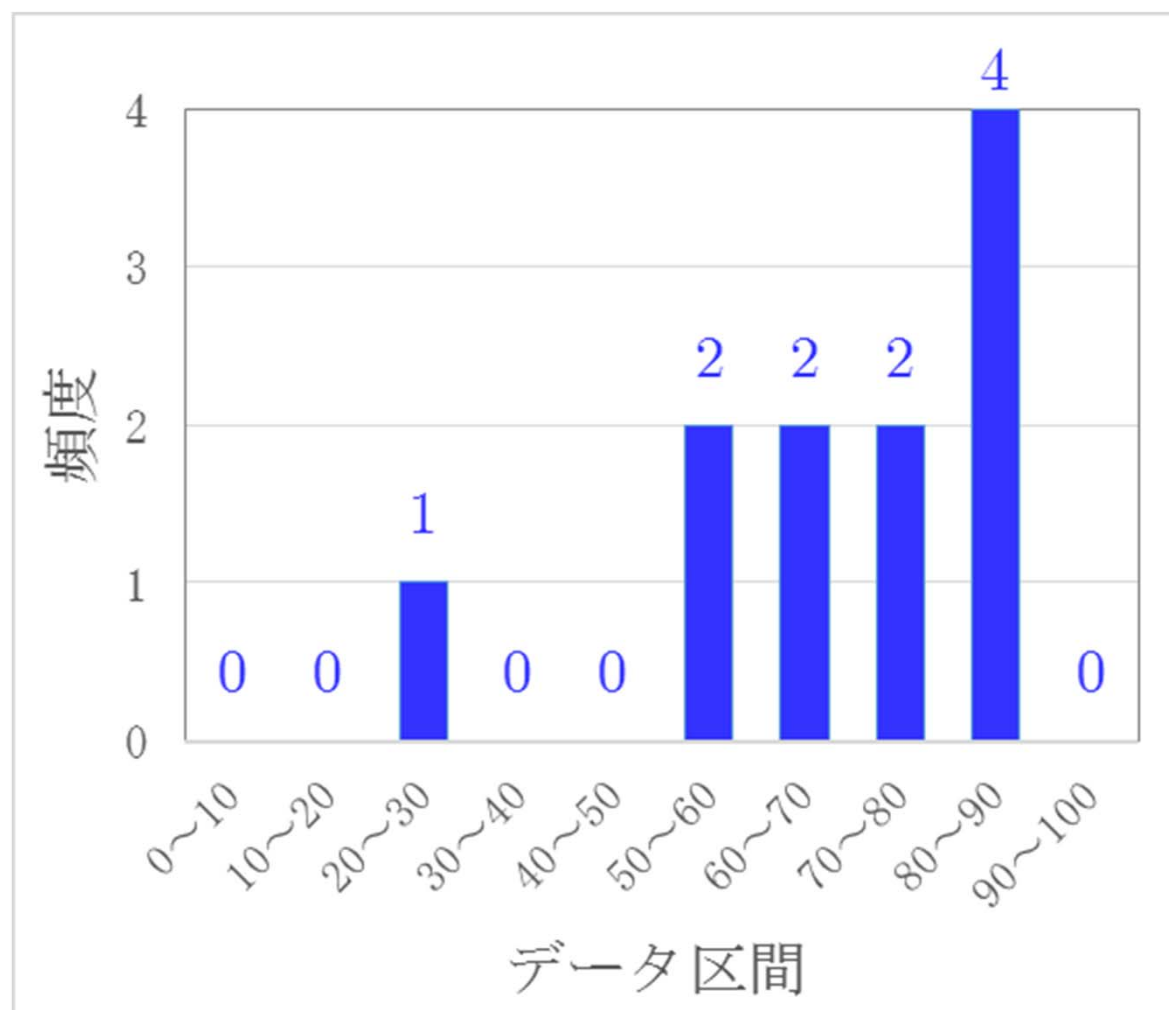


図2 ConcepTestの議論前の正答率（合計11問）

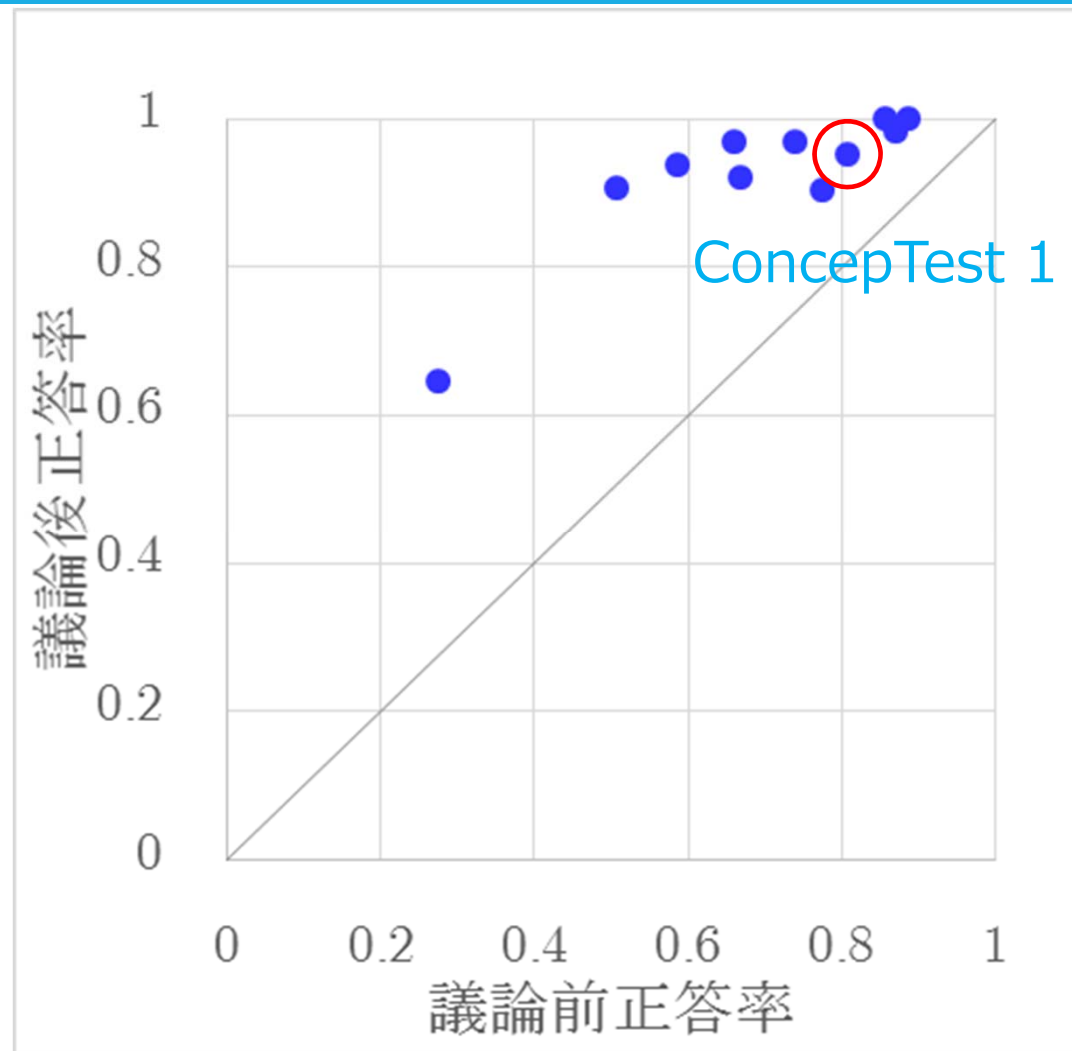


図3 議論前後の正答率の変化（合計11問）

はじめ黒板で、原点を中心に だけ回転移動を表す表現行列

$$R = \begin{pmatrix} \cos q & -\sin q \\ \sin q & \cos q \end{pmatrix}$$

を証明した。式(1)に関連した演習問題を学生が解く時間をつくり、この間、机間巡視して質問に答えた。

次に、原点を通り 軸からのなす角 の直線に関して対称な点に移す 1 次変換の表現行列

$$A = \begin{pmatrix} \cos 2q & \sin 2q \\ \sin 2q & -\cos 2q \end{pmatrix}$$

を説明し、回転移動と直線の対称移動の概念問題を出題した。

ConcepTest1 「点の回転移動と対称移動」

右下の図で、点Aを点Bに移動させる1次変換に関して、正しい選択肢を1つ選べ。

1. $y = -x$ に関して対称移動
2. 原点のまわりに 180° 回転移動
3. 原点のまわりに -180° 回転移動
4. 1~3はすべて正しい。
5. 1~3はすべて間違い。

