

# 蓄積稼働データによるキャパシティ予測管理へのアプローチ

株式会社アイ・アイ・エム 技術部 塩川 孝雄

サーバ群システム全体の負荷実態を把握することは日常運用において非常に困難である。そこで、負荷推移の可視化によりキャパシティ予測管理を実現する方策について考察する。それは、組織横断的な予測管理ルール、および多数サーバの優先表示による鳥瞰的な短時間把握方法を確立することである。本稿では、システム運用管理者が自ら改善方法を提案できる仕組みを構築し、その実用性について一部検証を試みる。

## Approach to capacity forecast management by accumulation operation data

Takao Shiokawa, Engineering Department, IIM Corporation

At the large scale system operation of many servers, it is quite difficult to understand the actual condition of the load on all servers daily. I propose the way and strategy that give the bird's-eye understanding over the whole system easily and quickly. It also substantializes "the Capacity forecast". This will become reality by the long term accumulation of selected operation data, the data display in the order of descending priorities, and the cross-sectional Forecast management rule. Here I introduce concrete mechanisms of them. A part of the practicality is verified.

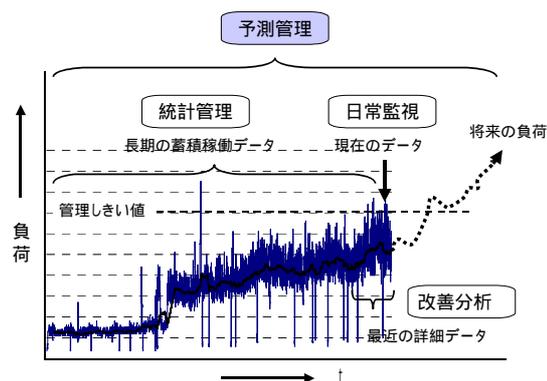
### 1. はじめに

システム運用段階におけるキャパシティ管理は、「日常監視」「統計管理」および「改善分析」の組み合わせにより行われる。

これまで一般に提案されているサーバ群の日常監視は、短期の稼働データを対象としたしきい値を中心とするものである。しかし、サーバ台数の増加に伴いしきい値の設定もままならないのが現実となっている。

本稿で取り扱う予測管理は、問題の発生を未然に防止することを目的として、一般には別々であった日常監視と、長期の蓄積稼働データを使用する統計管理を複合したものである。(図 1 参照)

システム運用管理者がこの「予測管理」を日常運用で可能とするためには、長期間蓄積されている大量の稼働データを容易に可視化し、即時に把握できることが必要である。最近、IT の進展によりパソコンでの高速・大容量の固定ディスクの利用が可能となり、またエクセルソフトの機能を最大限活用することで、大量データの可視化が比較的容易に行えるようになってきた。



(図 - 1)

### 2. 可視化による実利的な予測管理

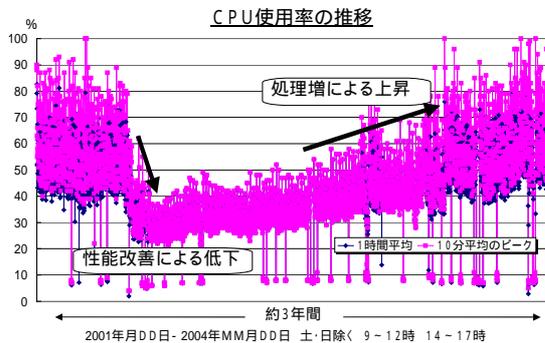
#### (1) 可視化の効用

大規模なサーバ群であるほど、蓄積するデータ量が多くなり、稼働データの有効な活用が困難になる。

しかし、ディスクやバックアップテープの中で長期間眠っている稼働データを取り出して、負荷推移グラフにしてみると、その傾向から負荷予測が可能である様子が分る。(サンプル図 - 1 参照)

「予測管理」は、その言葉の意味合いから、稼働データに複雑な統計処理をして将来の予測値を算出することであるとイメージしがちであった。

しかし、幾年かの稼働データを目の前にしているうちに、可視化するだけで、将来起こりうる問題が自然に見えてくるということが分ってきた。



(サンプル図 - 1)

