

# クラウド時代の データセンターサービス基盤

Data Center Service Platform for Cloud Computing

藤本 貴行  
Fujimoto Takayuki

野尻 徹  
Nojiri Tohru

奈木野 勝久  
Nagino Katsuhisa

頭島 康博  
Kashirajima Yasuhiro

ITシステムの利用形態が所有から利用へと潮流が変化するクラウド時代において、データセンターの機能および役割はさらに重要度を増し、時代に対応するサービスや技術開発が求められている。

日立グループは、横浜と岡山のデータセンター間の基幹ネットワークの構築を完了し、クラウド技術をフル活用したサービスを開発中であり、2012年度下期から段階的にリリース予定である。また、クラウド時代を支えるITプラットフォーム環境基盤として、「IT設備連携省電力化ソリューション」の提供を2012年4月から開始した。さらに、環境配慮型データセンターの冷却方式選定基準に関して、ITU-T本会合に総務省とともに日本提案を実施し、2011年11月に勧告として正式発行された。

引き続き、日立グループが有するクラウド技術ならびに省電力化技術を活用し、データセンターサービスを開発・提供していく予定である。

## 1. はじめに

飛躍的に増加する情報を柔軟かつ豊富なコンピューティングリソースを用いて処理するクラウドコンピューティングにおいては、統合や仮想化によるIT (Information Technology) プラットフォームの集約、高集積化、およびその効率的な運用が不可欠である。特にビッグデータ時代の到来により、ITプラットフォームの根幹を成すデータセンターの需要は、世界規模で急速に拡大している。

BCP (Business Continuity Plan : 事業継続計画) の観点からは、コンピューティングリソースを複数の異なる電力会社の管轄地域に立地するデータセンターに配置することで、システム停止を回避する「広域分散システム」の構築が、東日本大震災後は特に強く求められている。このような背景において、2010年から2015年までのデータセンター市場の平均成長率は、震災前の4.6%に対して震災後は6.8%と予想されており(2015年市場規模で約1兆6,122

億円)<sup>1)</sup>、今後さらにデータセンターの需要は拡大していく。

一方、地球温暖化問題に関心が高まる中、世界規模で拡大を続けるデータセンターの省電力化は、依然として緊急の課題である。2007年、米国環境保護庁(EPA: Environmental Protection Agency)は、サーバとデータセンターの電力効率に関する報告書<sup>2)</sup>を米国議会に提出し、データセンター省電力化の必要性を強く示唆した。それ以来、政府・ベンダー・ユーザーともに省電力化への意識が各国で高揚し、データセンター電力消費量の削減策が活発に議論されている。電気通信分野の国際標準化を推進しているITU-T (International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector: 国際電気通信連合 電気通信標準化部門)では、データセンターの将来像のあるべき姿をまとめていくために、データセンターのベストプラクティスとして勧告の策定に取り組んでいる。

このように、新しい時代に対応するサービスや技術開発が求められている中で、日立グループは、データセンターに必要な製品やソリューション、ノウハウなどを幅広く備え、技術開発も継続的に推進している。

ここでは、クラウド時代の顧客ニーズに応える日立グループのデータセンターサービス基盤ならびにプラットフォーム環境基盤として、横浜と岡山のデータセンター間基幹ネットワーク構築によるDR (Disaster Recovery) センターとそのサービス概要、「IT設備連携省電力化ソリューション」、「自然エネルギー有効活用による高効率空調技術」、およびグローバル化に向けた開発技術の国際標準化状況について述べる。

## 2. クラウド時代の顧客ニーズに応える新サービス

まず、データセンターを取り巻く市場の動向と、それに対応したデータセンター事業者のサービス動向を概観する。

2011年の震災直後から急増した「緊急避難的」データセンター需要はすでに一段落したが、今回の震災の影響がこれまでと異なるのは、その後少し時間をかけてじっくりとBCPに取り組み、その一環として「本格的」なDRセンターを構築したいというニーズが高まっていることである。これは、業種や企業規模を問わない傾向であり、電力問題に代表される震災の直接的・間接的影響がまだ残るとすると、今後数年間はこのニーズが継続すると考えられる。

