

慶應義塾大学における国内クラウド環境をベースとした OSS 版 Canvas LMS 全学導入とその評価

赤堀 光希¹⁾, 今堀 隆三郎¹⁾, 三矢 晴彦²⁾, 武内 孝治¹⁾

1) 慶應義塾大学 インフォメーションテクノロジーセンター本部

2) ボウ・ネットシステムズ株式会社

itc-honbu@itc.keio.ac.jp

University-wide implementation and evaluation of domestic cloud-based Canvas LMS(OSS Version) at Keio University

Koki Akahori¹⁾, Ryuzaburo Imahori¹⁾, Haruhiko Mitsuya²⁾, Takaharu Takeuchi¹⁾

1) Information Technology Center, Keio Univ.

2) Bow Netsystems Corporation

概要

慶應義塾大学において、過去 15 年に渡り独自の授業支援システムが個別開発・運用されてきた。しかしながら、近年の教育 IT 基盤におけるエコシステム形成の潮流、また安定的かつ高品質なクラウドサービスの普及にあたり、学内のガラパゴス化するシステム・の刷新、ならびに、持続可能なシステム基盤の見直しの必要性が顕著なものとなり、2020 年 6 月より国内 Google Cloud Platform(GCP)環境下における Canvas LMS (オープンソース版) の導入を段階的に実施し、2021 年度には全学運用を開始した。完全移行の過程ではあるが、授業運営においては確実に学内での定着化が図れており、本論では、適用背景から実導入にあたっての Canvas LMS の評価ならびに、課題、今後の展望について論じる。

1 導入・適用の背景

新たな社会像として提唱された Society 5.0 や、2025 年の崖に代表される危機喚起が起点となり、国や各省庁の DX 施策が急速に展開され、本学においても IT 領域における基本戦略として、“データセントリック”や“クラウド利活用の促進”を前提とした施策が示されている。そのような背景のもと、新たな LMS の全学導入は、教育 IT 基盤の刷新であると同時に、大学の IT インフラをクラウド環境へ再構築するという中長期的な計画としても、試金石となるものでもあった。

1.1 Canvas LMS の採用

近年、教育環境や授業環境の急激な変容に伴い、独自開発の授業支援システムにおけるメンテナンス・改修負荷の増大やグローバルトレンドからの逸脱・孤立が強く懸念されていた。そのような状況下、Canvas LMS の採択にあたっては下記の評価が焦点となり、その選定が為された。

- 1) 近年、北米を中心としたグローバルレベルで導入・利用シェアが高く、国際標準と見做されている IMS Global Learning Consortium[1]で策定されている教育ツール連携のための規格と親和性が高い[2].
- 2) システム管理者、講師（共同支援者含む）、学生に対して十分な機能群の提供が実現されており、更に新しい時代のニーズに合わせた機能拡張といった長期的な発展・強化が見込まれる。
- 3) データ共有や、遠隔授業、オンデマンド配信等を支える有用な外部教育ツールとの組み合わせにより充実した教育プラットフォーム及びエコシステムの形成が可能である。
- 4) 導入・サポートについて確実に実施できる体制を学内・学外を通じて構築できること。

1.2 Google Cloud Platform(GCP)の採用

クラウド基盤サービスの選定にあたっては、Canvas の動作要件及び稼働実績を元に、AWS、Azure、GCP を候補として検討を進めた。クラウド

ド・ネイティブ設計ベースとする Canvas の実装は AWS 環境に最適化されているが[3], システム導入環境に応じたセットアップ構成・システム設定の調整により GCPでも問題なく運用可能であることが確認され, 最終的には大学の全学クラウド環境として有力視されていた GCP で新 LMS のシステム一式を構築することを決定した. また, クラウド環境におけるシステム構築に際しては, オープンソース版の Canvas LMS の適用にあたり国内リージョンでの構築を前提に, システム基盤の陳腐化を防ぎ, 高い継続性と安定性をもった運用を可能とするために, マネージドサービスの積極的活用が重要視され GCE: Google Compute Engine (アプリケーション用サーバ), CloudSQL(RDB), Memorystore(キャッシュデータ管理用 Redis), ファイルストレージ等の基本的な基本的な機構をその管理下にて運営できるシステムアーキテクチャとすることを目指した.

