

全面仮想化を実現した名古屋工業大学情報基盤システム

松尾 啓志

名古屋工業大学 情報基盤センター

matsuo@nitech.ac.jp

概要：名古屋工業大学では、2007年4月に導入した全学の認証システム・教育用PC・事務用シンクライアント・各種サーバ群を構成する情報基盤システムを、2012年3月に全面仮想化システムとしてリプレイスを行った。本発表では、リプレイスされた新情報基盤システムの概要について示す。

1 はじめに

名古屋工業大学では、2007年4月に情報基盤システムを導入した。この情報基盤システム上には、全学PKI ICカード認証システム、シングルサインオンシステム・Active Directory・LDAPなどの認証系システム、教職員グループウェア・学生ポータル、電子ワークフローを含む各種事務サービス群、教育用PC関連のファイルサーバなどの各種管理系サーバ、事務のシンクライアント用サーバ、Moodle・Mahara・ICカード出欠システムなどの学生サービス群用サーバなどを含む学内の様々な教育・事務システムが動作している。レンタルによる導入のため、導入後5年でのリプレイスが必要となった。本稿では、リプレイスの際に考慮した点、全面仮想化システムの導入に至った経緯、導入システムの概要、導入時および導入後の利便性、問題点について示す。

2 旧情報基盤システムの概要

2.1 ハードウェア構成

旧システムの構成を下記に示す。

- ブレードサーバ 40台
- ラックマウントサーバ 14台
- ストレージエリアネットワーク
- ユーザー用NAS
- その他ネットワークスイッチ、UPSなど

これらは合計5台のラックで構成され、40ブレードサーバのみの発熱量は約60000kJ/h、最大消費電力は16kWであり、ラックマウントサーバなどを含めた最大消費電力は約40kWにも達し、これらのサーバ群を冷却するための空調装置として5kwの冷房能力を有するエアコンが5台(合計25kw)常時稼働しているが、特に夏場昼間においてはほぼフル稼働の状態となっていた。

2.2 ソフトウェア構成

2.1で示したハードウェアそれぞれに、ほぼ独立した機能が割り当てられている。

ブレードサーバ群

- 20台：シンクライアント管理用
- 8台：Active Directory, LDAP 関連
- 8台：PKI 認証と SSO、学生ポータル及び教職員グループウェア
- 4台：学生用メールサーバーなど

ラックマウントサーバ群

- 2台：教育用 LINUX
- 2台：教育用 Moodle
- 2台：図書館関連システム
- 2台：Web サービス構築用 VM 環境
- 4台：各種学生用英語教育 CALL システム
- 2台：OS イメージ配布用サーバ

なお本来は1つのサーバに複数の機能を持たせることも可能であるが、個々のシステムの責任境界を明確化するためにも、1台の筐体には1OS、1システムを割り当てることになった。

3 旧システムの問題点

3.1 リソースの固定化

このように54台の物理サーバと、大量のディスク群で構成される旧システムの最大の問題は、リソースの配分が固定的であるということである。つまり、ほとんどのサーバのCPU負荷は非常に軽く、一部のサーバのみのCPU負荷が高い状態となっている。また新入生が入ってきて最初の教育用PCの設定時には、特にSSOと学生ポータル関連のサーバが高負荷になるが、CPUリソースを動的に割り当てることができない。また当然SSO

関連のサーバは、ロードバランサを経由している
ので、サーバを増やすことにより、総処理速度を
向上させることも可能であるが、固定的な物理サ
ーバ割り当てでは、このような対策も不可能であ
る。またディスク空き容量も、長年の運用でアン
バランスが生じてしまった。

3.2 教育用 PC 端末へのセキュリティパッチ適 用

教育用 PC 端末 550 台の管理コストも問題とな
った。旧システムでもイメージ配信を行うシステ
ムは導入していたが、電源断の状態からのイメ
ージ配信ができない点や、イメージの部分配信が
できない点などから、最近の Acrobat、Flash や Java
の頻繁なセキュリティパッチに対応することが困
難となっていた。

3.3 SSO 環境のライセンス価格の高騰

SSO 環境としてサンマイクロシステムズ社製
の SUN Java Identity Manager を導入していた
が、価格体系の変更により、継続的な導入が困
難となった。

3.4 シンククライアント環境

シンククライアント環境として Windows
Server 2003R2 上の Citrix Presentation

Server を利用していたが、事務システムとして
必須のソフトウェアが 2003R2 上でサポートさ
れない場合が増えてきた。さらに導入時点では
32bitOS のため、主記憶 4GB を約 20 人で利用
する環境となっていた。最近のブラウザはタブ
利用により、大量のメモリを必要とする実装が
多く、主記憶の不足による処理速度の低下も問
題となっていた。