DRセンターに対するニーズ自体は従来から潜在的に存在するが、これまで顕在化しにくかった理由は、DRセンターは平常時にはその重要性が実感されにくいわりに、大きな手間やコストがかかるという点にあった。これは、多くの企業にとって「待ったなし」のDR対応を迫られている現在でも本質的に変わらず、最大の悩みの種である。

この顧客企業の悩みを解消するために、データセンター事業者は新技術による新しいサービスを開発・提供しようとしている。以下に、日立グループの例を紹介する。

日立グループは、横浜（横浜第3センタ：2009年夏開設）と岡山（岡山第3センタ：2012年秋開設予定）という地理上のDRに適した2拠点に先進のデータセンターを持っており、ともに立地の安全性と建物および設備の堅牢（ろう）性・信頼性は国内トップクラスである。この両データセンターに相互バックアップ機能を持たせることで、東日本と西日本それぞれの顧客に、近地のプライマリセンターと遠隔地のDRセンターを一括して提供することが可能となる。

もちろん、大きな手間とコストがかかるという悩みを解消するには、提供するDR機能は個別構築のオーダーメイド型ではなく、データセンターが標準で用意する手間・コストのかからないレディメイド型であることが必須条件で

あり、その実現手段としてクラウド技術への期待は極めて大きい。加えて、DRの観点からの電力依存度の低減と、顧客のランニングコスト抑制のために、省エネルギー化も欠かせない。

日立グループは、すでに両データセンター間の基幹ネットワークの構築を完了し、各社が持つクラウド技術をフル活用したバックアップ/DRサービスを順次拡大中である。

省エネルギーに関しては、すでに横浜第3センタで国内最高水準の実績を上げており、本稿で示すようなさらなる新技術を継続的に開発・投入していく計画である。

2012年度中に実現予定のDRセンターとそのサービスの要点は上述のとおりであるが、これはそう遠くない将来における「データセンターの仮想化」という構想につながっている（図1参照）。その概要は以下のとおりである。

基幹ネットワーク網を日立グループのほかのデータセンターへも広げ、同様にクラウド基盤をほかのデータセンターにも持たせて連携することで、データセンター群は仮想的にあたかも一つのデータセンターのように扱うことが可能となる。これにより、複数拠点への分散バックアップなどでバックアップ/DR機能の安全性がより向上するとともに、価格を抑制できる可能性が高まり、現在は特定のデータセンターでしか提供できないサービスが、どのデータセンターからでも提供可能となる。顧客から見れば、特定のロケーション、特定のデータセンター設備に依存しないデータセンターサービスを楽しむことができることになる。その際には、基幹ネットワーク・クラウド基盤だけでなく、統合監視・自動運用などの機能が必要になると想定される。また、それらの機能を顧客に開放するセルフサービス型のような形態も考えられる。そのときには、統合監視・自動

