

# 雲のむこう，LMSのはやさ

隅谷 孝洋<sup>1,a)</sup> 長登 康<sup>1</sup> 挽地 平<sup>2</sup>

**概要：**広島大学では，2018年12月に全学LMS (Learning Management System) をパブリック・クラウドに移行したので，その内容について報告する。移行にともないLMSの体感速度の向上がみられたので，それを定量的に把握するため移行前後のアクセスログを比較検証した。これを通して，LMSの主要な処理を3つの部分（プログラム処理，ユーザファイルの送出，主に静的ファイル送出）に分類し，それぞれの転送量と処理時間を概観することができた。今回得られたような情報は，クラウド環境でサーバ資源を調節する際の判断材料の一つとなることが期待される。

**キーワード：**LMS, パブリッククラウド, アクセスログ, Blackboard

## The Cloudy Place Promised for our LMS

TAKAHIRO SUMIYA<sup>1,a)</sup> YASUSHI NAGATO<sup>1</sup> TAIRA HIKICHI<sup>2</sup>

**Abstract:** At Hiroshima University, we moved our LMS (Learning Management System) to the public cloud in December 2018. Here we report about that. Also, along with this move, our feeling for LMS's speed was improved. In this regard, we compared the access logs saved before and after movement to evaluate what affects performance. Through this, we were able to get overviews of LMS functions: 1. a portion for processing through a program, 2. a portion for transmitting files submitted by the user as a course file, and 3. A portion for transmitting static files. Information as obtained this time is expected to be one of the decision materials when adjusting server resources in the cloud environment.

**Keywords:** LMS, public cloud, access log, Blackboard

### 1. はじめに

計算機資源のクラウド化が急速に進んでいる。大学においても，これまで学内に設置されていた重要なシステムをクラウド化するための検討が数多くおこなわれている [1], [2], [3]。また，クラウド資源を大学間で共有して利用しようとする取り組み [4] や，各大学でのクラウド化を支援する取り組み [5] も検討されている。

広島大学においては，大学でクラウドサービスを利用する際に考慮すべき点をまとめた，クラウドサービス利用ガイドライン [6] を公開している。

本稿では，昨年12月に商用パブリッククラウドのAWS

(Amazon Web Service) に移行した本学のLMS (Learning Management System) について，その設定状況や，導入時の問題点等について紹介する。

また，クラウド移行後に非常にレスポンスが良くなったと感じているのだが，実際にどれくらい早くなったのか定量的に把握できないかと考えた。その目的に対し，アクセスログを用いてサーバプログラムの動作状況が分析できないか検討した。アクセスログには，各リクエストにかかった時間，そしてそのリクエストの結果として送出されたデータ量が記録されている。これらの状況を検証することで，クラウド化後のLMSサーバの動作の変化を調べることができたので，その点について報告したい。

