

VDI 型クライアントシステムの構築と評価

Development and Evaluation of Computer Rooms with VDI Thin Clients

杉浦 徳宏 †

Tokuhiko SUGIURA †

sugiura@cc.mie-u.ac.jp

† 三重大学総合情報処理センター

† Center for Information Technologies and Networks, Mie University

概要

三重大学総合情報処理センターでは、2013年3月1日にセンター系システムの全面的更新を行った。この際、仮想基盤システムを中心として導入し、すべてのサーバをこの基盤上のゲスト OS として構築した。教室システムとしては、ネットブート型 PC と仮想デスクトップ (VDI) 型の両方を取り入れたハイブリッド構成とした。本論文では、VDI 型クライアントシステムについて、その設計を明らかにし、実験と実運用における評価によって、有効な結果が得られたので報告する。

キーワード

仮想デスクトップ, 仮想システム, 情報処理教育

1. はじめに

近年、情報系センターシステムの中核として IaaS 型の仮想基盤システムを導入し、その上に教室システムを構築する事例が増加している[1]。三重大学では、2013年3月1日にセンター系システムの更新を行ったが、同様に仮想基盤システムを中心とした構成として設計及び構築を行った。本学のシステムの特徴として、教育用システムを運営するための設備をメインとしていることがあげられる。システムは、PC 教室用クライアントとサーバ群、教育・研究用ソフトウェアの3部構成となっており、研究用の計算機資源は含んでいない。また、サーバ群は、認証サーバ、ファイルサーバ、プリントサーバと、後述のネットブート型及び VDI 型クライアントシステムを実現するための各種サーバから構成されている。こ

れらすべてのサーバは、仮想基盤システム上のゲスト OS として構築した。教育用システムとしては、一般の PC ハードウェアをクライアントとしてネットブートを行うネットブート型システムと、仮想マシンにシンクライアント端末から接続する仮想デスクトップと呼ばれる仕組みを用いる VDI 型クライアントシステムの両方を導入し、ハイブリッド構成とした。前者は主に講義が行われる PC 教室用であり、後者は図書館等での自習用である。

仮想基盤システムは、前述のとおり教育用システムをメインとして導入したものであるが、余剰リソースを VPS として利用するために全体としては十分に余裕のある設計となっている。本論文では、仮想基盤システム上の VDI 型クライアントシステム部分についての報告を行う。まず、VDI 型クライアントシステムの構成と設計を述べ、同時に導入したネットブート型クライアント

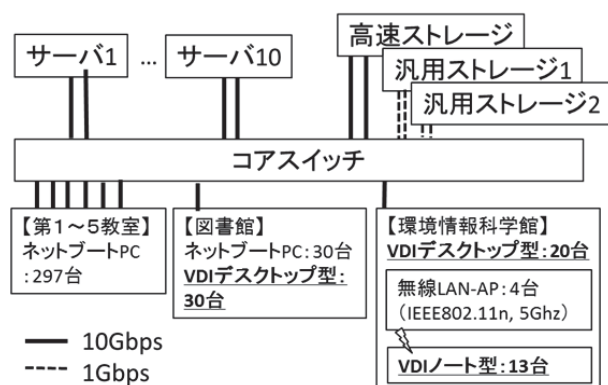


図 1 仮想基盤システムと各拠点のネットワーク構成図

との比較によってクライアントとしての性能を明らかにする。次に、実運用を通じた負荷計測により仮想基盤システムにおける VDI 型クライアントシステム部の必須リソースを明らかにする。尚、ネットブート型クライアントシステム部については、別途詳細な評価を行っているので参考にされたい[2]。

2. 仮想基盤システム

図 1 に本更新で導入した仮想基盤システム及び各拠点のネットワーク構成図を示す。また、表 1 にサーバ及びストレージの諸元を示す。仮想ホスト（サーバ 1～10）には、一般的なラックマウント型サーバを採用し、コアスイッチに 10G インターフェース 2 本で接続している。ストレージは、3 台あり、費用と容量のトレードオフにより、高速ストレージと汎用ストレージ 2 台で別機種とした。高速ストレージは、10G インターフェースと RAID50 構成によりパフォーマンス優先設定とし、ゲスト OS（仮想サーバ）のディスクイメージ格納用として使用している。汎用ストレージ 1, 2 は、主として利用者用のホーム領域及びバックアップ用として利用している。

