

見せてもらおうか、vCloud Air の性能とやらを

柏崎 礼生^{1,a)} 宮永 勢次^{1,b)} 森原 一郎^{1,c)}

概要: プライベートクラウドや組織内仮想化基盤からパブリッククラウドへと移行する過渡期において、プライベートクラウドとパブリッククラウドの双方を接続しデータやアプリケーションの可搬性を高めたハイブリッドクラウドが展開される。ハイブリッドクラウドにおいてはプライベートクラウドとパブリッククラウドにおいて同じ、あるいは互換性の高いハイパーバイザーで構築されている事が望ましい。VMware社は2013年にESXiハイパーバイザーを用いたパブリッククラウドサービスvCloud Hybrid Service (現vCloud Air)の提供を開始し、2014年には日本でのサービス提供が始まった。大阪大学ではESXiを用いた仮想化基盤を構築・運用しているため、このサービスは移行先のパブリッククラウドの有力な選択肢の一つである。本稿ではVMware社の協力のもと、vCloud Air環境における計算機資源の性能評価を行う。

キーワード: ハイブリッドクラウド, パフォーマンス計測, ベンチマーク

Let's see what VMware vCloud Air can do.

HIROKI KASHIWAZAKI^{1,a)} SEIJI MIYANAGA^{1,b)} ICHIROU MORIHARA^{1,c)}

Abstract: In an age of transition between use of private cloud or virtualization infrastructure in an organization to public cloud service, a hybrid cloud that is a composition of two or more distinct cloud infrastructures (private, community, or public) comes out. The infrastructures are bound together by standardized or proprietary technology that enables data and application portability. From a standpoint of V2V cost, it is desirable for a public cloud and a private cloud to be constructed by the same or highly compatible hypervisor. VMware Inc. started to provide vCloud Hybrid Service in 2013 that is constructed by ESXi hypervisor (this service is renamed to vCloud Air in August, 2014). In 2014, this service was also begun to provide in Japan. Osaka university constructed a virtualization infrastructure with ESXi hypervisor. This service seems to one of a workable alternative. In this paper, we show results of performance benchmarks sponsored by VMware Inc.

Keywords: hybrid cloud, performance measurement, benchmark

1. はじめに

米国のICTアドバイザリ企業であるガートナー社のresearch directorであるMichael Warrillow氏は、2014年にはクラウドコンピューティング環境で処理される仕事総量のうち70~80%がパブリッククラウドサービスで処理され

るようになると指摘している*1。また同社は2013年10月のプレスリリースで「約半数の大企業は2017年末までにハイブリッドクラウドを展開するようになる」と述べている*2。アメリカ国立標準技術研究所(NIST)による“The NIST Definition of Cloud Computing”によれば[1]、ハイブリッドクラウドとはクラウドコンピューティングの展開モデルの一つであり、プライベートクラウド、コミュニティクラウド、パブリッククラウドのうち2つあるいは3

¹ 大阪大学
Osaka University

a) reo@cmc.osaka-u.ac.jp

b) miyanaga-s@office.osaka-u.ac.jp

c) morihara@cmc.osaka-u.ac.jp

*1 <http://news.idg.no/cw/art.cfm?id=D50FA809-A35F-4B39-866F2B7569F7F2B0>

*2 <http://www.gartner.com/newsroom/id/2599315>

つを標準化された技術あるいはプロプライエタリな技術で接続し、データやアプリケーションの可搬性を高めたモデルである^{*3}。

ある組織が保有するプライベートクラウド、あるいは仮想化基盤盤の上で動作する仮想計算機 (Virtual Machine: VM) をパブリッククラウドへと移行する過渡期において、ハイブリッドクラウドの利用が選択肢として挙げられる。ハイブリッドクラウドの利用においてはハイパーバイザーの差異が問題となる。ハイパーバイザーとは VM を制御するプログラムだが、ある組織が保有するプライベートクラウドや仮想化基盤で用いられるハイパーバイザーと、利用予定のパブリッククラウドで用いられるハイパーバイザーは異なる場合がある。VM のイメージフォーマット形式はハイパーバイザーにより異なる。そのため異なるハイパーバイザー間で VM を移行するためには、仕様の公開されたフォーマットである Open Virtual Machine Format (OVF) などを経てフォーマットの変換を行う Virtual to Virtual (V2V) 処理が必要となる。V2V 処理の間、変換元となる VM のイメージに変更が加えられてはいけなため、VM は停止状態となる。そのため変換中、その VM が提供するサービスは停止することとなり、V2V 処理には相応のコストを必要とする。

