

SAP R/3 システム移行における ES 7000 の効果

Effectiveness of ES 7000 in SAP R/3 Migration

細川 巧, 寺井 健二

要約 ミノルタ株式会社では ES 7000 を用いて「SAP R/3」を Windows 2000 Datacenter Server 上で世界で初めて本番稼働させた。該社の R/3 稼働に求められた性能・運用要件は、プラットフォームにとって単に「動く」ではなく「限界性能で問題なく動く」点であり、その要件を満たすため、ミッションクリティカル OS である Windows 2000 Datacenter Server に奥深く立ち入る必要があった。本稿では、該社での事例紹介を通じて、ES 7000 が SAP R/3 の稼働要件にいかに対応できたかを述べ、さらに大規模 Windows サーバとしてのディスク、テープ等の周辺機器を含めた運用基盤の要件を論じた上で、実際の構築内容を紹介する。

Abstract The production run of SAP R/3 was carried out on Windows 2000 Datacenter Server for the first time in the world at Minolta Co., Ltd. using ES 7000. The operational and performance requirements for the production of SAP R/3 the company enforced on might exist in that R/3 operates successfully at the marginal level of performance rather than operates simply on a specific platform. In order to satisfy the difficult requirements, Windows 2000 Datacenter Server, which is a mission critical operating system, was needed to make an in-depth analysis of the mentioned software.

This paper describes how ES 7000 has responded to the requirements for operation of SAP R/3 through case introduction of that company, discusses the requirements for the operational infrastructure as the large-scale Windows server including peripheral equipment such as disk and tape drives, further, and introduces the details of actual system development.

1. はじめに

ミノルタ株式会社では、ユニシス ES 7000 を用いて SAP R/3 (以下、R/3) を世界で初めて Windows 2000 Datacenter Server 上で本番稼働させた。該社は既に 1996 年から IBM 社の UNIX プラットフォーム RS 6000 を用いて R/3 の利用を始めており、海外を含めた世界中の拠点に対し個別に R/3 を展開していた^[1]。2000 年になって、システム環境の統一化・迅速な連結決算・さらなるコスト削減に対応していくために、RS 6000 上で稼働する R/3 システムを再構築するプロジェクトがミノルタ社内で発足した。このプロジェクトは、それまで個別に稼働させていた R/3 システムを段階的に統合することだけでなく、「Windows 環境を用いて再構築する」という目標も含まれていた。

当時、ユニシスはサンマイクロシステムズ社の StarFire などのハイエンド UNIX 機の処理性能に匹敵する Windows サーバとして、ES 7000 を市場に提供しており、オンライン・トランザクション処理ベンチマークテストである TPC C*¹ や SAP SD (販売管理) ベンチマーク^{*2} を通じて、大規模な R/3 プラットフォームとしての資格があることを立証していた^[2]。該社は各社の Windows サーバを比較検討した上で、

最終的に次期 R/3 プラットフォームとして ES 7000 を選択し、その結果、筆者らがプラットフォーム提供ベンダとしてプロジェクトに参画することになったものである。

本稿では、該社の SAP R/3 プラットフォーム提供ベンダ側プロジェクトメンバの立場から、R/3 稼働要件に対応した実際の ES 7000 システム構築内容と、各要件への対応および ES 7000 あるいは Windows 2000 Datacenter Server の効果について紹介する。

第 2 章では R/3 稼働要件への対応の前提となる R/3 システムの特徴について概説する。第 3 章は R/3 稼働要件を満たす ES 7000 システムの構成をどのようなステップで何を決めたかについて述べ、第 4 章では大規模ストレージへの対応について述べる。第 5 章では R/3 を稼働させる ES 7000 システムの障害対策を説明し、第 6 章で旧 R/3 システムからの本番データ移行における ES 7000 の効果について紹介する。

2. R/3 稼働要件

2.1 R/3 システムの特徴

R/3 の稼働要件への対応とは、システム規模をどのように定義しサイジングするか、障害時のリカバリについてどう考えるか、データバックアップをどのように運用するか、などについて事前に定義し、稼働させるプラットフォームの特徴を活かしシステム構成を決めることである。この R/3 稼働要件は R/3 システムの構造や開発アプローチなどと密接に関連していることからその特徴を理解しておく必要がある。

R/3 システムの構造は図 1 に示す通り、データベース層、アプリケーション層、フロントエンド層の 3 階層モデルとなっている。

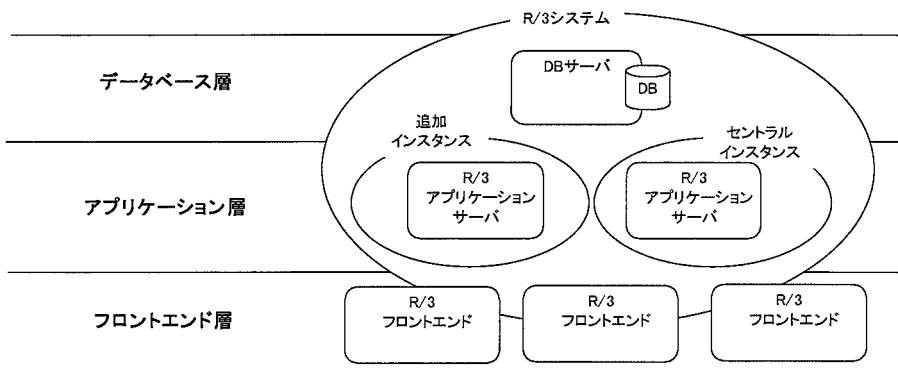


図 1 R/3 のシステム構造

データベース層は R/3 システムの全データを管理する RDBMS ソフトウェアが実行されるデータベースサーバ群から構成される。アプリケーション層は R/3 インスタンスが実行されているアプリケーションサーバ群で構成される。また、フロントエンド層は SAPGUI と呼ばれるプレゼンテーションを担当する R/3 クライアントソフトウェアが稼働する。

R/3 インスタンスは親子関係に相当するディスパッチャプロセスとワークプロセス

群から成り、起動・停止の実行単位である。またアプリケーションサーバは「セントラルインスタンス」と「追加インスタンス」に分類される。セントラルインスタンスは R/3 システムを最初に導入したサーバのインスタンスで、R/3 システムに一つのみ稼働しているメッセージサーバプロセスが動作しているインスタンスである。一方追加インスタンスはセントラルインスタンス以外の、R/3 を導入したサーバのインスタンスである。ワークプロセスは処理内容に応じて「ダイアログ」「バッチ」「スプール」などに分類され、そのプロセス数は R/3 の内部定義により簡単に増減できる。

