

# 屋内モジュール型データセンター

Indoor Modular Data Center Offering Best Solution for Buildings

佐藤 一英 内堀 郁夫

■ SATO Kazuhide

■ UCHIHORI Ikuo

現代社会では、ICT（情報通信技術）を活用した情報システムが不可欠であり、これらを稼働させるデータセンターは社会インフラの基盤として重要性を高めている。一方で、初期投資コストの増大や省エネへの対応など、データセンターには多くの課題も顕在化してきている。

東芝は、モジュール構造と最新の空調システムにより、段階的な導入と省エネを実現する屋内モジュール型データセンター、及びデータセンターに設置するICTシステムのキーコンポーネントとして高性能、省エネ、省スペースを実現するストレージシステムを開発した。これらを利用して当社のスマートコミュニティセンター（川崎市）のICT基盤を支える自社のデータセンターを構築した。この屋内モジュール型データセンターを用いたファシリティ（設備）ソリューションとICTソリューションの組合せにより、強固な社会インフラシステムの基盤構築への貢献が期待される。

Information systems utilizing information and communication technologies (ICTs) are essential to modern life, and data centers operating such systems have become increasingly important as a key element of social infrastructures. However, these data systems have recently been facing various issues including increases in initial investment costs and the need for energy-saving measures.

As a solution to this situation, Toshiba has developed the Toshiba Indoor Modular Data Center, which offers a modular data center solution for building use that makes step-by-step deployment and energy-saving operations possible through its modular structure and the use of the latest air-conditioning systems. We have also developed the Toshiba Total Storage Platform as an ICT, realizing a storage system with high efficiency that offers energy and space saving for data centers. We have completed the implementation of these new technologies for the data center supporting the Smart Community Center, which is an advanced environmentally friendly office building in Kawasaki. These technologies combining facility solutions with modular data center and ICT solutions are expected to contribute to the construction of robust social infrastructure platforms.

## 1 まえがき

ICTは、社会の隅々に行き渡り、今や情報システムは重要な社会インフラの一つとなっている。ICTの浸透に伴い、ビッグデータに代表されるように、社会インフラシステム内で扱われるデータ量も加速度的に増加している。そのため、これらのデータを処理する受け皿としてデータセンターへのニーズも高まっており、データセンター市場も堅調に伸長している。

（株）矢野経済研究所は、国内データセンターの総床面積が、2011年3月から2017年3月までに、年平均成長率（CAGR）4.6%で推移して250万8千m<sup>2</sup>に達すると予測している<sup>(1)</sup>。

一方、データセンターの構築形態は、従来のビル型に加え、コンテナ型やモジュール型といった新しい形態も登場し、顧客は用途や目的に応じて、これらを選択できる環境になってきた。ビル型のデータセンターは現在も構築形態の主流ではあるが、データセンターの新設においては多大な初期投資コスト、また既設においてはファシリティの老朽化に伴う最新ICT機器の設置が困難になるなど、課題も顕在化してきた。

東芝は、このようなビル型データセンターでの課題を解決するため、屋内モジュール型データセンターを開発し、当社のス

martコミュニティセンター（川崎市）のICT基盤を支える自社のデータセンターを構築した。ここでは、屋内モジュール型データセンターとモジュール内に設置したストレージシステムについて述べる。

## 2 データセンターの課題

現在、データセンターの構築形態はビル型と、海外を中心に普及が始まりつつあるコンテナ・モジュール型とに大別される。ビル型データセンターは、現在も主流の構築形態ではあるが、新設及び既設ともにいくつかの課題が顕在化し始めている。

新設については、処理データ量の予測が難しいなかでの初期投資コストの増大化が挙げられる。めまぐるしいスピードで変化する現在のビジネス環境では、突発的にデータ量の増加が発生する可能性がある。この予測を行うことはたいへん難しいため、初期段階で最大規模を想定し、ファシリティを導入することになる。その結果、初期段階で過剰な設備投資を行う状況が多々起きている。これを解決するためには、データ量の増加に追従したファシリティやICT機器の分散投資が有効であり、これを実現する構築形態が望まれている。

既設については、空調や電源といったファシリティの老朽化に伴い、高密度のサーバやストレージといった最新のICT機器の設置が困難になってきている。これは、ICT機器の技術開発スピードにファシリティのスピードが追いつかないことに起因している。現在、ICT機器の高密度化のスピードは極めて速く、ICT機器を収納するラック当たりの電源容量も増加している。現在の国内データセンターのラック当たり電源容量は約3～4kVAが中心であるが、最近では15kVAといった電源容量を要求される場合も少なくない。約3～4kVAのICT機器を冷却する空調システム能力しか持たない既存データセンターでは、高密度ICT機器の冷却を行うことができないというケースが既に出始めている。

