

Microsoft® Windows Server 2008 R2
Citrix XenApp における Hyper-V 性能検証ホワイト ペーパー

第 1.0 版
2011 年 1 月

株式会社日立製作所 プラットフォームソリューション事業部

著作権について

この文書は著作権によって保護されています。この文書の内容の一部または全部を、無断で転載することは禁じられています。

Copyright © 2011 Hitachi, Ltd. All rights reserved.

登録商標・商標について

- Microsoft、Active Directory、Windows、Windows Server、Hyper-V は Microsoft Corporation 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。
- Intel、Intel Core、Xeon は米国およびその他の国における Intel Corporation またはその子会社の登録商標または商標です。
- Citrix、XenApp、EdgeSight は Citrix Systems, Inc. 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。

その他、本ホワイトペーパーで記載する製品名および会社名は、各社の登録商標または商標です。本文中では、®および™は明記しておりません。

変更履歴

項番	版数	内容	更新日
1	1.0 版	新規作成	2011 年 1 月

目次

1. はじめに	1
2. XenApp のアーキテクチャと特徴	2
3. 検証概要	3
3.1. 検証の目的	4
3.2. 検証シナリオ	4
4. 検証環境	5
4.1. 構成 1 のテスト環境システム構成	5
4.2. 構成 2 のテスト環境システム構成	5
5. 検証方法	6
5.1. 負荷発生方法	6
5.2. 検証実施手順	7
5.3. テストスクリプト	7
5.4. 性能測定項目	7
6. 検証結果	9
6.1. 構成 1 測定結果	10
6.2. 構成 2 測定結果	13
7. まとめ	16
7.1. 構成 1 について	16
7.2. 構成 2 について	17
8. 注意事項	18
9. 参考文献	18
付録 A. Citrix EdgeSight for Load Testing 3.7	19
付録 B. テスト スクリプトの仕様	20
付録 C. 詳細データ	21

用語および略号

AMS2300	Hitachi Adapter Modular Storage 2300
ICA	Independent Computing Architecture
RAID	Redundant Arrays of Inexpensive Disks
RDP	Remote Desktop Protocol
SAN	Storage Area Network
SCVMM	System Center Virtual Machine Manager
XenApp	Citrix XenApp (旧 Citrix Presentation Server)

1. はじめに

Citrix XenApp（以下、XenApp と記載）は、Windows アプリケーションの仮想化を行う製品です。PC 向けアプリケーションの多くは、PC 上にインストールし実行するように作られていますが、XenApp を使用することで、アプリケーションをサーバーからユーザーのデバイスにオンデマンドで配信させることができるようになります。

このようにすることで、システム管理者は、アプリケーションをサーバー上で集中管理し、システムの運用性やセキュリティを高めることができます。

近年では Windows Server 2008 R2 に搭載されている Hyper-V 2.0（以下、Hyper-V）の有用性が注目されています。Hyper-V を使用することで、サーバーの運用管理が容易になり、サーバーのリソースの有効活用が図れるため、XenApp を Hyper-V 上で利用したいと考えるお客様が増えています。

そのような背景から、このホワイトペーパーでは、Hyper-V のゲスト OS 上で XenApp を利用した場合の性能検証について記載しています。

このホワイトペーパーでは、Windows Server 2008 R2 での Hyper-V によるサーバー仮想化を検討している企業やエンジニアに、次の情報を提供することを目的としています。

- ・ゲスト OS 上に XenApp を動作させた場合のサーバーの性能
 ゲスト OS 上に構成した XenApp に対して、接続するユーザー数を増加させていき、サーバーの負荷を測定します。

本ホワイトペーパーは大手町テクノロジーセンター内に設置した「日立-マイクロソフト総合検証センター」にて、株式会社日立製作所（以下、日立と記載）とマイクロソフト株式会社が共同で実施した検証に基づき執筆しております。

本検証では、プラットフォームとして BladeSymphony BS320、BS2000 および Hitachi Adaptable Modular Storage 2300(以下、AMS2300)を利用しております。

また、システム構築にあたっては、日立の Citrix ソリューションを活用しております。
http://www.hitachi.co.jp/products/it/citrix_solution/

本ホワイトペーパーに記載する内容は、弊社環境にて実施した検証結果に基づいており、実運用環境下での動作および性能を保証するものではありません。あらかじめご了承ください。

2. XenApp のアーキテクチャと特徴

XenApp は、Windows Server のリモートデスクトップサービス（またはターミナルサービス）を補完・拡張するものであり、リモートデスクトップサービスの機能を利用しながら動作します。そのため基本的な動作原理はリモートデスクトップサービスに準じたものとなっています。

クライアント端末が XenApp へ接続すると、XenApp サーバー上で動作しているアプリケーションの画面の表示データが、クライアント端末に送信されます。逆に、クライアント端末からは、マウスやキーボードの操作情報が XenApp サーバーに送信されます。このような動作から、ユーザーは XenApp サーバー上で動いているアプリケーションを、自分のクライアント PC 上で動いているアプリケーションと同様に利用することができます。

XenApp の大きな特徴として、ICA プロトコルという独自の画面転送プロトコルが挙げられます。Windows Server が標準で持つリモートデスクトッププロトコル（RDP）に比べて、狭いネットワーク帯域でもスムーズに表示データの転送が行え、ユーザーはより快適に操作を行うことができます。また、シンクライアントやスマートフォンなど、多様なデバイスをクライアント端末として利用することができます。

そのほかにも、XenApp には、高度な管理機能やセキュリティ機能、ユーザーの操作性を向上させる諸機能が備えられており、大規模構成にも耐えられるスケーラビリティを持っています。

