

修士論文

オープンソース BI ツールを用いた

LMS 学習活動履歴の可視化による

学習者動機づけに関する研究

A study on learner motivation

by visualizing LMS learning activity history

using open source BI tools

社会文化科学教育部 博士前期課程 教授システム学専攻

238-G8808

福野 憲一

主指導： 喜多 敏博 教授

副指導： 戸田 真志 教授

副指導： 中野 裕司 教授

2025 年 1 月

目次

内容

第1章 研究の目的	1
第2章 研究の背景	1
第3章 先行研究	3
1 先行研究1	3
1. 1 コンテナ仮想化 (Docker)	3
1. 2 データを取り出す手法	3
1. 3 可視化ライブラリの拡張	4
2 先行研究2	4
2. 1 LMS に依存しない可視化	5
2. 2 BI ツールによる可視化	5
2. 3 プログラミング不要	5
第4章 可視化システムの開発	7
1 社会的存在感	7
2 社会的存在感の醸成のための設計指針	7
3 システムの開発方針	7
4 可視化システムについて	7
4. 1 システム仕様	7
4. 2 LMS (Learning Management System)	9
4. 3 IMS Caliper Analytics による, イベント出力	9
4. 4 LRS (Learning Record Store)	9
4. 5 MongoDB	10
4. 6 SQL クエリエンジン	10
4. 7 BI ツール (Business Intelligence Tool)	10
4. 8 可視化ライブラリ	11
5 Superset の問題回避	12
5. 1 ECharts 使用に至る背景	12
6 複数アプリケーションの同時起動	13

7 Superset 可視化設計	13
7. 1 チャート設計	14
7. 2 ダッシュボード設計	23
8 ECharts 可視化設計	24
8. 1 タスク活動チェック	24
8. 2 ユーザー活動履歴	25
9 研究サイトの実装	26
第5章 形成的評価	27
1 実験方法	27
2 協力者	29
3 評価方法	29
4 アンケート 1	29
5 アンケート 2	30
6 アンケート 3	30
第6章 実験結果	32
1 アンケート 1 結果	32
2 アンケート 2 結果	33
3 アンケート 3 結果	34
4 自由記述の回答	35
4. 1 良かった点	35
4. 2 改善すべき点	35
第7章 考察	36
1 可視化について	36
2 システム負荷について	37
第8章 研究成果のまとめ	38
1 社会的存在感の評価	38
2 他者との繋がりの評価	38
3 グラフによる他者の存在感の評価	38
4 今後の課題と展望	38
4. 1 今後の課題	38

4. 2 今後の展望.....	39
第9章 謝辞.....	40
第10章 参考文献.....	41
第11章 付録.....	43

学生番号 238-G8808 氏 名 福野 憲一

修士論文 要旨 (日本語)

題 目

オープンソース BI ツールを用いた LMS 学習活動履歴の可視化による
学習者動機づけに関する研究

要 旨

デジタル庁などが 2022 年に公開した「教育データ利活用ロードマップ」では、教育データの利活用に向けた施策の全体像を描いており、学習者が学習履歴を活用して自らのデータを蓄積・活用できるようにすることを示している。

様々な種類の LMS が普及する中、国際標準規格である xAPI 規格や IMS Caliper 規格により、LMS 学習活動履歴データを蓄積する、LRS (Learning Record Store) も普及してきている。

本研究では、全てオープンソースソフトウェアを用いた可視化システムの構築を行い、LMS 学習活動履歴データの可視化による、学習者動機づけに関する研究を行った。

オープンソース BI ツールを用いた LMS 学習活動履歴の可視化を行い、社会的存在感を醸成することで、LMS で学ぶ学習者の動機付けに、どのような変化をもたらすのかを明らかにする。

形成的評価を行った結果、社会的存在感の意味で活動的で、役に立つことが示唆された。

また、学習者動機づけへの効果が期待される、いくつかの項目（他者の進捗把握、グループ所属感覚）が高い結果が得られた。

学習者自身や、同じ学習を行う集団の学習活動を可視化することにより、学習への動機付けを通して、学習者支援に寄与する。

学生番号 238-G8808 氏 名 福野 憲一

修士論文 要旨 (英語)

題 目

A study on learner motivation by visualizing LMS learning activity history using open source BI tools

要 旨

The "Roadmap for Utilizing Educational Data" published by the Digital Agency and others in 2022 outlines an overall picture of measures for utilizing educational data, and indicates that learners will be able to accumulate and utilize their own data by utilizing their learning history.

As various types of LMS become widespread, LRS (Learning Record Store), which accumulates LMS learning activity history data based on the international standards xAPI and IMS Caliper, is also becoming popular.

In this study, we built a visualization system using all open source software and conducted a study on learner motivation by visualizing LMS learning activity history data.

We visualize the learning activity history of the LMS using an open source BI tool and clarify what kind of changes are brought about in the motivation of learners studying in the LMS by fostering a sense of social presence.

Formative evaluation showed that the program was active and useful in terms of a sense of social presence.

In addition, several items (knowing the progress of others, feeling of belonging to a group) showed high results, which are expected to have an effect on learner motivation.

By visualizing the learning activities of the learner himself and the group of people who are studying the same thing, it contributes to learner support through motivation to learn.

第 1 章 研究の目的

本研究は、オープンソース BI ツールを用いた LMS 学習活動履歴の可視化により、学習者動機づけに関する研究を行うものである。

オープンソース BI ツールを用いた LMS 学習活動履歴の可視化を行い、社会的存在感を醸成することで、LMS で学ぶ学習者の動機づけに、どのような変化をもたらすのかを明らかにする。

第 2 章 研究の背景

デジタル庁などが 2022 年に公開した「教育データ利活用ロードマップ」は、教育データの利活用に向けた施策の全体像を描いており、学習者が学習履歴を活用して自らのデータを蓄積・活用できるようにすることを示している。[1]

ロードマップの中ではデータ標準として 2 つの国際標準規格が挙げられている。米国の ADL (Advanced Distributed Learning) が策定した xAPI (Experience API) と、IMS Global Learning Consortium が策定した IMS Caliper Analytics である。

一方、オープンソース LMS は Canvas, Sakai, Moodle などが普及してきている。有償 LMS は、WebClass, Blackboard, UNIVERSAL PASSPORT EX などが普及してきている。

様々な種類の LMS が普及する中、国際標準規格である xAPI 規格や IMS Caliper 規格により、LMS 学習活動履歴データを蓄積する、LRS (Learning Record Store) も普及してきている。

本研究では、全てオープンソースソフトウェアを用いた可視化システムの構築を行い、LMS 学習活動履歴データの可視化による、学習者動機づけに関する研究を行った。

LRS から学習活動履歴データを取り出し、可視化した情報を学習者に示すことで、教育データの利活用として、学習者支援に寄与する。

第3章 先行研究

LMS 学習活動履歴を可視化するプラットフォームとして、先行事例について取り上げる。

1 先行研究 1

「古川雅子ら(2020) 通信制大学におけるオンライン学習履歴データの特徴と解析基盤の構築」[2] では、LMS 学習活動履歴をオープンソース BI ツールで可視化するプラットフォームを構築している。

古川雅子ら(2020)の研究で使用している、ラーニングアナリティクス基盤システム (LAaaS-docker (RCOS 2024)) は、GitHub で公開している。

本研究では、LAaaS-docker (RCOS 2024) [5] の可視化システム構成を発展させ、システムを構築する。

1. 1 コンテナ仮想化 (Docker)

LAaaS-docker (RCOS 2024) の可視化システムでは、コンテナ仮想化 (Docker) を使用している。

本研究では、コンテナ仮想化 (Docker) を使わないことで、研究者はシステム構成を自由に変更することができるよう、システムを構築している。

1. 2 データを取り出す手法

LAaaS-docker (RCOS 2024) の可視化システムでは、MongoDB からデータを取り出す手法として、外部テーブル (FOREIGN TABLE) を定義し、外部データラップ (multicorn) からデータベース (PostgreSQL) を経由させて、BI ツールにデータを取り込んでいる。

本研究では、SQL クエリエンジン (Apache Drill) による MongoDB への直接アクセスにより、オーバーヘッド (データの読み込み、スキーマの作成とメンテナンス、変換など) なしで可視化システムを構築している。

1. 3 可視化ライブラリの拡張

LAaaS-docker (RCOS 2024) の可視化システムでは、BI ツールの他に、Python で可視化する方法を用意している。

本研究では、可視化ライブラリ (Apache ECharts) を用いた可視化を実装し、可視化の選択肢を増やしている。

LMS 学習活動履歴から可視化する流れを自動化して、学習者に示す。

方式の違いについて、以下の図に示す。

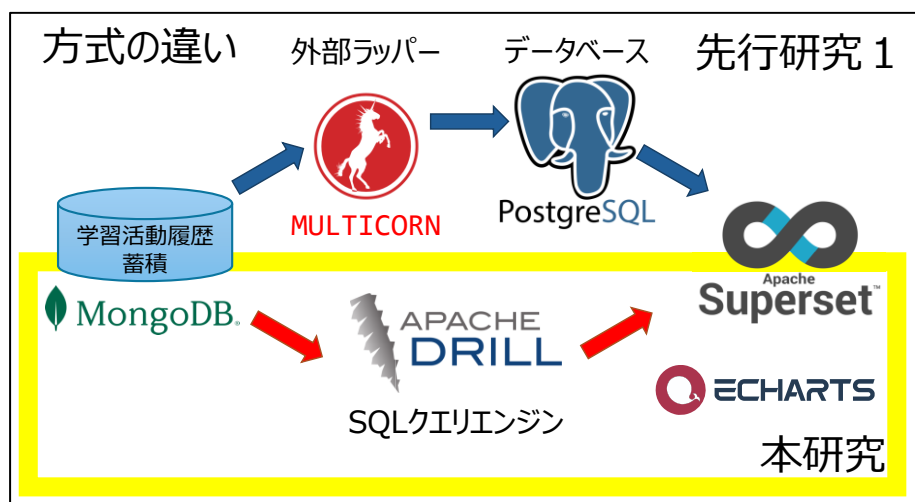


図 3-1 先行研究 1 との違い

2 先行研究 2

加藤ら(2022)においては、LMS を使用した非同期型オンライン授業における学習者の存在感を表現するための学習ログの処理をしている。[3] 社会的存在感の醸成により学習者の動機付けや孤独感の軽減に貢献することを目的としている。

本研究では、加藤ら(2022)の学習者の存在感を表現するための学習ログの処理を発展させ、LRS から学習活動履歴データを取り出し、可視化する流れを自動化して学習者に示すことで、学習者の動機付けに繋げる。

本研究では、加藤ら(2022)の可視化システムの構築を発展させ、システムを構築する。

2. 1 LMS に依存しない可視化

加藤ら(2022)のシステムでは、Moodle の内部データベースから直接データを取得、変換後、処理後データベースに蓄積し、可視化を行っている。

本研究では、LMS の学習活動履歴を IMS Caliper 規格により LRS に蓄積するシステムを設定する。そして、LRS の内部データベースから可視化を行うことで、LMS に依存しない可視化システムを構築する。