また、新設及び既設共通の課題として、膨大な消費電力に伴う二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）排出量を抑制する必要性や、大規模災害時の事業継続性が挙げられる。

当社が開発した屋内モジュール型データセンターは、これらの課題を解決する製品である。

### 3 東芝の屋内モジュール型データセンター

#### 3.1 特長

開発した屋内モジュール型データセンターは、サーバラックを軽量モジュールで覆い、モジュール内に専用空調機を設置して、ビル内にデータセンターを構築する製品である（図1、図2）。

モジュール構造を採用することにより、データ量の増加に応じてモジュールを拡張することで、分散投資を行うことが可能になる。これにより、データセンターの新設時の初期投資コストを抑えると同時に、拡張時には最新の空調システムとICT機器を容易に設置することができる。以下に、屋内モジュール型データセンターの特長を省エネ、省スペース、高セキュリティ、及びBCP（事業継続計画）対応の四つの観点から述べる。



図1. 屋内モジュール型データセンター — 省エネ、省スペース、高セキュリティ、及びBCPを実現する。

Toshiba Indoor Modular Data Center (exterior view)



図2. 屋内モジュール型データセンターのモジュール内部 — ICT機器をラックに収納し、高効率の空調システムにより省エネを実現する。

Toshiba Indoor Modular Data Center (interior view)

**3.1.1 省エネ** データセンターの需要が高まっていくなかで、膨大な消費電力とCO<sub>2</sub>排出量の増加は世界的にも社会問題となっており、データセンターの省エネは喫緊の課題となっている。なかでもデータセンター全体の消費電力の50%近くを占めると言われている空調電力の削減は急務である。

開発したデータセンターは、サーバラック列の前面部と背面部を仕切ることにより、冷気と暖気の混合を防止し、空調効率を向上させることができる。空調システムは、(株)関電エネルギーソリューション、高砂熱学工業(株)、及び東芝キャリア(株)と共同で開発した壁吹き型ユニット空調機を用いたハイブリッド空調システムを導入している。この空調システムの概要を図3に示す。

空調機は冷却水と冷媒の二重コイルを採用し、片系コイルは年間を通じてフリークーリング<sup>(注1)</sup>の運用を行う。冷却水が

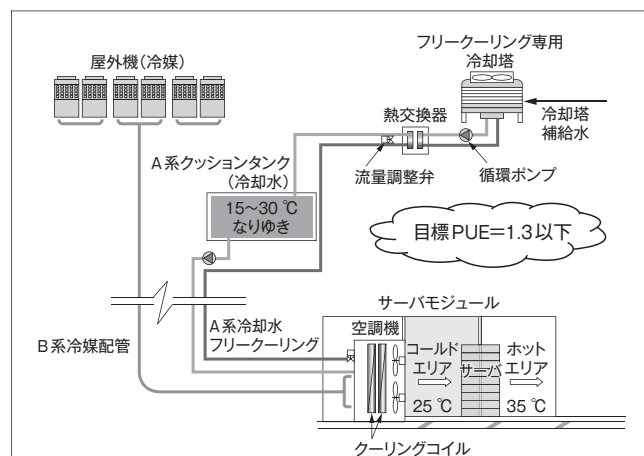


図3. ハイブリッド空調システムの概要 — フリークーリングによる冷却水と屋外機による冷媒を用いたハイブリッド冷却を実現した。

Outline of hybrid cooling system with free cooling and refrigerant cooling

(注1) 冷凍機を使用せずに、冷却塔により外気温を利用して冷却するシステム。

18℃以下になる場合は、完全フリークーリングが実現する。国内では首都圏で、フリークーリングでの運転を約5か月間行えると試算している。フリークーリングの冷却水を年間を通じて循環させていることから、冷却水が18℃より高い場合も冷却水により予冷を行い、屋外機にかかる負荷を軽減する。フリークーリングによる冷却水と屋外機による冷媒を用いたハイブリッド空調にすることで、空調の年間消費電力を、従来のシングルコイルによる空調方式に比べ、約70%削減することが可能になる。信頼性の面でも、モジュール内で空調冗長化を実現している。

また、データセンター全体の消費電力は、サーバの消費電力100kW当たりで計算すると、一般的なデータセンターでは空調が約82kW、その他をUPS(無停電電源装置)、トランスの損失、及び一般空調としてサーバと空調の合計の10%と仮定し、それが約18kWとなり、合計約200kWになる。

一方、開発したデータセンターでは、空調が約21kW、その他が約12kWとなり、総消費電力としては約133kWになる。したがって、データセンター総消費電力は、約33%の削減を実現できることになる。