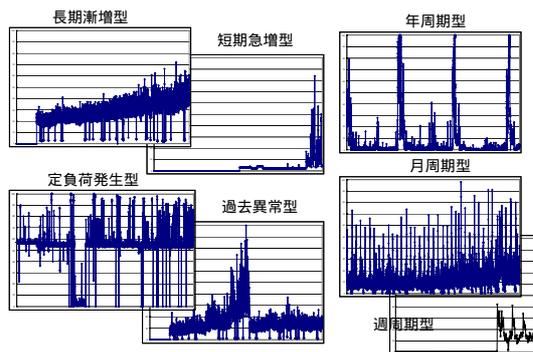
## (2) 負荷推移のパターン

管理対象のサーバがどのような負荷推移パターンであるかを事前に分類整理することが出来れば、負荷予測だけでなく問題発生の際にも気づき易くなる。

複合したパターン分類も考えられるが、CPU使用率の特徴的な推移パターンの分類例を次に列挙する。

- 長期漸増型：自然増を中心に長期間かけて増加
- 短期急増型：計画増を中心に短期間に増加
- 定負荷発生型：システムループでの異常な負荷
- 過去異常型：高負荷を経験しその後改善した負荷
- 年周期型：1年サイクルで負荷増減の繰り返し
- 月周期型：1ヶ月サイクルで負荷増減を繰り返し
- 週周期型：1週間サイクルで負荷増減を繰り返し

### CPU使用率の推移パターン例



- は約3年間、 は約3ヶ月間のサンプル稼働データによる

(サンプル図 - 2)

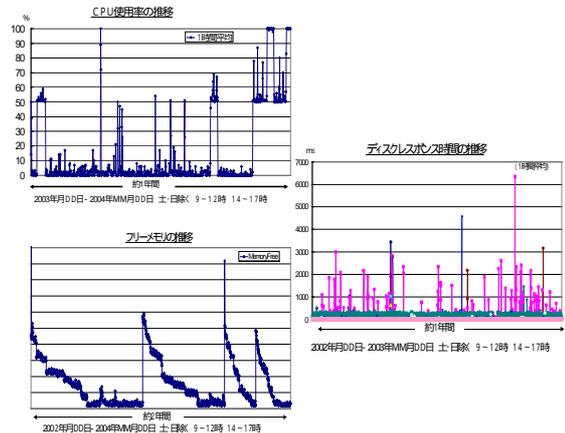
## (3) 異常負荷の例

予測管理以前の問題ではあるが、分散システムの運用が開始されて以来、未だ日常的に異常な負荷が散見される。

その例として、まずシステムループが挙げられる。サンプル図 - 3の左上のように明らかな正常負荷に

対して「CPU基板の枚数分の1」の整数倍の不要な負荷が混在しているケースがある。

次にメモリ関係では、CPU負荷は正常にみえても、メモリの開放がされずにフリーメモリが減少し、リブートすることで余裕ができる図の左下のような特徴的なパターンが多く見受けられる。



(サンプル図 - 3)

ディスクのレスポンス時間では、急に大きな遅延が発生しているケースがある。これは、サーバの高負荷やエラーログなどの異常処理時に、一部のデバイスでアクセス待ちとなることが起因している。

ディスクビジー率では、既に100%のディスクネックになっているケースもある。

以上のような、異常なサーバの動きをシステム運用管理者が日常運用で把握出来ていないことが、初期対応を遅らせ大きな問題に繋がる要因となっている。

## 3. 予測管理の考慮点

### (1) 現状の問題

予測管理の役割には、日常のおよび計画的な2つの側面がある。前者は、近い将来に発生するであろう問題の未然回避である。後者は、システム形成計画へ連係して、長期的にリソースの適正規模を維持しようというものである。

ユーザにおける中長期の設備計画が3年程度であることを考えると、設備増強の要否についてP D C Aを廻しながら客観的に評価するには、1～3年程度の蓄積稼働データが欲しいところである。

