

学習支援システム LMS PandA を利用した Covid-19 対策のための全学的 授業プラットフォームの増強とサポート

外村 孝一郎¹⁾, 梶田 将司^{2,3)}

1) 京都大学 企画・情報部

2) 京都大学 情報環境機構 IT 企画室

3) 京都大学 学術情報メディアセンター

tonomura.koichiro.8c@kyoto-u.ac.jp

System Reinforcement and Support of Learning Management System PandA at Kyoto University for Counterplan to Covid-19.

Koichiro Tonomura¹⁾, Shoji Kajita^{2,3)}

1) Planning and Information Management Department, Kyoto University

2) Institute for Information Management and Communication, Kyoto University

3) Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

概要

京都大学では Covid-19 感染症対策として 2020 年度の前期授業および新入生ガイダンスのオンライン授業化を実施した。その際、本学情報環境機構で運用している学習支援システム PandA への映像配信機能の強化とシステムの大幅な増強を実施することで一般教養科目および学部専門科目の全授業の受け入れ態勢を整備した。PandA はオープンソースの Learning Management System である Sakai を授業支援のための学習支援環境（愛称: PandA）として全学に向けて提供されている。本稿では 2020 年度前期を中心として実施したシステム増強と運用サポート体制について報告する。

1 はじめに

京都大学では 3 月上旬より Covid-19 感染症対策として 2020 年度の前期授業および新入生ガイダンスのオンライン授業化の検討を行った。大学をはじめとする高等教育機関の授業では義務教育の様なクラスが固定されておらず、各受講生はそれぞれの履修に従って授業毎に教室間を移動するため、接触対象者数も大幅に増加する。ゆえに、オンライン授業環境の整備が急務となった。全学的なオンライン授業環境のプラットフォームには全授業の科目・履修情報を利用可能であることが求められる。本学の全授業の開講および履修情報を統括的に扱うシステムとしては、教務情報システム KULASIS と学習支援システム LMS PandA [1] が全学に向けて提供されている。本学では十分な感染症拡大防止の元での対面授業の可能性を模索するとともに、全学に向けたオンライン授業プラットフォームとして PandA を選定した。情報環境機構では 2013 年度から PandA を運用しているが、これ

までの利用においては対面授業での補助的な利用に向けてサービスを提供しており、全面的なオンライン授業での利用に対しては映像配信などの機能の整備が不足していた。また全学からの利用によるアクセス集中によるシステム停止が懸念されたため、急遽以下の対策を進めた。

- 同時アクセス数増大に対応するためのシステム増強
- 映像配信システムの整備 (Zoom, Kaltura)
- 教職員へのオンライン授業環境の情報提供

これらの対策を実際の授業の開始と並行して実施し、度重なるトラブルに対応を切り抜け、前期授業のオンライン講義を完了した。

本稿では、これら 2020 年度前期のオンライン化のための学習支援システム PandA のシステム増強と運用・ユーザー支援体制を中心に述べる。

2 京都大学の学習支援サービス

情報環境機構では、2013 年度から Apereo Foundation が中心となって開発を進めているオープンソースの学習管理システム (Learning Management System) Sakai [2] を PandA の愛称で導入し、主に「授業資料の提供」、「課題の提出・採点・返却」、「学生への通知」などの機能を全学に提供している (図 1)。



図 1 学習支援サービス PandA

PandA は 教務情報システムから全学の授業の科目・履修情報の提供を受けて全学で開講されるすべての授業 (2020 年 4 月現在) から利用することができる。加えて、LTI 連携機能により、映像配信サービスなどのクラウドで提供される様々なサービスをシームレスに利用する機能を有している (図 2)。