2. 2 BI ツールによる可視化

加藤ら(2022)のシステムでは、JavaScript, PHP を構成し、可視化を行っている。

本研究では、BI ツールにより可視化を行うため、可視化のカスタマイズが可能である。

2. 3 プログラミング不要

加藤ら(2022)のシステムでは、Python, JavaScript, PHP によりプログラムを開発し、可視化を行っている。

本研究では、プログラミング不要で可視化システムを構築する。

但し、Superset では SQL の作成、ECharts では JavaScript プログラミングが必要となる。

方式の違いについて，以下の図に示す．

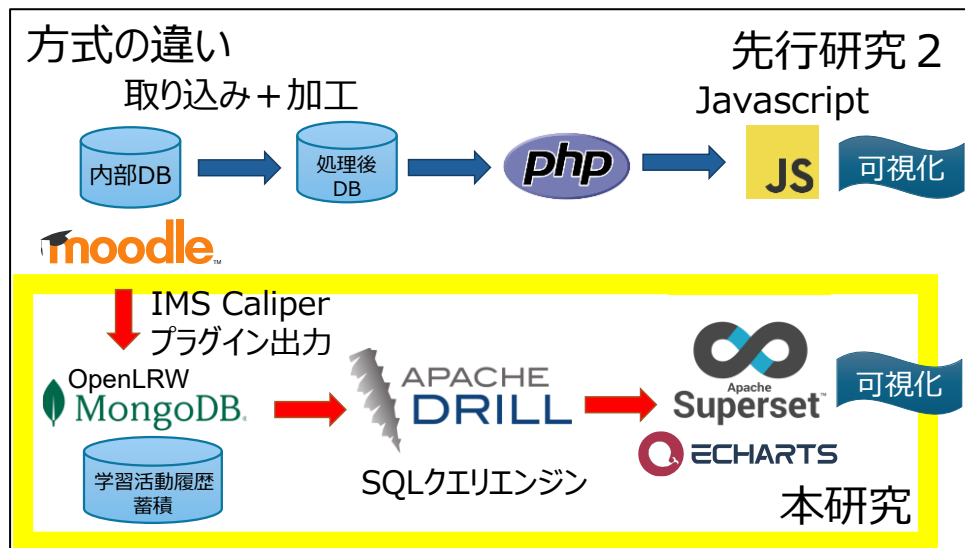


図 3-2 先行研究 2 との違い

第4章 可視化システムの開発

1 社会的存在感

社会的存在感は、SHORT ら(1976)によってコミュニケーション・メディア(電話, テレビ会議, 手紙など)を媒介した他者の存在感に関する概念と提唱されている。

社会的存在感を醸成することにより, オンライン授業での存在感の無さを解消することができる。[14]

2 社会的存在感の醸成のための設計指針

LMS による学習は, 他者の存在感を感じる事が無いため, 孤独感やモチベーションの維持が難しい問題がある。

他者を含めた, 学習活動履歴を即時に可視化して, 学習者に示すことにより, 社会的存在感を醸成する可視化システムを開発する。

3 システムの開発方針

可視化システムの構築は, 全てオープンソースソフトウェアを採用する。

オープンソースソフトウェアを採用することにより, 研究のためのコストが少ない方法で可視化システム環境を構築する。

4 可視化システムについて

4. 1 システム仕様

可視化システムは, 以下のシステム仕様に実装する。

分類	仕様
OS	Ubuntu 22.04
CPU	6 CPU
メモリ	8 GB
SSD	160GB

表 4-1 可視化システムの仕様

システム概要図を，以下に示す．

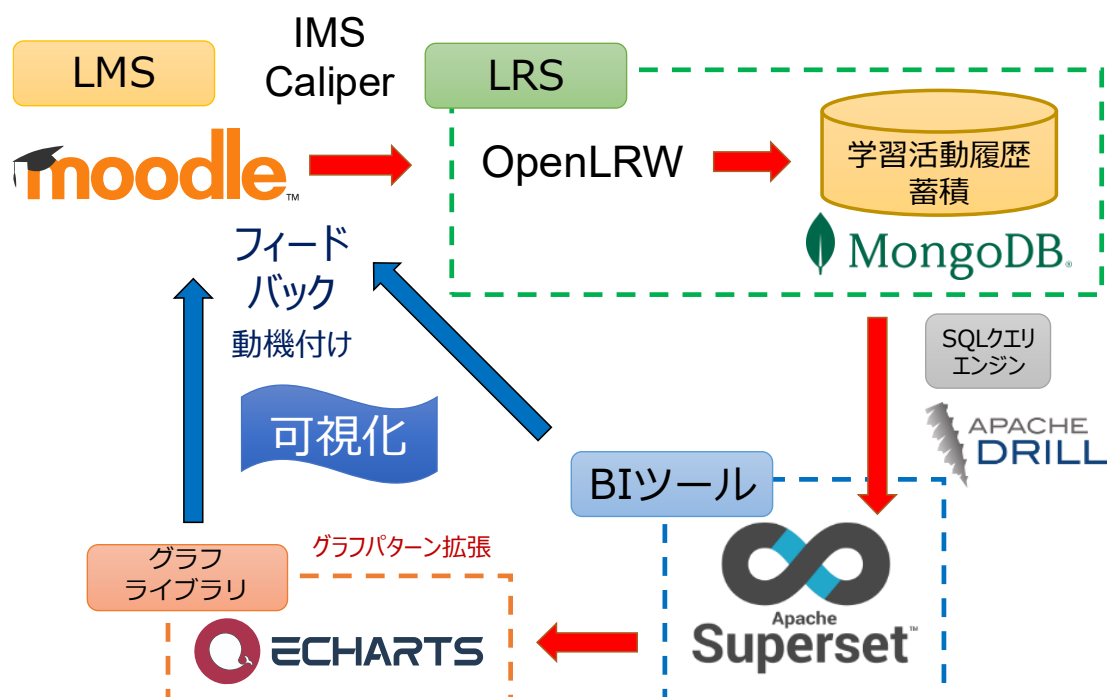


図 4-1 可視化システムの概要

システムの流れを，以下に示す．

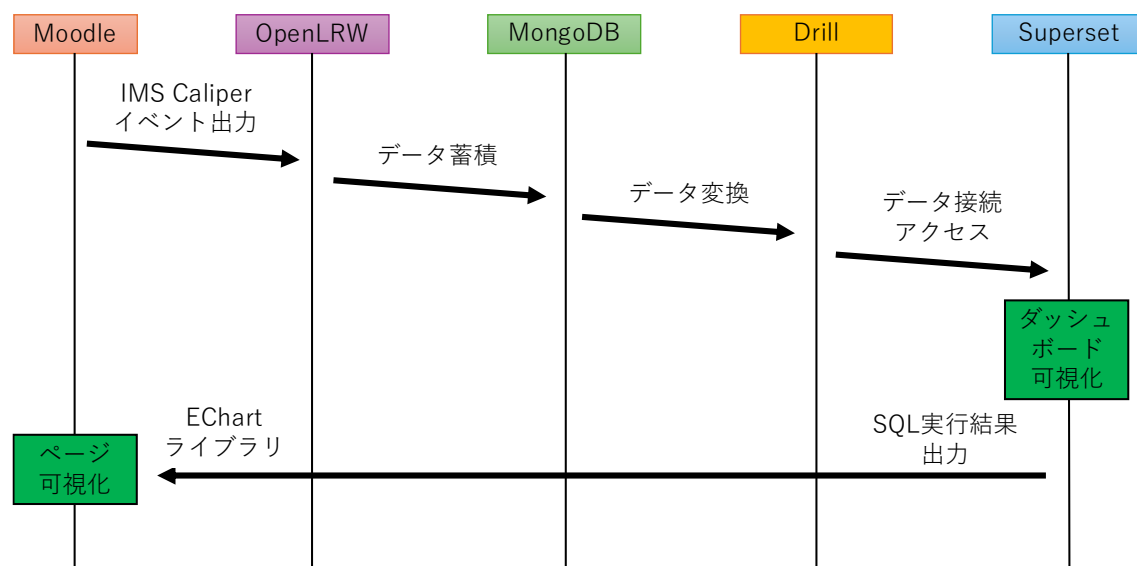


図 4-2 可視化システムの流れ

4. 2 LMS (Learning Management System)

LMS は学習管理システムとも呼ばれ、e ラーニングによる学習をスムーズに進行させるためのシステムである。

Moodle[6] は、オープンソースの e ラーニングプラットフォームである。

本研究では、オープンソースの、Moodle 4.3 を採用した。

Moodle は（付録 1）にしたがって、Ubuntu 22.04 にインストールする。

4. 3 IMS Caliper Analytics による、イベント出力

Caliper log store[8] は、IMS Caliper 1.0 [7] 仕様に準拠した Moodle 用プラグインであり、LMS で発生したイベントを、LRS に出力する。

本研究では、Moodle のプラグインである Caliper log store 4.3.4 を採用した。

Caliper log store は（付録 5）にしたがって、インストールする。

4. 4 LRS (Learning Record Store)

LRS は、学習活動のデータを保存、管理、共有するためのシステムである。

OpenLRW[9] は、Java ベースで開発された学習記録のためのシステムである。

本研究では、オープンソースの、OpenLRW 1.2.3 を採用した。

(1) 要件

OpenLRW の要件を、以下に示す。

OpenLRW	本研究の環境
Git	git version 2.34.1
Java Development Kit 8	openjdk version "11.0.25"
Maven 3	Apache Maven 3.6.3

MongoDB 2.6+	MongoDB 8.0.4
--------------	---------------

表 4-2 OpenLRW の要件

OpenLRW は、(付録 3) にしたがって、インストールする。

4. 5 MongoDB

MongoDB[10] は、NoSQL の高パフォーマンス／スケーラビリティを保持しつつ、RDB ライクな機能をバランスよく組み込むことを目指して開発されているドキュメント指向データベースである。

本研究では、オープンソースの、MongoDB 7.0.15 を採用した。

(MongoDB は、OpenLRW の要件である。)

MongoDB Community Edition は (付録 2) にしたがって、インストールする。

MongoDB 用の GUI ツールは (付録 4) にしたがって、インストールする。

4. 6 SQL クエリエンジン

OpenLRW がデータを蓄積している MongoDB (データベース) を、直接参照するために使用した。

Apache Drill[11] は、様々なデータベースに対応した、SQL クエリエンジンである。

本研究では、オープンソースの、Apache Drill 1.21.2 を採用した。

Drill は (付録 7) にしたがって、インストールする。

4. 7 BI ツール (Business Intelligence Tool)

BI ツールとは、ビジネスにおける大量のデータを収集・分析する機能を持つソフトウェアのことである。

本研究では、オープンソースの、Apache Superset 4.1.0 を採用した。

Apache Superset[13] とは、Airbnb 社が開発したデータの検索や可視化を行うためのオー

オープンソースソフトウェアである。

Superset は（付録 6， 8， 9）にしたがって，インストールし，設定する。

4. 8 可視化ライブラリ

Apache ECharts[12] は，Baidu によって開発された，データの可視化ライブラリである。

Superset のグラフ機能では実現できない可視化を補うために使用した。

本研究では，オープンソースの，Apache ECharts 5.5.1 を採用した。

ECharts はシステムへのインストールは必要ない。Moodle にファイルをアップロードして動作させる。

5 Superset の問題回避

5. 1 ECharts 使用に至る背景

(1) グラフ種類が少ない

ECharts は、Superset の内部で使用されている JavaScript 可視化ライブラリである。

Superset のグラフ種類は 62 個あり、ECharts のグラフ 340 個と比較すると少ない。

これは、Superset はグラフごとにソースコードを開発しており、オープンソースによるボランティア開発のため、対応が遅いことが挙げられる。

(2) 指定できるパラメータの制限による問題

Superset のチャート機能は、汎用的なインタフェースではあるが、パラメータの使用法が限定されることがある。例えば図 4-3 では、必ず DEMENSIONS, ENTITY はグループ化キーとして扱われ、X AXIS, Y AXIS は集計関数であることを前提としている。