このような特徴から、日立を含む国内外の多くの企業で導入され、稼働している実績を持っています。

XenApp のイメージ図を以下に示します。

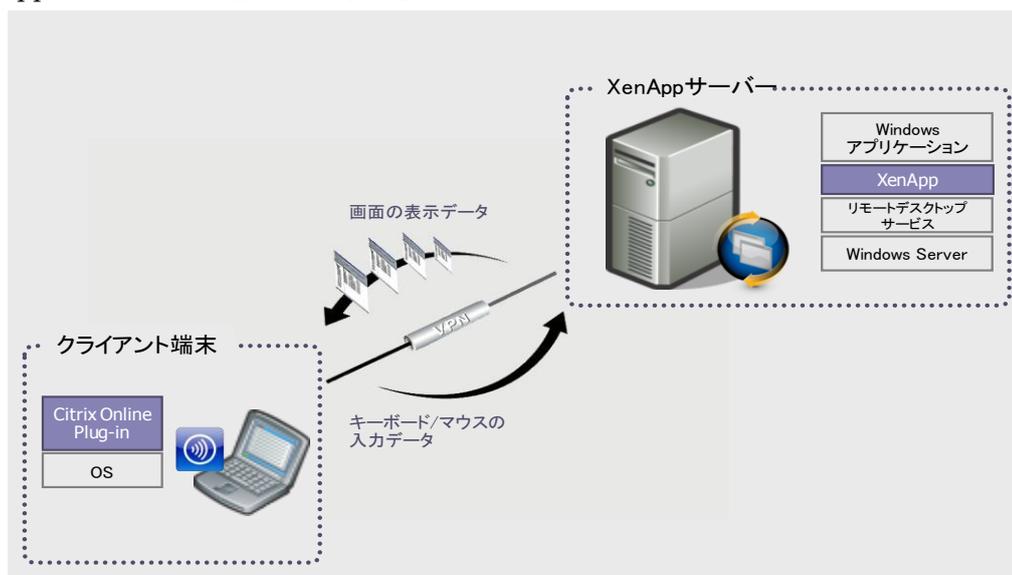


図 2-1 XenApp 動作確認

3. 検証概要

本検証の評価構成パターンを下記に示します。

表 3-1 評価構成パターン

項目	構成 1	構成 2
ゲスト OS	Windows Server 2008 R2 Enterprise Edition (x64)	Windows Server 2003 R2 Standard Edition with Service Pack 2 (x86)
XenApp	XenApp 6.0 Enterprise Edition	XenApp 5.0 FP3 Enterprise Edition
1 ゲストあたりのコア数	4 仮想コア	4 仮想コア
1 ゲストあたりのメモリ数	12.8GB	4GB
1 ゲストあたりの仮想ディスク容量	40GB	20GB
ゲスト OS の格納場所	SAN ストレージ	内蔵 HDD
搭載ゲスト OS 数	4	4
物理サーバー OS	Windows Server 2008 R2 Enterprise Edition (x64)	
物理サーバー CPU	X7560(8 コア、2.26GHz)×2	X5570(4 コア、2.93GHz)×2
物理サーバー メモリ	64GB	32GB
ハードウェア	日立 BladeSymphony BS2000	日立 BladeSymphony BS320
クライアント端末 OS	Windows 7 Enterprise (x86)	
クライアント端末 CPU	Core 2 Quad Q6700	
クライアント端末メモリ	4GB	4GB
クライアント端末台数	9	9

構成 1 は、XenApp の最新バージョン (XenApp6.0) を使用するものとします。XenApp6.0 は Windows Server 2008 R2 にのみ対応しているため、ゲスト OS は Windows Server 2008 R2 を選定しています。ストレージを SAN 構成とさせ、1 物理サーバーにおけるユーザーの集約数を優先するお客様に適合するシステム構成とします。

構成 2 は、XenApp5.0 FP3 を使用します。XenApp サーバー上で動作させるアプリケーションの互換性を重視する場合に、あえて 32 ビット版 OS が選定されることがあります。32 ビット版の最新のサーバー OS は Windows Server 2008 SP2 であり、対応する XenApp の最新バージョンは XenApp5.0 FP3 となります。ストレージの構成はサーバーの内蔵 HDD とすることで、アプリケーションの互換性、ユーザーの集約数、コストのバランスを求めお客様に適合するシステム構成とします。

3.1. 検証の目的

本検証は、主に以下の2つの情報を取得することを目的としています。

- ・ 構成1におけるサーバーパフォーマンス情報を取得し、サーバーサイジングする上での指針となる情報を提供する。
- ・ 構成2におけるサーバーパフォーマンス情報を取得し、サーバーサイジングする上での指針となる情報を提供する。

3.2. 検証シナリオ

本検証では、Hyper-V 上に、4 台のゲスト OS を稼働させ、それぞれのゲスト OS 上で XenApp を動作させます。事前に 200 ユーザーのアカウントを作成しておきます。クライアント端末から、各ゲスト OS に対してセッション数を増加させ、次第にサーバーの負荷を重くしていきます。その間、ゲスト OS と Hyper-V ホストサーバー上でのパフォーマンス情報を取得し、性能の分析を行います。