代表的なハイパーバイザーとして Open Virtualization Alliance が開発する Kernel-based Virtual Machine (KVM)^{*4}、Xen Project^{*5} が開発する Xen、Microsoft 社が開発する Hyper-V^{*6}、Vmware 社が開発する ESXi^{*7} が挙げられる。この中で、ハイパーバイザーの開発組織が、そのハイパーバイザーを用いたパブリッククラウドサービスを提供している例として Microsoft 社の (Hyper-V と Azure)^{*8} が挙げられる。また Vmware 社は 2013 年にパブリッククラウドサービスである vCloud Hybrid Service (vCHS) の提供を開始した^{*9}。また 2014 年にはこのサービスの日本でのサービス提供を開始することがアナウンスされた^{*10}。ハイブリッドクラウドにおいては組織内のシステムとパブリッククラウドとのデータの送受信が頻繁に、かつ大量に行われることが予想されるため、サービス

が提供されるデータセンターとの遅延が低い方が有利であると考えられる。

大阪大学は 2009 年から学内向けの仮想化基盤を構築し、キャンパスクラウドとしてサービスを提供してきた [2]。2014 年にはこの基盤を拡張しており [3]、そのハイパーバイザーは Vmware 社の ESXi である。大阪大学では今後、この仮想化基盤をさらに拡張するのではなく、パブリッククラウドへの移行を推進しており、vCloud Air は有力な移行先の選択肢の一つである。本稿では Vmware 社の協力のもと vCloud Air の計算機資源のパフォーマンス計測を行い、その費用対効果について論じる。

2. 大阪大学の仮想化基盤

大阪大学は学部学生約 1 万 5 千人、大学院生約 7 千 5 百人、教職員数約 6 千人 (非常勤職員等を含めると約 9 千 3 百人) からなる国立大学である。大阪大学もまた ICT 投資を効率化するという目的のもと、大阪大学全体として業務フロー全体の最適化を行い、業務の効率化を目指すという目標が掲げられた。大阪大学程度の規模の総合大学では、部局ごとに独自の ICT 投資が行われ、事務業務フローも部局独自で構築されるケースがある。大学全体を俯瞰すると ICT 投資が分散し、業務改革も局所的な最適化に留まり、非効率な状態にあることもある。業務の全体最適化と ICT 投資の集約を実現する手段として、大阪大学は情報推進機構を設置し、仮想化技術を中心に据えたクラウド技術の活用に取り組んだ。本機構は、将来的には ICT リソースを外部にアウトソースする可能性も選択肢の 1 つとして考えながら、プライベートクラウド方式のプラットフォームシステムの構築を目指していた [4]。

大阪大学では上述の背景のもと、事務業務の効率化・改革の第一歩として事務系基幹システムを 2010 年に刷新した。事務系基幹システムの刷新の際には、今後の大学の様々なサービスを集約し実行可能なシステムの構築を目指し、仮想化技術を採用した共通基盤プラットフォームシステム「大阪大学キャンパスクラウド」(以下、キャンパスクラウド) を設計、構築した。このキャンパスクラウドは事務系基幹システムの計算機資源だけでなく、財務会計システムからも計算機資源の提供を受けて 2010 年からサービスを開始した。このキャンパスクラウドは hp のブレードサーバを 12 台利用し、物理コア数は合計 96、主記憶容量は合計 432GB で動作するものである。ここにさらに 2010 年度に教員基礎データベースシステムと呼ばれる計算機資源が追加され、2 つの業者が導入した 3 つのシステムによる 3 ブレードシャーシからなるキャンパスクラウドが出来上がった。この基盤上で 2014 年 3 月末時点で 32 システムによる 105 VMs が稼働し、227 仮想 CPU を利用している。また本基盤の上で稼働するメールシステムは学内 38 部局、8,450 アカウントを提供している。

*3 <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>

*4 http://www.linux-kvm.org/page/Main_Page

*5 <http://www.xenproject.org/>

*6 <http://www.microsoft.com/en-us/server-cloud/solutions/virtualization.aspx>

*7 <https://www.vmware.com/support/vsphere-hypervisor.html>

*8 厳密には Azure は Hyper-V ではなく Windows Azure Hypervisor というハイパーバイザーで構築されているが、この情報は 2009 年のものなので現在どうであるかについては把握できていない。