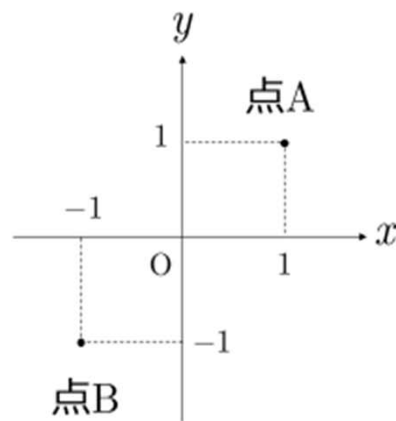


図4 ConcepTest 1

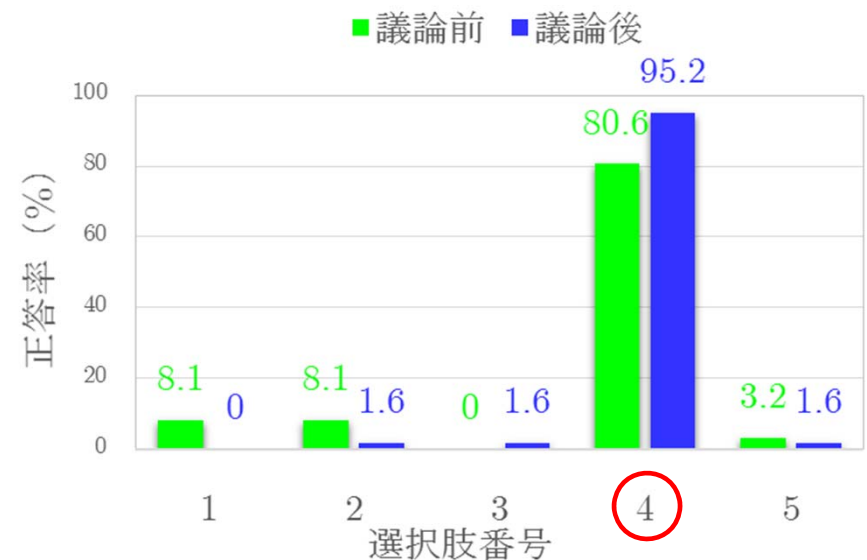


図5 議論前後の回答分布

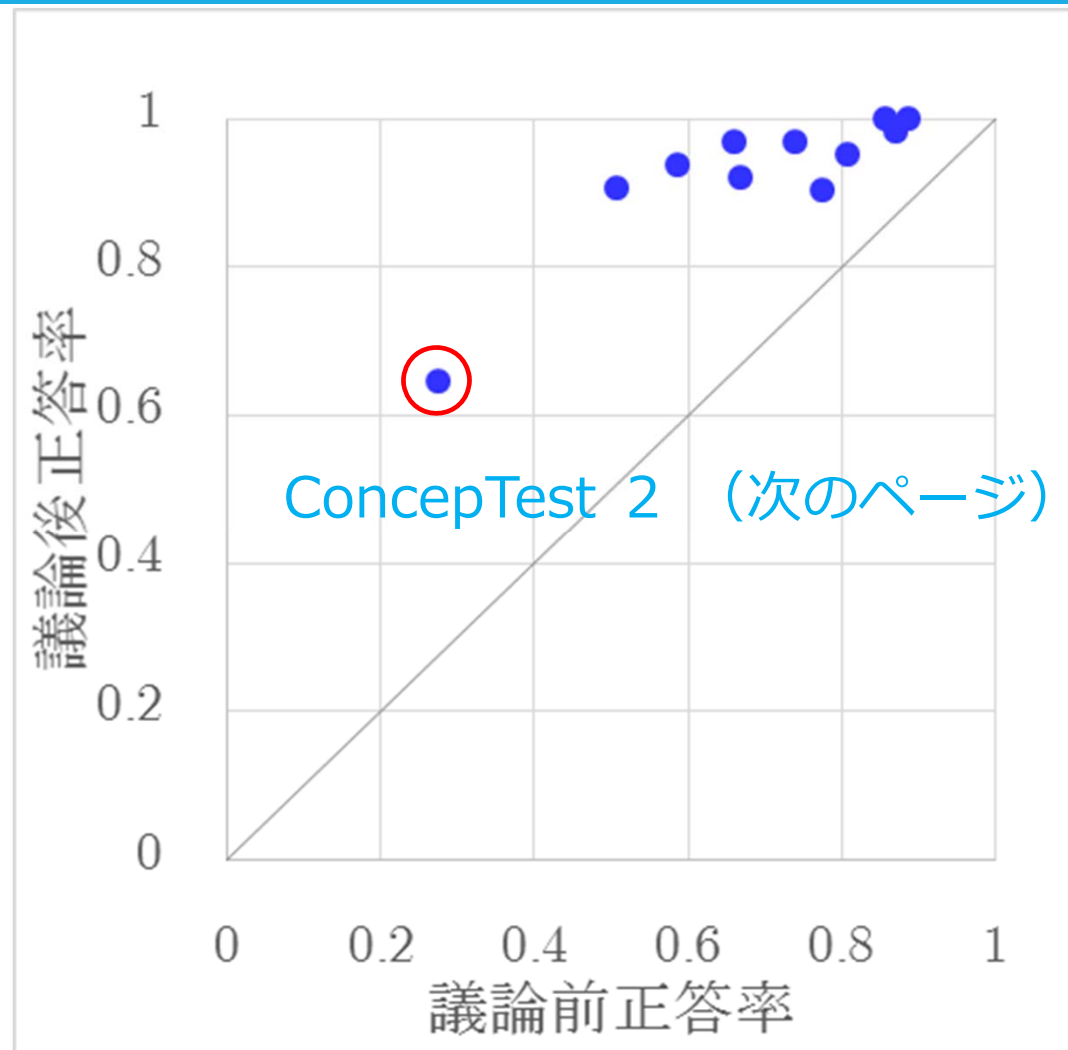


図6 議論前後の正答率の変化（合計11問）

ConcepTest2 「図形の回転移動と対称移動」

図形Aを $y = -x$ に関して対称移動した
図形は次の1~6の中のどの図形か。

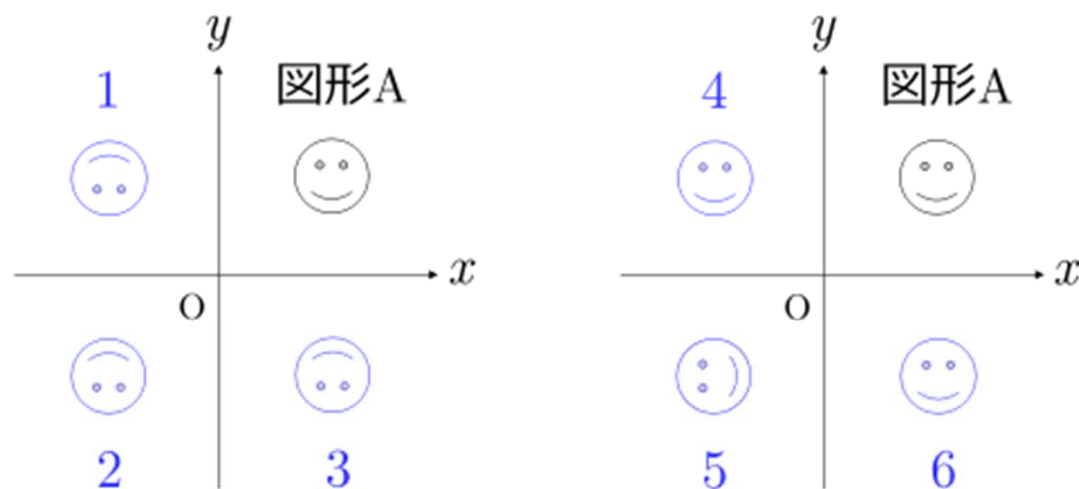


図7 ConcepTest 2

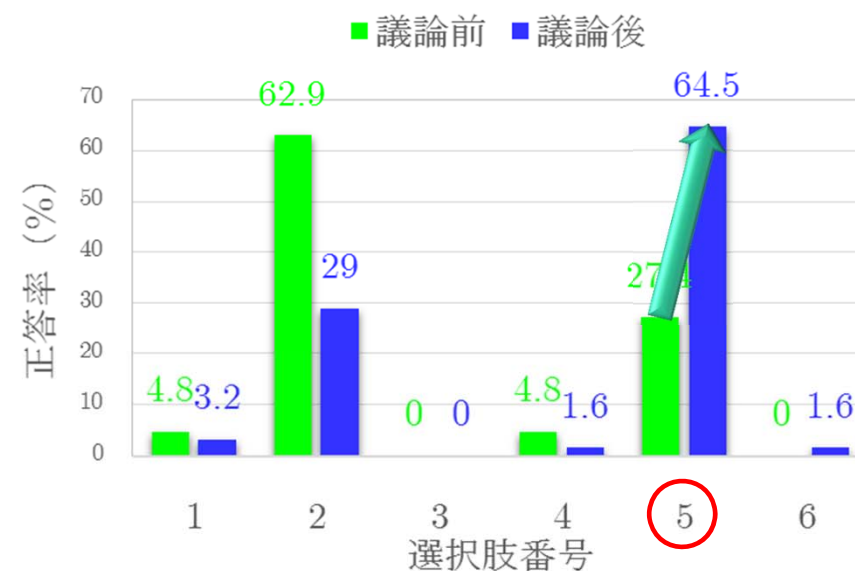


