

# イベント会場における消費電力データの計測実験方法に関する一考察

松井 加奈絵<sup>1,a)</sup> 石原 知洋<sup>2,b)</sup> 池上 洋行<sup>3,c)</sup> 落合 秀也<sup>4,d)</sup> 砂原 秀樹<sup>1,e)</sup>

**概要:** 学会や展示会などのイベント会場においては、出展者の使用するデモ機器や参加者が利用するラップトップ PC など、さまざまな種類の電力消費をする機器が利用される。このように年間を通じて開催されるが、それぞれのイベントごとに大きく性質が異なる電力消費を計測し実態を知ることが、イベントにおける電源運用およびイベント自体の省エネ化にとって大きく意味があると考えられる。本論文では、あるイベント内で3日間の電力計測を行い、その1) 計測方法、2) 実験環境、3) 収集されたデータについての詳細を述べる。

**キーワード:** 電力消費データ計測, 節電, IEEE1888

## A Study of Electricity Consumption Metering System in the Place where Holding Events

**Abstract:** Many kinds of electric devices, including devices for demonstrations and laptop computer for participants, metering devices, are used in conferences and events, exhibitions. They would be one of important points to reduce electricity consumption because of these are held entire year. If easy electricity consumption metering system is made, data can be stored, then the way how to reduce them can be considered. For the purpose, we conducted an experiment of introduce electricity consumption metering system during 3days event. 1) metering system, 2) experiment environment, 3) stored data are described in this paper.

**Keywords:** Electricity consumption data metering system, Energy conservation, IEEE1888

### 1. はじめに

本論文では、近年電力消費が増えている学会や展示会などのイベント会場に着目し、その電力消費量の実態を計測するシステムの導入方法について述べる。現在多くのイベント会場では参加者の要望の応じて電力提供が多くなされるようになり、通常使用されるべき出展者の使用するデモ機器などの電子機器だけでなく、参加者が利用するラップトップ PC など、さまざまな種類の電力消費を行う機器が

利用されるようになっていく。このように年間を通じて開催されるが、それぞれのイベントごとに大きく性質が異なる電力消費を計測し実態を知ることが、イベントにおける電源運用およびイベント自体の省エネ化にとって大きく意味があると考えられる。本論文では、あるイベント内で3日間の電力計測を行い、その1) 計測方法、2) 実験環境、3) 収集されたデータについての詳細を述べ、その消費実態を知ると共に、今後どのような対策を講じることが効率的な電力消費に繋がるのかについて検討する。

### 2. 収集データについて

ここでは、今回行った電力消費データ計測をどのように行ったか、またどのような環境下で行われたかについて詳細に述べる

<sup>1</sup> 慶應義塾大学 大学院大学 メディアデザイン研究科  
<sup>2</sup> 東京大学 総合文化研究科  
<sup>3</sup> 東京大学大学院 情報理工学系研究科  
<sup>4</sup> 東京大学 大規模集積システム設計教育研究センター  
a) kanaematsui04@kmd.keio.ac.jp  
b) sho@c.u-tokyo.ac.jp  
c) ikegam@hongo.wide.ad.jp  
d) jo2lxq@hongo.wide.ad.jp  
e) suna@wide.ad.jp

## 2.1 計測システムの概要

計測システムについては、IEEE1888 を利用する方式にて構成した。センサによって読み取った電流と電圧の瞬時値より、パワーメータによって力率および消費電力を計算し、得られたデータを Arduino を利用して IEEE1888 方式に変換し、ストレージに保存する。

