

一般  
投稿論文

# クラウドデータセンタの電力 モデル化と節電運用

吉川美奈子<sup>†1</sup> 浜田雅樹<sup>†2</sup> 岩村相哲<sup>†1</sup><sup>†1</sup> 日本電信電話 (株) <sup>†2</sup> NTTアドバンステクノロジー (株)

クラウド・データ・センタ内のサーバ等機器類の起動台数と消費電力量の関係をモデル化し、サーバの利用計画から電力消費を予想して計画を調整することで節電運用に取り組んだ結果を報告する。モデル化のために、1,000台規模のサーバ室においてサーバと主な稼働機器の稼働数と総消費電力量の実績値を1時間単位で数カ月間収集を行い、このデータを基にサーバの機種別に1台あたりの平均的な消費電力量をパラメータ化した。2011年夏季の運用で、上記で得られたモデルに基づきサーバ使用計画を策定し、震災前の電力値から35%減を実現した。

## 1. はじめに

2011年3月11日の大震災以降、日本国内、特に関東では厳しい電力事情が続き節電への取組みが求められた。政府が大企業に対して打ち出した節電対策では電力使用の25%削減が目標として掲げられた。NTT武蔵野研究開発センタでは政府目標より高い削減目標を挙げ節電に取り組むことになった。夏季の電力需要の高い時期に、3月10日の使用電力のピーク値から35%カットすることを目標とし、部屋などの単位ごとに消費可能な最大電力量（ピーク値の35%減）が定められた。

情報流通プラットフォーム研究所（組織名は当時のもの）が所有するNTT武蔵野研究開発センタ内のサーバ室においても、定められた電力量を上回らない範囲で、どれだけ機器を稼働させられるか把握し、サーバの稼働数を計画的にコントロールする運用体制をとることにした。そのため、サーバ室内の機器をどれだけ使用するとどれだけ電力を消費するかのモデルが必要になった。

本論文で、サーバ室の節電運用のための電力モデル化とモデルを利用した運用について報告する。

## 2. 電力のモデル化

### 2.1 課題

電力計算のモデルを下記のように想定した。

$$\sum \text{機器ごとの消費電力} + \text{空調の消費電力} \\ = \text{サーバ室全体の消費電力}$$

この想定モデルで電力を計算するにあたって次に挙げ

る内容が課題となった。

#### A) 機器ごとの消費電力量がパラメータとして必要

消費電力データ取得は、PDU (Power Distribution Unit) 経由で監視ネットワークを通じてSNMPプロトコルにより行っている。しかし、以下の理由により2011年3月時点で個別の機器単位の消費電力は必ずしも取得できていなかった。

- (ア) PDUが複数種あり、機器ごと（1台単位）の電力が測れないものが混在している。
- (イ) PDU経由で機器に給電しているが、2011年3月現在、監視ネットワークが接続されていない等、電力情報を監視していないラックがあった。
- (ウ) サーバ室内の機器は200V給電を基本としているが、一部の機器は100V給電でPDUを経由していないため機器単位の消費電力が監視データとして取得できない。
- (エ) ブレードサーバ、シャーシ型スイッチは、PDU経由で給電しないため電力データの取得方法が異なり、2011年3月現在、監視マネージャに登録されていなかった。

#### B) 空調の消費電力の推計方法が必要

- (オ) 空調の消費電力は、サーバ室内の機器の起動数や気温と相関があると推察されるが、計算式等がない。

電力の監視体制を拡充、すなわちより多くのデータを収集する施策（ネットワークの敷設、監視マネージャへの登録、機器の200V給電化）と並行して、2011年3月時点で収集可能な各種実績値から、モデル式のパラメータ決定方法や推計方法の検討を行った。

## 2.2 データ収集

モデル化のために収集したデータを次に示す。データの収集間隔は1時間単位とした。

### ①サーバ稼働実績（台数）

利用者にサーバの利用実績報告を依頼した。サーバの稼働数の自動取得も並行して検討したが、今回は利用者への節電への意識付けも兼ね報告値をデータとして使用することとした。

### ②シャーシ型スイッチ、ストレージ（消費電力の大きい機器）の稼働実績とおおよその消費電力

シャーシ型スイッチは中継スイッチを兼ねているため常時稼働している。監視マネージャによる電力監視が登録されていないが、機器数が限られているため個別に電力量のサンプル値を取得した。

ストレージも機器数が限られているため、電力量はサンプル値を取得し、稼働状況は利用者にon/offの利用実績報告を依頼した。

### ③サーバ室全体の機器の消費、空調の電力データ

NTT武蔵野研究開発センター全体に導入されているエネルギーのモニタリング・システムにより部屋等の単位で電力データが蓄積されている。このデータをセンターのシステムより取得した。このシステムは、PDUを接続している監視系のネットワークとは別系統であり、200V機器だけでなく100V機器などサーバ室内で使用されている機器の電力すべての合計値データになっている。