しかし、この予測管理を実運用で継続させるには、次に挙げる3つの「予測管理の推進を阻む問題」を解

消していかなければならない。

### 全体を把握しにくい

多くのユーザで「全てのサーバ負荷を把握する必要が無いのでは」という話しを耳にすることがある。

一方で、「負荷実態が把握されていないサーバは問題の発生するケースが多い」というのも事実である。

これは、管理の要否というより、サーバの場合はホスト機に比べ「台数が多く、しかも入れ替え・増設が頻繁にあり、全体の負荷実態を把握しにくい」ということであって、できうれば全サーバを把握したいところである。

### 問題かどうか判断しにくい

キャパシティ管理において「監視とは何をするのか」という素朴な疑問がある。それは、システム運用管理者が「問題かどうか判定する手段を持ち合わせていない」ところによる。

### 運用が引継がれていない

システム開発部門が、開発完了後もキャパシティ管理に関する業務を運用管理部門へ引継いでいないことがある。サーバはホスト機と異なり、システムの規模が小さく影響度合いの少ないことが理由と思われる。しかし、長期的には社内牽制や技術継承の面からSLAの維持が困難となってくる。

## (2) 予測管理の失敗事例

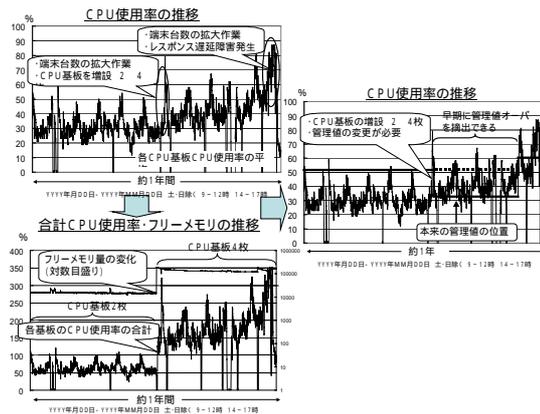
ここで、予測管理が機能しなかった事例を述べる。

システム改訂に伴い、数百台の端末を約1年間で段階的に増設したが、端末のレスポンスに遅延が生じ、最終段階でピーク負荷を乗り切れずに旧システムへ戻した例である。

運用部門は、全社のサーバ群全体についてCPU使用率の横並び比較グラフにより監視していたが、利用者からのクレームがあるまで気がつかなかった。

結果として、処理1件当たりの実負荷は、計画値に対して2倍以上にもなっていた。調査の結果、開発段階で「負荷予測ミス」があったことが判り、一次原因として次のことが挙げられた。

- トランザクション増による瞬間処理の負荷増
- ソフトウェア負荷の積み上げ漏れ
- CPU基板増設によるOSオーバヘッド負荷増



(サンプル図 - 4)

サンプル図 - 4は蓄積稼働データにより作成したものである。左上のグラフはCPU使用率の推移である。このグラフからは、最後の高負荷(90%程度)発生までどのような負荷変動があったのを読み取りにくい。

これに対し、左下のグラフはCPU基板の枚数の増設を考慮して、各CPU使用率を合計した推移グラフにフリーメモリの大きさの推移を併記したものである。これによると、途中で大きな負荷の変化があったことが分る。

この事例では、管理値を併記した右のようなグラフで管理することが出来ていれば、余裕(事例では約半年間)をもってレスポンス遅延の回避ができたものと思われる。

## (3) 問題解決の考え方

通常は、システム導入開始時およびシステム改訂の前後で計画値に基づいて実績値が評価されていれば、実障害にはならないはずである。しかし、システム使用量の予想外の変化や、システムのブラックボックス化の進展等により、当初の負荷予測が狂うところに大きな問題がある。

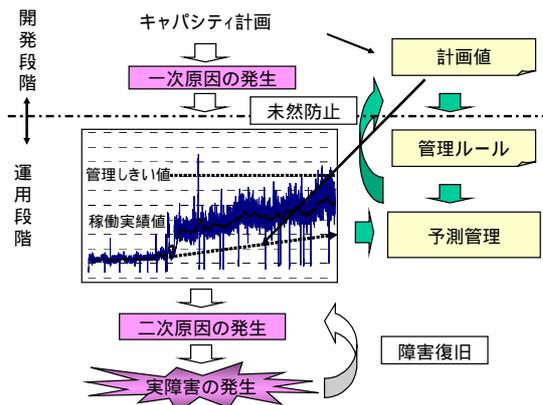
このなかで、3(1)項の問題に対処していくには、これまでに多くのユーザが取り組んできた「品質管理」の手法をキャパシティ予測管理にも取り入れるべきであると思う。

