

# お客様資産継承を高い信頼性で支える GSシリーズ

## GS Series Supporting Customers' Property Succession with High Reliability

あらまし

富士通のメインフレームは、MシリーズからGS（グローバルサーバ）シリーズに至るまで、35年以上にわたりお客様資産を継承しつつ社会インフラシステムの中核を担ってきた。これまで培ってきたテクノロジーをほかのサーバ開発の礎としていくとともに、変化するニーズについても幅広く対応すべく継続的な開発を行ってきた。近年、経営スピードの向上、ITコスト削減の観点から、大規模システムへの統合が加速しており、従来以上に高性能と、業務継続に必要な高信頼性が求められている。また、グリーンITによる環境負荷への配慮や、クラウドコンピューティング時代への対応も今後の重要な課題となっている。

本稿では、GSシリーズのハードウェア・ソフトウェアの概要とそれを支えるテクノロジーについて述べるとともに、高性能、高信頼性への取組みについて説明する。

### Abstract

Fujitsu mainframes have played a central role in social infrastructure systems for more than 35 years from the M series to the Global Server (GS) series, supporting customers' property succession. Its accumulated technology has been the foundation for developing other servers. And, in order to meet a wide range of changing needs, we have been developing the GS series. Recently, from the perspective of fast-paced changes in IT strategy and IT cost reduction, consolidation in large-scale systems has been accelerating. Therefore the GS series is required more strongly than ever to provide the high performance and high reliability necessary for business continuation. Important future issues are giving consideration to environmental burdens with green IT and responding to the Cloud computing era. This paper provides an overview of the hardware and software of the GS series, and its supporting technologies, and explains our approach to high performance and reliability.



千葉孝司  
(ちば たかし)

プラットフォームソフトウェア事業本部商品企画室 所属  
現在、GSソフトウェアの企画・開発に従事。



豊西浩司  
(とよにし こうじ)

エンタプライズサーバ事業本部基幹サーバ事業部 所属  
現在、GSハードウェアのシステムシミュレーションに従事。



佐野好次  
(さの こうじ)

エンタプライズサーバ事業本部基幹サーバ事業部 所属  
現在、GSハードウェアのSSU設計・開発に従事。



後藤義嗣  
(ごとう よしつぐ)

エンタプライズサーバ事業本部基幹サーバ事業部 所属  
現在、GSハードウェアのボード設計・開発に従事。

## まえがき

富士通のメインフレームは、MシリーズからGS21シリーズに至るまで35年以上の長期にわたり、基幹システムの中核として活用・運用されてきた。この間に蓄積された膨大なアプリケーションやデータ、ノウハウは貴重な財産となっている。

現在、富士通のグローバルサーバ（以下、GS）は、2800台を超える国内トップシェアの出荷実績を誇っており、社会インフラシステムの構築に寄与している。メインフレームを使用いただいているお客様は、膨大な資産の継続活用、システム安定性重視の観点から、今後もメインフレームを継続使用したい強い要望を持たれている。

本稿では、GSの特長からハードウェア・ソフトウェアの概要と、それを支えるテクノロジーについて紹介する。

## GSの特長

GSは、富士通のMシリーズで培ってきた集中処理技術、高信頼技術を発展させたメインフレームである。1995年に「GS8000シリーズ」として提供を開始し、2002年からギガヘルツプロセッサを採用

した「GS21シリーズ」を提供している。

GSは、膨大な顧客資産との互換性を保ち、高性能・高信頼を要求される業務の遂行に最適化したアーキテクチャをもとに開発している。また、ハードウェア、OS、ミドルウェア全体を含め、すべて自社で開発し、保守を行える強みを持ち、社会インフラシステムの中核を担うプラットフォームとして進化し続けている（図-1）。

### ● 顧客資産保護

富士通のメインフレームは、顧客資産の継続活用を最優先として開発している。機能拡張、最新テクノロジーへの対応において、わずかな振る舞いの違いも非互換として厳しく対応し、資産の継承性を確保し、長期にわたる互換性の保証を行っている。

### ● 高性能

先端テクノロジーの採用、高速プロセッサの開発をベースに、「バッチ処理」「オンライン処理」「データベース処理」の高性能化を実現してきた。近年では、65 nmプロセス/マルチコアプロセッサなどの先端テクノロジー採用により、処理能力が向上した。並列処理技術では、システム記憶装置（SSU：System Storage Unit）を経由し、複数クラスタ間を高速に接続するマルチクラスタシステムにより、

