

マシンラーニングによる物理学の概念形成の分析

Analysis of Concept Formation of Physics Based on Machine Learning

金沢工大基礎教育 工藤 知草

Kanazawa Inst. Tech., Tomoshige Kudo

E-mail: kudo@neptune.kanazawa-it.ac.jp

相互作用型授業形式の一つにピア・インストラクション（以下、PI）を導入した授業形式がある。授業中に、選択肢問題の概念問題を出題し、学生同士の3分程度の議論を通じて、概念形成する授業形式になる。概念問題には、素朴概念を含む誤回答が入っているのが特徴で、3分程度の議論が効果的に行われるように工夫されている。学生は、オーディエンス・レスポンス・システム のクリッカーを用いて概念問題に回答し、クラス全体の選択肢問題の回答番号のヒストグラムがスクリーンに表示される。そのため、教員は、学生の理解度を確認しながら、授業を展開することが可能で、双方向型で意見交換が可能で、さらに、大規模教室においても教員1名で実施できる利点がある。これまで、PIを導入した授業を物理と数学の分野で実施してきた [1]。また、統計的仮説検定により、学生同士の議論効果を検証し、学生にとって難しい概念を検証してきた。

近年、人工知能（以下、AI）が急速に発展している。その中で、AIを活用して分析することで新しい知見が得られると考えた。AIのマシンラーニングには、教師あり学習と教師なし学習がある。世界一の囲碁棋士に勝ったAIプログラムは、完全な教師なし学習であり、自分自身で繰り返し対戦して強くなることが可能である。近年、教師なし学習が再注目されてきた。ここで、マシンラーニングの教師なし学習には、クラスタリングや主成分分析などの分析手法がある。

本研究では、概念形成の分析として、PIを導入した物理学の授業における概念問題に対する議論前後のクリッカーの正答率を、マシンラーニングの教師なし学習のクラスタリングと主成分分析で分析した。その結果、学生同士の議論で概念形成が難しかった概念問題は、「水平面上で等速円運動する円板があり、その円板上には、円板と一緒に等速円運動する小物体がある。地上で静止している人から見て、小物体にはどのような力がはたらくか」という問題であった。地上で静止している人から見ると、物体には「向心力のみ」がはたらき、運動方程式をたてることができるが、議論後には、「遠心力と向心力の両方」との回答が増加した。マシンラーニングの教師なし学習として、クラスタリングと主成分分析により分析した結果、「向心力」の概念形成が非常に難しいことが示された。今後、さらに分析を進め、学生の概念形成を支援する学習環境を整える。

本研究の経費は、2020年度科学研究費助成事業（JSPS 科研費 基盤研究（C）：課題番号 20K03162 「AIによるピア・インストラクション型授業の概念形成過程の分析とウェブサイトの開発」）によるものであり、ここに謝意を表します。

[1] T. Kudo, *et al.*, “The Implementation of Peer Instruction in Mathematics and Physics Lectures”, Proceedings of The Asian Conference on Education & International Development, pp.191 – 197, 2018, ISSN: 2189-101X.