図 2 学習支援サービス PandA と連携サービス

3 映像配信環境の整備

オンライン授業の動画配信には 2 つの異なる形態のサービスを提供する必要がある。

- 通常の授業と同じ時間割でリアルタイムに双方向のインタラクションが可能な映像を配信
- あらかじめ作成された授業の録画 (ストリーミング) 配信

これらの機能のため、PandA からはリアルタイム用に Zoom、ストリーミング配信用に Kaltura の 2 つの映像配信環境を提供した。

3.1 Zoom によるリアルタイム授業配信

Zoom は米国の Zoom Video Communications 社が提供する Web 会議システムで、PandA からの続は LTI (Learning Tool Interperability) [6] を利用して利用することが可能である、教員は Zoom ID やパスワードを利用者に個別配布することなく LMS からのシームレスに利用することができる。本機構では遠隔会議等への利用を想定し 2019 年度より Zoom の検討を進めていた。Covid19 感染症対策の拡大が進む中で、Zoom 社より、2020 年 4 月末までの教育機関向けの無償サービスの提供がアナウンスされたこともあり、学内外の Zoom への期待が高まっているなか、本機構では 2021 年 4 月末まで利用可能なライセンスを確保するとともに、本機構 IT 企画室 情報システム開発室より Zoom の全学的なライセンス 申請環境が構築され [4]、5 月の授業開始までに ID の配布を含めたりアルタイム映像配信環境の導入が完了した。

3.2 Kaltura による録画型授業配信

Kaltura は米国 Kaltura 社が提供するオープンソースのビデオ配信クラウドサービスで、PandA からは「マイメディア」・「メディアギャラリー」の 2 つのツールから利用することができる。また、動画配信のための URL を PandA 内の課題ツールやテスト・クイズツールなどからリンクすることでより柔軟な動画提供が可能である (図 3)。

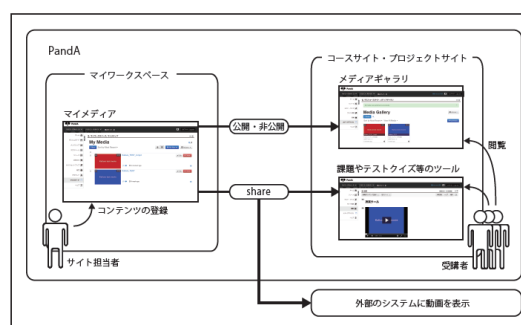


図 3 Kaltura 運用イメージ

Kaltura のツールはそれぞれ以下の機能を持っており、学生による無制限な映像配信を防ぐ目的もあり、利用に関しては授業の担当教員に限定し、ユーザー毎に利用する授業の申請を必要としていた。

- マイメディア 映像の録画・編集を行 (ID に対し

て機能を付加)

- メディアギャラリー 映像の登録・配布を行う（授業のサイトに対して機能を付加）

しかしながら、（特に 4,5 月の）申し込みが多数におよび管理側のコストを大幅に圧迫した為、編集機能を伴わない「メディアギャラリー」についてはユーザー自身が PandA の「ツール追加」機能を利用できるように緩和した。加えて、画像の録画や編集を大学院の学生である **Teaching Assistant(TA)** に任せたいとの要望が広く寄せられたため 申請制は維持したまま、マイメディアの提供範囲を **TA** まで広げた。

4 システム増強と運用

2019 年度は最終的に 1,739 科目 (3/2 時点) が PandA 上でサイト開設を行っており、全学共通科目を中心に教育のインフラとして活用されている (表 1)。

表 1 2019 年度 PandA(LMS) サイト開設状況

部局	開設数	科目総数	利用率
共通教育	781	2993	26 %
学部専門教育	568	4202	14 %
大学院専門教育	390	7655	5 %
合計	1739	14850	12 %

学部によって差はあるものの、おおよそ 10 % から 25 % 程度の利用にとどまっており、オンライン授業での同時使用の様な運用はおこなわれておらず、同時接続は繁忙期においても 1,500 程度であった。これをフロントサーバ 2 台と 8core のデータベースで運用していた (図 4)。

これまでも語学の試験などで同時利用を行った際に速度が低下するという報告を受けており、全面オンライン授業での利用増大を見越して、緊急にシステムの増強を図った。授業開始前の試算では

- 時間割に合わせて利用者が同時に接続
- 共通教育科目を中心に 1,2 回生全員の接続

ことから、最低でも 4000 以上の同時接続に耐えることが必要であると予想された。

4.1 フロントエンドシステムの増強

これに対して、1 台あたりの処理可能な同時接続を 800 名と想定し、フロントサーバの台数を 2 台から 7 台へ増強を行うと同時に、一台あたりの CPU コア数を 2 から 4 に、メモリを 16G から 32G に増強した (図

