



OpenStack on Ceph ストレージ設計のポイント

version 1.0

2016 Jul.

Writer

Kazuho Hirahara (Hitachi Solutions, Ltd.)

Takehiro Kudou (Hitachi Solutions, Ltd.)

Hirotsada Sasaki (Red Hat K.K.)



目 次

1. はじめに	4
1.1 概要	4
1.2 目的	4
1.3 調査環境	4
2. OpenStack コンポーネント概要	5
2.1 OpenStack のコンポーネント	5
3. Ceph アーキテクチャ概要	7
4. RHEL-OSP Director 概要	9
5. ストレージ設計の検討	11
5.1 ストレージ設計の指針	11
5.2 OpenStack on Ceph 環境構築の指針	12
5.3 システム構成の一例	14
6. まとめ	17
7. 参考文献	18

OpenStack on Ceph ストレージ設計のポイント

略号の説明

略号	意味
GUI	<u>G</u> raphical <u>U</u> ser <u>I</u> nterface
IPMI	<u>I</u> ntelligent <u>P</u> latform <u>M</u> anagement <u>I</u> nterface
IOPS	<u>I</u> nput/ <u>O</u> utput <u>P</u> er <u>S</u> econd
NIC	<u>N</u> etwork <u>I</u> nterface <u>C</u> ard
PXE	<u>P</u> reboot <u>e</u> Xecution <u>E</u> nvironment
RHEL-OSP	<u>R</u> ed <u>H</u> at <u>E</u> nterprise <u>L</u> inux <u>O</u> penStack <u>P</u> latform
RHEL-OSP Director	<u>R</u> ed <u>H</u> at <u>E</u> nterprise <u>L</u> inux <u>O</u> penStack <u>P</u> latform <u>D</u> irector
SSD	<u>S</u> olid <u>S</u> tate <u>D</u> rive
VM	<u>V</u> irtual <u>M</u> achine

1. はじめに

1.1 概要

本書は、OSCA 技術検討会 OpenStack 分科会において、Red Hat 社の商用 OpenStack ディストリビューションである Red Hat Enterprise Linux OpenStack Platform(RHEL-OSP)と、Red Hat 社の商用 Ceph ディストリビューションである Red Hat Ceph Storage を組み合わせる際のストレージ設計について検討したものである。Ceph ストレージの性能評価検証の結果から得られた知見をもとに、ストレージを中心とした OpenStack on Ceph 環境構築時の設計のポイントについて述べる。また Ceph 上で OpenStack を動作させるために必要な基本的なソフトウェアの概要についても合わせて述べる。

1.2 目的

本書では、OpenStack on Ceph 環境における性能評価の結果に基づき、ストレージの性能設計の指針について考察する。また、それに基づいた典型的なシステム構成の一例を示す。性能評価そのものの詳細については、別冊の OSCA ホワイトペーパー「OpenStack on Ceph 性能評価」[1]を参照いただきたい。

1.3 調査環境

本書では、RHEL-OSP と Red Hat Ceph Storage を組み合わせた環境を構築するため、RHEL-OSP Director を用いた。それぞれのソフトウェアの関係性を以下の図 1-1 に示す。これらの環境を構築するためには、OpenStack、Ceph、RHEL-OSP Director の知識が必要となる。2 章、3 章、4 章にて、それぞれの概要について説明する。

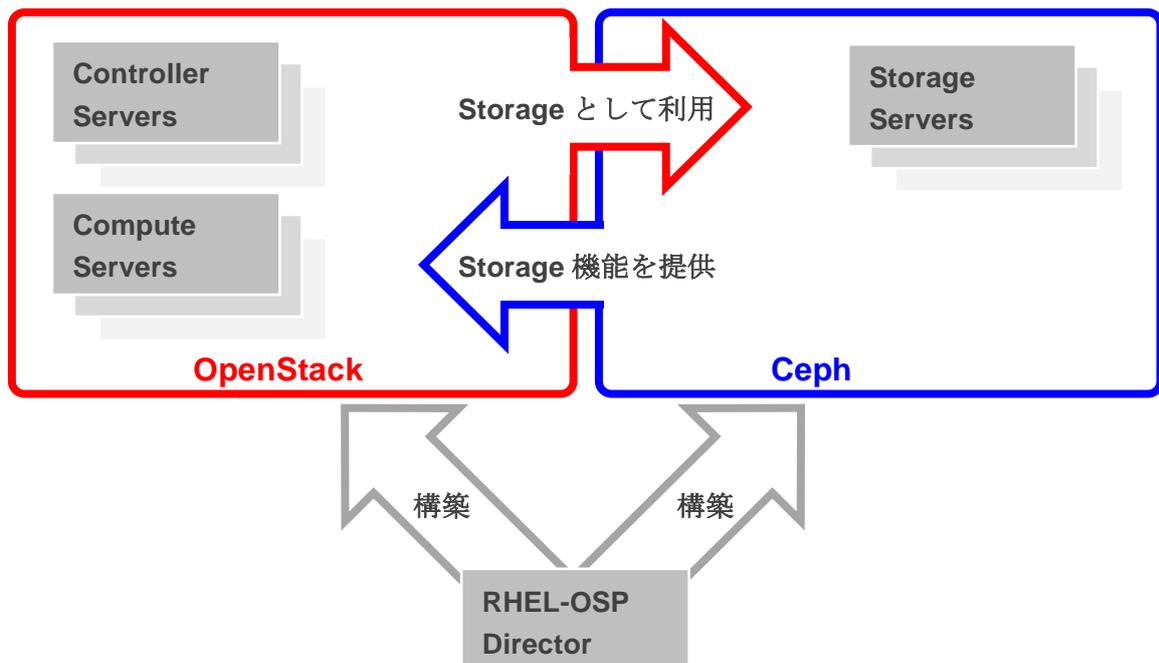


図 1-1 調査環境

2. OpenStack コンポーネント概要

OpenStack にはコンポーネントと呼ばれるサービス・設定情報の集合体が存在し、それらの組み合わせで Controller Server、Compute Server、Network Server、Storage Server などのクラウドサービスに必要な機能を提供する。以下、OpenStack の各コンポーネントの概要について示す。