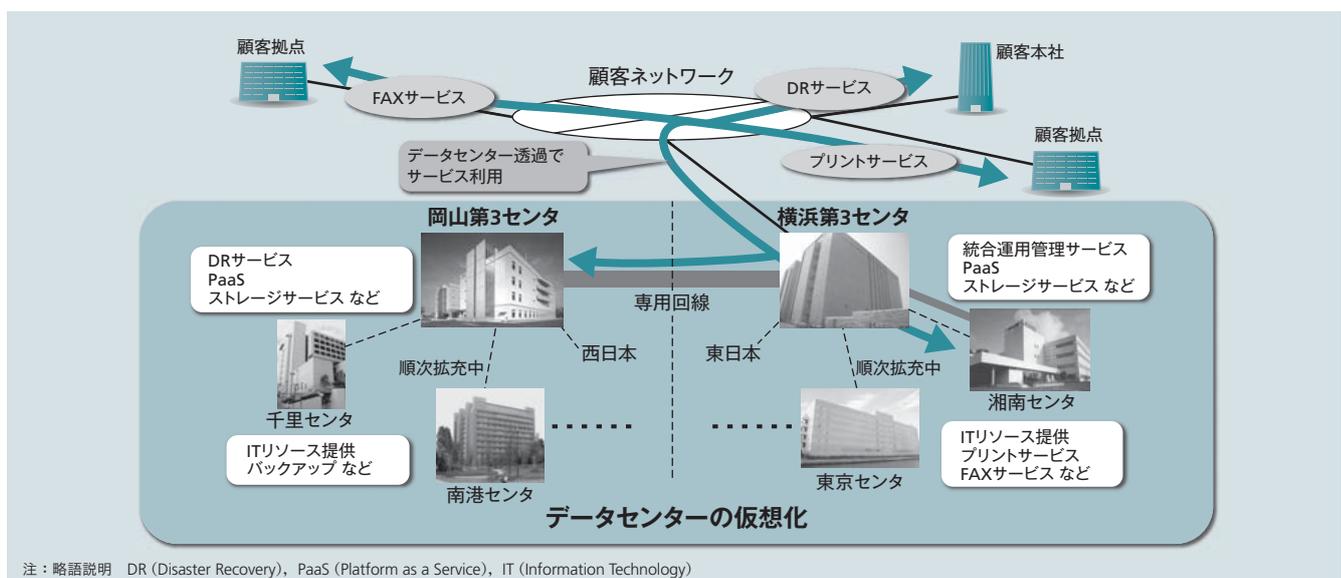


図1 「データセンターの仮想化」構想

横浜と岡山のデータセンターを核として全国にある日立グループのデータセンターを結び、仮想的に一つのデータセンターとして扱う構想である。

運用などはさらに使い勝手のよいものが求められるであろう。

以上のように、今後しばらくの間はクラウドと省エネルギーがデータセンターサービスを牽（けん）引していくことは疑いのないところである。日立グループは、先進のクラウド技術や省エネルギー技術を活用し、新たなサービスを開発・提供していく計画である。

### 3. クラウド時代を支えるプラットフォーム環境基盤

膨大な情報を豊富なコンピューティングリソースを用いて処理するクラウドにおいては、ITプラットフォーム環境基盤を整備し、データセンター全体を適切に運用することが求められる。これには、データセンター総消費電力の約75%を占めるIT機器および空調設備の電力削減が重要な鍵となるため、グリーンITで培った技術を進展させて統合することが効果的である。

IT機器の冷却に要する消費電力は、IT機器で処理する業務負荷やIT機器の配置によって変動する。このため、IT業務負荷を最適集約させ、それに応じて空調能力を制御すること、すなわちIT運用と空調制御の密な連携によるデータセンター全体運用の最適化が必要となる。また、データセンターでは年間を通して冷房運転となるため、冬期や中間期の比較的低温な外気を有効活用するフリークーリングによる空調電力の徹底的な削減も、データセンター電力利用効率改善のためには重要な施策となる。

そこで、ここではIT設備連携省電力化ソリューションならびに自然エネルギー有効利用による高効率空調技術（外気冷却、冷媒自然循環式局所冷却）を紹介する。

#### 3.1 IT設備連携省電力化ソリューション

従来のデータセンターでは、サーバなどの稼働率が低い場合においてもすべてのIT機器を稼働させ、また、空調設備についてもIT機器の稼働状況に関わらずすべての空調機を運転している場合が多く、データセンター全体で過剰な電力が消費されている。

そこで日立グループは、クラウド時代を支えるITプラットフォーム環境基盤として、IT設備連携省電力化ソリューションの提供を2012年4月から開始した<sup>3)</sup>。このソリューションは、IT負荷最適配置システム、電力管理システム、空調最適化制御システムの3システムから構成される。新たに開発したIT負荷最適配置システムは、仮想サーバを効率的に集約・再配置することによってIT機器の消費電力を削減する。これに株式会社日立システムズの電力管理システムによるIT機器の消費電力・温度情報監視技術と、株式会社日立プラントテクノロジーの空調最適