*9 vCHS は 2014 年 8 月に vCloud Air へと名称を変更したため、本稿では vCHS ではなく vCloud Air の名称を用いることとする。

*10 <http://www.vmware.com/jp/company/news/releases/vmw-vCHS-Japan-071514>

現行のキャンパスクラウドにおける問題点の1つとして、構成する機器が使用するリソース情報のほとんどを長期間に渡って収集、蓄積する環境になっていないことであった。VMware vSphere および vCenter の利用により仮想ホストのリソース利用率は計測できたが、その他のネットワーク機器、ファイアウォール、ロードバランサについてはログも極めて限定的にしか保存されていなかった。そのため拡張したキャンパスクラウドの要件として、全ての機器の情報を収集可能であることを要求している。また、当初はファイアウォールとロードバランサーが個別の機器として調達することを前提としていたが、昨今のファイアウォール機器には十分なロードバランサー機能を具備するものが少なくないため、2014年9月16日現在、最終的に図1に示す比較的簡素な機器構成で構築が行われている。

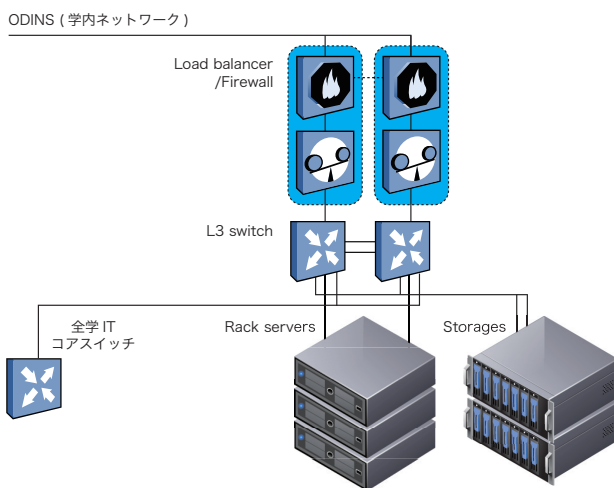


図1 キャンパスクラウド拡張版の模式図

Fig. 1 A diagram of enforcement of the campus cloud

3. VMware vCloud®Air™

VMware vCloud®Air™(以下 vCloud Air) は、VMware 社のサーバ仮想化プラットフォーム VMware vSphere®(以下 vSphere) を基盤とするハイブリッドクラウドサービスである*11。提供されるサービスとして、物理的に独立した計算機資源が提供される Dedicated Cloud(専用クラウド)、論理的に独立した計算機資源が提供される Virtual Private Cloud(仮想プライベートクラウド)、および Disaster Recovery Cloud(ディザスタリカバリクラウド)がラインナップされている。専用クラウドは専用のクラウド管理スタックにより 30GHz の仮想 CPU、120GB 以上の仮想メモリ、6TB 以上のストレージと 50Mbps 以上の帯域を持つネットワークが提供される。仮想プライベートクラウドは 5GHz の仮想 CPU(バースト時は 10GHz まで提供)、20GB 以上

の仮想メモリ、2TB 以上のストレージと 10Mbps 以上の帯域を持つネットワークが提供される。ディザスタリカバリクラウドでは 10GHz の仮想 CPU、20GB 以上の仮想メモリ、1TB 以上のストレージ、10Mbps 以上の帯域を持つネットワークが提供される*12。vCloud Air は vSphere を基盤としているが、仮想マシンフォーマットの統一性の観点からプライベート・パブリック間の仮想マシンのライブマイグレーションは制限されており、プライベートクラウド上にある VM から vCloud Air へと VM を移行する場合には V2V ならぬ V2C (Virtual to Cloud) 処理が必要となる。この点においては Microsoft Hyper-V と Microsoft Azure の関係に対する優位性はない。

旧 vCloud Hybrid Service は米国 5 拠点 (Santa Clara, Las Vegas, Dallas, Sterling, New Jersey)、および英国 2 拠点 (Slough, Chessington) でサービスが提供されていた。vCloud Air は 2014 年 9 月 16 日現在、日本リージョンでのサービスの提供は開始されていないが、前述のようにソフトバンクテレコム株式会社とソフトバンク コマース&サービス株式会社の協力のもと、2014 年 10~12 月頃に日本でのサービスを提供することがアナウンスされている。今回は VMware 社の協力によりベータテスト中の vCloud Air 日本リージョンを使わせて頂くことができた。