## 2.2 計測システムの構成

本計測システムは下記の図1で表されたコンポーネントで構成されている。

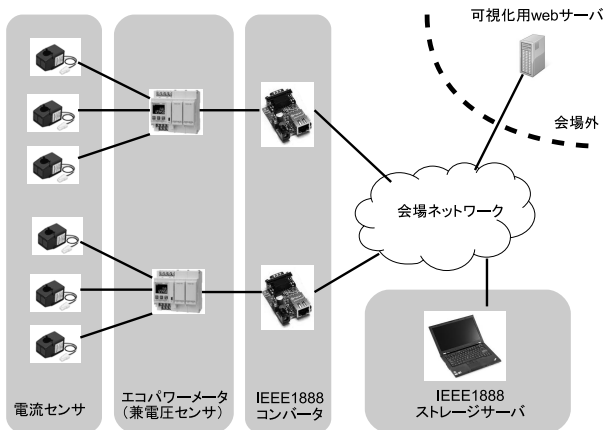


図1 システムコンポーネント

**電流センサ** 電流センサはクランプ方式の、回路を切断せず電線路に対して被覆の上から取り付けるものを利用した。

**パワーメータ兼電圧センサ** パワーメータは、上記電流センサの入力と、メータの電源と兼用の電圧センサから力率および消費電力を計算し、本体の RS485 インターフェースから情報を送信する。今回の実験では、Panasonic 製のエコパワーメータ KW2G に電流センサ入力増設ユニットを4つ追加したものを利用した。

**IEEE1888 コンバータ** IEEE1888 コンバータはエコパワーメータの RS485 インターフェースを利用して電流実効値・力率・電力を取得する。

そして取得したデータにタイムスタンプを付加して IEEE1888 方式の XML 形式に変換し、TCP/IP 通信によって IEEE1888 ストレージに変換したデータを送信する。今回の実験では Linux をインストールした Arduino-210 を IEEE1888 コンバータとして利用した。

**IEEE1888 ストレージ** IEEE1888 ストレージは、IEEE1888 コンバータから送られてくる XML 形式のデータを保存し、またクライアントからの要求に応じて保存したデータを送信する。

今回の実験では、Linux をインストールした Lenovo 製ノート PC を IEEE1888 ストレージとして利用した。

また、パワーメータ・センサ・IEEE1888 コンバータをまとめて1つの計測盤に組み込み、この計測盤を各計測ポイントに配置した。

## 2.3 実験環境

実験は、3月4日から3月7日にかけて開催された WIDE プロジェクト研究会において収集をおこなった。研究会は信州松代ロイヤルホテルの宴会場のうち、1)ロイヤルホール、2)グランドホール、3)乗鞍の3つの部屋を会場として利用しており、今回の計測ではこちらの部屋に引かれている電源回路を分電盤において計測した。

それぞれの部屋の用途としては、ロイヤルホールをハンズオンなどを含むワークショップ、グランドホールを研究発表やミーティング、乗鞍を WIDE プロジェクト内の研究部会の打ち合わせに利用した。

会場への電源を供給している分電盤は4基あり、それぞれに対して計測盤を設置し、電源コンセントとして参加者に利用される回路について電流センサを取り付け、また分電盤内にて使われていない回路を利用し、エコパワーメータへの入力を行い電圧計測をおこなった。

分電盤への電源入力は単相3線式となっており、+100V 側と-100V 側で電圧位相が逆転するため、本来ならば取得した回路に応じた側の電圧を取る必要がある。しかし、今回は実験作業の簡略化のため +100V 側の電圧のみを取得し、力率についてはデータ処理側にて絶対値を取ることで対応をおこなった。

会場および分電盤は図2の通りである。

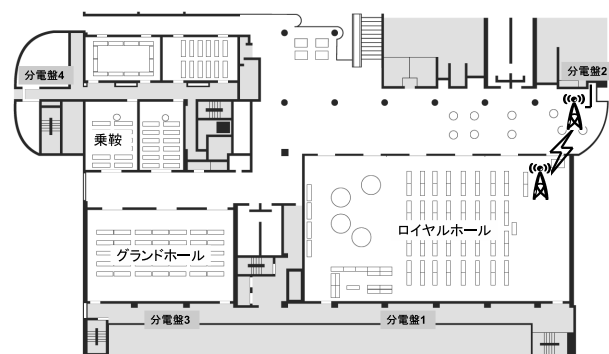


図2 会場および分電盤に関する情報

それぞれの計測盤へのネットワーク接続は、研究会場の有線ネットワークを伸ばして利用したが、分電盤2の計測ポイントについては有線を引くことが困難であったため、無線ブリッジを利用してネットワーク接続を提供した。

## 3. 収集データについて

ここでは収集したデータについて述べる。データ収集は以下の日程にて行われた。

- データ計測期間：2013年3月4日14時54分 -

年3月6日22時58分  
尚, データの計測間隔は2秒間隔であり, 上記の計測期間内に7,847回の計測が行われた。

#### 4. 見える化について

本稿はイベント会場内で行った電力消費データの計測が主であるが,

#### 5. 結果

データ収集の章にて述べたように,

#### 6. 考察と今後の展望

今回行った電力計測であるが, イベント会場という特殊な場所での計測となるため,

#### 7. おわりに

本稿では, 3日間のイベント内で消費される電力を計測し, 1) それがどのような方法で行われたのか, 2)