2.1 OpenStack のコンポーネント

2.1.1 Nova (Compute)

Nova は、VM の実行基盤となる Hypervisor を操作・管理することで、OpenStack 上の VM の操作と管理を行うコンポーネントである。VM を操作するサービスである nova-compute が Compute Node 上で動作し、VM の配置に関するサービスを提供する nova-scheduler や nova-conductor が Controller Server 上で動作する。

2.1.2 Neutron (Networking)

Neutron はネットワーク機能を提供するコンポーネントである。VM がネットワークに接続するための基本的な機能を提供するほか、Virtual Firewall などのネットワーク関連の機能を提供する。Neutron には neutron-server や neutron-l3-agent などのサービスがあり、Network Server 上で動作する。

2.1.3 Cinder (Block Storage)

Cinder は、VM にブロックストレージを提供するコンポーネントである。OpenStack 上の VM は、VM が動作している Compute Node のストレージリソース(ルートディスク)を利用可能なほか、Cinder Volume として設定されたストレージリソース(一時ディスク)を利用、または併用することが可能である。そのほか、VM の Snapshot を作成する機能を提供する。Cinder は共有ストレージとして、Storage Server 上で動作する。Compute Node のストレージリソースや、Cinder ボリュームのストレージリソースとして、バックエンドに Ceph を用いることができる。

2.1.4 Glance (Image Service)

Glance は、VM へイメージを提供するためのコンポーネントである。ISO イメージを VM に Attach し VM 上で利用可能にする機能や、VM の起動ディスクイメージ(qcow2, VMDK など)を登録し起動ディスクイメージをもとにした VM の作成などが可能である。Glance は主に、Controller Server 上で動作する。

2.1.5 Keystone (Identity)

Keystone は、OpenStack 上の認証管理を行うためのコンポーネントである。ユーザの管理のみでなく、テナントやロールについても管理する。Keystone は主に、Controller Server 上で動作する。

2.1.6 Horizon (Dashobard)

Horizon は、OpenStack の GUI を提供するためのコンポーネントである。Web ブラウザから基本的な操作を実行することができる。応用的な機能については GUI では対応していない機能が含まれる。Horizon は主に、Controller Server 上で動作する。

2.1.7 Heat (Orchestrator)

Heat は、OpenStack での構築や運用を自動化するためのコンポーネントである。OpenStack 環境上で VM などを作成する際に、事前に作成したい環境を記述した HOT(Heat Orchestration Template)を用いることで定義した環境の構築や運用を自動化することができる。

2.1.8 Ironic (Baremetal)

Ironic は、OpenStack が VM を扱うのと同じ形で物理マシン(Baremetal マシン)を操作するためのコンポーネントである。IPMI や PXE ブートなどを使用して Baremetal マシンを OpenStack 上から操作可能にする。

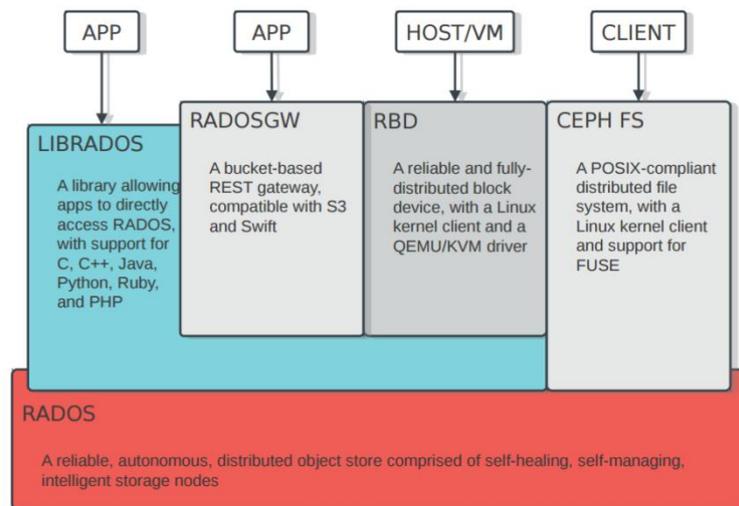
2.1.9 その他コンポーネント

上記のほか、現在の OpenStack では様々な機能を持つコンポーネントが含まれている。これらのコンポーネントを利用することも可能だが、本書の想定要件では利用しないため、詳細は割愛する。

3. Ceph アーキテクチャ概要

Ceph は Inktank 社が開発した OSS のストレージソフトウェアである。2014 年 4 月に Red Hat 社が Inktank 社を買収し、商用サポート版を Red Hat Ceph Storage という名称で提供している。汎用サーバを用いて、分散ストレージ環境を構築可能なのが特徴である。

Ceph は分散ストレージとしての中核となる RADOS と呼ばれる部分と、RADOS を利用するための接続方式から成り立っている。



<http://docs.ceph.com/docs/hammer/architecture/>より引用

図 3-1 Ceph アーキテクチャ概要

RADOS (Reliable Automatic Distributed Object Store)は、データをオブジェクトとして分散管理することで拡張性と耐障害性を実現しており、Monitor Daemon、Object Storage Daemon などから成り立っている。RADOS を利用するためには、ライブラリ (LIBRADOS)を用いて直接 API でアクセスするほか、3つの Client 接続方式があり、用途に合わせた使い方が可能となっている。

(1) RADOS GW

Ceph を Object Storage として利用する際に使用する。REST インターフェイスを持ち、Amazon S3、OpenStack Swift との互換性を持つ。