2 構築のタイムチャート

新 LMS の構築・運用環境となるクラウド基盤について基本方針を固めたのが 2020 年 7 月であり, それから約 2 ヶ月という極めて短期間でパイロット運用に備えることとなった (構築対象としては, 最終的な全学運用規模を考慮した構成を前提とした). 表 1 に示すようにサイジングとサーバ構成設計を経て, GCP の各種マネージドサービス (自動スケールが可能な負荷分散, WAF(Web Application Firewall), ファイルストレージ, メモリキャッシュ, RDBMS 等)に加えてコンテナオーケストレーションツールである Google Kubernetes Engine) の機能を取捨選択しながら, Canvas LMS の実行環境を設計, 構築した.

表 1 Canvas LMS の導入・構築工程

項	タスク	概要
1	導入先インフラ環境準備	クラウド環境アカウント手配、サポート契約
2	初期セット構築・評価	最小構成のCanvasLMSセットアップ
3	サーバ構成設計	初期サイジング、構成設計
4	全体セットアップ	サーバ構成展開 (WAF、バランサ、多重化、自動スケールリング、テスト系等)
5	サーバシステム最適化	初期チューニング
6	統合認証セットアップ	SSO構成の設定
7	LMS動作検証	動作テスト、負荷テスト、セキュリティ脆弱性検査
8	システム運用設計	LMS及びカスタマイズアプリケーションの運用管理方法を検討

また, パイロット運用開始までの 2 ヶ月間でシステム基盤実装と並行して 3 つの活動を展開した.

- 1) 表 2 に示ように学事システムと LMS とのデータ連携アプリケーションの設計・実装を進め, 稼働開始時点からコース作成・ユーザ登録・履修登録などオンライン授業の開始に必須となるデータが自動登録されるようにした.

表 2 Canvas データ・連携検証

項	タスク	概要
1	データ連携システム決定	関連他システムの確認
2	データ連携I/F設計	データ連携フォーマットの確認
3	I/Fアプリケーション開発	ユーザ登録、コース登録、担任・履修登録など
4	データ連携テスト	外部データ連携I/F処理の結合テスト
5	データ移行設計	初期導入時の教材コンテンツ移行方針を策定
6	データ移行・投入	教材コンテンツの移行、初期データ投入
7	LMSサイト運用方針決定	用途、運用スコープ策定、連携教育ツール選定
8	LMSサイト初期設定	組織構造、学期、年度更新方法、権限、教育ツールの設定
9	ブランディング設定	サイト名称、ロゴ、配色などの設定

- 2) LMS と組み合わせて機能性を拡張するための様々な学修支援ツール (複数の会議システム・提出課題管理・レポート剽窃チェックシステム, ファイル共有システム等) を個別に評価・選定し, IMS LTI 仕様に沿った連携を前提に, Canvas LMS への組み込みを実施した.
- 3) パイロット運用としての本番稼働を迎えるにあたり, 新 LMS 導入プロジェクトの関係者を中心に, 表 3 に示すような Canvas LMS の様々なシステム機能に関する操作説明会の受講を重ね, 更には学内配布用ドキュメントとしての操作マニュアルや, 初心者向けセミナー動画の制作を行った.

