

第3部

特集3 IEEE1888の研究と国際標準化

江崎 浩, 落合 秀也

第1章 概要

東日本大震災は、企業・産業・社会活動に対してまったく異なる次元からBCP(Business Continuation Plan、事業継続計画)を確立する必要性があることを突きつけた。今回の震災は、停電対策から始まり、節電対策へと段階は進展した。しかし、社会・社会活動の量と質は継続させながら、さらに、向上させることが真に実現しなければならないミッションである。我々は、我慢・縮小する対策ではなく、明るく、快適で、創造性とイノベーションを創出するに資する社会・事業活動の基盤となるようなスマートビルやスマートキャンパス、さらには、スマートシティーを実現しなければならない。

WIDEプロジェクトでは、IPv6高度化推進協議会やファシリティ相互接続コンソーシアムと連携しながら、2003年より、IPv6技術を用いたオープンなビルの管理制御システムの研究開発を進めてきていた。クローズドな技術を用いたビルシステムやファシリティシステムに、オープンなインターネット技術を導入することによって、高度な新機能を効率的に(安価に)実現することを目指していた。この活動は、京都議定書に代表される地球温暖化に対応するための環境・省エネ活動とも、その後、方向性が一致することになった。2008年からは、東京大学 本郷キャンパス工学部2号館を実験テストベッドとした「グリーン東大工学部プロジェクト」、さらに2010年からは「東大グリーンICTプロジェクト」へと発展した。さらに、2011年3月11日に発生した東日本大震災に伴い、全国的に節電・省エネが社会の必達課題となり、その必要性が増幅される結果となった。これらの活動において、技術面を支えたのは、WIDEプロジェクトのメンバーであり、特に、Live E!プロジェクトで設計・実装・運用し

た技術群が原型となり、2011年2月にIEEE1888として承認されるに至った。IEEE1888は、UGCCnet(Ubiquitous Green Community Control Network)であり、中国チームとの強い連携・協調を取りながら標準化作業を進めた。さらに、2011年12月5日～9日の日程で米国フェニックス市で開催された米国NIST(National Institute of Standards and Technology)が主催するスマートグリッドの技術規格を選定するGird-Interopにおいて、IEEE1888の紹介を行い、NIST SGIP(Smart Grid Interoperability Panel)が認定するCoS(Catalog of Standards)にIEEE1888を登録する方向で具体的作業を開始するコンセンサスを形成することに成功した。

東京大学における2011年夏の運用においては、以下のような節電効果を達成した。

- (1) 工学部2号館：ピーク電力使用量が昨年比で平均44%削減、総電力使用量が昨年比31%削減
- (2) 東京大学主要5キャンパス：ピーク電力使用量が昨年比で平均31%削減、総電力使用量が昨年比20～25%削減

第2章 背景と活動のゴール[41][42]

21世紀の社会産業基盤は、情報通信システムによって、その創造性とそれ自身の持続的な発展性を実現することが求められている。そこでは、情報通信システムと、実際の企業や大学などの現場(実空間)で展開されるノートPCやスマートフォン(オブジェクト)などとの連携、すなわち、現場に存在する物(Things)の状態をいかに把握し制御するか、そしてそのためのシステムの設計や実装の善し悪し

が、社会全体の効率と創造性を決定することになる。都市を『人』にたとえれば、インターネットは『神経系統』に相当し、クラウドコンピューティング基盤に代表されるサーバシステムは『頭脳』に相当する。人は、すばらしい筋肉や骨(＝コンポーネント)を持っていたても、コンポーネントを上手に制御するための神経と頭脳がなければ、非効率な動作しかできず、時には、機能しない事態も発生させてしまう。また、優れた制御システム(＝神経系＋頭脳系)は、同じエネルギー量によって、より多くのアウトプットを生産することができる。一方で、システムに、コンポーネントやモジュールの取り換え性(＝選択肢)をもつことができるシステム設計を行うことによって、革新的な新しいコンポーネントを容易に導入できなければならない。すなわち、持続可能なシステムの設計には、エコシステムの考え方が適用されなければならない。インターネットは、自律性、自立性そして相互接続性を持ち、常に、システムを構成するモジュールに対する選択肢(Alternatives)を提供することで、エコシステムを構成した。