### ④外気温

空調の電力は外気温と相関があると考えられる。しかし、2011年3月時点でサーバ室の外気温を測りデータを蓄積する手段をすぐ用意することができなかつたため、暫定的に気象庁観測のデータ（練馬の気温）を利用した。

## 2.3 パラメータ（機器ごとの消費電力）算出のステップ

電力計算のモデルに必要な機器ごとの消費電力量のパラメータ（以下、消費電力パラメータ）を決定するため、以下のように段階を踏みモデルを詳細化した。

### Step0

シャーシ型スイッチ、ストレージなど消費電力の大きい機器の電力値は、取得したサンプル値からパラメータ値を決定した。

### Step1-1

サーバの種別やタイプに関係なく1台あたりのサーバの消費電力パラメータを定める。機器の総消費電力からサーバ以外のシャーシ型スイッチ、ストレージなど消費

電力の大きい機器の電力値を引き、サーバ総稼働数で割った値をサーバの消費電力パラメータとする。

### Step1-2

サーバを

- ラックマウントタイプ
- ブレードタイプ

に大別してそれぞれの1台あたりのサーバの消費電力パラメータを定める。パラメータの求め方は後述する。

### Step2

- PDUから得られる消費電力値を参考にする。

- ラックマウントタイプのサーバをタイプ別に分類してそれぞれの1台あたりのサーバ消費電力パラメータを定める。パラメータの求め方は後述する。

今回の節電施策の対象では、表1に示した利用者とサーバタイプの関係の例のように、利用者ごとに利用サーバタイプがほぼ決まっている。そのため、利用者単位のサーバ稼働数からサーバタイプ別のおおよその稼働数が分かる。

### 2.3.1 機器のパラメータの算出 Step1

当初はサーバは種類によらず単一の固定パラメータで消費電力を推計しようと試みたが、推計値が実測値と大きく異なることがあった。そこで、サーバタイプに関係なくサーバ1台あたりの消費電力平均値を実績値から計算した値と、サーバタイプ別の稼働割合の関係を調べた。グラフを図1に示す。

3色のグレーで塗りつぶした領域がサーバタイプ別の稼働割合を示し、黒い点線がサーバ1台あたりの消費電力の推移である。

計算結果から次の点が確認できた。

- I. 4月から5月前半にかけて、利用者(1)のサーバ（ブレードサーバ：図中の最も薄いグレーの領域）稼働割合が増えると、1台あたりのサーバの平均消費電力が下がっている（図1左側の矢印の傾向）。
- II. 利用者(3-1)(3-2)のサーバ（ストレージ容量が多いラックマウントサーバ：図中の最も濃いグレーの領域）稼働割合が増えるとともに1台あたりのサーバの平均消費電力が上昇している（図1右側の矢印の傾向）。

サーバのタイプ別の稼働割合の変動に伴い、サーバ1台あたりの消費電力平均値が変動するため、固定パラ

表1 利用者とその利用サーバタイプ

利用者	利用サーバタイプ	
(1)	1	ブレードサーバ中心
(2)	2	ラックマウントサーバ（標準タイプ）中心
(3-1)	3	ストレージ容量が多いラックマウントサーバ
(3-2)		

メータ値が単一のStep1-1のみでは精度の高い消費電力推計はできない。

しかし、サーバがほぼ単一のタイプである場合は、簡易な消費電力予測モデルとして有用である。

### 2.3.2 機器のパラメータの算出 Step1-2

- ① サーバをA群、B群の2つに大別し、A群の稼働台数がほぼ同数の時点のB群のサーバ稼働台数、機器電力を取り出す。図2は、A群＝利用者(1)以外のサーバ(ラックマウントサーバ)、B群＝利用者(1)のサーバ(ブレードサーバ)としてグラフ化したものである。A群、B群は逆にしてもかまわないが、本取組みでは、A群のサーバの稼働台数がほぼ同数になる時点のサンプル数の方が多く取れるため、推計精度を上げるためにこのようにした。
- ② 電力の変動はB群＝利用者(1)のサーバ台数に相関するものと仮定し、利用者(1)のサーバ(ブレードタイプ)の消費電力パラメータをサーバ稼働台数と電力の関係のグラフの傾きから推計した。
- ③ Step1で算出したパラメータ値をA群＝利用者(1)以外のサーバ(ブレードサーバ以外)、②で算出したパラメータ値はB群＝利用者(1)のサーバ(ブレードサーバ)としてモデルにあてはめる。モデル式による推計値と実績値を比較し、パラメータ値を調整した。