4 全面仮想化情報基盤システム

4.1 全面仮想化によるプライベートクラウド

3.1,3.4 の問題を解決するために、全面仮想化に
よるプライベートクラウドシステムを導入した。
具体的にはサーバ仮想化(IaaS)+ディスク仮想化
(シンプロビジョニング+SSD・SAS・SATA 階層
化を利用したステージング)+デスクトップ仮想
化(仮想 PC 方式) + ネットワーク仮想化(名工
大では従来から完全ダイナミック VLAN を導入済
み) の 4 階層での仮想化を実現した全面仮想化プ
ライベートクラウドを導入した。さらに、OS とし
て Windows 2008R2 Enterprise Server と Red
hat LINUX 無制限ライセンスを導入すること
により、事実上仮想サーバ上での新規サーバに用
いる OS の導入コストをゼロにした。

合計240物理コア/3TBメモリ/10G NWによるフル仮想化サーバファーム

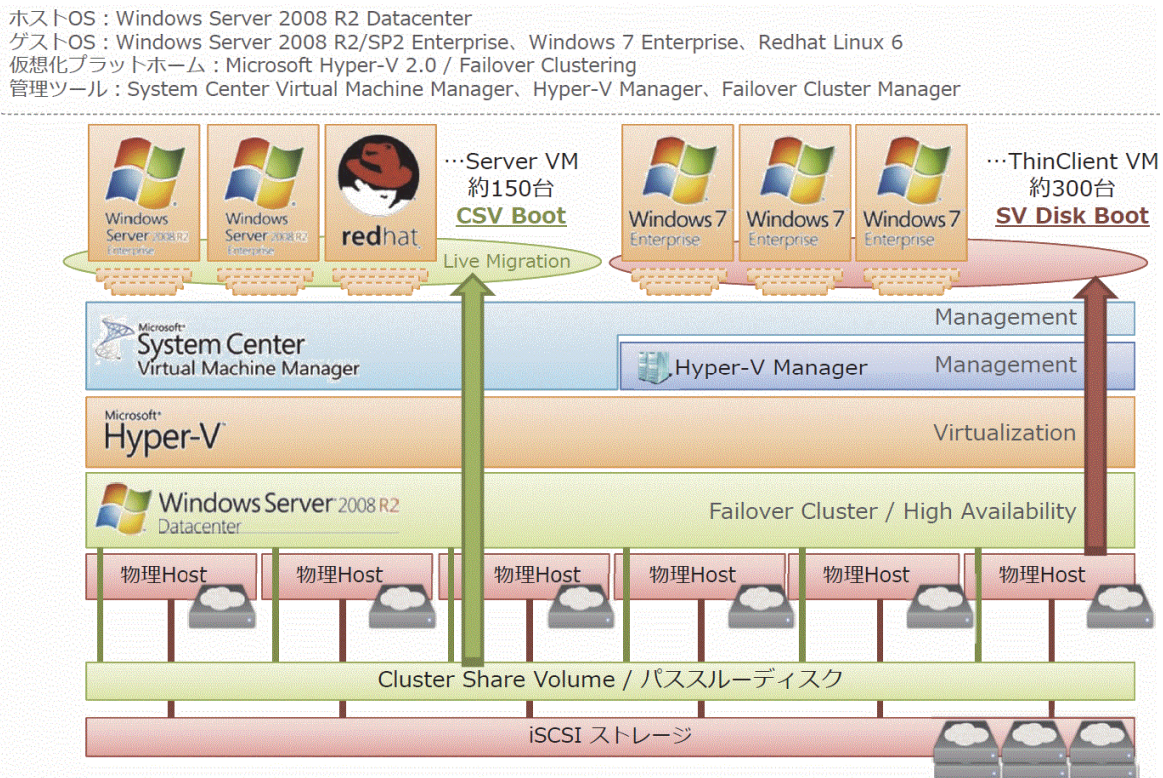


図 1 基盤システムソフトウェア構成図

4.2 オープンソース・コモディティハード・ソフトの導入

大学の情報基盤システムは、当然ながら導入予算が存在する。従って、コストとパフォーマンスのバランスが重要となる。従って、我々はオープンソースの積極的な導入と、コモディティハード・ソフトの導入を積極的に行った。