(2) RBD

Ceph を Block Storage として利用する際に使用する。直接ブロックマウントできるほか、OpenStack Cinder や Glance から利用することができる。

(3) CephFS

POSIX 互換の Filesystem。メタデータサーバにより管理される。

本書では、Ceph を OpenStack Nova、Cinder のバックエンドとするため、RBD を推奨している。RBD を用いて Ceph を Block Storage として利用する場合、以下の役割のサーバが必要となる。

表 3-1 RBD 利用時に必要な Ceph サーバ

#	サーバ	役割
1	Monitor Server	<ul style="list-style-type: none"> OSD の稼働状況を監視。3 台以上の奇数台が必要となる。
2	OSD Server	<ul style="list-style-type: none"> データの保存領域となる。 複数本のデータ Disk(OSD Disk)と、キャッシュ用 Journal Disk から構成される。 OSD Disk ごとに、Daemon(OSD)が立ち上がる。
3	Deploy Server	<ul style="list-style-type: none"> Ceph 環境を構築するために必要となる。 RHEL-OSP Director のような Deployment ツールを用いることにより代用可能。

データ書き込みは、図 3-2 に示す形で実施される。配置先 OSD の選択は、CRUSH^{*1}というアルゴリズムで選定される。これにより、Ceph クラスタ内に同一データが3つ存在し、データの冗長性が担保される。通常、OSD へのデータの読み書きは、Journal 経由で実施されるため、Journal に十分な速度・サイズの SSD を用意する事が強く推奨されている。