表 3 操作説明会, ヘルプデスク/マニュアル整備

項	タスク	概要
1	システム操作説明会 (新システム導入担当者)	CanvasLMS導入担当者チーム向けに説明会を実施
2	システム操作説明会 (講師)	教員向けにCanvasLMS基本操作を中心とした説明会を実施
3	システム操作説明会 (管理者)	システム管理者向けにCanvasLMSの管理方法詳細を説明
4	ヘルプデスク準備	学内LMSヘルプデスクの構築
5	マニュアル整備	日本語による基本操作マニュアルを作成
6	学内アナウンス	新システム導入に関する周知活動

各作業工程後は、図 1 に示すスケジュールにて、2020 年 9 月より一部の授業で新 LMS の利用を開始し、その初日から全学の 1/4 弱にあたる約 7,000 人の学生が一斉に利用を開始した。実際に新 LMS の利用を始めた早期ユーザから得られるフィードバックを元に Canvas LMS の機能を強化・拡張する独自の LTI 対応アプリケーションを開発、全キャンパスを巡る公開説明会など本格展開への準備を経て、2021 年 4 月には学内 3 万名近くのユーザが利用する全面稼働が実現した。

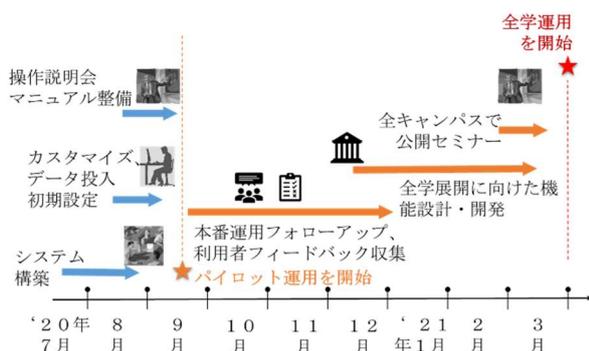


図 1 Canvas LMS 構築スケジュール

3 Canvas そのもの特徴認識

これからのオンライン教育および学習活動で、特に重要となる LMS の機能・特性として、下記のような観点が重要となる。

- 1) 多くの一般人にとってフレンドリーな画面操作性（学修活動や教育・指導をスムーズに進めるため、機能だけではなく教育業務や学修活動中心の UI/UX が提供されているか）
- 2) オンライン上に多く揃っている SaaS 型教育ツールとの相互運用性（IMS LTI1.1, LTI1.3 規格の教育ツールが簡便に使えるか）
- 3) 教務管理など関連システムとの連携性（Web API が充実しているか）
- 4) システム設計やデータ管理における透明性（コンテンツデータは簡単に取り出せるか）
- 5) セキュリティ面での堅牢性（プログラム実装コードが常に最新情報で検証されているか）
- 6) スケーラビリティ（大量アクセスに耐えうるシステムアーキテクチャになっているのか）

Canvas はこれらの基本要件に対する高い充足性とその特徴が起点となり、図 2[3]に示すように近年、北米を中心とした教育機関におけるプライマリ LMS（全学用 LMS）のシェア率およびリプレイス採用率の増加に繋がっていると考えられる。

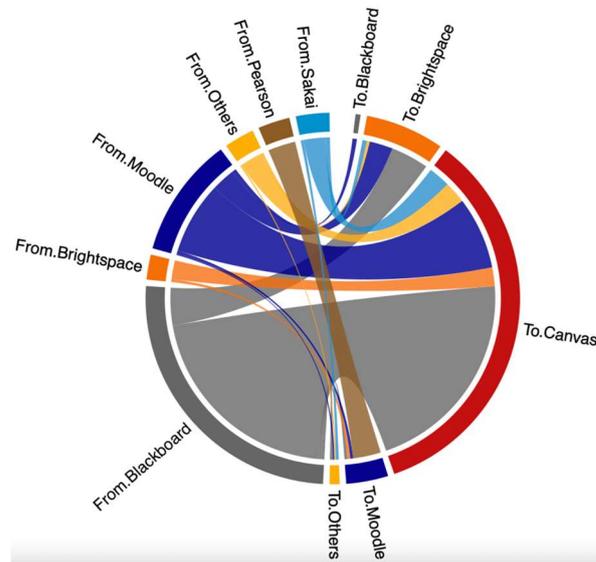


図 2 2019-2021 北米の LMS 移行傾向

4 Canvas LMS システム構成

慶應義塾では GCP をプラットフォームとして Canvas LMS の稼働環境を構築している。システムの機能拡張やアップグレード作業を安全且つ円滑に実施できるように、本番系、ステージング系、テスト系の 3つの環境を保持しており、それぞれ国内リージョンでのクラウド環境構築を前提としている。