そのため、グラフを意図したように可視化できない問題が発生した。

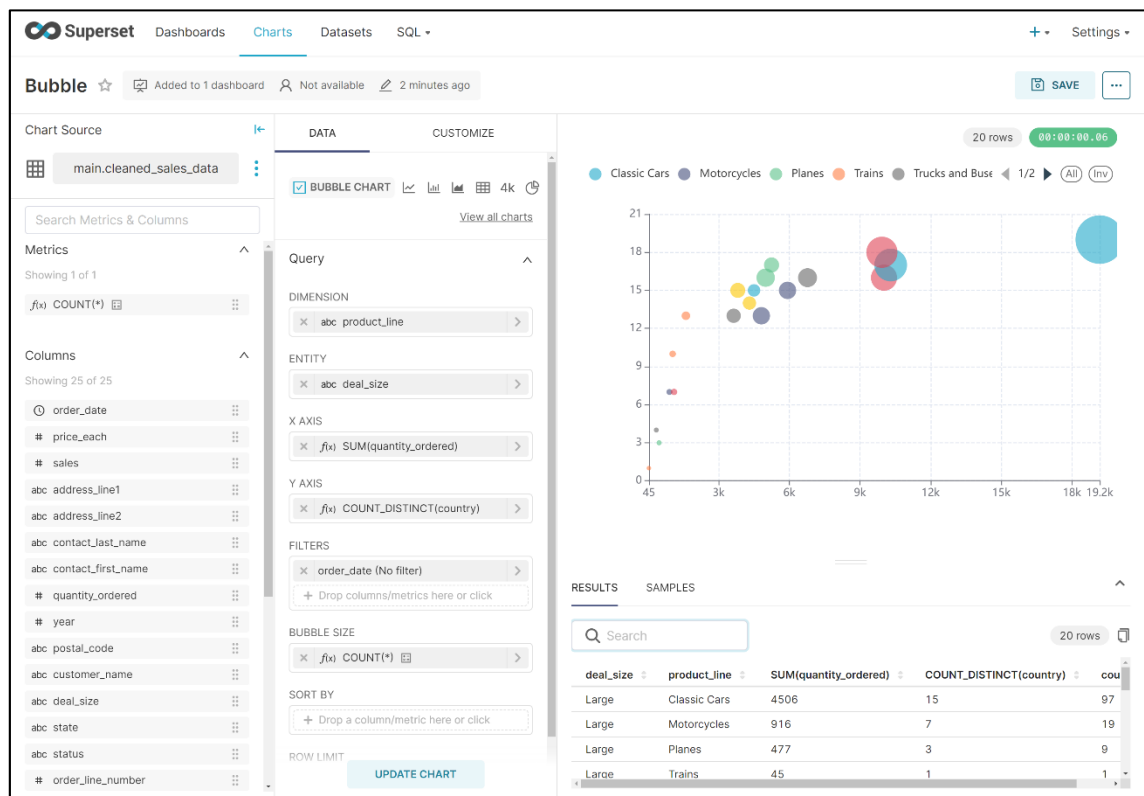


図 4-3 BUBBLE CHART の設定例

そこで、Superset で表現できないグラフについて、Superset の SQL 実行結果を CSV ファイルで取得し、ECharts で可視化する方法を試行した。

これにより、グラフ種類が少ない問題を解決し、グラフを意図したように可視化できるようになり、Superset には用意されていないグラフにも対応できることを確認した。

6 複数アプリケーションの同時起動

本研究の可視化システムにおいては、アプリケーションを Shell で起動している。

boot_dev.sh 実行により、複数アプリケーションを同時起動している。

ソースコードは、(付録 1 3) に示す。

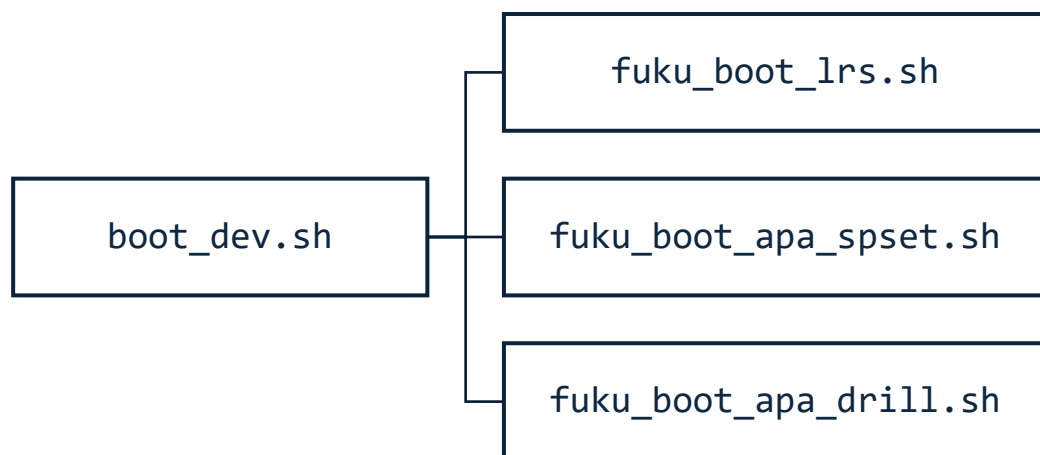


図 4-4 複数アプリケーションの同時起動

7 Superset 可視化設計

Superset による、チャートの設計について、以下に示す。

7. 1 チャート設計

(1) アクセス時刻ごとの頻度

データセット（付録8，DS_MAIN）を元に，SCATTER PLOT を用いて，可視化する．

パラメータ	値
X-AXIS	イベント時刻（分単位に変換）
METRICS	イベント回数
DIMENSIONS	ユーザーID＋ユーザー名
FILTER	ユーザー属性＝学習者（Learner） コース ID＝4 ※評価実験用に限定 現在時刻－3日 ＜イベント時刻＜ 現在時刻＋1日

表 4-3 設定値

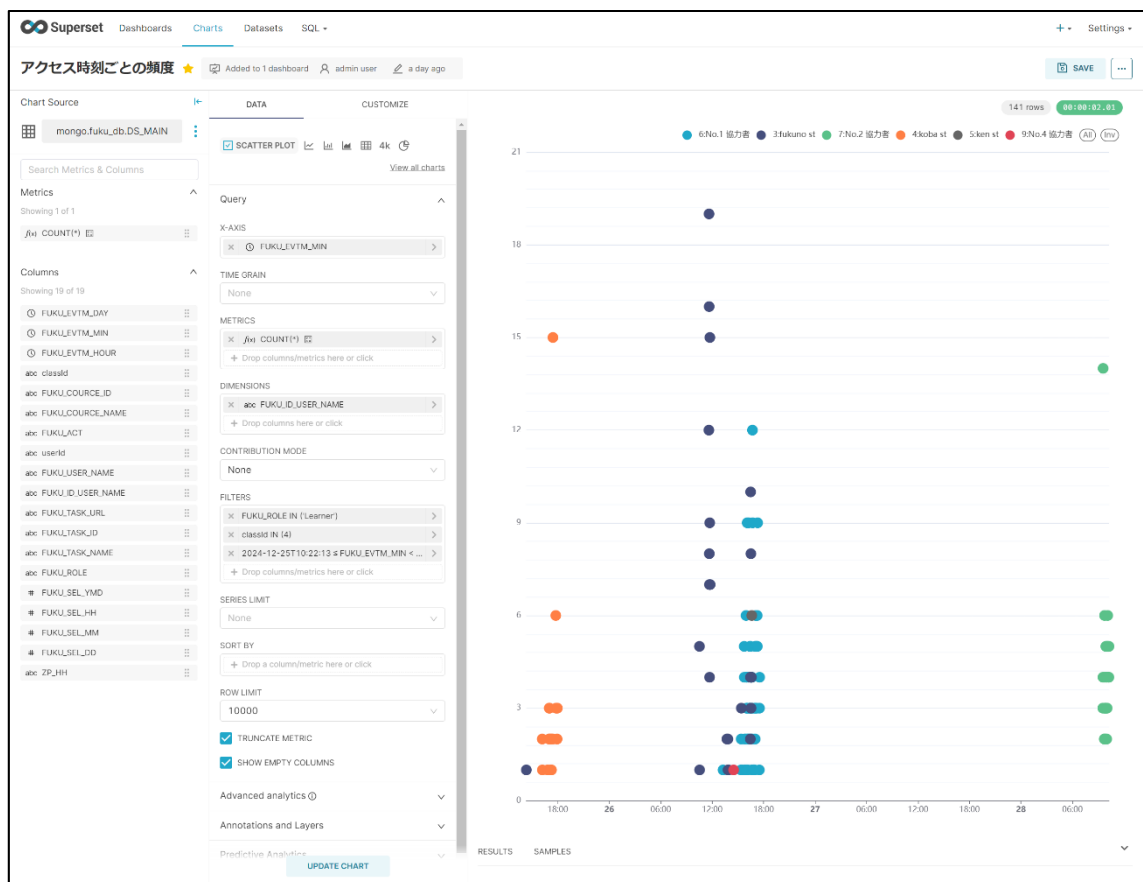


図 4-5 可視化例

(2) 取り組み状況

データセット（付録 8，DS_MAIN）を元に，SANKEY CHART を用いて，可視化する．

パラメータ	値
SOURCE	ユーザーID＋ユーザー名
TARGET	タスク名
METRIC	ユーザーID＋ユーザー名ごとの回数
FILTER	ユーザー属性＝学習者（Learner） コース ID＝ 4 ※評価実験用に限定 アクション＝Started, Submitted に限定

表 4-4 設定値

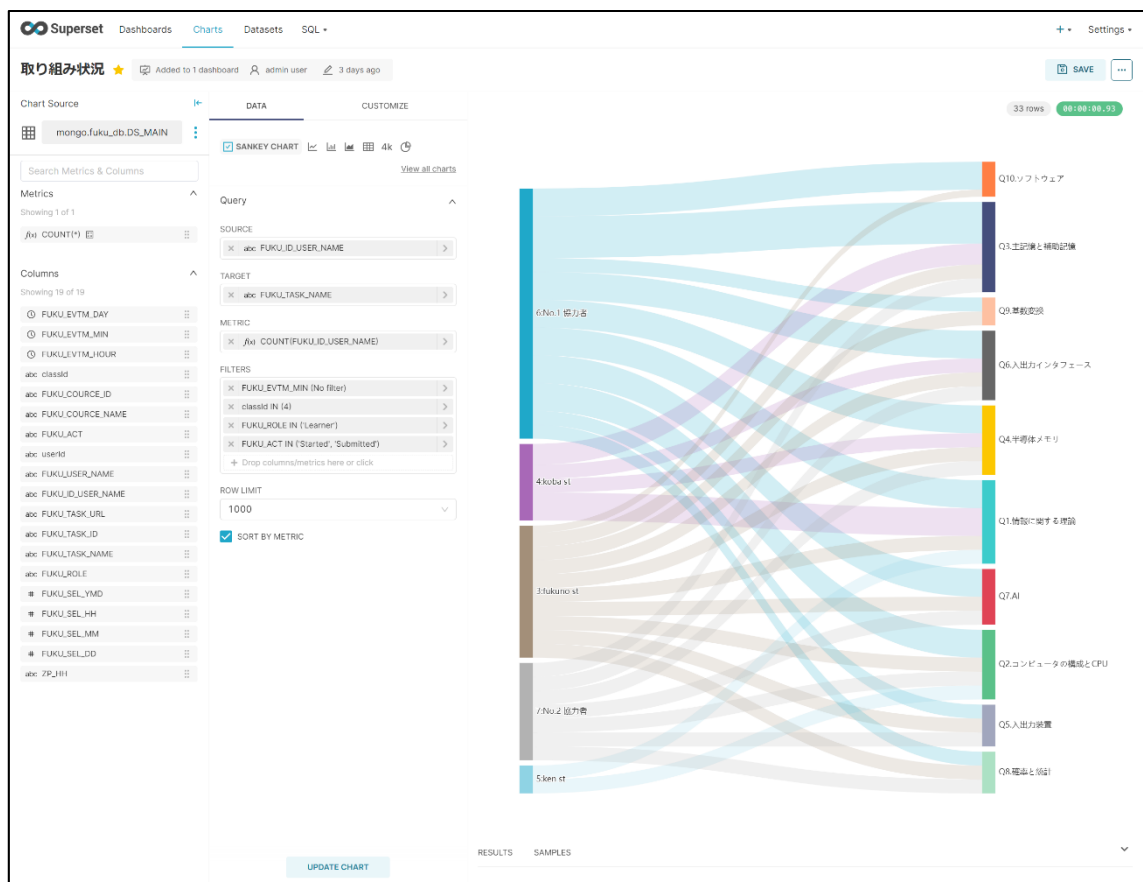


図 4-6 可視化例

(3) グラフチャート

データセット（付録 8，DS_MAIN）を元に，GRAPH CHART を用いて，可視化する．

パラメータ	値
SOURCE	ユーザーID+ユーザー名
TARGET	タスク名
METRIC	回数
SOURCE CATEGORY	ユーザーID+ユーザー名
TARGET CATEGORY	タスク名
GRAPH LAYOUT	CIRCLE
FILTER	ユーザー属性=学習者（Learner） コース ID = 4 ※評価実験用に限定 タスク名=NULL 以外