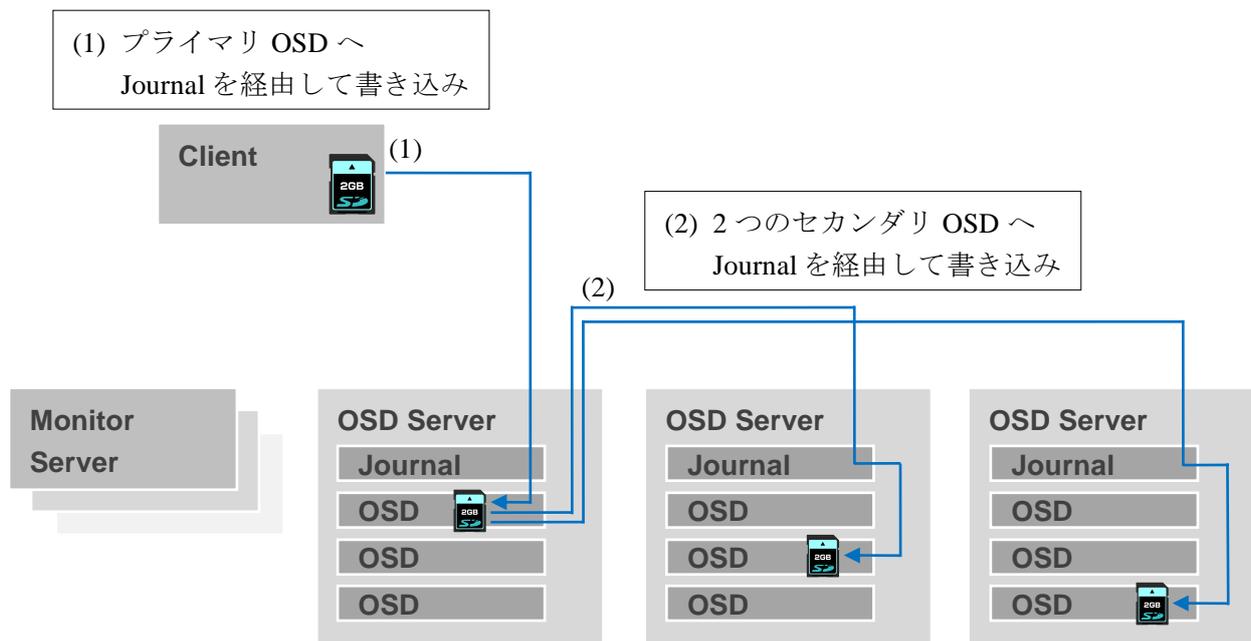


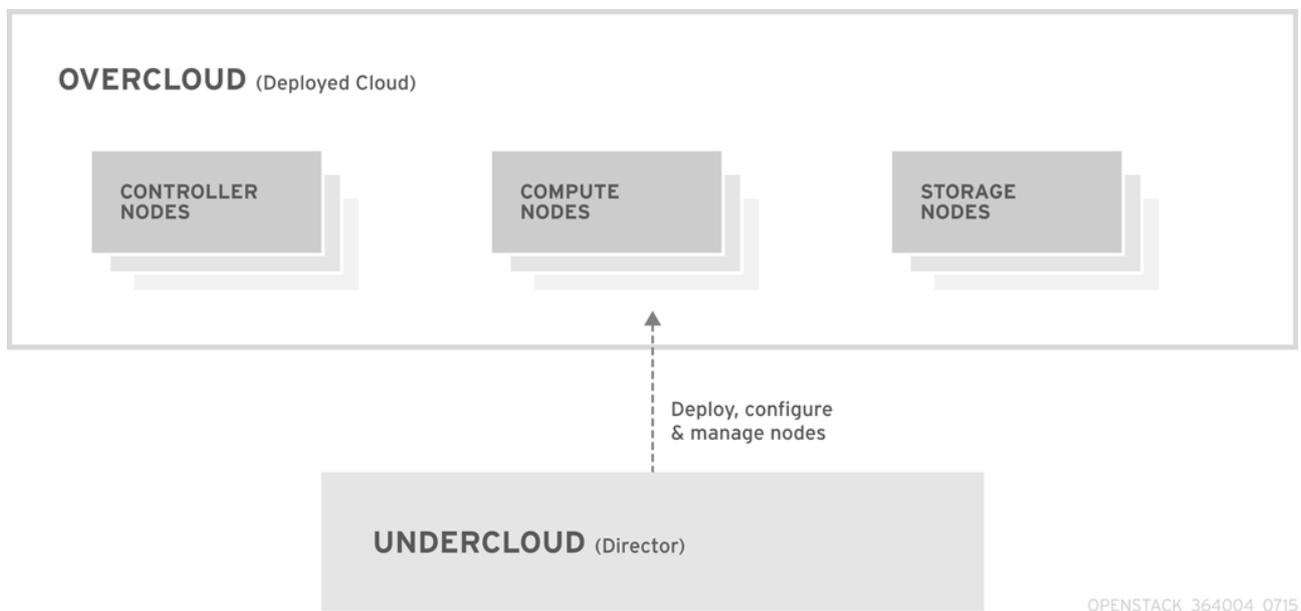
図 3-2 データ書き込みの概念

*1 <http://ceph.com/papers/weil-crush-sc06.pdf>

4. RHEL-OSP Director 概要

本書では、OpenStack と Ceph の構築のため、RHEL-OSP Director を利用する。RHEL-OSP Director は、Red Hat が提供する OpenStack 環境をインストールおよび管理するためのソフトウェアで、OpenStack のプロジェクトである TripleO^{*2}をベースに設計されている。TripleO は、OpenStack On OpenStack をコンセプトとしており、OpenStack 環境を構築するために、OpenStack を使用する。

RHEL-OSP Director では、UnderCloud と呼ばれる OpenStack 環境を構築し、その UnderCloud が OverCloud と呼ばれる OpenStack 環境を構築する。実際にエンドユーザが OpenStack 環境として利用するのは OverCloud であり、UnderCloud は OverCloud 環境の構築と管理のためだけに存在している。UnderCloud と OverCloud の関係について、以下の図 4-1 に示す。



https://access.redhat.com/documentation/ja-JP/Red_Hat_Enterprise_Linux_OpenStack_Platform/7/html/Director_Installation_and_Usage/chap-Introduction.html より引用

図 4-1 UnderCloud と OverCloud の関係

RHEL-OSP Director は UnderCloud に位置し、OverCloud を構成するために必要な OpenStack のコンポーネントによって構築されている。UnderCloud には、ベアメタルシステムの制御、オーケストレーション、Web ベースの GUI、CUI などの機能が含まれている。具体的には、Horizon、Nova、Ironic、Neutron、Glance、Heat などのコンポーネントから成り立っている。

OverCloud は UnderCloud によって構築され、1 つ以上のサーバから構成される。各サーバは、コントローラ、コンピュータ、ストレージのいずれかの役割を持つ。ストレージサーバのバックエンドとしては、Ceph、Cinder、Swift を選択することができる。本書では前提としてバックエンドを Ceph とする。

