

平成 30 年 6 月 17 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26350313

研究課題名(和文) 教授活動ゲームを用いた実践研究方法論の確立と普及策としてのeポートフォリオ開発

研究課題名(英文) Proposal of Practical Research Method by IAG System and Development of E-portfolio System for Supporting its Use

研究代表者

松田 稔樹 (Matsuda, Toshiki)

東京工業大学・リベラルアーツ研究教育院・准教授

研究者番号：60173845

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、教育工学的な教育実践研究の方法を定式化し、それを大学院生や現職教員に指導するためのeポートフォリオ・システムとして具現化することを目的とした。その前提として、「問題解決の縦系・横系モデル」を提案し、モデルに即した活動を促すようにeポートフォリオ・システムの機能を設計した。eポートフォリオ・システムは、知識習得のためのテスト機能やeラーニング教材閲覧機能、文献研究活動を支援する機能、ゲーミング教材の体験をする機能、文献研究の成果からキーワードを検出して整理させる機能、ゲーミング教材を設計・開発する機能、ゼミ資料や論文の素材を登録する機能などから成る。

研究成果の概要(英文)：I developed an e-portfolio system based on my "Warp and Woof Model" in order to cultivate problem-solving ability through practical educational research activities. First, in order to support all necessary activities in the model, I consider the relationship between each activity in the model and real activity in the coursework and laboratory work, such as literature review activities, development of gaming instructional materials, seminars in the laboratory, and experimental lessons. Second, I designed a series of courses that offers domain specific knowledge in the model and e-learning materials that help students to learn and self-assess their acquisition. Third, I designed methods for collecting information from students and for evaluating information to provide feedback as well as sharing information in the laboratory to improve their activities.

研究分野：教育工学

キーワード：研究方法論 教育実践研究 eポートフォリオ 教授活動ゲーム ゲーミングシミュレーション 縦系
・横系モデル 文献研究 問題解決力

1. 研究開始当初の背景

(1) 本研究代表者は、博士論文研究以来、教育工学研究やその指導のあり方を継続的に考察し、学会で討議してきた。そして、工学研究は（心理学や社会科学を含む）理学の成果に基づく必要がある一方で、単に理学研究を応用する「応用 学」でも不十分だと考えた。また、工学は実践に役立つべきだが、教材やツールなどの直接的成果物ではなく、それらを生み出すモデルや手法、さらには、それらが引き起こす問題点などを予測・検知し、事前に対策を施すメカニズムを内包した方法論を提供すべきだと考えるに至った。

(2) 以上の考えに至った理由は、具体的研究内容とも関係する。博士論文研究では、コンピュータシミュレーション可能な教授活動モデルを構成した。これは、それまでの授業設計、教師教育に関わる教育工学的知見を認知科学の情報処理アプローチと結びつけたものである。次は、そのモデルを基盤に、授業研究や教師教育のための授業設計訓練システムや教授活動ゲームの開発研究を行った。その過程で、指導案記述に必要なカテゴリーシステムの構成や、教師の授業力評価方法の研究を行い、さらに評価の精度とフィードバック効果を高めるために、学習者モデルの構成へと展開させた。同時に、指導法の効果を教材の設計レベルで検証するために、効果検証すべき設計ルールや評価観点を教材設計フレームワークとしてまとめてきた。

(3) 本研究は、学校教育やその教員養成・研修に資する教育工学研究のあり方を探求するが、この領域の研究では、以下の点が重要だと考えた。第一に、授業を設計・実施・改善する権利と責任は教師にある。どんなシステムや教材を開発しても、教師の納得が得られないものは、実践的には役立たない。教師は保守的であるから、新しいシステムや方法は必ずしも歓迎されないし、予算や人をかけた研究成果は、特殊事例として懐疑的に見られる。よって、教師を説得するには、単なる事例研究でなく、理論的背景を基盤としつつ、明確な効果を示す必要がある。第二に、米国等と比べた日本の教師教育の特徴として、実践が重視される一方で教育学が軽視されているため、教師は感覚的理解に頼りがちで、言葉による説明を十分に理解できない。そこで、教師の理解を助ける手段として、理論と経験をつなぐシミュレーション&ゲーミング手法の活用が重要になると考えた。