3.1 End User License Agreement (EULA)

vCloud Air の評価を行う上で注意すべき点として、VMware End User License Agreement (EULA)*13 でのベンチマーク条項が挙げられる。VMware EULA の 2.4 節では VMware Workstation や Fusion の場合はベンチマーク結果を VMware 社のベンチマーク担当 (benchmark@vmware.com) にメールするだけで良いが、それ以外の VMware 社製品のベンチマーク結果についてはベンチマーク手法、前提条件、ベンチマークのパラメータについてベンチマーク担当がチェックし、承認された場合にその結果を公開して良い、とある。この条項に同意できない場合は購入から 30 日以内にベンダーに返却しライセンス費用の払い戻しを受けるよう指示されている。条項を無視して使用したりベンチマーク結果を公開した場合にはカリフォルニア州法に従った訴訟を覚悟するべきである (VMware EULA 12.7 Governing Law より)。また VMware 社製品については評価用ライセンスが用意されており、非生産的環境での指定された期間内での利用が許されている。評価のために製品版を購入する必要がない点にも留意されたい。

*11 <http://www.vmware.com/products/vcloud-hybrid-service/>

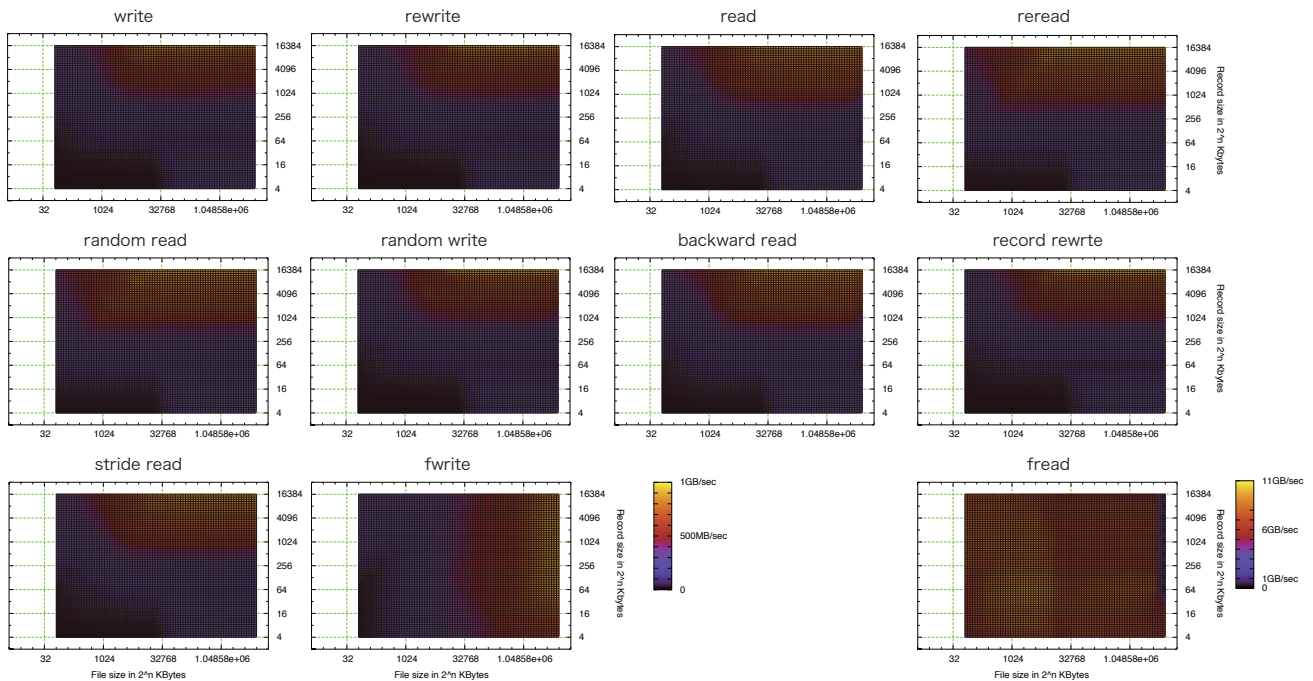


図 3 vCloud Air のストレージ性能評価
Fig. 3 Evaluations of vCloud Air's storage

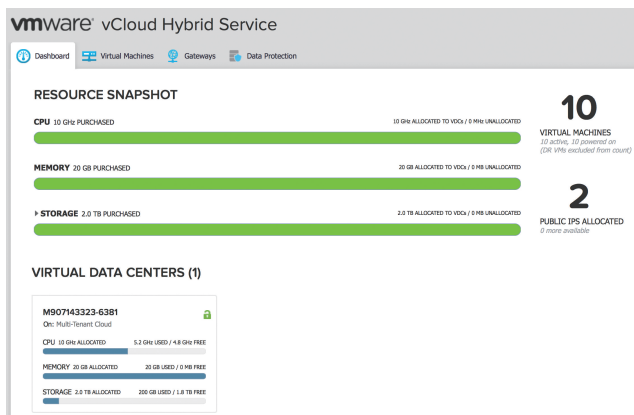


図 2 VMware vCloud Air の Web インターフェイス
Fig. 2 A web user interface of VMware vCloud Air