4. 検証環境

本検証におけるテスト環境システム構成を以下に示します。

4.1. 構成 1 のテスト環境システム構成

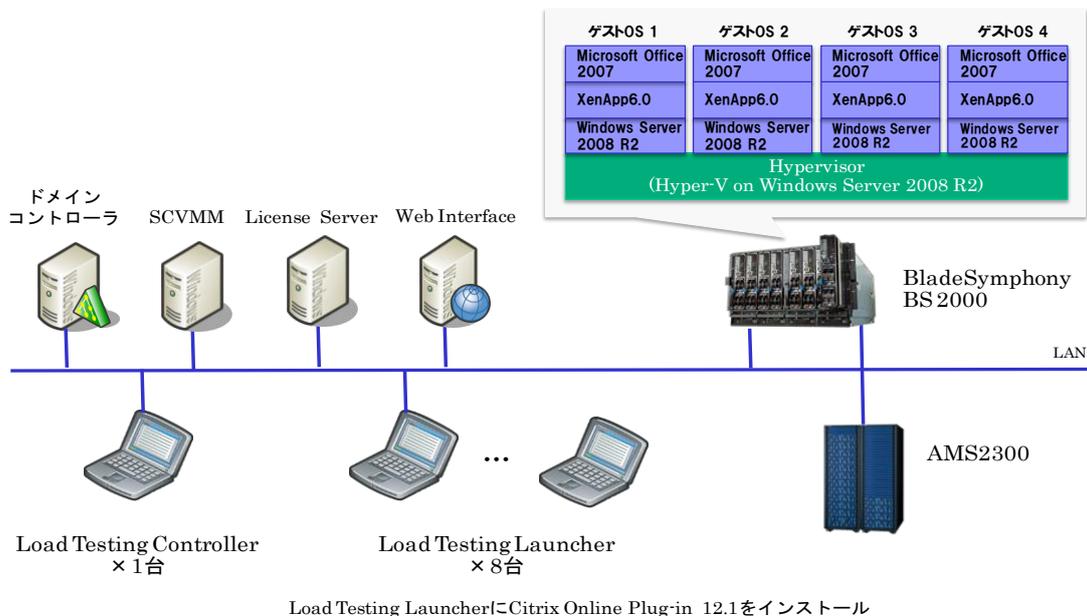


図 4-1 構成 1 システム構成図

4.2. 構成 2 のテスト環境システム構成

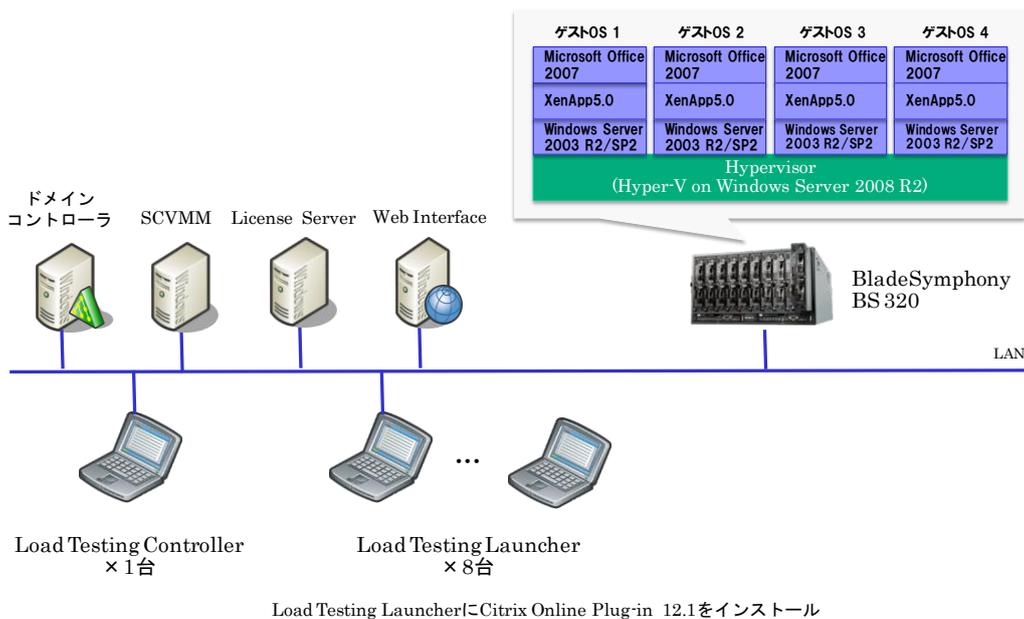


図 4-2 構成 2 システム構成図

5. 検証方法

今回、Citrix 社が提供している Citrix EdgeSight for Load Testing 3.7 という負荷ツールを用いて検証を行います。詳細は、「付録 A. Citrix EdgeSight for Load Testing 3.7」に記載しております。

5.1. 負荷発生方法

クライアントは 1 台の Load Testing Controller と 8 台の Load Testing Launcher から構成されます。Load Testing Controller の指令で、Load Testing Launcher 上に複数のセッションを立ち上げ、各セッションにおいてスクリプトを起動させることにより、各ゲスト OS に対し、負荷を与えます。その間、各ゲスト OS、Hyper-V ホストサーバー上でパフォーマンスデータを取得します。

※セッション立ちあげのサイクルについて

8 台のクライアントから 1 台あたり 1 セッションずつ XenApp が動作している各ゲスト OS に均等に接続を行い、接続が完了したら新たに 8 セッションを 1 サイクルとして追加接続することを繰り返します。