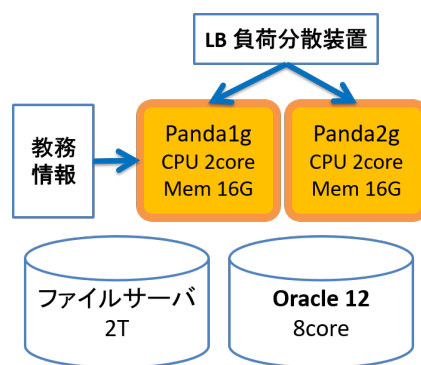


図 4 2019 年度 PandA 運用サーバ

5). 実際の運用においては、ファイルシステムに関連すると思われる不具合のため 2 台がサービスに参加できず、最終的には 5 台態勢となっているが、CPU コアとメモリの増強により一台当たりの同時接続数 2000 ~3000 でもフロントサーバ側に運用に耐え、むしろバックエンドであるデータベース側の能力不足が問題であった。

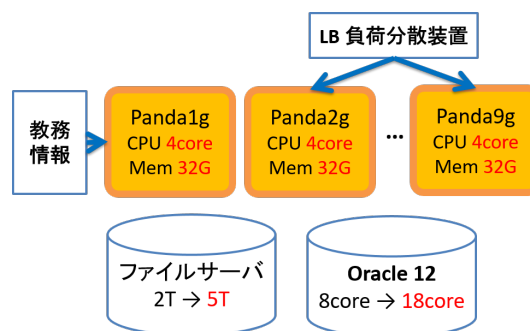


図 5 2020 年度 PandA 運用サーバ

4.2 バックエンドサーバの増強

LMS Sakai では授業資料や学生するコンテンツを共有ファイルシステム、それ以外の情報をデータベースに格納しており、特にデータベースはシステムのレスポンスなどに深く影響している。

データベース PandA のバックエンドとして Oracle Enterprise Server 12c を オンプレミスの VM 上で CPU 8 Core で運用していたが、4 月 8 日においては同時利用者数が 4000 名を超えた状態で CPU 占有率が数分にわたり 100% に達するなどもあり、早急なシステムの増強を図ることとなった。5 月 2 日の早朝メンテナンスで 12 コア化した。しかしながら、連休明けの 5 月 7 日の初回授業日において過去最高の 14,000 名の同時接続が発生した際には、データベースサーバの CPU 占有率が 55 分に渡って 100% を記録し、シス

テムのスローダウンによりサービスレベルダウンが発生した。これに対応するため5月10日に18CPUまでの増強を図り、CPU高負荷による速度劣化に対してなんとか対応することができた。その後もしばしばデータベースの速度低下が発生したが、調査の結果富士通製ファイルサーバのREAD性能の低下が一因であることが判明し、ファイル格納先の変更等の暫定対応を行いつつ運用を継続している。

ファイルシステム 授業資料および学生からのデータの提出先としてファイルサーバを運用している。当初は予測していなかったが、レポートの提出方法として、手書きのレポートをスマートフォンなどで撮影して、PandAの課題に提出するという運用が広く行われているため(図6)。ファイルサーバの十分な空き領域と安定運用の確保が求められることとなった。ファイル領域としては当初2TBを用意していたが、順次拡張を行い、現在では5TBを確保している。

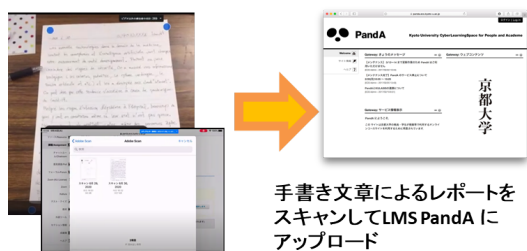


図6 ファイルスキャンによる課題提出

ファイルの領域は確保したものの、ファイルシステムの不安定さには常に悩まされることとなった。当初、PandAはオンライン授業の配信のプラットフォームとして、ZoomやKalturaなどの映像配信のためのログイン環境としての利用が主であったが、オンライン授業の全面的導入の中で、資料配布や課題の提出等のPandA本来の機能の活用が進む中で、ファイルのREAD/WRITEの問題が顕在化し、7月10日までの間に繰り返しファイルアップロード障害が発生し、利用者の課題提出等で問題が発生した。調査の結果、ファイルサーバのNFSをv4からv3にダウングレードすることで安定的に稼働することが判明したため、ファイルサーバの設定変更を行う事により、現在は安定的に稼働している。

