

ネットワークログを用いた学習活動の把握の提案

大西 淑雅¹ 山口 真之介¹ 近藤 秀樹¹ 西野 和典²

概要：近年，ICT 技術の教育活用が進み，多様な教授スタイルの実践が行われている．そのため，学習分析の対象となる学習データは増加傾向にあり，分析手法の工夫や処理の分散化が不可欠であると思われる．我々は，通常の講義や自主的な学習活動を分析し，その結果を手軽に活用できる仕組みの実現を目指している．本研究では，ネットワーク解析を用いた，学習活動の把握を提案する．本稿では，2019 年 3 月より開始した学習履歴データの収集について紹介し，ネットワークログと LMS のログを用いた初期の検討について報告する．

キーワード：学習履歴，Moodle，ネットワークログ，FPGA，学習分析

OHNISHI YOSHIMASA¹ YAMAGUCHI SHIN'NOSUKE¹ KONDO HIDEKI¹ NISHINO KAZUNORI²

1. はじめに

大学をはじめとする多くの高等教育機関において，自律的な学習をサポートする環境整備や仕組みの構築が行われている．本学においても，従来の教育手法にとらわれない教授方法を実践する環境として，MILAiS[1] が 2011 年に整備された．利用者が見落としがちな学習環境の機能や性質を十分に活用してもらうために，これらを理解した学生スタッフ [2] の配置に努めている．一般の講義室とは異なり，実際の授業や学習活動において教授者 / 学習者をサポートすることで，教授 / 学習の効果を高めることができる [1]．現在においても，情報工学分野の専門科目や語学教育におけるアクティブラーニングの実践に多く活用されている．

一方，モバイル情報技術の向上により，ネットワーク接続可能な情報端末の保有率が高くなっている．本学においても，MILAiS やラーニングコモンズ [3] に加え，一般の講義室においても，モバイル情報端末を用いた学習や教育が増えてきている．また，PC 必携化の流れに伴い無線 LAN 環境の強化 [4] を行い，より高度な学習や演習を空間的な制約を受けずに実践できる環境 [5] が整いつつある．今後，キャンパスネットワークを介した学習活動は，ますます増加すると思われる．

我々は，学習データの取得や分析に必要な標準化の動向を考慮し，情報端末を活用した講義や学習活動時における学習データの収集・分析に関する検討を行っている．学習活動の把握に関しては，様々な粒度や範囲において研究 [6] や試み [7][8] が行われているが，具体的な事例研究や実践例の報告 [9] は多いとは言えず，より多くの事例紹介や議論が必要であると思われる．本報告では，ネットワークログと関連する履歴情報の収集を検討する．また，増加傾向にある分析対象の学習履歴データのハードウェア処理を提案する．

2. 学習基盤システム

本学は，2004 年に Learning Management System (LMS) を試験導入し，2005 年度より Moodle を用いた学習支援サービスの提供を開始した．2019 年 3 月に更新された学習基盤システム [5] では，LMS の基本機能の提供に加え，学習履歴の収集基盤も合わせて構築した．本基盤システムは Hyper-Converged Infrastructure を採用する仮想基盤上の一部として構築された．具体的には，Nutanix NX-3060(Xeon Gold 6138 x 2) 8 機が保有する総資源 (320 コア, 4TB メモリ, 40TB データストア)[10] から，表 1 に示す割り振りを行った．なお，本基盤システムは，運用状況に応じて，資源の増減や再割当てが可能な構成となっている．

2.1 学習履歴データの収集

学習履歴データの収集には，Experience API(xAPI) 形

¹ 九州工業大学 学習教育センター
Learning and Teaching Center, Kyushu Institute of Technology

² 九州工業大学 教養教育院
Institute of Liberal Arts, Kyushu Institute of Technology

表 1 学習基盤システムの主な資源設定 (1 台あたり)
仮想資源: コア・メモリ (GB)・ディスク (GB)

仮想サーバ名	台数	コア	メモリ	ディスク
LMS(3 種類)	4,4,1	12	64	64
LMS-DB	1	12	128	64
LRS	1	12	32	50
LRS-DB	1	8	32	50
その他	6	-	-	-
合計	18	177	968	1040

式 [11] と IMS Caliper 形式 [12] が一般的であると考えられる。収集スタート時では, Moodle のプラグイン Logstore xAPI[13] (v3.18.1) を使用し, xAPI のステートメントを収集を開始した。なお, データ収集 (Learning Recode Store, 以下 LRS) は表 1 に示す仮想サーバ名 LRS と LRS-DB が担当し, 学習基盤システムの余力を見て IMS Caliper 形式による収集も, 今後開始する予定である。

