

## 大学連携 e-Learning におけるサーバおよび ネットワーク負荷にかかる実践報告

### An Empirical Study of Load Balancing on University Cooperative e-Learning

村井 礼<sup>\*1</sup>, 裏 和弘<sup>\*2</sup>, 末廣 紀史<sup>\*2</sup>, 山下 俊昭<sup>\*2</sup>, 藤本 憲市<sup>\*1</sup>, 後藤田 中<sup>\*2</sup>,  
八重樫 理人<sup>\*3</sup>, 最所 圭三<sup>\*3</sup>, 今井 慈郎<sup>\*2</sup>, 林 敏浩<sup>\*2</sup>  
Hiroshi MURAI<sup>\*1</sup>, Kazuhiro Ura<sup>\*2</sup>, Norifumi Suehiro<sup>\*2</sup>, Toshiaki Yamashita<sup>\*2</sup>, Ken'ichi Fujimoto<sup>\*1</sup>,  
Naka Gotoda<sup>\*2</sup>,  
Rihito Yaegashi<sup>\*3</sup>, Keizo Saisho<sup>\*3</sup>, Yoshiro Imai<sup>\*2</sup>, Toshihiro HAYASHI<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>香川大学大学連携 e-Learning 教育支援センター四国, <sup>\*2</sup>香川大学総合情報センター, <sup>\*3</sup>香川大学工学部

<sup>\*1</sup>University Consortium for e-Learning, Shikoku Center, Kagawa University,

<sup>\*2</sup>Information Technology Center, Kagawa University, <sup>\*3</sup>Dept. of Engineering, Kagawa University  
Email: murai@cc.kagawa-u.ac.jp

あらまし：四国地区 5 国立大学連携構想における大学連携 e-Learning 科目は、5 大学において同一の科目名で共同開講されるため、単位互換制度に比べて学生が履修登録しやすいという利点がある。それ故、5 大学から多くの受講者数が集まり、科目提供大学のサーバやネットワークに大きな負荷がかかると予想される。そこで本報告では、香川大の LMS サーバやネットワークの負荷に関するデータ収集を行うとともに負荷対策成果を示す。

キーワード：大学連携, e-Learning, サーバ負荷

#### 1. はじめに

香川大学が基幹校となる大学連携 e-Learning 事業は、e-Knowledge コンソーシアム四国（以下、eK4）、及び「四国における e-Knowledge を基盤とした大学間連携による大学教育の共同実施」（知プラ e）である。eK4 では、平成 22 年度より e-Learning による単位互換制度の運用を開始し、四国における国公私立大 8 校が連携して「四国学」などの e-Learning 科目を用いて地域人材育成を行っている。ただし、単位互換制度の場合、大学によっては、他大学から提供される科目を履修する手続きが複雑であることや、自大学のシラバスに掲載されないため科目提供されても学生が気づかないこと等、他大学からの受講生が増えにくいという欠点があった。

一方、知プラ e 事業では単位互換ではなく共同実施、すなわち 5 大学において同一科目名で共同開講し、シラバスに掲載することとなっている。共同実施では他の科目と同様にシラバスに掲載されることや、同様の手続きで履修登録可能なので、学生にとって履修登録が容易になり、科目内容によっては多くの受講生が見込める。ここで、四国の 5 国立大学における 1 学年の定員の合計は約 5,500 名（平成 25 年度入学生）である。受講制限を設けない場合、1 クラス 1,000 人を超える大人数クラスの可能性がある。

そこで、本報告では、香川大学の学内 PC100 台から e-Learning サーバに同時アクセスを行う予備実験に基づき、サーバやネットワークの負荷および同時アクセス数のログ収集結果及び 2015 年度後期に実施された e-Learning による共同開講での負荷分散の成果を報告する。

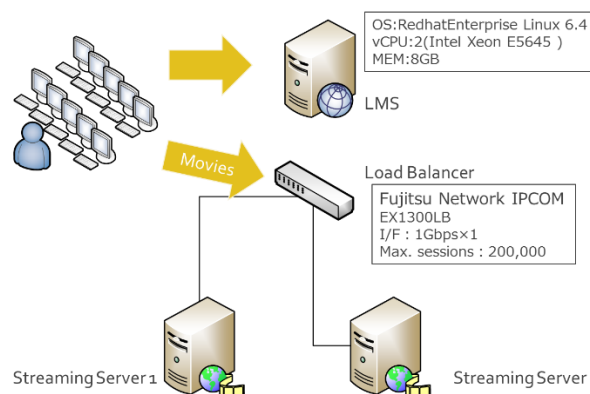


図 1 香川大学における大学連携用 e-Learning 環境

#### 2. 香川大学における大学連携用 e-Learning 環境

香川大学では、図 1 に示す e-Learning 環境を用いて eK4 および知プラ e 事業の双方にコンテンツを配信している。受講生は LMS 経由でコンテンツにアクセスする。講義を収録した動画コンテンツは 2 台のストリーミングサーバ上に置かれており、負荷分散装置（IPCOM）を用いてストリーミングサーバへの負荷分散する構成となっている。LMS およびストリーミングサーバのスペックは数千人の自宅学習運用や、授業での一斉利用など高負荷な環境を想定したものである。将来的な拡張を見込んだ構成である。