### 2. LMSのクラウド移行

本学では2001年にLMS (WebCT) を導入した。その後

<sup>1</sup> 広島大学 情報メディア教育研究センター  
〒739-8521 東広島市鏡山 1-7-1

<sup>2</sup> アシストマイクロ株式会社

a) sumi@riise.hiroshima-u.ac.jp

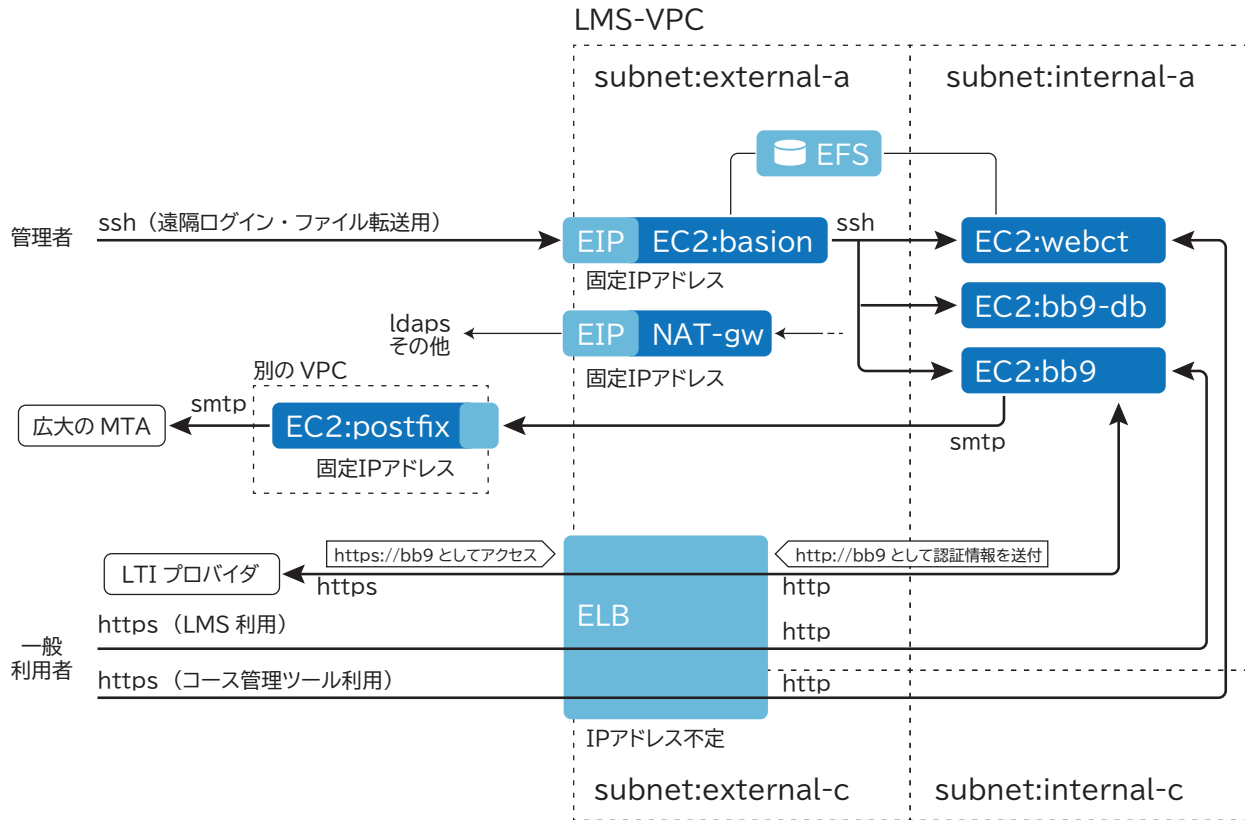


図 1 AWS 内でのネットワーク構成

いく度かのバージョンアップを経て、2013 年から Blackboard Learn R9.1 を運用し現在に至っている。

Blackboard Learn は同時 500 人の利用を想定してハードウェアの選定を行った。その結果、表 1 に示すようなハードウェア構成になっていた。この構成で 5 年間ほど運用してきたが、その間数回冷却ファンやハードディスクの不良が発生し、オンサイトで修理をした。ハードウェア保守契約の範囲内であるため、その都度の修理費用は発生しないが、毎回運用を半日間ほど停止する必要があった。また、毎年一回の計画停電の際には、日中 12 時間、ほぼ丸一日程度サービス停止を余儀なくされる。LMS は、現在大学の授業にとって欠かせない、止められない基盤的システムとなっている。利用者のためにもダウンタイムは極力減ら

表 1 旧 LMS サーバ (オンプレ) スペック

	CPU	RAM	副記憶装置
AP サーバ	Xeon 2.2GHz 4c × 2	12GB	600GB HDD
DB サーバ	Xeon 2.2GHz 4c × 2	16GB	300GB HDD

表 2 新 LMS サーバ (AWS) スペック

	タイプ †	CPU	RAM	副記憶装置
AP サーバ	c4.2xlarge	8 vCPU	15GB	950GB SSD
DB サーバ	m4.xlarge	4 vCPU	16GB	400GB SSD