R/3 はここで述べたような可変の負荷制御機構を各所で持っており、ERP として特定の時代のハードウェア性能に依存しないような全体設計になっていると考えられる。結果として時代に関係なくサーバの数や個々の能力を簡単に「使い尽くす」ことが可能であると言え、プラットフォーム側から見れば簡単に限界性能を試すことのできる「ベンチマーク」アプリケーションであるとも言える。そして、このことが今回述べる様々な考慮点に影響を及ぼしている。

2.2 R/3 開発アプローチ

通常、R/3 による開発アプローチは次のような五つのステップを踏むことになっている。

- ① プロジェクト準備フェーズ
導入対象範囲の設定、導入方針の明確化、プロジェクト標準の設定、プロジェクトのキックオフなど
- ② ビジネス設計フェーズ
企業組織構造の定義、業務プロセスの定義、開発システム環境設定など
- ③ 実現化フェーズ
カスタマイズ、プログラム開発、インタフェース開発、最終統合テストなど
- ④ 本稼働移行フェーズ
システムテスト、本番システムの運用確立、エンドユーザトレーニング、カットオーバーなど
- ⑤ 本稼働とサポートフェーズ
本稼働運用とサポート、プロジェクトの評価、プロジェクトの終了など

上記ステップのビジネス設計フェーズにおいては、稼働システムの構成を確定するための要件定義と設計フェーズの作業項目が規定され、R/3 の稼働要件の主項目が決定される。該社の場合は既に R/3 でシステムを構築しており、今回はプラットフォームの統一と R/3 のレベルアップが主眼であった。しかしながら、組織と業務設計の見直しを実施したため、SAP 社提供のアップグレードキットがそのまま適用できず、本稼働移行フェーズは当初想定していた以上の工数と期間が必要になった。以降、本稿では、この過程の中で、ES 7000 を R/3 稼働要件に対応させるにあたり、特に考慮を必要とした以下の項目について述べる。

- ・ ES 7000 システムの構成定義
- ・ 大規模ストレージへの対応
- ・ 障害対策
- ・ 本番データ移行

3. ES 7000 システムの構成定義

本章では、システム規模のサイジング、ES 7000 のパーティション設計および信頼性設計を中心に述べる。構成定義のための主なステップは表 1 のようになる。

表 1 システム構成定義のステップ

NO	フェーズ		作業項目	決定事項
1	要件定義	1-1	全体要件	システム全体 要件定義
		1-2	初期サイジング	QuickSizer を使ったサイジング
		1-3	障害対策要件(信頼性構成要件)	ハードウェア冗長性、障害時リカバリ方策
		1-4	データバックアップ運用要件	DB/バックアップ、リカバリ方策
		1-5	その他運用基本方針の策定	ジョブ管理、周辺システム接続等
		1-6	ソフトウェア構成	導入ソフト策定
2	設計	2-1	ハードウェア構成	パーティション設計、リソース、冗長性
		2-2	ソフトウェア構成	導入ソフトウェア
		2-3	ネットワーク構成	ネットワーク接続構成
		2-4	ディスク構成	Symmetrix 構成
		2-5	障害対策	リカバリ手順、障害監視、通知

3.1 初期サイジング

R/3 は多くのプラットフォームで稼働し、比較されることから、初期サイジングの方法も標準化されている。基本的な考え方としては、SAP 社が定義する「SAPS」(SAP Application Benchmark Performance Standard) という指標を基にしている点が挙げられる。100 SAPS は 1 時間当たり 2000 件の購買明細の処理、即ち 6000 ダイアログステップあるいは 2400 SAP トランザクションと同等の値と定義される。これと合わせて、各プラットフォーム毎に計測される SAP SD のベンチマークテスト値とを比べ、誤差の少ない初期サイジングを行えるようになっている。

実際の初期サイジングは SAP 社提供のサイジングツール「QuickSizer」^{*3} を使って SAPS 値を出力することから始まる。該社の R/3 システムの場合、使用モジュールは HR(人事管理)を除く、FI(財務会計)、CO(管理会計)、PP(生産管理)、MM(在庫、購買管理)、SD(販売管理)、BC(ベース)など主要なコンポーネントが稼働対象である。

いずれも QuickSizer によって SAPS 値を算出し、ES 7000 のモデル別の相対性能比を使って必要なリソースを算出した。各モジュールの本番機でのサイジング(ユーザベースサイジング)に使用したサイジングツールとその算出結果に基づいて決定したシステムリソースを表 2 に示す。

表 2 初期サイジング結果

システム(製品)	同時ユーザ数	サイジングツール	算出結果	必要なリソース(CPU数/メモリー)
R/3	690	QuickSizer (ユーザベース)	5,000SAPS	●R/3コア 4CPU/2GB ●APサーバ 16CPU/8GB ※ES7000 Xeon700MHz換算
BW	50	How to size hardware of a BW system/Version 2.0	Mサイズ	●4CPU/2GB
APO	60	APO & BW Sizing (1999)	Mediumサイズ	●7CPU/4.5GB (LiveCache, Optimizer 含む)

尚、New Dimension と呼ばれる製品群のうち BW(データウェアハウス)、APO 需

要予測)のコンポーネントも稼働対象であるが、これらはまだ QuickSizer を用いてサイジングを行えないので、異なる指標に基いている。

3.2 パーティション設計

ES 7000 は、CPU・メモリ・I/O の構成単位をパーティションと呼ぶ区画に分割し、構成する機能を有する。1 筐体で 32 CPU/64 GB メモリまで拡張が可能で、電源供給を 2 系統に分割することができ、その単位をドメインと呼ぶ。一つのドメインには最大 4 パーティション、すなわち OS を四つ搭載でき、独立した運用が可能となる。最大構成では 2 ドメイン構成の 8 パーティションまで構築することができる。最小のパーティション構成は 4 CPU で、さらに 4 CPU 単位で増設が可能である。メモリの増設単位については特に制限は無い。また、Windows 2000 Datacenter Server においては、ES 7000 の 1 パーティション最大構成 32 CPU/32 GB メモリで構築することが可能である。

ES 7000 システム構成の定義ではこのパーティション構成を R/3 稼働要件に対応して決定していく必要があった。パーティション設計においては前述のサイジング結果に加え、ヒヤリングによって得られた次の構成定義要件が使用された。

- ① 本番機の待機構成として新たなハードウェア、ソフトウェアは追加しない。つまりクラスタリングは採用しない。
- ② R/3 DB サーバは R/3 セントラルインスタンスと同じパーティションに配置する。
- ③ AP サーバ(追加 R/3 インスタンス)は複数パーティション構成とする。負荷分散を実装し、障害時には双方向に待機構成がとれる構成とする。
- ④ 本番パーティションとテストパーティションは ES 7000 内で同一筐体には配置せず、分散配置する。
- ⑤ ES 7000 の電源部位障害時の考慮として、同ドメインに本番パーティションを共存配置しない。