Canvas はスケーラビリティを確保するために、単純なラウンドロビンでスケールアウトできる Web アプリケーション部と、即時応答の必要性が低い処理の遅延ジョブ実行部を分離している。同時アクセスユーザ数の増大に伴い負荷が上昇する Web アプリケーション部は GCP の自動スケール機能により、柔軟にリソース割り当ての増減が可能であり、運用コストを抑えながらも一時的な高負荷状況となるスパイクアクセスに耐えうる構成を実現している。

また、スケールアウト構成を採用することが難しいデータベース部の負荷を軽減するために、アプリケーションが繰り返し参照する必要のあるデータをオンメモリ・データベースである Redis に一時格納している。これにより、データ管理の中核となる RDBMS (PostgreSQL) の処理を助けるだけでなく、アプリケーションのデータ参照処理性能の劇的な向上を実現している。

更に、Canvas LMS は学修データの分析機能をオプション構成として利用することが可能であり、様々な操作履歴やデータ変更履歴を詳細に管理できる。このようなトラッキングデータ等の非常に大きなデータセットを低い処理コストで扱えるように KVS 型の分散データベースである Cassandra (カサンドラ) を採用している。

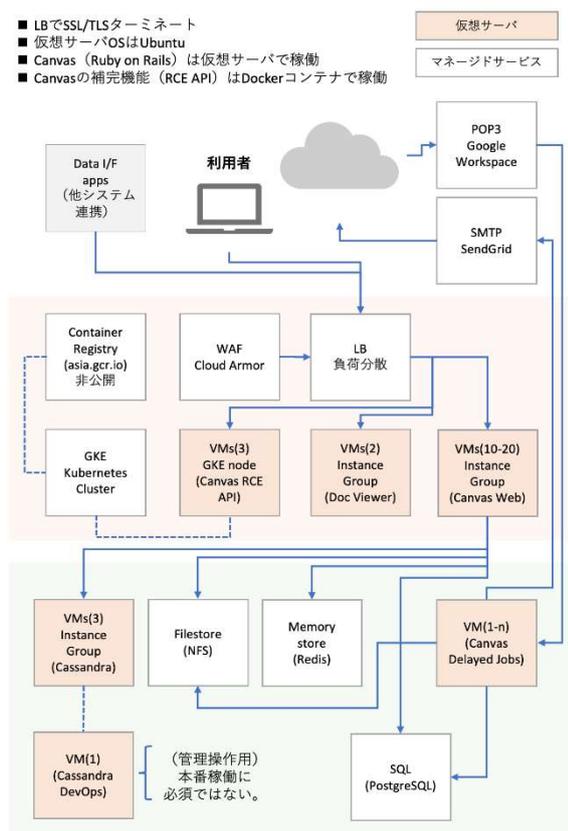


図 3. Canvas LMS システム構成

5 Canvas LMS を基点としたインテグレーション

Canvas LMS の採択ならびに構築時に重要視された外部サービスとの連携による有用性の高い教育ツール・エコシステムの形成に関して、表 4 に示すサービス群に対して LTI (Learning Tools Interoperability) 連携を中心としたシームレスなインテグレーションが実施されている。Canvas LMS においては、各種サービスのフロントエンド (入口) としての役割を果たし、各種 UI に外部ツールを組み入れながら、エンドユーザにストレスを感じさせることない、一貫した操作感を実現できている。

表 4 LTI 連携サービスの対象

用途	Canvas LMSとの連携ツール
ファイル共有と管理	BOX、Google Drive
遠隔授業	Zoom、Webex
動画配信	Panopto
レポート提出 剽窃チェック	Turnitin、Google Assignment(LTI1.3)
図書リソース連携	Ex libris Leganto(LTI1.3)
ユーザ認証	Keio.jp(慶應独自のSSO認証基盤)
授業・学生・講師 情報の連携	学事システム (バッチ連携)