表 4-5 設定値

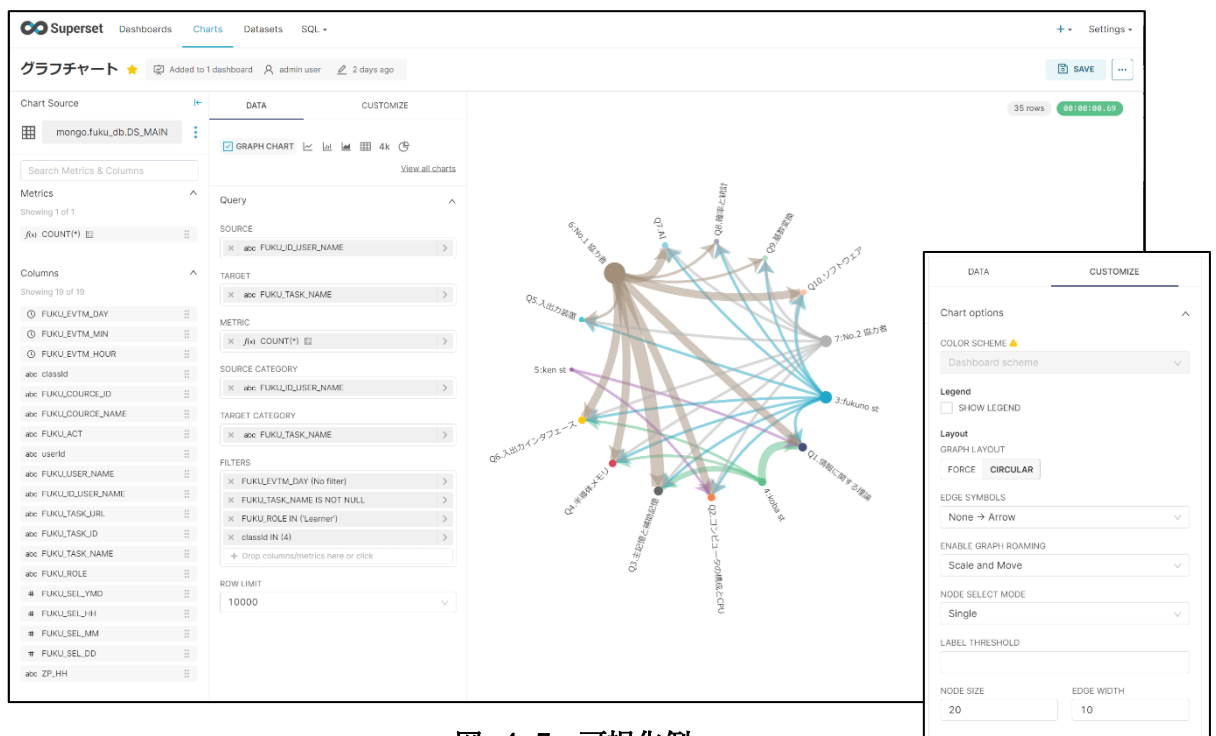


図 4-7 可視化例

(4) グラフチャート v2

データセット（付録8，DS_MAIN）を元に，GRAPH CHART を用いて，可視化する．

パラメータ	値
SOURCE	ユーザーID+ユーザー名
TARGET	タスク名
METRIC	回数
SOURCE CATEGORY	ユーザーID+ユーザー名
TARGET CATEGORY	タスク名
GRAPH LAYOUT	FORCE
FILTER	ユーザー属性=学習者（Learner） コース ID= 4 ※評価実験用に限定 タスク名=NULL 以外

表 4-6 設定値

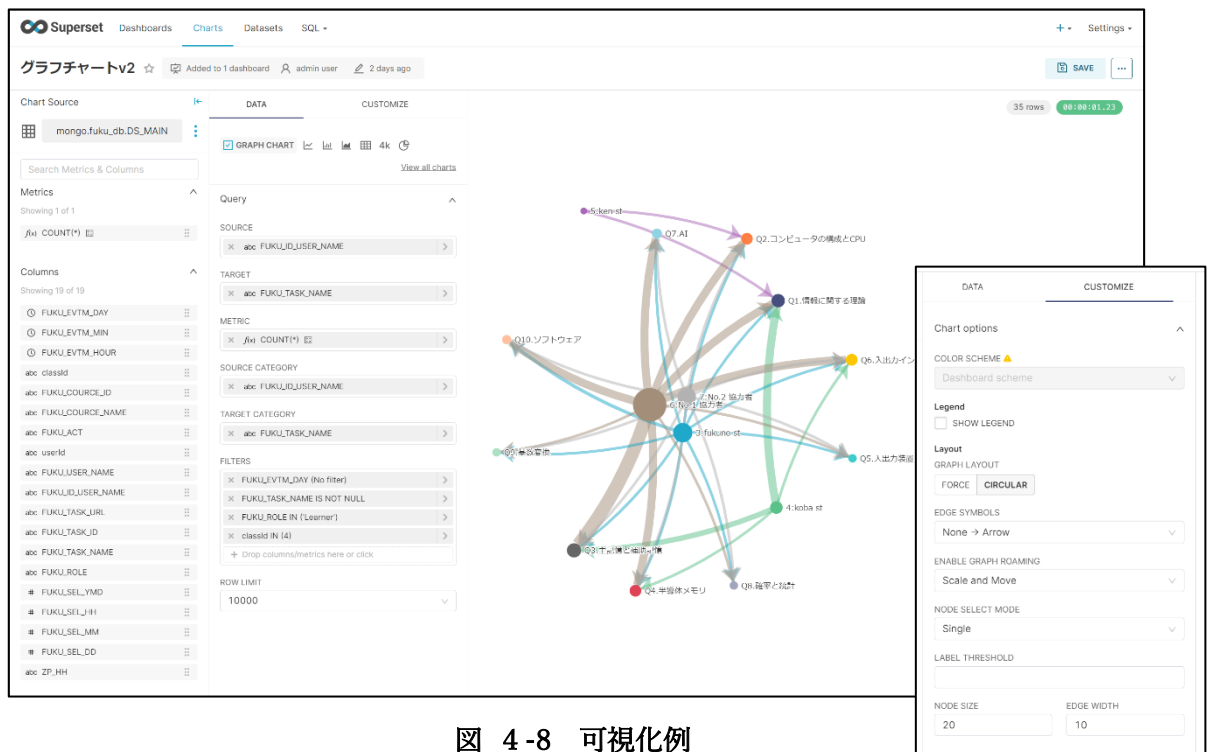


図 4-8 可視化例

(5) ユーザー活動頻度

データセット（付録 8，DS_MAIN）を元に，HORIZON CHART を用いて，可視化する．

パラメータ	値
TIME COLUMN	イベント時刻（分単位に変換）
METRIC	回数
DIMENSIONS	ユーザーID＋ユーザー名
FILTER	ユーザー属性＝学習者（Learner） コース ID＝4 ※評価実験用に限定 現在時刻－3 日 ＜イベント時刻 ＜ 現在時刻＋1 日

表 4-7 設定値

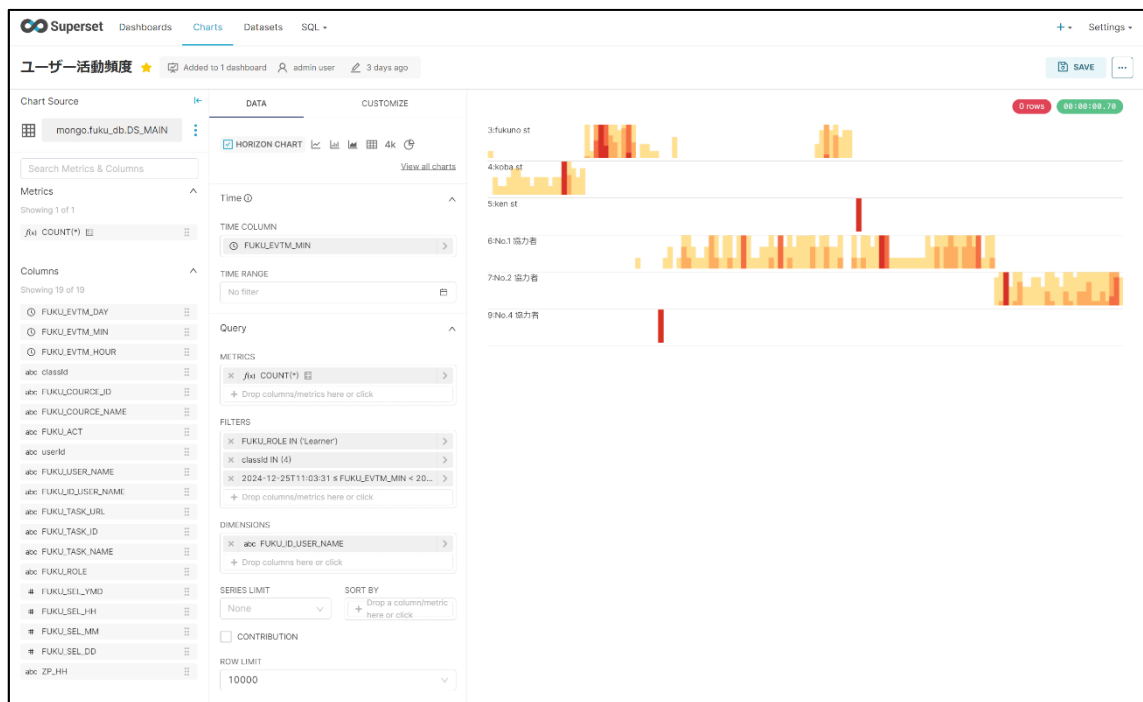


図 4-9 可視化例

(6) アクセス回数（ユーザー／日）

データセット（付録 8，DS_MAIN）を元に，HEATMAP を用いて，可視化する．

パラメータ	値
X AXIS	イベント時刻（分単位に変換）
Y AXIS	ユーザーID＋ユーザー名
METRIC	回数
FILTER	ユーザー属性＝学習者（Learner） コース ID＝4 ※評価実験用に限定 アクション＝Started, Submitted に限定 現在時刻－3 日 ＜イベント時刻 ＜ 現在時刻＋1 日

表 4-8 設定値

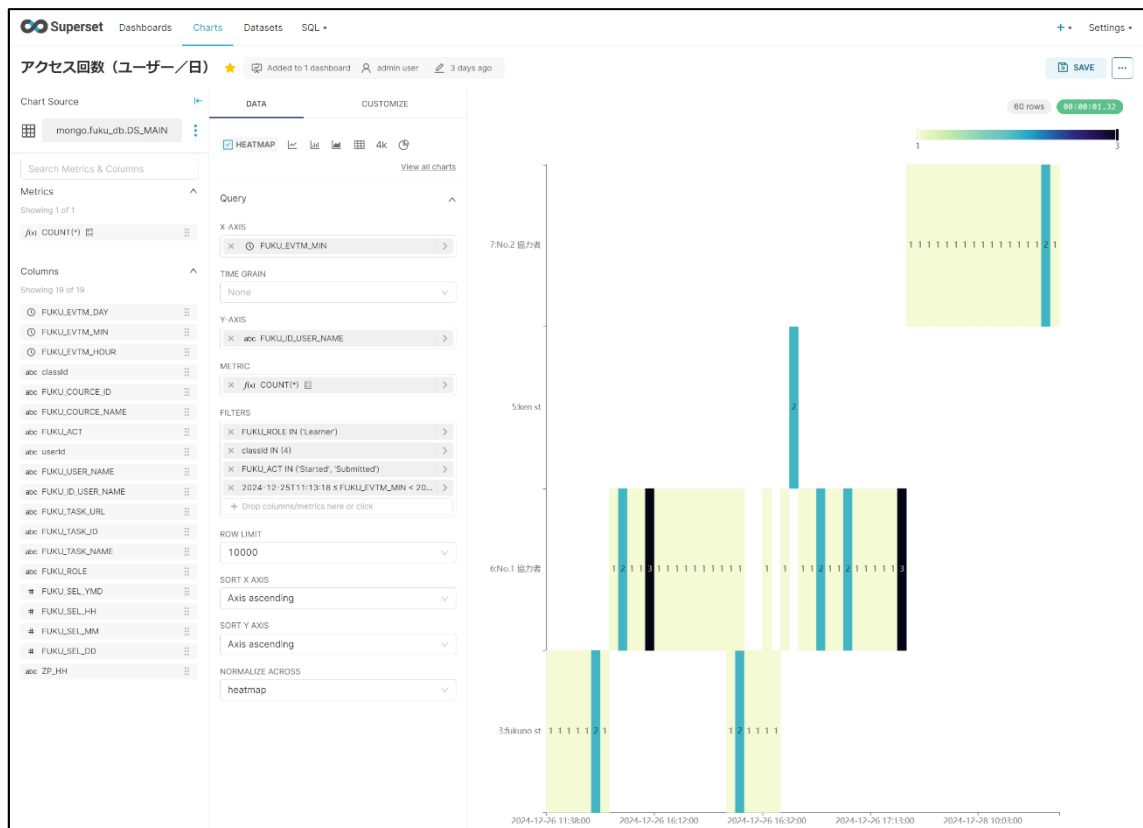


図 4-10 可視化例

(7) 学習者全体の活動

データセット（付録 8，DS_MAIN）を元に，BAR CHART を用いて，可視化する．

パラメータ	値
X AXIS	イベント時刻（分単位に変換）
METRIC	回数
FILTER	ユーザー属性＝学習者（Learner） コース ID= 4 ※評価実験用に限定 現在時刻－3 日 < イベント時刻 < 現在時刻＋1 日