一般的に品質管理では、  
統計的な考え方、手法を駆使する  
組織的に遂行する  
の2つの側面が重要である。

は、層に別ける、標本の利用、相関関係の利用等により全体をつかむことである。は、標準の制定、

標準との差異チェック、必要なときに適宜処置をとるといった事を組織全体の活動として行うことである。

そのためには、運用段階でレスポンス遅延等の実障害発生の原因となる「処理件数の予想外の変化」や「予測計算の間違い」といった負荷予測ミスが、既に一次原因として内在していることを前提として、図-2に示すような統計的・組織的な品質管理の概念を組み入れた予測管理ルールが必要となる。



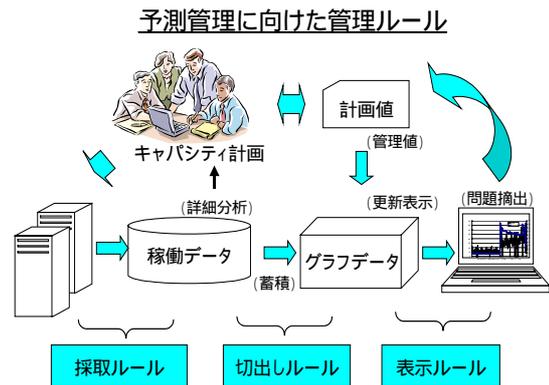
(図-2)

次に、先に挙げた現状の問題に対して考えられる考慮点を列挙してみる。

- 全体を把握し易くするには とにかく整理整頓
- ・ 業務・個所別等の分類による仕分け
- ・ 重点管理サーバの選定、階層付け
- ・ 問題の大きいサーバ順に把握する仕掛け 等
- 判断を行い易くするには 統計分析的な可視化**
- ・ 統計管理項目の設定
  - パフォーマンス指標（CPU使用率等）、負荷量（処理件数）、処理時間（レスポンス）
- ・ 時間帯を層分けした統計
- ・ 過去・横並び比較（相関）分析
- ・ 仮管理値の自動設定 等
- 運用が引継がれない 蓄積稼働データの公開**
- ・ 管理値（計画値）の引継ぎ
- ・ 可視化を含む稼働データのフィードバック
- ・ キャパシティ管理手順のマニュアル整備 等

#### 4. 予測管理ルールの確立

継続的に予測管理を行うには、先に述べたように開発・運用部門共通の組織横断的な管理ルールを確立させる必要がある。



(図-3)

管理ルールは大きく、稼働データの「採取ルール」、稼働データからの「切り出しルール」および可視化のための「表示ルール」に分類できる。(図-3参照)

以下に分類毎のルール項目の一例を述べてみる。

##### (1) 採取ルール項目

稼働データを活用するためには、基となるデータが揃っていることが前提となる。そのため、稼働データ採取の段階から決めておかなければならない項目として次が挙げられる。

- サーバグループの分類・コード付け
- 採取項目の取り決め
- 採取間隔の取り決め
- 稼働データの蓄積期間の取り決め
- 稼働データのバックアップ 等

##### (2) 切り出しルール項目

1日単位の時間帯は、一般に「日中のオンライン時間帯」「夜間バッチ時間帯」および「保守時間帯」に分けられる。予測管理を効率よく行うには、膨大な蓄積稼働データからこれらの時間帯やロードカーブを考慮して層別にデータを切り出す必要がある。ユーザ毎に管理ポイントをおさえるべき切り出しの項目例を挙げる。

