

データセンターに最適なサーバプラットフォーム

Server Platforms Optimized for Datacenters

あらまし

富士通のPCサーバシリーズは、当初FMサーバという名称で1990年代初め頃より開発を開始した。2000年以降、PRIMERGYサーバという名称でグローバルに販売を展開している。ハードウェアとしては主にインテル社のアーキテクチャを採用し、WindowsやLinuxなど業界シェアの高い標準OSをサポートすることによりお客様の多種多様なニーズに応えることができる製品として豊富なラインナップを提供し続けている。

本稿では、PRIMERGYシリーズの特長について解説し、とくにデータセンター向けに最適化したプラットフォームPRIMERGY CX1000の省電力技術、冷却技術を説明する。

Abstract

Fujitsu's PC server series started to develop from the beginning of the 1990s. At the beginning its name was FM server. Since 2000, Fujitsu has been delivering PC servers globally under the brand name PRIMERGY. The hardware mainly uses Intel's architecture, and supports standard OS's like Windows and Linux, and software like VMware, all of which have a high share in the market. Thus, Fujitsu has continuously provided various products to meet a range of customer requirements. This paper explains the advantages of the PRIMERGY series, especially PRIMERGY CX1000 which is highly optimized for use in data centers. The main chapter explains the details of the architecture, its energy saving technology and cooling technology.



Franz-Josef Bathe

Fujitsu Technology Solutions 所属
現在、次世代データセンター向け製品の仕様策定に従事。



杉本利夫
(すぎもと としお)

ITシステム研究所サーバテクノロジー研究部 所属
現在、次世代サーバ向け省電力化要素技術の研究開発に従事。



前田英信
(まえだ ひであき)

IAサーバ事業本部IAサーバ事業部 所属
現在、PCサーバの装置開発に従事。



田次輝久
(たじ てるひさ)

プロダクトマーケティング本部システムプロダクト統括部 所属
現在、PRIMERGYの製品仕様策定に従事。

まえがき

富士通のPCサーバPRIMERGYサーバは、多様なお客様ニーズに応えるために、常に最新テクノロジーを採用し、用途に合わせて最適なタイプの選択ができるようにバラエティに富んだタイプの提供を続けている。

数年前からアウトソーシングビジネスが注目されてきたが、データセンターにおいてはPCサーバの大量導入が進み、サーバの性能や密度が著しく向上した結果、センター全体の電力消費量が増加し、大量のサーバが出す廃熱の冷却コストの増大、冷却に必要なスペース（コールドアイルなど）の増加が問題となっている。また、サーバ内部が高密度で複雑であるために故障時のメンテナンスが長時間化するという問題が顕在化している。

富士通は、このような問題に応えるために、新しいアーキテクチャを持ったデータセンター用PCサーバPRIMERGY CX1000（以下、CX1000）を開発し、出荷を開始した。

本稿では、PRIMERGY製品群全体の概要を説明し、CX1000でデータセンターにおける問題をどのように解決したかを説明する。

PRIMERGYシリーズの特長

PRIMERGYシリーズは、常にお客様ニーズに基づいた開発を行っており、3種類のタイプを用意し、利用シーンによってきめ細かく使い分けられるようにラインナップを準備している。

(1) フロアスタンド型サーバ

オフィスおよびその近傍に設置されることから、動作時の静かさ、柔軟な拡張性と汎用性、小型化など様々な規模の業務に対応することを目的としている。とくに静音性を実現するために、冷却ファンと装置内部の部品レイアウトに留意し、筐体内部を極カストレートに冷却空気が流れる（ストレートクーリングアーキテクチャ）構造となるように開発を行っている。これは、風の流路が曲がると、そこで損失が発生しノイズになるためである。

(2) ラックマウント型サーバ

業界標準19インチラックに搭載してデータセンターに多数台設置されることを想定して開発されており、最高性能、高い拡張性と汎用性、省電力性に

優れていることを追求した。すなわち限られた容積の中に、高性能かつ多機能を高密度搭載できるかが重要になってくる。しかし、密度が上がると冷却に要するエネルギーも増えて、装置としての消費電力が増えてしまう。最近のラック型サーバでは、吸気口の開口面積の増加、電力変換効率の良い電源、VRM (Voltage Regulator Module) の採用、消費電力の低いCPUやメモリモジュールの採用などにより消費電力を抑える設計としている。これはCool Safeという省電力・冷却コンセプトにまとめられており、PRIMERGY全般を支える設計思想に位置づけられている。