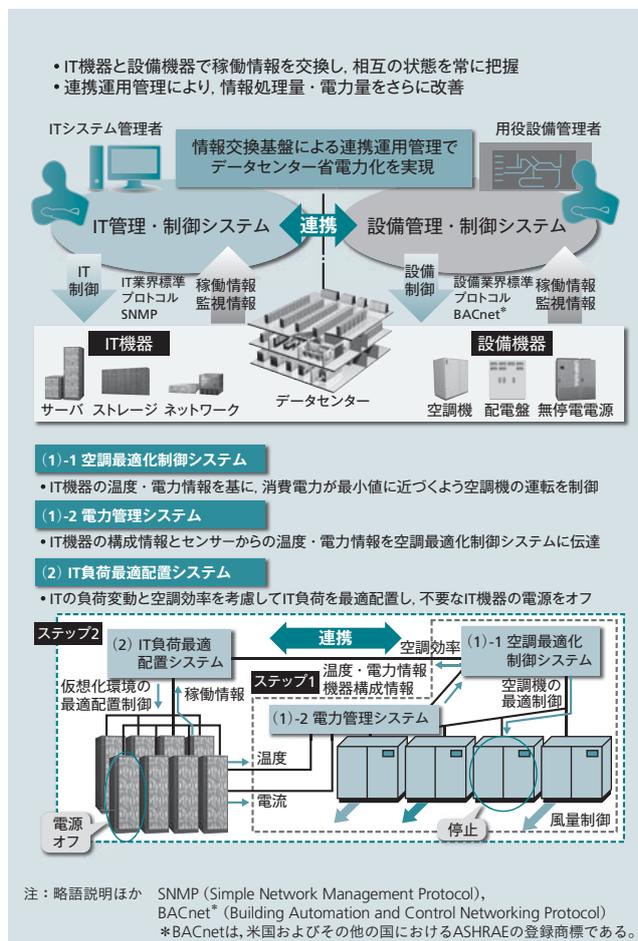


図2 | IT設備連携省電力化ソリューションの全体構成  
IT機器と空調設備をそれぞれ最適化制御するだけでなく、相互の稼働情報を連携させることにより、さらなる省電力化につなげることが可能となる。

化制御システムによるサーバ室の空調環境最適化技術を連携させることで、IT機器と空調設備を含めたトータルの省電力対策を実現することができる（図2参照）。

具体的には、IT機器の稼働率が低い場合、IT負荷最適配置システムによって少数のIT機器に負荷を集約させ、必要以外のIT機器の電源をオフにすることで、IT機器全体の消費電力を削減する。そして、電力管理システムで収集したIT機器の消費電力・温度情報などにに基づき、空調最適化制御システムによって熱負荷発生部分のみ空調機を運転させることで空調消費電力を削減する。このように、IT機器と空調設備をそれぞれ最適化制御するだけでなく、相互の稼働情報を連携させることにより、さらなる省電力化につなげることが可能となる。

このIT設備連携省電力化ソリューションでは、5,000人規模の企業におけるERP (Enterprise Resource Planning) およびメールシステムの稼働状況を再現した横浜第3センターでの実証環境において、消費電力を約3割削減できることを確認している。大量の仮想サーバを有するシンクライアントシステムやWeb/メールシステムに適用することにより、さらなる消費電力の削減が期待できる。

### 3.2 自然エネルギー有効利用による高効率空調技術

空調電力削減によるデータセンター電力利用効率の向上には、外気を直接サーバ室の冷房に利用する外気冷却方式が有効である。この方式では、外調機（外気処理空気調和機）から送風される冷気は、床下を經由して床面開口部（グレーチング）からコールドアイルを経てIT機器へ供給される。IT機器背面からの暖気（還気）は、コールドアイルと分離されたホットアイル内から循環ファンによって排出される。例えば冬期の場合、低温外気と高温還気を混合し、防塵（じん）フィルタリング処理をした後に加湿することで、所定のサーバ室給気温湿度に調整する。この間は冷凍機を稼働させないため、冷房電力は送風ファンおよび循環ファンの空気搬送動力のみとなる。仮に東京都の年間気象条件を想定し、冷凍機のCOP（Coefficient of Performance：成績係数）を性能曲線と東京都月別平均気温から温度補正して算出すると、年間冷房電力の削減効果は従来方式（外気利用しない場合）に対して約40%となる<sup>4)</sup>（図3参照）。

外気冷却方式は、横浜第3センタ内の実証環境で検証を実施し、冬期運転で約50%、秋期運転で約30%の空調電力削減効果を確認している。また、外気導入時のIT機器に対する環境腐食性も金属腐食量の測定で評価し、外気導