(4) 一方、近年の教師教育では、指導力向上を図る手段として、ティーチングポートフォリオやレッスンスタディ、アクションリサーチなどが重視され、観察や体験と言語表現とを結びつける作業が重視されている。つまり、教師教育の視点からも、上の第一の視点（理論的理解）が重要であり、それを支援するに

は、第二の視点（シミュレーション&ゲーミング手法の活用）の活用が有効と考えられる。本研究は、これら実践研究と教師教育の同時展開、および、第一と第二の視点の融合とを同時に目指すものである。

(5) このように、本研究は、これまでの研究成果を総括するもので、教授活動ゲームの機能拡張や教材開発、それらの実践評価なども行う。しかし、それらだけで本研究が目指す研究方法論の確立につながるかと言えば、疑問が残るだろう。それが方法論である以上、他の研究者にも広まる仕組みが必要であるし、各研究者の独自性（仮説設定や解釈の自由度）が許容される仕組みも必要である。そこで、本研究では、研究代表者が取り組んできた修論指導や教師の問題解決力育成のためのe-ポートフォリオ・システムの拡張・応用に着目した。

2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、研究代表者が行ってきた過去の研究を集大成しながら、教育工学研究の方法論を定式化し、それを教師や実践研究者養成に結びつけるe-ポートフォリオ・システムの開発に結びつけることである。本研究が提案する手法は、筆者の研究グループが開発してきた各教科向けのゲーミング教材に共通する開発フレームワークを活用したものである。ただし、工学は応用科学であり、提案する研究方法論では、開発フレームワークと学習科学・認知科学の成果とを関連づけ、学習者モデルとして定式化する。また、本研究の特徴は、単に教育実践研究を支援するだけでなく、教育実践研究を行う教師等の問題解決力の向上も目的に含んでいる点である。

(2) 上述の目的をより具体化すると、本研究の具体的目的は、以下の2つに集約される。

教材設計のフレームワークでもあり、育成すべき資質・能力の学習者モデルにもなる問題解決力のモデルを確立する。また、モデルに基づく教材開発を支援するために、教材のオーサリング方法を確立し、再利用可能な教材テンプレートを開発する。

実践研究に必要な知識の獲得や研究方法の習得を支援するe-ポートフォリオ・システムを開発する。当該システムには、生徒モデルの理解を支援するための教材や、文献研究を支援する機能、研究方法論（授業設計や教育評価の手法など）の学習を支援する機能、研究の発想を支援する機能なども含む。

3. 研究の方法

(1) 本研究は、大学院の授業や研究室の修士論文指導等において、実際に学生に教育実践研究を行わせ、それを研究代表者が支援する活動を行いながら、モデルの確立や研究方法

論・教材開発方法の確立、e-ポートフォリオの開発を行うという形で進める。これらは全て一体のものであり、実際に研究指導で役立つモデルや方法論でなければ、汎用的に指導に役立つものにはならない。もちろん、それをe-ポートフォリオ化するには、指導方法を明示的に記述することが必要であり、そのためにはe-ポートフォリオの実装をしながら、それを口頭での指導や作業課題等にして、効果を検証しながら進めることが必要である。

(2) (1)で述べた学習者モデルは、教材で学習する生徒のモデルでもあるが、汎用的な問題解決力のモデルであるから、教師の問題解決力のモデルにもなる。つまり、教育実践研究を行うことが授業設計・改善能力の本質であると考えられる。モデルの要素である、問題解決の手順や見方・考え方は、教科を超えて汎用的に活用できる。教師自身がこれを修得し、活用することで、生徒に教えることの意義も認識できる。教師にとっての領域固有知識は授業設計に関わる知識と、生徒も修得すべき教科の知識である。なお、生徒が修得すべき教科の知識も、全てが教科固有なものではなく、教科を超えて汎用的な知識があると考えられる。