図8 議論前後の回答分布

アンケート結果

「友達と議論して回答することで、概念問題に対する理解は深まりましたか」

深まった ← ☐ 5 ☐ 4 ☐ 3 ☐ 2 ☐ 1 → 深まらなかった

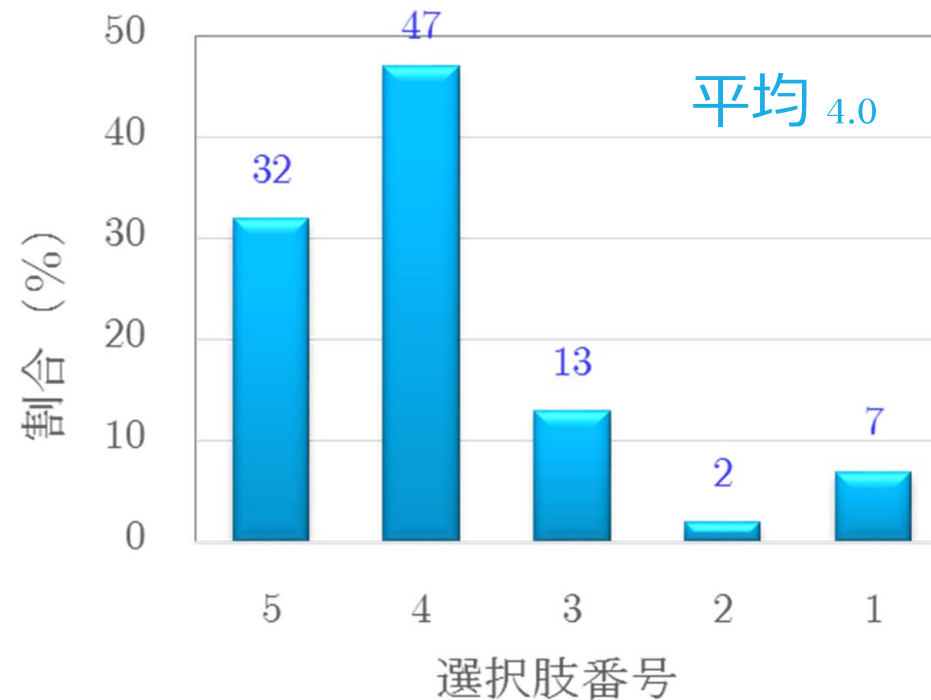


図9 アンケート結果

アンケート結果

「クリッカーを用いた学習では、積極的に議論に参加できましたか」

積極的に議論した ← □ 5 □ 4 □ 3 □ 2 □ 1 → 積極的に議論しなかった

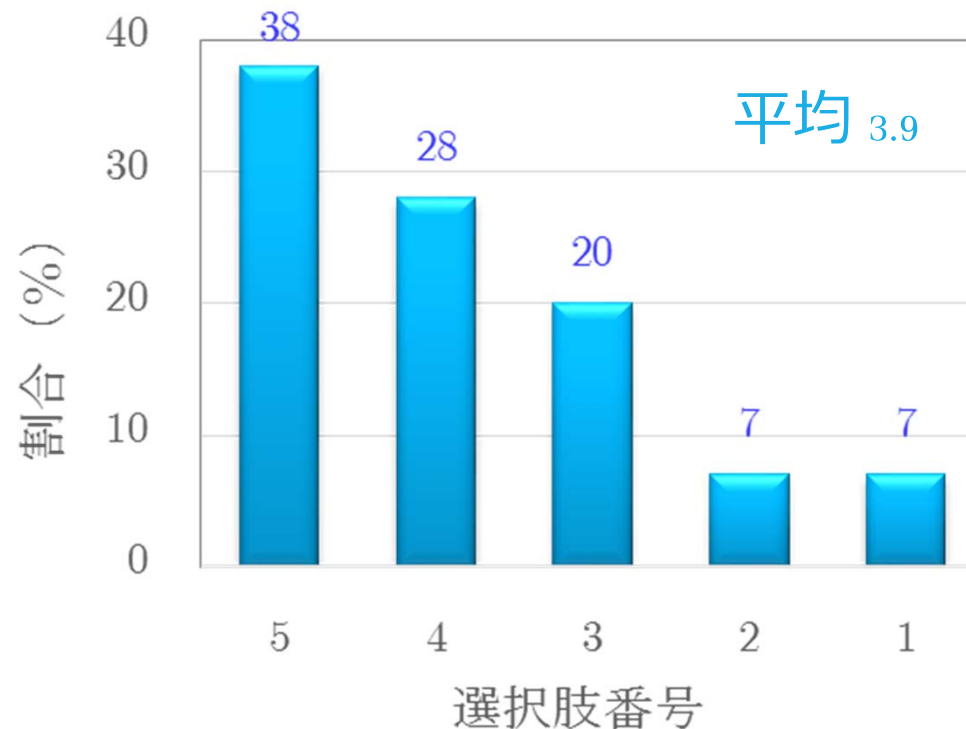


図10 アンケート結果

アンケート結果

「クリッカーを用いた学習は、その他の課題に役立ちましたか」