† AWS が提供する、仮想サーバのスペックのテンプレートのよなもの。AWS ではインスタンスタイプと呼んでいる。

す必要がある。

こういった背景、また、情報システムのクラウド化を志向する全学的な方針により、われわれの LMS もパブリッククラウドに移行することになった。

## 2.1 クラウド化の内容

利用したパブリッククラウドは AWS である。表 1 のオンプレミスサーバに対応して、表 2 に示す計算リソースと記憶装置を用意した。記憶装置は AWS の EBS (Elastic Block Store) と呼ばれる機能を使い、全ての領域を SSD で割り当てている。OS は RedHat である。仮想サーバの作成と起動は大学で実施し、旧サーバから LMS 機能を移行する作業を導入業者 (AssistMicro) に依頼した。

図 1 に、AWS 内でのネットワーク構成を示す。今回の LMS 用に新たな VPC (Virtual Private Cloud) を作成した。上記に示した LMS 本体を構成するアプリケーションサーバ (bb9) とデータベースサーバ (bb9-db) 以外にも、学内システムとのシステム間連携の仲介をするサーバと、VPC 外部から遠隔ログインをするための踏み台サーバを加えて、計 4 台の仮想サーバを作成した。VPC 内には 4 つのサブネットを作成する標準的な構成としたが、踏み台サーバを external-a のサブネットに、その他の 3 台を internal-a のサブネットに配置し、残り二つのサブネットは現在のところ利用していない。

## 2.2 クラウド化の際のトラブル

移行の際にいくつか問題点が発生したので、その記録をここに上げておく。AWSに特有と思われる問題とそうでないものがある。

### 2.2.1 LTI

LTI (Learning Tools Interoperability) がそのままでは動作しなかった。これはクラウドにしたからと言うわけではなく、httpsを受けてhttpで転送するロードバランサーを導入したことによる問題である。

図1にELB<sup>\*1</sup>として記されているのがロードバランサーである。利用者が入力するホスト名でのサーバ証明書はELBが持っており、httpsで受けたリクエスト内容を復号してVPC内のサーバ(この場合LMS)にhttpで転送する。LMS側ではhttpでWebサービスを提供していると思っているため、LTIコンシューマーを起動したときに認証情報の一部として送られるURLはhttpのものになる。一方ELBの外側にいるLTIプロバイダーは、サーバとのやりとりをhttpsで行なっていると認識しており、認証情報内のURLはhttpsのものを期待している。しかし、実際送られてくるものが違っており、正当なアクセスではないと判断してしまう。

Blackboard側のLTIモジュールを手を入れることはできないので、LTIプロバイダー側のライブラリを書き換え、httpをhttpsに置き換えてしまうと言う乱暴な対応を今回おこなった。

### 2.2.2 SMTP

AWSはVPC内部から外部へのSMTP通信に、何らかの規制を行っているようである。何も考えずにメールを送ると、うまくいく場合もあるが、多くの場合転送が失敗するという状況であった。

AWSに申請して清く正しいメールサーバとして設定をすることもできるのだが、本学のLMSではメールを送信することだけができればよく、受信する必要はない。本格的なメールサーバとして設定する必要はなかった。

したがって、今回は本学のSMTPサーバにメールを全て転送するようなメールサーバを別途立て、LMSからのSMTP接続はそのサーバ経由にするという構成にした。

本学のSMTPサーバは学内ネットワーク以外からは、そういった通信を受け付けない設定になっているため、AWSと本学のSMTPサーバの間を仮想的に直結するような経路を作成した。

LMSと本学SMTPサーバの間に直接そのような経路を確保しなかった理由は、今後さまざまなサーバをAWSに立てるとき、メールを送る必要があることが他にも出てくると考え、そのようなときに使える経路を確立しておきたかったからである。