UnderCloud と OverCloud のコンポーネントとサービスの詳細は下記の図 4-2 の通り。

^{*2} <https://wiki.openstack.org/wiki/TripleO>

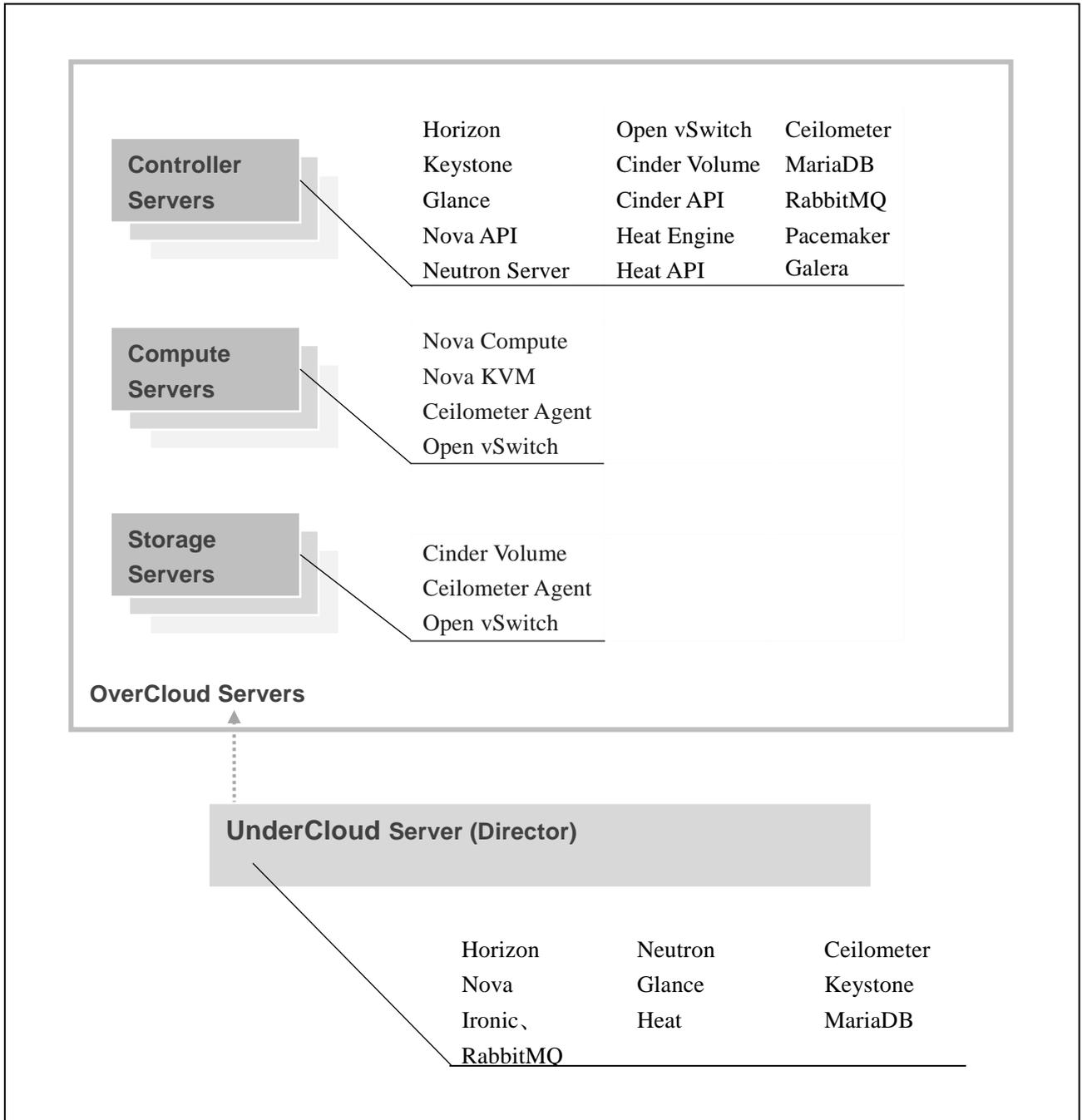


図 4-2 UnderCloud と OverCloud の詳細

RHEL-OSP Director によるクラウド環境構築の詳細については、参考文献[2]を参照のこと。

5. ストレージ設計の検討

5.1 ストレージ設計の指針

本書におけるストレージ設計の指針として、OSCA 技術検討会 OpenStack 分科会で実機検証した性能評価の結果を用いる。性能評価の詳細については別冊として発行予定の OSCA ホワイトペーパー[1]を参照のこと。本書でも評価結果を一部引用する。

本書ではストレージ性能の指針として fio 測定により得られた、ストレージ IOPS の測定結果を用いる。本性能評価のパラメータとして、OSD サーバ数、インスタンス数、ブロックサイズ、job 数を用いて、Random Read 性能と Random Write 性能についてそれぞれ計測している。

5.1.1 Random Write 時の IOPS

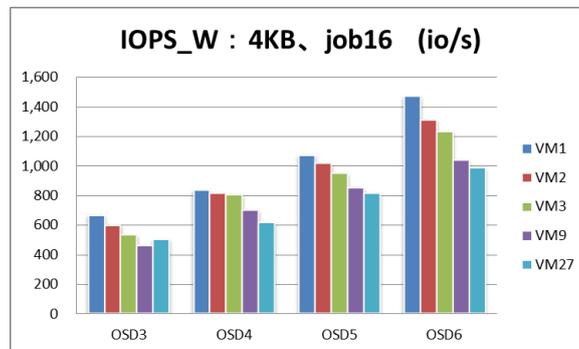


図 5-1 Random Write の高負荷環境下の OSD 数、VM 数における IOPS の変化

ブロックサイズ 4KB、job 数 16、VM 数 27(高負荷環境下)での IOPS の変化について検討する。OSD サーバが増加するに連れて、IOPS が比例して向上していることがわかる。OSD サーバの台数、または OSD サーバの Disk 数を増加させることで、VM を増加した場合の IOPS を確保することができる。

5.1.2 Random Read 時の IOPS

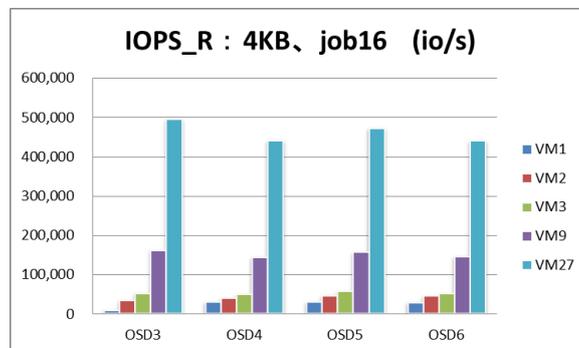


図 5-2 高負荷環境下の OSD 数、VM 数における IOPS の変化

Random Write 時と同様に、ブロックサイズ 4KB、job 数 16、VM 数 27(高負荷環境下)での IOPS の変化について検討する。最も高い値で OSD サーバ 3 台の時に最大となるが、OSD サーバの増加はほと

んど結果を左右しておらず、単純に VM 台数が増加した分だけ IOPS が向上している。Random Read の IOPS は、高負荷環境下でも OSD3 台の時点で性能が頭打ちにならないと想定され、現状の台数で十分な IOPS が確保できていると言える。

5.2 OpenStack on Ceph 環境構築の指針

5.1 で示した指針をもとに、OpenStack on Ceph 環境構築のための要件を想定する。OpenStack の設計において、ストレージと同様にネットワーク設計は重要な事項の一つだが、ネットワーク設計については過去に OSCA で検証済みである。詳細については参考文献[3]の発行済 OSCA ホワイトペーパーを参照いただきたい。参考文献[3]では Network Server に加えて、Compute Server の設計についても言及しているため、本書での想定要件はストレージに絞る。

5.1 から、十分な IOPS の確保には Random Write 時の性能をもとに計算する必要があることが分かった。また OSD Disk 数と IOPS が比例することが分かっているため、ストレージ要件として必要となる情報は下記となる。

- (1) 稼働 VM 数
- (2) 1VM 当たりに必要な IOPS
- (3) OSD Disk 1 台あたりの IOPS
- (4) OSD Disk 数
- (5) OSD Disk 性能

以上の詳細について、以下に述べる。

5.2.1 稼働 VM 数

想定する OpenStack 環境下で同時に稼働する VM 数。想定している OpenStack の利用形態によって異なる。

5.2.2 1VM 当たりに必要な IOPS

想定する OpenStack 環境下で稼働する VM の 1 台あたりに必要な IOPS。想定している OpenStack 上の VM の利用目的によって異なる。

5.2.3 OSD Disk 1 台あたりの IOPS

性能評価により OSD Disk 1 台あたりの IOPS を算出することができる。5.1.1 の結果から、本検証での IOPS の傾向は図 5-3 となり、その時の値は表 5-1 の通りとなる。