仮想基盤システム全体として、物理 CPU 数 160 個（ハイパースレッディングによる論理 CPU 数 320 個）、メモリ 640GB となっている。尚、仮想基盤用ソフトウェアとしては、VMware 社の vSphere ESXi 5.1 Standard [3]を採用した。

表 1 仮想基盤システムハードウェア仕様

サーバ 1～10	
型番	富士通 PRIMERGY RX200S7
CPU	Intel Xeon E5-2660 2.2GHz (8 コア,16HT) x2
メモリ	64GB
NIC	10G x2
高速ストレージ	
型番	富士通 ETERNUS DX80S2
容量	600GBx18 本
NIC	10G x2
汎用ストレージ 1, 2	
型番	富士通 ETERNUS DX60S2
容量	2TB x10 本
NIC	1G x2

3. VDI 型クライアントシステム

3.1 システム概要

図 2 に、VDI 型クライアントシステム構成概念図を示す。VDI 型の PC 教室を構築する場合は、VDI 用仮想マシンのディスクイメージを同一としておく必要がある。この実現方法は各種あるが、本システムでは、VDI 用仮想マシン自体を仮想基盤システム内でネットブートする方法を採用した。本システムの基盤ソフトウェアとして Citrix 社の XenDesktop[4]を採用した。ネットブート部分は、同社 Provisioning Server (PVS)である。VDI システム管理サーバは、VDI 用仮想マシンの起動・停止・監視等の管理機能と、VDI クライアントを空いている VDI 用仮想マシンへ誘導するポータル機能及びブローカー機能を提供する。

VDI クライアント本体が起動し、利用可能となるまでの手順は次のとおりである。

1. 本体電源オン
2. ベース OS (Windows Embedded) 起動
3. ビルトインアカウントにより自動ログオンし、自動実行により Internet Explorer が立ち上がる
4. IE のスタートページとして設定された VDI 管理サーバ上のポータルに接続する
5. VDI システム用ログオン画面が全画面表示される
6. 利用者がログオンする
7. (仮想マシンの種類 (ディスクイメージ) を選択。複数ある場合のみ。)
8. VDI 接続用の専用ソフトウェア (Citrix Receiver)が立ち上がる

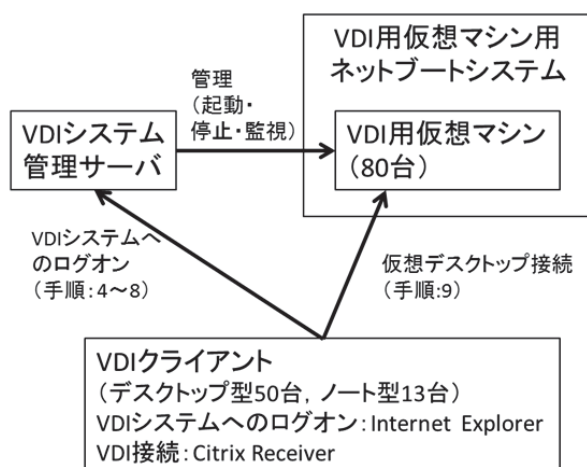


図2 VDI型クライアントシステム構成概念図

表2 VDIクライアント本体仕様

デスクトップ型	
型名	富士通 FUTRO S900
CPU	AMD G-T44R (1.2GHz)
メモリ	2GB
ストレージ	フラッシュメモリ (8GB)
OS	Windows Embedded Standard 7
NIC	1Gbps
ノート型	
型名	富士通 FUTRO MA552
CPU	Intel Celeron B730 (1.8GHz)
メモリ	2GB
ストレージ	SSD (8GB)
OS	Windows Embedded Standard 7
NIC	無線 IEEE802.11abgn 有線 1Gbps (未使用)