このようなシステムの設計・運用を、ファシリティーシステムおよびその産業に導入し、その構造改善と持続的創造性を実現するに資するシステムへと進化させることが、本研究活動のゴールである。

具体的には、効率的で持続的な都市空間の発展を実現するスマートシティー(図2.1)を実現するために、地球全体を覆うセンサーネットワークの構築と、センサーノードやアクチュエータノードをはじめとしたすべてのデジタル機器の協調動作をインターネットアーキテクチャフレームワークを用いて実現することを目指した。なお、システムにおける各デジタル機器の動作は、中央集散的に管理制御することは不可能であり、ローカルおよびグローバルの両方において自律分散的な協調動作環境が構築・管理・運用されなければならない。インターネットアーキテクチャフレームワークを用いた省エネ・環境対策は、その本来の目的だけではなく、結果的に、デジタル・ユビキタス・センサー・ネットワークを構築することになる。このデジタル・ユビキタス・センサー・ネットワークは、新しいサービスや産業を、容易にかつ安価に展開可能としなければならない。そのために、透明性と相互接続性を持ったインフラの展開と整備が進められなければならない。さら

に、以下のような展開のシナリオを想定している。

- Step.1 センサーや制御機器が、相互接続され、協調動作し、エネルギー流の制御が自在に可能なインフラの構築。
- Step.2 ユビタスに存在するセンサーや制御機器、さらに、これらの機器が生成するデジタル情報が、ほぼゼロの低コストで流通可能なインフラの登場。
- Step.3 このユビキタス・デジタル・インフラを用いた新しいサービスが、グローバル規模で創造・展開。

人(Human-being)		都市(City)	
脳＋頭骸骨(Brain)		Cloud Computing	
	頭骸骨(Skull), 血管(Blood vessels)		Data Center
	神経(Brain nerves)		Servers, switches
神経(Nerves)		Internet	
各器官(Organs)		Facilities (i.e., Things)	
	骨等(Bone)		Building(構造体)
	センシング器官(Sensor)		Sensor
	筋肉(Muscle)		Actuator

図2.1 スマートシティーのコンセプト

第3章 国際標準化活動

新しい技術の産業展開を促進するためには、その技術の国際標準化が大きな貢献をする。そこで、本活動では、中国チームとの連携によるIEEEでの標準化活動と、米国NISTとの連携によるASHRAE BACnetへの標準化活動を推進した(図3.1)。ASHRAE BACnetは、米国NISTが決めるSGIPにおけるB2G (Building to Grid)のCoSの本命と認識されている標準化組織である。我々は、「東大グリーンICTプロジェクト」[43][44][45]の参加メンバーと協力し、IEEEとASHRAE BACnetへの提案活動を行った。その結果、IEEEでは、2011年2月に、IEEE1888として、標準化技術として承認されるに至った(図3.2)。IEEE1888における技術面の中心として活動したのは、WIDEプロジェクトのメンバーであり、特に、Live E! プロジェクトで設計・

実装・運用した技術群が原型となっている。IEEE1888は、UGCCnet (Ubiquitous Green Community Control Network)であり、中国チームとの強い連携・協調を取りながら標準化作業を進めた。IEEE1888は、2011年2月に標準化が完了したが、現在、以下のような3つの機能拡張に関する作業を進めている。

- IEEE1888.1: システムの管理構造
- IEEE1888.2: 多様なアクセス網への対応方法
- IEEE1888.3: セキュリティー機能

さらに、2011年12月5日～9日の日程で米国フェニックス市で開催された米国NISTが主催するスマートグリッドの技術規格を選定するGrid-Interopにおいて、IEEE1888の紹介を行い、NIST SGIP (Smart Grid Interoperability Panel)が認定するCoS(Catalog of Standards)にIEEE1888