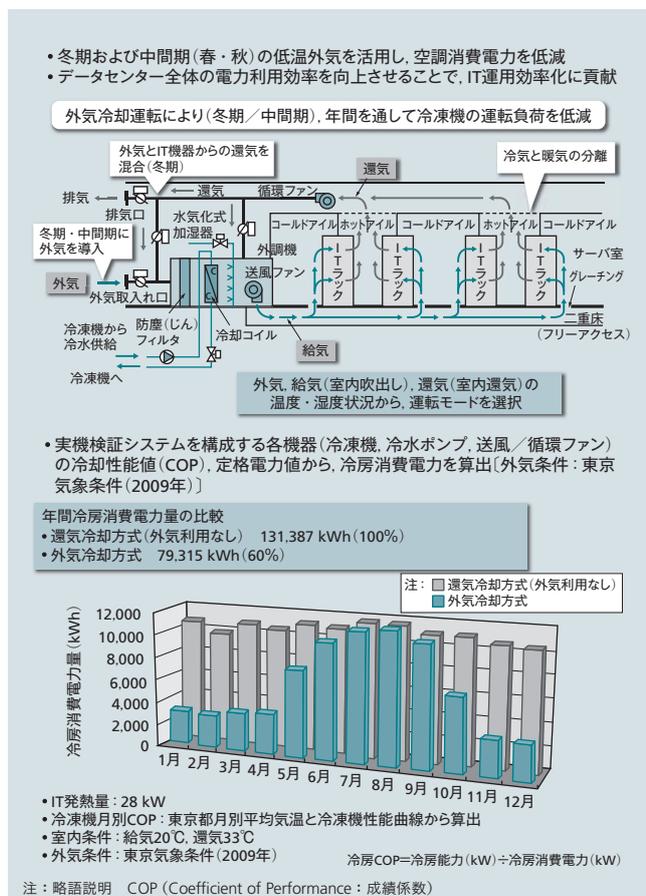


図3 | 外気冷却方式の概要

冬期・中間期の低温外気を有効利用することにより、空調消費電力を大幅に削減する。

入時のフィルタリング処理によってサーバ室内の環境が良好に保たれていることを実証している<sup>4)</sup>。

また、日立プラントテクノロジーは、高効率冷凍機と冬期および中間期の外気冷熱を組み合わせる冷水を製造するフリークーリング設備を採用した、冷媒自然循環方式による局所冷却システム「Ref Assist」を製品化している。この技術は、冷媒を気体と液体の比重差によって自然循環させる方式であり、冷媒搬送動力を必要としないため、IT機器を近傍から直接冷却するため空気搬送動力を低減することができる。このシステムを採用した「モジュール型データセンタ」は、2010年に日刊工業新聞社の「十大新製品賞」本賞を受賞した。さらに、室内側冷却器（蒸発器）をITラック列直上に設置することで高集積化に有利となる、天つり型の局所冷却システムを製品化した（図4参照）。

天つり型局所冷却システムは、高効率熱源設備から供給される冷水で冷媒を冷却する冷水-冷媒熱交換器（凝縮器）と、室内のサーバ排気を局所的に冷却する室内側冷却器（蒸発器）から構成される。また、熱源設備には高効率インバータターボ冷凍機とフリークーリング設備を採用している。製造された冷水は、凝縮器で冷媒ガスと熱交換して冷媒を液化する。この冷媒液は、凝縮器よりも下方に設置された蒸発器へ重力落下によって供給され、サーバ排気を冷却する（凝縮器と蒸発器の高低差を十分に確保できない場合は冷媒ポンプを併用する）。

このシステムによって熱源負荷を削減できるとともに、IT機器からの排熱を直近のホットアイルから吸い込み、冷却した空気をコールドアイルに戻すことで空気の循環経路が短縮されるため、従来の床置型パッケージ式空調機に比べて空調消費電力を最大60%低減できる。また、室内側冷却器をITラック直上に設置するため空調機占有面積が不要となり、同一床面積に対して有効スペース効率（IT