<sup>\*1</sup> Elastic Load Blancing. EC2において、ロードバランサーの機能を提供するサービスの名称。

## 2.3 利用料金

AWS上の仮想サーバを利用する際の料金についてであるが、どれぐらいの規模の仮想サーバをどのOSで使うかにより、料金が決まっている。CPUの利用状況は関係ない。起動した状態にしておくと、1時間単位で課金されるようになっている。またストレージについてはEBS (Elastic Block Store) というサービスを使っており、SSDを必要な容量だけ確保し各サーバで利用できるようにしている(表2)。ストレージは1ヶ月あたり0.12USD/1GBが課金される。また、図1で利用しているロードバランサー(ELB)や、固定IPアドレス(EIP)などのサービスについても、料金が発生する。

各ストレージのスナップショット(バックアップ)やデータ共有のためにS3というストレージサービスを利用しているが、これは事前に容量を確保する方式ではなく、従量制で課金される。また、ネットワークの利用料も従量制であり、これらについては毎月の利用量によって金額が変動する。

これらを全部まとめて、4月分の請求額は約600USDであった。1USDを110円として、そのまま1年分に換算するとおおよそ80万円となる。オンプレミスのハードウェアの購入金額がおおよそ300万円であった。5年で償却すると考えると年間60万円であるので、AWSの方がやや高額になる。なので、今回の場合、冒頭に挙げた保守コストの減少をどう捉えるかにより、評価が決まってくるだろう。

## 3. ログの分析について

2018年の12月末にこのクラウド移行を行い、2019年1月よりAWSにおけるLMSの運用を開始した。まず最初に気づいたのはそのレスポンスの良さである。オンプレミスに置いていた時と比べて明らかに画面遷移が早くなり、快適になった。

これは何が要因なのかということに興味がある。移行前と比較して、CPUやメモリにはそれほど差はない。大きく変わったのは、AWSのサーバでは副記憶装置が全てSSDになったことである。移行前は7200rpmもしくは15000rpmのSAS HDDだった。

では、実際どれぐらいの改善であるのかを定量的に把握できないかと考えた。ユーザの体感速度の問題なので、ブラウザ上でページの表示速度を測定すべきなのかもしれないが、さまざまな負荷状況で統計的な数値を得るまでに測定することは難しい。

そこで、サーバ上に記録されているログが使えないかと考えた。

サーバ上に記録されているBlackboardのログは2種類ある。ひとつはBlackboardアプリケーションがデータベースに保存するログ、もう一つはミドルウェアのtomcatがテキストファイルとして保存しているログである。後者

表 3 クラウド化前後の Tomcat アクセスログ

時期	総行数	分析行数		
		平均	標準偏差	中央値
2018年4月分	25,139,588	23,215,334		
転送量 (byte)		15,519	844,790	216
処理時間 (msec)		78.2	2311.6	3
2019年4月分	25,549,210	234,26,535		
転送量 (byte)		17,185	1,096,138	315
処理時間 (msec)		121.0	2665.5	1

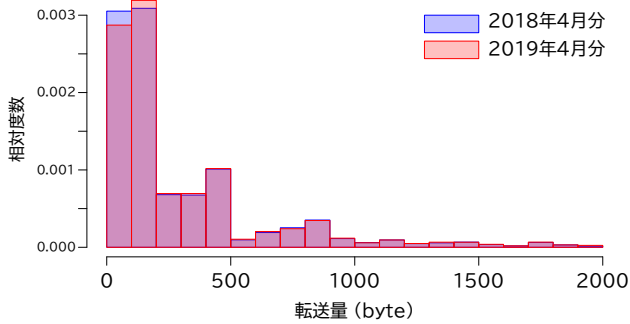


図 2 転送量の分布 (2KB 以下の部分)

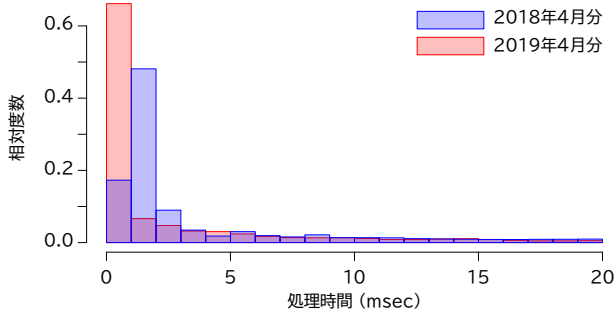


図 3 処理時間の分布 (20msec 以下の部分)