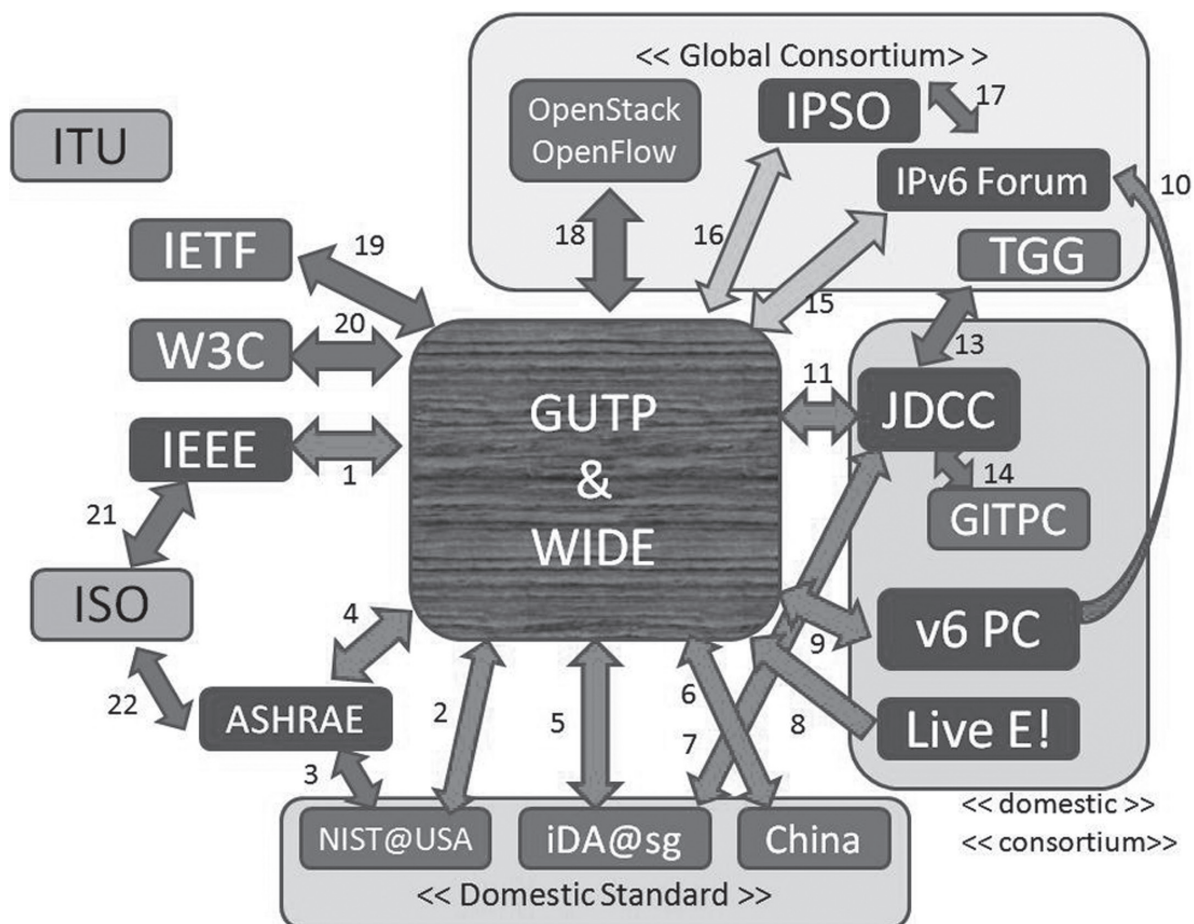


図3.1 関連標準化組織と提案・協調関係

を登録する方向で具体的作業を開始するコンセンサスを形成することに成功した。このコンセンサスの形成には、東京大学における5キャンパス及び工学部2号館におけるシステム構成とその成果(省エネ・節電効果)が大きく貢献したと考えることができる。特に、既存システムとの相互接続性と、これまで垂直統合モデルでのシステム展開を、水平連携モデルに変革・進化させる可能性を持ち、それが、既存の実システムにおいて実現されたことが、高く評価された。