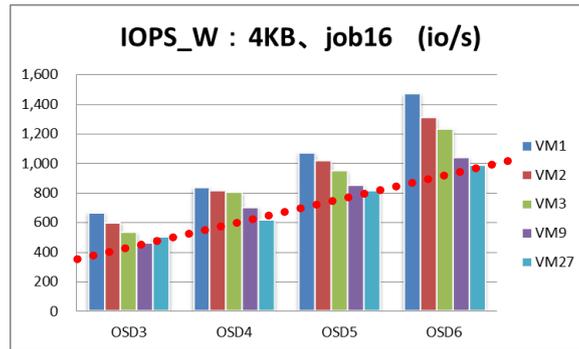


図 5-3 高負荷環境下の IOPS の傾向

表 5-1 高負荷環境下の OSD サーバ別 IOPS

#	ブロックサイズ	job 数	VM 数	OSD3	OSD4	OSD5	OSD6
c1	4KB	16	27	499	614	813	985

性能評価では、1 台の OSD サーバにつき 3 台の HDD を使用している。単純計算すると、高負荷環境下の OSD Disk 1 台あたりの IOPS は表 5-2 の通りとなる。

表 5-2 高負荷環境下の OSD Disk1 台あたりの IOPS

#	ブロックサイズ	job 数	VM 数	OSD3	OSD4	OSD5	OSD6
1	4KB	16	27	55.4	51.2	54.2	54.7

以上から、高負荷環境下における VM 実行時、OSD Disk1 台あたり約 54 IOPS が得られることが分かる。ただし、この 54IOPS という値は本検証の環境下で得られた値であるため、構築環境や Disk の性能に依存することに留意する。環境設計に当たっては、実際に使用する Disk を用いて本検証と同様の性能評価を実施することを推奨する。

5.2.4 OSD Disk 数

- (1) 稼働 VM 数
- (2) 1VM あたりに必要な IOPS
- (3) OSD Disk1 台あたりの IOPS

上記 3 点から、以下の計算式で OSD Disk の必要数を計算できる。計算式は下記のとおり。

$$\frac{(1)稼働VM数 \times (2)1 VMあたりに必要IOPS}{(3) OSD Disk1台あたりのIOPS} = 必要Disk数$$

5.2.5 OSD Disk 性能

OSD の Disk 性能により、OSD Disk1 台あたりの IOPS が異なると思われる。本性能評価では、下記の機材を用いている。

表 5-3 OSD サーバとして使用した機材

機材	仕様
Dell PowerEdge C6220 	CPU : Intel Xeon E5-2620×2
	NIC : LOM 1Gbps×4、 Intel X520 dual port 10Gbps NIC×1
	OS : RHEL 7.2
	App : RHEL-OSP7、Red Hat Ceph Storage 1.3
	MEM : 32GB
	HDD : 300GB SAS 10Krpm ×2 (OS、App) 600GB SAS 10Krpm ×3 (OSD) 320GB SSD (Journal)

その他、性能評価から得られた知見として、OSD Disk として使用する Disk のサイズが異なると、性能評価結果が安定せず、OSD Disk 数に比例しない場合があったことを確認している。そのため、OSD Disk は同じ仕様のものを利用することを推奨する。

5.3 システム構成の一例

5.2 の内容をもとに、典型的なシステム構成を例示する。また、ストレージの観点から設計のポイントについて述べる。本書におけるストレージの想定要件は下記とした。

- (1) 稼働 VM 数 : 100
- (2) 1VM 当りに必要な IOPS : 100 IOPS
- (3) OSD Disk 1 台あたりの IOPS : 54 IOPS
- (4) OSD Disk 数 : $(1)100 \times (2)100 \div (3)54 = 186$
- (5) OSD Disk 性能 : 性能評価に準ずる。詳細は下記表 5-4、表 5-5 のとおり。

使用機材については性能評価時と同等の機材を用いることとするが、Disk 本数については 16 本とした。性能評価の使用機材として想定するスペックは下記のとおり。

表 5-4 想定機材

仕様	詳細
CPU	Intel Xeon E5-2620×2
NIC	LOM 1Gbps×4、Intel X520 dual port 10Gbps NIC×1
OS	RHEL 7.2
App	RHEL-OSP7、Red Hat Ceph Storage 1.3

OpenStack on Ceph ストレージ設計のポイント

表 5-5 サーバ役割

#	役割	台数	MEM	Disk 領域
1	Controller Server - OpenStack Controller - Ceph Monitor	3	64G	2TB SATA 7.2Krpm ×2(OS、App)
2	Compute Server - OpenStack Compute	3	32G	300GB SAS 10Krpm ×2(OS、App)
3	OSD Server - Ceph OSD	15	32G	300GB SAS 10Krpm ×2 (OS、App) 600GB SAS 10Krpm ×13 (OSD Disk) 800GB SSD (Journal)
4	Director Server - OpenStack、CephDeploy	1	64G	2TB SATA 7.2Krpm ×2(OS、App)

上記の各サーバを構成すると、下記の図 5-4 のとおりとなる。ネットワークについては、VLAN を用いる。Director Server から Provisioning Network を経由して他サーバを管理するため、Controller Server、Compute Server、OSD Server には IPMI 機能が必要となる。