全体のアーキテクチャを下記の図に示します。

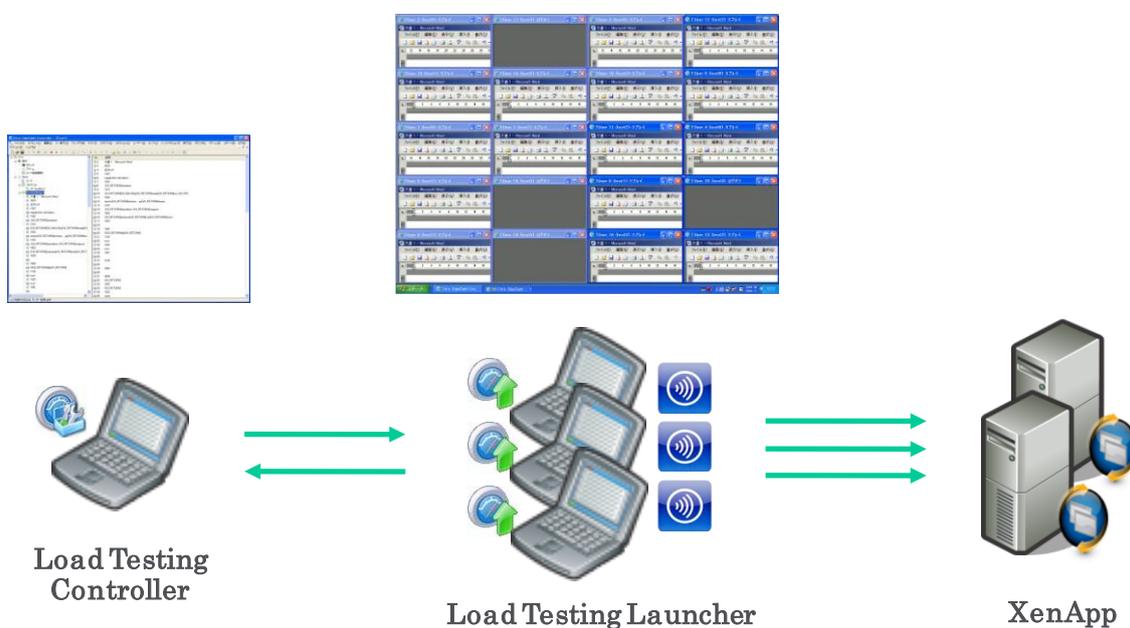


図 5-1 テスト概要図

5.2. 検証実施手順

以下の手順で性能を測定しました。

- (1) Load Testing Controller で、3 時間で 200 ユーザーをログインさせる設定をします。
- (2) ホストサーバーとゲスト OS のパフォーマンスカウンタのデータ取得を開始します。
- (3) Load Testing Controller を実行させ、テストを開始します。
- (4) テスト開始から 3 時間、各セッションにおいてテストスクリプトをループさせます。
- (5) Citrix EdgeSight for Load Testing が正常に終了したことを確認します。

5.3. テストスクリプト

XenApp の性能評価を支援するために、ユーザーの利用を想定した、Microsoft Office Word 2007、Microsoft Office Excel 2007、Microsoft Office PowerPoint 2007、Internet Explorer を実行するスクリプトです。詳細は、「付録 B. テスト スクリプトの仕様」に記載しております。

5.4. 性能測定項目

5.4.1. Hyper-V ホストサーバー上での測定

負荷ツール実行期間中に、各ゲスト OS、Hyper-V ホストサーバー上でパフォーマンスデータを取得します。データサンプリング間隔は 10 秒です。なお、測定開始 1 分後から 3 時間のデータを使用します。

5.4.2. パフォーマンスカウンター一覧

分析対象のパフォーマンスカウンタの一覧を示します。

表 5-1 サーバーで取得するパフォーマンスカウンター一覧

#	カテゴリ	カウンタ名	説明
1	Memory	Available Mbytes	実行中のプロセスに利用可能な物理メモリのサイズをバイト数で示します。
2	Physical Disk	Avg.Disk Read Queue Length	サンプリング間隔中に選択したディスクのキューに入った読み取り要求の数の平均値です。
3		Avg.Disk Write Queue Length	サンプリング間隔中に選択したディスクのキューに入った書き込み要求の数の平均値です。
4		% Disk Read Time	ディスクの読み取り操作でディスクがビジーになっている時間の比率です。
5		% Disk Write Time	ディスクの書き込み操作でディスクがビジーになっている時間の比率です。
6	Network Interface	Bytes Total/sec	Bytes Received/sec と Bytes Sent/sec を合計した値です。
7	Hyper-V Hypervisor Logical Processor	% Total Run Time	Hyper-V をホストとする物理コンピュータ全体の論理プロセッサの使用率を示します。
8	Terminal Service	Total Sessions	ターミナルサービスの総セッション数 ¹ です。

¹ 本検証では、セッション数は接続ユーザー数と同数となります。

6. 検証結果

構成 1 と構成 2 の各ゲスト OS と Hyper-V ホストサーバー上で取得したパフォーマンスデータを示します。なお、本検証においては、接続ユーザー数に対するパフォーマンスデータに注目します。

評価対象項目を下記に示します。

- CPU 使用状況
Hyper-V ホストサーバー上で取得した CPU 使用率 (Hyper-V Hypervisor Logical Processor¥% Total Run Time) を示します。
- メモリ使用状況
各ゲスト OS 上で取得した空きメモリ容量 (Memory¥Available Mbytes) の合計を示します。
- ネットワーク使用状況
Hyper-V ホストサーバー上で取得したネットワーク使用量 (Network Interface¥Bytes Total/sec) を示します。
- ディスク使用状況
Hyper-V ホストサーバー上で取得したディスク使用状況 (Avg.Disk Read Queue Length, Avg.Disk Write Queue Length, % Disk Read Time, % Disk Write Time) を示します。

