

# 環境配慮型データセンタを支える省エネルギー冷却システム

Energy-saving Cooling System that Supports Eco-friendly Data Centers

峰岸 裕一郎 Yuichirou Minegishi

水村 信次 Shinji Mizumura

岩崎 正道 Masamichi Iwasaki

データセンタでは、サーバから発生する熱を効率よく除去する工夫が求められている。富士電機は、局所空調システムを開発した。局所冷却ユニットに取り込む空気の露点温度と冷媒温度を常時監視し、結露発生を未然に防止する。自動冗長機能により、異常発生時には局所冷却ユニットおよび冷媒ポンプユニットを冗長機へ自動切替が可能である。また、気流解析による気流の均一化を図り、局所冷却ユニットの小型・高性能化も実現し、省エネルギー化を図っている。

At data centers, an energy-efficient cooling solution for the heat generated by servers is required. Fuji Electric has developed a local air conditioning system for this purpose. The system constantly monitors the dew point temperature and the coolant temperature of air introduced into a spot air-cooling unit to prevent the dew condensation. An automatic redundancy feature enables spot air-cooling unit and pumped refrigerant unit to changeover automatically to redundant units when an abnormal condition occurs. Airflow analysis has been performed to equalize the flow of air and to realize a compact, high-performance local cooling unit that saves energy.

## 1 まえがき

企業や国、地方自治体などでは、情報処理の運用コスト低減やセキュリティ強化などの観点から、情報処理業務のアウトソーシング化を進め、データセンタの需要が拡大している。地球温暖化防止のために、環境に対する配慮（グリーン化）が求められており、省エネルギー（省エネ）や温室効果ガスの低減が急務となっている。国内だけでなく国際的にもデータセンタ事業者は、環境に配慮しながら高付加価値サービスを低価格で提供する対応が求められ、運用時の電力使用量の削減は大きな課題である。

環境配慮型データセンタにおける消費電力量の割合は、情報通信機器自身で約50%、残り50%が空調や電源設備などのインフラ設備である。図1に経済産業省が発表した

情報通信機器の国内消費電力量予測を示す。省エネ対策をしないと2025年に2006年の5倍になってしまうと予測している。今後の革新的な省エネ技術により、2025年時点で電力消費予測の4割減を目指している。

富士電機は、これまでデータセンタ向けに数多くの受変電設備、発電設備、無停電電源装置（UPS）などの電源設備を納入し、電力削減に貢献してきた。

本稿では、富士電機が取り組んでいる空調エネルギー低減を目的とした冷却システムについて紹介する。

## 2 従来のサーバールーム冷却方式

従来のサーバールームでは、図2に示すような全体冷却方式を多く採用している。この方式は、冷気を床下から吹き出し、サーバの熱を奪い上昇気流となった高温空気を天井面から吸い込む気流形態を採用している。天井内に吸い込まれた高温空気は、天井チャンバを通過して空調機械室のベース空調機で冷却され、床下に送風される。この方式で

図1 情報通信機器の国内消費電力量予測

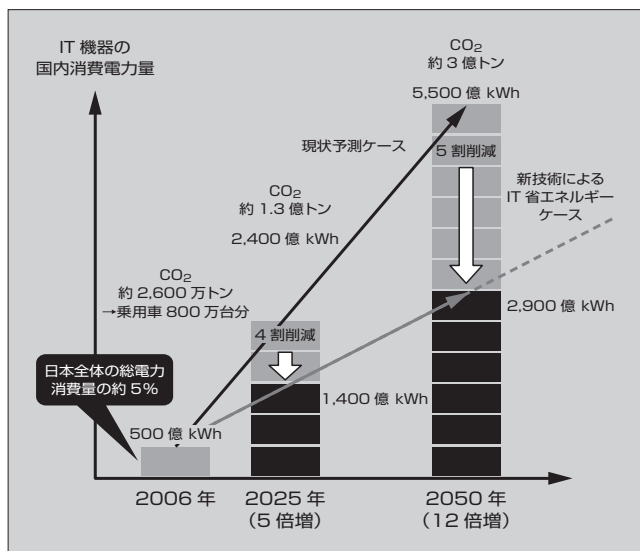
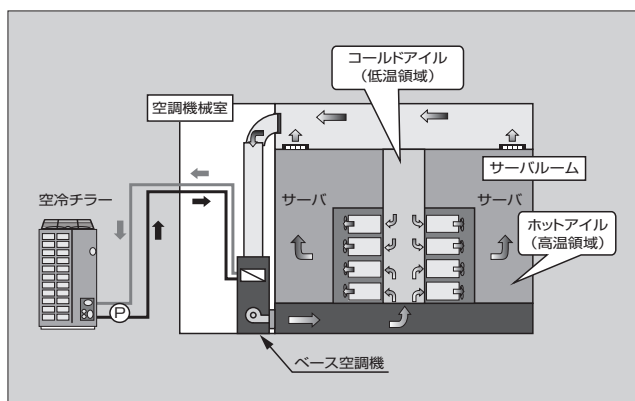