また、ヒヤリングした要件およびサイジングから、次のモジュール毎のハードウェア、CPU 数が必要となり、総 CPU 数は、48 CPU 相当という結果になった。

・ R/3 (DB サーバ)	.....本番機 × 1	8 CPU
・ R/3 (AP サーバ)	.....本番機 × 2	8 CPU 以上 (合計 16 CPU 以上)
・ BW	.....本番機 × 1	4 CPU 以上
・ APO	.....本番機 × 1	8 CPU
・ R/3	.....テスト機 × 1	4 CPU 以上
・ BW	.....テスト機 × 1	4 CPU 以上
・ APO	.....テスト機 × 1	4 CPU 以上

該社では前述の要件とパーティション構成の仕様に則り、構成を決めた。48 CPU を搭載するには ES 7000 は 2 台構成となる。さらに当時 1 筐体では最大 4 パーティションの制限があり(現在は 8 パーティション)、検討した結果、図 2 を最終構成とした。

ES 7000 でなく、一般のサーバの場合は、パーティション設計ではなく、個々のサーバについての構成設計となる。ES 7000 の場合、構成設計はリソースの配分という

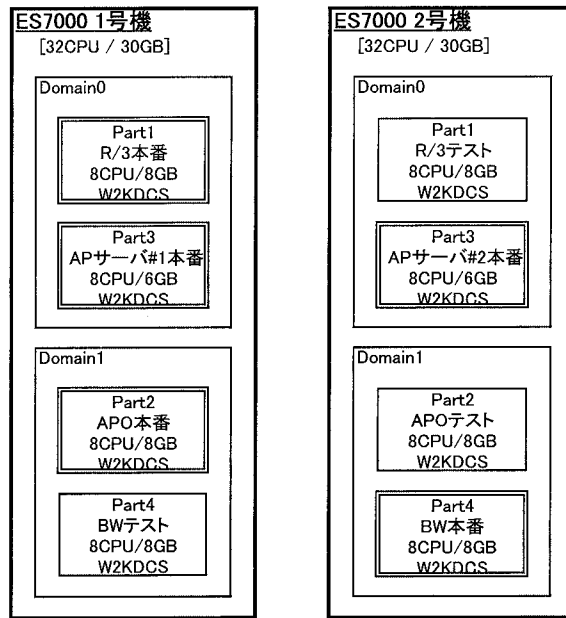


図 2 ES 7000 パーティション構成

意味合いが強く、万一、サイジングに誤りがあっても再配分で解決できることの意義は大きい。今回、パーティション（モジュール毎）のリソースについては、1年後の本番移行時に余裕を持って移行可能になるよう初期サイジングの結果に余裕を持たせた構成としている。また、ここで述べた構成は最終構成であるが、途中の過程、たとえば移行作業においては、全く異なるパーティション構成を採用している。このES 7000の特長を活かした再構成過程については第6章で述べる。

3.3 信頼性構成設計

Windows 向け R/3 システムの信頼性構成としては(1)クラスタリング MSCS(Microsoft Clustering Service)、(2) ログ配布 SQL Server 2000 Enterprise Edition が保有する機能が代表的なものである^{*4}。

MSCS は Windows 2000 Advanced または Datacenter Server で実装が可能な高可用性を実現するソフトウェアである。一般的に用いられている2台のマシンからなるクラスタ構成では、双方の MSCS が相手サーバ・リソースまたはクラスタ対応アプリケーションをハートビート通信により監視する。通常は一方が本番、もう一方が待機系であるが、MSCS が相手を障害状態とみなしたときは、制御を奪いサービスを継続する(フェイルオーバーと呼ぶ)メカニズムになっている。ログ配布は SQL Server における遠隔データベース同期の手段である。元となる SQL Server が配置されるサーバ(元サーバ)から遠隔のサーバ(配布先サーバ)にデータベース変更履歴(トランザクション・ログ)を定期的送信する一方、配布先サーバでは転送されたログを元にデータベース内容を追隨させる。元サーバの障害時には、配布先サーバが本番サーバとして稼働させることができる。

本システムでもいずれかの機能を採用することは考えられたが、前述の「3.2 パー

パーティション設計」での要件①②にも記述があるように、クラスタリング、ログ配布の機能を採用していない。

これは技術的というよりは、運用面での理由による。もちろんフェールオーバーした場合でも、トランザクションは整合性を保った状態で正しく更新（あるいはロールバック）される。しかし業務ジョブは外部サーバ上の運用管理ソフトウェアによって制御されており、フェールオーバーした時の状況によっては、業務として中途半端な状態となるリスクが残っていた。そのため、業務再開前に処理の整合性が取れていることを運用者が確認してからユーザに開放できるようにすることが該社から要望された。このため、主要なハードウェアに障害が発生し長時間システムがダウンする場合は、テストパーティションからコンポーネントを移し、業務を再開することも復旧方法の手段として想定することにした。またこれを実現できるよう、ES 7000 の特長を活かし、テストパーティションと本番パーティションは同じハードウェア構成とした。信頼性を損なうような要因が他に存在する場合、全てを完全に自動化してしまうのではなく、人為的な判断を敢えて入れることが現実解と判断したわけである。

3.4 ネットワーク構成

3 階層システムで構成した R/3 システムにおけるトラフィックの特徴は、SAPGUI いわゆるフロントエンドと AP サーバ間のトラフィックは少なく、AP サーバ上で動作するワークプロセスと DB サーバ間で大量のトラフィックが発生することである。ネットワーク構成で注意した点は AP サーバと DB サーバ間を高速にするという点であり、ES 7000 パーティション間の LAN はギガビット・イーサネット方式のネットワークカードで構成した。また可用性を高めるため AFT (Adapter Fault Tolerant) と呼ばれる機能を用いて二重化している。

3.5 その他の構成上の留意点

3.5.1 コンソールの操作性

ES 7000 のコンソールは一般的な Windows サーバとは異なり、専用のグラフィックカード・ドライバおよびネットワークを介し、いわゆる遠隔接続形態で接続される。長所としては、複数のパーティション（つまりサーバ）を 1 台のコンソールから集中管理・操作ができる点、あるいは実際に遠隔からコンソール操作が可能になる点である。一方で、バス接続でないために、コンソール画面はフルスクリーン表示ではなく、頻繁なカーソルの移動時に描画がやや遅延する特性があった。