9. VDI用仮想マシンに接続し、利用可能となる

尚、9においてVDIクライアントは、空いているVDI用仮想マシンからランダムに選択され、割り当てられる。

VDIクライアントの本体仕様を表2に示す。本システムでは、デスクトップ型に加え、ノート型も試験的に導入した。どちらもシンクライアント専用機として設計されているものである。ベースOSはWindows Embeddedであるが、再起動によりローカルディスクへの書き込みが復元される機能が搭載されており、PC教室等で必要なセキュリティが確保されている。ノート型は、貸し出し用で無線LANのみをネットワークインターフ

ェースとして利用することを想定している（後述）。

3.2 VDI型クライアントの設計

3.2.1 基本性能

VDI型クライアントとしての基本的な性能は、VDI用仮想マシンの設定に依存する。本システムの場合、後述する実証実験を経て、実運用では論理CPU2個、メモリ2GBとしている。CPUクロックは、仮想基盤システムの物理サーバと同一になるため、2.2GHzである。OSは、Windows 7 Professional 32bitである。

3.2.2 休止状態の積極利用による起動の高速化と省電力化

旧システムでは全端末をネットブート型クライアントで構成していた。しかし、本システムでは、PC教室にはネットブート型を、図書館等には主にVDI型と、用途に応じて分ける構成とした。これは、図書館等においては、利用者の回転が早いという理由から、マシン性能よりも素早くログオン、ログオフができることが必要とされたためである。本学では、ネットブート型クライアントの場合、セキュリティ上の配慮からログオフ後は強制シャットダウンする運用となっている。このため、利用者が入れ替わるには、シャットダウン後再起動を行わなければならない。旧システムにおいては、このロスタイム（利用終了から次の利用者がログオンし操作可能となるまでとする）は約4分となっていた。図書館等においては、10分の休み時間内で急いで利用するケースも多いため、ロスタイムの縮小が求められていた。

VDI型クライアントシステムでは、VDI用仮想マシン自体は仮想基盤システム内で先行して起動させておくことが可能であるため、OSの起動時間を隠蔽することができる。したがって、VDIクライアント本体を毎朝自動起動し、ログオン画面状態としておけば、すぐにログオンでき、利用を開始することができる。しかし、この場合、いわゆるつけっぱなし運用となるため、無駄な電力消費が発生するとともに、教育上も適切ではないと思われる。そこで、本システムでは、一般のノートパソコンのようにスリープ及び休止状態の利用を検討し、次のような形で実現することができた。

まず、スリープと休止状態は、VDI用仮想マシン側ではなくVDIクライアントのベースOSの機能を使う。実運用では、10分間無操作でスリー

プ、30 分間無操作で休止状態に入るよう設定している。ログオン後に VDI クライアントがスリープ状態に入った場合には、VDI 用仮想マシンとのネットワーク接続は切断されることになる(ネットワークケーブルを抜かれた状態と同等)。VDI 用仮想マシン側は、切断後も 30 分間はセッションを維持するよう設定してあり、これにより、スリープから復帰後、再ログオンすれば元の仮想マシンに接続され利用を再開することができる。休止状態から復帰した場合には、30 分以上経過しているため、元の仮想マシンのセッションは終了しており再開することはできない。この場合、別の VDI 用仮想マシンに接続されることになるため、新規ログオンとなる。

また、休止状態を利用することによって、無駄な電力消費を抑えるとともに、起動を高速化することができる。さらに、施設の閉館作業を簡素化できるというメリットもあった。従来、閉館作業時には、電源オンのまま放置されたマシンの電源を落として回るといった作業を行っていたが、本システムでは最終的に全て自動的に休止状態に入るため、省力化できた。

尚、VDI クライアントの消費電力はログオン待ち受け時に 25W (デスクトップ型、モニター込み)であった。スリープ、休止状態、電源オフ時はいずれも 0W (測定限界以下)であった。この測定には、横河メータ&インスツルメンツ株式会社のクランプ電力計 CW120 を用いた。

