

サーバ仮想化を成功に導く見積時のサイジング手法 最小限の情報でサイジングを実践する



開発統括本部 技術推進室
シニアITアーキテクト

谷 文秀

Fumihide Tani

fumihide-tani@exa-corp.co.jp

サーバベンダーや仮想ソフトベンダーからサーバ仮想化のためのサイジング手法やツールが各種紹介されているが、どれもワークロード情報の収集を前提としたものであり、ワークロード情報の収集が困難な見積時に使えるサイジング手法がない。本稿では、筆者の経験に基づき開発した、入手できる情報の信頼性が低い見積時に適用できる実践的なサイジング手法を紹介する。

1. はじめに

サーバ仮想化のビジネスで最も重要なのが見積りのサイジングである。見積りのサイジングはプロジェクトの成功を左右すると言っても過言ではない。しかし、現実問題として、サーバ仮想化サービスを提供する者として、見積りのサイジングで困っているベンダーは多いのではないだろうか。

仮想化ソフトのベンダーやサーバベンダーは、見積りのためにお客様サイトでアセスメント（事前調査・ワークロード情報収集・分析）を実施することを奨励しているが、見積りにおけるアセスメント実施はお客様にとって負担が大きく、実際のところ、実施を断られるケースが目立っている。したがって、お客様にサイジングに必要な情報の提供をお願いし、提供された限られた情報だけでサイジングを行わなければならない、当然のようにサイジング精度はかなり悪くなる。

受注後にアセスメントを実施し、サイジングをきちんとやり直すことになるが、見積りにアンダーサイジングで費用を低く見積もって提示してしまうと、金額が一人歩きし、あとで問題となることが多い。結果として、リソース増強のための追加費用が出ない、リソースの逼迫でパフォーマンスが出ない、運用面で大きな制約が発生するなど、数多くのリスクを仮想化サービスの提供ベンダーが背負うことになる。

見積りのサイジングには、こういったリスクが内在しており、リスクをいかに小さくするかが大きな課題である。情報不足でサイジングの精度が悪くなるのは仕方ないにせよ、アンダーサイジングな見積りで見積りに受注後に問題が起きることは防ぐべきである。

本稿では、このような問題の解決策として、アセスメントが実施できず、かつ入手できる情報の信頼性が低い見積りに適用できる実践的なサイジング手法を提案する。この手法はお客様から入手可能な最小限の情報だけでリスクの少ない安全なサイジングができるよう工夫したものである。

なお、本稿は仮想化ソフトとしてVMware[®]社のVMware vSphere[®] ESXi Server[®] 4（以下、ESXi4と呼ぶ。）を使う前提でサイジング手法を述べている。Hyper-V[®]やXen[®]など他の仮想化ソフト製品に適用する場合には、仮想CPUの割り当てに関するポリシーや仮想化ソフトが必要とするリソース量、仮想化オーバーヘッドの見込み方に違いがあるのでそのままでは使えないことに注意が必要である。

2. 見積り段階でのサイジングの現実と課題

2.1. 仮想化サービス提供側の現実と課題

見積りにサーバ仮想化のサイジングを行う際、以下のような現実と直面し困ることが多い。

1) アセスメントの実施が困難

見積りに稼働中のサーバから情報を収集すること、その収集と分析にかなりの時間を要することに抵抗感を持つお客様が多く、見積りにおいてはアセスメントの実施が困難である。詳細なワークロード情報の入手ができないため、ホストマシンのリソース量や仮想マシン配置の最適化やストレージやネットワークに必要な性能の算定ができない。

2) 正確な情報が入手できない

サイジングはお客様から提供されたシステム構成情報やCPU使用率などの限られた情報をもとに行うことになるが、どこまで情報が正確なのか判断できない。搭載CPUに関する情報、CPUの使用率などの情報収集はお客様にとって簡単なことではなく、サイジングに必要な情報を正確に入手することは想像される以上に難しい。

3) システムの運用要件が固まっていない

冗長化やバックアップを従来の方式で行うのか、VMwareが用意している仮想化環境固有のやりかたでやるのか見積りには決まっていないことが多い。また、VMwareのvMotion（仮想マシンのライブマイグレーション）機能を使う/使わないについても同様である。これらを考慮しないとサイジングは行えず、見積りに選択肢を入れるなどの工夫で回避するしかない。

4) 手計算によるサイジング

ベンダーが提供するアセスメントツールやキャパシティプランニングツールは、どれもワークロード情報の収集を必要としており、アセスメントが実施できない状況下ではこれらを使うことができない。

手計算でキャパシティプランニングとサイジングを行うことになるが、ワークロード情報がない見積りに使えるサイジング手法といったものはどこを探しても見つからない。ガイドラインとなるものがないため、手計算で行ったサイジング結果の妥当性やリスクを評価することができず頭を悩ますことが多い。

5) 見積りのサイジング精度が悪い

情報不足の中、いくつもの前提を置いて見積りのため

のサイジングを行わなければならない、当然のようにサイジング精度は悪くなる。度の過ぎたオーバーサイジングの見積もりは、受注機会を逃す結果になりかねないが、多少オーバーサイジングの見積もりにしておかないと経験上あとで困ることが多い。

受注後、オーバーサイジングの見積もりの場合にはホストマシンの台数を減らすなど様々な対策が打てる。しかし、アンダーサイジングの見積もり場合には、リソース追加のための費用が捻出できず、性能不足や運用面での制約が発生し、後々大きな問題となる可能性がある。

アセスメントが実施できず、要件も固まっていない。それでもサイジングを行い、見積もりをしなければならないのが現実である。受注後に問題が発生しないよう、リスクを吸収できるようにいかに見積もるかが最大の課題である。

サーバ仮想化のサービスを提供する側として、見積もりで困っている人は多いのではなかろうか。これだけの情報があれば、アセスメントに頼らず、概算でサイジングができるという見積もり用の手法があれば、サーバ仮想化ビジネスのスピードアップと成功に有用と考えられる。

2.2. お客様側の現実と課題

サーバの仮想化を検討しているお客様がまず知りたいのは、「どのくらいの費用がかかるのか」「どのくらいの効果があるのか」である。この情報を入手するため、お客様は仮想化サービスを提供する複数の会社に見積もりと提案を依頼する。

本来、仮想化の見積もりにはアセスメントの実施が不可欠で、これをやらないことには適切なサイジングはできない。仮想化サービスを提供する会社の多くが、VMware Capacity Plannerに代表される独自のツールを使ったアセスメントサービスを提供しているが、アセスメントの結果が出るには、最短でも1か月、通常は2か月程度かかる。

サービスを提供する側としては、正確な見積もりと提案のためにぜひアセスメントをやらせてほしいとお客様にお願いすることになるが、これを受け入れてくれるお客様は極めて少ない。アセスメントの実施はお客様にとって負担が大きく、そこまでやらなくてもとりあえず概算でいいから見積もりと提案が欲しいというのが、見積もり段階でのお客様の本音ではないだろうか。