表 4-9 設定値

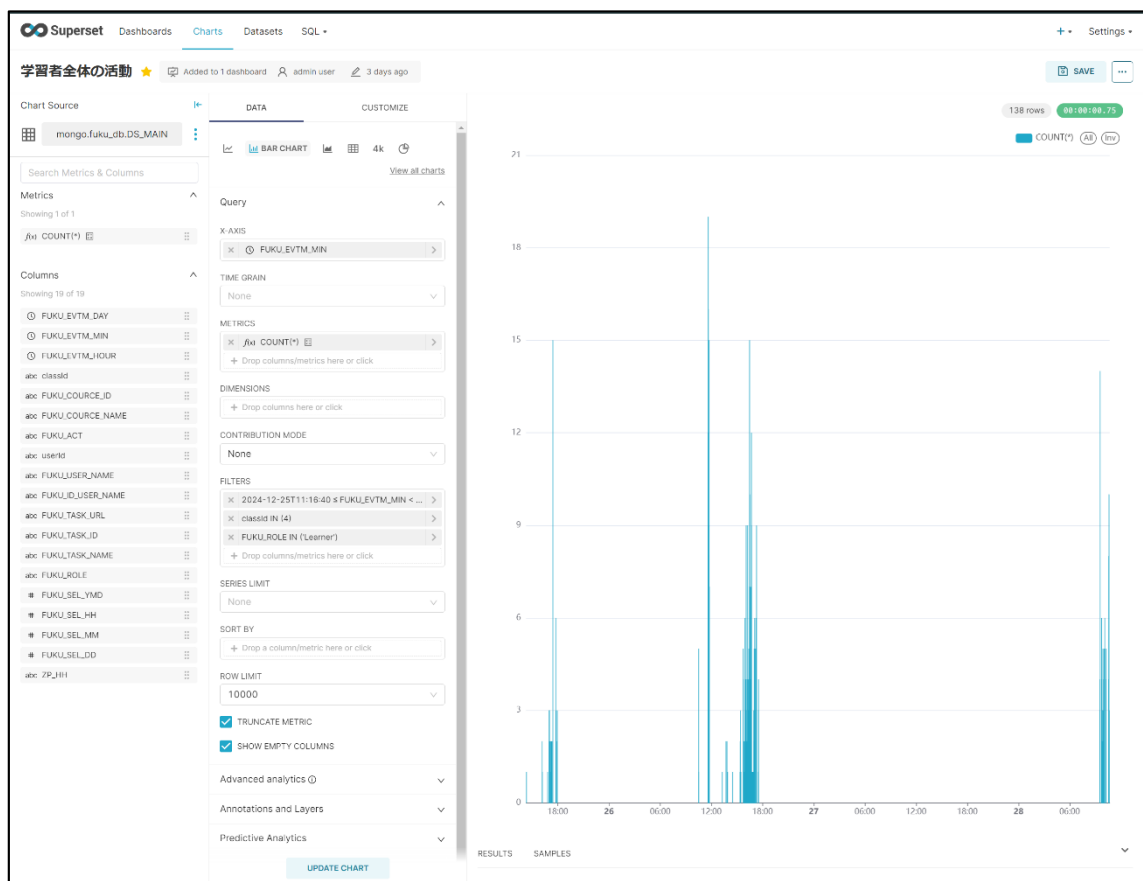


図 4-11 可視化例

(8) ユーザーイベント累計

データセット (付録 8, DS_MAIN) を元に, PARTITION CHART を用いて, 可視化する.

パラメータ	値
METRIC	回数
FILTER	ユーザー属性=学習者 (Learner) コース ID= 4 ※評価実験用に限定
DIMENSIONS	ユーザーID+ユーザー名 アクション

表 4-10 設定値

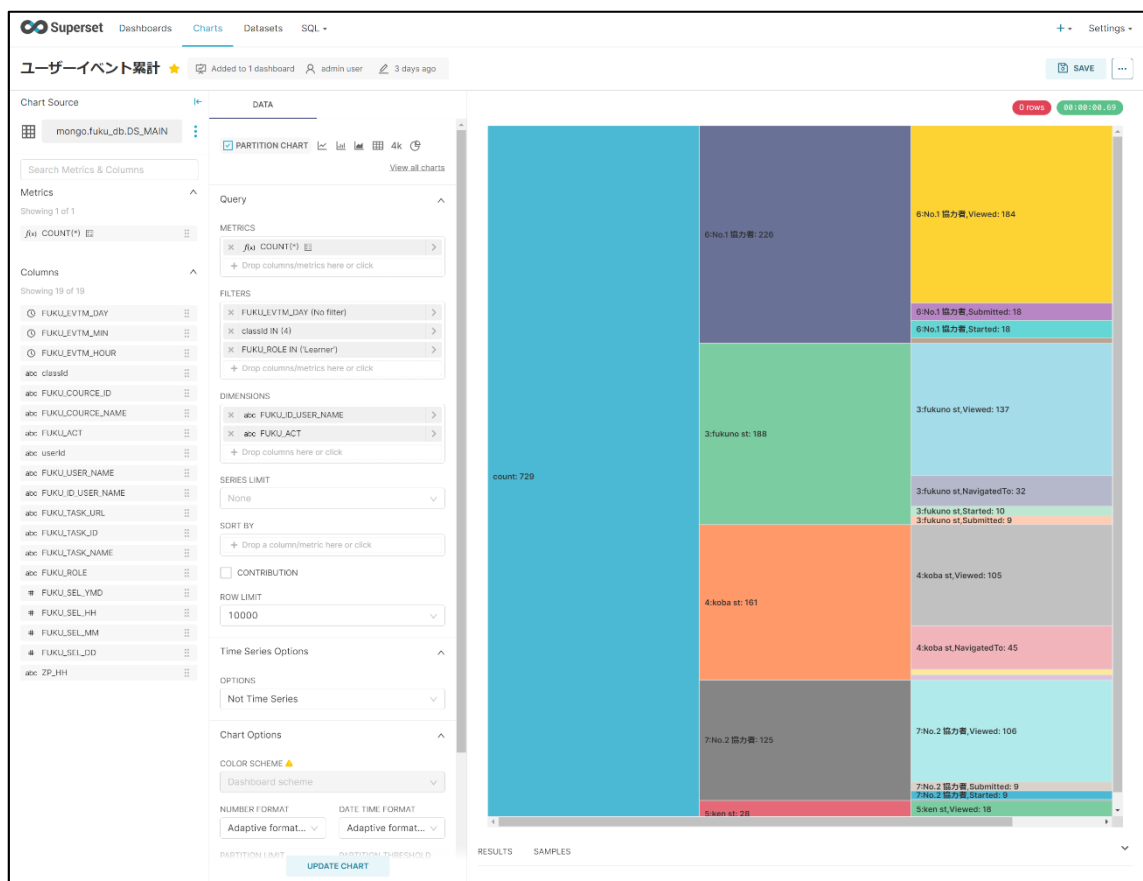


図 4-12 可視化例

(9) LMS イベント

データセット（付録 8，DS_MAIN）を元に，BAR CHART を用いて，可視化する．

パラメータ	値
Y AXIS	イベント時刻（時単位に変換）
METRIC	回数
DIMENSIONS	アクション
FILTER	ユーザー属性＝学習者（Learner） コース ID = 4 ※評価実験用に限定 現在時刻 - 3 日 < イベント時刻 < 現在時刻 + 1 日

