様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　７ 年　 ６ 月　 ２ 日現在

機関番号：３２４０６
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2021～2024
課題番号：２１Ｋ００６５５

研究課題名（和文）持続的な英語学習を支えるオンラインAIアナリスト支援システムの開発と実践

研究課題名（英文）Development and practice of an online AI analytics support system for sustainable English learning

研究代表者
李　凱（LI, KAI）

獨協大学・経済学部・准教授

研究者番号：１０５３１５４３

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、オンライン英語学習のプロセスに着目し、学習活動のモデル化、可視化、及び評価の多様化を支援するAIアナリストシステムの開発と実践を行った。まず、日本で多くの教育機関に採用されているManaba(LMS)から学習履歴取得プログラムを開発した。次に、ログデータから活動の量、活動の時間、活動の頻度の3カテゴリから諸学習活動を表す変数を抽出し、ログデータの構造化を行った。また、重要変数の確認とクラスター分析を行い、学習者の分類を行った。本手法を利用し、今まで活用されていないManabaのログデータを用い、学習スタイル分類、多様性分析、学習評価、学習リスクの早期発見、個別支援が可能になった。

研究成果の学術的意義や社会的意義
英語授業に重視された4技能をオンライン授業でどのように評価するか、持続可能な自律学習をどのように支援するかが英語教育には重要な課題である。本研究の意義として、Manaba（学習管理システム）から今まで活用されていない学習履歴データを取得でき、ラーニング・アナリティクス手法を通じて複雑な学習活動がどのように表出されうるのかを実践的に試み、結果を得た点が挙げられる。データの構造化により、学習プロセスの総合的な評価が可能になった。特徴ベクトルデータの抽出及び学習スタイルの分類・可視化手法の開発により、自律学習の支援、多様化学習成果の評価、学習リスクの早期発見、個別支援が可能であることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：This research focused on the process of online English learning, developing a Learning Analytics system for modelling learning activities, diversifying learning assessment, and visualising various learning activities. First, we developed a learning activity log acquisition program for Manaba (LMS), which is utilised by many educational institutions in Japan. Second, we structured the log data by extracting variables representing various learning activities from three categories: raw activity, time on task, and learning frequency. Additionally, we identified the key important variables and performed clustering classification to categorise different learners. By utilising this methodology with previously unutilized Manaba log data, it becomes possible to classify learning styles, conduct diverse analyses, evaluate online learning activity, detect learning risks early, and provide individualised support.

研究分野：教育工学、外国語教育

キーワード：外国語教育　遠隔学習　e-ラーニング　LMS　ラーニングアナリスト　学習履歴　教育評価　AI

様　式　C－１９、F－１９－１（共通）

１．研究開始当初の背景

従来の対面式英語授業が「聞く」「話す」「読む」「書く」の 4 技能をバランスよく育成することを目標としており、教員はボディランゲージ、ジェスチャー、アイコンタクト等々対面コミュニケーション手段を通して、授業と評価が行われている。しかし、コロナ禍にオンライン授業が広く行われ、英語学習においても 4 技能を重視した対面式授業がオンラインに移行され、評価の多様化、自律学習支援の適応性など多くの課題が残されている。

本研究では、LMS（学習管理システム）に蓄積された学習履歴データを用いて、ラーニング・アナリティクス（学習履歴分析）手法で特徴ベクトルデータの抽出、学習スタイルの予測、可視化手法の開発により、英語オンライン自律学習の支援、多様化学習成果の評価、及び多くの受講生と対峙する教員の LMS の利用効率を向上させることを本研究の最終目的とする。