(3) 研究が計画通り進まない原因は、問題分析が不十分だからである。本研究では、目的ととの関係を見誤ることが最大の失敗の原因になりうる。極論すれば、の研究に終わりはない。学習者モデルも教材設計原理も、継続的な研究が必要である。それ故、そのような研究を継続的、発展的に実施する方法論の確立が重要になる。本研究はを最終成果と考えており、は、その資料収集的位置づけにある。

(4) 本研究が提案する研究方法論の重要なポイントは、教育実践研究におけるデータ収集の考え方である。教育工学研究の評価規準には、新規性、有効性、信頼性、了解性があり、このうち有効性、信頼性を担保するのは、評価であり、そのためのデータ収集である。これが教育実践を教育実践研究に引き上げる鍵であり、そのための手段としての研究では、教授活動ゲームを用いたログ収集・分析機能を提供する。また、了解性の高い研究をするには、分析の観点が重要であり、それを支えるのがモデルや教材設計フレームワークである。本研究は、このような従来の研究をメタ的に扱い、研究方法論の確立と継承を目指す。よって、の進展がむしろ副次的な成果であり、のe-ポートフォリオの開発を優先すべきである。

(5) 目的が従来の研究を発展させるものであり、そこから抽出される研究方法論（あるいは研究に必要な領域固有知識等）を伝達・教育可能な形にまとめるのが、研究目的

である。よって、通常ならば、研究目的を先に進め、それに基づいてを行うという方法を考えがちである。しかし、本研究ではを優先し、それを研究室の指導学生に活用させながら、の研究を進めるという方法を取り、の研究の精緻化と効果検証も同時に行う。

(6) これは、本研究そのものを本研究で提案する方法で実施することに他ならない。このことにより、本研究よりさらにメタな方法論を検討する必要が無いことが示せる。提案する方法の要は、評価に必要な信頼性・妥当性の高いデータを収集することである。これまでの研究では、教授活動ゲームによるログ収集を重視してきたが、本研究では、その役割をのe-portfolioシステムが担う。これで収集したの研究における学生の失敗は、評価・助言機能に活用できる。

4. 研究成果

(1) 既に述べた通り、本研究では、目的がより重要であり、目的は副次的な位置づけにあるが、目的をどれだけ広く行いながら、目的に集約したかは、e-ポートフォリオの有用性や適用範囲に関わる。また、e-ポートフォリオの研究的な基盤は、学習者モデルであるから、その学習者モデルがどの程度広い範囲に適用可能な汎用的なものであるかも重要である。よって、成果としては、モデル構築に関する成果を第一に述べ、その後、そのモデルをどのような範囲の教材開発・教育実践研究に適用したかを説明する。最後に、e-ポートフォリオの開発状況について述べる。

(2) 研究成果として開発した学習者モデルは、「問題解決の縦系・横系モデル」と呼ぶものである。縦系・横系モデルの骨格部分を示したものが、図1である。

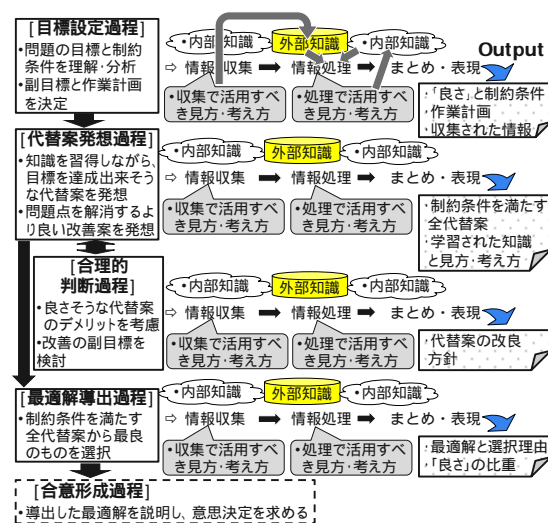


図1 問題解決の縦系・横系モデルの概略
 矩形で示された「目標設定過程」代替案発想

過程 合理的判断過程 最適解導出過程 [合意形成過程]」という縦系の各過程では、右端のメモ図形内に示した Output を出すために、「情報の収集 情報の処理 まとめ・表現」という横系の活動を行う。つまり、縦系・横系は、問題解決の手順（方略）に関する知識を表す。この枠組みは、平林・松田(2012)が情報科向けのゲーミング教材開発で提案した問題解決の手順と、数学科、理科、情報科、技術・家庭科、総合的な学習の時間の学習指導要領解説や教科書に示されていた問題解決の手順を統合する形で提案された(学会発表)。