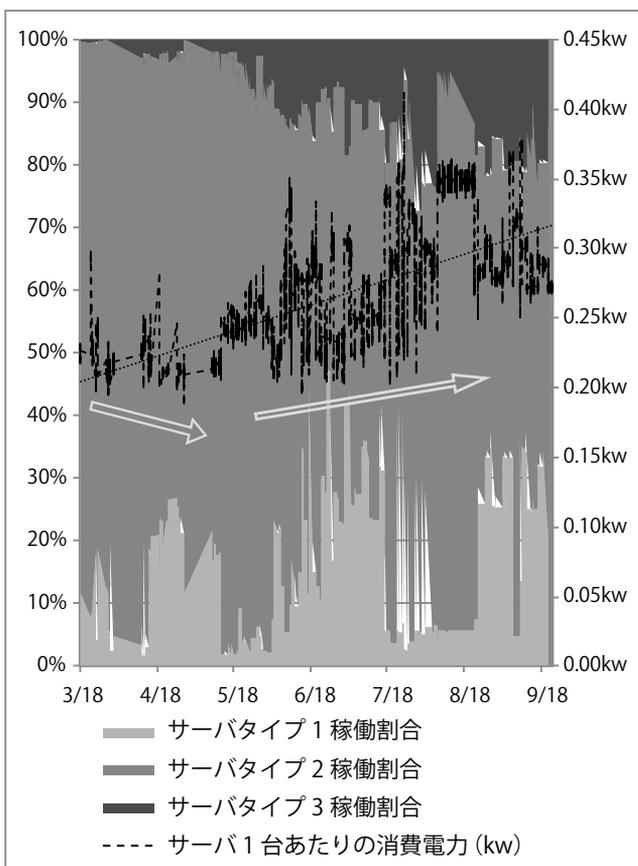


図1 サーバタイプ別稼働割合とサーバ1台あたりの消費電力

十分な実績データのサンプル数があれば、この方法を繰り返すことで3種類以上のサーバタイプの消費電力パラメータ値を算出可能である。Step1-1, 1-2の方法を併用したやり方は、機器単位での電力が取れない場合、たとえば、PDUなどを介した電力監視を行っていない場合や、PDUの種類によっては複数ソケットの合算値すなわち機器複数台の合算値でしか電力が得られない場合に適用できる。本取組みでは、サーバ単位の電力監視を行っていないサーバが利用者(1)(2)に集中していたため、サーバ1, 2のパラメータ値をこの方法で決定した。

### 2.3.3 機器のパラメータの算出 Step2

Step1-1, 1-2の方法のみでは、対象機器群の実績データ数が不足する場合にモデル化が困難である。そのため、PDUのソケット単位に監視マネージャ経由で取得している電力データを参考にモデルのパラメータ数を増やしモデルを詳細化した。

PDUごとの各ソケットに接続している機器は、構成情報データベースで管理しており、監視データと構成情報を組み合わせることにより、機器単位の消費電力を算出可能である。得られた機器単位の電力を、たとえば次に挙げるようにラックマウントサーバをタイプ別に分類し、得られたデータからタイプごとの平均的な消費電力値(パラメータ)を定める。