6 稼働状況 (2021 年 9 月時点)

Canvas LMS の導入にあたっては、既存システムからの移行期間として 2021 年度中の一年間での移行期間を想定している。移行期間の初動となった春学期における授業運用状況は下記のとおりであり、凡そ 42%の授業科目において Canvas LMS に移行もしくは利用開始されている状況である。また、個々の学生にフォーカスすると、複数の履修科目の中で何れかの科目は Canvas LMS での授業コーディネートが為されているため、高い比率で学内の学生が期中でアクセス/利用経験を得ている状況にもなっている(表 5)。

実際の稼働状況としては、Canvas LMS の様々な機能群を徹底活用し、綿密なコース教材構成の

元で実施されている授業から、一部外部ツールの利用のみを試行している授業まで、その利用頻度や活用レベルはコース毎に乖離があるとも推察される。また、システム全体の安定した継続稼働の実現と、クラウド運用環境で発生し易いオーバープロビジョニングの防止（過多になりすぎないリソース適用の最適化）を図るためには、稼働状況を精緻に分析し、更なる利用拡大を見据えながら必要なクラウドリソース予測とマネジメントを行うことが肝要にもなっている。

表 5. Canvas LMS 稼働状況の実績値

2021春学期 稼働指標	実績値
公開利用 科目・コース	7,237コース中、 3,052コース (42.1%)
アクセス 利用者数	学生：28,253人中、25,406人 授業担当教員：4,426人中、2,372人
レポート/クイズ 等の提出回数	総回数：992,910回 1コース当り最大回数：10,994回
最大ページビュー	866,886（期間中の1日当たり）

7 運用状況を顧みた課題と工夫

2020年度秋期からのパイロット運用、ならびに、2021年度における全学展開の工程の中で、運用面やシステム面など様々な課題や留意点が顕在化しており、代表的な運用課題と工夫について下記に例示する。

- 1) 個別要件のカスタマイズ提供が求められるケースにおいて、メンテナンス性の維持のため Canvas のパッケージのコア部分に対するコード改修は極力回避することとしている。
「Canvas 設定項目や画面表記によるカスタマイズ」「内在的な管理情報や隠し仕様の変更」「LTI アプリケーション増設」など、パッケージ製品の内部仕様に関する知見が要求されるが、対応コストが低く且つ技術的にも安全度の高い、疎結合アプリケーションやチューニング対応による要件実現を優先的な手段とし、極限定的に「Canvas へ外部プラグインを追加する形のカスタマイズ」を実施すると

いう方針にて対応を図っている。

- 2) 全学展開にあたりサポート体制の負荷が上がり現場満足度への懸念が高まる中で、Canvas 開発元の Instructure 社のサポートスキームとしても実施されている「ユーザ Community 運営（慶應内で独自に形成）」にて、各種 QA や運用ノウハウがエンドユーザ間で相互にやりとりされ、教育現場でイニシアティブを取る教員の協力のもと有用なサポート機構として機能している。
- 3) LMS に連携させている外部教育ツール・サービスの急な仕様変更により、突如とした機能不全や挙動変更が発生し得るため、適用している外部サービス群のパッチ情報展開やサービス仕様の変更への注視が日常的な運用業務として必要である。グローバルレベルで展開されているサービスの場合、Canvas の海外ユーザの類似の事象照会などによって状況を把握し、迅速な解決もしくは対処が可能となるケースもある。

8 今後の展望

Canvas LMS を中核として連携させた教育ツール群の全学展開・利用により、授業形態は高度にデジタル化、拡充されつつある。対面授業、授業配信による同期型のオンライン授業、授業動画のオンデマンド配信による非同期型のオンライン授業のいずれでも受講が可能となるハイブリッド授業（ハイフレックス授業）のスタイルが実際に運用できるようになった。今後この新しい教育プラットフォームの学内における更なる活用と展望として、以下のような目標を立てている。