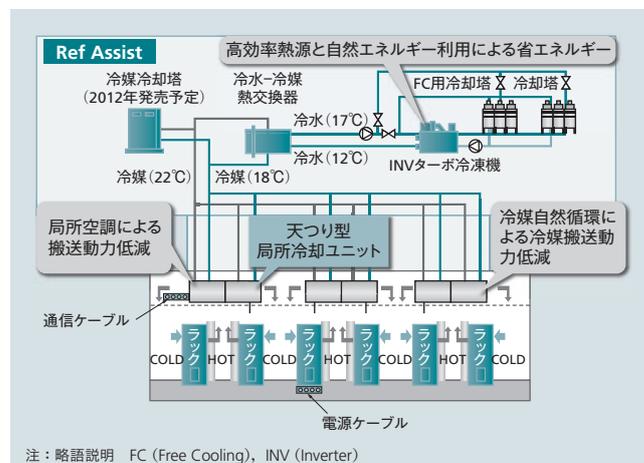


図4 | 冷媒自然循環方式による局所冷却システム「Ref Assist」の概要

局所冷却による空気搬送動力の低減、高効率熱源設備とフリークーリング設備による熱源負荷の低減により、空調消費電力を大幅に削減する。

スペースと空調機を合わせた占有面積全体に対する、ITスペースの占有面積のみの割合)が約20%向上する。さらに、床下スペース(フリーアクセス)を空気流路として使用しないため、約10%程度のビル階高の縮小が可能となる。このように高集積・高発熱データセンターに有利なシステムと言える。

#### 4. グローバル化に向けた国際標準化状況

電気通信分野の標準化を推進しているITU-Tでは、環境配慮型データセンターのエネルギー高効率化に向けた国際規格(勧告)の策定に取り組んでいる。これに対応して日立グループは、2010年度に総務省から受託した「サーバ室冷却効率の最適化に係る実証実験」の成果について、データセンター冷却方式の選定基準としてITU-T本会合に総務省とともに日本提案を実施し、2011年11月に勧告L.1300として正式発行された。提案した冷却方式は、前述の外気冷却方式および冷媒自然循環技術による局所冷却方式を含む4種類の方式である<sup>5)</sup>。

ITUは国際連合の専門組織の一つであり、電気通信分野の開発事業、開発途上国の電気通信技術の発展、電気通信・無線通信分野の標準化の推進、無線通信周波数の割り当てや管理などを活動の目的としている(本部はスイスのジュネーブ)。このうち、ITU-Tでは、ITUの一部門として電

気通信に関する技術の標準化・規格策定を担当している(図5参照)。

ITU-Tには幾つかのSG(Study Group:研究委員会)があり、規格は勧告という形式文書で一般に公開される。データセンターのエネルギー効率に関する規格(勧告)は、SG5(環境と気候変動、活動期間2009年~2012年)の中の作業班WP3(Working Party 3)「ICT(Information and Communication Technology)と気候変動」において、関連各国からの代表団により議論および審議が実施される。課題はWP3のQ17「ICT装置のエネルギー効率・気候変動に関する標準化活動の協調」である。

日立グループは、2010年度に「電気通信事業者のデータセンターにおけるサーバ室冷却効率の最適化に係る実証実験」を総務省から受託し、2011年1月から3月にかけて実証実験を日立プラントテクノロジーの松戸研究所で行った。評価した冷却方式は、外気冷却方式、局所冷却方式に加えて、一般空調方式、気化式冷却方式の4種類である。