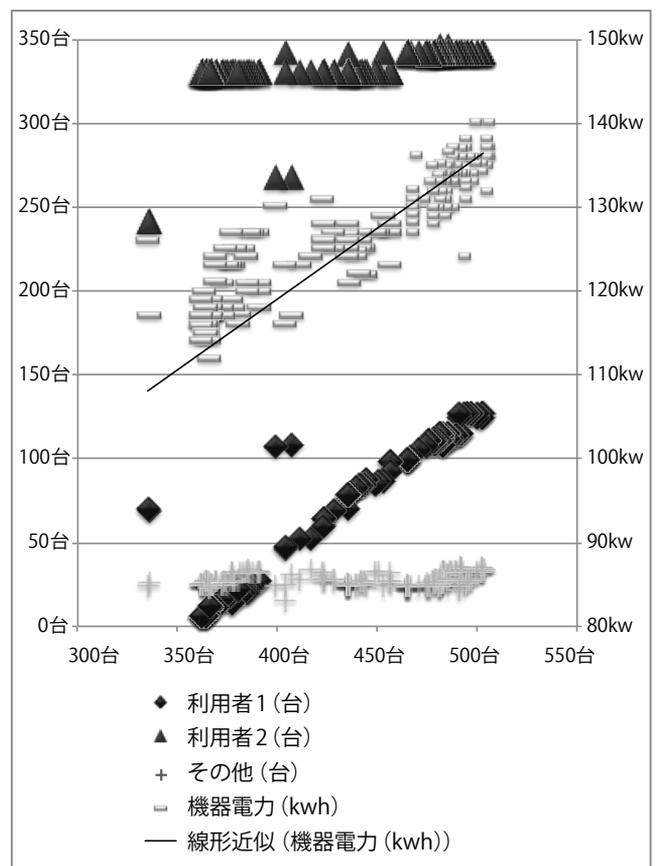


図2 利用者(1)のサーバ稼働数と消費電力の変動

- i. 標準タイプ
- ii. ストレージ容量が大きいタイプの

この方法は、実績データ数が十分に得られなかったサーバタイプの電力パラメータ値を決定するのに有効である。

本取組みでは、利用者(3-1)(3-2)のサーバで十分なサンプル数を得られなかったこと、サーバタイプ3では機器単位の電力取得が可能だったことから、Step2の手法でサーバタイプ3のパラメータ値を決定した。

### 2.3.4 空調の消費電力

2011年3月から5月前半に収集したサーバ稼働数と外気温、空調消費電力の実績値の関係を調べた結果、空調の消費電力は、サーバ稼働数と外気温の両方に相関があることが確認できた。図3は、サーバ稼働数と空調消費電力、外気温と空調消費電力の関係をプロットし、線形で近似したグラフである。データのバラつきが大きいことと、電力が機器稼働数と温度の両方に相関があり2変数になるため、2011年春季に限られた期間の実績データのみではモデル化は困難だった。

推計するのは、夏季の空調消費電力なので、参考として前年(2010年)の夏季の電力データ等を調べた。しかし、同時期の正確なサーバ稼働数が記録されていないことに加えて、空調の設定が2011年とは異なるためモデル化に必要なデータを揃えることができなかった。

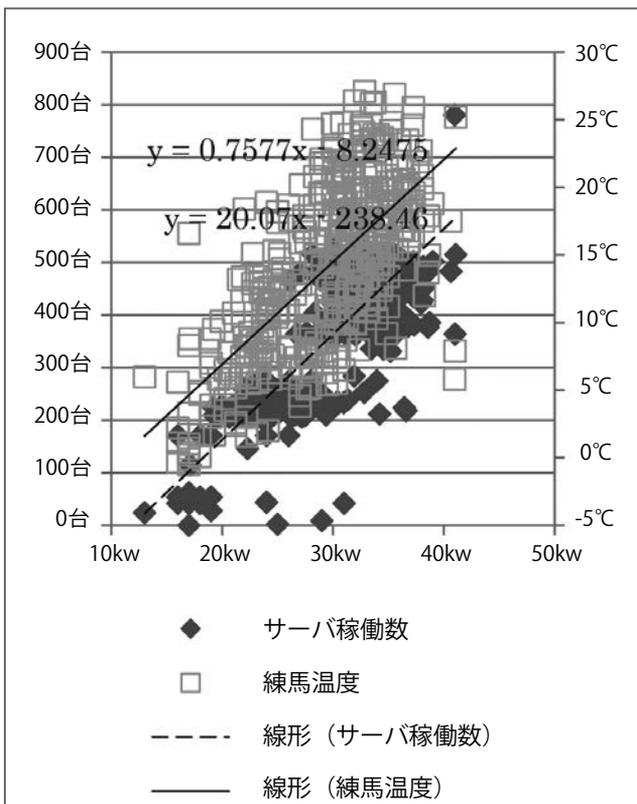


図3 サーバ稼働数と外気温、空調消費電力量の関係1

空調に関する諸条件が前年度と異なること、天気予報による外気温の予測精度は必ずしも高くないことから、今回の取組みで、サーバ稼働数と外気温を利用した空調の消費電力モデル化は見送った。

今回のモデル化では、季節単位に空調消費電力推計値を定数で定めパラメータ値として採用した。表2は実際に定めた数値である。電力推計の目的が、ピークカットすなわち定められた電力値以下での運用なので高い外気温を想定してパラメータを設定した。

### 2.4 モデルの考え方：消費電力推計方法

本検討における消費電力の推計方法を以下にまとめる。

- ① サーバは、ブレードタイプ、ラックマウントタイプ等種類をいくつかは大別してサーバ1台ごとの標準的な消費電力を収集データの分析を基にパラメータとして設定した。[課題A) (ア) (イ) (ウ) の解決]