結果として、各社ともにお客様から提供された限られた

情報でサイジングを行い、仮想化によるサーバ統合のイメージと概算費用を出すことになるが、アセスメントによるワークロード情報がなく、既存のサイジングツールや手法を使うことができない中で、算定した概算費用の妥当性ははなはだ疑問である。

仮想化に対し、同程度のサービス内容、同程度の実績を持つ会社が商談で残った場合、お客様は、最終的に費用感が安い会社を選んでしまう可能性が高い。この安い費用感が考慮不足・配慮不足によるアンダーサイジングの結果であったとしたら、受注後のアセスメントでリソース不足や性能不足が表面化し、サービスを提供する会社もお客様も費用の見直しなどで大変苦勞することになる。

3. 既存のサイジング手法と課題

3.1. 見積りに得られる情報と現実

見積りにお客様から得られる情報がどのようなものであるか以下に述べる。

3.1.1. サーバ情報

アセスメントを実施できないことから、サーバ情報の提供をお客様に依頼することになる。

見積もり用にあらかじめ資料を用意されているお客様もいるが、サイジングに必要な情報が記載されていないことがよくある。見積もり依頼を受けた際に情報が不足している場合、お客様に以下のような内容で一覧表を作ってもらい、これをサイジングの基礎資料とするが、お客様はこれらの情報を埋めるのに大変苦勞されることが多い。

- ① サーバID
- ② サーバ名称
- ③ サーバベンダーとモデル
- ④ サーバ用途
- ⑤ OS名称とバージョン
- ⑥ CPUベンダーとモデル番号
- ⑦ 1CPUの物理コア数
- ⑧ CPUコアクロック数
- ⑨ CPU搭載数
- ⑩ メモリ搭載量
- ⑪ 内蔵ディスク容量

- ⑫ 外部ディスク容量
- ⑬ 外部ディスク接続様式
- ⑭ 冗長構成の要否
- ⑮ サービス提供時間
- ⑯ 許容されるダウンタイム
- ⑰ テープバックアップの要否
- ⑱ サーバ監視の要否

稼働中のサーバのCPU搭載数やコア数を調べるのは実は簡単でない。具体的な調査方法を添えておられないと、ハイパースレッディングを有効にしているサーバで論理コア数を物理コア数のように数えてしまうなど、一覧表に間違った数字が並ぶことになる。これが誤ったサイジングの原因となることは明らかである。

3.1.2. ワークロード情報

仮想化ソフトのベンダーやサーバベンダーはアセスメント実施（ワークロード情報収集）のために、以下のようなツールを用意している。

- ・ VMware Capacity Planner (VMware)
- ・ CDAT (IBM[®])
- ・ Capacity Advisor (HP[®])
- ・ PlateSpin Recon[®] (Novell[®])

しかし、見積時にアセスメントが実施できないという現実があり、上記のようなツールを使った詳細なワークロード情報（CPU使用率、メモリ使用率、ディスク使用率、ネットワーク転送率、ディスク転送率）は入手困難である。そうは言ってもCPU使用率がわからないとサイジング自体ができなくなるので、この情報だけは見積時にお客様に調査をお願いすることになる。

しかし、お客様にCPU使用率の調査をお願いしても、期待した数字は出てこないのが現実である。また、精度の悪いCPU使用率は、過度のオーバーサイジングやアンダーサイジングを引き起こすため、CPU使用率はできるだけ正確な値が求められる。

サイジングに必要なCPU使用率はピーク時間帯における一定時間の平均CPU使用率である。業務系のオンラインシステムならユーザの多い午前中や夕方にピーク時間帯があり、バッチ系のサーバであれば夜間バッチが動く深夜から未明にかけてピーク時間帯がある。

個々のサーバについて「一番処理がピークになる時間帯に10分間のCPU平均使用率を調べてください」、「sarコマンドを使ったCPU平均使用率の調べ方はこうです」のように、お客様に具体的にお願いしないと期待した数字は集まらない。

3.1.3. システム要件

仮想化環境でのシステム要件は、見積もり段階では決まっていないことがほとんどである。仮想環境における従来の運用方法との違いをお客様へ十分に説明し、お客様の考え方をできるだけ引き出す必要がある。しかし、見積もり段階で、未経験の仮想化環境における運用要件を決めきれないお客様が多い。

冗長化と一口に言っても、VMware HA、VMware FT、従来のクラスタソフト (MSFC, LifeKeeper[®]など) を使う方法があり、どれを使うかによって必要なリソースも異なってくる。バックアップもテープにとるなら、仮想化のホストマシンとは別にバックアップ専用のサーバとテープ装置が必要になる。バックアップをディスクにとるならその容量をサイジングに織り込まなければならない。

仮想マシンをグループ分けしてホストマシンに載せたいとお客様が考えている可能性もある。たとえば、サービスレベルの異なる基幹系のサーバと情報系のサーバをグループ分けしたいといった場合である。グループ分けはホストマシンの台数に影響する。

現在のシステムがなんらかの問題を抱えていてこの機会に運用要件を見直したいという場合もあるだろう。またvMotionのように仮想環境独自の便利な機能もあり、これを使う/使わないといった判断も見積りに影響する。

見積もりの際はお客様にヒアリングを実施し、可能な限りこれらの情報を多く集め、サイジングに生かすしか取り得る策がないのが現実である。

3.2. 既存のサイジング手法と課題

3.2.1. CPUのサイジング

CPUのサイジングでは、ホストマシンに搭載するCPUのスペックと必要なホストマシンの台数を算定する。

1) CPUのスペック

CPUのスペックを決めるキャパシティプランニングには

CPUのクロック数を使う方法と、RPE2やSPEC[®] CPU2006などのベンチマーク値を使う方法がある。仮想化対象の物理サーバのCPUがすべてx86[®]系(Intel[®] Xeon[®]やAMD[®] Opteron[®])で、仮想マシンを動かすホストマシンのCPUも同じx86系であれば前者を、アーキテクチャの異なるCPUが混在している場合は後者を使う。一般に公開されているサイジング手法は前者のクロック数を使うことが多い。

仮想化のホストマシンに使用するCPUのスペックについては、できるだけコア数の多いCPUを選ぶということが常識となっているが、ホストマシンのCPUのクロック数をどう決めればよいのかについては、ガイドラインとなる資料がほとんど存在しない。できるだけ高クロックのCPUにしておけばあとで困らないだろうというサイジングのやりかたが多いのが実態である。

2) ホストマシンの台数

必要なホストマシンの台数を計算するキャパシティプランニングには以下に示す2つの手法がある。どちらを使うかによってサイジング結果がかなり異なる。見積りの際にどちらの積算法を使うかでお客様への提示金額もかなり変わってくるため、積算法の選択は非常に悩ましい現実である。

a) クロック積算法

仮想化対象物理サーバのピーク時平均CPU使用率から、そのサーバが必要とするクロック数(仮想化した際に仮想マシンが必要とするクロック数)を求め、全物理サーバで必要となるクロック数を積算する。これをホストマシンで利用可能な総クロック数(ホストマシンのコアクロック数×物理コア数×しきい値)で割って、ホストマシンの必要台数を求める。(図1)