通常のサーバにおいては、コンソール操作性はそれほど求められない（コンソールが省略されているサーバも存在する）ことから、これは我々が当初あまり問題視していなかった点であった。ところが、R/3 の運用管理者は本番稼働までの R/3、SQL Server のチューニングや R/3 のパッチ適用作業、トラブル対応作業などでコンソールを使用する頻度は多いことを後で知った。このため、誤操作を招く危険について顧客と協議し、機能向上版のリリースを通じて高速化対応を図っている。現状では Windows Terminal Service の使用により R/3 で特徴的なコンソールの操作に対する使い勝手を向上させた。

3.5.2 CPU の Affinity

あるプロセスに対する CPU のサービスレベルを保証する機構として、Windows

2000 Server/Advanced Server には「Processor Affinity(プロセサ・アフィニティ)」と呼ばれる CPU リソースとプロセスの関係付けのための内部メカニズムが存在する。

Windows 2000 Datacenter には、これに加え「プロセス制御」と呼ばれる機能があり、ES 7000 にも esProcess.mgr と呼ばれる追加されたプロセス制御機能が存在する。これらのプロセス制御機構は Windows Advanced Server の Processor Affinity とは異なり、専用の GUI が用意されており、かつリブート後もプロセスと CPU との関係付けは消失されない。これによりユーザは容易に特定のプロセスを特定の CPU に割り当てる(粘着させる)ことができるため、低い優先度を持つプロセスの CPU ループによる悪影響を排除することができるようになっている。

該社では R/3 のワークプロセスが CPU を占有しないように 8 CPU の内 7 CPU を使用するよう設定している。その他の SQL Server や OS のモジュールについては初期値のままで全 8 CPU を使う。この設定によって R/3 のユーザプログラムが七つの CPU を占有しても、残りの 1 CPU で SQL Server や OS は処理を継続することができる。

尚、CPU Affinity の設定、運用は本番機のみで実行しており、テスト機では行っていない(図 3)。

ES7000 1号機																																								
CPU	R/3本番 8CPU								APサーバ#1本番 8CPU								APO本番 8CPU								BWテスト 8CPU															
	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7								
R/3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SQL	●	●	●	●	●	●	●	●	—	—	—	—	—	—	—	—	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
OS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

ES7000 2号機																																								
CPU	R/3テスト 8CPU								APサーバ#2本番 8CPU								APOテスト 8CPU								BW本番 8CPU															
	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7								
R/3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SQL	●	●	●	●	●	●	●	●	—	—	—	—	—	—	—	—	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
OS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

図 3 通常運用時の CPU Affinity

4. 大規模ストレージへの対応

今回のシステムにおいては大規模なストレージ装置が必要であった。また、これに伴い、大規模なストレージに格納されたデータベースなどを確実にバックアップするための考慮が必要であった。本章では、従来の Windows サーバにおいてはあまり議論されることのなかった大規模ストレージ要件に対し、ES 7000 側からどのように対応したかを述べる。

4.1 ストレージ構成への要件

ストレージに対する要件は次の通りであった。

- ・将来のデータベース容量増加に伴い、充分対応できる拡張性があること

- ・ディスクの構成変更が柔軟にできること（データベース容量の推定値の変動に対応できること）
- ・SAN（Storage Area Network）接続が可能であること

これを実現する ES 7000 ディスク周辺装置として、EMC 社の Symmetrix を選択した。当時、EMC 社のディスクはハイエンド UNIX 機向けに利用されることがほとんどであったが、今回は光ファイバで ES 7000 と Symmetrix を SAN で接続した。

該社に導入された Symmetrix は 73 GB ドライブ単位で構成されており、合計 77 ドライブ（MAX 96 ドライブ搭載ドライブ可能）構成である。今回の Symmetrix の場合、73 GB ドライブを 6 分割した 11.35 GB が最小のボリューム単位であり、その単位を HVE（Hyper Volume Extension）と呼ぶ。あらかじめその HVE を複合し、一つのボリュームを構成することも可能で、その単位はメタボリュームと呼ぶ。該社ではメタボリュームを HVE×2 の計 22.7 GB で構成することにした。（図 4）

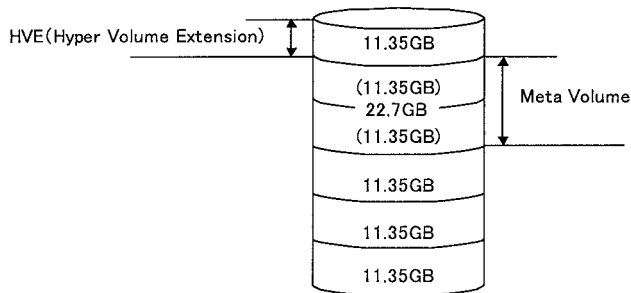


図 4 ボリュームの構成

柔軟な構成変更を可能にするために未割り当てボリュームを 1.3 TB 確保しておき、どのパーティションからでも随時ボリュームの拡張が可能な運用にしている。

4.2 ES 7000 から見たディスク構成

4.2.1 ダイナミックディスク構成

今回、Symmetrix の特性から考えると、Windows からディスクを認識させるにあたり、ディスクドライブ容量によって制限される静的な構成は採用できない。このため、「ダイナミックディスク機能」と呼ばれる Windows 2000 の機能を用いて、複数のディスクドライブを単一のドライブとして扱うようにした。また、これにあわせ、Symmetrix のボリューム構成と Windows のダイナミックディスク構成を一致させるという作業を行っている。

どのようなファイルをどのドライブに配置するかについては、SAP 社の推奨を参考にし、「OS のページファイル」、「データベース・トランザクションログ」、「データベースロールバック用領域（SQL Server の場合は TEMPDB）」、「データベース自身」を別にしていく。

また、R/3 ではセントラルインスタンスのサーバ上に Windows の共有フォルダとして、R/3 のグローバルディレクトリが作られ（ $\backslash \text{sapglobalhost} \backslash \text{sapmnt}$ の UNC 名でアクセスするフォルダ）、R/3 カーネル、実行モジュール、プロファイルな

どが配置される。これも高速アクセスが要求されることから、他と競合しないような配置とした。

ダイナミックディスク機能を用いているので、データベースファイルの追加時は HVE やメタボリュームのドライブレター（“C ドライブ” などであらわされるボリュームに割り振るアルファベット）を変えることなく、ファイルの容量拡張が可能である。