学習履歴データの収集には, Learning Locker[14] (v2.6.4) を使用した。設定値は標準的な値を採用し, 特別なカスタマイズは行っていない。Logstore xAPI の設定も規定値を使用し, Filter logs のパラメータで選択可能なすべての action は含める設定とした。

2.2 Moodle を利用した学習履歴データ

図 1 に収集された学習履歴データの例を示す。なお, 実際のデータは, ステートメントの前に, プラグイン Logstore xAPI と Learning Locker 間のやり取りに関する情報が追加されている。また, ステートメントの後ろにも, 追加の情報が付加されていた。context 中には, platform や language, extensions *1, contextActivities *2 などの情報が記録されていた。

2.3 九州工業大学の事例

図 2 に入学直後の学部 1 年生に対して, 毎年 5 月頃に実施したアンケート結果の一部を示す。5 年前と比較して, 学内情報システムへのアクセス頻度は「ほとんど毎日」「週に 2, 3 日程度」が徐々に増加し, 2019 年度の結果では, 9 割以上の学生がアクセスしていることが分かる。

一方, 本学では通常の講義の学習支援として Moodle を活用することが多い。最も多い利用形態は, 資料閲覧であり, レポート回収や小テストの実施である。フォーラムの活用数は多くない。このような Moodle 上で完結する学習の場合は, Moodle から提供される学習履歴データの信頼性も高いと思われる。しかし, MILAiS やラーニングコモンズで行う自律的な学習履歴も無視できなくなっている。

また, 2019 年度から実施した PC 必携化に伴い, オンラ

*1 Moodle 標準ログの event_name や event_function が含まれる
*2 <http://id.tincanapi.com/activitytype/lms> のような grouping 情報

```
"statement": {
  "authority": { ..... },
  "stored": "2019-10-02T10:35:03.132Z",
  "context": { ..... },
  "actor": { ..... },
  "timestamp": "2019-10-02T06:19:45+01:00",
  "version": "1.0.0",
  "id": "a17bdd2c-49xx-xxc3-yyb3-863xx4821c51",
  "verb": {
    "id": "http://id.tincanapi.com/verb/viewed",
    "display": {
      "en": "viewed"
    }
  }
  "object": {
    "id": "https://lms.xx.kyutech.ac.jp/course/view.php?id=1245",
    "definition": {
      "type": "http://id.tincanapi.com/activitytype/lms/course",
      "name": {
        "en": "ネットワークをよりよく安全に使うために (日本語)"
      }
    },
    "objectType": "Activity"
  }
},
```

図 1 xAPI 形式の学習履歴データの例

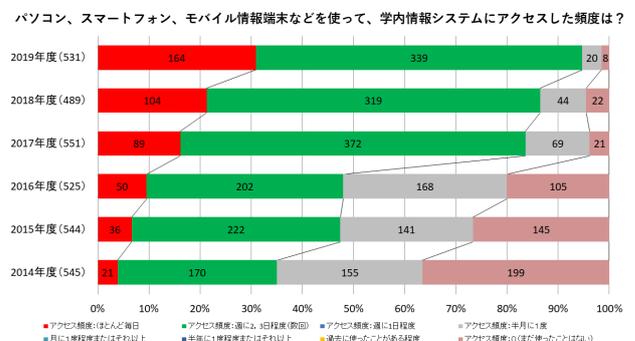


図 2 学内情報システムへのアクセス頻度のアンケート調査

インアクセスが増加するとも予測できるが, 資料を一度ダウンロードしてオフラインで学習を進めることも十分考えられる。さらに, 理工系学部で実施されることが多いプログラミングやアルゴリズムなどの実習を伴う科目では, 自身の PC 環境で学習を行うことが増えると考えられる。

3. 要求される学習履歴データ

LMS の利用に伴う標準的な学習履歴データの収集については, 前節で述べたように一通り整備ができた。しかし, 多くの研究者は学習履歴データの追加や加工といった工夫 [15][16] を行っている。また, 「学習管理システムを用いない学習形態も増えている」という指摘もある [17]。学

表 2 無線 LAN への接続履歴情報の例

項目	説明または例
ユーザ名	接続認証情報
MAC アドレス	AA:BB:CC:DD:EE:FF
IP アドレス	貸与グローバル IP
接続 AP	coopt-1f-hall
接続 SSID	YYY-ZZ
時刻	11:42:05