以下に主だった障害とメンテナンス実施状況を示す(表2)。

表2 2020年度前期 障害・メンテナンス状況

発生日	曜日	区分	対象
5月2日	土	メンテ	データベース
5月6日	水	障害	データベース
5月14日	木	障害	Kaltura クラウド
5月17日	日	障害	データベース
5月22日	金	障害	データベース
5月24日	日	メンテ	データベース保守
6月1日	月	障害	ファイルシステム
6月2日	火	障害	ファイルシステム
6月7日	日	メンテ	データベース
6月9日	火	障害	ファイルシステム
6月20日	土	メンテ	データベース
6月21日	日	障害	ファイルシステム
6月30日	火	障害	ファイルシステム
7月7日	火	障害	ファイルシステム
7月9日	木	障害	ファイルシステム
7月10日	金	障害	ファイルシステム
7月30日	木	メンテ	ネットワーク切り替え
8月4日	火	障害	ファイルシステム

4.3 映像配信関での不具合

Kalturaによる映像配信を行う際に、

- 一部のブラウザ・スマートフォンで表示がなされない
- 3rd party error と表示され映像配信が行えない

などの不具合が発生した。それぞれ、ChromeやEdgeのセキュリティ強化により発生する現象のため、ブラウザの設定で対処可能であるが、ユーザー自身による設定変更を必要とする為、多くのユーザーで特に1回目の授業の視聴に不具合をきたす問題が発生した。本不具合はPandAで利用しているSakaiのバージョン(10.x)に起因する問題のため、将来のバージョンアップでの対応を予定している。

他にも、「出欠確認を目的とした視聴記録のため提供する予定であったAnalysis機能が本学のID運用規約と合致せず、利用者へのAnalysis機能の提供を中断せざるを得ない」などの問題もあり、授業の完全オンライン化環境での不具合が顕在化した。

4.4 情報共有と監視体制の強化

不具合およびメンテナンスが多発する中、システムの監視と情報共有が課題となり、Slack による情報共有を全面的に導入した。本機構では、チームチャットサービスである Slack を教職員間の情報共有基盤として導入しており [5]、リモートワークが進む Covid-19 対策において非常に有用であった。特に本機構 IT 企画室により Zabbix と Slack を連携したフロントサーバ・データベース監視+情報共有環境の効率的な整備行えたことによりメンテナンス・障害対応に対して効率的な作業が実施できた。

5 全学へのサポート

4月1日付ですべての授業を5月6日まで休講とする旨のアナウンスがなされ(4月8日より各学部・研究科による専門科目授業の一部がオンラインで開始されるなどの混乱が発生した)、最終的に4月17日付で全授業をオンライン授業を中心に実施されることが決定された。

当初は一時的な避難処置として整備はじまったが、最終的には全学の教育インフラの大部分を担う事となり、共通教育を中心に学部向け開講科目のほとんどがサイトを開設し、何らかの形で PandA を利用することとなった。2020年度前期の最終的なサイト開設状況を(表3)に示す。

表3 2020年度前期 PandA(LMS) サイト開設状況

部局	開設数	科目総数	利用率
共通教育	1517	1649	92 %
学部専門教育	2044	2666	77 %
大学院専門教育	2169	5372	40 %
合計	5730	9687	59 %

5月の授業開始時までに5000を超える授業サイトがPandA上に開設され、学部授業の88%でオンライン授業の実施が可能となっている(図7)。

対面授業でのLMSの利用は、授業の進捗に合わせて教員が必要に応じて利用する機能を選択し、徐々にコースサイトの構築が行われるため、LMSに対して最小限の知識で利用開始が可能であったが、全面的なオンライン授業の導入により、映像配信や課題提出など、これまで、習熟を必要としていた機能の利用が、第1回の授業から必要となった。そのため、

- 授業を実際に行う教員(常勤・非常勤)