- 1) 2022 年度の授業運営に向け、旧授業支援システムからの移行の完遂
- 2) 通常の履修科目以外の利用ユースケースの拡大（職員教育や各種個別講座の開設）
- 3) デジタルツール群の更なる連携拡充
- 4) 学修データの蓄積・利活用によるシステム利用者への新たなサービス提供

特に 4)においては、LMS や動画配信システムなど、現状ではシステム毎に存在する様々な学修ログを一元化されたデータベースに集約し、学生個人に合わせた学修分析ができる環境の実現を目指す。

学修ログは、IMS Caliper 等の標準仕様に形式統一し、LRS (Learning Record Store) を構築・運用することによって一元管理を可能にする。また、蓄積された標準化形式の学修データを元に、学生が個別に履修している授業を横断した俯瞰的な情報を提供できる「学修ポータル」を実装し、LMS での課題の実施状況の可視化、LMS での学修成果物のショーケース化、LRS 蓄積データや授業アンケート、成績データなどを元にした分析結果による学修計画機能等を提供し、学修者本人を起点とした教育支援環境を実現していくことを目指す(図 4)。



図 4. LRS の蓄積とその利活用

9 おわりに

本学における新たな教育 IT 基盤として、その特徴や有用性・将来性の評価から Canvas LMS が採択され、全学対象システム導入・構築が 2 ヶ月という短期間で実現された。2020 年度でのトライアル期間を経て、本格的な移行期間となる 2021 年度においては急速にその利用対象が拡大し、授業運営において無くてはならない仕組みとして定着しつつある。また、移行過渡期ではあるが、実運用において、品質を維持しながらのパッケージシステム改修手法や独自のサポートコミュニティの形成など、日々、創意工夫がなされている状況でもある。

このような学内での稼働実績も背景に、今後はシステム利用スコープやユースケースの更なる拡大、学修データの利活用が見込まれており、学内の新たなエコシステムやサービスの重要な基盤として十分な期待ができる状況となっている。

謝辞

2020 年 6 月に事実上の発足となった本学の Canvas LMS の導入プロジェクトにおいて、多くの方々にご支援、ご指導を賜りました。特に慶應義塾大学医学部) 門川 俊明教授、理工学部) 内山 孝憲教授、法学部) 小林 宏充教授には、教育現場における利用方法や細部に渡る機能の評価、並びに、実際に利用される多くの先生方に対してフロントに立った情報発信やレクチャーなど、多大なる尽力を頂き、感謝の念に堪えません。厚く御礼申し上げます、感謝する次第です。

また、近年の世の中の情勢を受け、急場かつ非常にタイトな本プロジェクトの企画・構築・展開をベンダーの立場から手厚くサポートを頂き、時には教育の現場そのものについての踏み込んだ言及・提案も下さったボウ・ネットシステムズ社 [5] の献身的な対応、並びに、クラウド環境における技術的な支援を迅速に行って頂いた Google 合同会社 [6] にも深く感謝を申し上げます。

参考文献

- [1] IMS GLC, <https://www.imsglobal.org>
- [2] 常盤 祐司, 最新の IMS 標準を実装する Canvas による授業改善の可能性: 法政大学における事例研究, 法政大学情報メディア教育研究センター研究報告, 33 巻, 30-37 ページ, 2019 年
- [3] U.S. Securities and Exchange Commission, “INSTRUCTURE, INC.”, <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1355754/000119312515341090/d932934ds1.htm>

[4] State of Higher Ed LMS Market for US and Canada:
Mid-Year 2021 Edition, Creative Commons : Phil Hill”,
[https://philonedtech.com/state-of-higher-ed-lms-
market-for-us-and-canada-mid-year-2021-edition/](https://philonedtech.com/state-of-higher-ed-lms-market-for-us-and-canada-mid-year-2021-edition/)

[5] Bow Netsystems Corporation,
<https://www.bownet.co.jp/>

[6] グーグル合同会社,
<https://about.google/intl/ja/>

URLにて記載されている情報は、2021年9月30日現在のものとなる。