２．研究の目的

研究期間内に、以下の 4 点を明らかにすることを目標とする。

(1) 学習特徴モデル化するため、膨大な学習履歴ログデータから特徴ベクトルの抽出、クラスタリングの最適化方法を開発する。

(2) 適応性サポートをするため、学習モデル特徴の解釈と支援手法を検討する。

(3) 学習者の多面的活動に応じた適応型学習支援リソースを体系化する。

(4) 自律学習のプロセスを重視したオンライン授業の評価・支援効果を検証する。

３．研究の方法

初年度では、大学の英語担当教員を対象にアンケート調査とインタビューを実施した。アンケート調査の結果として、コロナ禍に英語授業が主に Zoom による同期型オンライン授業で実施され、参考資料の配布、課題の提出、テストなどの学習活動が Manaba、BlackBoard、Microsoft Teams など非同期型 LMS が活用されている。オンライン授業の評価は出席、レポートの提出、授業内の活動など評価項目が多様化になっていることが分かった。しかし、LMS の学習履歴ログデータがほとんど活用されていないことが分かった。従って、本研究は、まず日本で多くの教育機関に採用されている Manaba という LMS を対象に学習履歴ログデータの取得プログラムの開発を行った。Manaba は教材管理など基本的な LMS 機能を備えているが、学習履歴ログデータのダウンロード機能を提供せず、教員が学生の詳しい学習状態を把握・解析できないなど問題点がある。本研究では、Python でログインから、目標科目への遷移、目標ページへの遷移、各学生情報の取得、複数ページの学習履歴ログデータの取得・保存など、自動的に学習履歴データを取得できる RPA プログラムを開発した。本プログラムを利用し、実際にオンライン英語授業のログデータを取得できた。

2 年目では、初年度で取得した学習履歴ログデータを利用し、学習活動遷移の可視化と学習パターンのモデル化を行った。まず、マルコフモデルを用いて各ページ間での遷移確率を算出し、学習行動の遷移をモデル化・可視化した（図 1）。具体的に、Retentioneering ライブラリーを利用し各ページの遷移順番と回数をベクトルデータに変換し、k-means で類似行動をクラスター分類した。可視化したモデルの各ノードは回覧したページ、線はページ間の遷移、線の太さは学生の全体の割合を示す。次に、目標学習ページまでの学習活動のステップを追跡した（図 2）。ステップ・マトリックスを利用し、学習がどのページから始まり、どのページで終了し、どのページがアクセスされていないことをステップごとに追跡することができた。結果として、41%の学生が第 2 ステップでレポートリストページにアクセスし先にレポートの内容を確認してから、また他の学習ページに閲覧することで、多くの学生がレポートの完成を目的にオンライン学習していることが分かった。

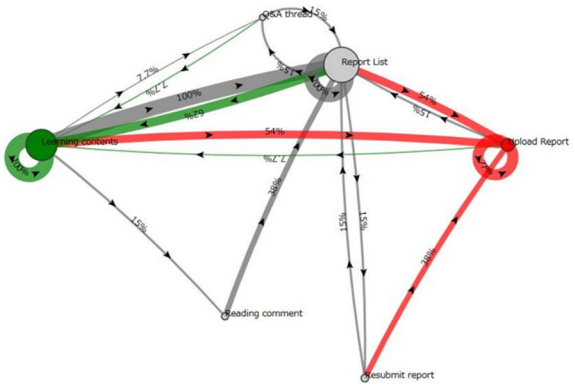

図 1　学習活動の遷移

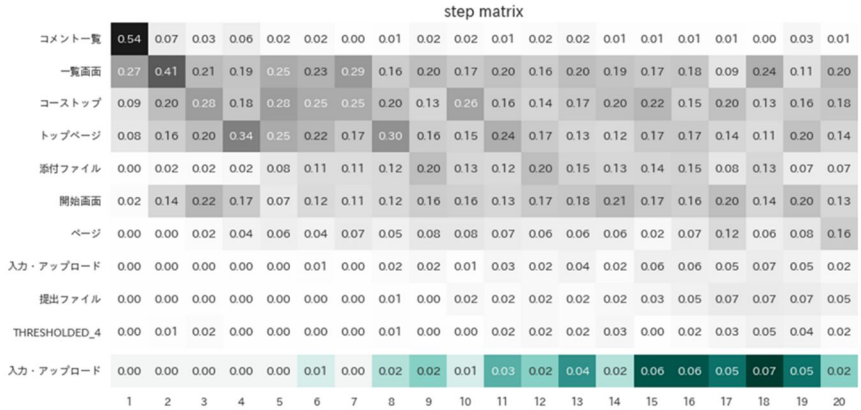

図 2　学習活動のステップ

3 年目では、各学習ページでの滞在時間に着目し、データの構造化とクラスタリングによる学習行動を分類・比較した。また各学習行動パターンの特徴に基づき、適応型学習支援手法を提案した。具体的に、Manaba のログデータを三つのカテゴリ（活動の量、活動の時間、活動の頻度）から 43 個の変数を抽出した。また。構造化した 43 個の変数に相関関係が高く（図 3）、情報量が低い冗長変数が含まれているため、３つのカテゴリ（活動の量、活動の時間、活動の頻度）毎に主成分分析を行い、主成分負荷に基づく重要変数の確認と、合成スコア（第一主成分）の算出を行った。最後に、３つのカテゴリでの合成スコアに基づいて，k-means クラスタリングで学生の分類を行った。各学習行動パターンの特徴に基づき、持続的な自律学習を支える適応型学習支援手法を提案した。