のログはいわゆるアクセスログで、Web ブラウザからのすべてのリクエストを保存したものだ。各行にリクエストの日時やパス、処理結果を示すステータスコードや、転送量そして処理時間が含まれている。

この転送量と処理時間に注目した。このログは2013年のサービス開始以来のものがすべて保存されているため、クラウド移行以前と以後の比較が可能である。

ここではクラウド移行前のデータとして2018年4月の1ヵ月間を、クラウド移行後のデータとして2019年4月の1ヵ月間のログを利用することとした。

この両期間のアクセス量はほぼ同じで、アクセスログの行数は2018年4月と2019年4月の双方ともおよそ2千5百万行だった。その中から、GETとPOSTのリクエストで、ステータスコードが200となっているものを対象とする。表3に対象ログの行数を示した。また同じ表に、処理時間と転送量の基本統計量を示した。処理時間の平均値は2018年よりも2019年の方が大きくなっている。一方、中央値は、2019年の方が小さくなっている。

図2に転送量のヒストグラムを示す。相当なロングテールなので、2000バイト以内の部分のみを示しているが、縦軸の相対度数は全体に対するものである。2018年分を青い線で、2019年度分を赤で示しているが、両年ともほぼ同じ分布になっていることがわかる。一方、図3に処理時間のヒストグラム（これも同様に20msec いないの部分のみ）を示すが、2019年の方が左に寄っている。寄ってはいるが、もともと1ミリ秒かかっていたものが1ミリ秒以内になったものが多い、と言う程度の差であり、果たしてこれが体感速度として感じられるほどのものなのか、と疑問に思える。

この2つの量の関係を全体的に眺めてみるため、図4に散布図を示した。横軸に転送量、縦軸に処理速度を取り、一つの点が一つのリクエストを表す。左側が2018年、右側が2019年のものである。縦軸と横軸ともに対数軸としている。

同じ程度の転送量を生ずるようなリクエストが、より短い時間で処理されているならば、LMSの機能が上がったと言えるだろう。そういう観点からこの図を見ると、左側の部分はそこまで改善されていないが、羽根のように見える右側の部分はかなり改善されているようだ。羽根の部分は、転送量がおおむね10MB以上の部分だが、その範囲に存在しているリクエスト数は2018年度も2019年度もともに20万件程度でほぼ同数だった。2018年度では上下方向にかなり広がっているのが、2019年度ではかなり狭い範囲に集まっている。

もう少し詳細に見てみよう。アクセスログに記録されているパスのパターンで、リクエストを大きく3種類のものに分けられそうなのがあった(表4)。ひとつは /webapp から始まるもので、LMSでテストを受けたり、掲示板に書き込んだりといった作業を示すもののようである。プログラム処理の時間が支配的と考えられる。これをグループ1とする。もうひとつは /bbcswebdav から始まるものである。Blackboardでは提出ファイルや、教員が学生に配布するためにアップロードしたユーザファイルは、データベースの中ではなくファイルシステム上の通常ファイルとして保存してある。このパターンは、これらを取り出すようなリクエストになっているようである。これをグループ2とする。そして残りをグループ3とする。グループ3のリクエストはさまざまあるのだが、多くのものは認証不要でアクセスできる画像ファイルやスタイルファイルなどであり、静的なファイルへのアクセスであると考えら

表 4 ログのグループ分け

グループ	ログのパターン
グループ 1: プログラム処理 (図 5)	~/webapp/
グループ 2: ユーザファイルの送出 (図 6)	~/bbcswebdav/
グループ 3: 主に静的ファイルの送出 (図 7)	その他