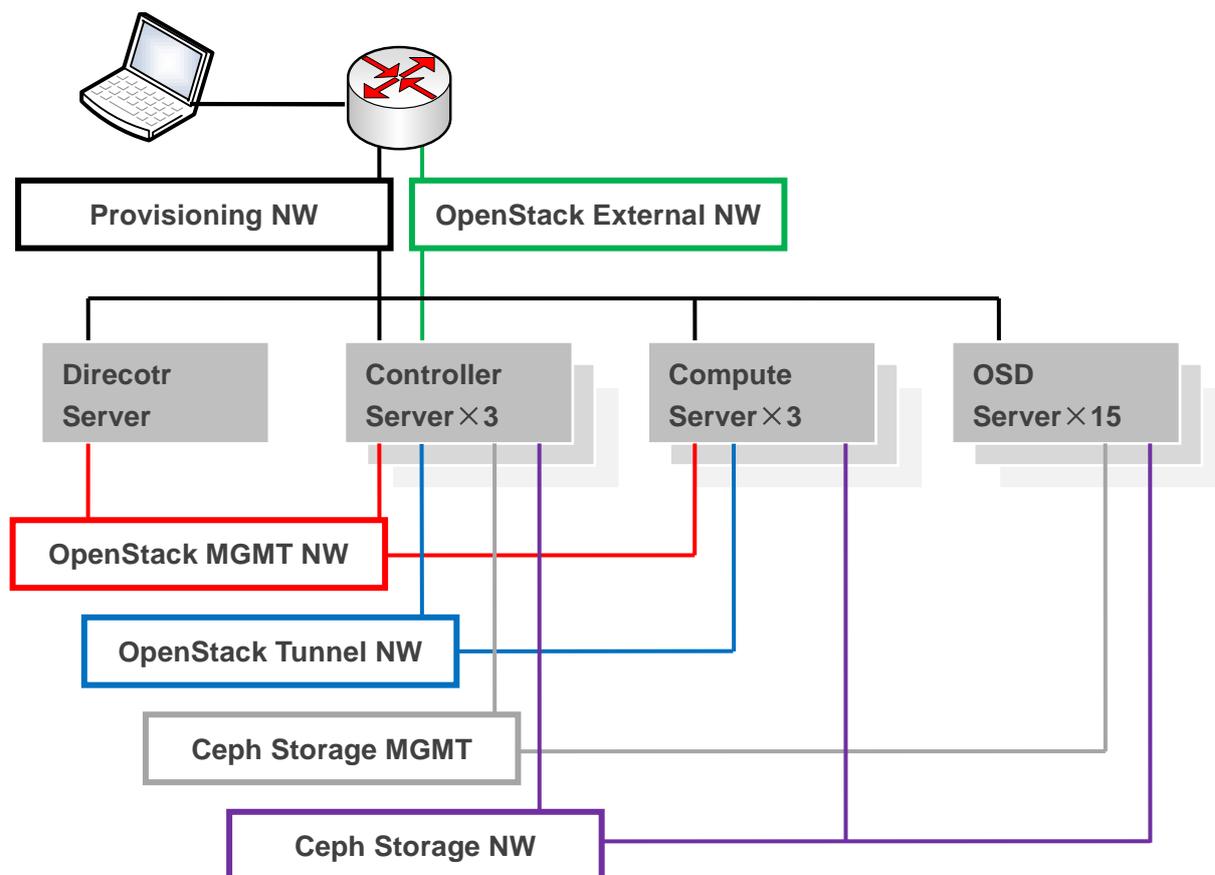


図 5-4 ネットワーク構成例

システム構成例について、各サーバにおけるポイントを述べる。

5.3.1 Director Server

RHEL-OSP Director における UnderCloud に相当し、OpenStack on Ceph 環境を構築する。Heat 機能、Ironic 機能を利用して OverCloud を構築、管理する。Compute Server などに比べて大きな負荷がかからないため、高いスペックは求められない。参考として、Director Server の最小要件を以下の表 5-6 に示す。

表 5-6 Director Server 最小要件^{*3}

仕様	要件
CPU	8 コア 64 ビット x86 プロセッサー
MEM	16GB
Disk 領域	40GB の空き
NIC	1 Gbps NIC×2

5.3.2 Controller Server

OpenStack(OverCloud)を管理するための、いわゆる管理系の OpenStack コンポーネントが動作している。さらに、Ceph クラスタ全体の監視のための Monitor Server も同時に動作している。Controller Server と Monitor Server は別サーバに分離しても問題ないが、OpenStack 管理系と Ceph Monitor それぞれに冗長化が必要なことから、サーバ台数の集約のために 3 台にそれぞれ同居している。

OverCloud のハードウェア要件には最小値が定められているが、要求される環境に応じて必要なリソースが大きくなる。Controller Server や Compute Server に求められる要件は、前述の OSCA ホワイトペーパー[3]を参照のこと。

5.3.3 Compute Server

OpenStack 上で VM を動作させるためのサーバとなる。Compute Server の CPU や Memory をリソースとして利用して VM が動作している。本環境では、VM を作成した際に使用するストレージのバックエンドとして Ceph を選択しているため、VM 作成時には OSD Server 上の Ceph が使用される。

VM が要求する CPU や Memory と VM 台数に応じて Compute Server のスペックと台数を決定する。Director から管理するため IPMI 機能が必要となる。

5.3.4 OSD Server

OpenStack 上で VM や VM イメージ、スナップショットなどに使用するストレージを提供する。本環境での OSD Disk の必要数は VM1 台あたり Random Write として 100 IOPS が必要と想定し、OSD Server の Disk の 1 台を Journal Disk、13 台を OSD Disk として使用する。OpenStack 環境の利用目的として、書き込みよりも読み込みを重視するなどの状況に応じて必要 IOPS を増減し、それに準じて台数を増減する。

IOPS 以外の観点としては、Memory と Disk 領域について、Disk 容量 1TB あたり最小で 1GB の Memory の使用が推奨されている。また、Journal Disk として SSD を使用することが推奨されている。

OSD Server の Disk レイアウトとしては、/dev/sda として Root Disk を持ち、/dev/sdb に Journal Disk、

^{*3}https://access.redhat.com/documentation/ja-JP/Red_Hat_Enterprise_Linux_OpenStack_Platform/7/html/Director_Installation_and_Usage/sect-Undercloud_Requirements.html