表 4-11 設定値

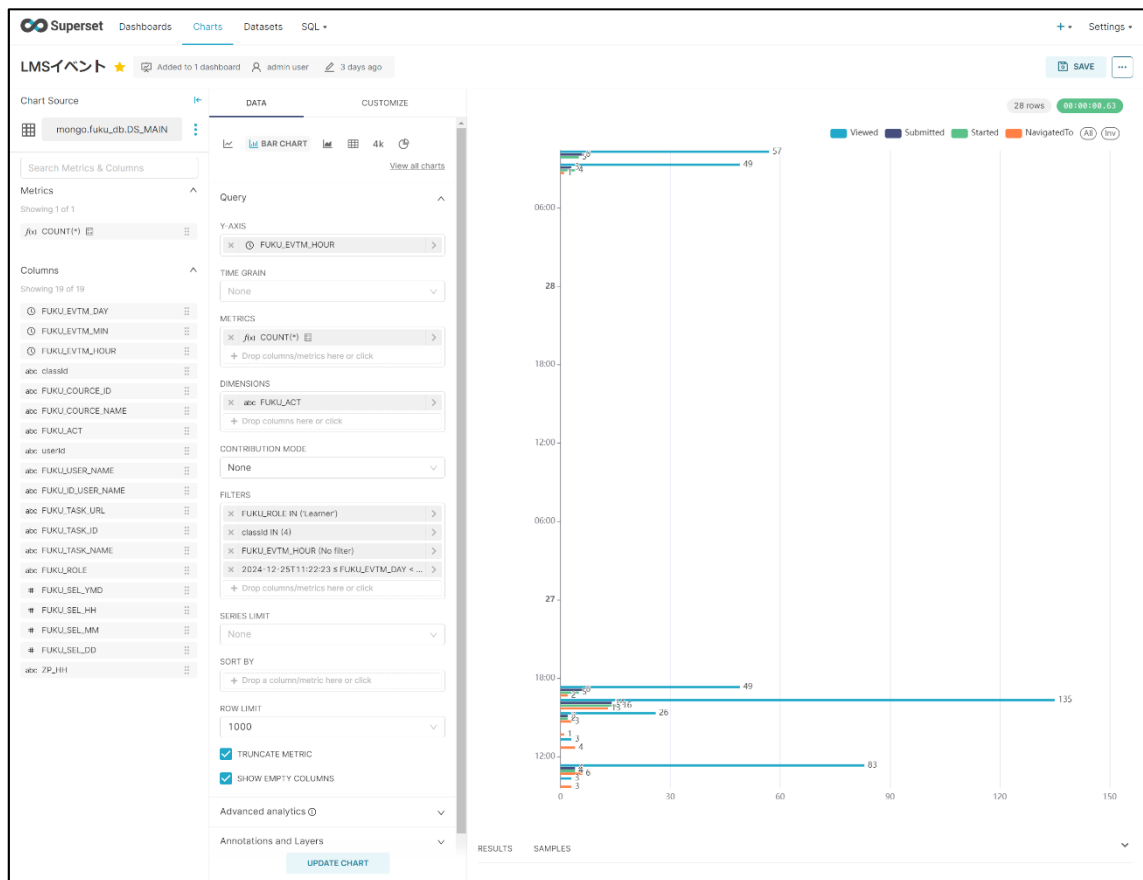


図 4-13 可視化例

7. 2 ダッシュボード設計

Superset のダッシュボード機能を用いて、チャートを以下のようにダッシュボードに配置する。

ダッシュボードのグラフは、30 秒ごとに自動更新されるよう、設定する。

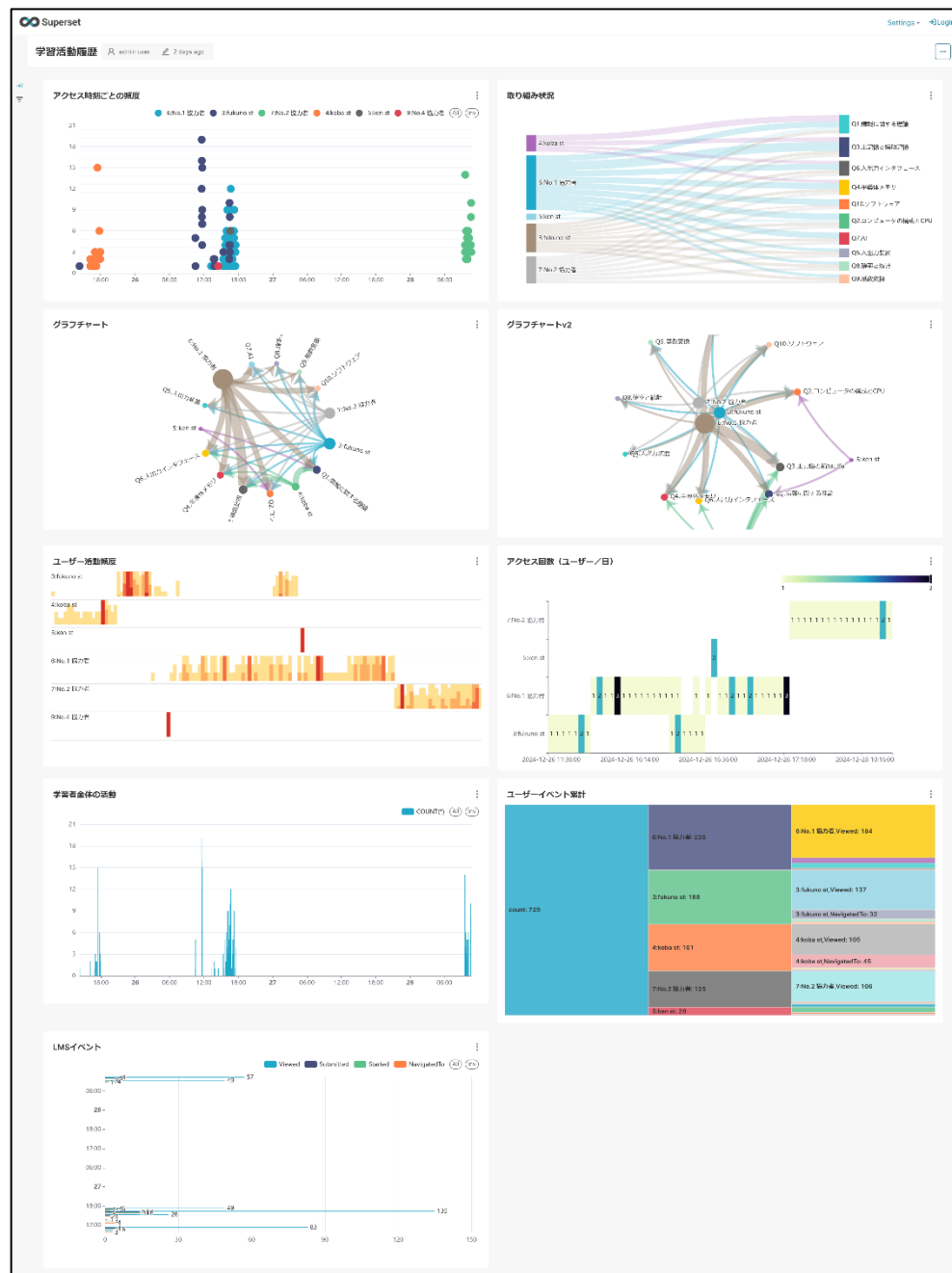


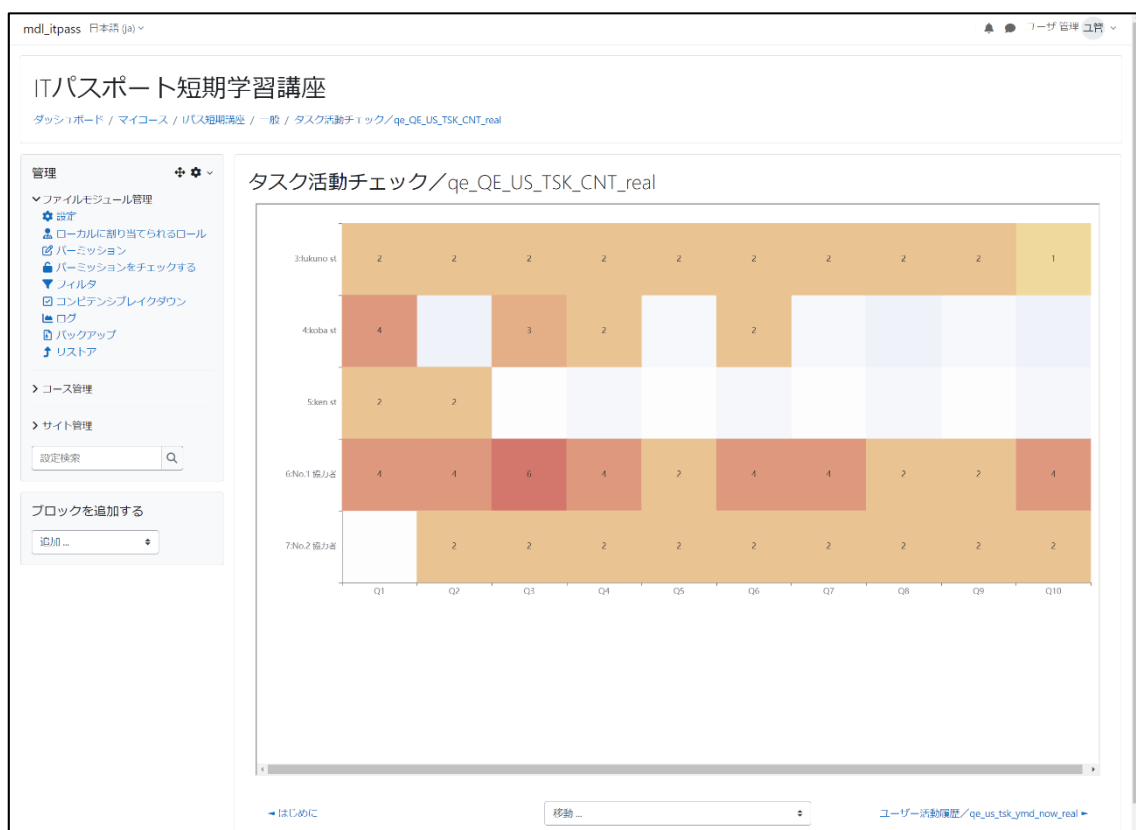
図 4-14 ダッシュボード実装例

8 ECharts 可視化設計

EChart による、Moodle ページ内にファイルを配置し、可視化を設定する。

8. 1 タスク活動チェック

Moodle ページへの組み込みは、付録 1 1 にしたがって、設定する。



8. 2 ユーザー活動履歴

Moodle ページへの組み込みは、付録 1 2 にしたがって、設定する。



9 研究サイトの実装

Moodle（左側）と、Superset（右側）を同時に表示させるためのサイトを用意した。

ソースコードは、付録 1 4 を参考にする。

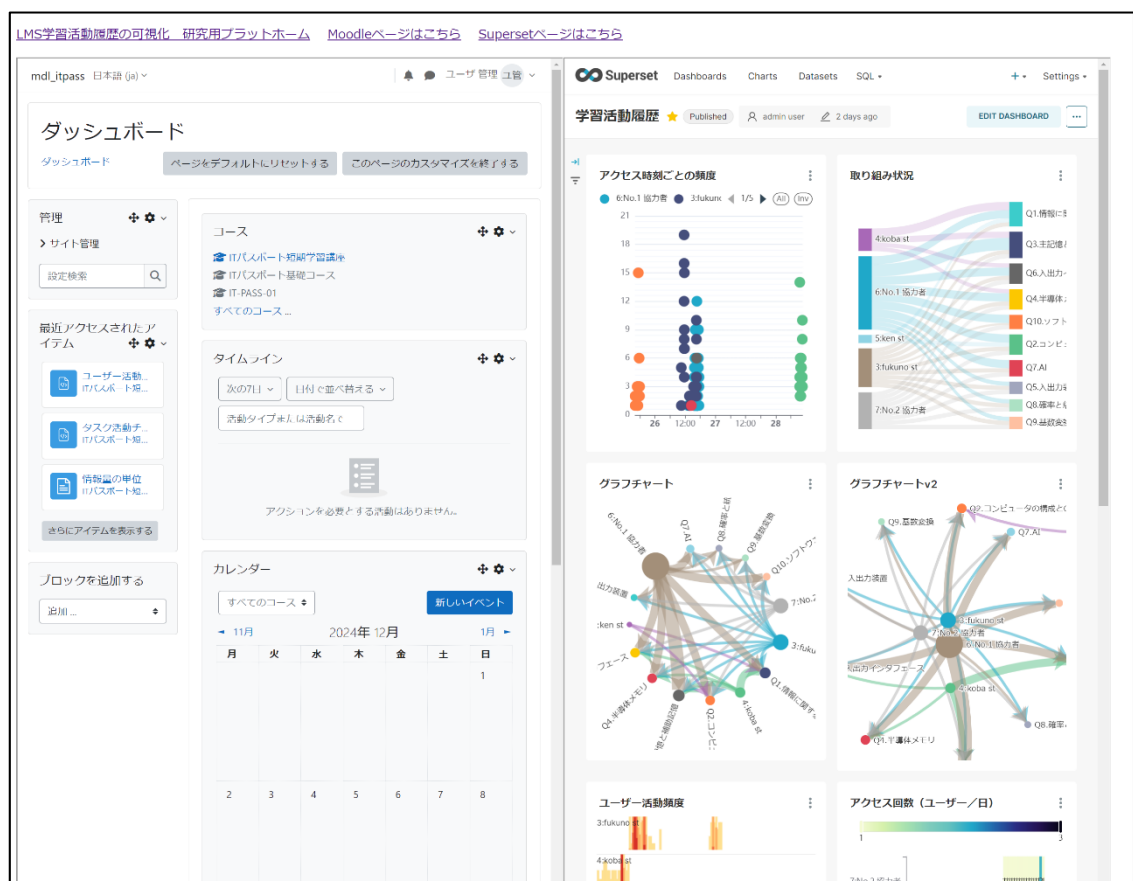


図 4-15 研究サイト トップページ

第5章 形成的評価

1 実験方法

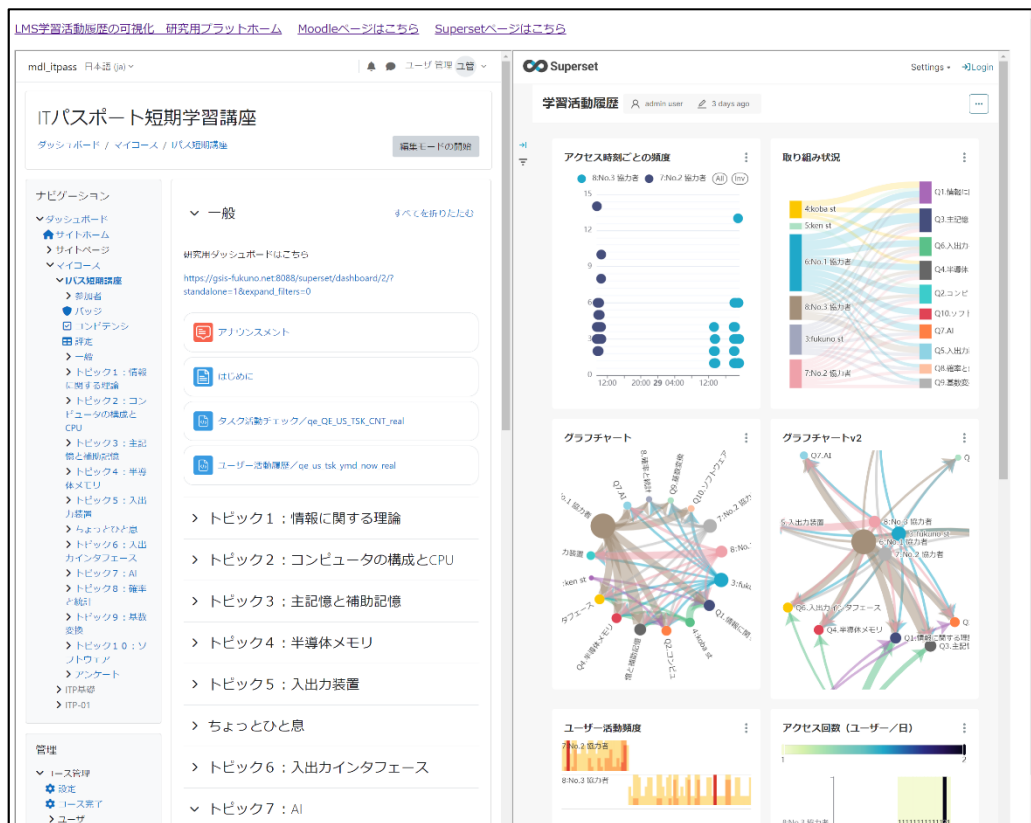


図 5-1 研究用サイト

検証用として、Moodle に IT パスポート学習コンテンツ（10 トピック）を用意した。

研究用サイトを作成し、<iFrame>タグを用いて、Moodle と Superset ダッシュボードを同時に表示できる環境を用意した。

協力者 3 人は Moodle で学習したことがある人物に依頼し、それぞれ別の時間に、非同期で体験した。

研究用サイトを通して、Moodle に組み込んだ可視化ページや Superset ダッシュボードの可視化ページを閲覧しながら学習に取り組んだ。

学習後、Google フォームより、アンケート 1，2，3，自由記述などに回答した。

mdl_itpass 日本語 (ja) ユーザ管理 管理

ITパスポート短期学習講座

ダッシュボード / マイコース / パス短期講座 編集モードの開始

ナビゲーション

- ダッシュボード
- サイトホーム
- サイトページ
- マイコース
 - パス短期講座
 - 参加者
 - バッジ
 - コンピデンス
 - 評価
 - 一般
 - トピック1：情報に関する理論
 - トピック2：コンピュータの構成とCPU
 - トピック3：主記憶と補助記憶
 - トピック4：半導体メモリ
 - トピック5：入出力装置
 - ちょっとひと息
 - トピック6：入出力インタフェース
 - トピック7：AI
 - トピック8：確率と統計
 - トピック9：基数変換
 - トピック10：ソフトウェア
 - アンケート

管理

- コース管理
 - 設定
 - コース完了
 - ユーザ
 - このコースから私を登録解除する
 - フィルタ
 - レポート
 - 評価表セットアップ
 - バッジ
 - インポート
 - バックアップ
 - リストア
 - コースをコピーする
 - リセット
 - 問題バンク
 - 外部ツール
 - アクセシビリティツールキット
- サイト管理

設定検索

一般

すべてを展開する

研究用ダッシュボードはこちら
https://gsis-fukuno.net:8088/superset/dashboard/2/?standalone=1&expand_filters=0

アナウンスメント

はじめに

タスク活動チェック/qe_QE_US_TSK_CNT_real

ユーザー活動履歴/qe_us_tsk_ymd_now_real

トピック1：情報に関する理論

トピック2：コンピュータの構成とCPU

トピック3：主記憶と補助記憶

トピック4：半導体メモリ

トピック5：入出力装置

ちょっとひと息

休憩

タスク活動チェック/qe_QE_US_TSK_CNT_real (コピー)

ユーザー活動履歴/qe_us_tsk_ymd_now_real (コピー)

トピック6：入出力インタフェース

トピック7：AI

トピック8：確率と統計

トピック9：基数変換

トピック10：ソフトウェア

アンケート

Moodle の可視化ページは、トピック1の前、トピック6の前に組み込んだ。

2 協力者

熊本大学大学院 教授システム学専攻の関係者 3 人

Moodle で学習したことのある人物に依頼した。

3 評価方法

コース内の全てのトピックの学習を終了後、Google フォームより、アンケート 1、アンケート 2、アンケート 3、自由記述（良かった点、改善すべき点）などに回答した。

4 アンケート 1

アンケート 1 は、加藤ら（2022）[3] の評価アンケート 1 を利用した。

アンケート 1 ではメディアの特性に関するアンケートとして GUNAWARDENA（1995）[4] の形容詞対（SD 法）を、5 段階評価で用いた。