(3) ブレード型サーバ

データセンター設置はラック型と同じだが、装置の故障時や業務変動に柔軟に対応する高い管理性をミドルウェアも含めて実現することを目的としている。このため大規模なシステム運用に求められる、性能・可用性・運用性を高いレベルで兼ね備えた設計を行っている。サーバやストレージといったブレード型ユニットを高密度に実装可能とし拡張性を向上させ、シャーシに搭載する各コンポーネントはモジュール化・冗長化されており、高密度でありながら可用性、扱いやすさを追求している。また運用面においても、省電力制御・電力の見える化など環境面の配慮を行っている。

サーバ市場動向

近年のサーバの高性能化に伴い、サーバの仮想化・統合による集約が加速してきている。Gartner社の調査⁽⁴⁾によると、クラウド向けサーバについては、2012年の時点で、総出荷台数の約28%に達する見込みとなっている。

その一方で、サーバの集約を支えるデータセンターなどのインフラにおいて、収容サーバ台数の飛躍的な増加、急速な高密度化に伴い、以下のような様々な問題が発生してきている。

(1) 運用コストの増加

- ・サーバおよび空調による電力コスト
- ・大量のサーバ格納スペース
- ・様々なサーバの保守/管理工数

(2) ファシリティの制限

- ・供給可能電力
- ・床面耐荷重

・冷却能力

このような問題を解決するため、データセンターに特化し、シンプル化をコンセプトとしたサーバの開発を行った。

データセンター専用サーバの開発目標

本章では、スケールアウトコンピューティングの要望の実現に向けたデータセンター向けサーバの開発目標とアプローチに関して述べる。本製品の開発目標は以下の3点である。

(1) 運用コストの削減

徹底した省エネルギー設計によりファンレス仕様のサーバノードを採用し、消費電力を低減する。故障したサーバノードはノード単位で現地交換する。ケーブル接続をフロント側にまとめることでメンテナンスを容易にし、システムの保守時間を大幅に短縮し、運用効率を向上させる。

(2) 設備投資資本（設備導入のために必要な費用）の削減

設置面積の省スペース化とラックへの収容性向上による高密度化を図り、使用スペースを削減する。また、従来から用いられているラック背面にホットアイルを形成することなしに、back-to-back設置を可能とする。このような要件をもとに、シンプルな構造設計、メインボードを現地交換することでサーバコンポーネントの有効活用を図り、データセンターインフラへの設置性を最適化（冷却、ケーブル）する。これにより、初期導入コストを削減し、設備コストを低減する。

(3) 顧客自身がノード交換可能なサーバによる簡潔な保守管理および運用と柔軟性・カスタム性の実現

既存技術、設備の継承も非常に重要な要素の一つである。既存のデータセンターとの設置互換性を持たせるために、front-to-backの冷却インフラにも対応可能で、現地交換が可能なサーバノードのプラグ&プレイ設計、一般的なメインボードの再利用が容易な汎用性を可能とし、さらに将来型のデリバリーモデルにも適応できる設計仕様を実現する。

より具体的な実現手法としては、以下に示すようなラック単位の構造最適化およびシンプル仕様を用いることで、コストと消費電力の削減を実現している。

・冷却用ファンの削減

従来、小型のファンを304個（RX200：8個×38ノード）必要としていたが、冷却効率を最適化した専用ラックを開発することで、大型ファン2個に削減した。

・高効率電源の採用

変換効率の高い200V給電環境にも対応し、高効率な標準品部材を用いることで、電力変換効率92%（50%負荷時、CSCI gold準拠/80 PLUS Gold準拠）の電源を使用している。

・冷却方式の変更

従来の後面排気を上面排気にすることにより、高密度なラック設置を可能とした。その結果として、ホットアイル分のスペースが不要となり、設置スペースを従来に比べて40%削減することに成功した。

