

令和 4 年 5 月 8 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K03005

研究課題名（和文）教学IR高度化に向けた学びのミクロ・マクロデータの統合的なモデル化手法の開発

研究課題名（英文）Development of an integrated modeling method of micro and macro learning data for advanced IR

研究代表者

近藤 伸彦（Kondo, Nobuhiko）

東京都立大学・大学教育センター・准教授

研究者番号：10534612

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）：本研究では、教学IRを具体的な学生の学びの改善、ひいては教育質保証に資するものへと高度化するために、学生のミクロな行動とマクロな学習成果とを関連づけることができるLAベースの教学IRの方略を創出することをめざした。研究成果としては、(1)学びのミクロ・マクロデータの統合的分析の枠組みについて、(2)学習評価の可視化・共有が主体的な学習行動と意欲に与える影響について、および(3)教学IRにおける予測モデル活用について、それぞれ実データを用いながら検討し、今後のさらなる検討に資する一定の知見を得ることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、教学IRについて、現状の可視化や説明を主とする現在のフェーズから、具体的な学生への介入や教育上の改善施策へと高度化するための、ミクロ・マクロデータの統合的な活用を進めるにあたって、多くの示唆を与えるものと考えられる。とくに、主体的学びの促進につながるミクロデータの活用として、学習評価の可視化と共有の問題を扱い、一定の示唆を得たことは、個別最適な学びの実現という近年の社会的要請にも貢献するものと考えている。

研究成果の概要（英文）：In this study, we aimed to create a strategy for LA-based IR that can connect students' micro behaviors with macro learning outcomes in order to advance IR to improve students' learning and contribute to educational quality assurance. As research results, we examined (1) the framework for integrated analysis of micro and macro data of learning, (2) the impact of visualization and sharing of learning assessment on active learning behavior and motivation, and (3) the use of predictive models in IR, using actual data, respectively, and obtained certain findings that will contribute to further studies in the future.

研究分野：IR、教育工学、計算知能

キーワード：教学IR ラーニングアナリティクス 学習行動 学習成果 主体的学び 自己調整学習

1. 研究開始当初の背景

研究を開始した時期には、大規模データの分析によって教育／学習の高度化をめざすラーニングアナリティクス（Learning Analytics, 以下 LA）と呼ばれる研究分野に対する注目が世界的に高まっていた。一方で、LA とは別の文脈から、高等教育機関において学内外のデータの集計・分析をもとに機関の意思決定を支援する機能である Institutional Research（以下 IR）が、高等教育の質保証や説明責任等の社会的要請を受けて 2000 年代後半頃から注目を集め、とくに教育／学習に関する IR である「教学 IR」が独自に発展していた。教学 IR は、入試、成績、学生調査、就職など、入学前から卒業後までのあらゆるデータを対象とし、教育質保証のための施策策定、広報活動、認証評価など幅広い目的での情報提供を行うものである。

教学 IR の扱う分析対象のうちとくに重要視されるものに「学習成果の可視化」がある。これは、説明責任のためにも、大学の教育力向上のためにも必要とされるものである。「学習成果の可視化」というとき、多くは成績や就職状況等の統計情報、学生調査（アンケート）による間接評価、あるいは何らかの標準テストによる直接評価などによって行われることが多かった。しかしながら、これらのデータは時間粒度が荒いため、学生が実際に「いかに学んでいたか」という点についてこれらのみから詳細に分析するのは難しい。そのため、学生の学びの具体的な改善に役立つ情報の提示は、このようなマクロなデータのみでは限界があるが、教学 IR で扱われるデータは、多くの場合このようなマクロレベルのものにとどまっているという問題があった。

一方で LA においては、システムログやセンサデータなど時間粒度の細かいマイクロレベルのデータを用いて学習のプロセスが分析されることが多いが、その研究対象の多くは授業や e ラーニングコースであるため、教学 IR とは対象的に、学士課程における学習成果のようなマクロなレベルへの接続はまだ不十分であり、発展の途上にあるという課題があった。