スマートファシリティの有力な適用領域として、データセンターおよびクラウド基盤への適用が挙げられる。そこで、我々は、データセンターの効率化とグリーンデータセンターの実現に関する活動を展開している組織との関係も構築している。

第4章 IEEE1888の概要[46]

IEEE 1888プロトコルは、開発中、FIAP (Facility Information Access Protocol)と呼んでいた。FIAP (=IEEE1888)[47]は、もともと、インターネットデジタル百葉箱(インターネットへの接続性を高めた気象観測ユニット)に代表されるデジタルセンサー情報の収集と共有・利用を推進するための基盤の構築を目指している「Live E!プロジェクト」(www.live-e.org)が、第2フェーズとして採用したアーキテクチャを基本構造としている。

BEMS (ビル・エネルギー管理システム)やHEMS (宅内エネルギー管理システム)など、過去の履歴を利用して制御機能を実現するためには、データベースの利用が不可欠であるが、従来のビル管理システムおよびファシリティ管理システムの標準化では、この点が考慮されていなかった。

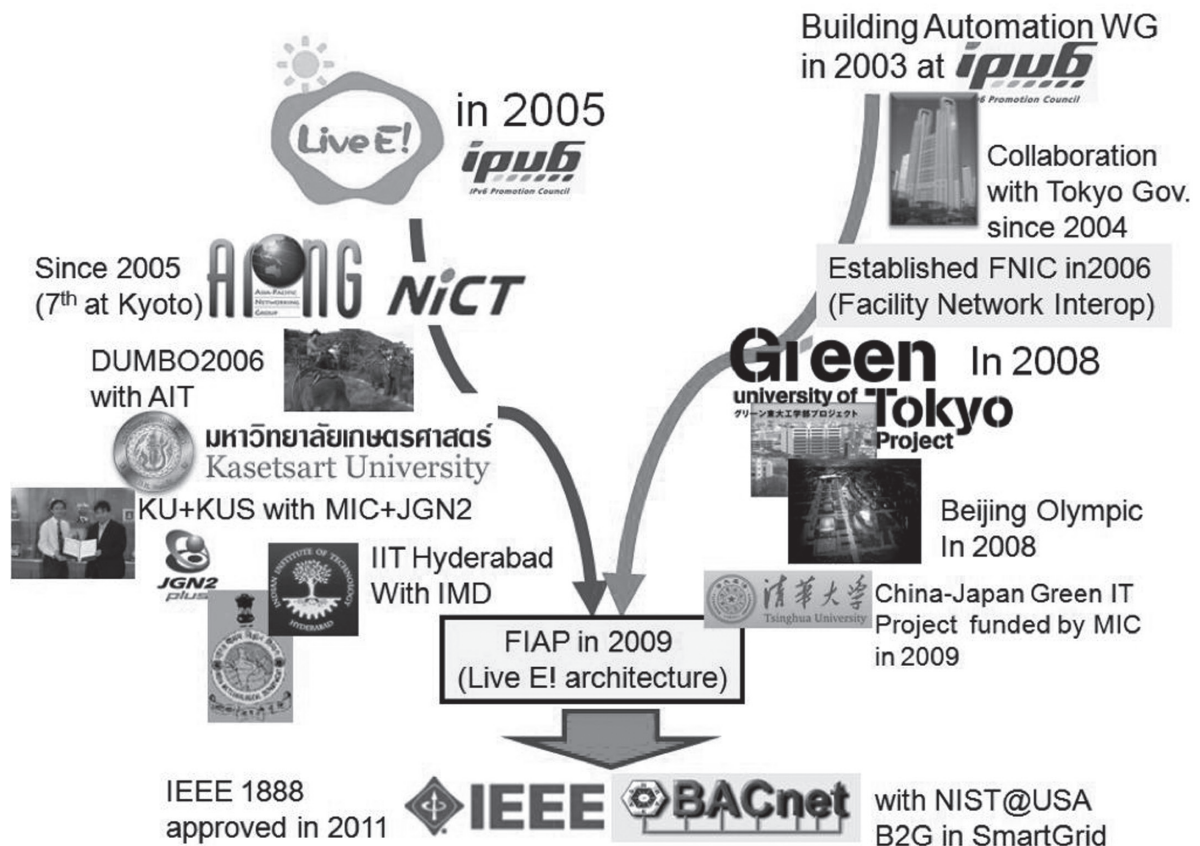


図3.2 IEEE1888の活動軌跡

すなわち、IEEE 1888では、

- (1) データベースを核にした3層構造(フィールドシステム、データベース、アプリケーションの3層)をとることと、
- (2) ビル管理システムを構成する機器の更新サイクル・更新期間が、ICT産業よりも非常に大きい(更新が遅い)ため、これに対応するために、IEEE 1888では、既存システムへ対応するためのフレームワークを導入していること

を、大きな特長としている。