#### 参考文献

- [1] 湯浅 和博, 劉 正賢, 吉野 博, 長谷川 兼一: 低負荷型ライフスタイルによる住宅のエネルギー消費量削減の可能性, 日本建築学会環境系論文集, Vol. 74, No. 642, pp. 1019-1024 (2009)
- [2] 八木田 克英, 岩船 由美子: 家庭用エネルギー診断によるエネルギー消費の見える化とその効果, エネルギー・資源/Energy and resources, Vol. 32, No. 4, pp. 247 (2011).
- [3] 加藤 丈和, 松山 隆司: スマートタップネットワークによる消費電力見える化システム, 情報処理学会研究報告, MBL, モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究会研究報告, Vol. 2011, No. 6, pp. 1-6 (2011).
- [4] 河合佑介, 萬代雅希, 渡辺尚: 無線センサーネットワークにおけるデータ集約方式の省電力化効果と遅延について, 一般社団法人情報処理学会 全国大会講演論文集, No.1, pp. 255-257 (2011).
- [5] Abrahamse, W. and Steg, L. and Vlek, C. and Rothen-gatter, T. : A review of intervention studies aimed at household energy conservation, Journal of Environmental Psychology, Vol. 25, No. 3, pp. 273-291 (2005).
- [6] 上野 剛: 見える化における情報技術活用の最前線 (持続可能な社会に向けた「見える化」), 日本エネルギー学会誌, Vol. 89, No. 7, pp. 632-638 (2010).
- [7] Ochiai, H., Ishiyama, M. and Momose, T. and Fujiwara, N., Ito, K., Inagaki, H., Nakagawa, A., Esaki, H., : FIAP: Facility information access protocol for data-centric building automation systems, *Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS), 2011 IEEE Conference on*, pp. 229-234 (2011).
- [8] 日高一義: ICTから見たスマートグリッドの可能性, 科学技術動向, No. 113, pp. 10-24

## 正誤表

本論文におきまして「3. 収集データについて」以降の文章および図式全てにおいて記載漏れがございました。以下に本来記載すべき内容を記述すると共に、誤りがありましたことを深くお詫びいたします。

### 3. 収集データについて

ここでは、今回行った電力消費データ計測をどのように行ったか、またどのような環境下で行われたかについて詳細を述べる。

#### 3.1 計測システムの概要

計測システムについては、IEEE1888 を利用する方式にて構成した。IEEE1888 とは、BEMS や HEMS などに活用可能な国際標準化されたオープンな通信規格である[4, 5]。センサによって読み取った電流と電圧の瞬時値より、パワーメータによって力率および消費電力を計算し、得られたデータを Arduino を利用して IEEE1888 方式に変換し、ストレージに保存する。

#### 3.2 計測システムの構成

本計測システムは下記の図 1 で表されたコンポーネントで構成されている。

##### 電流センサ

電流センサはクランプ方式の、回路を切断せず電線路に対して被覆の上から取り付けるものを利用した。

##### パワーメータ兼電圧センサ

パワーメータは、上記電流センサの入力と、メータの電源と兼用の電圧センサか

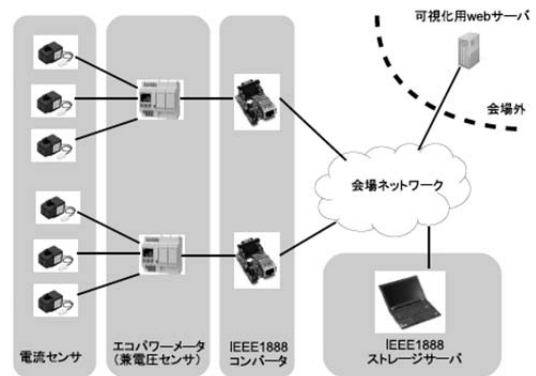


図 1 システムコンポーネント

力率および消費電力を計算し、本体の RS485 インターフェースから情報を送信する。今回の実験では、Panasonic 製のエコパワーメータ KW2G に電流センサ入力増設ユニットを 4 つ追加したものを利用した。