/dev/sdc 以降に OSD Disk を割り当てる。/dev/sdb となる Journal Disk は OSD Disk の台数分、パーティションを分割する。OSD Server の Disk レイアウトの模式図を以下の図 5-5 に示す。

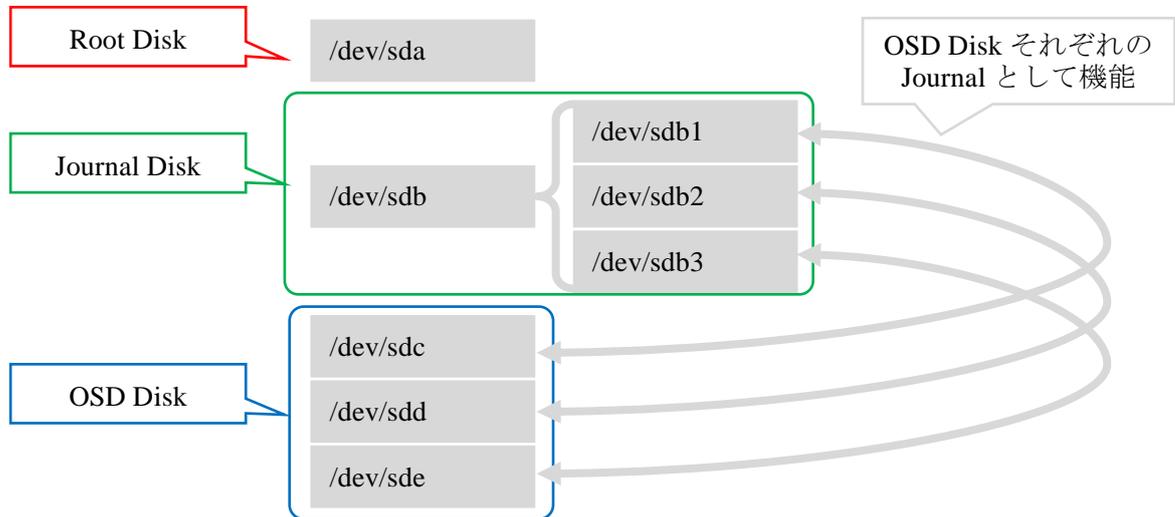


図 5-5 OSD Disk レイアウトの例

6. まとめ

本書では、RHEL-OSP 7 と Red Hat Ceph Storage を組み合わせた際のストレージ設計について検討した。また、それに基づいた典型的なシステム構成の一例を示した。

OpenStack on Ceph におけるストレージ設計のポイントとして、以下のことが分かった。

- (1) Ceph を用いることで、コモディティサーバを用いてスケーラビリティの高いストレージ環境を利用することができる。
- (2) 本性能評価の結果では Random Write の性能が高いとは言えず、十分な IOPS を求める場合には大量の OSD Disk が必要となる。ただしこれは、今回の検証の範囲(連続的な負荷をかけた場合)での話である。
- (3) 本性能評価の結果では Random Read 値としては非常に高い性能を示しているため、Ceph 環境導入の目的として Write 性能を重視しない場合には少ないサーバ台数で十分な IOPS を確保できる。ただし、今回の検証の範囲ではなんらかのメモリキャッシュが働いている可能性がある。
- (4) 本性能評価の結果では、Random Read 時の限界性能を確認できていないため Random Read 時の限界性能調査については今後の課題となっている。
- (5) 本性能評価では OSD Disk には HDD を用いているため、SSD 利用時の結果については言及できていない。SSD を用いることにより Write 性能が向上することが見込まれる。

Ceph を用いたストレージ設計においては、利用規模、Read/Write、要求速度など、複合した要件に応じた設計が必要となる。本書が Ceph を用いたストレージ設計の一助となれば幸いである。

7. 参考文献

- [1] OpenStack on Ceph 性能評価
URL= <http://www.osca-jp.com/solution.html>
- [2] RED HAT ENTERPRISE LINUX OPENSTACK PLATFORM 7 DIRECTOR のインストールと使用方法
URL=https://access.redhat.com/documentation/ja-JP/Red_Hat_Enterprise_Linux_OpenStack_Platform/7/html/Director_Installation_and_Usage/index.html
- [3] OpenStack 大規模環境構築におけるネットワーク設計のポイント
URL=<http://ja.community.dell.com/techcenter/m/mediagallery/3660>

本書は、情報提供のみを目的に執筆されており、誤字脱字、技術上の誤りには一切責任を負いません。
本書の内容は一般的な原則を記しており、すべての環境での動作を保証するものではありません。
本書の内容は執筆時現在のものであり、明示的、暗示的を問わず、いかなる内容も保証いたしません。

Linuxは、Linus Torvaldsの米国およびその他の国における登録商標または商標です。

OpenStack®の文字表記と OpenStack のロゴは、米国とその他の国における OpenStack Foundation の登録商標/サービスマークまたは商標/サービスマークのいずれかであり、OpenStack Foundation の許諾を得て使用しています。日立製作所は、OpenStack Foundation や OpenStack コミュニティの関連企業ではなく、また支援や出資を受けていません。Red Hat は、OpenStack Foundation と OpenStack コミュニティのいずれにも所属しておらず、公認や出資も受けていません。デルは OpenStack Foundation または OpenStack コミュニティとは提携しておらず、公認や出資も受けていません。

PowerEdge、DELLロゴは、米国Dell Inc.の商標または登録商標です。

Red HatおよびRed Hatをベースとしたすべての商標とロゴ、Cephは、米国Red Hat software,Inc.の登録商標です。

本文書に掲載された文章、画像、図面等は、特に記載がない限り、OSCA、日立ソリューションズ、レッドハット、デルが保有しています。特に記載がない限り、複製、改変したものを無断で再配布することはできません。

以上