$$\sum \text{設定した消費電力} \times \text{計画台数} \\ = (\text{サーバの}) \text{消費電力推計値}$$

- ② シャーシ型スイッチ、ストレージなど単体で消費電力の大きい機器は、機器ごとに過去のサンプル・データから平均的な消費電力値を上記のサーバの電力推計値に加算した。[課題A) (エ) の解決]
- ③ 新規機器を導入時は、過去のデータがないのでカタログ値を利用してモデルにあてはめた。カタログ値の利用は暫定的には有用であるが、実測データ(電力)が揃ってきた時点で、パラメータ値を見直すことにより、モデルの精度を上げることができる。
- ④ トップ・オブ・ラック・スイッチ(ラック内でサーバやストレージを束ねる専用の集約型スイッチでラック内の最上位に配置するボックス型スイッチ)は消費電力が小さいため稼働状況は無視した。ほぼラックごとにありそのラック内のサーバの稼働状況に依存して稼働するため、サーバで推計する消費電力値で吸収反映可能と判断した。[モデルの簡略化]
- ⑤ 200V給電化できない100V機器(ONU、フレッツ用ルータ、監視カメラ等)は数が限られていることと、その目的から原則として稼働状況に変化がないこと、個々の消費電力が小さいことから個別の稼働状況は無視した。[課題A) (ウ) の解決]

表2 空調の消費電力

季節	消費電力	参考
～6月前半	40kwh	2011年春季のデータ
6月後半～	75kwh	練馬気温 36.5°Cの時 72.69kwh

- ⑥ 空調の消費電力は機器に比べて正確な推計が困難なため、季節ごとに定数値で加算した。[課題B] (オ)の解決]

### 2.5 モデルの評価

モデルを評価するために、以下の2種類のモデルについて推計値と実績値を調べ比較した。

- i. サーバを4タイプに分類したモデル
- ii. サーバを3タイプに分類したモデル

データのサンプル数は3,575個である。表3に比較結果を示す。

サーバタイプを細分化し、パラメータ数を増やせば、推計値の精度が上がることは容易に想像できる。サーバを3タイプに分類したモデルより4タイプに分類したモデルの方が、実績値と推計値の差が小さいことが、比較結果より確認できた。パラメータ数を増やせば増やすほどモデルによる電力推計値の精度が高くなることが予想されるが、定めなければならないパラメータ値が増える等モデル化が煩雑あるいは困難になり、必ずしも現実的ではない。パラメータ数を加味したモデル評価の指標値として、AIC (赤池情報量規準) を算出した。AICは、モデルの複雑さとデータとの適合度とのバランスを取るために使用される指標であり、複数モデルに適用して比較した数値が小さい方が良いモデルとされている[1]。この指標値では、サーバを4タイプに分類したモデルの方が良い結果が出た。

AICは絶対的基準を示す数値ではないので、最適なパラメータ数を決定するためには、2種のモデルの比較のみでは十分ではなく、パラメータ数をさまざまに変化させたモデルを加えて比較評価することが望ましい。また、今回の節電施策のように、一定の数値を超えてはいけないという制約を加味するためには、実績値と推計値の差分だけでなく正負を考慮する必要があり、一般的な統計指標値のみでモデルを評価することは困難である。

## 3. 2011 年度夏季の節電運用

### 3.1 モデルを利用した消費電力値予測と運用

利用者よりあらかじめ提出された週単位の計画から予想される消費電力値を今回定めたモデルを利用して計算した。推計結果が定められた最大電力値 (夏場目標値) を超えるようであれば、利用者に依頼して計画を変更してもらい、推計値が常に夏場目標値以下になるよう調整し運用した。

利用者による計画変更が節電期間中にたびたびあり、予定台数以上のサーバ起動の可否判断を迅速に行う必要が生じた。そのため、電力の夏場目標値と推計値の差を、電力値からサーバ台数に換算してあらかじめ算出し常に把握することにより対応した。

### 3.2 曜日、時間による電力消費傾向に基づく運用

6月までに収集した電力消費の実績データから、以下の電力消費傾向が明らかになった。

- 月曜から金曜にかけてピーク時の消費電力が徐々に上がる傾向がある。
- 1日のピークは午後1～6時の間である。
- この傾向をグラフ化したものを図4に示す。

表3 パラメータ数の違いによるモデルの評価

パラメータ数		4	3
サンプル数		3,575	3,575
電力の実績値とモデルによる推計値の差分	MAX	20.59	20.59
	MIN	▲ 26.27	▲ 27.21
	平均	▲ 2.97	▲ 3.53
	分散	66.82	69.07
	標準偏差	8.17	8.31
統計モデルの良さを評価するための指標	AIC	25,178.56	25,295.12