5 段階評価は、1 をポジティブ、5 をネガティブに設定した。

5 段階評価＝1:ポジティブ、2:ややポジティブ、3:どちらでもない、4:ややネガティブ、5:ネガティブ

このアンケートにより可視化システムというメディアに対する社会的存在感を測定する。

No	ポジティブ	ネガティブ
1	感覚的な	感覚的ではない
2	人間的な	非人間的な
3	社会的な	非社会的な
4	刺激的な	単調な
5	暖かい	冷たい
6	イキイキとした	不活性な
7	興味深い	興味がない
8	魅力的な	魅力がない
9	対話的な	個人に閉じた
10	活動的な	活発的ではない

11	信頼できる	不信な
12	人間的な	機械的な
13	即時的な	遅い
14	やさしい	難しい
15	威圧的ではない	威圧的な
16	効率的な	非効率的な
17	役に立つ	役に立たない

表 5-1 GUNAWARDENA (1995) で用いられた形容詞対

5 アンケート 2

アンケート 2 は、加藤ら (2022) [3] の評価アンケート 2 を一部変更して利用した。本可視化システムでは、ページや教科書をめくるページ単位の情報が無いため、「本システムにより他の学習者が教科書をめくる様子が想像できた」を、質問項目より除外した。

アンケート 2 では、本システムを用いた他者とのつながりに関して、5 項目の質問項目について、5 段階評価を設定した。

5 段階評価=1:そう思う, 2:やや思う, 3:どちらでもない, 4:やや思わない, 5:思わない

No	質問項目
1	本システムにより、一緒に学習を行っているように感じられた
2	本システムにより、他の学習者の進捗を知ることができた
3	本システムにより、グループに所属している感覚を得られた
4	本システムにより、孤独感を軽減できた
5	本システムにより、勉強の励みになった

表 5-2 他者とのつながりに関する質問事項

6 アンケート 3

アンケート 3 は、グラフを見て他の学習者の活動を感じた度合いについて、5 段階評価を設

定した。

5段階評価＝他の学習者の活動を感じた度合いを★の数で評価、得点5が最も高い

グラフの選定は、①ユーザー識別、②タスク名、③イベント時間、④イベント回数
の変数を元に、Superset / ECharts のグラフに当てはめた。

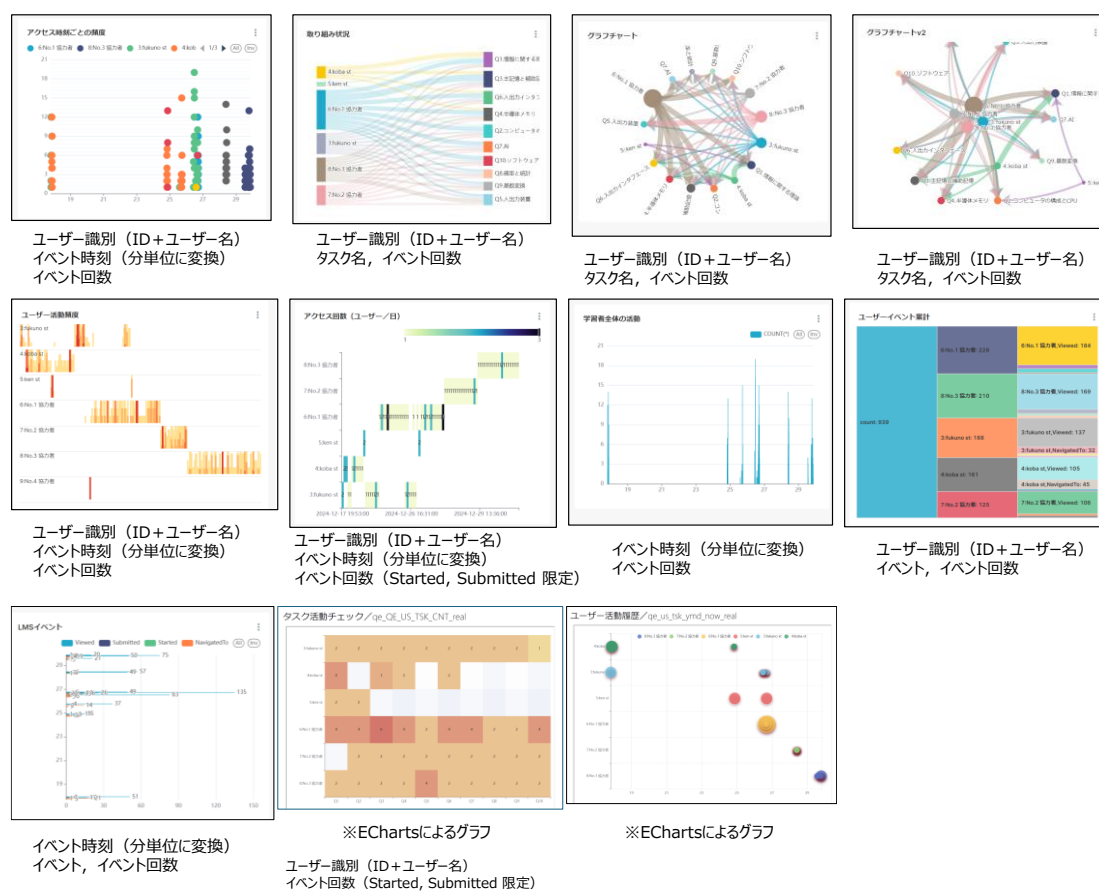


図 5-2 可視化グラフ例 一覧

第6章 実験結果

アンケート結果を以下に示す。

1 アンケート1 結果

1:ポジティブ, 2:ややポジティブ, 3:どちらでもない, 4:ややネガティブ, 5:ネガティブ

	協力 者1	協力 者2	協力 者3	平均	標準 偏差
Q1: 本システムは, 感覚的なー感覚的ではない	1	3	2	2	0.82
Q2: 本システムは, 人間的なー非人間的な	1	4	3	2.7	1.25
Q3: 本システムは, 社会的なー非社会的な	1	3	2	2	0.82
Q4: 本システムは, 刺激的なー単調な	2	5	2	3	1.41
Q5: 本システムは, 暖かいー冷たい	1	5	2	2.7	1.7
Q6: 本システムは, イキイキとしたー不活性な	2	4	1	2.3	1.25
Q7: 本システムは, 興味深いー興味がない	1	4	1	2	1.41
Q8: 本システムは, 魅力的なー魅力がない	1	4	1	2	1.41
Q9: 本システムは, 対話的なー個人に閉じた	2	2	3	2.3	0.47
Q10: 本システムは, 活動的なー活発的ではない	1	2	1	1.3	0.47
Q11: 本システムは, 信頼できるー不信な	1	1	1	1	0
Q12: 本システムは, 人間的なー機械的な	1	5	4	3.3	1.7
Q13: 本システムは, 即時的なー遅い	1	1	2	1.3	0.47
Q14: 本システムは, やさしいー難しい	2	4	4	3.3	0.94
Q15: 本システムは, 威圧的ではないー威圧的な	1	4	2	2.3	1.25
Q16: 本システムは, 効率的なー非効率的な	1	3	2	2	0.82
Q17: 本システムは, 役に立つー役に立たない	1	2	1	1.3	0.47

表 6-1 アンケート1の結果

標準偏差 1.0 以下, 平均 1.0 台を緑色で色付けした。

2 アンケート 2 結果

1:そう思う, 2:やや思う, 3:どちらでもない, 4:やや思わない, 5:思わない

	協力 者1	協力 者2	協力 者3	平均	標準 偏差
Q18: 本システムにより, 一緒に学習を行っている ように感じられた	1	4	2	2.3	1.25
Q19: 本システムにより, 他の学習者の進捗を知る ことができた	1	2	1	1.3	0.47
Q20: 本システムにより, グループに所属している 感覚を得られた	2	2	1	1.7	0.47
Q21: 本システムにより, 孤独感を軽減できた	1	3	2	2	0.82
Q22: 本システムにより, 勉強の励みになった	1	5	1	2.3	1.89

表 6-2 アンケート 2 の結果

標準偏差 1.0 以下, 平均 1.0 台を緑色で色付けした.