(1) 一般空調方式:空調機(室内機)と冷凍機(室外機)を用いて室内を冷却する方式

(2) 気化式冷却方式:気化式加湿により冷却した外気(水分蒸発潜熱利用)を室内冷却に用いる方式

(3) 外気冷却方式:冬期および中間期の低温外気を直接室内に導入する方式

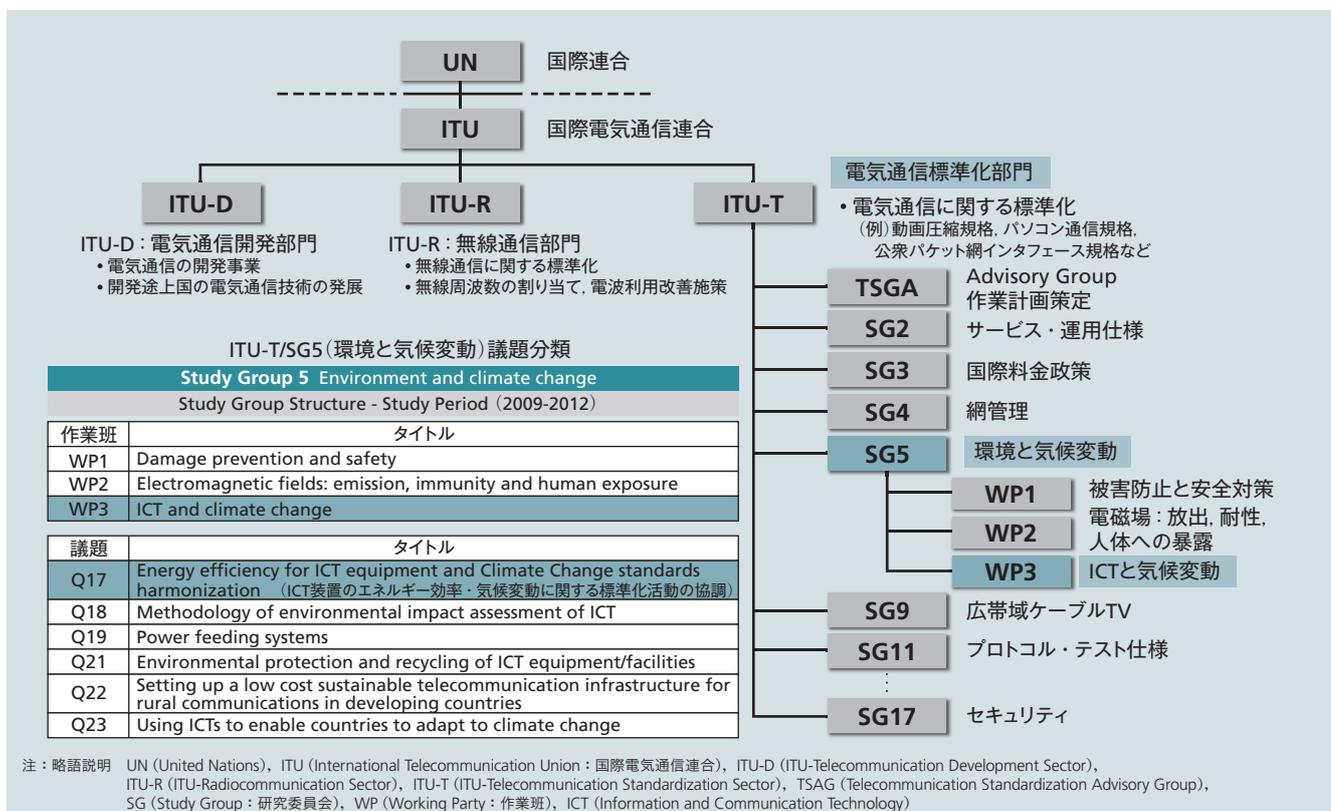


図5 | ITUの組織構成

電気通信分野の標準化を推進しているITU-T(電気通信標準化部門)では、環境配慮型データセンターのエネルギー高効率化に向けた国際規格(勧告)の策定に取り組んでいる。

(4) 局所冷却方式(天つり型)：IT機器の近傍(ITラック列直上)で冷却する方式、冷媒自然循環技術を採用

実機評価結果に基づき、外気条件ならびにIT機器集積度(1ラック当たりの発熱量)を考慮した冷却方式の選定基準を検討した。500ラック収容規模の実運用データセンターを想定し、冷却方式ごとに年間空調消費電力と外気温湿度条件との関係を試算した。さらに、サーバ室内の有効スペース効率と、1ラック当たりのIT機器集積度との関係についても試算した。

以上の評価結果を冷却方式選定基準としてまとめ、ITU-T本会合において提案を行った(表1参照)。提案内容は採択され、2011年11月に勧告L.1300(Best Practices for Green Data Centers)として正式に発行された。この選定基準は勧告L.1300の本文に、詳細検討結果はL.1300のAnnex(付属資料)およびAppendix(付録)にそれぞれ記載されている。データセンター冷却方式の選定基準において、日本からの提案がITU-T国際規格(勧告)の本文に採用されたのはこれが初めてである。

ITU-T国際規格への採用は、データセンター消費電力削減に大きく寄与する日本の高い技術力が認められた結果であり、データセンター分野における世界的なエネルギー効率向上に向けた重要な一歩となる。また、WTO(World Trade Organization:世界貿易機関)のTBT協定(Agreement on Technical Barriers to Trade:貿易の技術的障害に関する協定)により、WTO加盟国ではこの勧告に準拠した冷却効率の高いデータセンターの採用が進むことが予想され、日本の提案に基づくこの規格が、増加を続けるデータセンター消費電力の抑制に貢献することが期待される。