(3) 問題解決を効果的に行うには、手続きをふむだけでなく、領域固有知識を活用しながら思考力・判断力を働かせる必要がある。この考え方は、「汎用的方略、メタ認知、領域固有知識が人間の知能と熟達した活動の全要素である」と述べた Bruer(1993)の学習科学の成果と類似している。縦系・横系の手順を多くの教科に共通する枠組みとして整理したのは、方略としての汎用性を高めるためである。一方、縦系・横系モデルでは、思考力・判断力を支える要素として、メタ認知の代わりに吹き出しで示した見方・考え方を位置づけている。また、領域固有知識は、覚えるべき内部知識と必要に応じて参照すればよい外部知識とに明示的に分けている。外部知識の存在を明確にすることで、横系の活動の必要性が明確になるからである。

(4) Bruer が挙げたメタ認知は、メタ認知知識とメタ認知技能(モニタリングとコントロール)に分類される(三宮 1996)。図1はメタ認知知識の役割を果たし、これがあるからこそ、何がうまくいっているか/いないかをモニタリングし、どう活動や思考をコントロールしたらよいかというメタ認知技能を働かせることができるようになる。このことは、「縦系・横系モデル+インフォームドな指導」により、メタ認知の明示的な指導が行われることを意味し、「縦系・横系モデル Bruer の3要素」の関係にあることを示す。

(5) 研究目的 は、図1のモデルをさまざまな分野でより具体化・詳細化する作業を進めながら、モデルに即した学習活動を行わせるためのゲーミング教材開発を行い、実践、評価する形で行われた。具体的には、数学、理科、情報、統計、技術者モラル、キャリア教育、日本語作文教育、ソーシャルスキル教育、自己学習のための学習技能指導などの分野である。もちろん、教師教育のために、履修カルテや教育実践研究用のモデル開発も行った。

(6) eポートフォリオ・システムは、研究目的 で開発している生徒用教材と同様、モデルに即して、「目標設定過程 代替案発想過

程 合理的判断過程 最適解導出過程 [合意形成過程]」という縦系の各過程を「情報の収集 情報の処理 まとめ・表現」という横系の活動に即して進めるようにメニュー構成されている。ただし、目標設定過程の情報収集は、具体的には、文献研究活動や授業用 e-learning 教材を復習する活動に対応づけられ、研究テーマを発想したり、代替案発想過程で必要になる研究方法等に関する知識を獲得することを支援する。また、文献研究では、書誌情報とともに、論文概要を登録させ、その中から専門用語辞書を使ってキーワード抽出を行い、さまざまな対話インタフェースを使って知識の関連づけや、研究テーマの発想を支援する機能を提供している。

(7) 代替案発想過程では、ゲーミング教材の体験と開発を支援する機能を提供している。体験が情報収集活動に対応し、その中から自分の研究で使えるような対話インタフェースや教材のテンプレートを使って教材開発を行うのが、処理活動に対応する。また、ゼミ資料や論文の素材を登録する機能を「まとめ」の活動に位置づけた。

(8) ゲーミング教材の開発について、授業で指導することを想定して、短期間で効率的に開発する手法も提案した。具体的には、Schank et al (1997)の GBS 理論に基づいてロールプレイング型のゲーミング教材を設計するという前提で、領域固有知識や見方・考え方の指導をする際の情報源やフィードバックをパワーポイントのスライドとして作成し、それを Jpeg 画像に変換してクイズ型ゲーム教材を開発する。その上で、それらを参照しながら、縦系・横系の活動を進めるゲーム盤ファイルを作成するという手順である。

