

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：32643

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K12114

研究課題名（和文）効果的なリフレクションのための支援手法と機械学習による学習モデルの構築

研究課題名（英文）Supporting Methodology for Effective Reflection and Building a Learning Model with Machine Learning

研究代表者

宮崎 誠（Miyazaki, Makoto）

帝京大学・理工学部・助教

研究者番号：60613065

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：リフレクションに関する国内外の先行研究から，ブルームの目標分類学によるリフレクションモデル(Remembering, Understanding, Applying, Analyzing, Evaluating, Creating)と4Rsモデル(Reporting & Responding, Relating, Reasoning, Reconstructing)を用いて，質の高いリフレクションの観点を整理した．それぞれの観点についてリフレクションの深化を促す学生への短い問いかけ（プロンプト）を作成，さまざまなLMSから利用可能なLTIツールとしてリフレクション支援ツールを開発した．

研究成果の学術的意義や社会的意義

ブルームの目標分類学によるリフレクションモデル(Remembering, Understanding, Applying, Analyzing, Evaluating, Creating)と4Rsモデル(Reporting & Responding, Relating, Reasoning, Reconstructing)を用いて，質の高いリフレクションの観点を整理したことで，質の高いリフレクションと低いリフレクションを明確に説明することが可能となった．これによりリフレクション支援ツールとしてプロンプトの実装が可能となった．観点に基づくリフレクション能力の養成やフィードバックに有用である．

研究成果の概要（英文）：Based on previous domestic and international research on reflection, we summarized the perspectives of quality reflection using Bloom's goal taxonomy reflection model (Remembering, Understanding, Applying, Analyzing, Evaluating, Creating) and the 4Rs model (Reporting & Responding, Relating, Reasoning, Reconstructing). The perspectives of high quality reflection were organized using the 4Rs model (Reporting & Responding, Relating, Reasoning, and Reconstructing). For each perspective, we created short questions (prompts) for students to deepen their reflection, and developed a reflection support tool as an LTI tool that can be used from various LMSs.

研究分野：教育工学

キーワード：プロンプト 学習モデル 省察 リフレクション LTI Back Translation 逆翻訳 データ拡張

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

大学教育の質的転換とは、大学教育の行動主義や認知主義などの従来の学習理論（教師から学生に知識を伝達し、学生がそれを獲得する教師中心の学習）から新しい学習理論である構成主義、社会的構成主義（個人または社会的な営みの中で知識を構成する学習者中心の学習）への転換と  
言い換えることができる。この新しい学習観に基づく学生の主体的な学習においては、eポート  
フォリオやルーブリック等の活用が有効な学習方略の一つになり得る(森本 2008, Lorna M.  
Earl 2013)。eポートフォリオによる学習には形成的な側面と総括的な側面があるがその学習の  
本質は、リフレクションである (Barrett 2009)。近年は、新しい学習観のもと、eポートフォリ  
オシステムを導入する大学等が増えている。しかしながら、導入が進みつつもまだ十分に活用で  
きていないのが現状である(大学 ICT 推進協議会 2016)。

研究代表者は、これまでの採択研究課題(26730177, 17K12805)を通じ、情報基礎科目や看護  
教育においてeポートフォリオとルーブリックによる学習の実践を行ってきた(例えば、宮崎ら  
2019, 山崎ら 2019)。しかし、授業や実習などにおいて学生にリフレクションを指示し、その採  
点とフィードバックをする一連のプロセスには、現在、以下のような課題がある。

### 課題 1. 学生への指示が困難

リフレクションによって学びを深めるためには、学習経験を時間や知識、目標など様々な軸で考  
察を重ねる必要があり、一度にインストラクション(指示)を与えることが極めて難しい。裏を返  
せば、どのようにリフレクションを行うかを学生個々人に委ねられてしまっている。

### 課題 2. LMS 等による自動採点困難

LMS の記述式の小テストのように単語やフレーズのパターンマッチング、計算問題の正解と違  
い、リフレクションの採点においては、一意に答えが決まらず、文意を解した採点が必要なため、  
LMS にて自動で採点することができない。そのため、学生に即時にフィードバックすることも  
不可能である。