- 日中の平均負荷率
- 日中のピーク負荷率
- 日中のピーク時間帯の単位時間平均
- 夜間バッチの平均負荷
- 夜間バッチ処理の終了時刻 等

実業務では、休祭日の取り扱いや何らかの理由で稼働データを採取出来なかった時の取り扱いを決めておく必要がある。特に、ピーク日については漏れないように注意する。

### (3)表示ルール項目

ユーザ毎の運用管理体制により異なるが、次に共通する表示ルールの項目を挙げる。

- 表示データの項目(管理値の同時表示を含む)
- 表示するデータ期間
- 表示の更新時期
- 表示画面様式の統一
- 多数サーバの場合の表示優先度
- 関係部門との表示の共有内容 等

## 5. 実用性の検証

### (1)鳥瞰的に負荷推移を把握する方法

予測管理は、システム運用管理者が各職場で業務の品質管理の一環として取り組めることが望ましい。

このため、身近なパソコン技術を活用し、多数サーバの負荷推移を短時間に鳥瞰的に把握する方法を試行した。既に蓄積稼働データにより負荷推移グラフを日々更新しているものとし、表示機能を主体に実用性の検証を行った。

そして、「サーバ台数の多少に関わらず毎日20分程度で全サーバを鳥瞰的に把握できる」ことを目標とした。表示方法は、問題と思われるサーバ順に最初はゆっくり、後半は高速に優先表示(10秒~1秒程度)する仕組みをエクセルのマクロを活用して実現することとした。

想定したシステム概要は次の通りである。

#### パソコンの設備構成

4 CPU、2 GHz、524 KB RAM、USB 2.0 経由で250 GB 固定ディスク使用

#### 蓄積稼働データのモデル

約500台、約3年間(キャパシティ管理ツールES/1 NEOで採取、約100項目1H間隔)

#### データ切り出し・グラフ化

4項目: CPU使用率、フリーメモリ量、ディスクビジー率、ディスクレスポンス時間、オンラインピーク時間帯(土日を除く9~12時、14~17時: 1H平均×6データ/日)

### (2)試行結果

最初に、次の通り全稼働データを一括グラフ化し、仕分け整理を手作業にて行った。

#### パソコンへの蓄積稼働データの取り込み

データ量: バックアップテープ(約160GB)

約1時間30分 環境準備を含め約2人日

#### データの切り出し・推移グラフの作成

約5GB 約2,800グラフ

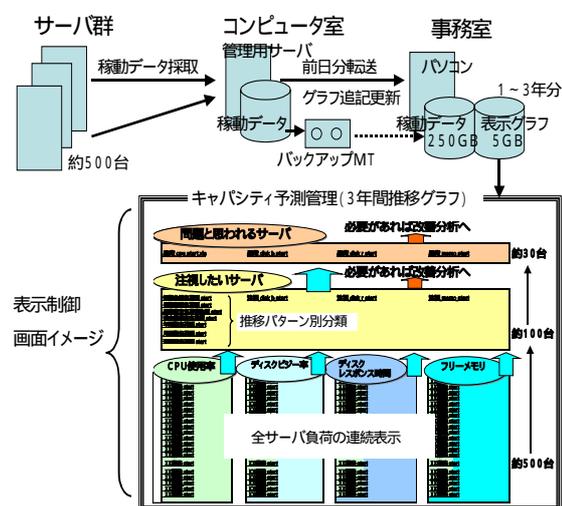
約60時間(ES/1 NEO使用)

作業準備含め約10人日

#### 推移グラフの仕分け整理

業務別、注視および問題サーバの仕分けおよび表示の優先付け 作業時間10人日

では、エクセルシート上で表示制御用の画面設計を行い、仕分けしたグループ単位に負荷推移グラフをワンタッチで連続表示できるシートと関係付けをした。(図4参照)



(図-4)

また、グラフ表示の優先付けは目視にて行ったが、日常運用で予測管理を実現させるにはこの優先付けを毎日行う必要がある。このため、CPU使用率を管理代表項目として、仮しきい値の設定を含めた優先付けを、次のように自動計算することとした。