3 アンケート 3 結果

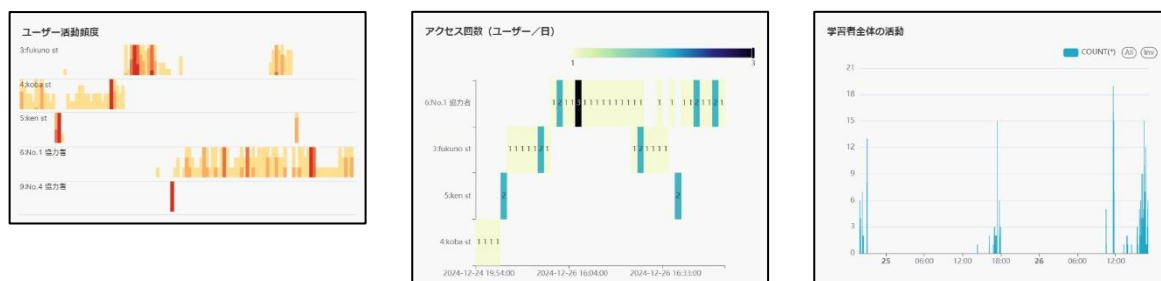


図 6-1 グラフ評価 1位 (5, 6, 7)

他の学習者の活動を感じた度合いを★の数で評価、得点 5 が最も高い

アンケート	グラフ概要	得点			合計
グラフの評価 5	ユーザー活動頻度	5	4	5	14
グラフの評価 6	アクセス回数 (ユーザー／日)	5	4	5	14
グラフの評価 7	学習者全体の活動	4	5	5	14
グラフの評価 1	アクセス時刻ごとの頻度	5	2	5	12
グラフの評価 10 (Moodle)	タスク活動チェック	4	3	5	12
グラフの評価 11 (Moodle)	ユーザー活動履歴	4	2	5	11
グラフの評価 8	ユーザーイベント累計	5	2	4	11
グラフの評価 9	LMS イベント	4	3	4	11
グラフの評価 2	取り組み状況	5	1	4	10
グラフの評価 4	グラフチャート v2	2	2	4	8
グラフの評価 3	グラフチャート	2	2	3	7

表 6-3 グラフ評価集計

ランキング上位を緑色で色付けした.

4 自由記述の回答

4. 1 良かった点

良かった点について、自由記述の回答を、以下に示す。

感覚的でスマートな表現、即時性、名前の表示で他者の存在を感じさせてくれる点、などが特に良かった。
アクセス時刻ごとの頻度、ユーザ活動頻度、学習者全体の活動は一目見ただけで自分の状況や他者の状況が表示内容も含めて分かりました。とても分かりやすかったです。 また、グラフチャート v2 に関しては、受験していないテストがある場合は円内からユーザが外れるため非常に見やすかったです。
・自分の結果が右側のグラフに即時反映されていることが良かった。 ・グラフの種類が多く、問題を解くごとにグラフの変化を確認することができた。

表 6-4 良かった点

4. 2 改善すべき点

改善すべき点について、自由記述の回答を、以下に示す。

グラフが何を表しているのか、自分の学習にどう役立てられることを想定されているのかを理解しやすいよう、タイトル部分にマウスオーバーすると簡単な活用方法の記載などがあると、ありがたみがすぐにわかって良いかもしれない。
superset の機能なので難しいかもしれませんが、LMS イベントで凡例をクリックするとクリックしたイベントが消えました。よって、確認したいイベントだけ残してみようと思いましたが、定期的に行われる読み込みで選択が消去されました。読み込み後も選択が失われないとよいなと思いました。 また、取り組み状況もグラフチャートと同じようにカーソルを合わせると該当ユーザのみ表示されるとより見やすくなるかもしれないと思いました。今は 6 ユーザなのでそこまで見にくくはないですが、ユーザが増えると煩雑になるかもしれないと思いました。 また、アクセス時間ごとの頻度やユーザ活動頻度は一目見てわかりやすかったのですが、私の取り組みが遅く、No.2 協力者しか見ることができませんでした。改善というよりは疑問なのですが、取り組まれた方全員分は見れるのでしょうか。

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">・常に表示されてしまっており、学習時に集中できない。例えば、右側のグラフを隠し、問題とテキストの1画面仕様に切り替えることができるようになるとより学習者が使いやすくなると感じた。・最初にグラフの意味の説明が欲しい。グラフチャートだけ見せられており、自分や他者との比較がしづらい点があった。・グラフの種類が多すぎるため、学習者がピンポイントで他者との学習進捗の比較から闘争心をくすぐるようなグラフのみを表示させるなどの工夫があると良いと感じた。 |
|---|

表 6-5 改善すべき点

第7章 考察

1 可視化について

アンケート1では、「活動的な－活発的ではない」、「信頼できる－不信な」、「即時的な－遅い」、「役に立つ－役に立たない」の項目について、ポジティブな結果が得られた。

学習者は可視化システムを、社会的存在感の意味で、活動的な、信頼できる、即時的な、役に立つと高く評価している。

アンケート2では、「他の学習者の進捗を知ることができた」、「グループに所属している感覚を得られた」の項目について、学習者は可視化システムを、高く評価している。

アンケート3では、時間軸があり、学習者の活動の様子が見えるグラフを、高く評価している。

自由回答では、自分の状況や他者の状況が理解できて、即時性があることを、高く評価している。

改善点としては、グラフの説明、グラフの操作、過去データの閲覧など、もっと知りたい、便利に使いたいという意見があった。

2 システム負荷について

Superset ダッシュボードを 5 台のパソコンのブラウザで表示した際の、システムモニターを表示した。

Superset ダッシュボードはグラフごとに 30 秒ごとに自動更新される。

今回の研究では、Moodle、OpenLRW、MongoDB、Superset、Drill を同じサーバーで動作させているが、5 台の使用では、CPU 負荷や Memory には余裕がある。



図 7-1 システムモニター

第8章 研究成果のまとめ

オープンソース BI ツールを用いた LMS 学習活動履歴の可視化を行い，社会的存在感を醸成することにより，LMS で学ぶ学習者の動機付けに，どのような変化をもたらすのかについて，3つの側面からまとめる．

1 社会的存在感

可視化システムを通して，社会的存在感の意味として，活動的な，信頼できる，即時的な，役に立つことが，示唆された．

2 他者との繋がり

可視化システムを通して，他者との繋がりについて，他の学習者の進捗を知ることができた，グループに所属している感覚を得られたと感じたことが，示唆された．

3 グラフによる他者の存在感

複数のグラフを示し，学習者がどのグラフに他者の存在感を感じるかについて，時間軸があり，学習者の活動の様子が見えるグラフにより，他者の存在感を感じたことが，示唆された．

4 今後の課題と展望

今後の課題としては，次の3点を挙げる．

4. 1 今後の課題

(1) 形成的評価とヒアリング調査

データ数が少ないため，協力者を増やして形成的評価を行う．

また，アンケート結果の評価に偏りがある項目については，ヒアリング調査を行い，評価の理由などの意見をまとめる．

(2) 可視化の改良と提案

本研究で作成した研究用サイトの 2 画面表示は、可視化システム画面の都合上、グラフサイズが小さく、説明文も記載していなかった。

学習者が求める可視化情報の表示について、アンケート調査を行い、どのように可視化を設計すれば、学習者の要望を取り入れられるかを検討する。

また、操作方法や情報の使い方の提案なども、合わせて検討する。

(3) コース、学習者の人数の増加への対応

本研究では、1つのコースの学習活動履歴について可視化を行った。

複雑のコースや、学習者の人数が増加した場合、可視化グラフが複雑かつ小さく表示される可能性がある。人数が増加した場合の最適な可視化方法についても、検証していきたい。

4. 2 今後の展望

今後の展望としては、次の2点を挙げる。

(1) 可視化と学習成果の関連性

学習活動履歴を可視化することで、学習成果にどのような変化があるのか、調査を進める。

(2) Superset の改良に合わせた可視化の適応

本研究で可視化システムを構築するにあたり、開発中に Superset の最新バージョン(v4.1.0)が公開された。Superset はオープンソースであり、不具合修正や仕様変更など、随時行われている。

Superset の改良に合わせて、学習者の動機づけに繋がる可視化のパターンを試していきたい。

第 9 章 謝辞

Superset, Drill, ECharts など、優れたソフトウェアをオープンソースで提供している Apache ソフトウェア財団に、敬意と感謝を申し上げます。

本研究に取り組むにあたり、ご指導いただいた熊本大学大学院教授システム学専攻の喜多敏博先生、戸田真志先生、中野裕司先生に深く感謝申し上げます。

本研究に協力して頂いた協力者の皆様へ、感謝申し上げます。

教授システム学専攻の先生方と先輩方、同窓生の皆様へ感謝申し上げます。

第 10 章 参考文献

- [1] デジタル庁, 総務省, 文部科学省, 経済産業省. (2022) 教育データ利活用ロードマップ
https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/information/field_ref_resources/0305c503-27f0-4b2c-b477-156c83fdc852/20220107_news_education_01.pdf
(参照日 2025.1.7)
- [2] 古川雅子, 畑耕治郎, & 山地一禎. (2020). 通信制大学におけるオンライン学習履歴データの特徴と解析基盤の構築. 研究報告教育学習支援情報システム (CLE), 2020(17), 1-4.
- [3] 加藤和磨, 杉谷賢一, 中野裕司, & 久保田真一郎. (2022). 非同期型オンライン授業における学習状況可視化による学習者の存在感醸成の研究. 研究報告教育学習支援情報システム (CLE), 2022(6), 1-7.
- [4] Gunawardena, C. N. (1995). Social presence theory and implications for interaction and collaborative learning in computer conferences. International journal of educational telecommunications, 1(2), 147-166.
- [5] RCOS (2024) A Docker version of Learning Analytics as a Service (LAaaS),
<https://github.com/RCOSDP/LAaaS-docker> ,
(参照日 2025.1.7)
- [6] Moodle.org (2024) Moodle: open-source community-based tools for learning,
<https://moodle.org/?lang=ja>
(参照日 2025.1.7)
- [7] 1EdTech Consortium, Inc (2024) IMS Caliper,
<https://www.1edtech.org/standards/caliper>
(参照日 2025.1.7)
- [8] Open LMS Development (2024) Moodle Plugin Caliper log store,
https://moodle.org/plugins/logstore_caliper
(参照日 2025.1.7)

- [9] apereo.org (2020) OpenLRW: Java-based learning record warehouse,
<https://github.com/Aperio-Learning-Analytics-Initiative/OpenLRW>
(参照日 2025.1.7)
- [10] MongoDB Inc (2024) MongoDB,
<https://www.mongodb.com/products/self-managed/community-edition>
(参照日 2025.1.7)
- [11] The Apache Software Foundation (2024b) Apache Drill :
<https://drill.apache.org/>
(参照日 2025.1.7)
- [12] The Apache Software Foundation (2024c) Apache ECharts :
<https://ECharts.apache.org/en/index.html>
(参照日 2025.1.7)
- [13] The Apache Software Foundation (2024a) Apache Superset :
<https://superset.apache.org/>
(参照日 2025.1.7)
- [14] John Short, Ederyn Williams, and Bruca Christie. The Social Psychology of Telecommunication. (1976)