習活動としてより正確に把握するためには、その他の履歴データも収集する仕組みを考える必要がある。

3.1 位置情報の活用

日中の大半を過ごすキャンパス内では、学習履歴データの一部として位置情報の活用が考えられる。いわゆる出席管理システムは、対象学生が講義室に居た可能性が高いことを示すものであり、その他の複数の情報を組み合わせることで有効性を担保できることが多い。本学でも、ほとんどの講義室の入り口に IC カードリーダーを設置し、学生証による出席登録を行っている。

位置情報の活用に関連する研究としては、学習施設の利用履歴の収集を Beacon を設置して行う神田外語大学の事例 [8] と、出席や安否確認への対応を考慮した打刻システムの運用事例 [18] などがある。いずれもモバイル情報端末にアプリケーションを導入する必要があるが、位置情報を活用できるメリットは大きい。同様なシステムで Beacon を使った店舗内顧客行動ログの取得 [19] などもある。

3.2 ネットワークログの活用

一般的に、無線 LAN の接続履歴情報はセキュリティインシデントが発生した際への対応として保存される。また、ウィルスによる不正なアクセスを事前に把握するために、ネットワークパケットを取得し、一定期間ログとしてを保存することが多い。非常に細かな粒度では、パケットキャプチャを実施することで、パケットの通信情報などを取得することができる。一方、AP 設置場所による粗い位置情報の取得も、無線 LAN の接続履歴情報を使うことで可能である。

PC 必携化に伴い、学生個人のデバイスがキャンパスの無線 LAN に接続する可能性はより多くなる傾向にある。例えば、本学の無線 LAN の管理システムでは表 2 に示す情報を保持している。これらの情報を活用することで学習履歴データの一部として記録できる。

4. 学習活動の把握方法の提案

空間的な制約を受けずに行われる学習活動の増加とキャンパスネットワークを介した教授活動の増加を考慮して、ネットワーク解析を用いた、学習活動の把握を提案する。また、学習分析の対象となる学習データは増加傾向にある

ため、データ処理の分散化も合わせて提案する。

4.1 基本方針

モバイル情報端末が持つ固有情報 (MAC アドレス) と学習管理システム (LMS) へのアクセス情報を組み合わせて学習活動の把握を試みることにした。学習活動として必要な、キャンパス内の粗い位置情報 (教室・福利施設・図書館など) の把握とキャンパス内の各種情報システムへの利用履歴を収集することにした。但し、一般的な情報システムは、Moodle ような自由度の高いシステムばかりとは限らない。そこで、高性能なネットワークカードの活用も検討することにした。また、統合認証システム (Single Sign-On) の利用履歴を用いれば、学習履歴データのある程度の把握は可能であると思われる。個人情報の管理方法などを十分検討した上で、以下の項目について具体的な検討を進める予定である。

- 無線 LAN の接続履歴
- 学習管理システム (LMS) の利用履歴 (xAPI)
- 出席管理システムの利用履歴
- 統合認証システム (Single Sign-On) の利用履歴

4.2 書き換え可能なネットワークカードとの連携

現行の学習基盤システムも仮想化技術の上で動作しているため、本稿で提案するネットワークカードも仮想技術で実現できる可能性もあると思われる。便宜上、各種情報システムを構成する複数の物理サーバがあると仮定する。

図 3 に概念図を示す。従来の各種情報システム (図 3(a)) は、ネットワークカードを経由して複数のセグメントに接続されている。一般的に、学習履歴データを収集するサーバ (LRS) は管理セグメントに接続され、関係するすべての学習履歴を収集する。時間間隔の長い学習解析 (LA) では特に問題はないが、間隔の短い LA が必要とされる場合では LRS に負荷が集中する恐れがある。

4.2.1 NetFPGA

そこで、プログラム可能なネットワークカードとの連携を提案する。具体的には、表 3 に示すネットワークカードを物理サーバに装着 (図 3(b)) し、カード上のメモリや FPGA リソースを使って LA を行うことを提案する。

表 3 に示す NetFPGA-SUME[20] は PCIe x8 に接続可能なネットワーキング・デザイン開発ボードである。Virtex-7 690T を搭載し、オリジナルな処理回路を実装できるため、NIC やマルチポートスイッチを作成することができる。また、仕様や開発サンプルなども公開されている。