しきい値とは仮想マシンが利用する物理リソース(物理コアやメモリなど)に制限をかけるためのもので、仮想化のサイジングで多用される係数である。

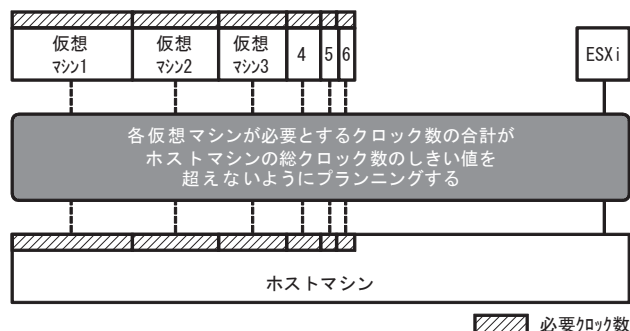


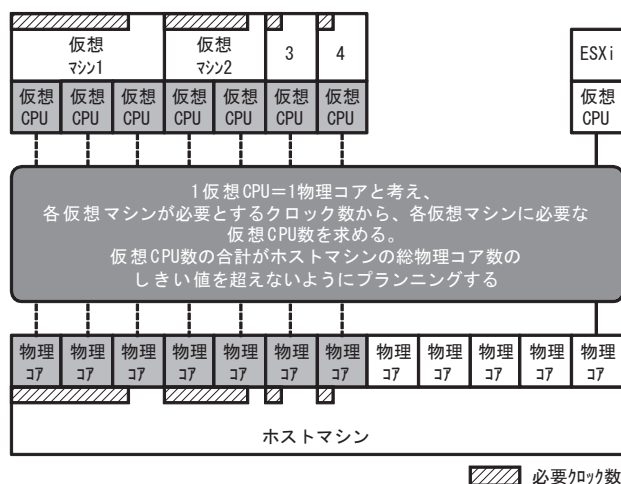
図1 クロック数積算法

クロック数積算法は、仮想マシンに仮想CPUを割り当てた際に、ホストマシンの物理コア数が足りないと、仮想CPU数>物理コア数となり、仮想マシン間で物理コアの取り合いが発生する。ホストマシンのクロック数を無駄なく使い切るという点では優れているが、仮想CPU数が物理コア数よりも多く割り当てられた状態(オーバークミット)になると、物理コアが空くまで仮想マシンの実行は待たされることになり、仮想マシンの組み合わせによってはパフォーマンス面で問題が生じることがある。仮想マシンの組み合わせを見直すことで回避できればよいが、できない場合にはホストマシンを追加しなければならない。一般に公開されているサイジング手法はこの手法が大半であるが、しきい値などで余裕を持たせないとアンダーサイジングになりやすい傾向がある。

b) コア数積算法

仮想化対象物理サーバのピーク時平均CPU使用率からそのサーバが必要とするホストマシンの物理コア数を求め、全物理サーバで必要となる物理コア数を積算する。これをホストマシンで利用可能な総物理コア数(ホストマシンの物理コア数×しきい値)で割ってホストマシンの必要台数を求める。(以下、便宜的にコア数積算法と呼ぶ。)

コア数積算法は仮想CPU数=物理コア数となるように仮想マシンに仮想CPUを割り当てる計算法である。(図2)



仮想マシンは物理コアが空くの待つ必要がなく、リソース競合によるパフォーマンスの低下を考慮する必要がない。ホストマシンに対する仮想マシンの配置を計画的に行えるメリットがある。しかし、物理コアのクロックを30%し

か使わないのに1つの物理コアを割り当てるといった、余剰クロックを多く内在させてしまう計算法である。したがって、この手法はオーバーサイジングになりやすい傾向がある。

3) 仮想化オーバーヘッドとしきい値

CPUのサイジング結果を左右するパラメータとして、仮想化オーバーヘッドとしきい値も注意しなければならない。これらの値しきいでサイジング結果のホストマシン台数は変わる。

仮想化オーバーヘッドは、CPU特権命令の変換、メモリアドレスの変換、仮想デバイスドライバの処理、複数仮想マシンの切り替えなど、仮想化により増えた処理の実行に必要なクロック数を上乘せする係数である。

仮想化オーバーヘッドは近年CPUの仮想化支援機能のサポートやハイパーバイザーの改良により大幅に減少してきており、VMware社の資料³によると最大15%となっている。VMware Infrastructure 3の時代は仮想化オーバーヘッドに40%という数値も使われていたが今はより小さな値で十分である。仮想化オーバーヘッドはアプリケーションの特性に依存しているので、アプリケーションによっては大きな仮想化オーバーヘッドが発生することもあるという点で注意が必要である。

しきい値はサイジング方法を公開している各社ともばらばらで50%から80%と開きが大きい、仮想環境のリソース管理によく使われる60%ルールが無難と言える。80%のような値を使ってしまうと、HAでのフェイルオーバー先やvMotion先を確保できないといった問題が生じる。

このようにCPUのサイジングは非常に難しく、どちらの積算法を採用するか、仮想化オーバーヘッドやしきい値などのパラメータをどのように設定するかで、サイジング後のホストマシンの台数はかなり変わってくる。また、冗長化などのシステム要件や仮想マシンのグルーピングといった構成要件によってもホストマシンの台数は変わる。

ホストマシンの台数は、見積もりに一番影響を与える要素であり、結果としてアンダーサイジングにならないよう十分注意する必要がある。

3.2.2. メモリのサイジング

筆者の知る限りでは、メモリのサイジングに有用な手法はない。公開されている資料を見ても単純なサイジングの

例しか記載がなく、メモリ使用量の異なる仮想マシンが相乗りするホストマシンが複数台ある場合に、ホストマシンに搭載するメモリ量をサイジングする具体例を示したものは見当たらない。

はっきりしていることは、どのホストマシンにも同じ量のメモリを搭載すること、ハイパーバイザーが使用するメモリ量を考慮に入れること、CPUのサイジング同様に仮想マシンに割り当てるメモリリソースのしきい値を決めることの3つである。

本来はピーク時の平均メモリ使用率をもとに積算し、サイジングすべきであるが、見積時にこの情報を入手するのは難しい。4GBのメモリを搭載していても、実際には2GBで十分足りているサーバがあるかもしれないし、逆に4GBでは足りず、仮想記憶へのスワップが発生しているサーバが存在している可能性もある。

3.2.3. ストレージのサイジング

仮想環境では仮想マシンのイメージもデータもすべて外部ストレージ上に置くことになる。(図3)

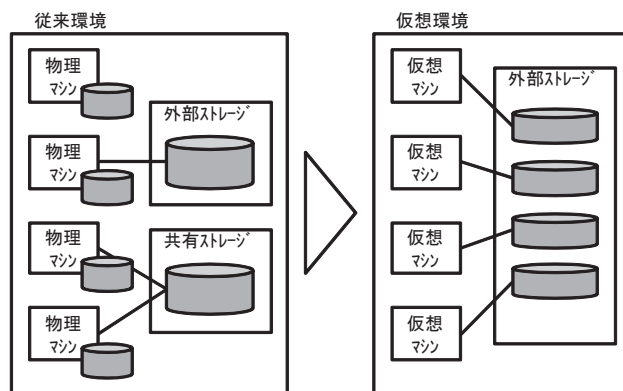


図3 ストレージ構成の違い

外部ストレージに確保すべき容量は、現行物理マシンのローカルディスクの容量と接続されている外部ディスクの容量を積算し、ハイパーバイザーが使用する容量をそれに追加して見積もればよい。