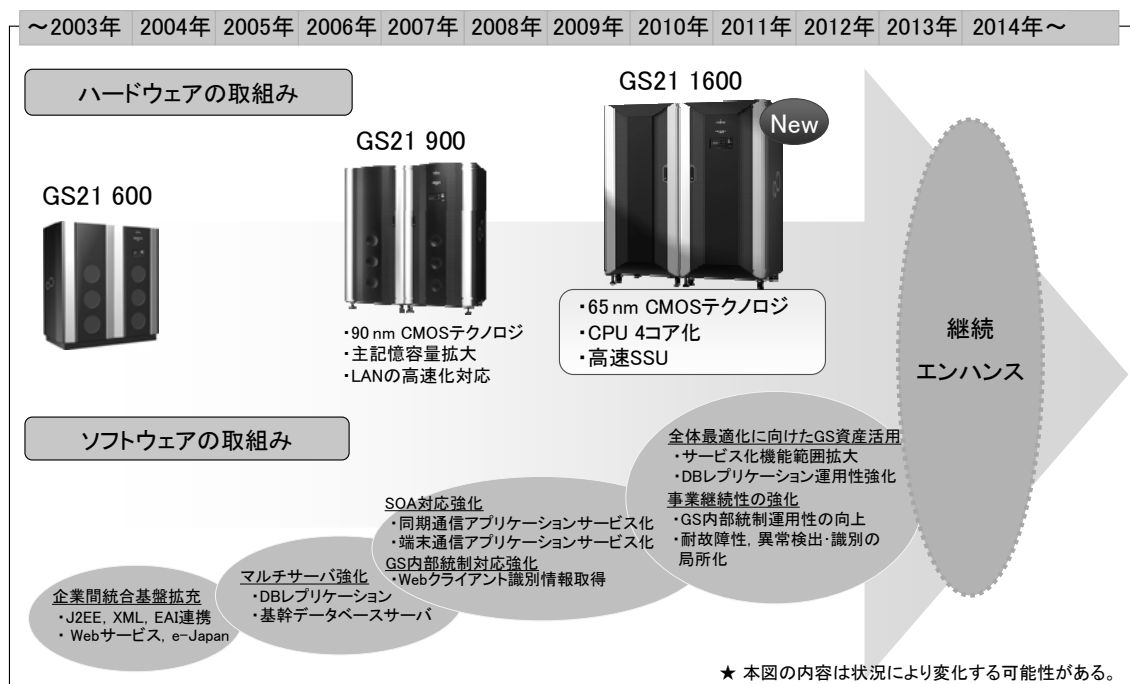


図-1 グローバルサーバのロードマップ  
Fig.1-Global server roadmap.

高速大量処理、高信頼性システムを実現している。

## ● 高信頼性

GSは、CPU内部の故障発生時に命令を再実行する機能、定期的にメモリを調べるパトロール機能、およびメモリ素子の故障に対して、自動的に予備メモリを割り当てる交替メモリ自動割当機構を装備している。また、クラスタ、SSUの各装置を多重化構成としており、システム運用中の増設・保守が可能である。同一センタ内で構成するマルチクラスタシステム（図-2）では、クラスタ故障が発生した場合に、故障クラスタを停止し、秒オーダのホットスタンバイ（待機系への切替え）を実現している。さらに、地震などで正センタが被災した場合、被災時の業務を遠隔地のバックアップセンタへ引き継ぐことで、被災時の迅速な業務再開を実現し、24時間365日のシステムの継続運用に対応している。

## ● 仮想化

Mシリーズ当初から、お客様システムのTCO削減を目的に、1クラスタで複数のOSを同時動作させる仮想計算機システム（VM）を提供してきた。従来からVM運用での拡張性、信頼性の強化を図り、開発機でのVM利用から、ホットスタンバイ運用での待機VMへと拡張してきた。

近年では、クラスタの更なる有効活用に対するお客様要求の高まりにより、信頼性が要求される本番システムでのVM利用へと対応を強化している。

## ● 社会環境への対応

### (1) グリーンメインフレーム

GSは、富士通グループの方針に沿ってグリーンITによる環境負荷低減プロジェクト“Green Policy Innovation”を推進している。

GS21 1600モデルグループは、省電力化、設置性の向上を図ることで、環境配慮レベルが極めて優れている「スーパーグリーン製品」として提供している。

また、システム全体としてクラスタ数削減などにより省エネ効果の高い製品として提供することで、環境への貢献を推進している。

### (2) セキュリティ

近年、個人情報保護法や金融商品取引法（日本版SOX法）により、企業における内部統制の必要性が高まっている。GSは内部統制に必要な、システムへの不正侵入を防止する利用者管理機能、認証された利用者だけにアクセスを許可するアクセス制御機能、アクセス違反をモニタリングする監査ログ機能について継続的に機能強化し、社会環境の変化に対応している。