オープンソースとしては、認証環境の完全オープンソース化を行った。具体的には、OpenAM, リバースプロキシとして Apache, IDM として UnicornIDM, OpenLDAP を導入した。さらに学生ポータルとして jsig が開発している uPortal, ETL ツールとして従来からの DataStage ではなく、Pentaho、またデータベースは可能な限り MySQL と PostgreSQL を利用した。また CMS 関連としては従来から Moodle と Mahara を利用している。

また仮想計算機としてマイクロソフト社製の Hyper-V, VM管理・教育用PC管理（イメージ配信など）・バックアップ管理などを統合して行うことのできる管理ソフトウェア群として、同じくマ

イクロソフト社製の System Center Suite を導入した。図1にソフトウェア構成図を示す。仮想計算機の選択肢として VMware も考慮したが、コストパフォーマンスの比較（保守費・ゲストOSのライセンス費用など）、及び様々なシステムを一貫して管理できる System Center の利便性などを考慮した。

さらにサーバのハードウェアはコスト高のブレードサーバでは無く、4xCPU(1CPUあたり10コア)、主記憶512GBのラックマウントサーバを6台導入した。図2に概略図を示す。我々の基盤システム運用経験では、学内の情報基盤システムでは、CPU能力の不足は、ほぼ皆無であり、十分なメモリを与えることが可能であれば、CPUのオーバークミットメントは、システム全体としての能力に影響を与えないと判断したためである。

実際にクラスタシステム全体で4(ソケット)x10(コア)x2(ハイパースレッド)x6(台)の480コアの上に、シンクライアント用仮想PC250台(1CPUを割り当て)、種々のサーバ150台(4CPUを割り当て)が稼働中である、所謂CPUオーバ-

合計240物理コア/3TBメモリ/10G NWによるフル仮想化サーバファーム

サーバ：hp DL580 G7 (Intel Xeon E7 10Cores × 4Sockets / 512GB Memory) × 6台
サーバ集約スイッチ：AlaxsIA AX3830S (10GB Ether SFP+) × 2台(1台はCold Standby)
iSCSIスイッチ：AlaxsIA AX3830S (10GB Ether SFP+) × 2台
SSLアクセラレータ兼負荷分散装置：Citrix NetScaler MPX9500 × 2台
メインストレージ：EMC VNX5700 (Cache/SSD/FC-HDD/SATAの階層化ディスク構成) × 1台
バックアップストレージ：EMC VNX5300 (SATA) × 1台
ディザスタリカバリ対策のため、外部データセンタにバックアップストレージを設置。