仮想環境によらず一般的なストレージのサイジングでは、論理ドライブの容量と実使用量、経年増加率などを評価して、新しい論理ドライブ容量を決める。実使用量は比較的簡単に調べられるためこの情報を提供してくれるお客様が多いが、ドライブ容量に対して実使用量が少なくても、デー

タの経年増加を考慮して余裕を持たせていたり、テンポラリーファイルの生成で空き領域を一時的に使っていたりすることがある。このため、使用量だけで積算するのは危険である。見積時には、このような現行の運用方法にまで踏み込んだ情報をとることが難しいため、現行のドライブ容量で積算するのが無難である。

サイジングを行う上で考慮すべきもう1つの課題は、運用要件と性能要件がはっきりしないことである。

仮想マシンのバックアップやデータのバックアップをストレージ上に置こうとするとその容量を見積りに含めなければならない。確定しないまでも、見積り前のヒアリングでバックアップの方式や方針ぐらひは確認しておかないと、ストレージ容量のサイジング結果が大きく変わってしまう。

また、仮想環境ではストレージが性能面でのボトルネックになりやすいため、接続インターフェースやストレージ装置の性能をどうサイジングするかが極めて重要になる。1GbpsのIP-SAN接続の共有ストレージでは多数の仮想マシンからI/Oが集中した際に帯域が不足する可能性があり、あとで大きな問題になる危険性がある。見積時には余裕を持たせて、8GbpsのFC-SAN接続または10GbpsのIP-SAN接続で共有ストレージをサイジングし、受注後のワークロード情報の分析でオーバースペックとわかればスペックダウンするような配慮が必要である。

3.2.4. NICのサイジング

VMware社の資料⁴には以下のLAN (VLAN/セグメント)が必要でそれぞれ冗長接続にするよう記載されている。

(図4)

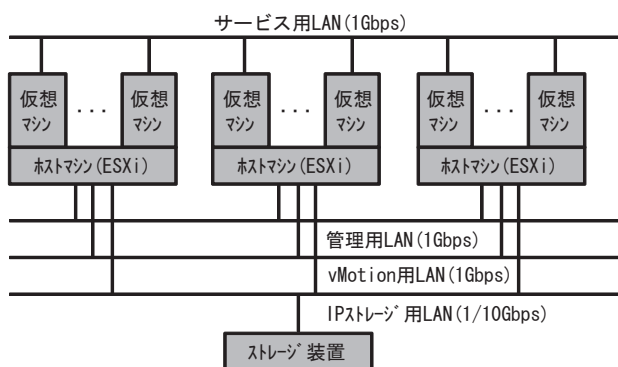


図4 仮想環境のネットワーク構成

NICのサイジングで難しいのは仮想サーバのサービス用LANの帯域で、見積時にはワークロード情報がないため、どの仮想マシンがどれだけの帯域を使うかわからない。WebサーバやDBサーバなどネットワーク帯域を大量に使う仮想マシンが重なると、1GbE (Gigabit Ethernet[®])のシングルポートでは帯域が不足する可能性がある。

IPストレージ用LANで共有ストレージに接続する場合も、帯域不足が懸念されるような場合は10GbpsのiSCSIアダプタを用意しなければならない。

また、運用要件として受注後にサービス用LANを2つのセグメントに分け、それぞれに物理ポートを割り当てる必要が出てくる可能性もある。

いずれにせよNIC数には余裕を持たせたサイジングが必要であり、ホストマシンにLANインターフェースを増設する余地を残さないとあとで困ることになる。

4. 提案するサイジング手法

見積りなど、ワークロード情報や運用要件などサイジングに必要な情報が十分にそろっていない状況下でサイジングを行う手法を以下に紹介する。この手法で行うサイジングの結果は必ずオーバーサイジングになる。受注後にあらためてワークロード情報の調査・分析や運用要件の定義を行い、ジャストサイジングに近づけるための見直しや最適化を行うことを前提としている。

また、ここに示す手法は、x86アーキテクチャの物理サーバを同じx86アーキテクチャのホストマシンにVMware vSphere ESXi 4 (以降、ESXi4と呼ぶ)を使って仮想化・統合する前提としている。異なるアーキテクチャのCPUが混在するときは、クロック数ではなくRPE2などのベンチマーク値に置き換えて計算を行ってほしい。

4.1. お客様から入手すべき情報

見積りのサイジングに最低限必要な情報、お客様に調査をお願いしなければならない情報は表1の通りである。あらかじめテンプレートとなるシートを作ってお客様に埋めてもらうのが望ましい。

①は、Windowsサーバの場合はコンピュータ名を、Linux[®]サーバの場合はホスト名を調べる。

表1 お客様から入手すべき情報

	調査内容	例
①	サーバID	db0081
②	サーバ名称	発注管理DBサーバ
③	サーバベンダーとモデル	IBM x3650
④	OS名称とバージョン	Windows® Server 2003 R2
⑤	CPUベンダーとモデル番号	Intel Xeon 5150
⑥	1CPUの物理コア数	2
⑦	コアクロック数	2.66GHz
⑧	CPU搭載数	2
⑨	ピーク時平均CPU使用率	55%
⑩	メモリ搭載量	16GB
⑪	内蔵ディスク容量(実使用量)	136GB (46GB)
⑫	外部ディスク容量(実使用量)	273GB (122GB)
⑬	外部ディスク接続I/F	4Gbit FC
⑭	冗長構成の要否	要
⑮	サービス提供時間	24H
⑯	許容されるダウンタイム	6H
⑰	テープバックアップの要否	要
⑱	サーバ監視の要否	要

③はサーバの実機を見るか保守契約書などで確認する。

④は、Windowsサーバの場合は「システムのプロパティ」に表示される情報、Linuxの場合は「cat /etc/xxxx-release」を実行して確認する。(xxxxはredhat®などLinuxディストリビューターの名称)

⑤⑦は、Windowsサーバの場合は「システムプロパティ」に表示される情報から、Linuxサーバの場合は/proc/cpuinfo中のmodel nameから調べる。

⑥は、⑤のCPUベンダーとモデル番号でインターネットを検索すれば調べるができる。

⑧は、Windowsサーバの場合は「デバイスマネージャ」のプロセッサの数を⑥1CPUの物理コア数で除算することで、Linuxサーバの場合は/proc/cpuinfo中のphysical idの”idの数”で判断する。

⑨はお客様がピークと考えている時間帯に10分間の全CPUコアの平均使用率を調べてもらう。

⑩と⑫は、実使用量もあったほうがよいが、実使用量だけでサイジングすると、実はテンポラリー用やワーク用にこれだけ必要だったというのがあとからわかる場合もあるので、実使用量を調べることは見積時に必須ではない。