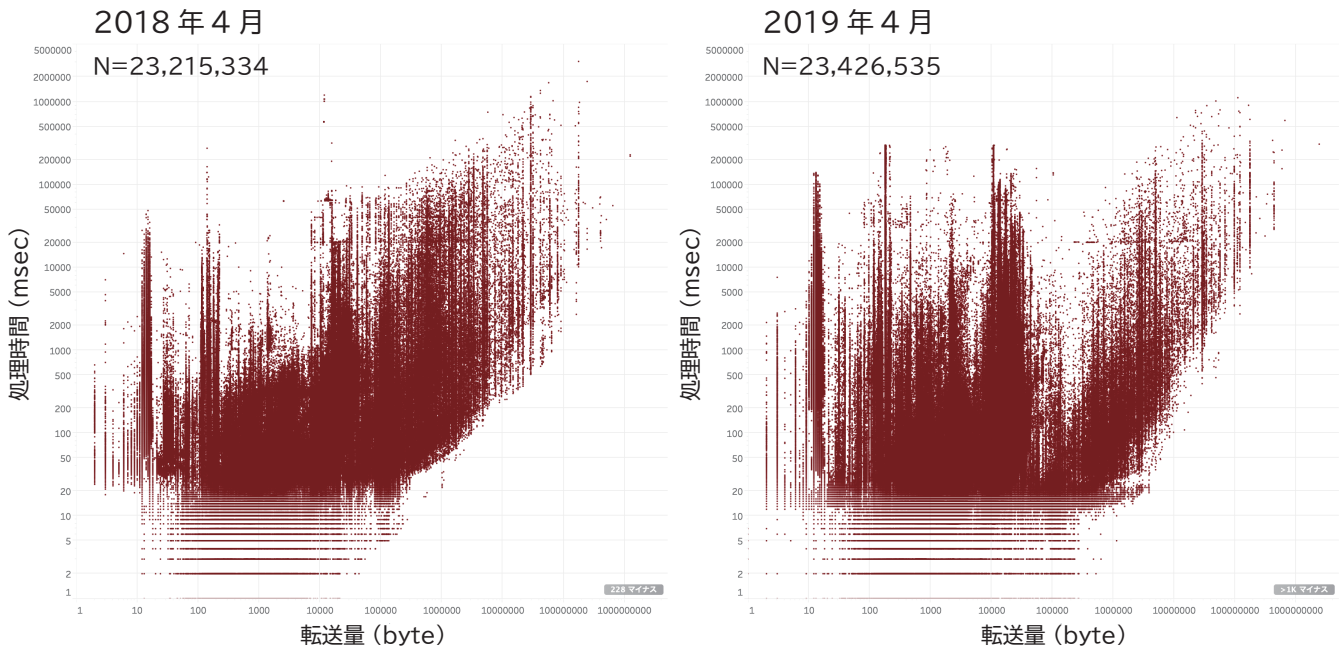


図 4 クラウド移行前後の転送量と処理速度

れる。

図 4 の散布図を、この 3 つのグループに分けて描いたものが図 5～7 である。

これを見ると、アクセスの改善があったと前述した図 4 の羽根の部分、グループ 2 であったことが読み取れる。グループ 3 すなわち静的なファイルの部分もやや改善が見られる。

この稿では、性能アップの要因として SSD を最初に考えたわけなのだが、SSD であればこの静的なファイル部分はかなり改善されるはずだろうが、今回の図ではそこまでの変化は読み取れなかった。

一方、グループ 1 についてはほとんど改善が見られないか、むしろ時間のかかっているリクエストが増えているようにも見える。この部分にはデータベースの性能がかなり大きく影響していると推測できる。データベースの性能は、移行前と移行後の直接の性能比較ができておらず今後の課題である。この部分を改善することにより、さらなる応答速度の向上が期待できるのではないと思われる。

#### 4. おわりに

2018 年末にクラウド移行した広島大学の LMS について、移行の内容を紹介した。また、移行した結果改善した応答速度について、サーバー上のアクセスログを用いて分析を試みた。

こういった分析をもとに、データベースの機能改善が課題になるであろうと言うことが結論として出た。こういった、データに基づいた性能評価は定期的継続的に実施していくべきものであると考えられる。