3.2.3 ノート型クライアント

近年、図書館等を始め学内各所にラーニングコモンズ[5]といわれるエリアが増えている。ラーニングコモンズでは、机を自由に組み換えられることが特徴となっており、こうした場所では、有線ネットワークや固定設置となるデスクトップ型は敬遠され、ネットワークインターフェースとして無線 LAN のみを利用するノートパソコンを貸し出し用として導入したいという要望がある。しかし、ネットブート型クライアントの場合、高速広帯域の有線ネットワークが前提となっており、無線 LAN のみでの運用は困難である。このため、ノートパソコンの貸し出しをする場合には、一般のノートパソコンを使うことが多く、セキュリティアップデート等の管理上の手間が問題となっていた。そこで、本システムではノート型 VDI クライアントを実験的に一部導入することとした。前述のとおり、ノート型 VDI クライアントでは、無線 LAN のみを利用するものとするが、十分な帯域を確保するため、5GHz 帯による

IEEE802.11n (300Mbps)接続とし、見通しがきくエリア内でのみ利用することとした。尚、無線 LAN アクセスポイントは専用ではなく、キャンパス LAN 用として導入されているものに、VDI システム用の SSID を追加して利用した。

VDI クライアントに必要なとされるネットワーク帯域は、デスクトップ画面の書き換えの面積・色数と頻度に大きく依存する。実測したところ一般的な Office アプリケーション利用時には平均 1Mbps 以下であったが、動画再生時では瞬間最大で 15Mbps、平均 5~10Mbps 程度が必要であった。ノート型の場合、利用場所によって電波状況に差があるため一概には言えないが、理想的な状況として IEEE802.11n の実行転送レートを 50%の 150Mbps とし、動画再生時の必要平均帯域を 10Mbps と見積もった場合、1 台のアクセスポイントに収容可能な台数は 15 台となる。ノート型クライアントの無線 LAN 環境下での詳細な評価については今後継続して行っていく予定である。

4. クライアント性能評価

ここでは、クライアントの性能評価として起動時間とロスタイムを計測し、次に、ベンチマーク計測を行う。最後にそれらの結果をもとに VDI 用仮想マシンの CPU 数について検討する。

4.1 起動時間

実験 1：ログオン画面まで

クライアントの性能評価として、まず、起動時間を計測する。起動時間は、電源投入からログオン画面が表示されるまでとする。デスクトップ型、ノート型クライアントのそれぞれについて、通常起動と休止状態からの起動(復帰)について計測する。また、比較のためネットブート型クライアントでも計測を行った。

結果を、表 3 に示す。デスクトップ型は通常起動、休止状態復帰ともノート型より遅くなっていた。どちらも Internet Explorer が立ち上がるまでは一般の Windows の起動と同じため基本的な性能差が起動時間を決定することになるが、

表 3 実験 1：起動時間 [s]

デスクトップ型	通常起動	54
	休止状態	26
ノート型	通常起動	25
	休止状態	16
ネットブート型	通常起動	50

ノート型の方が CPU クロックが高く全体的に高性能であるため、このような結果になったものと推測される。

休止状態からの起動は、デスクトップ型、ノート型とも通常起動に比べて大幅に高速化されている。通常の運用状態では、デスクトップ型クライアントは休止状態からの起動となるため、ネットブート型に比べて、24 秒早くログオン画面に到達できることがわかる。

実験 2：ログオン後

次に、ログオン後について以下の計測点を設け、ログオンからの時間を計測する。

1. デスクトップ表示完了
2. スタートアップに設定されている Firefox が立ち上がり、指定のホームページの表示が完了する
3. アイドル状態になる (CPU 負荷が十分に下がる)

また、VDI 用仮想マシンの CPU 数による違いを検証するため、CPU 数を 1~3 個まで変化させて計測を行う。また、比較のためネットブート型クライアントでも計測を行った。

結果を、表 4 に示す。

表 4 実験 2：ログオン後時間 [s]

計測点	1	2	3
CPU 1 個	49	1:47	2:07
CPU 2 個	32	41	1:10
CPU 3 個	30	38	1:00
ネットブート型	15	22	30

CPU が 1 個の場合は、全体的に非常に遅くなっており、体感上でもかなり遅く感じられるため実運用するにはパフォーマンス不足であると判断される。CPU 数が 2 個以上の場合には、それほど大きな違いはなく、本実験から、VDI 用仮想マシンとして CPU 数は 2 個が適切であると判断される。