⑬は仮想環境の外部ストレージに使用するインタフェースを決める材料となる。

⑭⑮⑯はどのような方法で冗長化すべきか判断する材料

となる。

⑰⑱は、運用監視サーバを立てる必要があるかどうかを判断する。

それ以外の情報として、仮想化ができないサーバを判断する材料として以下の情報もあったほうが望ましい。

- ・ ミドルウェアの名称とバージョン
- ・ テープ装置、FAX装置、モデムなどとの接続の有無

見積時にお客様にお願いする情報の内容は以上のようなものであるが、これでもお客様としては、調べ直さないとわからないことが多く、資料作成に苦労されるお客様が多いのが事実である。できるだけ意図した数字を記入してもらえるよう、記載例や調べ方の注釈を付けたシートを用意し、埋めてもらうのが良策である。

4.2. CPUのサイジング

4.2.1. CPUのスペック

1) ホストマシンの選択

最初に、CPUを搭載するホストマシンを選定する。最近のサーバであれば仮想化ホストとして十分なスペックを有しているが、選定にあたっては、以下の諸元を満足していることを確認する。

- ① CPUを2基搭載できること。(コア数が多いほど多くの仮想マシンを動かせる)
- ② 48GB以上のメモリモジュールを搭載できること。
(6コアのCPUを2基搭載したホスト上で、1コアあたり4GBのメモリを必要とする仮想マシンが最大11台動くことを想定すると、ハイパーバイザーが必要とするメモリ2GBを合わせて合計46GBのメモリが必要となる)
- ③ 拡張LANアダプタカードやストレージ接続用のホストバスアダプタを追加できる十分なスロット数を持つこと。
- ④ 電源が冗長化されていること。

ラックマウントサーバを選ぶか、ブレードサーバを選ぶかはお客様への提案内容しだいであるが、一般的にブレードサーバのほうがスペース効率や消費電力の点でメリット

が大きく、LANアダプタなどのインタフェースの拡張性はラックマウントサーバのほうが高い。

ホストマシン（ESXi4サーバ）に使うCPUはコア数の多いものを選ぶ。現時点では6コア以上が一般に推奨されている。コア数が多ければ少ないホストマシン台数で多くの仮想マシンを動かすことが可能である。

2) CPUのクロック数

ホストマシンに搭載するCPUのクロック数は、次の算式により必要クロック数を求め、構成可能なCPUの中から必要クロック数を満足するものを選定する。たとえば、計算結果が2.1GHzであった場合には、相応のスペックを持つIntel Xeon 2.26GHzなどのCPUを選ぶことになる。

$$\begin{aligned} & \text{ホストマシンの必要クロック数} \geq \\ & \quad 1 \text{ コア当たりの必要クロック数の最大値} \\ & \quad \times \text{仮想化オーバーヘッド } 1.2 \\ & \quad \times \text{安全係数 } 1.2 \end{aligned}$$

- 仮想化対象サーバの1コア当たりの必要クロック数を調べ、最も必要クロック数の高いものを選ぶ。
(1コア当たりの必要クロック数は、そのサーバのコアクロック数にピーク時の平均CPU使用率を掛け合わせたものである。)
- 上記で調べた最大クロック数に仮想化オーバーヘッドと安全係数を掛け合わせたものを基準にホストマシンのクロック数を決定する。
- 仮想化オーバーヘッドはアプリケーションの特性に左右されるが、通常は1.2で十分である。仮想化オーバーヘッドは、CPUの仮想化支援機能のサポートやハイパーバイザーの改良により以前よりもかなり小さくなっており、キャパシティプランニングの際に無視してもよいとまで言われている。ただし、サイジング結果に余裕を持たせる意図もあり、係数として1.2を採用している。
- 安全係数は、お客様が調査したピーク時の平均CPU使用率が実際のピークよりも下回っていたときにそれを補正するためのもので、2割増しで1.2とした。

なお、見積時はこのようにして必要なクロック数を決めるが、受注後にワークロード情報を取得し、分析し直した結果、ホストマシンのCPUクロック数が足りないと判断さ

れる場合には、その時点でより高いクロックのものに変更する前提である。

4.2.2. ホストマシンの台数

ホストマシン台数のサイジングは前述のコア数積算法で行う。使用する計算式とパラメータを以下に示す。

$$\begin{aligned} & \text{ホストマシン台数} = \\ & \quad \Sigma (\\ & \quad \quad (\\ & \quad \quad \quad \text{CPU搭載数} \\ & \quad \quad \quad \times 1 \text{ CPUの物理コア数} \\ & \quad \quad \quad \times \text{コアクロック数} \\ & \quad \quad \quad \times \text{ピーク時の平均CPU使用率} \\ & \quad \quad \quad \times \text{仮想化オーバーヘッド} \\ & \quad \quad) \\ & \quad \quad \div \text{ホストマシン1物理コアのクロック数} \\ & \quad) \\ & \quad \div (1 \text{ ホストマシンの物理コア数} \times \text{しきい値}) \\ & \quad + \text{予備 } 1 \text{ 台} \end{aligned}$$

- 1仮想化対象サーバが必要とするクロック数をホストマシン1物理コアのクロック数（前節で決定したクロック数）で除算し、その仮想サーバが必要とするホストマシンの物理コア数を求める。計算結果の小数点以下は切り上げること。（例、0.3は1に、2.7は3とする）
- 全仮想化対象マシンが必要とするホストマシンの物理コア数総計を1ホストマシンの物理コア数で除算してホストマシンの台数を算出する。vCenter Server[®]を仮想マシン上で動かす場合は、物理コア数の総計にvCenter Serverが使用する物理コア数(4以上)を追加して計算すること。
- しきい値は、仮想マシンが使用するコア数を制限するためのものであり、仮想化環境のリソース管理で一般的となっている60%ルールを適用する。（使用するコア数が整数になるよう計算結果を切り上げること）ハイパーバイザーであるESXi4はその動作に1物理コアを必要とするが、これはしきい値で確保した物理コアリソースに含めて考えるものとする。
- 最後の「+予備1台」は、ホストマシンの故障時に仮

想マシンの再起動先で困らないようにするため、また、仮想マシンをグルーピングしたいなどの要件があとから出てきたときに構成で困らないようにするための備えである。

4.2.3. ハイパースレッディングの扱い

本稿で提案するサイジング手法はコア数積算法を採用しており、各仮想マシンをホストマシンの物理コアに対応付けをしている。したがって、ホストマシンのハイパースレッディング（論理コアのサポート）が無効になっていることがサイジングの前提である。

ハイパースレッディングはIntel社が開発したXeon CPUの1つの物理コアを2つの論理コアに見せかける技術である。ESXi4はハイパースレッディングをサポートしており、ハイパースレッディングを有効にすることで、OS上から見たCPU数（コア数）は見掛け上2倍になり、CPUの空き時間を無駄なく使うことによって、最大30%程度の処理性能向上が可能である。しかし、ホストマシンで利用できるクロック数が2倍になるわけではなく、論理分割された2つの論理コアで利用できるクロック数の合計が物理コアのそれを超えることはない。