**謝辞** AWS について無知であった筆頭著者（隅谷）に多くの助言をくださった、元広島大学情報化推進グループ宮原俊之氏に感謝します。

#### 参考文献

- [1] 足立紘亮, 長谷川理, 新村正明: クラウド化を想定した複数サイトの疎結合による教育基盤システムの構築, 情報処理学会研究報告, Vol.2013-CLE-9 No.8, pp.1-4 (2013).
- [2] 梶田将司: 教育学習活動支援のための情報環境を俯瞰するーラーニングアナリティクスの効果的な活用に向けてー, コンピュータ&エデュケーション, Vol.38, pp.39-42 (2015).
- [3] 井上春樹, 長谷川孝博, 山國弘, 高田重利, 望月邦昭, 松村宣顕, 古畑 智博: 学術情報基盤へのクラウド全面適用経緯と効果, 学術情報処理研究, No.19, pp.94-104 (2015).
- [4] 梶田将司, 飯吉透, 松尾啓志, 中野裕司, 柴山悦哉, 竹村治雄: クラウド時代における教育学習支援環境の現状と課題, 情報教育シンポジウム 2014 論文集, pp.245-252 (2014).
- [5] 竹房あつ子, 佐賀一繁, 丹生智也, 横山重俊, 合田憲人: 学認クラウドオンデマンド構築サービスの推進, 大学 ICT 推進協議会 2018 年度年次大会論文集 MP-4 (2018)
- [6] 広島大学情報メディア教育研究センター: クラウドサービス利用ガイドライン, 入手先 (<https://www.media.hiroshima-u.ac.jp/news/cloudguide>) (2019-5-31)

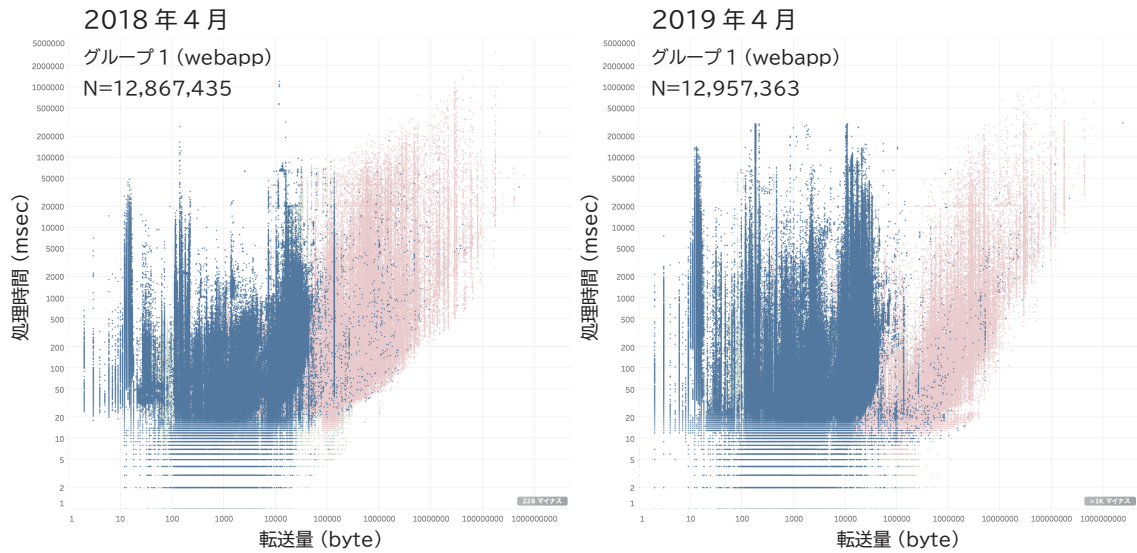


図 5 クラウド移行前後の転送量と処理速度 (グループ 1: プログラム処理)