CX1000の機能と性能

CX1000の開発コンセプトをはじめ特長を紹介する。

● コンセプトと機能（従来型サーバからの改善点）

(1) コンセプト

- ・クラウドでの大規模スケールアウトに最適化。
- ・筐体サイズは、標準的に採用されている19インチラックと同程度であり、従来サーバとデータセンター内で並べて設置可能。
- ・従来のデータセンターで必要であった排気や保守作業用のためのラック後方スペースが不要。

(2) 機能

- ・サーバノードは、ノード上に電源を実装したデザインを採用し、材料コストと重量の軽量化を図った。
- ・中央ファンと煙突型エアフローを持つ革新的な冷却システムを採用し、ラック構造のシンプル化を図っている。
- ・データセンター内単位面積あたりのサーバノード密度を倍増するため、ラック占有面積の最小化（ラック設置面積：850×700mm）を図るとともに、back-to-back配置可能なラック構造を採用した（図-1）。

● CX1000導入効果

通常のラックサーバと比較し、運用スペース40%を削減、エネルギー削減13%を実現した。その効果の内容を以下に示す。

- ・各ノードは独立しており、ほかのノードの障害が影響しない (MTTRの短縮)。
- ・データセンター内にホットアイル分のスペースが不要である。
- ・単位面積あたりのラック設置数が最大となる。
- ・使用しない機能のための余分なコストが発生しないなど、設備コストおよび運用コストの削減を図った。
- ・スケールアウト型データセンターアーキテクチャの中で消費電力を最小にした。
- ・スケールアウト型データセンターソリューションの中で最高のエネルギー効率を実現した。

● CX1000の構成

ラックはシンプルかつコスト効率の高い設計を用いており、ラック単位でのエネルギー効率を従来に比べて大幅に改善し、データセンターの密度性と冷却性の課題を解決した。1ラックあたり38ノード搭載できる。

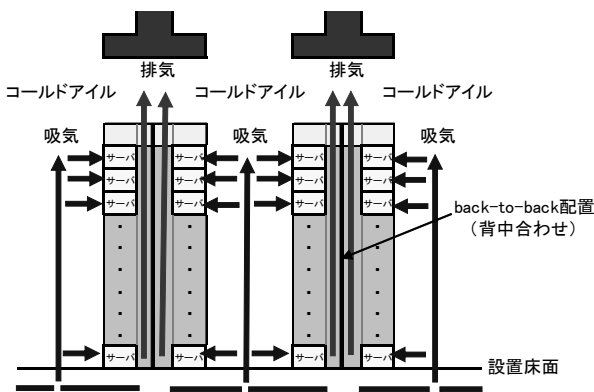


図-1 back-to-back配置と冷却システム概要
Fig.1-Overview of back-to-back arrangement and cooling system.

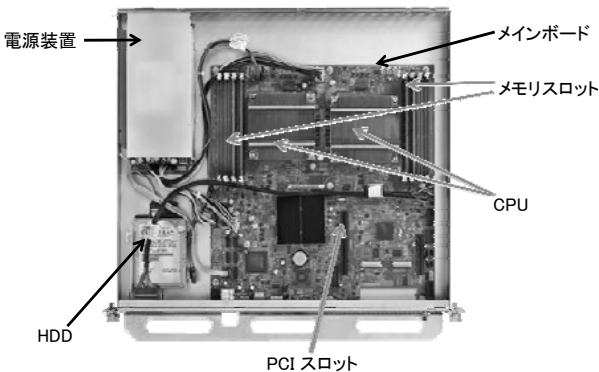


図-2 サーバノード
Fig.2-Server node.