図2 全体冷却方式



は、サーバールーム全体を複数の空調機で一様に冷却しているため、サーバールーム内の一部で熱負荷密度が高くなると局所的に温度が高くなる熱だまりが発生する。

また、サーバールームの熱負荷密度が高くなると、熱を処理するために循環空気量が増大し、天井内や二重床の有効高さを大きくする必要があり、建築的な制約を受けるなどの問題も発生する。

情報量の増大やサーバの効率的運用に伴いサーバの処理能力が向上し、1サーバ当たりの消費電力が数kWから十数kWと大きくなり、全体冷却方式だけでは対応できなくなっている。

### 3 局所空調システム

#### 3.1 新しい局所冷却方式

熱負荷の増大による熱だまりを解決するため、富士電機では局所空調システムを開発した。局所空調システムは、サーバールーム内に局所冷却ユニットを分散設置することにより、局所的な熱だまりを解消し、さらに低い消費電力で多くの熱を処理できるという特徴がある。冷却機器などのエネルギー消費効率の目安として成績係数(COP: Coefficient Of Performance) (85ページ「解説」参照)が使われる。局所空調システムのCOPは13以上であり、従来のベース空調機と比較すると約2倍以上の省エネが図れる。

また、熱源まで含めた空調システム全体の消費電力を従来の全体冷却方式と比較すると、約25%の省エネとなる。例えば、1,000m<sup>2</sup>のサーバールーム(サーバ総発熱量1,000kW)の試算例を表1に示す。

局所冷却ユニットは、天井からつり下げるので、サーバラック上部の余剰空間を有効活用できる。また、全体冷却方式で冷気を送風するために必要であった二重床を必要としないので、新設サーバールームだけではなく、サーバ増設における既設改修などにも適用できる。

#### 3.2 システム構成

図3に局所空調システムの構成を示す。局所空調システムは送風ファン、蒸発器、流量調整弁、水冷式凝縮器、冷媒ポンプにより構成される冷媒循環式冷却システムである。局所冷却ユニットは、冷媒ポンプユニット1台当たり最大11台(予備機含む)まで設置が可能であり、サーバラ

ムの熱負荷に合わせてフレキシブルに対応できる。

#### 3.3 システム仕様

表2に局所空調システムの仕様を示す。サーバラックの増設に対応するため、1台のサーバラックに1台の局所冷却ユニットを設置できるように局所冷却ユニットの寸法はW695×D1,000×H400(mm)とした。1台の局所冷却ユニットは7.5kWの冷却能力があり、従来の全体冷却方式と併用すると、サーバラック当たり10kW以上の冷却が可能である。

また、サーバールーム内で水漏れが生じないように、作動流体に代替フロン系冷媒(R134a)を採用した。

#### 3.4 システムの特徴

##### (1) 結露回避機能

サーバラック上部に設置した局所冷却ユニットで結露した水が漏れサーバに侵入すると、サーバが故障し大きな損害が発生する。局所空調システムは、冷蔵ショーケースで培った露点温度監視・結露回避技術を生かし、局所冷却ユニットに取り込む空気の露点温度と冷媒温度を常時監視し、システムコントローラにより冷媒ポンプの冷媒温度を制御することで結露発生を未然に防止する。図4に局所空調システムの制御構成を示す。