4.2.2 大容量メモリへの配慮

今回の ES 7000 は実装メモリが合計で 60 GB となる。このためのページングファイルの設定についても、これまでの Windows サーバとは異なる配慮が必要であった。SAP 社は物理メモリ容量の 3 倍程度、もしくは最大 10 GB 程度を推奨している。各サーバの物理メモリは 8 GB であったが、SAP 社のシステム診断サービス Going Live Check のレポートでの拡張改善が望ましいという提案から DB サーバ、AP サーバの全てのページングファイルを 18 GB に拡張した。

各サーバにおけるページングファイルのサイズと配置は現在、以下のようになっている。

- ・ C ドライブ：初期サイズ 2048 MB 最大 2048 MB
- ・ E ドライブ：初期サイズ 4096 MB 最大 4096 MB
- ・ X ドライブ：初期サイズ 4096 MB 最大 4096 MB
- ・ Y ドライブ：初期サイズ 4096 MB 最大 4096 MB
- ・ Z ドライブ：初期サイズ 4096 MB 最大 4096 MB

（合計 18 GB）

ページングファイルは高速アクセスを必要とするので、大規模システムでは独立した配置を行うことになる。したがって、大容量メモリシステムにおいては、多くのドライブ文字をページングファイル専用ドライブに充てることになる。Windows 2000 で利用可能なドライブレターは A から Z までの 26 文字であるので、今後、大規模なシステムでは、ドライブレターの枯渇状態に直面する危険が高くなる可能性がある。これは、ドライブあたりのページングファイルのサイズが最大 4,096 MB であることに起因する。該社においても既に多くのドライブを使用しており、この問題に直面しつつある。対応策としては、レジストリ変更を行いページングファイルサイズの制限を解決する方法や NTFS の接合点を利用するなどの対応が考えられるが³¹⁾、Windows Datacenter Server レベルでは省略時値を見直すなどの対策が望まれる。

4.3 バックアップと可用性

今回のストレージに格納されたデータのうち、バックアップ対象データ容量は表 3 の通りである。

業後日次バックアップは合計約 1 TB となる。DLT テープ本数換算で 40 GB/巻と仮定した場合データベースファイルのみで 1 日 24 巻となる。

バックアップの形態としては、

- ① ディスク 直結テープ装置へのバックアップ
- ② ディスク ネットワーク経由でのバックアップ
- ③ ディスク ミラー分割（EMC 製ストレージでは TimeFinder を利用） ミ

表 3 バックアップ容量とテープ(2年後想定値)

Module	Size(GB)	Tape本数/日
R/3	360	9
APO	90	2
BW	500	13
合計	950	24

ラー分割したディスクからのテープバックアップ

のような形がある。②はバックアップ速度の問題(2GB/秒程度が必要)で採用できず、③は1ドライブあたり最低3倍の容量を確保しなければならない(安全性のためにはミラー分割した後もミラー化状態であることが必要)ことと、SQL Server 側が当時はこの方法を復元面から推奨していないという理由で、①の形態を採ることとなった。

このときのテープ装置構成であるが、ES 7000 が持つパーティション機能を考慮すると、サーバの数や能力が自由に変更できることから、1サーバに1テープ装置という固定的な接続形態は得策ではない。このため、テープ装置もディスク同様、SAN構成としている。

R/3のような基幹システムの場合、ストレージ可用性への取り組みは汎用機同様、ディスク装置、テープ装置両面で考慮する必要がある。まずこれらをいずれもSAN構成にしたことは述べた。今回はこれに付随して、バックアップソフトウェア、装置ドライバ、ファイバ・スイッチ、ファイバ・ケーブル、ファイバ・チャネル・コンバータ、さらにはそれらのファームウェアレベルまで含めた環境で検証を行っている。何故なら、個々の製品はHCT 認証[※]によって検証されていても、これらすべての組み合わせにおける可用性は未知であったからである。今回のプロジェクトにおいて最も苦労したのがこの点である。結果として、ファイバ・スイッチを経由するSAN構成により、ディスク装置、テープ装置共に縮退運用による継続利用が可能となった。

5. 障害対策の考え方

ここでいう障害対策は、R/3システムと言うよりもES 7000 + Windows OSにおける基幹業務向け障害対策を設計することに他ならない。障害対策は「予防」・「検知」・「発生後の処置」の三つの視点でのアプローチが必要である。「予防」についてはこれまでに述べた構成上の配慮や定期的な保守点検によって実現している。また、ISV(Independent Software Vendor)のデバイスドライバが引き起こす、メモリーリークのような障害は統合サポートサービス Datacenter プログラムのHCT(Hardware Compatibility Test)により、ある程度未然に防ぐことができる。HCTは、定められた機関によって最低14日間の連続稼働テストをパスした製品(ハードウェアおよびソフトウェア)のみが、Datacenter Server用途として承認される制度であり、これにより、基幹用途に耐えるレベルの製品をユーザーが選択しやすくなる。今回の該社システムではHCTにパスした製品を選択している。

本章では残りの2点「検知」・「発生後の処置」について述べる。

5.1 障害監視と検知方法

ES 7000 には、ハードウェア障害の検知および自動通報として ESR (Electronic Service Request) が搭載されている。これは専用線を通じて、ユニシス保守部門へ自動発信し直接障害を通知する機能である。この機能により大部分のハードウェア障害が早期に検知され、保守要員による迅速な対応が可能となっている。この ESR はソフトウェアにも応用でき、特定のイベントログについてもトラップをかけることが可能となる。

また、ES 7000/100 モデルには「サーバマネージメントツール」が標準搭載されている。サーバマネージメントツールを用いることにより、前述の CPU Affinity 設定や様々なシステム制御および障害監視が行える。このコンポーネントとして「Server Director」がある。Server Director は RAID 障害、ネットワークカードによる障害やイベントログ内容を検知し、ビープ音、メール、特定プログラムの起動などで異常を通知することが可能である。今回、ES 7000 に標準装備されるソフトウェアのみで障害監視と検知を行った。障害箇所に対する具体的な検知方法と監視ツールの対応内容を表 4 に示す。

5.2 障害発生後の対応

障害対応における該社要望は、

- ・復旧に時間を要さない方法を選択する。
- ・復旧後の再発はできるだけ防止する。
- ・縮退によるリソース (CPU , メモリなど) の低下はできるだけなくす。
- ・上記の要件に加え業務要件 (繁忙期 / 閑散期 , 日中オンライン中 / 夜間バッチ中) を加味し、復旧方法を判断する。

であった。この要望を実現する上で、障害箇所の切り分け作業が最も重要と考えた。Windows に加え、ES 7000 のような柔軟な接続性を有するプラットフォームにおいては障害に関係する機器やソフトウェアの組み合わせが無数にあり、切り分け作業に問題があると上記要望は実現できない。