4.2.2 ハードウェア処理案

サーバに搭載された SFP+ポート上の入出力パケットを、通常の TCP/IP 層に渡すと共に、ネットワークパケットの解析を行う。解析に使用する情報は IP アドレスと MAC アドレスなどの最小限度の情報とし、長期的な学習履歴デー

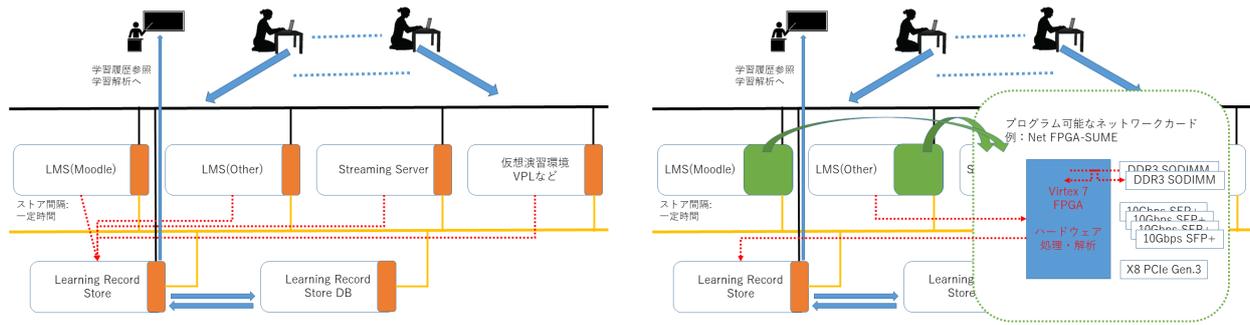


図 3 (a) 従来のネットワークカード, (b) 高性能 (書き換え可能な) ネットワークカードの活用

表 3 NetFPGA-SUME の概要

項目	仕様
ネットワーク	SFP+ 10Gb/s ポート 4 個
メモリ	QDRII+ SRAM 27 MBytes DDR3 DRAM 8 GBytes
インターフェース	PCI Express Gen. 3 1 個

タから得た MAC アドレスとユーザ情報の対応から、ネットワークアクセスの解析を可能とする。また、サーバから LRS への書き込み処理を、ネットワークカード上で検知・複写することによって、LRS の書き込みネットワークカード上でまとめ LRS へのアクセス負荷を減らす工夫も行う。その上で、短時間学習履歴を用いた学習解析のハードウェア化も目指す。なお、具体的な解析処理の方法については今後検討を進める。

5. まとめ

学習機会の多様化が進み、高等教育機関においても従来の手法にとらわれない教授方法を用いる事例が増えてきている。その一方で、通常の講義や学習活動を手軽に分析し、解析結果を簡単に活用できる仕組みが求められている。我々は、教授活動や学習活動と LMS の連携強化を視野に入れ、ネットワークログも学習履歴として収集する方針を立てた。より精度の高い学習分析のためには、学習履歴データを厳選し、通常の講義や学習活動に分析結果を簡単に活用できるモデルや仕組みが必要である。ネットワークログの活用には、個人情報保護や収集ポリシーなど難しい課題もあるが、短い時間スパンで学習解析を出すためには、必要であると考えている。例えば、MILAiS などの学習環境で活躍する学生スタッフが教授者 / 学習者をサポートをする際の基礎データとして活用できる。

本報告では、所属機関における学習分析データの活用を重視し、比較的短い時間間隔での学習活動の把握を検討した。学習履歴データとして有益と思われるネットワークログの収集も行うことにした。また、通信デバイス上に、データの収集・分析を支援するハードウェア処理部を実装することを合わせて提案した。今後、検討結果に基づき具体的な設計と実装を行う予定である。最終的なゴールとし

て、個々の学習者への適切なアドバイスや教授者への適切な支援などの提示を目指す。

謝辞 本成果の一部は、科学研究費補助金 (基盤研究 (C)JP19K12272) の助成を受けた。また、学習基盤システムの構築にあたっては (株) ヒューマンサイエンス、三井情報システム他、多くの方に協力を得た。