##### IEEE1888 コンバータ

IEEE1888 コンバータはエコパワーメータの RS485 インターフェースを利用して電流実効値・力率・電力を取得する。そして取得したデータにタイムスタンプを付加して IEEE1888 方式の XML 形式に変換し、TCP/IP 通信によって IEEE1888 ストレージに変換したデータを送信する。今回の実験では Linux をインストールした Arduino-210 を IEEE1888 コンバータとして利用した。

## IEEE1888 ストレージ

IEEE1888 ストレージは、IEEE1888 コンバータから送られてくる XML 形式のデータを保存し、またクライアントからの要求に応じて保存したデータを送信する。今回の実験では、Linux をインストールした Lenovo 製ノート PC を IEEE1888 ストレージとして利用した。また、パワーメータ・センサ・IEEE1888 コンバータをまとめて 1 つの計測盤に組み込み、この計測盤を各計測ポイントに配置した。

### 3.3 実験環境

実験は、2013 年 3 月 4 日から 3 月 6 日にかけて開催された WIDE プロジェクト研究会において収集をおこなった。研究会は信州松代ロイヤルホテルの宴会場のうち、1)ロイヤルホール、2) グランドホール、3) 乗鞍の 3 つの部屋を会場として利用しており、今回の計測ではこちらの部屋に引かれている電源回路を分電盤において計測した。それぞれの部屋の用途としては、ロイヤルホールにおいてハンズオンを含むワークショップ、グランドホールを研究発表やミーティング、乗鞍を WIDE プロジェクト内の研究部会の打ち合わせに利用した。会場への電源を供給している分電盤は 4 基あり、それぞれに対して計測盤を設置し、電源コンセントとして参加者に利用される回路について電流センサを取り付け、また分電盤内にて使われていない回路を利用し、エコパワーメータへ入力し、電圧計測を行った。会場および分電盤は図 2 の通りである。

る。



図 2 会場および分電盤に関する情報

分電盤への電源入力は単相 3 線式となっており、+100V 側と-100V 側で電圧位相が逆転するため、本来ならば取得した回路に応じた側の電圧を取る必要がある。しかし、今回は実験作業の簡略化のため+100V 側の電圧のみを取得し、力率についてはデータ処理側にて絶対値を取ることで対応を行った。また実際の機器設置に関しては、図 3 の通りである。



図 3 分電盤への機材の設置状況

それぞれの計測盤へのネットワーク接続は、研究会場の有線ネットワークを伸ばして利用したが、分電盤 2 の計測ポイントに

については有線を引くことが困難であったため、無線ブリッジを利用してネットワーク接続を提供した。

#### 4. 収集データについて

ここでは収集したデータについて述べる。データ収集は以下の日程にて行われた。

データ計測期間:

2013年3月3日23時59分 - 2013年3月5日23時59分 (3日間)

データの計測間隔は2秒間隔であり、以下3種類である。

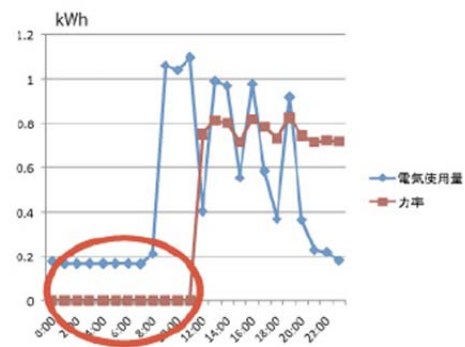
- 1) 電力消費データ(実データ)
- 2) 力率(実データ)
- 3) CO<sub>2</sub> 排出量(電力消費データ×イベント会場が契約している電力会社が公表しているCO<sub>2</sub> 排出係数)

今回は(1)、(2)が計測データであり、(3)は(1)のデータに対して本イベントが開催された長野県の契約電力会社である中部電力のCO<sub>2</sub> 排出係数である0.473kgCO<sub>2</sub>/kWhを使用した[6]。CO<sub>2</sub> 排出量は計測データに係数をかけたことによってデータベースに収めたものなので、今回は計測し、収集したデータである電力消費、力率のデータを図4に示す。力率のデータ取得に関しては、3月4日午後12時から取得可能となったものの、電力消費データに関しては安定的に取得されていることが分かる。