以上の結果より、利用者が入れ替わる場合のロスタイムを算出する。まず、実験を通して、利用者が事実上操作可能となるのは計測点 2 の直後であることがわかった。したがって、VDI 型クライアントにおいて利用者が入れ替わる場合のロスタイムは、計測点 2 までの時間に等しく、CPU 数 2 個の場合で 41 秒となる。ネットブート型のロスタイムは、表 3 の起動時間 50 秒に表 4 の

22 秒を加えた 1:12 秒となるため、31 秒ほど早いことになる。尚、ここでは、ログオフ及びシャットダウン時間はロスタイムに含めないものとする。

前システムにおいては、ネットブート型でのロスタイムは約 4 分であったため、VDI 型クライアントシステムの導入によるロスタイム低減が大きいと期待されていた。しかし、新システムのネットブート型クライアントは大幅に高速化されたため、どちらのクライアントであってもロスタイムについては、実用上の問題のない範囲になっていると言える。

4.2 VDI 用仮想マシンの性能評価

ここではベンチマークにより、VDI 用仮想マシンの性能評価を行う。ベンチマークとして、一般的な Futuremark 社の PCMark7 と、MS Office 2013 の起動実験を行った。

実験 1：PCMark7 によるベンチマーク

この実験では、PCMark7 suite によりベンチマークテストを行う。VDI 用仮想マシンの CPU 数による効果を検証するため、CPU 数を 1~4 個に変化させて計測を行う。各実験は最良値を計測するため仮想基盤システムの負荷が最も小さくなる深夜の閑散時に行う。また、CPU 数 2 個の場合については、ホストの負荷が最も高くなる平日 14~15 時を繁忙時として計測を行い、どの程度性能が低下するかを検証する。また、比較のため、ネットブート型クライアントでも計測を行った。尚、ネットブート型クライアントの CPU は、3.3GHz(2 コア,4HT) である。

結果を図 3 に示す。図の 1c~4c は、それぞれ CPU1~4 個の場合である。PCMark7 suite は、本来一つの評価項目について 3 回計測した平均をとるが、3 回実施することができなかった評価項目が多数あり、それらについては個別に再計算している。また、1 回も実施できなかった計測項目については除外した。この結果より、CPU やメモリへの依存が強い項目では、VDI 用仮想マシンとネットブート型クライアントでは、概ね CPU クロックの差が反映された結果になっているといえる。しかし、ストレージ系の計測項目では、大きな差があった。

また、繁忙時 (図 3 の「2c(busy)」) の性能低下については、CPU・メモリへの依存が強い項目ではあまり影響がないが、ストレージ系項目については、大きな低下が見られた。

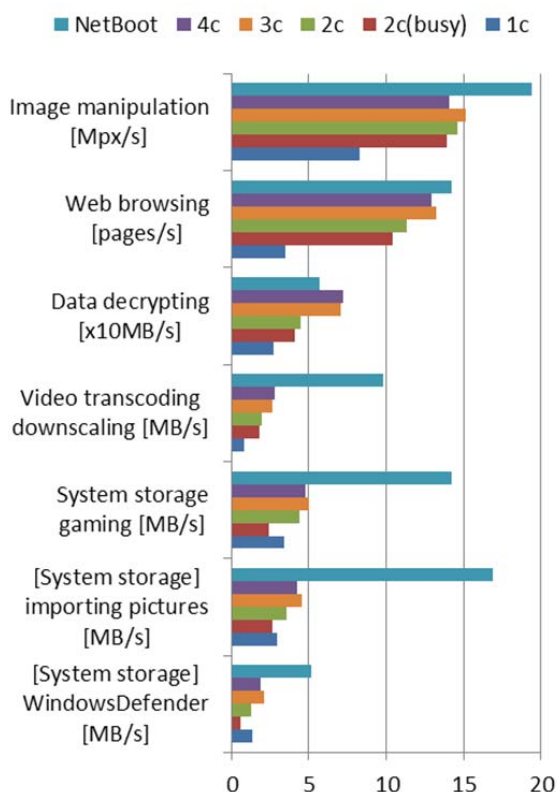


図3 実験結果：PCMark7

以上の結果より、総合性能では VDI 用仮想マシンは、主としてストレージ性能の差によってネットブート型とは大きな差が生まれることがわかった。

実験 2：MS Office 起動実験

次に、Microsoft Office 2013 の Word と PowerPoint の初回起動時間について計測する。Word、PowerPoint とともに、起動後の初期画面では多数のテンプレートが表示されるが、画面内にすべてのテンプレートが表示された時点起動完了とする。VDI 用仮想マシンの CPU 数による効果を検証するため、1~3 個まで変化させて計測を行う。また、比較のためネットブート型クライアントでも計測を行った。