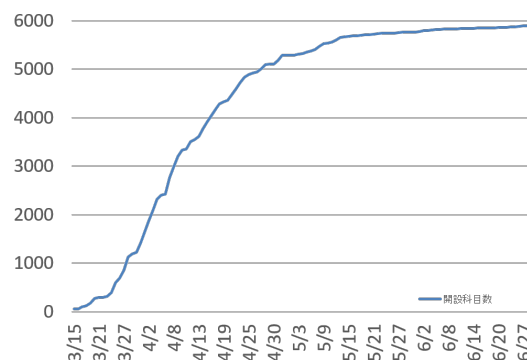


図7 2020年度コース開設数

- 授業を受ける学生(新入生・保護者、上回生)
- 授業の環境を管理・運営する部局の教務担当職員

への手厚いサポートが必要になる

以下では、全学に対しておこなった主なサポートについて述べる。

5.1 オンラインドキュメントの整備

本機構コンテンツ作成室の全面的な協力の元、全学の授業が開始される5月をターゲットに映像映像配信を中心にマニュアルの整備を行った。システムの導入と同時に、利用者からのフィードバックを受けつつ突貫工事で整備することを余儀なくされた。また、オンライン授業がスタートした後は、LMSの利用に関するQAが増大し順次FAQなどのドキュメントの整備を実施して対応している。

5.2 教員向け利用講習会

授業のオンライン化の支援のため、はじめてPandAを使用する教員を対象に、Zoomを利用したオンライン講習会を受講者としてオンライン授業を体験する形で実施した(表4)。第1回の講習会ではZoomのライセンス付与などの問題から受講できない参加者なども発生したが、教員・非常勤講師TAを中心に、期間中の総計でおよそ1870名が受講した。

5.3 非常勤講師へのID配布

常勤の教職員がPandAを利用するにあたっては、教職員に配布されているIDが利用できるが、非常勤講師の利用については別途IDを申請する必要があった。このため、IDが未配布な非常勤講師がPandAおよびオンライン授業が実施できないケースが想定された。特に一般教養を担う国際高等教育院を中心として多くの非常勤講師が授業を担当しており、全授業のオンライン化のため緊急のログイン環境の整備を必要と

表 4 教員向け臨時オンライン講習会

日時	対象
3月19日 16:00	工学部・工学研究科向け
3月24日 13:00	全学部・全研究科向け
3月27日 13:00	全学部・全研究科向け
3月27日 17:00	理学部・理学研究科向け
3月30日 13:00	全学部・全研究科向け
3月31日 10:30	文学部・文学研究科向け
4月01日 11:00	全学部・全研究科
4月03日 13:00	全学部・全研究科
4月06日 10:30	英語開催

した。(授業担当教員 3855 名, うち非常勤講師 989 名 3/31 現在) これに対応するため 各部局に 非常勤講師のオンライン授業実施有無および ID 整備の確認を行い, 4 月末までに約 1000 名近い ID の再確認または更新を実施することで, PandA の利用とオンライン講義を開講可能にした。

5.4 Zoom を利用した新入生向け模擬授業

4 月 16 日に全国に緊急事態宣言が出される中, これまで大学に登校したことの無い学部新入生 (約 2,800 名) に対して全面的なオンライン教育の導入が可能であるかの試行として, 全学の共通教育を担う国際高等教育院と共同で 4 月 21 日 5 限目に実施され, 約 2,100 名の新入生が参加した。この模擬授業ではシステム負荷が高い授業資料の閲覧やオンライン・テスト, 課題提出なども行われ, 在校生を含む約 8,300 名の利用に対して PandA でのサービスが実施できることが判明し, 全授業のオンライン化の目途をつけることができた。

5.5 QA 対応

3 月下旬から, 教職員からのオンライン教育に関連する質問数が爆発的に増大し, 担当者の電話が鳴りやまない状況となった。オンラインの QA についても, 前年比で 10 倍以上の質問が寄せられ, 担当職員は休日深夜を問わず QA 対応に追われることとなった (図 8)。QA の内容としては, 授業の進捗を反映し, 当初はオンライン配信を開始する方法などの利用環境についての問い合わせが多く, 授業開始後 (5 月中～下旬) は課題やテスト・クイズなどの LMS の利用方法, 6 月下旬からは Online 試験の実施方法, 8 月は採点方法

などの質問が数多く寄せられた。オンライン授業に関する授業設計に関する質問も多数寄せられたが, 技術側窓口においては回答困難なケースもあり対応に苦慮した。幸い, 本学の高等教育研究開発推進センターによる Teaching Online@京大 [7] による相談体制が急速に整備されたこともあり, 教育関係と純技術的な QA の切り分けを行う事が出来たため, PandA 担当側への負担が軽減された。