ハイパースレッディングの概念をサイジング手法に取り込もうとすると、各仮想マシンをホストマシンの論理コアに対応付けることになり、サイジングの計算が難しくなりすぎる。その理由から、本稿で提案するサイジング手法では対応を見送っているが、ハイパースレッディングの有用性は各種のベンチマークテストにおいて実証されており、利用する/しないは受注後に十分検討する価値があると考えられる。

4.3. メモリのサイジング

お客様からいただいた各サーバのメモリ搭載量を積算して見積もる。ホストマシンに搭載するメモリ量の計算式は以下の通りである。

$$\begin{aligned} \text{ホストマシンに搭載するメモリ量} = & \\ & \Sigma(\text{現行サーバのメモリ搭載量}) \\ & \div \text{ホストマシン台数} \\ & \div \text{しきい値}(0.6) \\ & + \text{ESXi4が使用するメモリ量} \end{aligned}$$

- しきい値は仮想化のサイジングで一般的な60%ルールを適用し、仮想マシンが使用するメモリ量を搭載量の60%に収まるようにする。
- ESXi4が使用するメモリ量はVMware社の資料によるとvmkernel用に100MB、その他に物理メモリ量の6%となっており、これを各ホストマシンに加算する。ESXi4の仮想マシン間のメモリシェアリング機能を有効にすれば仮想マシンへの割当量を10%ほど削減できるが、これは受注後にメモリ使用のワークロードを調査・分析し、再度サイジングを行う中で考慮するものとする。
- vCenter Serverを仮想マシン上で動かす場合は、現行サーバのメモリ搭載量の総計にvCenter Serverが使用する8GBを追加して計算する。

4.4. ストレージのサイジング

見積りにおけるストレージのサイジングは以下のように行う。

4.4.1. 見積り前提

仮想マシンはVMware HAやvMotionに対応するSANブートとし、仮想マシンのイメージファイルは外部ストレージ上のデータストアに置く。ホストマシンに搭載する内蔵ディスクはESXi4のブートに必要な容量があればよい。USBメモリキーなどからESXi4をブートできる場合、内蔵ディスクは不要である。

4.4.2. ストレージ装置の選択と構成の基準

外部ストレージは従来型の装置ではなく、仮想環境に適した機能を搭載したものを選択する。（ストレージ仮想化の機能があれば現行のストレージ装置を組み合わせることもできる。）

外部ストレージは、多数の仮想マシンからアクセスされるため、多数のHDDをRAID10で冗長化&スパニングし、IOPS (Input Output Per Second)性能を高めておくことが必要である。また、仮想化の対象サーバ台数が多く、かつ外部ストレージを使っているサーバが多い場合には、構成の自由度と性能面でのボトルネックを回避できるよう、本体2台以上の構成で外部ストレージを見積もる。

4.4.3. ホストマシンとの接続様式

ホストマシンと外部ストレージ間は8GbpsのFC-SANまたは10GbpsのIP-SAN (iSCSI)で接続し、2枚のホストバスアダプタと2組のSANスイッチを使って冗長パスを構成する。

iSCSIを使う場合は、プロトコル変換をソフトウェアで行うソフトウェア・イニシエーターでなく、iSCSIホストバスアダプタのようなハードウェア・イニシエーターで構成することを推奨する。オーバースペックの可能性はあるが、これは受注後の判断で、あとから1GbpsのIP-SANやNASなどにスペックダウンすればよい。

4.4.4. 必要なディスク容量

外部ストレージに必要なディスク容量は以下のように計算する。

$$\begin{aligned} \text{外部ストレージの容量} = & \\ & \Sigma (\text{現行サーバの内蔵ディスク容量} \\ & + \text{現行サーバの外部ディスク容量}) \\ & + \Sigma (\text{現行サーバのメモリ搭載量}) \end{aligned}$$

- ・ 現行サーバのメモリ搭載量は仮想マシンのvSwap領域として必須である。
- ・ vCenter Serverを仮想マシン上で動かす場合は、外部ストレージの容量にvCenter Serverが使用する30GB以上の容量を追加して計算すること。

4.4.5. システムやデータのバックアップ

バックアップについては様々な方式があり、要件を整理し、方式を決めないことには必要なストレージ容量やバックアップサーバ、テープ装置等の追加費用が算定できない。

要件が固まっていない場合は、バックアップイメージをディスク上に保管する場合の追加費用 (概算)、バックアップイメージをテープに保管する場合の追加費用 (概算) など見積もりに選択肢を用意し、お客様に選択してもらおうのが望ましい。

見積時にこれらをまったく外してしまうと、受注後にトラブルになりやすいので注意が必要である。

4.5. NICのサイジング

ホストマシンに必要なネットワークアダプタのポート数は以下のように見積もる。受注後に要件がはっきりした段階で不要なものがあれば削ればよい。

- ① 仮想サーバのサービス用LANポート × 2
- ② 管理用LANポート × 1
- ③ IPストレージ用LANポート × 1
- ④ vMotion用LANポート × 1

VMware社の資料⁴では、すべて冗長接続が推奨されているので、ホストマシンに標準搭載されているポートを含めて、10個の物理LANポートが必要である。原則どのポートも1GbEポートとし、ストレージにIP-SANを使う場合には10MbpsシングルポートのiSCSIホストアダプタを2枚追加する。仮想サーバのサービス用LANポートを×2としているのは、業務系とそれ以外のトラフィックを分けたい要件や帯域不足をあとから調整するためである。

4.6. vCenter Serverのサイジング

vCenter Server用にVMware HA構成の仮想マシン2台を用意する。データベース(SQL Server 2005 Express)を同一仮想マシン上で動かす場合、1台当たりに必要なリソースは表2の通りである。管理対象となる仮想マシン数によって必要なリソース量が変わってくるので、表中の数字はあくまで目安である。システム要件の詳細はVMware社の資料⁴を参照してもらいたい。

表2 vCenter Serverに必要なリソース

CPU	仮想CPU x4
メモリ	8GB
ディスク	30GB

5. 有用性の検証と評価

5.1. 検証方法

本稿の見積りのサイジング手法 (以下、本稿手法と呼ぶ) の有用性を評価するため、CPUのサイジング対比用にもう1つの検証用手法を用意した。この検証用手法は、ネット

等を通じて一般によく知られているクロック積算法と、仮想化オーバーヘッドを加味しないサイジング手法を合わせたものである。

検証は、本章末の表3に示すモデルケースを使って、2つのCPUサイジング手法で実際にサイジングを行い、その結果を比較する。サイジング結果を比較しやすくするため、仮想化のホストマシンは6コアXeon L5640 2.26GHzを2基搭載したサーバに統一、仮想化対象のサーバからvCenter Serverを外している。本稿手法と検証用手法の違いは表4の通りである。