(9) システムの汎用性を検証することも含めて、システムの要素を分解し、教職履修カルテ用の eポートフォリオ・システムとして転用する試みも行った。また、そこから、カリキュラム・マネジメントに活用する方策について考察した。カリキュラム・マネジメントを実現する鍵は、言うまでも無く、本研究で開発してきた「縦系・横系モデル」である。このモデルに対応づけて教職課程履修生の発達段階を規定し、各段階で修得すべき能力を育成する教職科目を対応づけて、その指導を支援する eポートフォリオ・システムの機能を設計した。基本的な考え方は、教職の基礎科目レベルでは、内部知識の修得に重点を置き、授業で提示したスライドに基づき、知識を覚えたり、関連づけたりすることに重点を置く。実践レベルでは、最新の情報を常にチェックしながら、外部知識から内部知識化すべき情報を獲得する力を育成するとともに、教員にとって身近な問題を発見し、問題分析する力を育成する。これは、目標設定過

程全体や、それ以外の過程の情報収集能力を高めることに対応する。発展レベルは、縦系・横系モデルの全活動を通じて、特定の課題に対して問題解決を図る活動を実践する。システムは、実際に教職課程で運用中であるが、今後、教職課程教員間のFD活動と連動して、復習テスト問題の更新や、学生の学習成果の分析とそれに基づくカリキュラム改定などを継続的に行い、システムの評価を行う必要がある。

<参考文献>

平林翔太・松田稔樹(2012) 情報モラルに配慮して情報技術を効果的に活用する力を育成する情報科教材の開発支援, 日本教育工学会研究会報告集, JSET12-1, 7-14

Bruer, J.T. (1993) Schools for Thought: A Science of Learning in the Classroom. The MIT Press.

三宮真智子(1996) 思考におけるメタ認知と注意, 市川伸一編『思考』東京大学出版, 157-180.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計7件)

小川諒大・松田稔樹(2015) 問題解決のモデルに基づく「望ましい情報社会の構築」学習ゲームの設計. 日本情報科教育学会誌, 査読無, 8, 91-92.

Taguchi, H. & Matsuda, T. (2016) Development of an Instructional Gaming Material and Design Framework for "Exploration Activities" in Science. US-China Education Review A, 査読有, 6(5), 438-446, <http://www.davidpublisher.org/Public/uploads/Contribute/575fb25d93331.pdf>

Numazaki, K. & Matsuda, T. (2016) Development of Gaming Material and Design Framework for Integrating Entrepreneurship Education into Problem-based Learning in Mathematics. In T. Kaneda, H. Kanegae, Y. Toyoda, & P. Rizzi (Eds.). Simulation and Gaming in the Network Society, 査読有, 119-131, Springer

松田稔樹(2017) 情報科で育成すべき問題解決力と思考・判断・表現方法の指導. Informatio, 査読有, 14, 43-54

Matsuda, T. (2017) An E-portfolio System for Cultivating Ability to Perform Educational Technology Research: For Quality Assurance of

Master Course Students' Problem-solving Abilities. In P. Tripathi & S. Mukerji (Eds.) Handbook of Research on Technology-Centric Strategies for Higher Education Administration. 査読有, 318-338, IGI-Global, <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-5225-2548-6>

松田稔樹(2018) 「縦系・横系モデル」を基盤とするインフォームドな指導を行うゲーミング教材の提案とその開発支援. シミュレーション&ゲーミング, 査読有, 27(2), 49-60

竹村徳倫・松田稔樹(2018) 問題解決モデルによる日本語作文能力育成のためのゲーミング教材の開発と評価, シミュレーション&ゲーミング, 査読有, 27(2), 75-86

[学会発表](計22件)

松田稔樹(2014) 問題解決力育成のためのゲーミング教材設計フレームワーク～領域固有性と共通性に関する考察. 日本シミュレーション&ゲーミング学会 2014年度春季全国大会, 36-43.

Matsuda, T. & Ito, Y. (2014) Generalizing the Design Framework of Gaming Materials for "Problem-based Learning" in Mathematics through Developing a New Game. Ed-Media 2014 2165-2173.