まず、ミッションクリティカルなシステムにおいては Windows OS にも汎用機同等の障害分析能力が不可欠である。ES 7000 が備える Forced Memory Dump (強制メモリダンプ) 機能は汎用機同等の切り分け作業に役立つ。これらを前提に冗長構成の運用を踏まえ、業務続行不可能な状態をも想定し、切り分け作業を重視した基本対応フローを作成した (図 5)。このフローには指示者、対応者、行動内容を記載しその役割を明らかにすることにより緊急時の迅速な対応を可能としている。

ここで示した基本対応フローは行動指針である。実際の切り分け作業を行う上では、さらに障害の「事象ケース」毎の切り分け作業を行い、ハードウェアおよびソフトウェアの「障害ケース」を特定し、対応する二段階からなる行動指針を定義した。

1) 事象ケース

代表的な事象を初動から切り分け作業までをフローにまとめた。障害による業務停止時間を最小限にする為に優先資料採取以外は、分析ではなく復旧に向けたフローを定義している。

表 5 は代表的な事象ケースと障害対応の特徴を示したものである。

障害箇所	対象箇所	冗長構成(現在構成)	想定障害	停止範囲	監視ツール	RC 通報	検知 方法
ES7000 (本体機器)	AC電源	なし(1AC/Domain)	装置障害	該当メイン停止	IMS/ESR	○	IMS/ESR(ユニシスから連絡)
	DC電源	(必要数+1)	装置障害	継続運転に影響を与えない	IMS/ESR	○	IMS/ESR(ユニシスから連絡)
	冷却ファン	5(必要数+1)	装置障害	継続運転に影響を与えない	IMS/ESR	○	IMS/ESR(ユニシスから連絡)
	システムバス(クロスバー)	4(SUBPOD単位)	HW Error	該当パーティションOS停止	IMS/ESR	○	IMS/ESR(ユニシスから連絡)
	CPU(SubPOD)	8	CPU Down	該当パーティションOS停止	IMS/ESR	○	IMS/ESR(ユニシスから連絡)
	Memory(ボード)	4	HW Error	該当パーティションOS停止	IMS/ESR	○	IMS/ESR(ユニシスから連絡)
	Memory(DIMM)	16/Board	Memory Error	該当パーティションOS停止	IMS/ESR	○	IMS/ESR(ユニシスから連絡)
	NIC#1(100MB) - 基幹LAN(public)	なし	Board Error	当該パーティションとの通信不可	ServerDIR	---	SDIRコンソールにピープ音
	NIC#2(100MB) - 管理LAN(private)	なし	Board Error	当該パーティションとの通信不可	ServerDIR	---	SDIRコンソールにピープ音
	NIC#3(1GB) - 内部転送用	2 (Teaming Driver)	Board Error	継続運転に影響を与えない	ServerDIR	---	SDIRコンソールにピープ音
	HBA(EMULEX) - Symmetrix用	2以上(リダンダント構成)	HW error	継続運転に影響を与えない	ServerDIR	---	SDIRコンソールにピープ音
	HBA(EMULEX) - Tape用	なし	HW error	バックアップ処理不可等	ServerDIR	---	SDIRコンソールにピープ音
	HBA(AdaptecSCSI) - Tape用(論理)	なし	HW error	バックアップ処理不可	ServerDIR	---	SDIRコンソールにピープ音
	内蔵ディスク(ブートディスク)	2(RAID-1)	Disk Crash	継続運転に影響を与えない	ServerDIR	---	SDIRコンソールにピープ音
AIT(ローカルテープドライブ)	なし	HW error	継続運転に影響を与えない	ServerDIR	---	SDIRコンソールにピープ音	
周辺管理機器	Mip(Maintenance Interface Process)	2(PC×2)	PC Down	継続運転に影響を与えない	IMS/ESR	○	IMS/ESR(ユニシスから連絡)
	APSC(コンソール用PC)	2(PC×2)	PC Down	継続運転に影響を与えない	---	---	検知不可
ディスク装置関連	symmetrix8430-73	2(RAID-1)	HW error	継続運転に影響を与えない	EMC監視装置	---	EMC社から連絡
	FC-Switch	2	HW error	継続運転に影響を与えない	---	---	検知不可(本体LED目視)
ネットワーク機器関連	WS-C3508G(Giga)	2	Board Error	チーミング設定により影響無し	---	---	検知不可(本体LED目視)
	WS-C3524G(100Mb)	なし	Board Error	当該管理系NW停止	---	---	検知不可(本体LED目視)
テープ装置	IBM3584-L32	12Drive	HW error	バックアップ処理不可	---	---	検知不可(本体LED目視)
	IBM2109 FC-Switch	1	HW error	バックアップ処理不可	---	---	検知不可(本体LED目視)
	IBM2108-G07SAN Data Gateway	3	HW error	継続運転に影響を与えない	---	---	検知不可(本体LED目視)

表 4 障害監視項目と検知方法

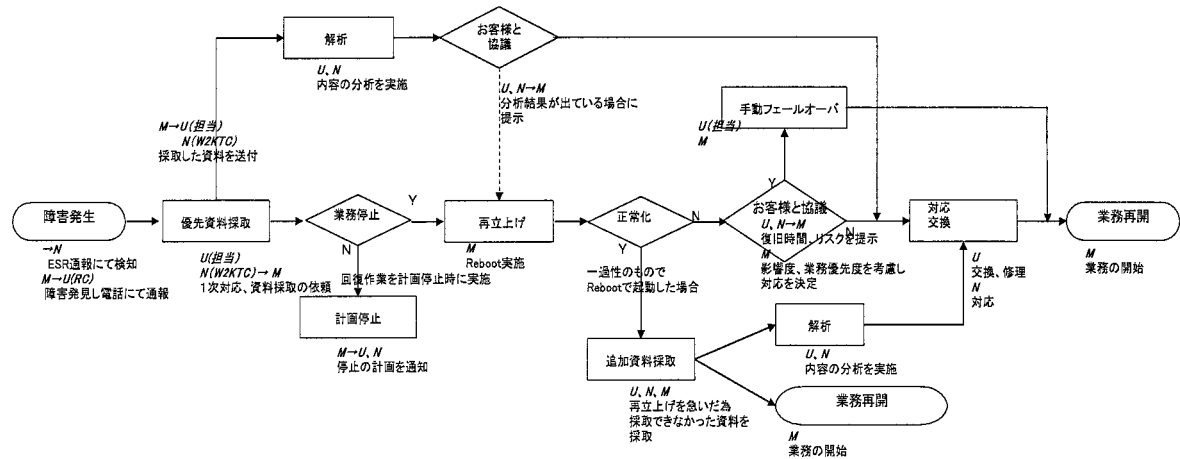


図 5 基本対応フロー

2) 障害ケース

障害ケースはハードウェア関連とソフトウェア関連に分けられ、その要素が特定され、切り分けられた後の対応方法・回復手順について行動指針を作成した。個別の対応方法については本稿では割愛するが、障害ケースの要素例を表6に示す。ハードウェアに関しては、冗長構成により継続利用可能な場合に、計画停止して実施する内容や、停止せずに置換可能な機器を明確化し、その手順を記述した。