6.1. 構成 1 測定結果

構成 1 の測定結果を以下に示します。考察については、7.まとめで述べます。
なお、詳細なデータについては、「付録 C. 詳細データ」に記載します。

①接続ユーザー数と CPU 使用率

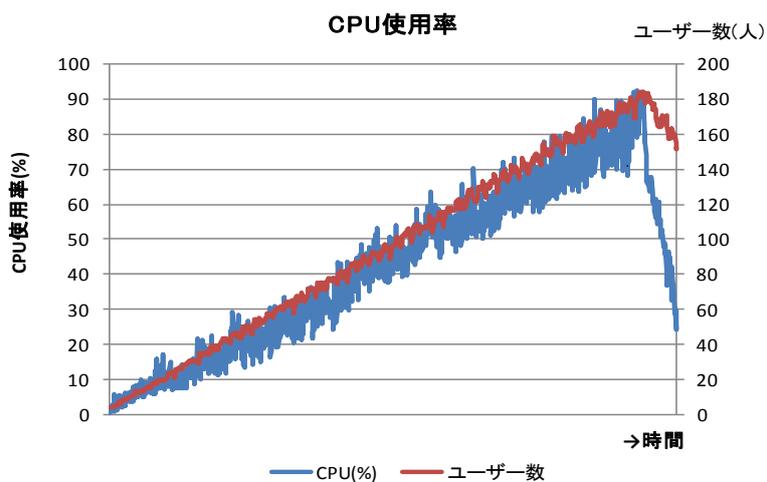


図 6-1 接続ユーザー数と CPU 使用率

②接続ユーザー数と空きメモリ容量

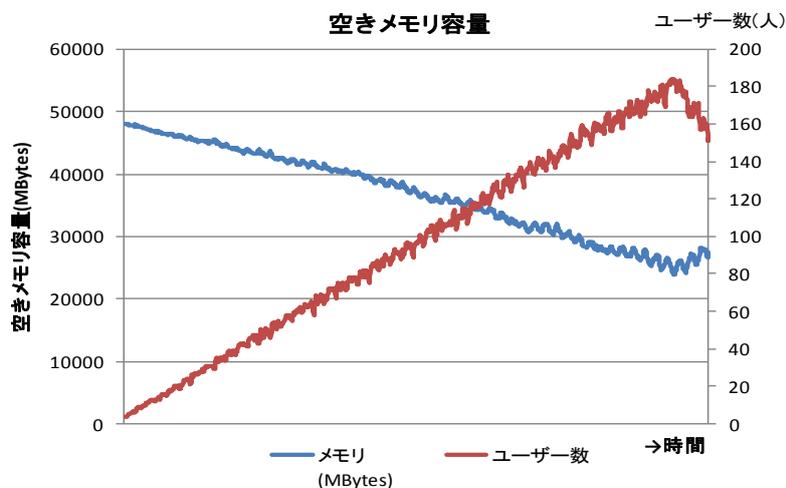


図 6-2 接続ユーザー数と空きメモリ容量

③接続ユーザー数とネットワーク使用量

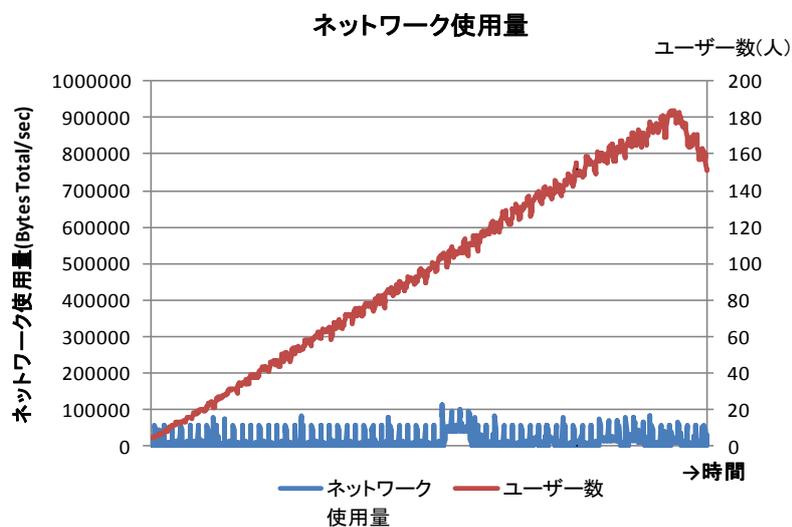


図 6-3 接続ユーザー数とネットワーク使用量

④接続ユーザー数とディスクキュー長

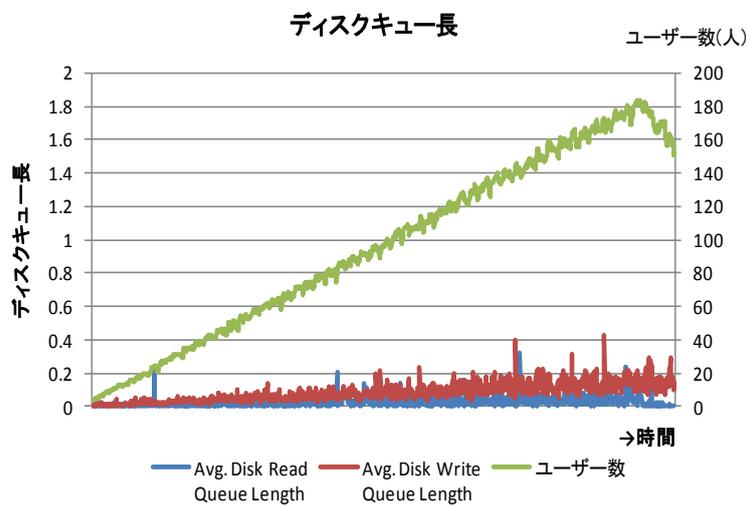


図 6-4 接続ユーザー数とディスクキュー長

⑤接続ユーザー数とディスク使用率

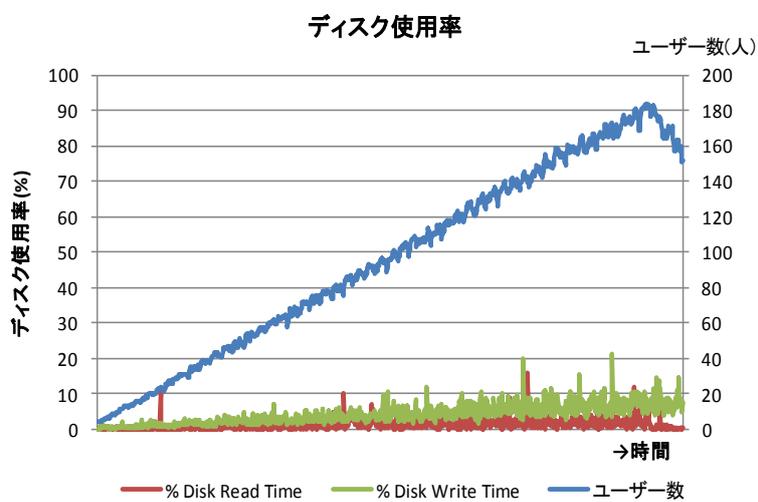


図 6-5 接続ユーザー数とディスク使用率

6.2. 構成 2 測定結果

構成 2 の結果を以下に示します。考察については、7.まとめで述べます。
なお、詳細なデータについては、「付録 C. 詳細データ」に記載します。

①接続ユーザー数と CPU 使用率

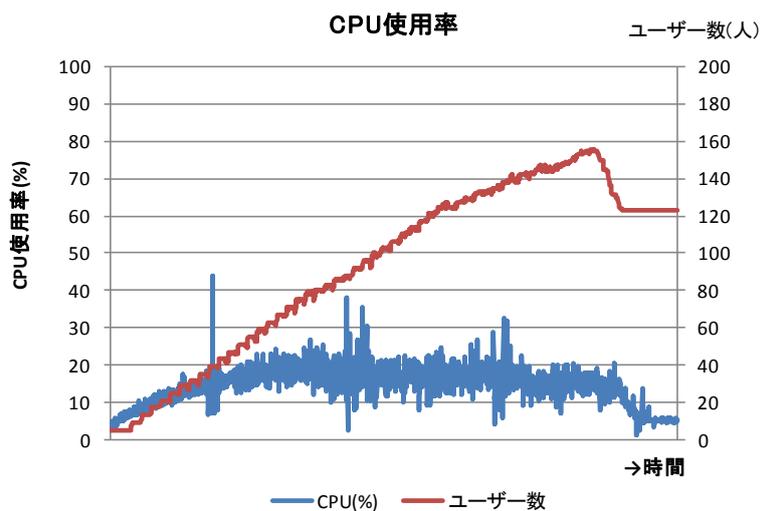


図 6-6 接続ユーザー数と CPU 使用率

②接続ユーザー数と空きメモリ容量

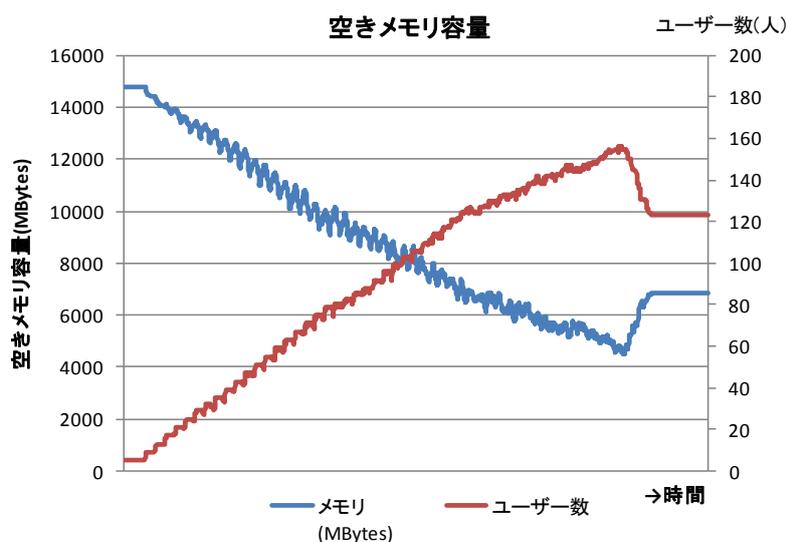


図 6-7 接続ユーザー数と空きメモリ容量

③接続ユーザー数とネットワーク使用量

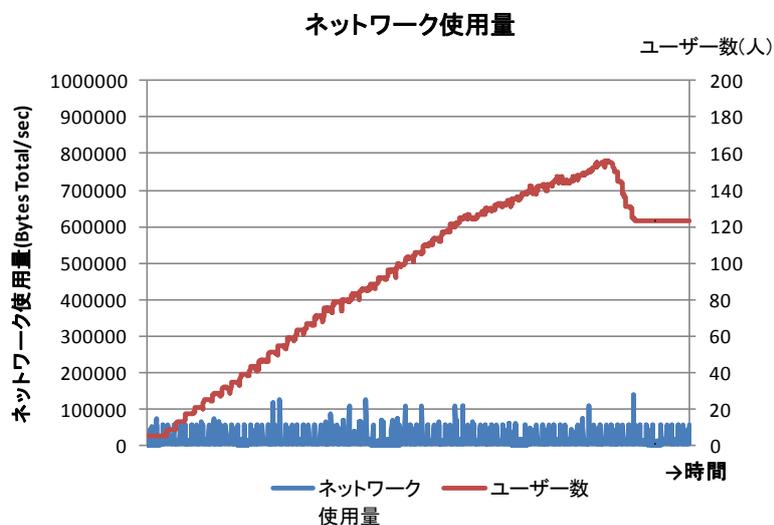


図 6-8 接続ユーザー数とネットワーク使用量

④接続ユーザー数とディスクキュー長

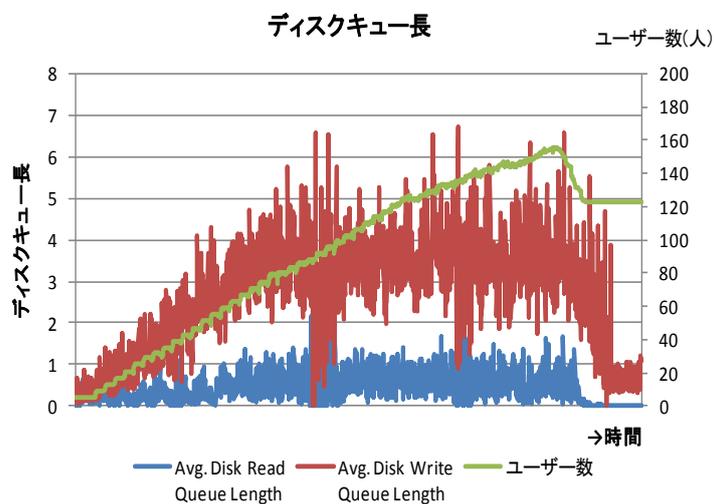


図 6-9 接続ユーザー数とディスクキュー長

⑤接続ユーザー数とディスク使用率

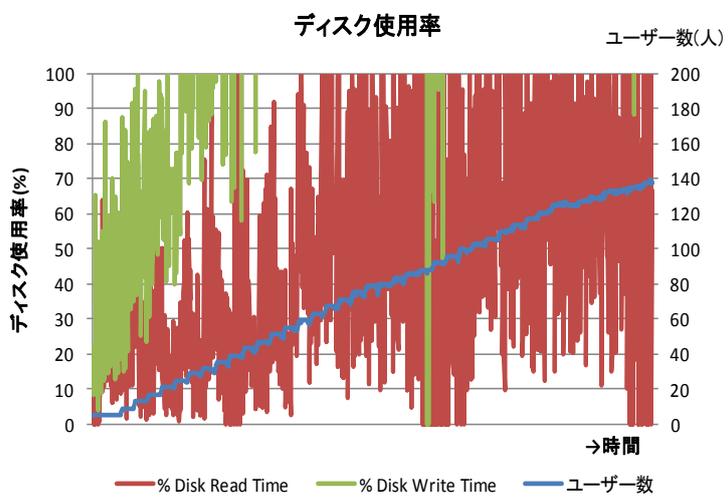


図 6-10 接続ユーザー数とディスク使用率