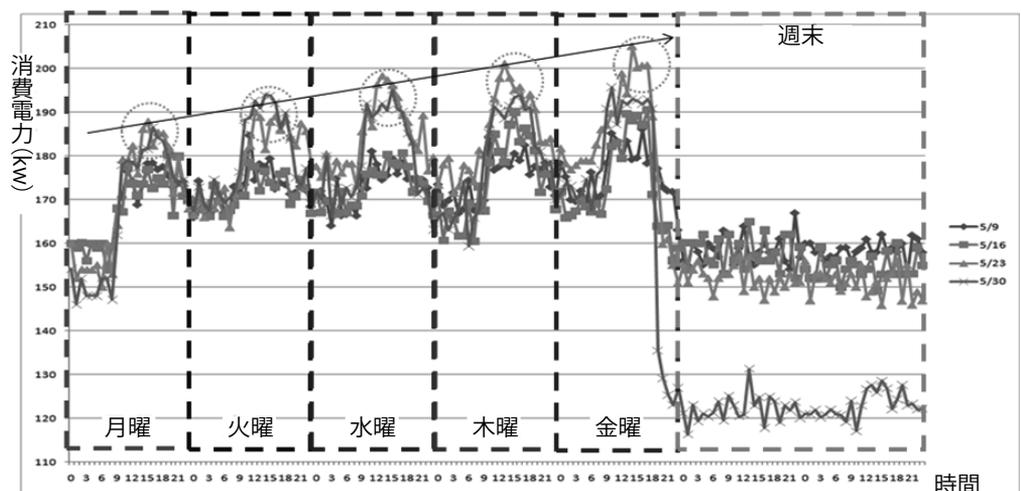


図4 1週間の消費電力傾向

サーバ故障等に起因する急なメンテナンス作業で事前の計画外のサーバを一時的に起動する必要がある場合は、電力のピークオフ時間帯を考慮して、午前中、夕方6時以降もしくは週の始めに作業を実施した。

### 3.3 サーバ起動計画と実績の差

実際のサーバ起動台数は、事前に申告された計画台数より少なくなる傾向にあった。実績と計画の台数比を表4に示す。

計画起動台数の変更（稼働数追加）は、上記の傾向と外気温の傾向も踏まえ、実績データを監視しながら柔軟に対応した。

### 3.4 夏季の空調の消費電力

サーバ稼働数と外気温、空調消費電力の関係を図5に示す。

空調の電力が60kwを超えた時が2回あったが、いずれも6月に記録したもので、外気温は34℃台、サーバ稼働数は450台程度でピーク時の約9割の台数だった。これ以上の気温を記録した日でも、空調の消費電力はおおむね60kwを下回った。外気温の最高値を記録した37.1℃の時の空調の電力も60kw程度だった。夏季（6月後半～）の空調消費電力を75kwと定数で仮定したが、実際は60kwを超えることはほとんどなかった。

データを詳細にみると、高い気温が続く時より、急激に

気温が上がる時の方が空調電力を消費する傾向がある。

空調電力とサーバ稼働数については強い相関は見られなかった。稼働数の最大値553台を記録した時期は5月であり、気温が真夏ほど高くなかったため、空調の電力は30kw程度にとどまった。ちなみに、空調電力が最も高かった時のサーバ稼働数は452台で、サーバ稼働数の影響よりは急激な気温差に影響され空調電力量が高くなった可能性が高い。

サーバの稼働数と気温の変化量を加味した空調の電力消費予想は、今後の課題である。

### 3.5 夏季節電運用まとめ

定められた最大電力量を上回ることなくサーバ室の運用を実現できた。

今回の節電の目的が、定められた電力最大値をピーク時でも上回らないことだったので、モデルによる電力推計値が実績値より高めに出るようパラメータ値を調整していた。しかし節電運用期間中に新規に導入した機器については十分な実績データがなく、カタログ値からパラメータ値を設定したため、モデルによる電力推計値が実績値を上回ることがあった。節電運用期間中から、サーバの計画起動台数よりも実績稼働台数の方が少なくなる傾向があることは把握していたので、その条件も加味しながら計画台数の調整およびモデルのパラメータ値調整を随時行い、定められた最大電力量以下の運用を実現した。

表4 サーバの計画起動台数と実績稼働台数の差

週	実績/計画の台数比
5/30～	94%
6/6～	67%
6/13～	70%
6/20～	84%
6/27～	88%
7/3～	87%
7/8～	76%
7/15～	79%
7/22～	79%
7/29～	81%
8/5～	82%
8/8～	80%
8/15～	77%
8/22～	69%
8/26～	74%
9/2～	77%
9/9～	80%
9/16～	77%
9/23～	82%