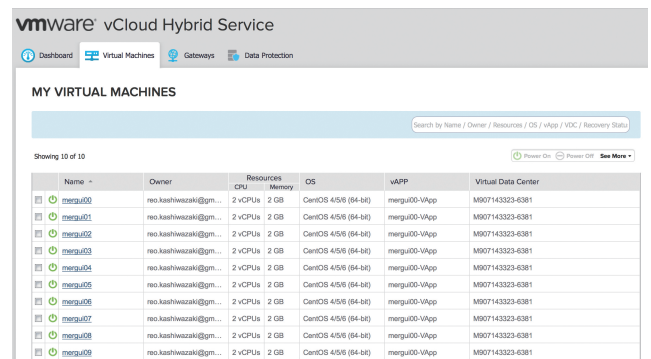


図 4 10VM 作成時の vCloud Air の画面
Fig. 4 A screen capture of vCloud Air web interface with 10 VMs

3.2 インターフェイス

VMware vCenter の操作インターフェイスとして Web ブラウザを利用する vSphere web client が提供されているが、vCloud Air の操作インターフェイスも Web ブラウザを用いて行う。Web ブラウザは Firefox が推奨されている^{*14}。操作体系は既存のパブリッククラウドサービスの Web インターフェイスと大差なく、テンプレート (カタログ) で選択可能な OS を選択して VM を作成し、仮想 CPU 数、メモリ、ストレージ容量を指定し、NAT の設定とファ

イアウォールの設定を行えばリモートで VM を操作することができる。一度作成した VM はコピーしてデプロイすることが可能であるため、複数台の VM で並列した処理を行うことも容易である。vCloud Air が特徴的である点として、仮想 CPU 数で課金が行われるのではなく、総動作周波数が提供される点が挙げられる^{*15} (図 2)。

3.3 IO 品質計測

仮想化環境においてその規模が大きくなるにつれボトルネックとなるのはストレージであることが既に指摘されており [5]、本計測においてもまずストレージの評価を行うこととした。vCloud Air で提供されるストレージに対し

*12 <http://www.vmware.com/products/vcloud-hybrid-service/features.html>
 *13 http://www.vmware.com/download/eula/universal_eula.html
 *14 コンソール画面を操作する “Lanch Console” の画面が Chrome には対応していない。Internet Explorer では動作未確認