### 課題 3. 採点、フィードバックの負荷が大きい

学生毎にリフレクションの考察が様々におよぶため、採点において質の高いリフレクションの  
評価観点を明確にすることが難しく、採点の曖昧さを回避することが難しい。また、フィードバ  
ックには学生のリフレクションの質を高める観点の問いかけであることが期待されるが、学生  
毎にフィードバックを与える負荷が大きい。

授業や実習などにおいて学生にリフレクションを指示し、その採点とフィードバックをする  
一連のプロセスについて、学生が効果的に学習を深められる学習活動を実現するためには、これら  
の課題を解決する必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、リフレクションの指導に不慣れな教員に対して、リフレクションの自動採点、  
即時フィードバックを行う AI を実装した LTI ツールにより、リフレクションを足場掛けし、深  
い学びを促すことで、学生の主体的な学びと大学教育の質的転換を加速することである。

先に挙げた課題を解決すべく、次のような「問い」を立てた。

RQ1. 学生が効果的に学習を深めるためのリフレクションの指示の方法とはどうあるべきか

RQ2. リフレクションの質を量的にかつ自動で評価し、即時フィードバックすることが可能か

eポートフォリオによる学習を指導する教員が抱える「(課題 1)質の高い効果的なリフレクシ  
ョンを指示するのが難しい」という状況を、(課題 1 解決策)質の高いリフレクションの評価観  
点を抽出し、評価観点に則って、次第に深いリフレクションへの思考を意図した指示プロンプトを  
作成し、(課題 2 解決策)自動採点および即時フィードバックを、(課題 3 解決策)教員の代わりに  
AI が行うことによって解決する。

## 3. 研究の方法

本研究では、リフレクションの評価観点を策定し、まずはリフレクションについて部分的に  
自動採点可能なリフレクション LTI ツールのプロトタイプを開発する。その後、AI の学習に用  
いる教師データの精査と追加および学習パラメータのチューニングを行うことで精度の高い学  
習モデルを作成する。

課題と計画の対応を以下に示す。また、本研究課題で開発するシステム構成を図 1 に示す。

- (a) リフレクションの評価観点の策定（関連課題 1, 2）
- (b) AI によるリフレクション自動採点機能の実装（関連課題 2, 3）
- (c) AI によるリフレクション自動採点機能の検証と精度改善（関連課題 2, 3）

(a) リフレクションの評価観点の策定とリフレクション LTI ツールプロトタイプの開発

国内外の先行研究および先進的な事例を調査し、質の高いリフレクションの条件を抽出する。次に研究メンバーらのすでに得られている学生のリフレクションに関して、質の高いリフレクションの条件にて検証し、質の高さの評価観点としてまとめる。そして、評価観点に則って、次第に深いリフレクションへの思考を意図した指示となるプロンプトを作成する。作成したプロンプトを提示するリフレクション LTI ツールを開発する（図 1）。指定文字数に満たない等の低評価のみ即時に自動採点し、フィードバックを提示する。採点結果は、LTI の Outcomes にて LMS に記録する。

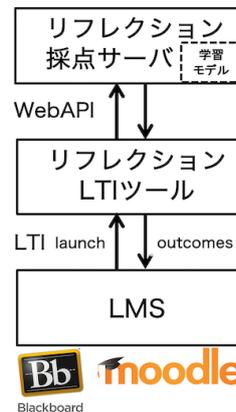


図 1 システム構成

(b) AI によるリフレクション自動採点機能の実装

すでに得られている学生のリフレクションに関して、評価観点に則って人手で採点を行う。採点済みのリフレクションを教師データとして採用する。データが少ない場合は、人手やツールを使い、生成する。Doc2Vec にて機械学習し、リフレクション学習モデルを作成する。リフレクション LTI ツールに即時に採点とフィードバックを行う Doc2Vec（リフレクション学習モデル学習済み）によるリフレクション自動採点機能を実装する（図 2）。



図 2 画像認識と文章採点

(c) AI によるリフレクション自動採点機能の検証と精度改善

AI による採点の精度向上のために人手やツールを使って学習データを生成する。また、Doc2Vec の学習パラメータをチューニングし、より精度の高い学習モデルを作成する。