2. 研究の目的

上で述べたような背景から、本研究では、教学 IR を具体的な学生の学びの改善、ひいては教育質保証に資するものへと高度化するためには、従来独立に発展してきた LA と教学 IR を統合的・相補的に扱い、学生のマイクロな行動とマクロな学習成果とを関連づけることができる LA ベースの教学 IR の方略を創出することが重要であると考えた。

このような LA ベースの教学 IR を実現するためには、「学習行動と学習成果の関係はどのようにモデル化され得るか？」という「問い」が重要となる。本研究では、この「問い」に対するアプローチとして、機械学習および統計的モデリングを用いて、学生のマイクロな学習行動とマクロな学習成果を統合的に数理モデル化する手法を開発すること、およびこれを用いた教学 IR 活動の方略を策定することを目的とした。

「成果に結びつくような、行動への介入の指針」を検討可能にするために、学習の最終的な成果のみを測定・可視化・評価するだけでなく、成果と行動の関係を適切にモデル化することが本研究のテーマであった。

3. 研究の方法

本研究では、課題を以下の 3 点にまとめ、これらを具体化することを考えた。

《課題 1》学生ごとに異なる学習行動をモデル化する手法の開発

学習行動を数理的にモデル化することで、学生ごとに異なる「学び方の特徴」や「学びへの従事に関する潜在的な状態」などについて確率的な推定を行うことができるようにする。このモデル化のためのマイクロデータには LMS（学習管理システム）などの Web ベースの学習システムのログを使用する。

《課題 2》学習成果をあわせた統合的な予測モデルを構築する手法の開発

《課題 1》の手法により作成される学習行動のモデルを、教学 IR で用いられる成績や間接評価（アンケート）等のマクロな学習成果データと紐付け、機械学習のアルゴリズムを用いた予測モデルを用いて統合的な分析を行うことができる手法について検討、提案する。

《課題 3》統合的モデルを用いた教学 IR 活動のフレームワークの検討

《課題 1》《課題 2》により得られた統合的なモデルに基づいた教学 IR 活動のフレームワークについて検討する。これは、《課題 1》《課題 2》で見出されたモデル化手法に応じて、たとえば個別的な学習支援・修学支援の方略や、教学施策策定のための情報提供のように、考える柔軟なあり方を模索し、現実的な方法の策定をめざす。

本研究は、研究代表者の担当する授業（一般教養科目）において研究協力者を募り、すでに導入済みの Web ベースの学習管理システムを使用しながら実践的に遂行するものとした。

4. 研究成果

主な研究成果を以下の3つの観点からまとめる。

(1) 学びのマイクロ・マクロデータの統合的分析の枠組みに関する検討

教学 IR における活用を念頭に置いた、学びのマイクロデータとマクロデータの統合的な分析について数値的に検討を行った。

[1]においては、研究代表者の担当する授業「教養としてのデータサイエンス」において記録された時間粒度の細かいデータをマイクロデータとし、授業の終了時における理解度の自己評価との関連を分析した。本授業では、知的生産のためのクラウドサービス **Scrapbox** を用いて、学生の調べ学習の結果をオンラインノートとしてまとめる学習活動を行っている。本研究では、この **Scrapbox** のログから、学生のオンラインノートの作成スタイルと、授業の理解度の自己評価との関係を分析した。分析からは、オンラインノートに入力した文字数の総数よりも、オンラインノートの記述を意識的に構造化して記述している程度（ページ間リンクの数、図1参照）のほうが、自己評価との相関が強いことが示された。このように、学習プロセスのデータ（マイクロデータ）に基づく知識構築のスタイルと学習成果（マクロデータ）とを統合的にモデル化することで、学習者に応じた適切な学習プロセスへの介入を行うことが示唆された。