結果を、図 4 に示す。1c~3c はそれぞれ CPU 数 1~3 個の場合である。実験 1 と同様、CPU 数が 1 個場合には非常に遅く、2 個以上ではそれほど大きな差はなかった。

4.3 VDI 用仮想マシンの設計

4.1, 4.2 の実験結果により、VDI 用仮想マシンの CPU 数は 1 個では不十分であり、2 個以上が

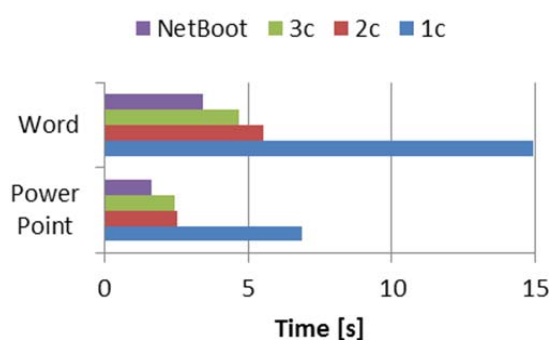


図4 実験結果：Office 起動時間

必要であると結論づけられる。また、CPU 数 2 個とそれ以上では、一般的な使用環境においてはそれほど大きな違いとはならないと考えられるが、一定の効果は期待されるため、仮想基盤システム全体の CPU 配分を考慮して、決定すべきと考えられる。

5. VDI 用仮想マシンの配備

仮想基盤システムは、余剰リソースを他サービスで利用する予定のため十分に大きな設計となっている。そこで、本システムが必要とするリソース量を明らかにし、優先的に確保しておく必要がある。本システムにおいて、VDI クライアントは 63 台であるが、開発・検証機を含め 80 台の VDI 用仮想マシンを仮想基盤システム上に起動している。これら 80 台をホスト（物理サーバ）にどう割り当てるかが設計上重要になる。尚、ノート型の 13 台は試験運用としており以下の実験期間中は利用していないため、VDI クライアントの最大同時利用数は 50 台という前提で記述している。

5.1 VDI 用仮想マシンの CPU 数とホスト CPU 使用率

VDI 用仮想マシンの CPU 数とホストの CPU 使用率との関係を明らかにするための実験を行う。4 章により VDI 用仮想マシンの CPU 数は 2 個以上が必要であるため、CPU 数が 2 個と 3 個の場合について、ホストの CPU 使用率がどのように変化するか実運用を通じた実験により評価を行う。ホスト 1, 2 を VDI 用仮想マシン専用として確保し、それぞれ 40 台の VDI 用仮想マシンを割り当てた。ホスト 1 側は、すべて CPU 数 2 個設定の VDI 用仮想マシンとし、ホスト 2 側は同様に CPU 数 3 個設定とした。実験期間は、ある一

週間の平日 5 日間で全 VDI クライアントは自習利用として学生向けに開放されている。ホストごとに CPU 使用率の一日平均（8～21 時）と 30 分区分間平均での最大値を計測する。

表 5 VDI 用仮想マシンの CPU 数とホストの CPU 使用率 [%]

	平均値		最大値 (30 分区分間平均)	
	ホスト 1	ホスト 2	ホスト 1	ホスト 2
1 日目	40.8	49.0	72.1	77.9
2 日目	49.8	49.4	78.5	88.5
3 日目	45.5	52.1	78.6	92.7
4 日目	37.8	45.5	66.5	74.1
5 日目	41.0	40.5	67.1	73.4
5 日間 平均値	43.0	47.3		