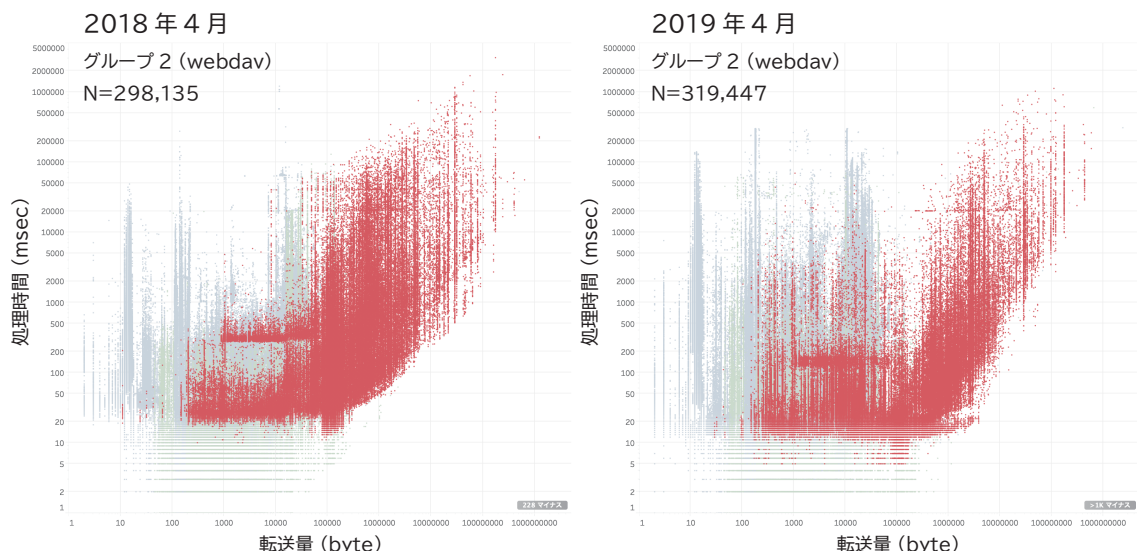


図 6 クラウド移行前後の転送量と処理速度 (グループ 2: ユーザファイルの送付)

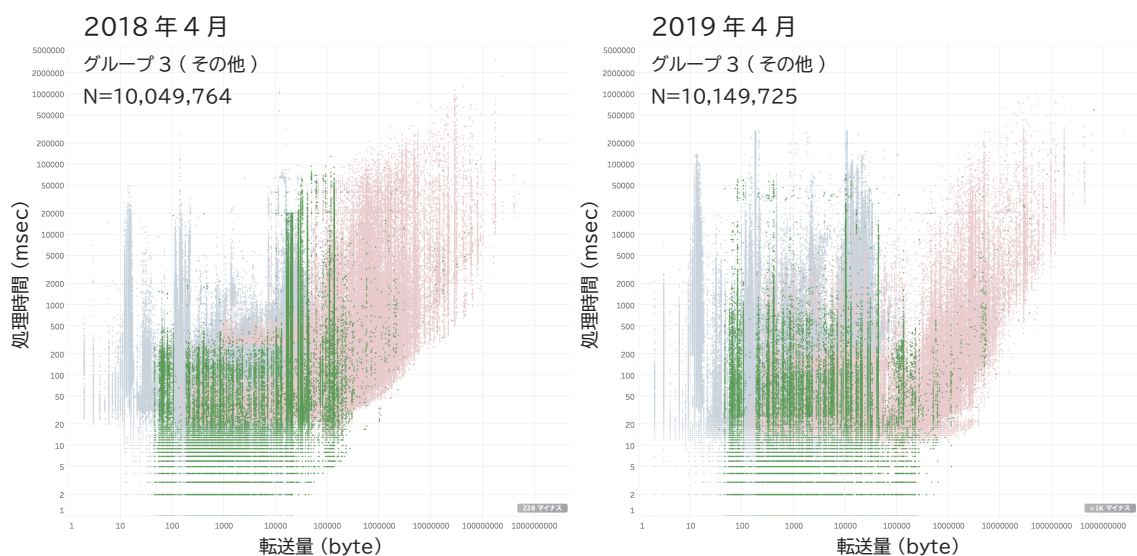


図 7 クラウド移行前後の転送量と処理速度 (グループ 3: 主に静的ファイルの送付)