7. まとめ

本検証シナリオにおけるデータ取得結果を以下にまとめます。

XenApp の処理には、CPU、メモリ、ネットワーク、ディスクの性能が影響します。構成 1 と構成 2 の各評価対象項目について、分析結果を以下に示します。

7.1. 構成 1 について

構成 1 で取得したパフォーマンスデータを示します。

- CPU 使用率
CPU 使用率は一般的に 85%以内が適正とされております。接続ユーザー数が約 180 の時点において、CPU 使用率が 85%に達しており、これ以上のユーザー数増加はサーバーのパフォーマンス劣化をもたらすと考えられます。
- 空きメモリ容量
空きメモリ容量は、十分な余裕があるため、適正の範囲内であると考えられます。
- ネットワーク使用量
ネットワーク使用量は、適正の範囲内であると考えられます。また、データに変動幅が生じていることについては、Windows のネットワークにおける同期処理による一時的なパケットの上昇が原因であると考えられます。
- ディスク使用状況
ディスクキュー長は一般的に、ディスクを構成するスピンドル数の 1.5 倍～2 倍程度が適正とされております。また、ディスク使用率については、一般的に 90%以内が適正とされております。
構成 1 のディスク構成 RAID5(3D+1P)では、キュー長 4.5～6 程度までが適正範囲であるため、適正であると考えられます。また、ディスク使用率についても、適正であると考えられます。
今回の結果より、構成 1 においては、最大で約 180 ユーザーが接続可能であると考えられます。

7.2. 構成 2 について

構成 2 で取得したパフォーマンスデータを示します。

- CPU 使用率
最大接続ユーザー数である 156 の時点において、CPU 使用率が 85%以内に収まるため、適正の範囲内であると考えられます。
- 空きメモリ容量
空きメモリ容量は、十分な余裕があるため、適正の範囲内であると考えられます。
- ネットワーク使用量
十分な余裕があるため、適正の範囲内であると考えられます。また、データに変動幅が生じていることについては、Windows のネットワークにおける同期処理による一時的なパケットの上昇が原因であると考えられます。
- ディスク使用状況について