データセンターの設備のエネルギー効率を表す指標として、PUE(Power Usage Effectiveness)があり、グローバルスタンダードな指標となっている。この指標はデータセンターの省エネなどに取り組む業界団体である“The Green Grid”などが推奨する指標であり、データセンター総消費電力をICT機器の消費電力で割ることにより導かれる。前述の値をベースに試算すると、一般的なデータセンターがPUE=2.0であるのに対し、開発したデータセンターはPUE=1.3となり、高い電力効率を実現する。

### 3.1.2 省スペース(高密度サーバ・ストレージへの対応)

前述のとおり、ICT機器の高密度化が進んでいくなか、既存のデータセンターでは空調システムの能力不足により、サーバやストレージ機器などの高密度ICT機器を十分に冷却できないケースが出始めている。開発したデータセンターは、空調効率の高いモジュール構造と、高効率な局所空調機の組合せにより、ラック当たり電源容量10kVA以上の高密度ICT機器の設置を可能にしている。これにより、より多くの機器をラック内に実装でき、設置スペース換算で約30%の削減を実現した。

これにより、既設のデータセンターにこのモジュールを追加することで、空調能力の向上を実現し、高密度ICT機器の設置が可能なデータセンターに価値を向上させるリノベーションが実現される。今後は、ハイブリッド空調システムに加え、開発したデータセンターで既に実現している直接外気冷却方式も組み合わせることで、いっそうの省エネに寄与していく。

**3.1.3 高セキュリティ** 顧客のサーバなどのICT機器をデータセンターに設置する場合、顧客によっては、エリアをケージ(檻(おり))で囲い、セキュリティを確保する形態をと

る。開発したデータセンターは、ラックをモジュールで覆い、入退室管理を組み合わせることで、モジュール内部への不正な侵入を防止できる。これにより、従来のケージに比べ、より高いレベルのセキュリティを実現することができる。また、モジュールの壁材に特殊素材を使用することで、サーバの動作に悪影響を与える電磁波を遮断することも可能になる。

**3.1.4 BCP対応** 情報システムは社会インフラにおいて重要な役割を担っていることから、災害などでデータセンターが停止すると、資材調達の相互依存など、一つの企業の業務停止が他の企業の活動にも支障をもたらす、社会全体が連鎖的に被害を受けるリスクがある。したがって、災害などが発生しても事業を継続することが極めて重要で、それを実現することがデータセンターの重要な役割である。

開発したデータセンターは、各モジュールに火災検知設備と自動ガス消火設備を内蔵しており、局所的な消火を可能にすることで、ビル全体への火災リスクを軽減している。

また、災害による断水が発生すると、一般的なデータセンターでは冷却水の供給ができなくなり、サーバ室内の温度が上昇し、サーバ停止など重大な事態を招くというリスクが内在している。開発したデータセンターでは、ハイブリッド空調を採用しているため、断水が発生しても冷媒による空調で運用を継続できる。

火災時の対策や断水時の運用継続といったBCPへの対応も、大きな特長の一つである。

## 3.2 スマートコミュニティセンターのICT基盤を支える Toshiba Total Storage Platform

モジュール型データセンターに設置されるICT機器には、機能や性能に加え、省エネが求められる。なかでも今後ますます増大が見込まれる各種のデータを格納するストレージシステムは、設置面積と消費電力をいかに低減するかが課題である。

今回、当社のデータセンターに設置した“Toshiba Total Storage Platform”は、2013年5月に商品化した最新のストレージシステムである(図4)。東芝グループのNANDフラッシュメモリやハードディスクドライブ(HDD)などの最新ストレージデバイスと、ストレージ階層化技術や高可用性技術などのシステム技術を結集し、高いレベルで高性能と省エネ、省スペースを実現している。

このシステムは、現在のストレージシステムの記憶媒体として広く用いられているHDDに加え、記憶媒体としてNANDフラッシュメモリを使用するソリッドステートドライブ(SSD)やフラッシュアレイストレージを組み合わせたハイブリッドストレージシステムである。HDDは技術革新により年々記憶容量が増加しているが、このシステムは最大4T(テラ:10<sup>12</sup>)バイトの当社製ニアラインHDD<sup>(注2)</sup>を搭載可能であり、システム当た