表3 モデルケース

No.	サーバ	CPU数	物理コア数	コア数GHz	平均CPU使用率%	メモリ搭載量GB	内蔵DISK容量GB	外部DISK容量GB	備考
1	dns01	1	2	2.00	23	4	72		
2	dns02	1	2	2.00	25	4	72		
3	web01	2	4	2.66	20	8	146		
4	web02	2	4	2.66	19	8	146		
5	mail01	1	2	2.00	11	4	72		クラスタ構成
6	dns11	1	2	2.00	28	4	72		
7	dns12	1	2	2.00	8	4	72		
8	proxy11	1	2	2.33	38	8	72		
9	proxy12	1	2	2.33	21	8	72		
10	proxy13	1	2	2.33	23	8	72		
11	dc11	1	2	2.00	22	4	72		
12	dc12	1	2	2.00	23	4	72		
13	av11	1	2	2.00	17	4	72		
14	intra11	2	4	2.66	24	8	146		
15	intra12	2	4	2.66	26	8	146		
16	mail11	1	2	2.00	25	4	72		
17	mail12	1	2	2.00	33	4	72	288	クラスタ構成
18	grpw11	2	4	2.66	38	8	292		
19	grpw12	2	4	2.66	32	8	292		
20	grpw13	2	4	2.66	20	8	292		
21	file11	1	2	2.33	32	2	292		
22	file12	1	2	2.33	27	4	292		
23	db11	2	2	3.00	51	16	72	250	クラスタ構成
24	db11t	1	2	3.00	10	8	292		
25	db12	2	2	3.00	40	16	72	288	クラスタ構成
26	db12t	1	2	3.00	10	8	292		
27	file21	1	2	2.00	33	4	146	320	
28	file22	1	2	2.00	23	4	292	500	
29	file23	1	2	2.33	30	4	292		
30	file24	1	2	2.00	10	4	292		
31	file25	1	2	2.33	18	4	292		
32	dev21	1	2	3.00	20	2	292		
33	dev22	1	2	3.00	10	4	146		
34	dev23	1	2	3.00	22	2	146	320	
35	dev24	1	2	3.00	28	8	72		
36	dev25	1	2	3.00	23	2	146	320	
37	dev26	1	2	3.00	19	4	72		
38	dev27	1	2	3.00	25	4	146	500	
39	dev28	1	2	3.00	27	8	146	320	
40	auth81	1	2	2.00	32	8	72		
41	auth82	1	2	2.00	30	8	72		
42	ldap81	1	2	2.33	23	4	146		
43	ldap82	1	2	2.33	22	4	146		
44	ldap83	1	2	2.33	15	4	146		
45	ldap84	1	2	2.33	14	4	146		
46	mail81	1	2	2.00	11	4	72		クラスタ構成
47	web81	1	2	3.00	23	4	72		
48	web82	1	2	3.00	21	4	72		
49	web83	1	2	3.00	28	4	72		
50	web84	1	2	3.00	28	4	72		
51	ap81	2	2	3.00	48	8	72		
52	ap82	2	2	3.00	52	8	72		
53	db81	2	4	2.66	55	16	146	292	クラスタ構成
54	bat81	2	2	3.00	40	8	72	146	クラスタ構成
55	ope81	1	2	3.00	22	8	72	72	クラスタ構成
56	web91	1	2	3.00	8	2	72		
57	web93	1	2	3.00	7	2	72		
58	ap91	1	2	3.00	11	4	146		
59	db91	1	4	2.66	13	8	292		
60	bat91	1	2	3.00	13	4	72		
					348	8,364	3,616		

表4 本稿手法と検証用手法の違い

	本稿手法	検証用手法
積算法	コア数積算法	クロック数積算法
仮想化オーバーヘッド	20%	なし

なお、CPU以外のサイジングについては比較対象となる他の手法がないため比較による検証は行っていない。

5.2. 本稿手法を使ったサイジング

以下に示すサイジングは、具体性を持たせるためにIBM社の System x[®]3650 M3と Storwize[®] V7000を使ったサイジング例としている。システム構成は図5の通りである。

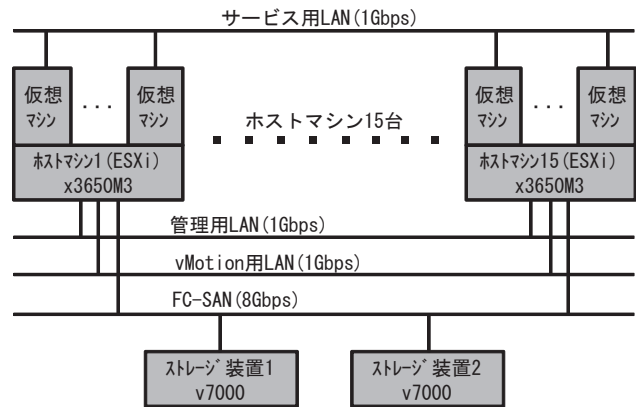


図5 検証システムの構成

5.2.1. サイジング結果

本稿手法によるホストマシンのサイジング結果を表5に示す。

表5 本稿手法によるサイジング結果

ホストマシン	x3650M3 x13台
CPUのスペック	Xeon L5640 2.26GHz
CPU搭載数	x2
メモリ搭載量	48GB 標準4GB x1。以下を増設 4GB x11
NIC数	1GbE 8ポート 標準 2ポート。以下を増設 ・2ポートドーターカード x1 ・4ポートPCIeネットワークカード x1
ホストバスアダプタ	8Gbps FC x2 (冗長バス接続)
外部ストレージ	V7000
本体台数	x2
拡張筐体台数	x3
ディスク容量	15,702GB SAS2.5型 15Krpm 300GB 116本(RAID10) + 2本(HS)
SANスイッチ	24ポート x2 (冗長バス構成)

- メモリ搭載量の計算結果は42GBとなるが、トリプルチャネル構成に配慮し合計 48GBとしている。
- NICは以下を冗長接続とする。
 - ▶ 仮想サーバのサービス用LANポート ×2
 - ▶ 管理用LANポート ×1
 - ▶ vMotion用LANポート ×1
- ディスク容量はOSから見た容量(2進数)なので必要ドライブ容量は10進数に直して計算している。

5.3. 検証用手法を使ったCPUサイジング

検証用手法(クロック数積算法)でホストマシン台数を計算する。

$$\begin{aligned}
 & \text{ホストマシン台数} = \\
 & \sum (\\
 & \quad \text{CPU搭載数} \\
 & \quad \times \text{1CPUの物理コア数} \\
 & \quad \times \text{コアクロック数} \\
 & \quad \times \text{ピーク時の平均CPU使用率} \\
 &) \\
 & \div (2.26\text{GHz} \times 12\text{コア} \times \text{しきい値}60\%) \\
 & + \text{予備}1\text{台}
 \end{aligned}$$

検証用手法での計算結果は以下の通りとなる。

$$\sum(126.61) \div (2.26\text{GHz} \times 12\text{コア} \times 60\%) + 1 = 8.78 \approx 9\text{台}$$