構成 2 のディスク構成 RAID1(1D+1P)では、キュー長 1.5~2 程度までが適正範囲ですが、本検証結果においては、ユーザー数が約 30 に達したときから適正範囲を超えた結果となりました。また、ディスク使用率についても、適正範囲である 90%を上回っています。したがって、ディスクがボトルネックの可能性があると考えられます。

今回の結果より、構成 2 においては、十分な性能が見込める最大ユーザー数は約 30 であり、それ以上のユーザー増加はサーバーのパフォーマンスの劣化を引き起こすと考えられます。

本検証の結果を踏まえ、XenApp に多数のユーザーを接続するためには、ディスクの性能を十分に考慮して、システム構成を検討すべきです。特に構成 2 については、サーバーリソースを有効に活用するには、SAN ストレージのような高性能なディスク装置を使用することが有効な手段の一つであると考えられます。

また、設定では 200 ユーザーをログインさせるようにしましたが、接続ユーザー数が 200 に満たなかったことがわかります。この差分に関しては、各ユーザーにおいて、ログオフするタイミングが重なり、常に一定数の未ログインユーザが発生していたことが原因であると考えられます。

8. 注意事項

本検証では、想定したシナリオに基づき計測を実施いたしました。この結果は、システムの構成や利用状況などによっては、これらの傾向が変わる可能性もあるため、注意が必要です。

9. 参考文献

- ・ EdgeSight for Load Testing 3.7 (ユーザーガイド - EdgeSight for Load Testing 3.7)
<http://support.citrix.com/product/es/ltv3.7/?lang=ja&tab=tab-hotfix>
- ・ サーバー仮想化における システム構成ガイド ホワイト ペーパー - 第 2 版
<http://technet.microsoft.com/ja-jp/virtualization/ff603844>

付録 A. Citrix EdgeSight for Load Testing 3.7

Citrix EdgeSight for Load Testing は、Citrix XenApp 環境におけるサーバーのサイジングやアプリケーションの負荷試験を行うための、効率的かつコスト効率の高い方法を提供する負荷ツールです。