## GSハードウェア

## ● システム構成

最新機種種のGS21 1600モデルグループは、シングルクラスタモデルで、CPUは最大16台、チャンネルは最大256チャンネル、主記憶容量は最大256 Gバイトの構成が可能である。

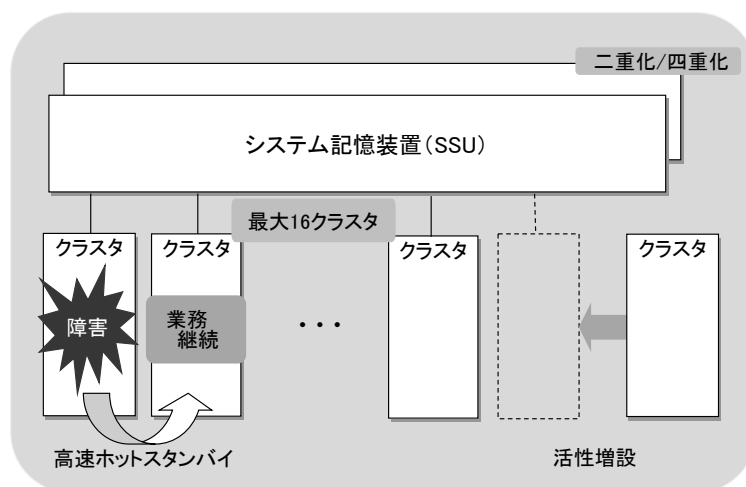


図-2 GS21マルチクラスタシステム  
Fig.2-GS21 Multi-Cluster System.

マルチクラスタモデルは、最大256 Gバイトのメモリが搭載可能なSSUを介して最大16クラスタを結合でき、システム最大で256台のCPUを搭載できる。複数クラスタ間を接続するSSUは二重化構成が標準であり、オプションとして四重化構成まで拡張可能である。

### ● 性能

GS21 1600モデルグループは、前機種（GS21 900）と比較してシングルクラスタモデルの性能を最大1.3倍に向上させた。また、エントリーモデルからハイエンドモデルまで、約44倍の性能レンジを確保し、必要な処理能力に最適なシステム構築を可能としている。処理能力の増強は、CPUアップグレードによるスケールアップが可能であり、さらにマルチクラスタモデルでは、スケールアップと併せて、接続クラスタ台数を増加するスケールアウトの組合せによる拡張が可能である。

### ● テクノロジ

#### (1) マルチコアテクノロジーの採用

CPUには、先端のCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）テクノロジーである、65 nm銅配線の採用により、チップあたり6億トランジスタを実現した。また、新たに開発したマルチコアテクノロジーの採用により1チップに128 Kバイトの一次キャッシュメモリを備えた4個のCPUと、6 Mバイトの二次キャッシュメモリを実装し、集積度、および性能の向上を図った。

#### (2) 高密度実装技術

GS21 1600モデルグループでは、薄型ガラスセラミックFCBGA（Flip Chip BGA）パッケージを採用し、電源系の特性を改善した。CPUは、万が一の故障時にお客様システムでの交換作業を可能とするため、CPUモジュールにより、コネクタ経由でシステムボードへ搭載している。さらに、1枚のシステムボード上に最大16CPUと主記憶などの主要ユニットを実装したシングルボードシステム（図-3）により、省スペース化、省電力化を実現した。

#### (3) 高速処理技術

GSでは高速処理への取組みとして、以下を実施している。

- ・ CPUでは、複数の命令を並列に処理するスーパースカラ方式、および先行する命令がアクセス

待ちとなっている間に、アクセス待ちの命令を追い越して、先に実行可能な後続の命令を実行するアウトオブオーダー実行などの高速アーキテクチャをサポートしている<sup>①</sup>

- ・ システムボードでは、搭載されているチップ間の接続バスに、富士通独自の超高速チップ間同期型伝送技術を採用した。本技術では、クロック位相の自動位相調整と電圧や温度などの環境変化によるばらつきに対してもデータ線ごとに自動調整をすることで、長距離でも高速な伝送を可能とし、トータルシステムスループットを向上させた。
- ・ SSUとクラスタ間の専用インタフェースでは、転送オーバーヘッドの軽減により、前機種（GS21 900）と比較して、データ転送速度を最大1.8倍に向上させた。

### ● RAS（Reliability, Availability and Serviceability）

マルチクラスタ構成において、クラスタとSSU間インタフェースは冗長構成を取っており、インタフェースで固定故障が発生した場合は、冗長パスを使用することにより、転送性能を維持したまま継続動作が可能である。また、2箇所以上で間欠故障発生時は、ハードウェアによりリトライが実行されることで、切離しとならずに冗長構成を保ったまま継