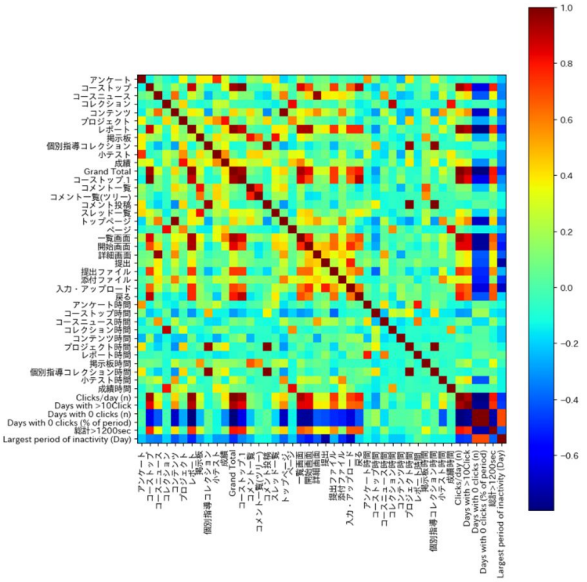

図 3 変数の相関ヒートマップ

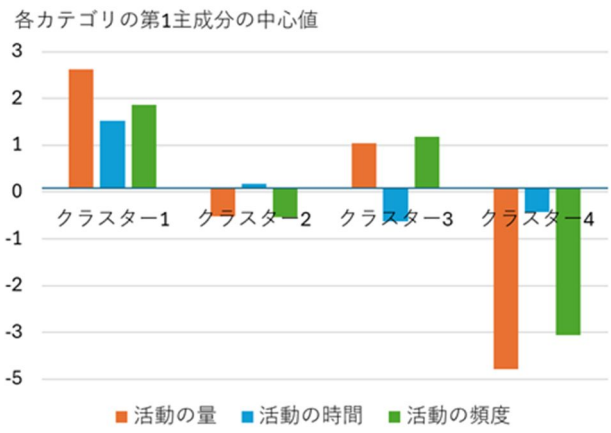

図 4　クラスターの比較

最終年度では、開発した学習分類手法及び適応型学習支援手法を用いて実証実験を行った。具体的に、ある英語授業を履修する 25 名の学生の 6486 件のログデータを取得し、４つのクラスターに分類できた（図 4)。クラスター1(20%)の学生は、活動の量、時間、頻度という３カテゴリの主成分がいずれも大きく、コンテンツの学び、コミュニケーション、チーム活動などの「実質的な学習」に時間をかけ、学習への取り組みがよい学生のクラスターである。クラスター2(32%)は、３カテゴリの主成分がいずれも 0 に近く、学習活動において平均的な学生のクラスターである。クラスター3(32%)は、活動の量と頻度は比較的大きいが、コンテンツの学習やチーム活動にかけた時間が少ない。クラスター4(16%)の学生は、いずれのカテゴリの主成分も中心値がマイナスであり、特に活動の量と活動の頻度の値が低い。学習への取り組みが悪い学生のクラスターである。早期に適切な介入とサポートが必要と考えられる。

４．研究成果

本研究は、オンライン英語学習のプロセスに着目し、学習活動のモデル化手法の開発、及び評価の多様化、諸学習活動の可視化手法の開発と実践を行い、以下の成果を得ることができた。

(1) Manaba の学習履歴ログデータ取得プログラムの開発により、多くの Manaba の教員ユーザーが今まで利用されていない Manaba のログデータを取得でき、多様な視点から学習活動の評価・支援が可能になる。

(2) Manaba から取得した膨大なログデータについて、分析を通じて複雑な学習活動がどのように表出されうるのかを実践的検証した。時系列のログデータを構造化することにより、各学習活動を抽出でき、多様な学習評価・可視化が可能になる。また、因子分析、クラスタリングにより学生の学習活動パターンを分類・比較できた。

(3) オンライン学習のプロセスを評価することにより、学習スタイル分類、多様性分析、学習評価、学習リスクの早期発見、個別支援が可能になる。

(4) オンライン授業における英語自律学習、適応型学習を支援することができた。

本研究で得られた関連研究成果を国際会議 EDULEARN、eLearn などに発表し、及び CIEC 学会誌 Computer&Education に掲載した。本研究の成果は、教育現場において汎用性が高く、学生の支援や教育評価の改善が期待できる。今後は、学習履歴取得プログラムの公開、学習評価モデルのパッケージ化を行い、教育現場での普及に期待できる。