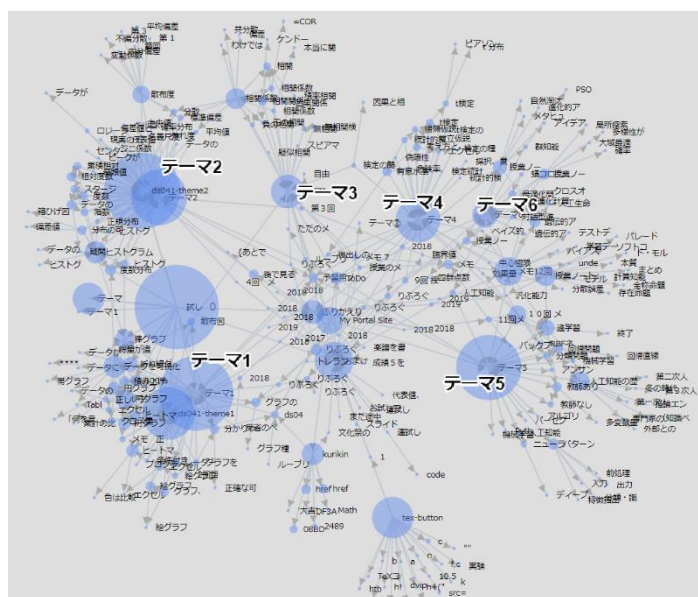


図1 オンラインノートのリンク構造（図は[1]より引用）

[2]においては、同様に上述の授業に着目し、同授業におけるデータのうち、マイクロデータとして、授業外課題の期限内提出率および上述の **Scrapbox** の記入文字数、マクロデータとして経年後の大学全体の GPA との関連を分析した。本授業は1年次のひとつの授業に過ぎないが、各マイクロデータと経年後の GPA には一定の関連がみられた。本研究では、これをもとに、教学 IR でマイクロ・マクロデータを統合的に活用するための指針の策定に向けた論点整理を行った。各マイクロデータが内包する意味（期限内提出率であれば「真面目さ」など）をあわせて検討することで、マイクロデータとマクロデータを統合的な活用が教学 IR を高度化しうることが示唆されたといえる。

《(1)に関する主要な業績》

[1] 近藤伸彦, 畠中利治, 松田岳士, “**Scrapbox** を用いたオンラインノートの学習記録と学習成果の分析”, 第33回人工知能学会全国大会, 2019.

[2] 近藤伸彦, 畠中利治, 松田岳士, “教学 IR における学びのマイクロ・マクロデータの統合的活用に関する検討”, 教育システム情報学会第46回全国大会, pp.83-84, 2021.

(2) 学習評価の可視化・共有が主体的な学習行動と意欲に与える影響に関する検討

(1)で述べた授業では、授業外課題の採点結果、期限内提出の状況、オンラインノートの文字数などを定量化し、匿名化したうえで Web 上で常時公開し、クラス内で共有できるシステムを構築し、実践的に活用している。[3]および[4]は、このような学習評価の可視化と共有が、学生の主体的な学習行動と意欲にどのような影響を与えるのかについて、自己調整学習とエンゲージメントの観点から分析したものである。

本研究で可視化した学習評価は成績に直接的につながるものであり、評価基準およびその成績との関係については授業開始時にあらかじめ公表している。学生は図2に示すような、クラ

ス全員に開示された学習評価の現状を Web 上で確認し、今後の学習計画を自ら立てることとなる。

本研究では、週ごとの各学習評価のデータから自己調整のタイプを分類したうえで、授業終了時に実施したアンケートの回答をもとに、学習評価の可視化・共有のシステムが学習計画・学習行動にどのような影響を及ぼしたかについて考察した。その結果、以下のような効果が示唆された。

- ・成績との関係を明確にした学習評価を可視化すること、およびその評価を学習者間で共有することは、学習への関心を喚起し、感情的エンゲージメントを高める。とりわけ評価の「共有」は効果が高い可能性がある。

- ・評価基準を明確にし、学習行動や評価結果を可視化して常時確認できる状態にすることは、目標設定や方略計画、時間管理、自己評価などの認知的エンゲージメントに関連する自己調整を促進する。

- ・こうした評価の可視化は、先延ばし傾向がある学習者に対しても、最低限必要な学習行動を自律的に行うことを促す。

本研究の結果は、学びのマイクロデータを学習者自身に適切にフィードバックすること、またそれを学習共同体の中で共有することが、主体的学びにポジティブな影響を与え得ることを示すものであり、マイクロデータの学習者中心の活用可能性を示唆するものであると考える。

《(2)に関する主要な業績》

[3] 近藤伸彦, 畠中利治, 松田岳士, "学習評価の可視化と共有が学習プロセスに与える影響に関する考察", 教育システム情報学会第 45 回全国大会, pp.299-300, 2020.

