

## 仮想マシン Xen<sup>1</sup>の制御システムへの適用

伊藤孝之\* 飯塚剛† 金木佑介‡ 有本雅昭§ 藤田淳文\*\*

三菱電機株式会社††

### 1. はじめに

当社では、従来の制御システムを仮想化技術を用いて統合し、サーバ集約によるコスト削減と、物理サーバリプレースの容易化による長期保守を目指した制御システムを検討している。仮想化ソフトウェアとして、オープンソースの仮想マシンモニターである Xen の適用を検討した。Xen を我々の制御システムに適用するにあたって考慮した点について述べる。

### 2. システム構成概要

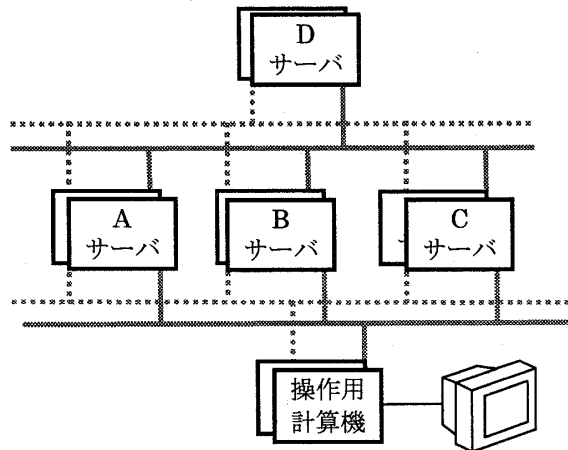


図 1 従来のシステム

従来のシステムを図 1 に記す。制御用のサーバと、各種処理を行うサーバをネットワークで接続し、各種サーバと操作用計算機を別のネットワークで接続する。ネットワークおよびサーバは冗長化し、ハードウェア障害に対応している。今回、これと同じ構成の N 台のシステムを集約し、図 2 の構成にする。各システムの負荷ピーク時間帯がそれぞれ異なることを前提に、同一用途のサーバを、1 台の物理サーバに集約する。

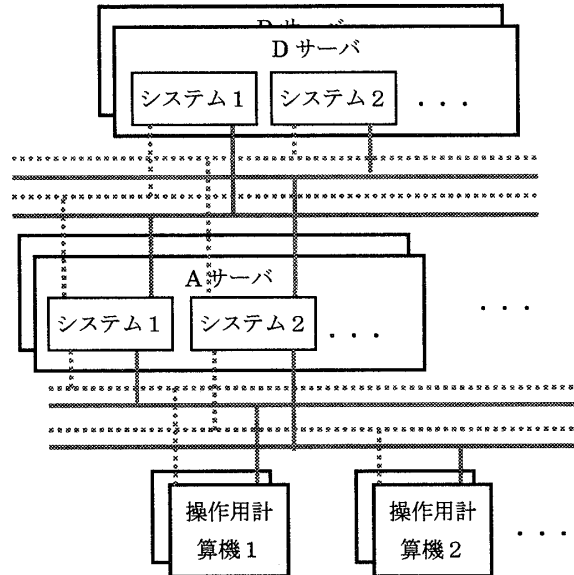


図 2 集約したシステム

### 3. 課題

仮想マシンによるサーバ集約を行うにあたり、以下の課題について検討した。

#### 3.1. 性能

仮想化のオーバーヘッドによる性能劣化、あるいは従来のシステム N 台のサーバを 1 台の物理サーバに集約して、性能要件を満たすことができるかを検討した。

#### 3.2. 他の仮想マシンの影響

今回適用したシステムは、厳密なリアルタイム性は要求されないが、秒オーダーの処理の滞りは問題となる。同じ物理サーバ上の他のシステムがハードウェアリソースを使用する影響により、こうした処理の遅延が発生しないかを検討した。物理リソースとして CPU、ネットワーク帯域、ディスク I/O 処理について考え、これらのリソースを他の仮想マシンで使用したときの

Applying Xen to Control Systems

\* Takayuki ITO

† Tsuyoshi IIZUKA

‡ Yusuke KANEKI

§ Masaaki ARIMOTO

\*\* Atsufumi FUJITA

†† Mitsubishi Electric Corporation

影響を調査した。

### 3.3. ネットワーク集約

図 1に示すように、従来の構成では 1 台のサーバを 2 つ以上のネットワークに接続し、さらに二重化しているため 1 台のサーバは 4 つ以上のネットワークカードを必要とする。また、集約するにあたって、各システム間は従来どおりネットワークを分ける必要があったため、単純に集約すると、1 台の物理サーバに  $4 \times N$  以上のネットワークカードを装着しなければならない。