なお、前述のIT設備連携省電力化ソリューションに向けて開発した技術についても、IT国際標準化団体であるEcma International(スイスのジュネーブに本部を置く、情報通信機器および家電機器を対象とした標準化専門の国際業界団体)において、機器と設備機器を連携させるインタフェース仕様を日立グループが主導して国際標準ECMA-

400としてまとめ、2011年12月に規格発行されている。今後、この規格に準拠した機器(ITおよび設備機器)が普及することにより、IT設備連携省電力化ソリューションを国内外で幅広く適用していくことが可能となる。

## 5. おわりに

ここでは、クラウド時代の顧客ニーズに応える日立グループのデータセンターサービス基盤ならびにプラットフォーム環境基盤として、横浜と岡山のデータセンター間基幹ネットワーク構築によるDRセンターとそのサービス概要、IT設備連携省電力化ソリューション、自然エネルギー有効活用による高効率空調技術、およびグローバル化に向けた開発技術の国際標準化状況について述べた。

今後も引き続き、日立グループが有する先進のクラウド技術や省電力化技術を活用し、将来の「データセンターの仮想化」構想へとつなげていくため、データセンターサービスを開発・提供していく。

## 参考文献など

- 1) 富士キメラ総研：震災緊急レポートVol. 2 震災後に見直されるデータセンターのあり方、ビジネステクノロジーマンスリー、No. 45 (2011.4)
- 2) U.S.Environmental Protection Agency: Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency, 109-431 (2007.8)
- 3) 日立ニュースリリース、「IT設備連携省電力化ソリューション」を提供開始(2012.3)、<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2012/03/0328b.html>
- 4) 藤本、外：データセンター電力利用効率を向上する外気冷房技術の検証、電子情報通信学会ソサイエティ大会講演BS-5-4 (2011.9)
- 5) 日立ニュースリリース、日立が実証したデータセンター冷却方式の選定基準がITU(国際電気通信連合)の国際規格として採用(2011.12)、<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2011/12/1202a.html>

## 執筆者紹介



### 藤本 貴行

1998年日立製作所入社、日立研究所 機械研究センタ 高度設計シミュレーション研究部 兼 情報・通信システム社 ITサービス事業部 データセンタ本部 計画部 所属  
現在、データセンターおよびITプラットフォームの冷却技術開発に従事  
日本機械学会会員、可視化情報学会会員、応用物理学会会員



### 奈木野 勝久

1982年日立製作所入社、情報・通信システム社 ITサービス事業部 データセンタ本部 サービス推進部 所属  
現在、データセンターサービスの拡販・プロモーションに従事



### 野尻 徹

1984年日立製作所入社、中央研究所 情報システム研究センタ プラットフォームシステム研究部 所属  
現在、データセンターの運用管理技術開発に従事  
博士(工学)  
情報処理学会会員、ACM会員、IEEE Computer Society会員



### 頭島 康博

1996年日立プラント建設株式会社(現 株式会社日立プラントテクノロジー)入社、研究開発本部 松戸研究所 空調・プラントシステム部 所属  
現在、データセンターの冷却技術開発に従事  
空調和・衛生工学会会員、日本表面科学会会員

表1 | ITU-T国際規格に採用されたデータセンター冷却方式の選定基準

データセンター冷却方式の選定基準としてITU-T本会合に総務省とともに日本提案を実施し、2011年11月に勧告L.1300として正式発行された。

考慮すべき項目	冷却方式選定基準
IT機器集積度	・発熱量の多いITラック(例えば1ラック当たり5 kW~8 kW以上)を有するデータセンターでは、有効スペース効率の高い局所冷却方式(天つり型)を選定
外気条件	・寒冷地域(例えば外気湿球温度15℃以下)では、エネルギー効率の高い外気冷却方式または気化冷却方式を選定 ・温暖地域(例えば外気湿球温度15℃以上)では、エネルギー効率の高い局所冷却方式(天つり型)を選定
IT機器集積度 外気条件	・温暖地域(例えば外気湿球温度15℃以上)で高発熱ITラック(例えば1ラック当たり5 kW~8 kW以上)を有するデータセンターでは、有効スペース効率およびエネルギー効率の高い局所冷却方式(天つり型)を選定