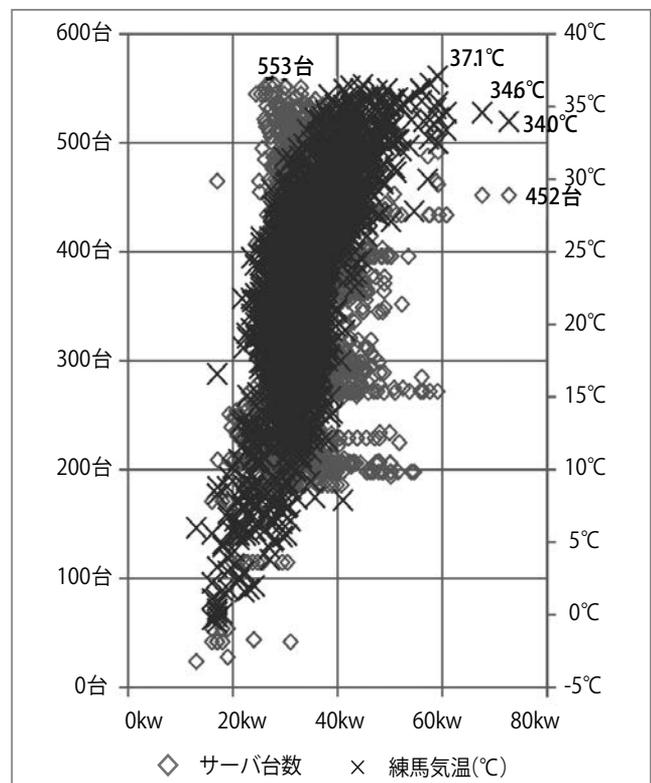


図5 サーバ稼働数と外気温、空調消費電量の関係 2

## 4. 関連技術

富士通研究所は、データセンタをモデル化しセンタ全体の消費電力を検証できるシミュレーション技術を開発したことを2011年10月に発表した[2]。富士通のデータセンタ内での実証実験と適用を進めている段階である。

DELLは、電力シミュレーションツールを公開している[3]。これはDELLの製品を対象としたものであり、さまざまなサーバの消費電力の実績データから電力のモデル化の方法を検討した本論文とは異なる。

HPは、HP ProLiantサーバを利用したデータセンタの温度管理手法について提案している[4]。

サーバの各ベンダは、自社開発のサーバに節電施策の新機能を盛り込みそれらとソフトを組み合わせた節電対策を提案している。それらの節電機能はベンダごとに異なり、互換性があるとは限らない。節電機能のないレガシーなサーバや複数種のサーバが混在するデータセンタ環境では、本論文の手法が有効である。

JEITAは、グリーンIT実現のための消費電力測定ガイドラインを作成している[5]。電力測定方法は、省電力化に取り組む上での参考になるものだが、電力モデル化まで行い省電力運用の実践まで行った本論文とは異なる。

機器の使用電力の実測値と使用予定の情報から計画値を算出する手法としては、藤原[6]の提案があるが、サーバ室の空調の電力は考慮されていない点で本論文とは異なる。

## 5. おわりに

### 5.1 まとめ

稼働機器の総消費電力量と機器の稼働数の実績値の一定期間のデータを収集することにより、機器ごとのおおよその消費電力（パラメータ値）を推計可能であることを今回の取組みで示した。このパラメータ値を利用した電力モデルを用いて、サーバ起動の計画調整を行うことにより消費電力量のコントロールを実運用で行い、モデルの有用性を確認した。

ーサーバ1台単位の電力を測れない環境でも、サーバ1台あたりの電力量をパラメータ化することができる。

ーモデルによる推計値の算出は、すべての機器についての稼働や消費電力パラメータ値を把握する必要はなく、消費電力の小さい機器等の電力はモデ

ル全体で吸収可能である。

以上のことから、詳細な電力情報がとれない場合でも、消費電力量のコントロールが必要な時に有効な方法であり汎用的なモデルとして利用可能である。

今後データセンタあるいは組織のサーバ室を設計する際に、最新の節電機能を備えたサーバを使用できなくても、PDUの活用や分電盤単位での電力計測を行うことができれば、本論文の手法を用いて節電運用が可能である。

### 5.2 2012年度の節電運用

2012年度夏季は、電気事業法による電気の使用制限はないが、NTTの取組みとして夏季における電力のピークカット運用に取り組んだ。2011年度よりサーバの種類が増えていることから、監視データから得られた電力の実測値を基にモデルのパラメータ値を見直し、同様のモデル計算により消費電力推計値を算出し、節電運用を行っている。

前年に引き続き、サーバの稼働計画数は余裕を持った数値で出されることが多く実稼働数はやや少なくなる傾向がある。そのため計画数と実稼働数の差が、電力的余裕となる。言い換えると、この傾向が普遍的なものであれば、計画から算出した推計値が最大電力量を若干上回る場合でも、一定の範囲内ならばピークカットの目標値は達成可能である。モデルに取り込むことができれば、運用者による柔軟な判断を手順化することができる。