- 負荷テストまでの流れ
負荷テスト実施までの流れを下記に示します。

①テストの定義

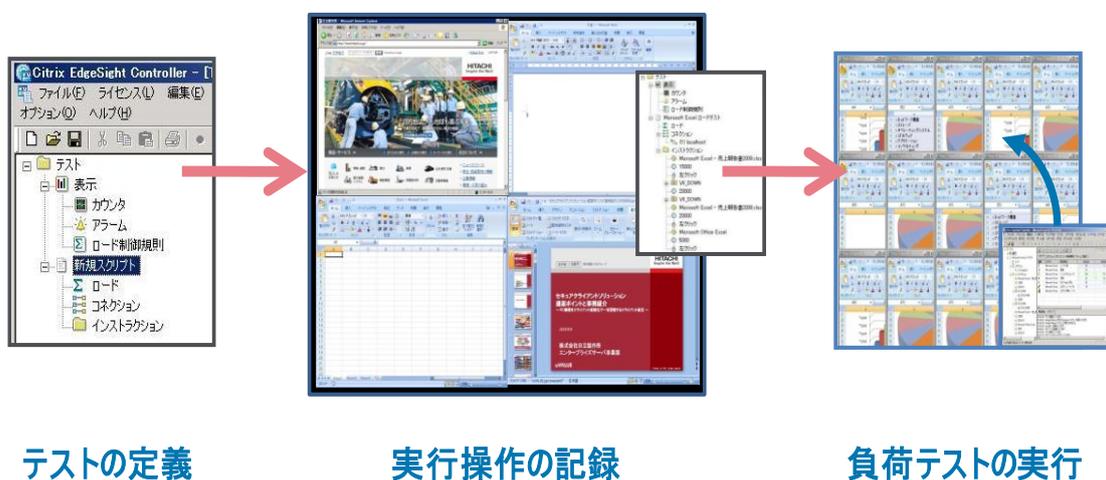
XenApp への接続方法の指定やユーザーの作成などの事前準備を行います。

②実行操作の記録をする

XenApp へ接続し、ユーザーの実行操作を記録する。また、必要に応じてスクリプトベースで編集も可能です。

③負荷テストの実行

記録した操作に基づき、各ゲスト OS 上に複数のセッションが立ち上がり、各セッションにおいてテストスクリプトが実行されます。このようにして、サーバーへ負荷をかけます。



付録 B. テスト スクリプトの仕様

このホワイトペーパーにおいて使用した負荷テスト用スクリプトの実行順序と内容を以下に示します。

①Windows ログイン

②Microsoft Office Word 2007

- (1) Microsoft Office Word 2007 を起動します。
- (2) 800 字程度の日本語の文字列を入力します。
- (3) Microsoft Office Word 2007 を終了します。

③Microsoft Office Excel 2007

- (1) Microsoft Office Excel 2007 を起動します。
- (2) 整数の加算と除算の数式をセルに入力します。
- (3) (2)で作成したセルをクリップボードにコピーします。
- (4) 下のセルにクリップボードの内容をペーストします。
- (5) (4)の処理を 20 回繰り返します。
- (6) Microsoft Office Excel 2007 を終了します。

④Microsoft Office PowerPoint 2007

- (1) Microsoft Office PowerPoint 2007 を起動します。
- (2) 所定のファイル（約 20MB、Microsoft Office PowerPoint 2007 形式）を開きます。
- (3) 1 秒間隔でスライドを 10 枚閲覧します。
- (4) Microsoft Office PowerPoint 2007 を終了します。

⑤Internet Explorer*

- (1) Internet Explorer を起動します。
- (2) Web アーカイブファイル（約 500KB、日立の Web ページ）を開きます。
- (3) Internet Explorer を終了します。

⑥Windows ログオフ

* 使用する Internet Explorer のバージョンは、それぞれのゲスト OS に付属しているものとし、XenApp6.0 は Internet Explorer 8、XenApp5.0 では Internet Explorer 6 を使用しています。

付録 C. 詳細データ

検証時間と接続ユーザー数について下記に示します。

時間(分)と接続ユーザー数(人)

時間(分)	30	60	90	120	150	180
構成 1	31	64	89	125	155	184
構成 2	25	47	71	88	114	156

- 今回の検証では、構成 1 については、接続ユーザー数が 184 で上限に達しています。
- 今回の検証では、構成 2 については、接続ユーザー数が 156 で上限に達しています。

各構成の測定結果の詳細データを以下に示します。

構成 1

接続ユーザー数(人)	25	50	75	100	125	150	175	184
CPU 使用率(%)	11	19	36	41	57	66	79	91
空きメモリ容量(Mbytes)	45681	43378	40425	36623	34152	30384	2625	24108
ネットワーク使用量 (Bytes Total/sec)	2261	2756	12258	4414	9416	11169	11414	10698
ディスクキュー長 Avg. Disk Read Queue Length	0.01	0.02	0.01	0.02	0.09	0.03	0.05	0.05
ディスクキュー長 Avg. Disk Write Queue Length	0.02	0.05	0.05	0.09	0.12	0.15	0.14	0.11
ディスク使用率(%) Disk Read Time	0.37	0.71	0.82	1.08	4.41	1.30	2.65	4.45
ディスク使用率(%) Disk Write Time	1.01	2.64	4.28	4.74	5.84	7.89	7.01	7.35

構成 2

接続ユーザー数(人)	25	50	75	100	125	150	156
CPU 使用率(%)	12	17	19	17	19	15	17
空きメモリ容量(Mbytes)	13305	11940	10170	8348	7060	4983	4698
ネットワーク使用量 (Bytes Total/sec)	7614	3012	12318	15978	4763	5675	16266
ディスクキュー長 Avg. Disk Read Queue Length	0.21	0.54	0.58	0.46	0.74	0.48	0.48
ディスクキュー長 Avg. Disk Write Queue Length	1.17	3.02	3.62	3.11	3.95	3.98	3.22
ディスク使用率(%) Disk Read Time	20	54	59	53	77	48	42
ディスク使用率(%) Disk Write Time	87	100	100	100	100	100	100