#### 5. 結果

重要になる点として取得したデータの妥当性だが、会場である対象ホテルから入手

2013年3月4日



↑力率センサの設置前

2013年3月5日

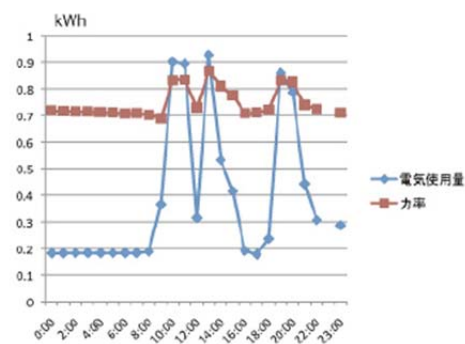


図4 会場および分電盤に関する情報

した2年分の月別電気料金明細から対象地帯の電気使用量を割り出した。会場の使用があった場合、おおよそ1日8-10kWの電力消費が行われることが分かった。3月4日に関しては1日合計11.3kWの電力消費、3月5日に関しては1日合計8.4kWの電力消費が計測されたことから、本計測データの妥当性が確認できた。

#### 6. 今後の展望

ここでは、本システムにおける今後の展望を述べる。本システムの今後の発展の課題として以下の3点が考えられる。

- 1) イベント会場の計測条件(分電盤位置

など)が異なるため、どのように汎用性をもたせるか

2) 電力に関する深い知識を持たない人間がこのような計測を行いたい場合、簡潔なシステム設置のマニュアル化をどのように行うか

3) 計測だけでなく見える化などによる効果的な節電を導くまでのシステムの開発

(1) に関しては対象となるイベント会場によって分電盤位置、インターネット回線機器の位置などが異なるため、会場側とどのような事前確認を取るべきなのか、現場に赴くことが可能であればどのような確認事項が必要となるのか、マニュアル化する必要がある。(2) に関しては、分電盤の構成や特性に関して十分な知識を持たない人間がCT センサの設置を分電盤に行う場合、事故に繋がる可能性がある。そのため、電力に関する知識、分電盤に関する知識を理解してもらい、何らかの基準を設け、基準を満たした人間が設置可能となるような仕組みが必要になると考えた。(3) に関しては、IEEE1888 ストレージには Web ページ・アプリケーションがデータにアクセスできるインターフェースを保有していることから、簡潔に Web ページ・アプリケーションの作成が可能である。本実験においても図 5 の Web ページをイベント参加者に提供している。電力消費量を減らすといった具体的な策を講じる際には、このような Web ページの作成を行うことができる、データ計測から視覚化まで可能なシステムの構築が今後求められると考えた。



図 5 電力消費量視覚化 Web ページ

電力消費量を減らすといった具体的な策を講じる際には、このような Web ページの作成を行うことができる、データ計測から視覚化まで可能なシステムの構築が今後求められると考えた。

## 7. おわりに

本稿では、3日間のイベント内で消費される電力を計測し、1)どのような計測システムでデータ収集が行われたのか、2)そのデータの取得状況、について述べた。また、本計測システムによってイベント会場にてデータを取得することが可能となり、取得データの妥当性が確認できた。今後の展望として、前章で述べた3つの課題について取り組み、イベント会場において簡潔に電飾消費データの計測を行う環境づくりを目指す。

## 参考文献

[1]クリエイティブ・シティ・コンソーシアム節電縁日 2012 実行委員会,「節電縁日 2012」実施報告書, <http://creative-city.jp/>,

2012.

[2] 経済産業省レポート, 各地域における節電イベント・キャンペーンのご紹介, <http://www.meti.go.jp/>, 2012.

[3] GreenPower, All types of public events can now become more environmentally friendly by using GreenPower, <http://www.greenpower.gov.au/Events/>, 2012.

[4] 落合秀也, 汎用設備管理向け通信プロトコル IEEE1888 (特集 BACS オープン化技術と BACnet の動向), 電気設備学会誌, vol.32, No.2, pp.147-150, 電気設備学会, 2012.

[5] Hideya OCHIAI, Masahiro ISHIYAMA, Tsuyoshi MO-MOSE, et.al, FIAP: Facility information access protocol for data-centric building automation systems, Computer Communications Workshops, INFOCOM WK-SHPS 2011, IEEE Conference on, pp.229–234, 2011.

[6] 環境省, 平成 23 年度の電気事業者ごとの実排出係数・調整後排出係数等の公表について(お知らせ), 報道発表資料. 2012.