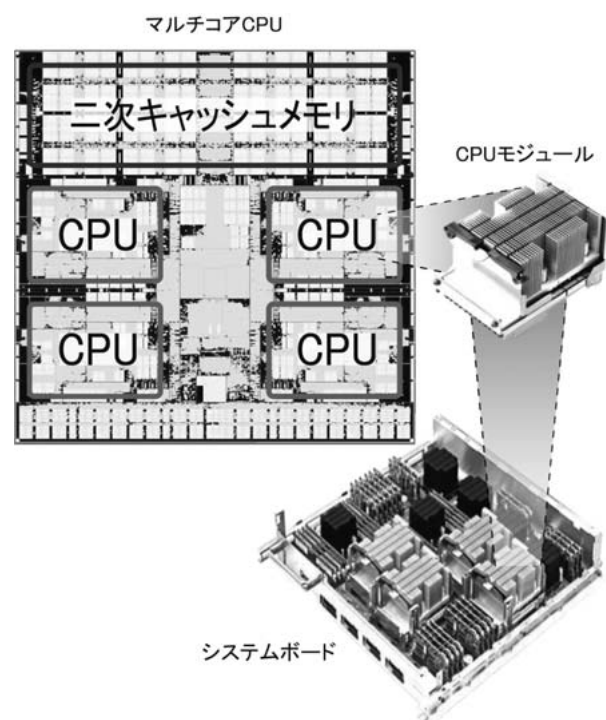


図-3 マルチコアCPUとシングルボードシステム  
Fig.3-Multi-core CPU and single-board system.

続動作が可能である。

クラスタ、SSUの内部では、ユニット間インタフェースにECC (Error Checking and Correction) を採用し、1ビットが固定故障しても、データは自動訂正され、継続動作を可能としている。

また、チャンネル、電源、および冷却ファンについては冗長構成となっており、故障した場合でもシステムを止めることなく活性交換が可能である。

### ● チャンネル

高速・大容量のデータ転送（最大100 Mバイト/秒）を実現するFCLINK (Fibre Channel LINK) とディスクアレイ装置 (ETERNUS) をFCLINKスイッチ経由で接続することで、FCLINK 1台あたり最大32多重の同時動作が可能となり、I/Oスループット向上とチャンネルパス集約によるI/Oケーブル敷設数の低減を実現させた。また、システム統合や業務拡張へ対応するため、FCLINKチャンネル数をクラスタあたり122台から1.5倍となる186台に拡大して、I/O接続環境の強化を図った。

### ● SSU

SSUは、最大16台のクラスタを接続可能な、高速・大容量の半導体記憶装置である。SSUを経由して、高速なクラスタ間通信制御、クラスタ間排他制御を行うことが可能であり、高信頼システムを構築する上で中核となる。また、バッテリーサポートにより、停電時にもデータ保護が可能である。

GS21 1600のSSUでは、クラスタとのインタフェースにXaui (10 Gigabit attachment unit interface) を採用することで高速化を図った。さらに排他制御命令を高速化したことにより、従来からの課題であった複数クラスタ間で使用される管理テーブルの占有時間を短縮させ、システム全体の処理能力を向上させた。また、SSUの記憶容量としては、前機種 (GS21 900) の4倍に拡張した。

### ● グリーンIT化

#### (1) 省電力設計

マルチコア技術を利用したプロセッサの採用や、システム制御用ディスク装置へのフラッシュメモリ適用、電源装置への低オン抵抗品の採用とトランス構造の改善による高効率化などにより、消費電力を前機種 (GS21 900) に比べ約20%削減した。

#### (2) 有害物質の削減

筐体を使用する塗料として、無溶剤の粉体塗料を

採用し、揮発性有機化合物 (VOC : Volatile Organic Compounds) を全廃した。また、システムボードやチャンネルなどのプリント板における全電子部品搭載時の鉛フリー化を推進し、欧州のRoHS (Restriction on Hazardous Substances) 指令をはじめ各国の法令・規制に適合している。

## GSソフトウェア

GSソフトウェアは、ハードウェアの特長を最大限に生かしつつ、社会の変化や市場動向に合わせ、タイムリな機能を提供している。

### ● 大規模・高信頼・高性能への取り組み

大型の企業合併や事業統合による経営基盤の拡大に伴い、システムの規模も拡大している。また、蓄積した膨大な情報を、いつでも・安心して・高速に利用できることが、お客様要件となっている。GSソフトウェアは、下記の観点からシステム要件に対応している。