表 5 OS からみた事象ケースの例

ケース	要素	障害対応
事象ケース	BIOSレベルでのブート不可状態	WindowsOS以前でリモート操作可能
	Windowsロゴ表示時点での停止状態	ドライバロード中が大半であるがDCSプログラムにより認定ソフトウェアの為、本来発生しない
	ブルースクリーン	JSQ (Joint Support Queue) によるラビッドレスポンスで即時分析可能
	ハングアップ	ファーストアクションはIMSからの Forced Memory Dumpを実施
	スローダウン	ファーストアクションはタスクマネージャ、パフォーマンスモニタ資料採取
	ネットワーク異常	情報採取プログラムを提供
	プログラム異常状態	イベントおよびワトソログ解析

表 6 障害ケースの例

ケース	大分類	要素
障害ケース	ハードウェア関連	OS DISKのH/W障害(片側)、(両側) Mylex Raid Controller 障害 OS DISK PATH 障害(LVD Converter、SCSI Cable) PPX 障害、MSU Board 障害 DIMM 障害、IP 障害、TLC 障害、VRM 障害 SUBPOD 障害、POD障害 DIB 障害、SUBDIB障害 Power Control PCA 障害、Power Supply 障害 AC電源障害 MIP 障害、MIP CSE Board 障害 Oscar Board(System Clock) 障害 オペレーターパネル 障害、FAN 障害 Emulex HBA 障害、AIT TAPE 装置障害 CD-ROM 装置障害 Console Manager 障害 Gigabit NIC 障害、Gigabit用 Switch HUB障害 Public NIC 障害、Private NIC 障害 Private用 Switch HUB障害
	OS関連	レジストリの損失、誤変更 ドライバ不良、誤インストール システムファイルの破損、消失 IIS関連サービス(2 Service) WTS(Terminal Service) EMC Power Path Service Backupexec関連サービス(7 Service) ESS関連サービス(3 Service)
	ネットワーク障害	ネットワーク
	業務関連	SQL Server SAP R/3

6. 本番データ移行

6.1 移行時

新 R/3 システムでは業務プロセスの再定義によるデータ構造の見直しを行って

り、単純に旧システムからデータを移行するのではなく、データ抽出時とデータ投入時に新システムでのデータ構造に即した移行用のプログラムを開発する必要があった。

一般的にシステム移行作業には2種類のマシン特性が求められる。つまり移行時の特徴である「大規模バッチ処理マシン」としての特性と、移行後の「トランザクション+バッチ処理混在」マシンとしての特性である。今回は移行データが膨大であり、移行作業そのものが非常に巨大なバッチ処理となる点が予想された。さらにデータ移行は新システムでの本番稼働直前の限られた時間内に完了する必要があった。データ移行についての基本情報について表7に示す。

表7 データ移行の基本情報

	旧システム	新システム
R/3バージョン	3.0F	4.6C
データベース	Oracle7	SQLServer2000
対象データベース容量	425GB(旧システム)	
対象テーブル数	8,646	
Index数	10,272	
主要テーブル	品目マスタ	59万件
	BOM	470万件
	購買情報	37万件
	供給元一覧	48万件

前述の2種類のマシン特性に対応した工夫としては大きく二つある。

- ① リソースを有効活用するために、データ移行中に使用していないパーティションのリソースを、移行実行しているパーティションに一時的に構成を組み直し、拡張することで処理能力を向上させた。
- ② R/3側で移行ジョブの多重度についてチューニングを実施し、データ投入のスループットを上げた。

ES 7000 と Windows 2000 Datacenter Server はいずれの点でも大きく役立っている。まず、①については、同一筐体のパーティション間でCPUを再構成し、リソース有効活用を図っている。これはES 7000の統合管理ソフトウェアIMS(Information

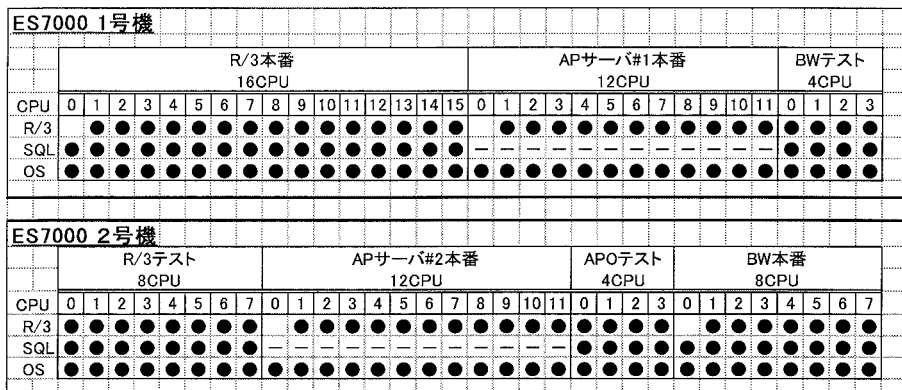


図6 データ移行時のリソース配分とCPU Affinity

Management Software)で設定する．実際に移行時におこなったリソース配分と CPU Affinity の設定を図 6 に示す (参考 : 図 3 通常運用時の CPU Affinity) ．

②は結果的に拡張された処理能力を活かし多重度を上げることができたという点である．DB サーバは 16 CPU , AP サーバ 12 CPU の 2 台構成でデータ投入を続けたが , CPU 利用率は 70 から 100% で常に遷移している状態であった．そのような状態でのデータ移行が 24 時間稼働で約 2 週間続き , 最終的にスケジュールを遅延させることなく , 本番稼働を迎えることが出来た．このリソース配分の柔軟性は該社が ES 7000 機能で最も評価している点である．

6.2 本番稼働後

本番稼働後も , CPU Affinity 機能による制御を行った．業務が実行されている環境は CPU Affinity を使って通常稼働時の CPU 構成としておき , ハードウェアとしてはその倍の構成としておく．つまり半数の CPU はアイドル状態で保持されている状態とした．もしも CPU 能力が不足した場合は , CPU Affinity の設定を変更することでリソースを拡張できる．変更する場合にリブートは不要である．幸いにもそのような事態は無かったが , このような運用は ES 7000 と Datacenter Server の利点をうまく利用したものと言える．