#### 4. 研究成果

(a) のリフレクションの評価観点の策定については、リフレクションに関する事例等の情報収集を行ない、国内外の先行研究および先進的な事例を調査した。ブルームの目標分類学（タキソノミー： Taxonomy）のアプローチに着目したリフレクションの分類学（Remembering, Understanding, Applying, Analyzing, Evaluating, Creating の分類による深化に応じたリフレクション）と 4Rs モデルによるリフレクション段階（Reporting & Responding, Relating, Reasoning, Reconstructing の 4 段階）に応じたプロンプトを用いて、質の高いリフレクションの要素としての観点を整理した。ブルームの改訂タキソノミーによる評価観点とプロンプトを表 1 に示す。

リフレクションの分類学を元に整理した観点について、すでに得られている学生のリフレクションに対し、整理した観点が含まれているか検証し、評価した。その結果、ほとんどの観点は質の高さの観点として利用可能であることを確認した。また、学生のリフレクションにほとんど含まれていなかった観点が一部存在したことから、これらについては、学習活動の見直しや学生へのリフレクションの指示に工夫が必要であることが示唆された。質の高いリフレクションの要素としての観点を整理と評価については、15th International Technology, Education and Development

表 1 ブルームの改訂タキソノミーによる評価観点とプロンプト

分類の該当層	プロンプト
記憶	あなたは何に取り組みましたか
理解	あなたがしたことのうち何が重要でしたか
理解	あなたは自分の目標を達成できましたか
応用	あなたが学習において習得したことは、どの時に習得しましたか
応用	あなたが学習において習得したことは、次はどこで使えますか
分析	あなたが取り組んだことの構成要素やパターン、その関係性は何ですか
評価	あなたが取り組んだことは、どの程度うまくいったと思いますか（何か基準をもとに記述する）
評価	あなたが取り組んだことの中で何がうまくいったと思いますか（何か基準をもとに記述する）
評価	あなたが取り組んだことの中で何を改善する必要がありますか（何か基準をもとに記述する）
創造	あなたの取り組んだことを応用して、自分なりに取り組んでみようと思うことはなんですか



図 3 IBM Watson Assistant による  
チャットボット



図 4 LMS における技術標準の解説

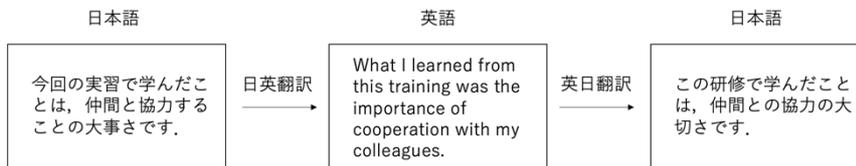


図 5 Back Translation(逆翻訳)によるデータ拡張

Conference (INTED2021)にて発表した。また、リフレクション LTI ツールに実装するためにリフレクションの分類学を元にリフレクションの深化を支援するプロンプト群を作成し、プロトタイプツールを開発した。まずは、クラウドサービスとして AI チャットボットが構築可能な IBM Watson Assistant にてプロンプトにて授業の振り返りを行う、プロトタイプシステムを構築した(図 3)。また、チャットボットの UI を参考に LTI ツールとしてリフレクションツールのプロトタイプを開発した。LMS から外部システムと連携した LTI ツールの開発にあたっての知見は、海文堂出版より「はじめての Canvas LMS: 世界標準オンライン学習システムの使い方」として書籍で技術標準に関する解説を行った(図 4)。

(b)の AI によるリフレクション自動採点機能の実装については、(a)にて開発したプロトタイプへの AI 実装を行った。評価観点に則って、次第に深いリフレクションへの思考を意図した指示プロンプトを作成することは完了し、この機能により学生が効果的に学習を深められる学習活動を支援できることが期待できる。