Matsuda, T. (2015) Design Framework of Gaming Materials to Cultivate Problem-solving Abilities: Differences and Commonalities among STEM Educations. 13th Hawaii International Conference on Education, 2147-2159.

松田稔樹(2015) 教育実践研究能力育成に向けたe-portfolioシステムの開発. 日本教育工学会研究会, JSET15-1, 315-322.

松田稔樹(2015) 問題解決の枠組に基づく教育実践研究用e-portfolioシステム - 目標設定過程に焦点をあてて -. 日本教育工学会研究会, JSET15-2, 37-44.

松田稔樹(2015) ゲーミング教材開発研究を支援するe-portfolioシステム. 日本シミュレーション&ゲーミング学会 2015年度春季全国大会, 12-17.

松田稔樹(2015) 問題解決の枠組に基づく教育実践研究用e-portfolioシステム - 目標設定過程のレビューに基づく代替案発想過程・合理的判断過程の設計 -. 日本

教育工学会研究会, JSET15-3, 127-134.

Matsuda, T. (2015). An E-portfolio System to Promote Development of Gaming Instructional Materials for Cultivating Students' Problem-solving Abilities. E-Learn 2015, 973-980.

松田稔樹(2015) シミュレーション&ゲーミング手法をベースとした能力評価規準とその評価方法開発:中教審教育課程企画特別部会「論点整理」の批判的検討とその課題克服に向けて.日本シミュレーション&ゲーミング学会 2015 年度秋季全国大会, 68-73.

小川諒大・松田稔樹(2016) 情報科で育成すべき資質・能力のモデル化とそれに対応したゲーミング教材テンプレート.日本教育工学会研究会, JSET16-1, 111-118.

松田稔樹(2016) STEM各教科で自己学習力を育成するためのゲーミング教材テンプレートの設計.日本教育工学会研究会, JSET16-1, 479-486.

松田稔樹(2016) ゲーミングに基づく教育実践研究を支援する e-portfolio.日本教育工学会研究会, JSET16-2, 13-20.

松田稔樹(2016) 縦系・横系モデルに基づくカリキュラム設計方法論構築の試み - SIG-10 活動の中間まとめに向けて -.日本教育工学会研究会, JSET16-3, 83-90.

岡田佳子・松田稔樹(2016) ソーシャルスキル教育の指導・評価法とゲーミング教材の可能性.日本教育工学会第 32 回全国大会, 103-106.

松田稔樹(2016) 修士課程学生の教育実践研究を支援する e-portfolio の実装.日本教育工学会研究会, JSET16-4, 5-12.

松田稔樹(2016) 縦系・横系モデルと e-portfolio に基づくカリキュラムマネジメント手法の提案.日本シミュレーション&ゲーミング学会 2016 年度秋期全国大会, 94-99.

松田稔樹(2016) 教育実践研究用 e-portfolio の教職履修カルテへの転用可能性.日本教育工学会研究会, JSET16-5, 41-48.

Matsuda, T. (2017) Development of an e-Portfolio System for Educational Technology Research Based on the Warp and Woof Model of Problem Solving. 15th Hawaii International Conference on

Education, 2902-2911.

松田稔樹・室田真男・山岸侯彦・栗山直子・鈴木悠太・前川真一(2017) カリキュラムマネジメントに資する教職履修カルテ用 e-portfolio,日本教育工学会研究会, JSET17-2, 141-148.

Matsuda, T. (2017). An E-Portfolio System for Teacher Promotion Courses: Cultivating Student Teachers' Problem-Solving Abilities Through Extracurricular Studies. E-Learn 2017, 809-817.

⑪ 松田稔樹(2017) 縦系・横系モデルに基づく履修カルテとカリキュラム・マネジメント.日本教育工学会第 33 回全国大会, 69-72

⑫ 松田稔樹(2017) 教育実践研究用 e-portfolio を汎用化した履修カルテの実装.日本教育工学会研究会, JSET17-1, 121-128.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松田 稔樹 (MATSUDA, Toshiki)

東京工業大学・リベラルアーツ研究教育院・准教授

研究者番号: 60173845