(注2)、(注3) ニアラインHDDは低速・大容量タイプで、エンタープライズHDDは高速・小容量タイプ。



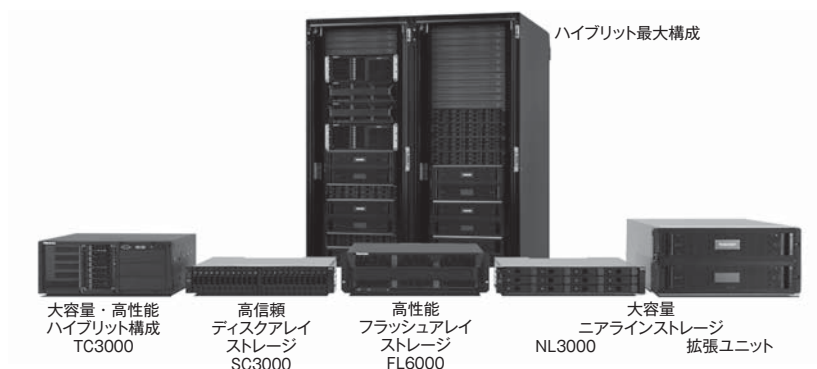


図4. Toshiba Total Storage Platform — HDDに加え、SSDやフラッシュアレイストレージを組み合わせたハイブリッドストレージシステムである。  
Lineup of Toshiba Total Storage Platform products

り最大容量2.6 P (ペタ:  $10^{15}$ ) バイトのデータ保存が可能である。またNANDフラッシュメモリはHDDに比べ高い読み書き性能を持っており、フラッシュアレイストレージFL6000の場合、従来の当社製エンタープライズHDD<sup>(注3)</sup>の5,000台分に相当する最大100万IOPS (Input/Output per Second) という高いアクセス性能を持つ。更に、記憶媒体を半導体化することで、HDDに比べ省エネ、省スペースが可能である。このシステムではこのHDDとNANDフラッシュメモリデバイスを独自のストレージ階層化技術を用いてハイブリッド化することで、大容量かつ高性能、省エネ、省スペースを実現している。

例えば同一の性能と容量で、従来のHDDだけを用いたストレージシステムと比較すると、ハイブリッドストレージシステムでは、消費電力で74%の削減、設置スペースで71%の削減

と、大幅な省エネと省スペースが可能である(図5)。

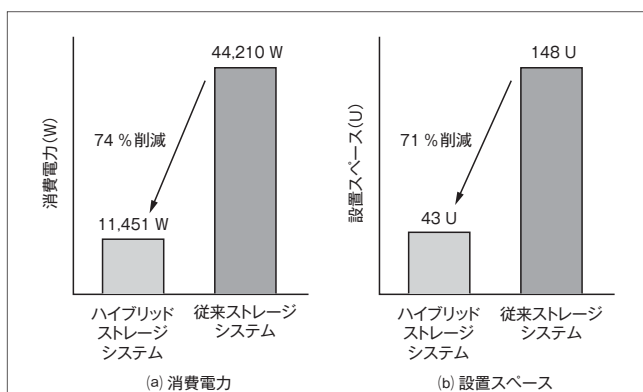
今回、当社のデータセンターに設置したシステムは、HDD容量1,536 Tバイトで、フラッシュメモリ容量32 Tバイトのハイブリッド構成としているが、システムの総消費電力は11.5 kWである。これは従来の当社製エンタープライズHDDを使用したストレージシステムに比べ32.8 kWの削減であり、CO<sub>2</sub>排出量に換算する<sup>(注4)</sup>と年間約158 tの削減効果となる。

#### 4 あとがき

今後、社会インフラにおける情報システムの重要性が更に増すことが予想され、これに伴い、データセンターの重要性もこれまで以上に高まっていくものと思われる。東芝グループでは、モジュール型データセンターと、最新ICT機器を基盤としたデータセンターソリューションの適用を拡大することで、強固な社会基盤作りに貢献していく。

#### 文 献

- (1) 矢野経済研究所. “データセンター事業に関する調査結果2013”. 矢野経済研究所ホームページ. 2013-02-22. <<http://www.yano.co.jp/press/press.php/001077>>. (参照 2013-11-07).



U: EIA(米国電子工業会)規格準拠ユニット数

図5. ハイブリッドストレージシステムの省電力、省スペース効果 — フラッシュアレイストレージとニアラインHDDで構成したハイブリッドストレージシステムは、同じ容量(1,570 Tバイト)のエンタープライズHDDだけで構成した従来ストレージシステムに比べ、74%の省エネと71%の省スペースを実現した。

Comparison of energy saving and space saving of hybrid storage system and conventional storage system using hard disk drives with same capacity



佐藤 一英 SATO Kazuhide

コミュニティ・ソリューション社 コミュニティ・ソリューション事業部 技術第一部 参事。モジュール型データセンターなどデータセンター向け製品の商品企画及び提案活動に従事。Community Solutions Div.



内堀 郁夫 UCHIHORI Ikuo

クラウド&ソリューション社 ストレージシステム推進部 ストレージシステム営業・技術部 参事。ストレージプロダクトの事業推進に従事。Storage System Div.

(注4) 環境省公表の代替値0.000550 t-CO<sub>2</sub>/kWhによる算定。