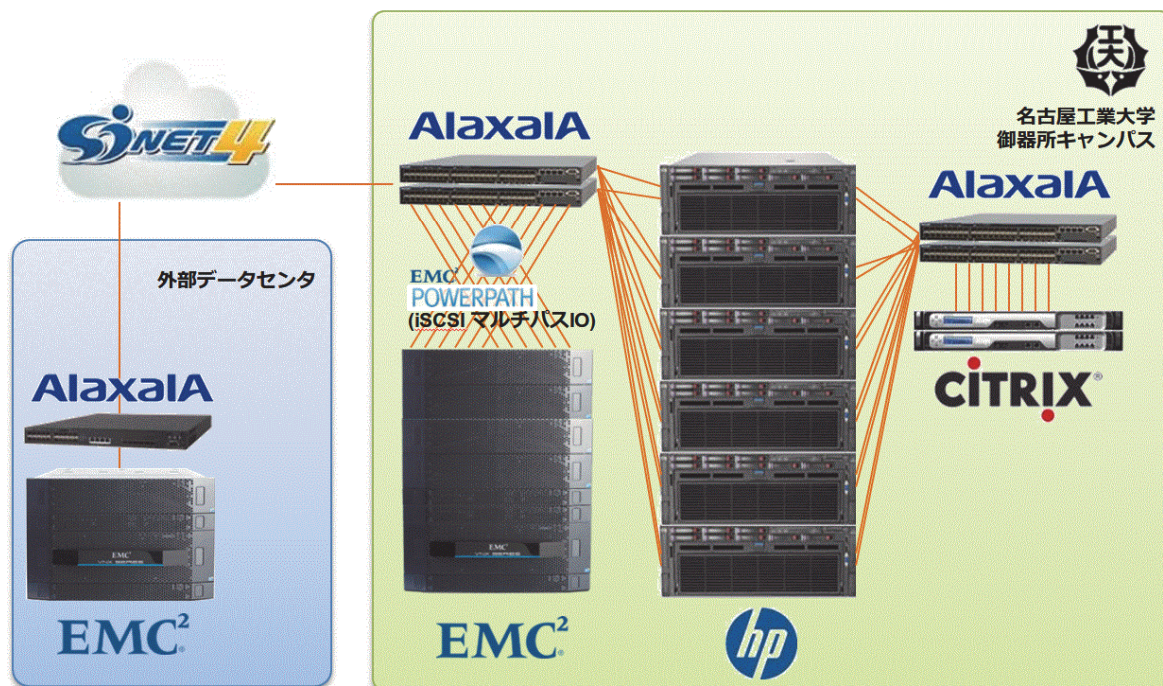


図2 基盤システム基本ハードウェアと配線図

コミットメント状態ではあるが、CPU の総能力不足からくる性能低下は観測されていない。

また必要となる電源容量は 30%程度にまで低減できた。さらに 6 台中 4 台もしくは 3 台のみで動作させる縮退運転モードも導入した。例えば土日はサーバ 3 台での縮退、長期休暇時はサーバ 4 台での縮退運転が可能となる。

5 導入後の評価

導入後、大きなトラブルは、下記に示す 1 回以外はなく、比較的安定的に稼働していると同時に、学内の複数のサーバを新基盤システムへの統合が進み、動作している仮想計算機サーバが順調に増加している。

設計時・導入時・導入後に問題となった点を示す。

- 導入時 10G NIC の不調：本システムは I/O 周りを、全て 10Gbps イーサネットで統合した。従って VM 利用時のスループット向上は必須である。そこで TCP のさまざまなオーバーヘッドをオフロードできる VMQ (Virtual Machine Queue) を導入した。しかし、導入時点で VMQ をサポートできる 10GNIC が少なく、最初に導入した NIC が非常に不安定であった。その結果 iSCSI で接続した SAN も不安定となり、システム全体が不安定な状態が続いた。その後、実際の運用前に他の NIC に交換することにより、不安定性は解消された。
- 導入後 クラスタボリュームのアクセス不可：外部データセンタの EMC ダウンが引き金となり、クラスタシステム中の共有ボリュームがアクセス不能となり、システムが全面停止した。この原因及び対策はマイクロソフト KB2687646 で公開されていた。このパッチを適用し解決したが、システム設計時のチェックミスである（ただし膨大な KB を事前にチェックするのは困難である）。
- 導入後 LINUX(Redhat)の不安定：特に iSCSI のパフォーマンスと安定性が問題となった。しかし Hyper-V 統合サービス 3.3 の適用により、現在では安定化している。
- 設計時 リソース制限：Hyper-V 2.0 は、各 VM に割り当てることができる CPU が 4 つまで、仮想ファイル VHD が 2TB まで

という制限がある。特に CPU 数の制限は、例えば教職員グループウェアとして用いている SharePoint Server の能力向上時に問題となった。Hyper-V 3.0 からはこの 2 点の制限は解消される予定なので、今後に期待する。

6 おわりに

全面仮想化は、OS 層の下に VM 層を挟むため、システムとしては複雑化に繋がる。しかし、少なくともかつ固定的な予算の中から学内基盤システムを充実させていくためには、サーバの柔軟な構築は必須であり、また十分に高速になった CPU で、1 つのアプリケーションのみを動作させるのも、電力・費用の面からも非効率である。従って仮想化は必須であるとともに、システム管理者の負担を考えた場合は、全てのシステムが統一環境で管理できる枠組みも重要である。従って、全面仮想化は避けて通れない技術であり、また今後の大学情報基盤の基本的な枠組みなると考える。

一方、仮想化技術自体がまだ進歩途中であり、次期リプレースに向けた情報収集も継続的に行っていく必要がある。特に今後は、外部データセンタにハードウェアを設置するプライベートクラウドシステムへの移行が本格化すると考える。本システムでも既に 10Gbps で接続されたデータセンタ内にバックアップディスクを有しており、プライベートクラウド化に向けて、ネットワーク帯域的な制限は少ないと考える。次期システムでは、耐震化、UPS の削減などメリットの多いプライベートクラウドを検討する予定である。

参考文献

- [1] Microsoft Hyper-V 構成ガイド
<http://technet.microsoft.com/ja-jp/virtualization/hh757499.aspx>
- [2] マイクロソフト事例紹介：名古屋工業大学
<http://www.microsoft.com/ja-jp/casestudies/nitech2.aspx>
- [3] DELL 紹介事例：名古屋工業大学
<http://content.dell.com/jp/ja/corp/d/corporate~case-studies~ja/Documents~2012-nagoya-institute-of-technology-university-jp.pdf.aspx>