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計8件（うち査読付論文　8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 Kai Li	４．巻 15
２．論文標題 VISUALIZING AND MODELING ONLINE LEARNING BEHAVIORS BY RETENTIONEERING	５．発行年 2023年
３．雑誌名 15th International Conference on Education and New Learning Technologies	６．最初と最後の頁 1907-1916
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21125/edulearn.2023.0577	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 Kai Li	４．巻 20
２．論文標題 GROUPING STUDENTS ’ LEARNING PATTERNS WITH MANABA ’ S LOG DATA BY K-MEANS	５．発行年 2023年
３．雑誌名 20th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age	６．最初と最後の頁 265-272
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 狩野紀子	４．巻 150
２．論文標題 単語テストに意味はあるのか：単語テストとTOEICスコアの関係	５．発行年 2024年
３．雑誌名 拓殖大学言語文化研究所語学研究	６．最初と最後の頁 85-105
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 李凱	４．巻 Vol.12
２．論文標題 大学新入生の情報プレースメントテスト結果による影響要因解析	５．発行年 2023年
３．雑誌名 情報学研究	６．最初と最後の頁 16-22
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 狩野紀子	４．巻 148
２．論文標題 英語を専攻する大学生非同期型オンライン授業に対する意識と態度	５．発行年 2023年
３．雑誌名 拓殖大学言語文化研究所語学研究	６．最初と最後の頁 51-77
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 李凱	４．巻 11
２．論文標題 PorTaIIにおける自動成績登録RPAの開発	５．発行年 2022年
３．雑誌名 情報学研究	６．最初と最後の頁 30-38
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 李凱　中西貴行	４．巻 58
２．論文標題 Manabaのログデータを用いた学習行動解析	５．発行年 2025年
３．雑誌名 Computer & Education	６．最初と最後の頁 58-62
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 LI, K.	４．巻 2024
２．論文標題 Analysis of Students’ Learning Transitions in An Online Course	５．発行年 2024年
３．雑誌名 E-Learn: E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education	６．最初と最後の頁 278-287
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9件（うち招待講演　0件／うち国際学会　4件）

１．発表者名
狩野紀子

２．発表標題
単語テストに意味はあるのか：単語テストとTOEICスコアの関係

３．学会等名
第62回（2023年度）外国語教育メディア学会全国研究大会

４．発表年
2023年

１．発表者名
NAKANISHI Takayuki

２．発表標題
Four-year investigation of extensive reading with restriction

３．学会等名
ER World Congress

４．発表年
2023年

１．発表者名
NAKANISHI Takayuki

２．発表標題
Controlling over the difficulty level of students reading materials

３．学会等名
AsiaTEFL（国際学会）

４．発表年
2022年

１．発表者名
李凱

２．発表標題
Manabaの学習履歴ログデータを取得するRPAの開発

３．学会等名
第47回 教育システム情報学会全国大会

４．発表年
2022年

１．発表者名
Kai Li, Lumi Tatsuta, Ikumi Horie

２．発表標題
A Comparative Study of Different LMSs used at Dokkyo University

３．学会等名
WCCE2022(World Conference on Computers in Education)（国際学会）

４．発表年
2022年

１．発表者名
李凱

２．発表標題
業務を効率化するための自動シラバス登録RPA の開発

３．学会等名
PC カンファレンス　（CIECコンピューター利用教育学会）

４．発表年
2021年

１．発表者名
Hisaki Kawamoto,Kai LI

２．発表標題
Factors Affecting Students’ Social Presence in Real-time Online Class: For Increasing Learning Engagement

３．学会等名
AECT International Convention(Association for Educational Communications & Technology)（国際学会）

４．発表年
2021年

１．発表者名
Herawati, A., & Nakanishi, T.

２．発表標題
English E-learning in VUCA World: Comparative Study between Indonesia and Japan

３．学会等名
AILA(International Association of Applied Linguistics)（国際学会）

４．発表年
2024年

１．発表者名 Nakanishi, T.
２．発表標題 Longitudinal investigation of extensive reading with restriction
３．学会等名 CULI TERA ERF International Conference
４．発表年 2024年

〔図書〕　計0件

〔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	中西　貴行 (Nakanishi Takayuki) (10406019)	獨協大学・経済学部・教授 (32406)	
研究分担者	狩野　紀子 (Kano Noriko) (40350574)	拓殖大学・外国語学部・教授 (32638)	

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