[4] 近藤伸彦, 畠中利治, 松田岳士, "学習評価の可視化・共有が主体的な学習行動と意欲に与える影響に関する実践的考察", 教育システム情報学会誌, 39 巻, 2 号, pp.252-266, 2022.



図 2 学習評価の可視化と共有のシステム (一部を抜粋。図は[4]より引用)

(3) 教学 IR における予測モデル活用に関する検討

教学 IR におけるマイクロ・マクロデータの統合的モデル化において、種々のマイクロデータを説明変数とし、成績等のマクロデータを目的変数とするような予測モデルを機械学習ベースで構築することについては、ラーニングアナリティクスと教学 IR の境界領域においてこれまでも盛んに行われてきた。本研究では、このような教学 IR における予測モデル活用において留意すべき点について、実際の教学データを用いた数値実験の結果を用いて整理した。

[5]では、教学 IR の文脈をふまえたうえで、予測モデルの構築において考慮すべき点について検討した。一般に、機械学習の予測モデルの「良さ」を測る指標としては、予測誤差や分類精度などが用いられる。とくに分類問題では、適合率 (precision) と再現率 (recall) がよく用いられるが、これらは互いにトレードオフの関係にあるため、その調和平均である F 値を単一の指標として、これが (検証用データにおいて) 高くなるモデルを採用することが多い。しかしながら、教学 IR では、たとえば「退学リスクのある学生を早期発見したい」という問題設定の場合、再現率を高める (実際に退学リスクのある学生をなるべく多く発見する) ことが重要である一方、介入コストの観点や、「退学リスクがあると判断する」ということに対する誤判断の倫理的観点などから、適合率もなるべく高くする必要があるので、これらをどのようなバランスで重視するか

は、各大学の置かれた状況により異なると考えられる。そのため、複数の予測モデル候補について、単に F 値のみで判断をするのではなく、適合率と再現率のトレードオフのようすを可視化し、意思決定者がこれをもとに検討し、解を選択できる枠組みが必要と考えられる。[5]ではこのような問題について、実際の教学データを用いて、退学リスク予測とアカデミックサクセス予測の双方について、適合率・再現率のトレードオフ可視化を試みた(図3)。

[6]では、学習支援に活用することを想定した予測モデルについて検討した。学習支援という活用フィールドを念頭においたとき、予測モデルは予測精度が高いだけでなく、できる限り説明可能性の高い(説明変数が少ない)ものが望ましいと考えられる。本研究ではこの問題を予測精度と説明変数の数についての多目的最適化問題とみなし、使用する説明変数の組合せを探索する多目的遺伝的アルゴリズムを用いて、予測モデル候補の非劣解を求めることを提案した(図4)。今後、[5]と[6]をあわせて、教学 IR においてさまざまに考えうる予測モデルの評価指標を任意に考慮可能な、一般的な予測モデルの多目的最適化問題として定式化し、これに対するアプローチを検討していく予定である。

