九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

Collaborative Problem Solving-based STEM Instructional Design based on Learning Analytics

陳, 莉

https://hdl.handle.net/2324/4772301

出版情報：Kyushu University, 2021, 博士（教育学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：

氏　　名	陳莉
論　文　名	Collaborative Problem Solving-based STEM Instructional Design based on Learning Analytics （ラーニングアナリティクスに基づく協調的問題解決型 STEM 授業のデザイン）
論文調査委員	主　査　　九州大学　　准教授　山田政寛 副　査　　九州大学　　教授　　田上哲 副　査　　九州大学　　准教授　久米弘 副　査　　京都大学　　教授　　緒方広明

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

STEM 授業とは Science、 Technology、Engineering, and Mathematics、それぞれの頭文字を統合した授業の総称である。自然科学領域の教科で学んだ知識や学び方を横断的に統合して社会における科学技術の原理、活用方法を学ぶことや、社会問題になっている事象に対する解決策を模索することを通じて学ぶ授業形態である。特に学習者でグループを編成し、お互いに知識や考え方を持ち寄り、議論を通じて学ぶ協調的問題解決学習(Collaborative Problem Solving: CPS)を行う形態が多い。近年、CPS の手法を取り入れた STEM 授業は国内外で注目されているが、教師の経験値に依存して授業が設計されてきた。本論文は、CPS を取り入れた STEM 授業において、学習方略の利活用意識といった心的なデータのみならず、情報通信技術(Information and Communication Technology: ICT)を活用し、学習行動データを分析するラーニングアナリティクスによって授業の内外におけるデジタル教材上の学習行動データも含めて分析を行い、当該授業のデザインの要点を導き出すことを目的にしたものである。

従来、STEM における CPS の手法を取り入れた授業デザインは、教員の経験値に依存して行われ、効果的な授業デザインが求められているにも関わらず、客観的なデータを含めた研究知見が十分に整理されていなかった。また、授業デザイン研究はインストラクショナルデザイン研究として世界的に認知されており、1980 年代から ADDIE モデル、Dick and Carey モデル、ARCS モデルといったものが主流となっているが、これらのモデルを適用した授業デザインも心的なデータとテストスコアなどの学習成果のみで評価し、そのデザインの有効性を測っているに過ぎず、学習成果が向上に際して、実際にどのような行動が変容したのか、具体的な研究知見としては示されていない。近年、注目されている STEM 授業においては、対面授業におけるディスカッションの観察と学習成果との関係性を分析した Gu ら(2015)の研究や、授業中のオンラインディスカッションの分析結果を踏まえた CPS による STEM 授業のデザイン（Andrews-Todd and Forsyth, 2020）に知見を得るが、予復習を含めた全体的な授業デザイン、予復習の学習行動の影響、学習行動から CPS の意識や学習成果につながる因果関係まで統合的に分析した研究はなく、CPS を取り入れた STEM 学習のデザインにおける要点を導き出すことは困難であった。本論文では上述した課題を踏まえ、ラーニングアナリティクスのアプローチを採用し、学習行動データ、しかも予復習時の学習行動データまで含めて、学習行動からみた CPS における STEM 授業を通じて変化した CPS 意識や学習成果への影響を検討し、その要点を導き出しており、世界的な研究知見の展開に貢献したものと言える。

具体的には、本論文で著者が行った中学校、高等学校における 6 回の CPS を取り入れた STEM

授業実践を、形成的評価を実施しつつ、デザインにおける要点を導き出している。前半の 4 回では、CPS に対する意識、学習動機という心的なデータとテストによる学習成果データ、授業中における学習行動データとの関係について分析した。その結果、CPS に際して参加度の向上に関わる「参与」意識、「視点を変える」、メンバー相互に作業分担や内容を調整する意識である「社会的調整」については内的因果律、知的好奇心、楽しさと関わっていること、特に「社会的調整」については、分からない点に引いていたマーカーを削除する学習行動が関係していることが示された。マーカーの活用は認知的学習方略、特に精緻化方略と言われ、初等中等教育において多くの生徒に活用される学習行動である。本論文では、具体的にマーカーの削除行動自体が CPS の意識に影響していることが示され、4 回の実践を踏まえて、仮説的に CPS を取り入れた STEM 授業デザイン要素として、マーカーの活用を高めるべきであることが示されたことは大きな知見であると言える。

さらに、より STEM 授業に沿ったデザインについて検討している。CPS に加え、STEM 学習方略という、知識統合的な学習行動に求められる意識について学習者自身がどのように認識しているか計測する心的評価軸と学習行動との関係性を、授業の予復習データと突き合わせながら研究が行われた。その結果、マーカーの活用は「知識構築」「社会的調整」の意識向上と関係があることの他、その「社会的調整」がネガティブに STEM 学習方略と関係性があることが示され、個人の活動と集団の活動とは様相が違うことが示された。主要な要素となり得る「社会的調整」について焦点化し、談話分析を行った結果、各人の責任所在を明確化する必要性が導き出され、実際の学習行動、STEM 学習方略との関係性が具体的に明確化されたことは本研究における STEM 授業研究に対する大きな貢献と言える。

最後に中国の中学校において、1 か月にわたり、CPS を取り入れた STEM 授業の実践を行い、STEM 学習方略、CPS 意識、学習行動と学習成果について因果関係の分析を行った。その結果、STEM 学習方略は CPS の意識喚起に影響し、学習成果の向上へ寄与することが示された。学習行動の観点ではこれまでの実践研究で示されたマーカーの削除だけではなく、次に進むため、ページをめくる活動やブックマークの追加が直接的に学習成果に結びつくことが示された。しかし、一方で、談話分析による CPS の意識要素と学習成果との関係性分析を行ったところ、「社会的調整」と「参与」や「視点を変えること」の意識は別カテゴリーとなり「社会的調整」がグループ内の作業分担や知識構築に影響を与えることが示された。定量的な分析だけではなく、学習行動データ、談話分析などの質的分析と統合することで、学習の様相や授業デザインの要点を導き出せたことは国内外における教育工学研究に対する最大の貢献である。最後に STEM の各要素と CPS の要素をマッピングし、授業デザイン上のインフラにあたるものとして技術（Technology）を位置づけ、科学的原理と実際の事象（Science）によって問題提起を行い、問題解決の手法として Mathematics や Engineering を位置づけた。授業デザインにおいても、STEM 型授業デザインの冒頭に提示される問題の定義については、個人学習行動におけるリハーサル方略や参考文書の「参照」と行った方略利用を支援し、また、グループワーク内活動においてはマーカーを活用することで授業後のまとめに結びつけるといった示唆を得た。

以上より、本論文はこれまで CPS を取り入れた STEM 授業における課題を解決する方法を検討するにあたり、ラーニングアナリティクスを採用するとした陳莉氏の意識、研究活動とその成果、その貢献度を総合的に指し示したものであり、本学における博士（教育学）の学位に値するものと認める。