参考文献

- [1] 近藤秀樹, 田川真樹, 榎原弘之: 情報系専門科目を実施可能なアクティブラーニング環境の構築, 日本教育工学会論文誌, Vol. 38, No. 3, pp. 255-268 (オンライン), DOI: 10.15077/jjet.KJ00009649928 (2014).
- [2] 近藤秀樹, 遠山紗矢香, 大崎理乃, 山田雅之: 教育的効果を重視する学生・教員コミュニティによる継続的な学習環境デザイン改善の実践, 2019 年度日本認知科学会第 36 回大会, Vol. 36, pp. 477-479 (2019).
- [3] 附属図書館: ラーニング commons (戸畑本館), 九州工業大学附属図書館 (オンライン), 入手先 (<https://www.lib.kyutech.ac.jp/library/ja/guide/tobata/>) (参照 2019-10-21).
- [4] 福田 豊, 畑瀬卓司, 富重秀樹, 林 豊洋: BYOD 環境整備に向けた無線 LAN 通信実験, 情報処理学会論文誌, Vol. 60, No. 3, pp. 758-767 (2019).
- [5] 大西淑雅, 山口真之介, 西野和典, 林 豊洋, 大橋 健: ICT 活用の促進を促す学習基盤システムの更新, 第 44 回教育システム情報学会全国大会, Vol. 44, pp. 243-244 (2019).
- [6] 緒方広明: 大学教育におけるラーニング・アナリティクスの導入と研究, 日本教育工学会論文誌, Vol. 41, No. 3, pp. 221-231 (オンライン), DOI: 10.15077/jjet.42002 (2018).
- [7] 久保田真一郎, 岡崎直宣: LMS における学習ログを基にした学習者の振る舞い変化を検知する試み, 情報処理学会研究報告, Vol. 2017-CLE-22, No. 3, pp. 1-6 (2017).
- [8] 石井雅章: ビーコンを用いた学習施設利用履歴システムの構築, 情報処理学会研究報告, Vol. 2018-CLE-24, No. 20, pp. 1-4 (2018).
- [9] Yamaguchi, S., Kondo, H., Ohmishi, Y. and Nishino, K.: Analysis of Learning Activities and Effects on Blended Lectures, *Procedia Computer Science (Proceedings of the 23rd International Conference KES2019)*, Vol. 159, pp. 1568 - 1575 (online), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.327> (2019).
- [10] 林 豊洋, 大西淑雅, 山口真之介, 中山 仁, 福田豊他 3 名: ノートパソコン必携化の支援を主眼とした教育研究用コンピュータシステムの更新, 情報処理学会研究報告, Vol. 2019-IOT-046, No. 13, pp. 1-7 (2019).
- [11] LLC, R. S.: Experience API, Rustici Software LLC (online), available from (<https://xapi.com/>) (accessed 2019-

- 10-21).
- [12] Consortium, I. G. L.: Caliper Analytics, IMS GLOBAL (online), available from <https://www.imsglobal.org/activity/caliper> (accessed 2019-10-21).
 - [13] Smith, R., Fowler, J. and Pesce, D.: Logstore xAPI, Moodle Org (online), available from https://moodle.org/plugins/logstore_xapi (accessed 2019-10-21).
 - [14] Labs, H.: Learning Locker, HT2 Labs (online), available from <https://www.ht2labs.com/learning-locker-community/overview/> (accessed 2019-10-21).
 - [15] 横原竜之輔,永井孝幸,中野裕司: Apache ログと OpenLRS を利用した xAPI による Mahara の活動履歴蓄積システムの開発, 情報処理学会研究報告, Vol. 2016-CLE-19, No. 2, pp. 1-4 (2016).
 - [16] 古川雅子, 上田 浩, 浜元信州, 中村素典, 山地一禎: 学認 LMS における標準規格に基づく教材配信及び学習履歴取得システム, 情報処理学会研究報告, Vol. 2019-IOT-47, No. 13, pp. 1-4 (2019).
 - [17] 森本容介, 古川雅子, 山地一禎: Moodle を対象とした xAPI のプロフィールの策定, 情報処理学会研究報告, Vol. 2017-CLE-21, No. 20, pp. 1-8 (2017).
 - [18] 梶岡慎輔, 山本大介, 打矢隆弘, 齋藤彰一, 松尾啓志, 内匠逸: BLE ビーコンを用いた位置推定による打刻システムの運用と課題, 情報処理学会研究報告, Vol. 2016-SPT-20, No. 12, pp. 1-7 (2016).
 - [19] 酒井瑞樹, 森田裕之: BLE ビーコンを活用した巡回行動ログデータの取得と移動軌跡推定手法の提案, 経営情報学会 全国研究発表大会要旨集, Vol. 2017f, pp. 14-17 (2017).
 - [20] community, N.: The NetFPGA project, NetFPGA community (online), available from <https://netfpga.org/> (accessed 2019-10-21).