#### 3. 予備実験に基づく負荷対策の成果

##### 3.1 予備実験に基づく負荷対策

著者らは先行研究において、香川大学における e-Learning サーバへの負荷実験を行った<sup>(1),(2)</sup>。予備実験では、香川大学内の PC ルームからサーバにアクセ

スし、4パターンの動画コンテンツの再生時に発生する負荷、及び、平成26年度後期におけるe-Learning講義において受講生のアクセスログを収集し、実際の運用でサーバ負荷がどの程度集中するのかを調査した。LMSサーバにスクリプトを仕込み、1分ごとのアクセス数を計測し、「受講者数が何人のときに、ピーク時の一斉アクセスがどれくらいあるのか」「そのときにサーバにどれくらいの負荷がかかるのか」などのデータを調査した。

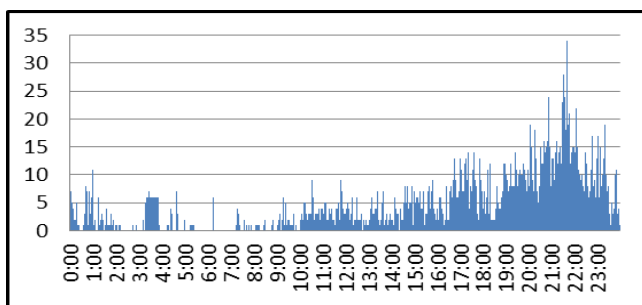
その結果、1) 動画コンテンツのビットレートを下げる、2) 課題の提出締切日の設定をずらす、などの対策を挙げた。

表1 平成26年度後期開講 e-Learning 科目の課題締切日と受講者数

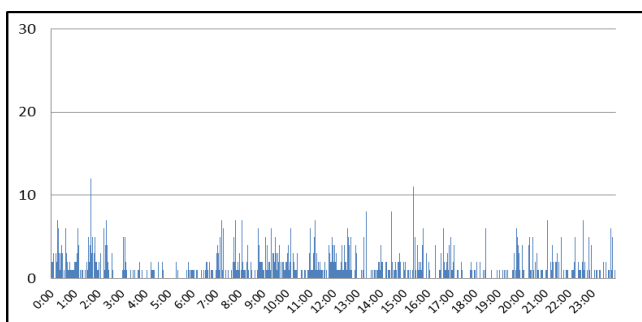
科目名	課題締切日	受講者数 (人)
科目 A	20日 (火) 24時	7
科目 B	22日 (木) 24時	202
科目 C	22日 (木) 24時	40
科目 D	25日 (日) 24時	160
科目 E	25日 (日) 24時	341

表2 平成27年度後期開講 e-Learning 科目の課題締切日と受講者数

科目名	課題締切日	受講者数 (人)
科目 A	27日 (水) 24時	114
科目 B	28日 (木) 9時	91
科目 C	28日 (木) 13時	48
科目 D	27日 (水) 12時	250
科目 E	2月5日 (金) 9時	236



(a)平成26年度後期 (Jan. 25<sup>th</sup> Sunday)



(b)平成27年度後期 (Jan. 27<sup>th</sup> Wednesday)

図2 アクセス数のピークの比較

### 3.2 アクセス数のピークの比較

先行研究により、課題の提出締切り直前にアクセスが集中することが分かっている。表1及び表2に平成26年度後期及び平成27年度後期に開講された五つのe-Learning科目(科目AからE)の課題締切日及び受講者数(LMS上のコース登録者数)を示す。先行研究の結果を受けて、平成27年度は各科目の課題締切日及び時刻を分散させている。また、図2にLMSサーバへの1日ごとのアクセスログを示す。図2(a)は平成26年度後期にもっとも1日のアクセス数が多かった1月25日(日)のAM0:00からPM23:59までのアクセス履歴を示す。科目Dと科目Eの課題締切日が重なったことから、サーバへの負荷が高まっているのが分かる。一方、図2(b)は同じく平成27年度後期の同アクセス数の多かった1月27日(水)のアクセス履歴を示す。表1に示すとおり、平成27年度は、課題提出日及び時刻を分散させた結果、LMSサーバへのアクセスを分散することに成功し、負荷分散対策の成果が明らかとなった。特に、平日の日中に期限を設定することにより、日中に課題を提出する学生が増え、負荷分散に貢献したと考えられる。

### 4. おわりに

本報告では、香川大学における大学連携e-Learningにおけるサーバやネットワークの負荷対策の成果に関する考察を行った。同時アクセス数が増えるのを避けるため、開講科目間で課題の提出締切日を調整する等の運用面での負荷対策が有用であるとの結論を得た。

### 5. 謝辞

本研究はJSPS科研費15K00483の助成を受けたものである。

#### 参考文献

- (1) 村井礼, 裏和宏, 岩城暁大, 末廣紀史, 山下俊昭, 八重樫理人, 今井慈郎, 最所圭三, 林敏浩: “大学連携 e-Learning における負荷対策に関する一考察”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.29, No.6, pp.87-90 (2014)
- (2) Hiroshi Murai, Kazuhiro Ura, Norifumi Suehiro, Rihito Yaegashi, Yoshiro Imai, Keizo Saisho, Toshihiro Hayashi, “A Study of Load-Balancing Strategy Based on Students’ Action on University Cooperative e-Learning”, Proceedings of 16th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD 2015), Takamatsu, Japan, pp.587-590, 2015