#### 問題サーバの優先表示計算

負荷推移に沿って、一定期間のCPU使用率、変動係数を算出し、その大きさを重要性に、増減率を緊急性にみため、近時点に近い期間ほど加重点を高めにして集計した。増減率の比較期間については、最近の1週間分は過去1ヶ月分、最近の1ヶ月分は過去6ヶ月分、最近6ヶ月分は過去2年間分のようにした。また、CPU使用率の平均が20%以下は優先計算の対象外にするなどの工夫をした。

### 仮しきい値の自動表示

一般に問題が無い負荷範囲として45～70%内にしきい値を設定することとし、と同様の比較期間により過去の期間の平均値を1.5倍(50%増を上限と仮定)して最近の仮しきい値とした。

この計算はエクセルのマクロを利用して行ったが、全サーバについて1時間半程度で可能であった。

以上の試行結果から、数百台程度のサーバ群であれば、パソコンの性能レベルで鳥瞰的に全サーバを毎日把握できるものと判断できた。

但し、システム運用管理者が自らのパソコンに上記のような機能設定を行い、各ユーザの環境に合わせながら使い勝手を改善していくことが前提となる。ユーザのシステム環境にもよるが、上記試行項目の他に考えられる改善項目を次に挙げておく。

期間指定による各グラフへのしきい値設定

(各サーバ別に設定)

負荷パターンの判別整理(短期急増型等)

推移グラフの追記更新等

## 6. 予測管理手順の構築に向けて

最後に、予測管理の実務的な実現への道筋について、以下にまとめてみる。

### (1) 負荷推移の全数把握(棚卸作業)

最初に行うべきことは、「一度はじっくり時間を掛けて、過去の負荷推移がどのようなものであったかグラフにして見る」ということである。全体の負荷推移を可視化することで、全体の負荷パターンや傾向が理解できる。

そして、注視したいサーバおよび問題がありそうなサーバを段階的に仕分けし、表示順の優先づけを行っていく。この作業により稼働データの現在の蓄積状況や不備について確認することが出来る。

### (2) 負荷推移の可視化の工夫(省力化)

次に、市販のキャパシティ管理ツールやエクセルソフトの活用などにより、多数のサーバの負荷推移を鳥瞰的に自動把握できるように工夫をする。

このなかで、前記(1)の手作業での経験をもとに、問題サーバを見つけて優先的に表示する仕掛けや、ユーザ独自の実情に合わせた機能を持たせる。

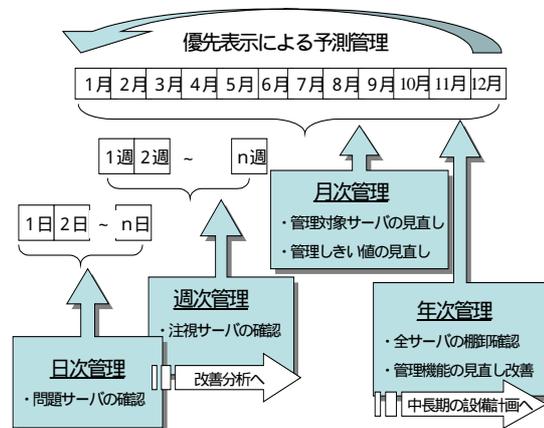
### (3) 実運用業務への適用(改善)

開発・設備等の他部門とのデータ共有機能、および前年同月と今年のピークを比較した予測計算などの新たな機能を追加していく。

長期的には、総合的なキャパシティ管理の実現を目指して、処理件数および処理時間(レスポンス)を含む諸機能の追加による改善が考えられる。

### (4) 管理手順の作成(マニュアル化)

日次、週次、月次および年次の各サイクルで実施する内容を段階的に取り決め、可視化の仕組みや管理ルール等をマニュアルとして整理する。(図-5参照)これにより、開発部門がタイムリーに稼働実績を確認でき、組織横断的にPDCAを廻すことが可能となる。



(図-5)

以上の手順により、多くのユーザのシステム運用管理者が自ら蓄積稼働データを活用して予測管理を実現できるようになるであろう。そして、今後更に利便性を高めるためには、低コストの汎用支援ツールが待たれるところである。

- 参考文献 1) 森口繁一「品質管理」  
2) 宮川公男「基本統計学」