設備ネットワークにおけるセンサーやアクチュエータ間でのアクセス・通信プロトコルとしては、BACnet/WS[48]、oBIX[49]、SNMPなどが存在するが、これらは、アクセス先にセンサーやアクチュエータ機器が存在することを想定して設計されており、基本的にはこれらの機器へのゲートウェイとしてしか機能しない。また、大量のデータ転送・保存及び蓄積されているデータセットに対する種々の操作(検索や集約化など)を行うことは想定されていない。GUTPでは、データベースセントリックな機能・動作が、これまでのセンサーとアクチュエータ間のゲートウェイ機能と共存・両立可能なシステムアーキテクチャ・プロトコルであるFIAP (Facility Information Access Protocol)の設計を行った。すなわち、センサ・アクチュエータ及びゲートウェイ(GW)に、データの蓄積機器(Storage)とアプリケーション(APP;データの加工やユーザとのインタラクションを行うモジュール)を加えたシステムコンポーネントが相互接続可能となるためのプロトコル体系を設計した。これらコンポーネントの区別を行うことなく、すべての多様なコンポーネントが自律的に通信可能となる。FIAPにおいては、3つの通信プロトコル(FETCH、WRITE、TRAP)、2つのMethods (data、query)、そして、4つのコンポーネント(GW、APP、Registry、Storage)を定義した。今後、2つの通信プロトコル(REGISTRATION、LOOKUP)、2つのMethod (registration、lookup)を拡張予定である。

FIAPのアーキテクチャ上の特長は、以下の通りである。

- (1) 多様なサブシステム(Field Bus)を共用するFederation Networking構造
- (2) データベースセントリックなシステム構造
- (3) XML / UMLを用いたデータ表記とデータ処理アルゴリズムの記述
- (4) データ転送パイプとデータ処理モジュールの相互連結によるデータフローのパイプライン管理
- (5) 大容量データ転送のためのファイルインターフェースの導入