結果を表 5 に示す。5 日間平均値では、ホスト 2 側の方が 4.3 ポイントほど大きくなっていて、各日ごとの平均 CPU 使用率にはばらつきがあり、有意差であると結論付けることはできない。しかし、VDI 用仮想マシンの CPU 数が 2 個から 3 個と 1.5 倍増になったとしても、ホスト CPU 使用率の平均値が大きく増加することはないといえる。

次に、ホスト CPU 使用率の最大値について、全日ともホスト 1 に比べホスト 2 は大きな値となっていた。VDI 用仮想マシンの CPU 数が多くなったことにより、短時間においては同時に使用される CPU 数が増え、ホスト CPU 使用率の上昇につながったといえる。

5.2 最大ホスト負荷による仮想マシン割当数設計

4 章及び 5.1 の結果より、本システムでは VDI 用仮想マシンの CPU 数を 2 個と決定し、ホスト 2 台に VDI 用仮想マシンを 40 台ずつ割り当て、2 週間の実験運用を行った。この期間において、ホストの CPU 使用率とメモリ使用率の最大負荷時から、VDI 用仮想マシンの割当台数と、同時ログオン利用台数についての定式化を行う。同時ログオン利用台数とは、割り当てられた VDI 用仮想マシンのうち、実際に利用者によってログオンされ、利用されているものの台数である。VDI 用仮想マシンは、アイドル時（ログオン利用されていない状態）に比べ、ログオンし実際に利用されている状況では CPU、メモリ使用量とも大きくな

るため、最大負荷時には同時ログオン利用数がホストの負荷にとって支配的となる。以下では、まず、ホストの CPU 使用率の観点から定式化と設計を行い、次に、メモリの使用率の観点から同様に定式化と設計を行う。

5.2.1 最大ホスト CPU 使用率による仮想マシン割当数設計

この実験期間中のホストの最大 CPU 使用率（5 分区分間平均）は 91%であった。また、このとき VDI クライアント 50 台すべてに利用者がおり、各ホストの VDI 用仮想マシンは、25 台ずつログオン利用されていた。この結果より、VDI 仮想マシン用 1 台あたりのホスト CPU 使用率を算出し、最大同時ログオン利用数を算出する。VDI 用仮想マシンのアイドル時のホスト CPU 使用率は、0.5%である。したがって、VDI 用仮想マシン 1 台あたりのホスト CPU 使用率を a [%]、ホスト 1 台あたりの VDI 用仮想マシンの割当数を S [台]、同時ログオン利用数を X [台]、ホストの最大 CPU 使用率を P [%]とすると、

$$aX + 0.5(S - X) = P \quad \dots(\text{式 1})$$

となる。上述の最大負荷時には、

$$S = 40, X = 25, P = 91$$

となるため、これを解くと、

$$a = 3.34 \text{ [%]}$$

となる。また、式 1 より

$$X = (P - 0.5S) / (a - 0.5)$$

となるため、ホスト 1 台あたりの VDI 用仮想マシン割当数を 40 台のまま、ホストの最大 CPU 使用率を 100%まで許容したとすると、最大同時ログオン利用数は、28.2 台となる。

5.2.2 ホストメモリ使用量による仮想マシン割当数設計

本システムでは、VDI 用仮想マシンのメモリは 2GB としている。ホストの実メモリは 64GB であるため、すべての VDI 用仮想マシンのメモリがホストの物理メモリ内に収まるという最大限の安全設計においては、最大 32 台まで割当可能となる。しかし、仮想基盤システムは、メモリバレーニング機能や仮想マシン間でのメモリ共有機能などにより、実サイズ以上のメモリを提供することが可能であるため、32 台超の割当も許容される。しかし、どの程度のオーバーコミットが可能かは、同居する仮想マシンごとのメモリ利用状況に大きく依存するため実運用しながら決定する他ない。

この実験期間中のホストメモリ使用率（5 分区

間平均)の最大値は90%(57.6[GB]/64[GB])であった。このときVDIクライアント50台すべてに利用者があり、各ホストのVDI用仮想マシンは、25台ずつログオン利用されていた。アイドル時のVDI用仮想マシンのホストメモリ使用量は、約700MBである。ログオン利用時のVDI用仮想マシンのホストメモリ使用量を b [GB]、最大ホストメモリ使用率を Q [%]とすると、

$$bX + 0.7(S - X) = 64Q / 100 \quad \dots (式2)$$

となるため、上述の最大負荷時には、

$$S = 40, X = 25, Q = 90$$

(X, S の定義は式1と同一)