参考までに Affinity 設定を図 7 に示す．

ES7000 1号機																																
	R/3本番 16CPU															APサーバ#1本番 12CPU												BWテスト 4CPU				
CPU	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0	1	2	3
R/3	●	●	●	●	●	●	●	●									●	●	●	●	●	●	●	●					●	●	●	●
SQL	●	●	●	●	●	●	●	●									—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
OS	●	●	●	●	●	●	●	●									●	●	●	●	●	●	●	●					●	●	●	●

ES7000 2号機																																
	R/3テスト 8CPU								APサーバ#2本番 12CPU												APOテスト 4CPU				BW本番 8CPU							
CPU	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6	7
R/3	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SQL	●	●	●	●	●	●	●		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
OS	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

図 7 本番稼働 1 ヶ月までのリソース配分と CPU Affinity

7. ま と め

本稿ではミノルタ株式会社の事例を通じ , ES 7000 および Windows 2000 Datacenter Server との組み合わせによる ,

- ・パーティション機能
- ・ESR とサーバマネージメントツール
- ・8 CPU を超える構成
- ・Processor Affinity , プロセス制御機構 , esProcess.mgr
- ・HCT

等の機能が , 導入・運用過程で効果的であったことを中心に述べた．あわせて , 汎

用機並の運用要件への対応についても言及した。本システムは現在、安定稼働を続けており、ES 7000 の基幹業務に対する信頼性および安定性についても実証できたと考える。

今回、ES 7000 を R/3 に適合させることを通じ、常に筆者らを悩ませた課題は「限界性能での検証」であった。言うまでもなく「動く」と「使える」は大きく異なる。冒頭で述べたように、R/3 は使用できる資源を簡単に使い切ることが可能なアーキテクチャで設計されている。このような状況においては通常は問題なく動いていたデバイスドライバが同期ずれなどによって異常な挙動を示すことが珍しくない。

そういった意味で、今回はサイジングから運用設計、ソフトウェアの選択などすべてに汎用機並みの考慮やテストを行った。ここで初めて Windows 2000 Datacenter Server の HCT 認証が意味を持つ。少なくとも 14 日間の連続稼働テストを経て、保証されたドライバや周辺機器類を前提に構築できたことも本番稼働に寄与したと考える。もし、何の保証もないドライバや周辺機器類が対象であったとすれば、今回のような基幹システムを構築するのは非常に困難であったはずである。特にドライバはカーネルモードで実行されるので、不具合はすぐさま BSOD (Blue Screen Of Death) やハングアップを招く。プロジェクトでは当初 HCT 認証は自由にデバイスやドライバを選択出来ない制約事項と考えていたが、あとになって本当の意義を実感した次第である。

8. おわりに

今後も新たな技術を備えた ES 7000 をプラットフォームに R/3 システムが稼働し、さらに ES 7000 でのメリットについての事例も増えることであろう。これからは R/3 の次期バージョンである Enterprise の実装面における特徴も加味し、さらに ES 7000 + Windows 2000 Datacenter Server 環境での優位性を見出していく必要がある。その上で当社が R/3 プラットフォームベンダとして顧客に認められ、寄与できるサービスを充実させていくことが重要である。

最後に本稿を執筆するにあたり、R/3 プロジェクトに参加できる機会を与えていただいたミノルタ株式会社の龍田部長をはじめ、情報システム部の本プロジェクトメンバーの方々にこの場を借り、感謝の意を表したい。

-
- * 1 オンライン・トランザクション処理ベンチマークテストのこと。
TPC (Transaction Processing Performance Council) はコンピュータ性能の評価を実施する非営利団体。TPC C 値は TPC のホームページ (<http://www.tpc.org/>) に掲載されている。
 - * 2 R/3 システム向けサーバの一般的な性能評価指標として用いられる方法で、R/3 のモジュール SD (販売管理によるベンチマーク。測定方法は、システムに同時アクセスし、10 秒のインターバルで規定の処理を繰り返し実行しながら、平均 2 秒以内のレスポンスが維持、継続される「ユーザ数」をカウントする。最新の結果は IDEAS International (<http://www.ideas-international.com/default.htm>) で公開されている。
 - * 3 QuickSizer は、「ユーザベース・サイジング」と「スループットベース・サイジング」の 2 つの機能で構成される。このツールは SAP サービスマーケットプレイス上で無料提供している。ユーザベースはユーザ数を入力するだけでスループットには言及できない。スループットベースは数多くのビジネス要件 (たとえば 1 年あたりのオーダ明細数など) を入力する。個々の導入環境に対するクロスチェックが必要になる。

- * 4 詳細説明はクラスタリング：<http://www.microsoft.com/Windows 2000/technologies/clustering/default.asp> ログ配布：日経ソフト BP プレス社「Microsoft SQL Server 2000 オフィシャルマニュアル」
- * 5 HCT (Datacenter Hardware Compatibility Test) 認証は Windows Datacenter プログラムのひとつで高可用性を提供する為にコンピュータ本体、ストレージ、ネットワーク機器など全てのハードウェアを1つのシステムとして接続し、14日間の負荷テストなどを行なうハードウェア認定プログラムである。また、その他の Datacenter プログラムとして MCSC と呼ばれる Windows 2000 Datacenter Server 専用のサポートセンター機能で、「24時間×365日のサポート」、「99.9%以上の稼働保証サービス」、「4時間以内のクイックレスポンス」などが提供される

- 参考文献** [1] ミノルタ株式会社 龍田義樹, 「SAP R/3 によるミノルタグローバル戦略の推進」, 2002年7月
- [2] SAP ジャパン, 「SAP Standard Application Benchmarks」, URL : <http://www.sap.com/benchmark/>, 2002年3月
- [3] マイクロソフト, 「Knowledge Base JP 237740: Windows 2000 での 4,095 MB のページングファイルのサイズ制限を解決する方法」, 1999年6月 「Knowledge Base JP 205524: NTFS 接合点の作成と操作の方法」, 1998年4月

執筆者紹介 細川 巧 (Takumi Hosokawa)

1989年大阪工業大学工学部経営工学科卒業。同年日本ユニシス(株)入社。金融部門の顧客サービスを経て、Windows システムの導入・保守・利用技術に従事。現在、第一SSC 関西エクセレントサービス室に所属。SAP 認定 R/3 テクニカルコンサルタント。

寺井 健二 (Kenji Terai)

1990年同志社大学経済学部卒業。同年日本ユニシス(株)入社。製造部門の顧客へのサービスに従事。現在、関西システム部テレコムシステム室に所属。SAP 認定 R/3 テクニカルコンサルタント。