図4.1に示すように、FIAPの構成と役割は次のようになっている。

- (1) FIAPは基本的に、次の4つのコンポーネントで構成されている。
 - Registry(レジストリ。データベース)
 - Data Strage(データ蓄積装置)
 - Application Unit(アプリケーションユニット)
 - Gateway(ゲートウェイ。相互接続装置)
- (2) FIAPのシステムの役割は、次のようになっている。
 - 工場やオフィスに配置されたセンサーや計測器などの端末からのデジタル情報を送受信(収集)するフィールドバス(Field Bus。例: BACnetやZigBee等に接続し、
 - そのフィールドバスからのデータを、ゲートウェイ経由で、右側のデータベース(Registry)やデータ蓄積装置、アプリケーションユニットと相互接続して連携させ、
 - データの蓄積をはじめ、システムの運用状況の診断や、エネルギーの使用状況などの分析を行う。
- (3) 4メソッドと5プロトコルは、次のような役割を果たす。
 - 4メソッド
data(データの操作)、query(問い合わせの操作)、registration(登録の操作)、lookup(検索の操作)。
dataやqueryを使いGW、Storage、App間のデータ転送を操作し、Registryに用意されたregistrationやlookupを使い、GW、Storage、Appのメタ情報を操作する。

- 5プロトコル

FETCH(データの読み出し)、WRITE(データの書き込み)、TRAP(イベント登録・配信)、REGISTRATION(登録)、LOOKUP(探索)。データ転送の手順として、FETCH、WRITE、TRAPがあり(これらはdataやqueryメソッドを使う)、メタ情報管理の手順としてREGISTRATION、LOOKUPが規定されている。

FIAP (=IEEE1888)は、データベースを核にした3層構造(フィールドシステム、データベース、アプリケーションの3層)となっており、オープンな共通基盤として「共有データベース」が存在する。多様で多数のフィールドバスが展開可能で、フィールドバスから収集されたデータは、XMLの共通フォーマットで共有データベースに書き込まれる。このとき、API(インタフェース)だけきちんと守っておけば、データベースはいろいろなものが存在してもよい。また、多様で多数のアプリケーションが展開可能である。共通データベース及びフィールドバスとの間で

の通信のためのAPIが決められており、アプリケーションが直接フィールドバス中の機器との間でデータのやり取りすることも可能になっている。

第5章 相互接続性検証実験

異なる組織がIEEE1888に基づいて実装した機器の相互接続実験を、2011年3月9日～10日に東京大学において開催した(図5.1)。10の企業・団体が参加し、良好な相互接続性が検証された。

今回の相互接続検証では、既存のビルディング・オートメーション技術(BACnetやLonworksを含む)などのセンサーで観測された情報(例えば、電力・空調・照明・気象など)が、複数のベンダー間をまたがって取扱われた。