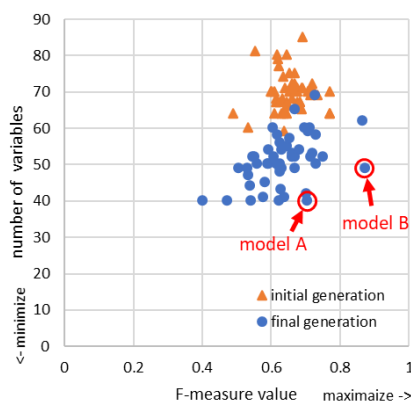
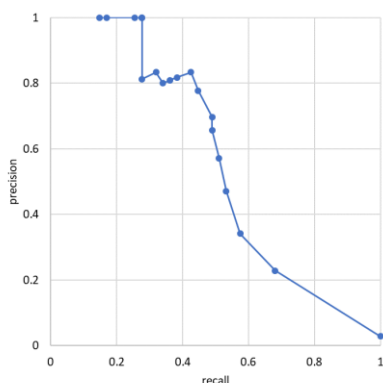


図3 退学予測における適合率-再現率グラフ 図4 予測精度と説明変数の数の多目的最適化

《(3)に関する主要な業績》

[5] 近藤伸彦, 畠中利治, 松田岳士, “教学 IR における予測モデル活用に関する実験的考察”, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 2019 講演論文集, pp.409-411, 2019.

[6] Nobuhiko Kondo, Takeshi Matsuda, Yuji Hayashi, Hideya Matsukawa, Mio Tsubakimoto, Yuki Watanabe, Shinji Tateishi, Hideaki Yamashita, "An Approach for Academic Success Predictive Modeling based on Multi-objective Genetic Algorithm ", International Journal of Institutional Research and Management, Vol.5, No.1, pp.31-49, 2021.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 近藤伸彦, 畠中利治, 松田岳士	4. 巻 39
2. 論文標題 学習評価の可視化・共有が主体的な学習行動と意欲に与える影響に関する実践的考察	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 教育システム情報学会誌	6. 最初と最後の頁 252-266
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14926/jsise.39.252	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Nobuhiko Kondo, Takeshi Matsuda, Yuji Hayashi, Hideya Matsukawa, Mio Tsubakimoto, Yuki Watanabe, Shinji Tateishi, Hideaki Yamashita	4. 巻 5(1)
2. 論文標題 An Approach for Academic Success Predictive Modeling based on Multi-objective Genetic Algorithm	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Institutional Research and Management	6. 最初と最後の頁 31-49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.52731/ijirm.v5.i1.656	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 松田岳士, 近藤伸彦, 渡辺雄貴, 重田勝介, 加藤浩	4. 巻 44
2. 論文標題 履修科目選択支援システムDSIRの改善を目指す評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本教育工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 209-212
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15077/jjet.S44122	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Takeshi Matsuda, Yuki Watanabe, Katsusuke Shigeta, Nobuhiko Kondo, and Hiroshi Kato	4. 巻 12185
2. 論文標題 Decision Support System with Institutional Research: A Student-Centered Enrollment Advising System	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 55-64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-50017-7_4	査読の有無 有
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 -