*15 1VM に設定可能な仮想 CPU 数は 32 のようだが、仮想 CPU 数に本当に制限がないのかについては試していない。

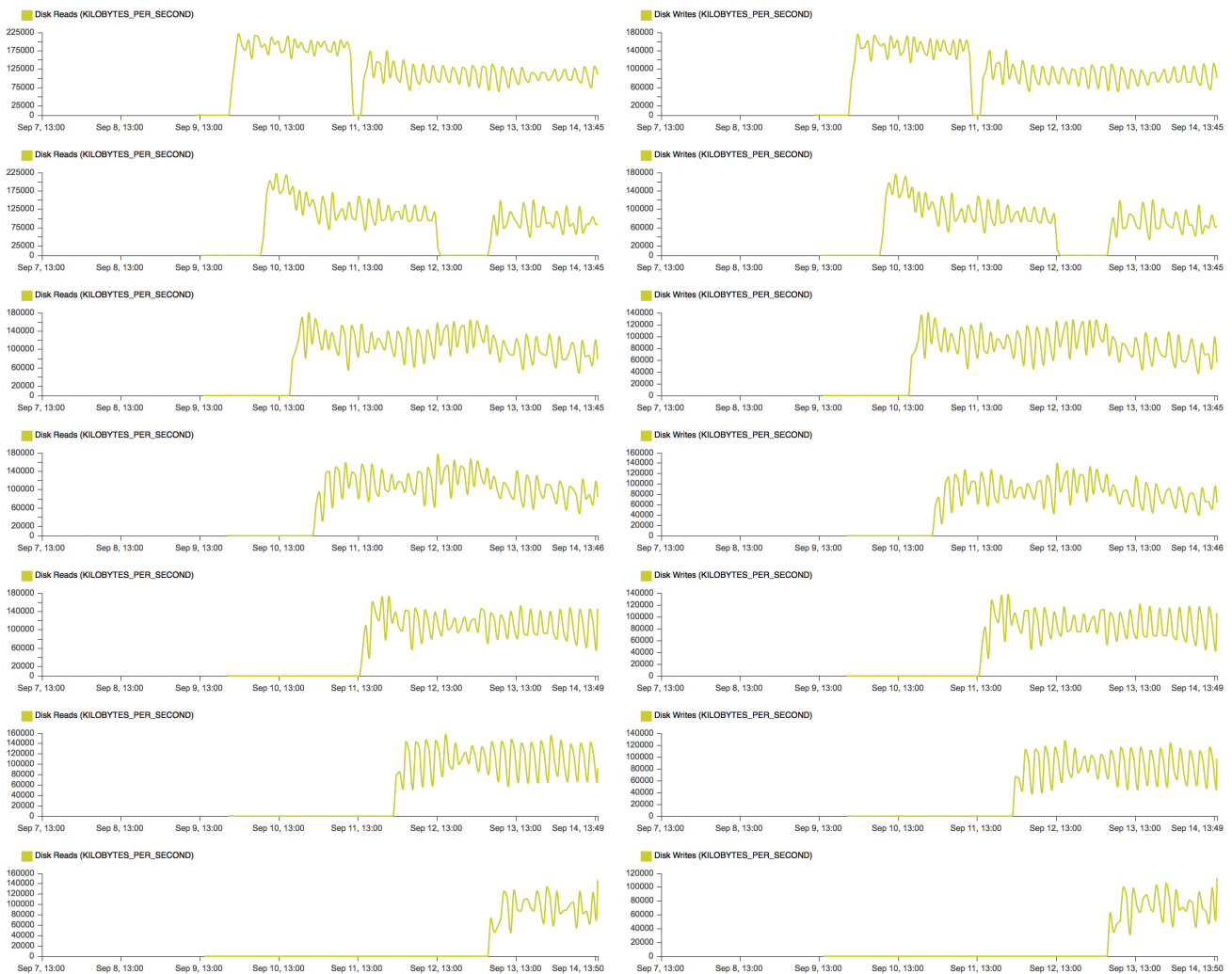


図 5 vCloud Air の段階的負荷ストレージ性能評価

Fig. 5 Evaluations of vCloud Air's storage with gradual loads

てユーザは VM 以外からアクセスする手段を提供されていないため、vCloud Air 上で作成した VM にストレージを接続し、この VM 上でベンチマークソフトを動作させることで IO 品質の計測を行った。ストレージのベンチマークソフトとして iозone^{*16} を用いた。iozone は指定したファイルサイズとブロックサイズにおけるスループットを評価することができ、13 のアクセスパターン (read, write, reread, rewrite, fread, fwrite, freread, frewrite, randread, randwrite, bkwdread, stridread, rerewrite) が用意されている。本評価において、ブロックサイズは 4KB からサイズを倍にして最大 16MB までとし、ファイルサイズを超えるブロックサイズにはしないこととした。ファイルサイズは 64KB からサイズを倍にして 8GB までとした。スループットは close コールを含めた時間を計測した。また Direct IO を利用し、open システムコールがカーネル空間のページキャッシュを利用しないように指定する。試行は 100 回行い、全てのアクセスパターンに対する全てのファ