## 4. 検討結果

上記の課題に対する検討結果は次のとおりである。

### 4.1. 性能

既存システムは、2000 年頃の CPU コアクロックが 1GHz に満たない 1 CPU のサーバを使用していた。当時に比べて現在の CPU は、数倍以上の性能向上と、マルチコア化によるスケールアウトにより、Dual Core の Xeon<sup>2</sup> を 1 ソケットで、従来のサーバを集約できると考えた。そして、仮想化によるオーバーヘッド、および I/O 性能について問題ないかを検討した。

Xen には実際のハードウェアと同じエミュレーションを行う完全仮想化と、Xen との間のインタフェースを利用するよう OS を改造し、エミュレーションのオーバーヘッドを減らした準仮想化がある。我々は当初、従来のシステムを変更せずに Xen による集約を考え、完全仮想化を試みた。しかし、Xen に搭載した性能が物理サーバ上で実行した場合に比べて、ディスクで 1/3、ネットワークで 1/10 にスループットが低下した。一方、準仮想化では、物理サーバに対して 80% 以上のスループットが得られたので、準仮想化を採用した。

ディスクについては、1 台のディスクに複数の仮想マシンを集約した場合、性能面の劣化は避けられない。また、比較的発生しやすいディスク故障により複数の仮想マシンが同時にダウンすることを避けるため、各仮想マシンごとに物理ディスクを割り当てることにした。

ネットワークについては、ギガビットイーサネット化により、サーバ集約を行っても従来の 100M イーサネット以上の性能を確保した。

### 4.2. 他の仮想マシンの影響

Xen のスケジューラは、予め割り当てた重み付けにしたがった配分で、各仮想マシンに CPU を割り当てる。そのため、各仮想マシンの重み付けを等しく設定しておくことにより、CPU リソー

スを均等に割り当てられる。他の仮想マシンに CPU 負荷をかけながら、ネットワークのターンアラウンド性能等の応答時間を測定し、問題が無いことを確認した。

ディスクについては、仮想マシンごとに物理ディスクを分け、他の仮想マシンによるディスクアクセス負荷の影響を排除した。

ネットワーク帯域については、Xen の仮想ネットワークの帯域制御機能により、1 台の仮想マシンが利用可能な帯域の上限を制限し、特定の仮想マシンによる帯域の占有を抑止した。

### 4.3. ネットワーク集約

ネットワーク集約は、タグ VLAN (IEEE802.1Q) を用いて実現した。サーバ内に定義した仮想 L2 スイッチと物理ネットワークスイッチを、サーバのネットワークカードを介して接続し、各仮想マシンはそれぞれの VLAN に接続する (図 3)。物理サーバのネットワークカードと L2 スイッチの間は VLAN トランクにより 1 本の線で接続する。図 3には記載していないが、冗長化したネットワークも同様に構成し、物理サーバは 2 つのネットワークカードのみで構成できた。

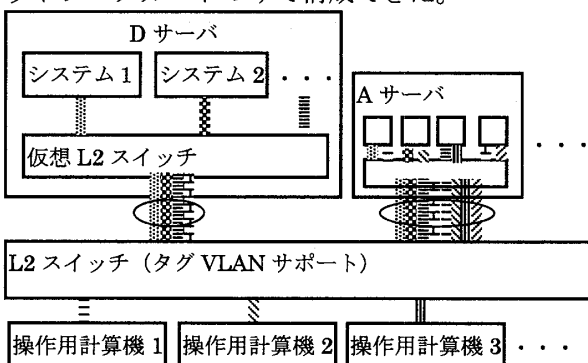


図 3 VLAN を用いたネットワーク構成

## 5. おわりに

当社の制御システムへの Xen の適用事例を紹介した。

今後は、障害発生時の対処方法の検討、および冗長構成用ミドルウェアの仮想マシンへの対応を行っていく予定である。

### 参考文献

[1] Paul Barham 他 Xen and the Art of Virtualization

<sup>1</sup> Xen は Xensource 社の登録商標である。

<sup>2</sup> Xeon は Intel 社の登録商標である。