サーバノードはシンプルかつコスト効率の高い設計を用い、高い柔軟性とエネルギー効率の高いコンポーネントとして構成されている (図-2)。13インチ×12インチの標準規格メインボードを採用し、高効率VRMとファンレス構造を採用している。異なるCPUおよび小さなサイズのメインボードの実装も可能で、汎用性に富んでいる。

● 省エネルギー効果をねらった冷却技術

本システムは、ラック全体での集中冷却方式の採用により消費電力を抑制した (図-3)。従来の前面吸気、後面排気方式とは異なり、ラック全体を冷却するファンをラック上部に配置して排気方向を上部方向へと変更した。開口率をラック上部と下部で変え、流れる風量を調整することにより各サーバノードを均一に冷却している (図-4)。これらのラック構造は計算機による熱冷却シミュレーション技術を基に設計、検証されている。

● 性能

ベンチマークテストプログラム「SPECpower_ssj2008^(注1)」において、2320 overall ssj_ops/watt^(注2)の世界最高記録を達成し (2010年4月7日)、インテル Xeonプロセッサ5500番台を搭載する2wayサーバとしては最もエネルギー効率と性能が高いサーバであることを証明した^(注)

● エネルギーコスト削減効果

大規模データセンター (サーバノード10 000台) におけるエネルギーコスト削減効果は、約4億円 (約20%) で内訳は以下ようになる。

- (1) インフラ構築費用 (ハードウェア調達) :
約6.3億円削減 (従来機種比の約15%削減)
- (2) フロアスペース利用料金 (ファシリティ) :
約1.2億円削減 (年間、従来の約40%削減)
- (3) 消費電力 : 最大750万kWh削減 (年間)
- (4) 電気代 : 約0.8億円削減 (年間、従来の約25%削減)

(注1) 汎用サーバの消費電力およびパフォーマンス特性の双方を評価することにより、エネルギー効率を評価するベンチマークテストプログラムで、SPEC (The Standard Performance Evaluation Corporation) が開発したもの。1ワットあたりのサーバパフォーマンスの値を示し、値が高いほど高効率であることを意味する。

(注2) 1ワットあたりのコンピュータシステムのスループット (パフォーマンス) 単位。



図-3 CX1000外観と集中冷却大型ファン
Fig.3-Appearance of CX1000 and its large central cooling fans.

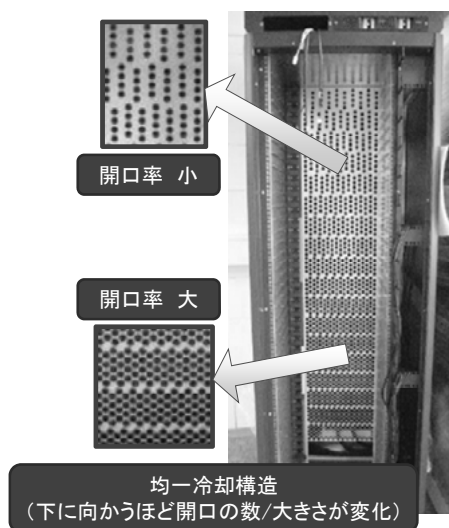


図-4 後面排気口の開口率の違い
Fig.4-Difference in rate of opening of rear exhaust vents.

今後の課題

CX1000は、スケールアウトコンピューティングの要望の実現に向けたデータセンター向けサーバであり、クラウドコンピューティング環境やデータセンターの構築に最適なプラットフォームである。今後は、データセンターの用途に関する多様性に対応するため、以下の技術開発にも取り組んでいく。

- ・マルチノード化
- ・ラック省電力化に向けた制御技術の開発
- ・より精密な装置冷却を行うための局所冷却技術の開発

む す び

本稿では、とくにデータセンターのニーズに応えるべく開発されたPRIMERGY CX1000について、開発に至った背景から、設計目標を達成すべく開発された新技術の概要と、達成された効果についてまとめた。2010年春の製品発表以来、多くのデータセンターから引合いや問合せを頂戴しており、実際に導入する際の新たな課題なども明らかになってきた。

今後、これらの課題をクリアしていくことで、より一層高いレベルでお客様要望に応えるとともに、データセンターのモジュラー化など、将来の動向にも柔軟に対応できるように調査と開発を続けていく。

参考文献

- (1) Gartner : Dataquest Insight : The Impact of Cloud Computing on Server Sales, 2009 Update. Adrian O'Connell, 25 November 2009. <http://www.gartner.com/DisplayDocument?id=1236313>
- (2) 富士通 : PCサーバ「PRIMERGY CX1000」、エネルギー効率を評価するベンチマークテスト「SPECpower_ssj™ 2008®」で世界最高記録を達成. <http://pr.fujitsu.com/jp/news/2010/04/7.html>