イルサイズとブロックサイズの組み合わせに対して欠損のない結果 98 を対象として平均スループットを算出した (図 3)。

vCloud Air がベータテスト中ということもあってか、ストレージのスループットは全てのパターンで最大 1GB/sec のスループットを計測した。ストレージがフラッシュメモリを用いたキャッシュを用いているか、あるいはフラッシュメモリのみからなるストレージを用いている可能性がある。fread, fwrite の結果においては 11GB/sec を記録しており、iozone がカーネルキャッシュの影響を除外できているとするならば、VM とストレージ間のネットワーク帯域が極めて広いことが類推できる。このストレージを何台の仮想化ホストで共有しているかが問題となる。

そこで iozone を実行するのに十分な性能を持つと考えられる 2 つの仮想 CPU と 2GB のメモリからなる VM を 10 台作成し、1 つの VM 上で 100 回連続して iozone を実行する (図 4)。iozone による全てのアクセスパターンの評価を 5 回終えた時点で、もう 1 つの VM で同様に 100 回

*16 <http://www.iozone.org>

連続して iozone を実行する。このように 10 台全ての VM で iozone の実行が行われるまで段階的に負荷を高めるときに IO パフォーマンスがどのように変化するかを観察した。観測には vCloud Air が提供するモニタグラフを利用した(図 5)。

当初、読み込みピーク値の時間平均で 225 MB/sec、書き込みピーク値の時間平均で 180 MB/sec だったが、負荷をかける VM を追加することにより 7 VMs を追加した時点で読み込みピーク値の時間平均で 160MB/sec、書き込みピーク値の時間平均で 140MB/sec よ、読み書きともに 3 割程度の性能劣化が観測された。ベータテストでは仮想プライベートクラウドサービスが提供されており、仮想化ホストに接続されたストレージも複数台に分散されていることと、本サービス開始前のために利用者が極端に少ない事を鑑みると、実際のサービス開始時においては IOPS の制限がかけられることも想像に難くない。ともあれ、サービス開始前に他 VM の影響が最小限の環境で構成機器の性能を計測することができた。

この他、unixbench^{*17}、bonnie++^{*18}、fio^{*19}、vdbench^{*20}、Oracle ORION^{*21}、Iometer^{*22} による性能評価を行っているが、VMware 社のベンチマーク担当の査読をっていないため公表は控えさせるものとする。

4. まとめ

組織内仮想化基盤やプライベートクラウドからパブリッククラウドへと移行する際のハイブリッドクラウドの携帯を検討するため、仮想化基盤のハイパーバイザと互換性のある VMware vCloud Air を用いた評価、特にストレージの評価を行った。ベータテスト中ということもあり極めて高いパフォーマンスを示しているが、正式サービスのローンチ後にどの程度の性能を提供できるかは未知数である。継続的に様々なパブリッククラウドサービスの検証を行い、ハイブリッドクラウド期における定量的な評価を実現することが今後の課題である。

参考文献

- [1] Peter Mell, Timothy Grance: The NIST Definition of Cloud Computing, NIST Special Publication 800-145 (2011)
- [2] 宮永勢次, 市川昊平, 小林兼: 大阪大学のキャンパスクラウドシステムについて, 全国共同利用情報基盤センター研究開発論文集, No. 34, pp. 77-82 (2012).
- [3] 柏崎礼生, 宮永勢次, 森原一郎: 大阪大学の仮想化基盤の増強と設計, 情報処理学会研究報告, Vol.2014-IOT-25,

- No.26, pp.1-6 (2014)
- [4] 市川昊平, 江原康生, 長岡亨, 森原一郎: 大阪大学のキャンパスクラウドへの取り組み, 大学 ICT 推進協議会 2011 年度年次大会論文集, pp. 312-325 (2011).
- [5] Jeffrey Shafer: I/O virtualization bottlenecks in cloud computing today, Proceedings of the 2nd conference on I/O virtualization (WIOV'10), pp.5-5 (2010).

^{*17} <https://code.google.com/p/byte-unixbench/>

^{*18} <http://www.coker.com.au/bonnie++>

^{*19} <http://freecode.com/projects/fio>

^{*20} <http://sourceforge.net/projects/vdbench/>

^{*21} <http://www.oracle.com/technetwork/jp/topics/index-096484-ja.html>

^{*22} <http://www.iometer.org/>