役立った ← ☐ 5 ☐ 4 ☐ 3 ☐ 2 ☐ 1 → 役立たなかった

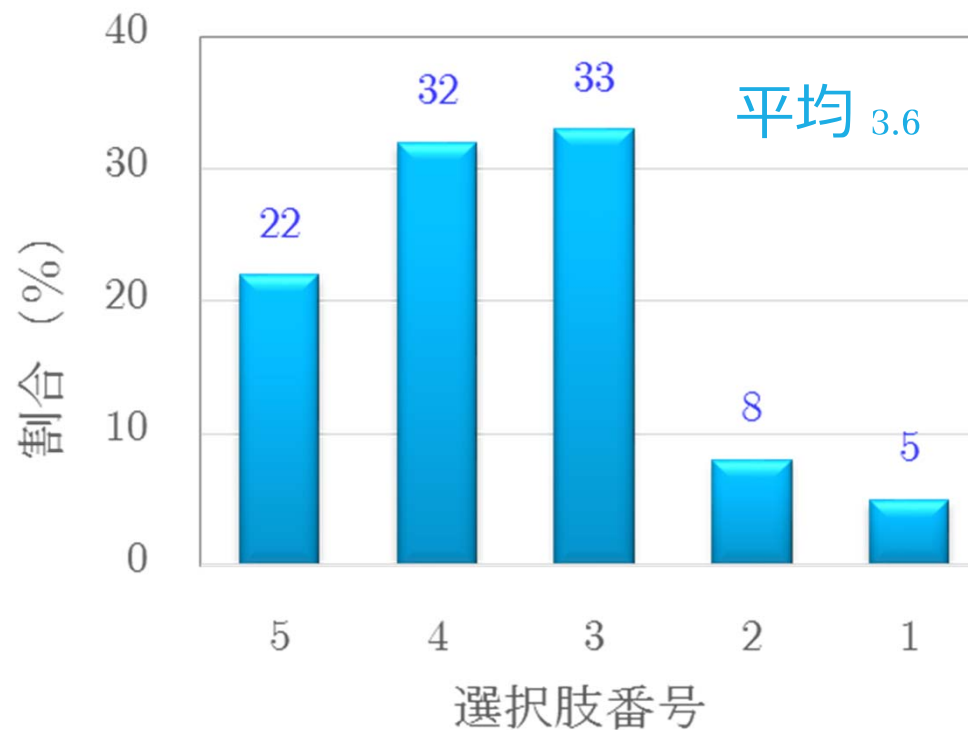


図11 アンケート結果

アンケート結果

「ピア・インストラクション型講義と通常の板書型講義のどちらの授業を受けたいですか」

ピア・インストラクション型講義 ← ☐ 5 ☐ 4 ☐ 3 ☐ 2 ☐ 1 → 板書型講義

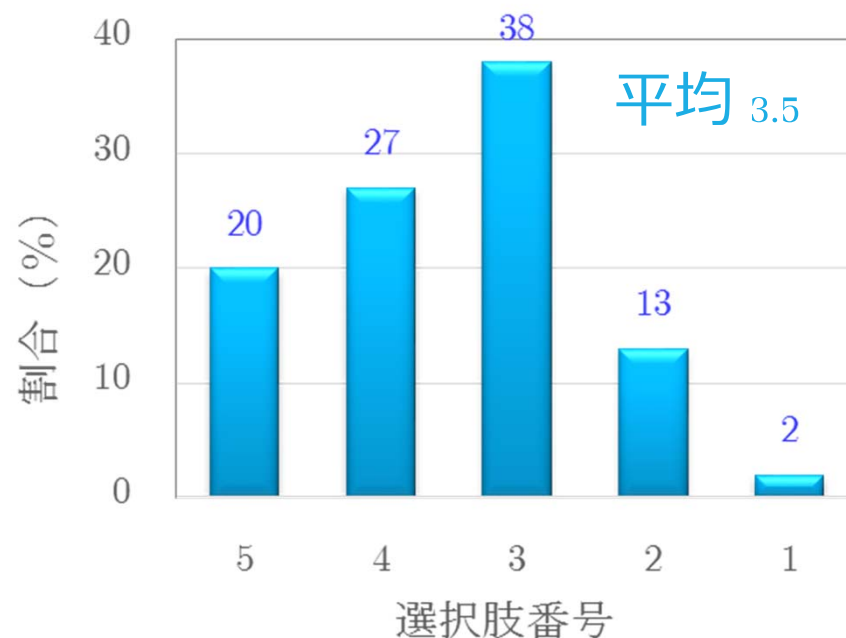


図12 アンケート結果

アンケート結果

「クリッカーを活用したピア・インストラクション型講義において、よかった点を挙げて下さい」

- ・他の人と相談する機会を得ることができ、また、匿名なので、きおくれすることなく、自分の回答を出せる点