AI の実装では、プロンプトに対する学生のリフレクションに対して、プロンプトの意図する評価の観点で自動採点および即時フィードバックを教員の代わりに AI が行うことを目指した。しかしながら、学習データとして使用する教師データのリフレクションの文章、採点結果等は、科研のメンバーの教育実践で得られているものだけでは、精度のよい学習モデルを作成するには数が少なく、より多くの学習データが必要であることが判明した。そこで、DeepL API を使い日英翻訳と英日翻訳による Back Translation(逆翻訳)の手法によるデータ拡張を行うなど学習モデルの改善に取り組んでいるが、現状まだリフレクションの支援ツールとして教育のなかで活用はできていない。Translation(逆翻訳)によるデータ拡張の例を図 5 に示す。

今回、学習モデルの作成では、研究開始当初の計画にあげた Doc2Vec を採用したが、現状の教師データにて、より高い精度が得られるか、BERT(Bidirectional Encoder Representations from Transformers)などの他の手法も検討したい。本研究のこれまでの成果によって学習データの課題も明らかとなった。現在、新たな学内の競争的研究資金の獲得も決まっており、研究期間終了後も本研究を継続できる予定である。

リフレクションの自動採点可能な学習モデルの完成には至らなかったものの、質の高いリフレクションの要素としての観点を整理し、ブルームの目標分類学(タキソノミー: Taxonomy)のアプローチに着目したリフレクションの分類学(Remembering, Understanding, Applying,

Analyzing, Evaluating, Creating の分類による深化に応じたリフレクション)と 4Rs モデルによるリフレクション段階(Reporting & Responding, Relating, Reasoning, Reconstructing の 4 段階)に応じたプロンプトが得られたことは、本研究の成果である。プロンプトを用いることで、例えば LMS の課題やレポート、ワークシートなどで学生にリフレクションを指示する際にもリフレクションの足場掛けとして導入することが可能である。

自然言語処理に関する AI では、近年社会でも注目を集めている OpenAI 社の ChatGPT のような LLM(大規模言語モデル)が様々なタスクを実行できる可能性も高い。自然言語処理においても生成 AI により日々急速に社会実装が進んでいる。オープンソースの LLM も日本を含め、各国から発表されており、AI に関する最新の動向を伺いつつ、リフレクションの支援やフィードバックに LLM を応用することも検討が必要である。

今後実施する学内の競争的研究資金による他学部の教員との共同研究では、教育実践から得られる学習データによる学習モデル構築と並行して LLM の導入によるさらなる精度の向上に向けた研究を行う。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kubota Shin-Ichiro, Miyazaki Makoto, Matsuba Ryuichi	4. 巻 15
2. 論文標題 CONSIDERATION FOR ASSESSMENTS AND FEEDBACK OF REFLECTIONS BASED ON THE TAXONOMY OF REFLECTION IN A CONTEXT OF E-PORTFOLIO LEARNING	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 INTED2021 Proceedings	6. 最初と最後の頁 5658-5662
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21125/inted.2021.1141	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件／うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Ryuichi Matsuba, Yusei Suzuki, Akiko Kai, Shin-Ichiro Kubota, Yuriko Ishida, Makoto Miyazaki
2. 発表標題 A DESIGN OF ONLINE LEARNING MATERIALS FOR DEVELOPMENT OF LEARNER AUTONOMY
3. 学会等名 International Conference on Education and New Developments(END2023)（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shin-Ichiro Kubota, Makoto Miyazaki, Ryuichi Matsuba
2. 発表標題 Consideration for Assessments and Feedback of Reflections Based on the Taxonomy of Reflection in a Context of E-Portfolio Learning
3. 学会等名 13th annual International Conference of Education, Research and Innovation (iCERi2020)（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮崎 誠, 井上 仁, 北川 周子
2. 発表標題 続・Mahara利用促進のためのLINEとの連携
3. 学会等名 第11回Maharaオープンフォーラム2020 (MOF2020)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 石川有紀、宮崎誠	4. 発行年 2021年
2. 出版社 海文堂出版	5. 総ページ数 192
3. 書名 はじめてのCanvas LMS	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	松葉 龍一  (Matsuba Ryuichi)  (40336227)	東京工科大学・先進教育支援センター・教授   (32692)	
研究 分担者	久保田 真一郎  (Kubota Shin-ichiro)  (80381143)	熊本大学・総合情報統括センター・准教授   (17401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------