1. 著者名 Nobuhiko Kondo, Toshiharu Hatanaka	4. 巻 3(2)
2. 論文標題 Estimation of Students' Learning States using Bayesian Networks and Log Data of Learning Management System	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Institutional Research and Management	6. 最初と最後の頁 35-49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 近藤伸彦	4. 巻 37(2)
2. 論文標題 教育 / 学習における予測モデルの活用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 教育システム情報学会誌	6. 最初と最後の頁 93-105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14926/jsise.37.93	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計21件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 松田岳士
2. 発表標題 反転授業の完全オンライン化がオンデマンドコンテンツ受講へ与えた影響
3. 学会等名 教育システム情報学会第46回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松田岳士
2. 発表標題 教学IR担当者から見た教育データ利活用の課題と解決策
3. 学会等名 日本教育工学会2021年秋季全国大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤伸彦
2. 発表標題 学生は汎用的能力の自己評価をどのように行うか
3. 学会等名 第10回 大学情報・機関調査研究集会 (MJIR 2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤伸彦, 畠中利治, 松田岳士
2. 発表標題 教学IRにおける学びのマイクロ・マクロデータの統合的活用に関する検討
3. 学会等名 教育システム情報学会第46回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松田岳士, 重田勝介, 近藤伸彦, 渡辺雄貴, 加藤浩
2. 発表標題 SDLレディネスに着目した科目選択支援システムの試作と評価
3. 学会等名 教育システム情報学会第45回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田岳士, 近藤伸彦, 渡辺雄貴, 重田勝介, 加藤浩
2. 発表標題 ウィズコロナ環境で大学生はどのように学んでいるか: 学習支援システム開発へのヒント
3. 学会等名 教育システム情報学会研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤伸彦, 畠中利治, 松田岳士
2. 発表標題 総括的評価につながる学習評価の可視化と主体的な学習行動に関する考察
3. 学会等名 教育システム情報学会2020年度特集論文研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤伸彦, 山本幸一, 鳥居朋子
2. 発表標題 IRとIEの包括的な推進に関する事例検索システム
3. 学会等名 第9回 大学情報・機関調査研究集会 (MJIR 2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤伸彦, 畠中利治, 松田岳士
2. 発表標題 学習評価の可視化と共有が学習プロセスに与える影響に関する考察
3. 学会等名 教育システム情報学会第45回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nobuhiko Kondo, Takeshi Matsuda, Yuji Hayashi, Hideya Matsukawa, Mio Tsubakimoto, Yuki Watanabe, Shinji Tateishi, Hideaki Yamashita
2. 発表標題 Academic Success Prediction based on Important Student Data Selected via Multi-objective Evolutionary Computation
3. 学会等名 9th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoko Torii, Nobuhiko Kondo, Koichi Yamamoto
2. 発表標題 A Holistic Approach to Successful IR/IE: The necessary conditions for creating a bridge between IR and IE
3. 学会等名 AIR Forum (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤伸彦
2. 発表標題 クラウドサービスを活用した相互閲覧・相互評価ベースの授業設計と実践
3. 学会等名 第26回大学教育研究フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤伸彦, 松田岳土, 林祐司, 渡辺雄貴, 松河秀哉, 立石慎治, 椿本弥生, 山下英明
2. 発表標題 多目的進化計算により選定された重要変数に基づくアカデミック・サクセスの予測
3. 学会等名 日本教育工学会2020年春季全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田岳土, 近藤伸彦
2. 発表標題 教学IRデータを研究に用いるための必要事項の整理
3. 学会等名 日本教育工学会2020年春季全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤伸彦
2. 発表標題 授業外学習時間に関するアンケート調査の回答と実際の値の比較
3. 学会等名 第8回大学情報・機関調査研究会MJIR
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤伸彦, 畠中利治, 松田岳士
2. 発表標題 教学IRにおける予測モデル活用に関する実験的考察
3. 学会等名 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤伸彦
2. 発表標題 Scrapbox を用いたアクティブラーニング型授業における学習プロセスの可視化と共有
3. 学会等名 教育システム情報学会第44回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤伸彦
2. 発表標題 Scrapbox による外化と協調学習を核としたアクティブラーニング型授業の設計と実践
3. 学会等名 日本教育工学会2019年秋季全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nobuhiko Kondo, Toshiharu Hatanaka, Takeshi Matsuda
2. 発表標題 An Analysis of Learning Processes on Online Notes using Scrapbox
3. 学会等名 8th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤伸彦, 畠中利治, 松田岳士
2. 発表標題 Scrapboxを用いたオンラインノートの学習記録と学習成果の分析
3. 学会等名 第33回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松田岳士, 杉原亨
2. 発表標題 教学IRと教育改善の接続 - 指標としての可視化 -
3. 学会等名 大学教育学会第41回大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 日本教育工学会 (監修)、村上正行、田口真奈 (編著)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 ミネルヴァ書房	5. 総ページ数 202
3. 書名 教育工学における大学教育研究 (教育工学選書 第6巻)	

〔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	畠中 利治 (Hatanaka Toshiharu) (10252884)	福知山公立大学・情報学部・准教授 (24304)	
研究 分 担 者	松田 岳士 (Matsuda Takeshi) (90406835)	東京都立大学・大学教育センター・教授 (22604)	

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