同タイプ、同スペックのサーバでも、使用者により平均的な消費電力値に若干の差がみられる場合があった。たとえば、内蔵ハードディスクへの頻繁なアクセスの有無や使用領域の差が電力の差に影響しているようである。この差が有意なものであれば、使用形態（利用者）を加味した消費電力量をパラメータ値として設定することで、より精度の高いモデルになる可能性がある。また、サーバのカタログスペック値と実際の消費電力の差について利用形態との関係を示すことができる。

### 5.3 残された課題

今後は、モデルの精度向上、モデル化作業の簡易化を進め、電力のさらなる有効活用を目指すための節電運用手法の確立が課題となる。具体的に次に挙げていく。

機器の電力モデルの精度と計算等の煩雑さの兼ね合い6.1から最適なパラメータ数をAICなどの指標を用いて決定する。パラメータ数が確定することにより、試行錯誤しつつモデル化していた作業を簡略化することが

できる。

サーバの稼働実績数の自己申告値は必ずしも正しくないため、簡易かつ自動的に稼働数を収集する方法を確立する。より正確な値を用いることによりモデルの信頼性を上げるとともに、モデリングと節電運用にかかわるコストを下げるができる。

サーバ利用計画数は余裕を持った数値で出されることが多く実稼働数はやや少なくなる傾向がある。その差を加味したモデルを確立することにより、きめ細やかな電力コントロールの実現が可能になり、電力活用をさらに有効化できる。

機器の稼働数と外気温および外気温の変化量を加味した空調の電力のモデル化を行う。冷房による空調の消費電力の割合は大きく、空調で消費される電力をより正確に予測することが可能になれば、電力のさらなる有効活用が可能になる。外気温の変化を加味したモデル化には、回帰モデルを利用した推定法を加味することにより、予測が可能になると考えられる。

単独拠点での節電運用を、複数拠点へ展開する。すなわち、複数のデータセンタのロケーションによる違いを加味した総合的な節電モデルを確立する。単独拠点での節電運用は、猛暑時の研究開発活動の縮小につながる可能性があるが、複数拠点に展開することにより、研究開発活動に大きな影響を与えず電力使用を平準化することを目指す。

#### 参考文献

- 1) 赤池情報量基準, <http://ja.wikipedia.org/wiki/赤池情報量基準>
- 2) 富士通プレスリリース: 世界初! データセンター全体をまるごとモデル化して、省電力効果を瞬時に検証できるシミュレーション技術を開発, <http://pr.fujitsu.com/jp/news/2011/10/13.html>
- 3) DELL: Energy Smart Solution Advisor (ESSA), [http://www.dell.com/content/topics/topic.aspx/global/products/pedge/topics/en/config\\_calculator?c=us&l=en&s=corp&cs=](http://www.dell.com/content/topics/topic.aspx/global/products/pedge/topics/en/config_calculator?c=us&l=en&s=corp&cs=)
- 4) HP: 高密度コンピューティングのためのデータセンターの最適化, [http://h50146.www5.hp.com/products/servers/proliant/whitepaper/wp019\\_040430/pdfs/wp\\_040430.pdf](http://h50146.www5.hp.com/products/servers/proliant/whitepaper/wp019_040430/pdfs/wp_040430.pdf)
- 5) 電子情報技術産業協会サーバ事業委員会 JEITA: サーバ消費電力測定調査研究に関する報告書 (IS-11- 情シ -4), [http://home.jeita.or.jp/page\\_file/20110704112117\\_SfyLzYscgi.pdf](http://home.jeita.or.jp/page_file/20110704112117_SfyLzYscgi.pdf) (2011).
- 6) 藤原, 青木, 矢崎, 成田: 節電施策における装置状態管理手法の提案, 電子情報通信学会ネットワークシステム研究会 (Apr. 2012).

吉川 美奈子 (正会員) [yoshikawa.minako@lab.ntt.co.jp](mailto:yoshikawa.minako@lab.ntt.co.jp)  
NTT ソフトウェアイノベーションセンタ (旧情報流通プラットフォーム研究所) 第一推進プロジェクト 研究主任. 現在、クラウドオペレーションの研究開発に従事。

浜田 雅樹 (非会員) [masaki.hamada@ntt-at.co.jp](mailto:masaki.hamada@ntt-at.co.jp)  
NTT アドバンステクノロジー (株) ネットワークソリューション事業本部。

岩村 相哲 (正会員) [iwamura.sotetsu@lab.ntt.co.jp](mailto:iwamura.sotetsu@lab.ntt.co.jp)  
NTT ソフトウェアイノベーションセンタ 第一推進プロジェクト 主幹研究員. モバイル通信, クラウド技術の研究開発に従事。

投稿受付: 2013 年 1 月 21 日

採録決定: 2013 年 6 月 10 日

編集担当: 坂井修一 (東京大学)