5.4. 有用性の評価

2つの手法によるCPUのサイジング結果を比較するとホストマシンの台数に大きな差が生じていることがわかる。これはキャパシティプランニングに用いているコア数積算法とクロック数積算法の違いと、仮想化オーバーヘッドを考慮する/しないによって生じたものである。

試しに検証用手法によるサイジング結果をもとに、仮想マシンに割り当てる仮想CPU数が物理コアと1:1になるよう配置してみたのが表6である。

物理コア数と仮想CPU数が同数でオーバーコミットになっていないが、物理コアに余裕がなく、vMotionで仮想マシンを別のホストマシンに移動したとき、あるいは、VMware FTやMSFCなどを使ってホットスタンバイの待機系サーバを追加しようとしたとき、仮想CPU数はオー

表6 検証用手法によるサイジング結果に仮想マシンを配置した例

Core#	HOST1	HOST2	HOST3	HOST4	HOST5	HOST6	HOST7	HOST8	HOST9
1	db81	grpw11	grpw12	intra11	intra12	db11	db12	ap81	
2									
3									
4				grpw13	web02	web01	bat81	ap82	
5		dns02	dns01						
6		proxy12	proxy11	dns12	dns11	mai101			
7	proxy13	dc11	dc12	av11	mai111	mai112	file11	file12	
8	dev21	file25	file24	file23	file22	file21	db12t	db11t	
9	dev22	dev23	dev24	dev25	dev26	dev27	dev28	auth81	
10	web82	web81	mai181	ldap84	ldap83	ldap82	ldap81	auth82	
11	web83	web84	ope81	web91	web93	ap91	db91	bat91	
12	ESXi	ESXi	ESXi	ESXi	ESXi	ESXi	ESXi	ESXi	ESXi

※HOST9はHOST1~8のどれかが故障した際の予備機

バーコミットになる。過度のオーバーコミットはパフォーマンス面で問題を起こす可能性がある。

一方、本稿手法によるサイジング結果に仮想マシンを配置してみたのが表7である。

表7 本稿手法によるサイジング結果に仮想マシンを配置した例

Core#	HOST1	HOST2	HOST3	HOST4	HOST5	HOST6	HOST7	HOST8	HOST9	HOST10	HOST11	HOST12	HOST13
1	db81	grpw11	grpw12	db11	ap81	ap82	web01	web02	intra11	intra12	grpw13	db12	
2													
3													
4							dns12	dns11	mai101	dns02	dns01	bat81	
5			file11	mai112	mai111	av11	dc12	dc11	proxy13	proxy12	proxy11		
6		dev22	dev21	file25	file24	file23	file22	file21	db12t	db11t	file12		
7		ldap83	ldap82	ldap81	auth82	auth81	dev28	dev27	dev26	dev25	dev24	dev23	
8	bat91	db91	ap91	web92	web91	ope81	web84	web83	web82	web81	mai181	ldap84	
9													
10													
11													
12	ESXi	ESXi	ESXi	ESXi	ESXi	ESXi	ESXi	ESXi	ESXi	ESXi	ESXi	ESXi	ESXi

※HOST13はHOST1~8のどれかが故障した際の予備機

こちらのほうは物理コアに余裕があり、vMotionを行っても仮想CPUがオーバーコミットになりにくく、仮想マシンの配置を工夫すれば、ホットスタンバイの待機系サーバを追加する余裕もある。

アセスメントを実施していないことによる情報不足、お客様から得られた情報の確かさ、そして運用要件の大半が未確定といったことはすべて見積金額に内在するリスクとなる。本稿手法はこれらのリスクヘッジを考え、本稿手法では意図的にオーバーサイジングにしていることがわかる。

読者にはこの手法を使うとオーバーサイジングな見積もりになって、現実のビジネスでは競争力を失うのではないかという疑問が生じるかもしれない。単純に結果だけを比較すると、検証用手法(9台)は競争力に優れるがリスクがかなり高く、本稿手法(13台)のほうはリスクがかなり少ないが競争力に劣るということになる。しかし、情報が不足している見積時点においては、本稿手法の13台で見積もるのが正解である。

受注後のアセスメント実施時に、9台では足りませんでしたと謝るのではなく、13台より少ない台数で済みましたと言えるようにすべきであり、お客様へ見積もりのプレゼンテーションを行う際には、現時点ではサイジングにぶれ幅があることを理解してもらい、ぶれ幅の最大値で予算

を確保してもらえようをお願いすることが極めて重要である。

本稿手法は、アセスメントを必要とせず、お客様から得られる最小限の情報だけで見積り用のサイジング結果を簡単に導き出せる手法であり、簡便性とリスクヘッジの観点からこの手法の有用性は高いと確信している。

6. おわりに

見積時には正確に見積もろうとしても情報が少なく、受注後にきちんとしたワークロードの収集や分析、キャパシティプランニング、サイジングをやり直すことになる。

受注後に困らないよう、見積時にはアンダーサイジングになるようなサイジングを避けるべきで、それを狙いとしたサイジング手法を紹介した。

本稿のサイジング手法には改良の余地がまだあると思われるが、読者がサイジングをする際に役に立てれば幸いである。手法は経験の中で改良されて行くものであり、ぜひとも読者にはここで紹介した手法を改良しながら使ってもらいたい。

参考文献

- 1) VMware vSphere Essentials Plusで小さくはじめる仮想環境構築のポイント
http://vmware-juku.jp/imgs/apac/jp_vmbiz/download_reg/vsphere_esplus.pdf
- 2) サーバ統合と仮想化ソリューション なぜ今、仮想化なのか
http://www-06.ibm.com/jp/e-site/ssp/d6/d683999_BLADEROAD02.pdf
- 3) 第1回 VMware vSphere 4の進化と性能
<http://thinkit.co.jp/story/2010/06/02/1579>
- 4) ESXiInstallableおよびvCenter Serverセットアップガイド
http://www.vmware.com/files/jp/pdf/support/VMware-vsp_41_esxi_i_vc_setup_guide-PG-JP.pdf

VMware, VMware vSphere, ESXi Server, vCenter Server, vMotion、VMware Capacity PlannerはVMware, Inc.の登録商標または商標です。

Intel, x86, XeonはIntel Corporationの登録商標または商標です。

AMD, OpteronはAdvanced Micro Devices, Inc.の登録商標または商標です。

Windows, Hyper-VはMicrosoft Corporationの登録商標または商標です。

Red HatはRed Hat, Inc.の登録商標または商標です。

LinuxはLinus Torvalds氏の登録商標または商標です。

XenはCitrix, Inc.の登録商標または商標です。

Novell, PlateSpin ReconはNovell, Inc.の登録商標または商標です。

LifeKeeperはSIOS Technology Corp.の登録商標または商標です。

EthernetはXerox Corp.の登録商標または商標です。

SPECはStandard Performance Evaluation Corporationの登録商標または商標です。

HPはHewlett-Packard Development Companyの登録商標または商標です。

IBM, System xはIBM Corporationの登録商標または商標です。

StorwizeはIBM Corporationの子会社であるStorwize社の登録商標または商標です。

その他の会社名、製品名およびサービスは、それぞれ各社の登録商標または商標です。