- ・意見交換をすることができる点
- ・周りの人と話す機会ができた。
- ・自分の理解度がわかったこと
- ・習ったことがどのような所で役に立つかわかった。
- ・ボタンを押すのが楽しかった。
- ・個人的にねむけがおきないこと。

**ICTのクリッカー
活用のメリット**

アンケート結果

「クリッカーを活用したピア・インストラクション型講義において、改善した方がいい点を挙げて下さい」

- ・ 授業が進むスピードが遅くなる点
- ・ 問題を解くときに、特に紙があれば便利だと思う。
- ・ 選択肢が多い割には、考える時間が少なかった。
- ・ 問題をもう少し難しくした方がいいのでは？
- ・ もっと問題がほしかった。
- ・ もう少し多くやってほしい

さいごに

ICTを活用したアクティブ・ラーニングとして、ピア・インストラクションを導入した線形代数の講義を実践した。

ICTのクリッカーを活用することで、楽しみながら考えるきっかけをつくることができ、学生同士のディスカッションで数学の分野でも、アクティブ・ラーニングの効果がみられた。アンケート結果では、数学の概念問題で理解が深まったと思う学生が多く、積極的に議論を行うことができたと思う学生も多かった。

現状では数学の概念問題は非常に少ないため、次学期に向けて、教員間のFDを通して、数学の概念問題の作成と改善をする。数学の分野で、ピア・インストラクションを導入した講義の実践例は少なく、これから実践例を増やす。

ご清聴有難うございました。