##### (2) 異常検知・自動冗長機能

近年のデータセンタに対する高信頼性化への要望に応えるため、局所空調システムはTIA(米国通信工業会)およびTUI(米国データセンタ事業者による協会)の定め

図3 局所空調システムの構成

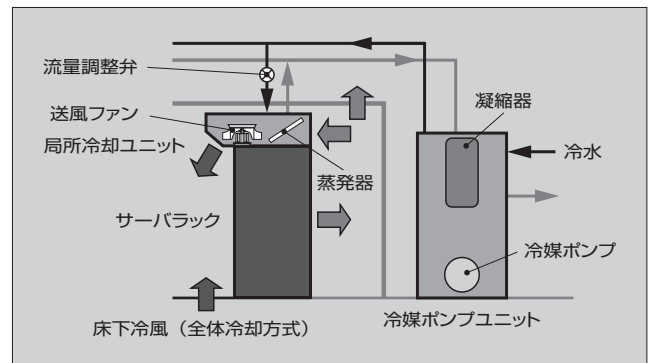


表1 試算例

方式	空調システムの消費電力 (kW)		
	熱源設備	空調設備	計
全体冷却方式 (従来)	232	159	391
局所冷却方式	215	77	292

約25%の省エネルギー

〈条件〉  
 ①サーバラック数: 200ラック、  
 ②1ラック当たりの電力消費量: 5kW } サーバ総発熱量 1,000kW  
 ③サーバールーム面積: 1,000m<sup>2</sup>  
 ④熱源設備: ターボ冷凍機

表2 局所空調システムの仕様

冷却能力	75kW (局所冷却ユニット10台接続時)	
冷却効率	COP = 13 (水冷式冷媒ポンプユニット)	
室内機定格風量	42m <sup>3</sup> /min	
室内機寸法 (底基準)	W695×D1,000×H400 (mm)	
入力電源	局所冷却ユニット	AC200V 1φ
	冷媒ポンプユニット	AC200V 3φ
標準機能	結露回避機能	
	異常検知・自動冗長機能	
封入冷媒	R134a	

Tier3（データセンタ品質格付レベル）の基準を満足する自動冗長機能を備えている。局所冷却ユニットおよび冷媒ポンプユニットの運転を常時監視し、異常が生じた場合にはシステムコントローラにより局所冷却ユニットおよび冷媒ポンプユニットを冗長機へ切替え可能である。

(3) 局所冷却ユニットの小型・高性能化

図5に試作局所冷却ユニットの構造を示す。局所冷却ユニットの小型化・高性能化を実現するためには、局所冷却ユニットを構成する各主要機器（送風ファン、蒸発器）が高効率であり、さらに最適配置して送風ロスを最小限に抑える必要がある。局所冷却ユニットには、クリーンルームで多くの実績があるFFU（ファンフィルタユニット）に用いられている送風ファンを使用し、信頼性、高効率化、低騒音化を実現した。図6に送風ファンの外観を示す。また、蒸発器の仕様や配置は、局所冷却ユニットの内部圧力分布や温度分布をシミュレーションすることにより最適