#### (1) 大規模化への対応

システム統合・業務拡張を容易にするため、使用可能な主記憶・SSU容量の拡大、接続可能なディスク装置数の拡大、1システムあたりのアプリケーション数・ジョブ数の拡大などにより、システム規模拡大に対応している。

#### (2) 高信頼化への対応

24時間365日の業務継続に対応するため、GSハードウェア異常の早期検出、CPU故障時のジョブ影響の局所化、主記憶故障時の交代ページ割当てによる業務影響の排除、マルチクラスタ構成でのクラスタダウン時の高速ホットスタンバイ、故障したSSUの縮退、クラスタ・SSUの活性保守・活性増設などにより、お客様資産の保護、業務継続性の向上を図っている。

#### (3) 高性能化への対応

メモリアクセス性能を高めるジョブ割当方式、DBの高速SSU展開による性能向上、マルチクラスタ構成でのクラスタ間通信性能の向上などにより、GSハードウェアの性能を最大限に引き出す処理能力向上に取り組んでいる。

### ● オープンサーバとのシームレスな連携

高性能・高信頼かつ膨大な資産が蓄積されたGSと、標準技術に基づくアプリケーションの品揃えが豊富なオープンサーバ (Windows/Linux/Solaris)

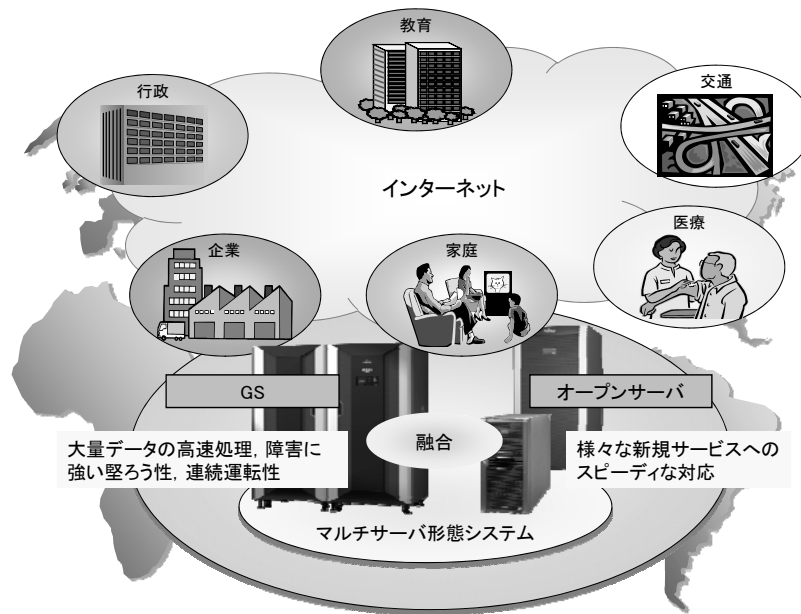


図-4 GSとオープンサーバとの融合  
Fig.4-Fusion of GS and Open server.

を融合し、適材適所に配置することにより、新たなビジネスへ迅速に対応できるシステム基盤が提供可能となる（図-4）。このコンセプトに基づき、GSとオープンサーバとのシームレスな連携を実現している。

- ・GS上の業務を再利用しオープンサーバとシームレスな連携を可能にするサービスアダプタ
- ・GS上の高鮮度なデータをオープンサーバに供給するDBレプリケーション
- ・オープンサーバ側から直接にGS上のデータを参照・更新するリモートDBアクセス

また、お客様の情報システム部門におけるオープン技術者のノウハウを有効に活用して、連携環境の構築を支援するeclipseツールも提供している。

## む す び

本稿では、GSの特長と、ハードウェアおよびソフトウェアの取組みについて紹介した。

激変する経営環境への対応や、コスト削減要求の高まりから、情報システムの中核を担うGSには、これまで以上に資産継承性の保証と、高性能・高信頼性が要求されている。これらの状況を踏まえ先端技術を取り入れながら、マルチクラスタ機能や仮想化機能の強化、高速チャネル/高速ネットワークへの対応、グリーンIT対応など、高性能・高信頼性の継続的向上とシステム全体最適化のため、ハードウェア・ソフトウェア一体となって開発に取り組んでいく。今後のクラウドコンピューティングが注目される時代においても、社会基盤を支える中核サーバとして、お客様のビジネス成長と価値向上に貢献するため、より進化したGSを提供し続けていく。

## 参 考 文 献

- (1) 江川博之ほか：グローバルサーバ：GS21. *FUJITSU*, Vol.53, No.6, p.471-476 (2002).