となり、これを解くと、

$$b = 1.74 \text{ [GB]}$$

となる。式2より

$$X = (64Q / 100 - 0.7S) / (b - 0.7)$$

となるため、ホスト1台あたりのVDI用仮想マシン割当数を40台のまま、ホストメモリ使用率 P を100%まで許容したとすると、最大同時ログオン利用数は、34.6台となる。しかし、ホストメモリ使用率が90%を超えた場合、スワップ発生等により著しくパフォーマンスが悪化する可能性があるとしており、設計上は90%以下に抑えることが望ましい。したがって、 $Q = 90$ とすると、最大同時ログオン利用数は25台となる。

5.3 VDI用仮想マシンの配備のまとめ

5.2の結果よりホスト1台あたりのVDI用仮想マシン割当数を40台とした場合の最大同時ログオン利用数は、ホストCPU使用率(最大100%)より28台、ホストメモリ使用率(最大90%)より、25台となるため、結果として25台となる。ホストが2台の場合には全体で50台までの同時ログオン利用が可能となる。本実験中においては、ノート型クライアントを使用していないため、VDIクライアント台数は50台であり、ちょうど限界設計となっており、この条件のまま2013年6月現在、運用を継続している。今後、ホスト2台体制のまま、ノート型クライアント13台の一般運用を開始した場合には、最大同時ログオン数が7.5台増加することになるため、ホストCPU使用率、ホストメモリ使用率の両方について設計上の最大値を超えることになるため、ホスト数を増加させる必要があると考えられる。

6. まとめ

本論文では、三重大学総合情報処理センターのセンター系システム更新において、仮想基盤シス

テム上にVDI型クライアントシステムを構築し、実運用を通じて評価と最適設計を行った。具体的には、クライアントへの休止状態の積極利用により起動の高速化と省電力化の両立を図った。また、同時に導入したネットブート型クライアントと起動時間について比較を行った。次に、ベンチマークを通じてVDI用仮想マシンの性能を計測し、高負荷時における性能低下について確認した。この結果、VDI用仮想マシンのCPU数について2個以上が必要であることがわかった。次に、VDI用仮想マシンのCPU数とホストCPU使用率について実運用を通じて計測を行い、VDI用仮想マシンのCPU数を2個と決定した。次に、ホストの最大負荷時を基準として、VDI用仮想マシン1台あたりのホストCPU使用率及びホストメモリ使用率を明らかにし、ホストへのVDI用仮想マシン割当数と最大同時ログオン数の関係を定式化した。この結果、ホスト1台に対して、VDI用仮想マシン40台を割り当てた場合、最大同時ログオン数は25台となった。したがって、本学の場合、ホスト2台をVDI用仮想マシン専用として割り当てればよいことがわかった。

本論文で定式化した最大同時ログオン数は、実験期間内における最大負荷時を基準としているため、ごく短時間においては設計上限を超えている場合があると推測される。実運用においては各ホストのCPU及びメモリ使用状況を監視しているが、ごく短時間の過負荷状態の検出は困難である。今後、そうした状況を検出し、利用者に与える影響を定量化したいと考えている。

参考文献

- [1]上田 浩他, “ネットブートとデスクトップ仮想化を採用した京都大学の教育用端末系の構築:TCO削減を目指して”, 情報処理学会 インターネットと運用技術シンポジウム2012 論文集
- [2]杉浦徳宏, “仮想サーバによるネットブート型教室システムの構築と評価”, 学術情報処理研究, No.17, 2013 (投稿中)
- [3]VMware vSphere 5 Standard, <http://www.vmware.com/jp/products/datacenter-virtualization/vsphere/overview.html> (accessed 2013.5)
- [4]Citrix XenDesktop, <http://www.citrix.co.jp/products/xendesktop/overview.html> (accessed 2013.5)
- [5]永田 治樹, “大学図書館における新しい「場」インフォメーション・コモンズとラーニング・コモンズ”, 名古屋大学附属図書館研究年報, 2008