図4 局所空調システムの制御構成

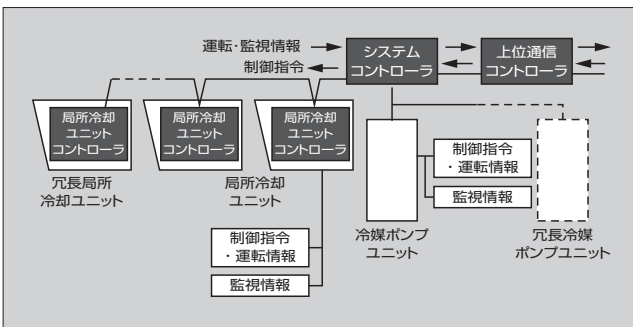


図5 局所冷却ユニット構造

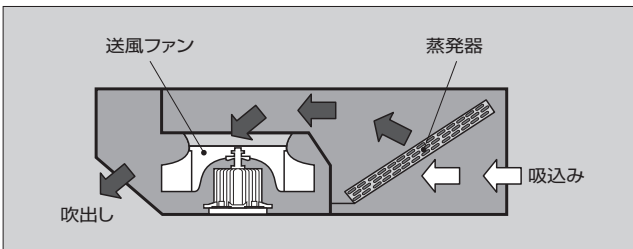


図6 送風ファンの外観



化を図った。図7に局所冷却ユニット内の圧力分布シミュレーション例を示す。蒸発器周りの偏流を抑え、均一な熱交換が可能となっていることが分かる。

3.5 実証試験

局所空調システムの実証試験を行うために、実際のデータセンタのサーバラームを模擬した試験室を新たに設けた。図8に模擬サーバラームの構成および図9に実証試験風景を示す。実証試験では局所空調システム単独の性能評

図7 局所冷却ユニット内部圧力分布シミュレーションの例

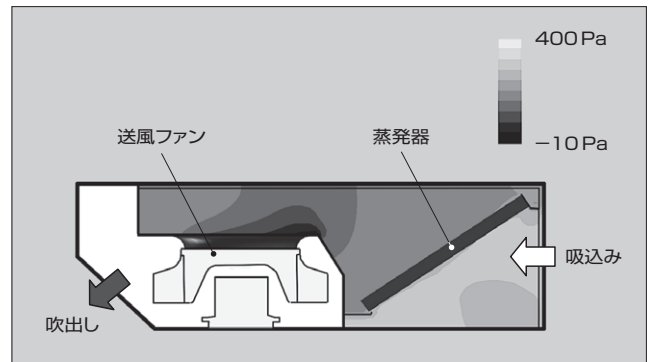


図8 模擬サーバラームの構成

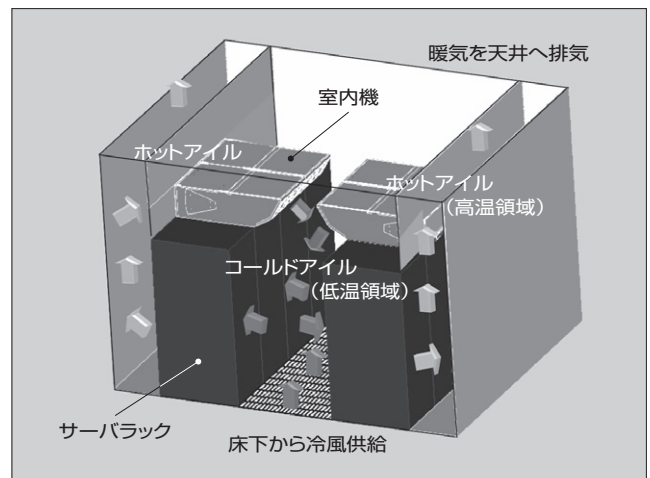


図9 実証試験風景



価、制御機能評価、信頼性評価に加え全体冷却方式との組合せによる評価も実施している。サーバ稼働状態を把握し、最適な運転パターンで局所空調システムを運転制御することで、従来の全体冷却方式に比べて約25%の省エネ運転が可能である。

#### 4 あとがき

世界規模で地球温暖化対策が叫ばれている中、データセンタ分野における省エネルギー化は今後ますます重要になることは明白である。富士電機は、データセンタ分野向け冷却システムの高効率化への追及を継続していくとともに、さらに自然エネルギーを有効活用した冷却システムの研究開発を積極的に推進し、環境にやさしい社会作りに貢献していく所存である。今回紹介した局所空調システムは、富士通株式会社との共同研究である。

#### 参考文献

- (1) “情報通信機器の革新的省エネ技術への期待”. グリーンITシンポジウム2007. 経済産業省.



#### 峰岸 裕一郎

クリーンルームおよびグリーン IDC に関する開発に従事。現在、富士電機システムズ株式会社産業プラント事業本部第二統括部商品開発部長。



#### 水村 信次

グリーン IDC 空調関連の商品開発に従事。現在、富士電機システムズ株式会社産業プラント事業本部第二統括部商品開発部。



#### 岩崎 正道

グリーン IDC 空調関連の研究・開発に従事。現在、富士電機ホールディングス株式会社技術開発本部先端技術研究所生産技術研究センター設備設計技術部副主任研究員。日本機械学会会員、日本伝熱学会会員。





\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。