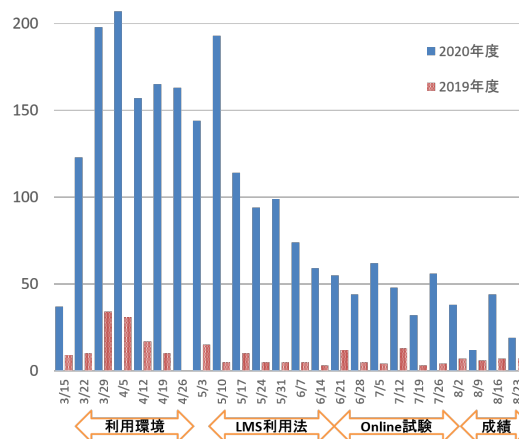


図 8 2020 年度前期 QA 総数 (メール・Web システム)

6 まとめと今後の課題

本報告では, 2020 年前期の京都大学における学習支援システム LMS PandA を利用した Covid-19 対策のための全学的授業プラットフォームの増強と運用について述べた。

ハードウェア環境においては Oracle データベースとファイルサーバの不具合に悩まされたが, 7 月上旬までに実施した増強作業と最適化により度重なる不具合に悩まされつつも, サービス崩壊を起こすことなく前期授業を終了することができた。今後の課題としては, 2021 年度をターゲットにユーザーから寄せられた改善提案などを勘案しつつ PandA のプラットフォームを最新システムである Sakai 20 への更新を予定している, 映像配信環境においては PandA と Kaltura の接続に起因した不具合やユーザーから報告された幾つかの不具合もこの修正で改修できることが期待される。サポート体制においては, 前期の混乱の中で, 教員・学生がオンライン授業に対する習熟度が上がっており, 初歩的な質問が大幅に減少している。また, 各部局教務部門でのオンライン授業への理解が深まっていることもあり, 協力体制の構築がスムーズになっているが, 対面授業とオンライン授業をミックスした新しい授業形

態への模索や既存クラウドサービスと LMS の連携深化が課題となっている。

7 謝辞

システムの増強・整備について、情報環境機構・IT 企画室の諸先生方には、オンライン環境授業配信環境の整備・各種ツールの提供、情報基盤課には VM 環境を始めとする予定外リソースの増強について多大なご支援をいただいた、また、連休中から7月初旬に至るまでの間、休日や深夜・早朝を問わず、システム増強・障害対応・データベース増強に協力いただいた、富士通株式会社には、特段の謝意を表明させていただきます。ユーザーサポートについて、京都大学高等教育研究開発推進センターの皆様には、オンライン教育に関する定例の情報交換会をはじめ、様々な支援をいただきました、情報環境機構・コンテンツ作成室の皆様においては、非常にタイトなスケジュールの中でのドキュメント整備、情報環境支援センターには特に3月末から授業開始までの間の QA の洪水の中で窓口を支えていただきました、ここにお礼申し述べさせていただきます。皆様のご支援とご協力なしには前期授業サービスを完遂することができなかつたことは疑いありません。

本稿では触れることができませんでしたが、PandA によるオンライン授業環境の整備においては、共通教育を担当する国際高等教育院をはじめとする各学部・学科・研究科の教務担当職員・技術職員の皆様には多大な迷惑をおかけすると共に、教員・学生に直接対応する窓口として大変なご助力をいただきました。特に部局内でのサポート体制の組織化・構築や独自マニュアル整備等ご尽力いただいた各研究科・学部の教員の皆様、ともすればサービスの全面崩壊を招き兼ねない中で、オンライン授業を支援いただいた皆様に深くお礼申し述べさせていただきます。

参考文献

- [1] 外村孝一郎, 京都大学における Sakai による学習支援システムの導入と運用, 大学 ICT 推進協議会 2013 年度年次報告, 2013
- [2] Apereo Foundation. <https://www.apereo.org/>
- [3] 津志本陽, 京都大学における学習支援システム PandA への映像配信クラウドサービス Kaltura の導入 大学 ICT 推進協議会 2016 年度年次報告, 2016
- [4] 京都大学 Zoom 全学ライセンス 申請ページ

<https://kubar.rd.iimc.kyoto-u.ac.jp/Zoom/>

- [5] 森村 吉貴, 多様な構成員を持つ大学 ICT 組織への Slack 導入によるコミュニケーション改善試行, 大学 ICT 推進協議会 2018 年度年次報告, 2018
- [6] <https://www.imsglobal.org/activity/learning-tools-interoperability>
- [7] <https://www.highedu.kyoto-u.ac.jp/connect/teachingonline/>