IEEE 1888に準拠した機器としては、

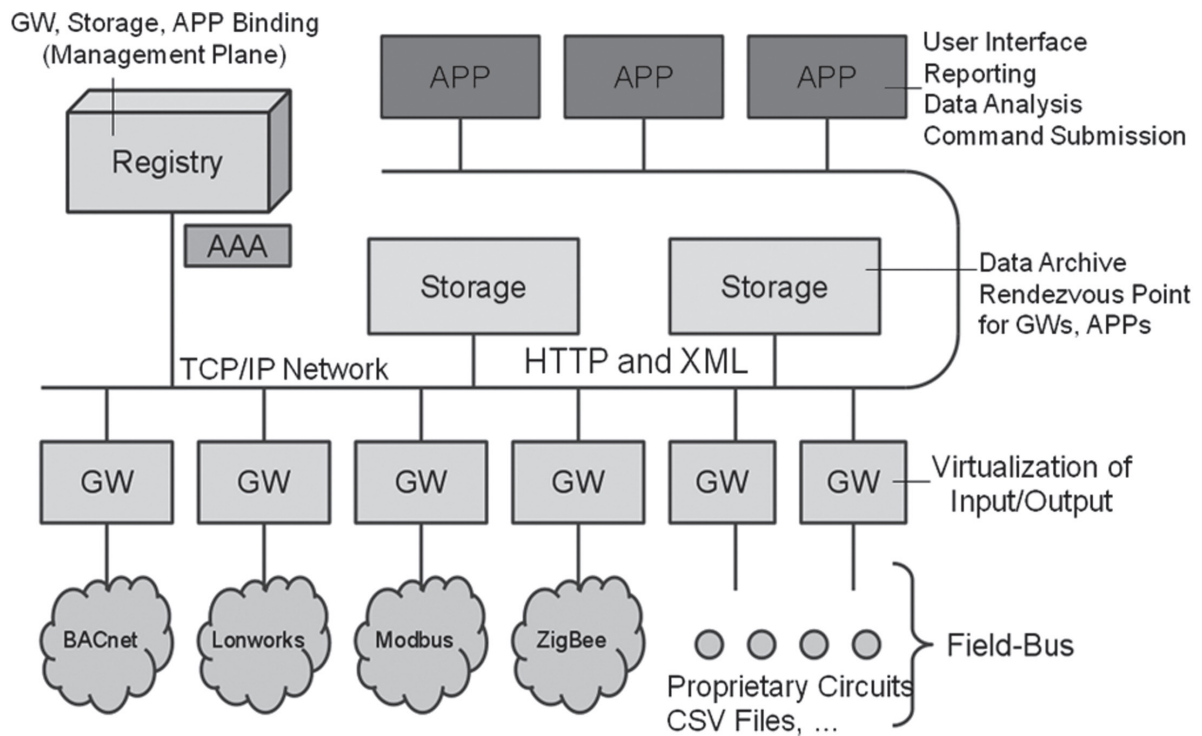


図4.1 IEEE1888システム構造概要



図5.1 第1回 相互接続検証試験(2011年3月9日～10日於東京大学本郷キャンパス工学部2号館)

- (1) 観測情報の収集を可能にする機器(センサー類)
- (2) 具体的な設備(空調機器)
- (3) 情報の蓄積を行う機器(ストレージ)
- (4) 相互接続のための装置(ゲートウェイ)
- (5) 情報の見える化を実現する機器(スマートフォン／タブレット等の端末)
- (6) プロトコルテスター (コンフォーマンステスト)

などがそれぞれ持ち込まれ、これらの相互接続性の検証が行われた。

第6章 テストベッドの実装概要

6.1 東京大学本郷キャンパス工学部2号館

東京大学本郷キャンパスの中心部に位置する工学部2号館(2005年竣工、地上12階・地下1階の総合研究教育棟)を実フィールドとして、実証モデルの設計と構築・運用を行った[50]。

図6.1及び図6.2に、システムの概要を示した。図6.1に示した右下の5系統のサブシステムが既存の設備であり、それぞれが異なる通信プロトコルを用いており、データフォーマットも異なり、データの共有もシステムの連携動作もできない状態であった。各サブシステムはゲートウェイを通じて、共通のプロトコルであるFIAPを適用したバックボーンネットワークに接続し、共通のデータベース及び各種アプリケーションとの間でデータ通信を可能にした。また、図6.1右下の部分は、新規に導入した

各種センサー機器(温度、二酸化炭素、人感センサなど)である。これら各種センサー機器が生成するデータは、ゲートウェイ介して、上記サブシステムと同様に、共通のデータベース及び各種アプリケーションとの間でデータ通信が可能にした。複数の自律動作可能なアプリケーションが実装され、各フィールドバスとのデータ通信や、デジタルサイネージ技術を用いた施設の動作状況のリアルタイム表示などを可能にした。

2011年1月時点で、11の異なる機器が導入され、合計1714ポイントの計測が行われている。それぞれの内訳は、以下の通り。

- 分電盤(908ポイント)
- コンセント(67ポイント)
- 空調機器(639ポイント)
- 人感センサーと照明機器(40ポイント)
- 屋内の環境(36ポイント)
- 水道・ガスの配給(17ポイント)
- 気象(7ポイント)

対象とするポイントによって、データ生成頻度は異なり、1分ごとに生成されるものもあれば、30分ごとに生成されるものもある。2010年の総データ数は、4.3億レコードとなっている。

図6.2は、本システムの構造を抽象化して表現している。データベースも2系統(Live E!システムとグリーン東大マスターデータベース)共存しながら動作させている。すなわ

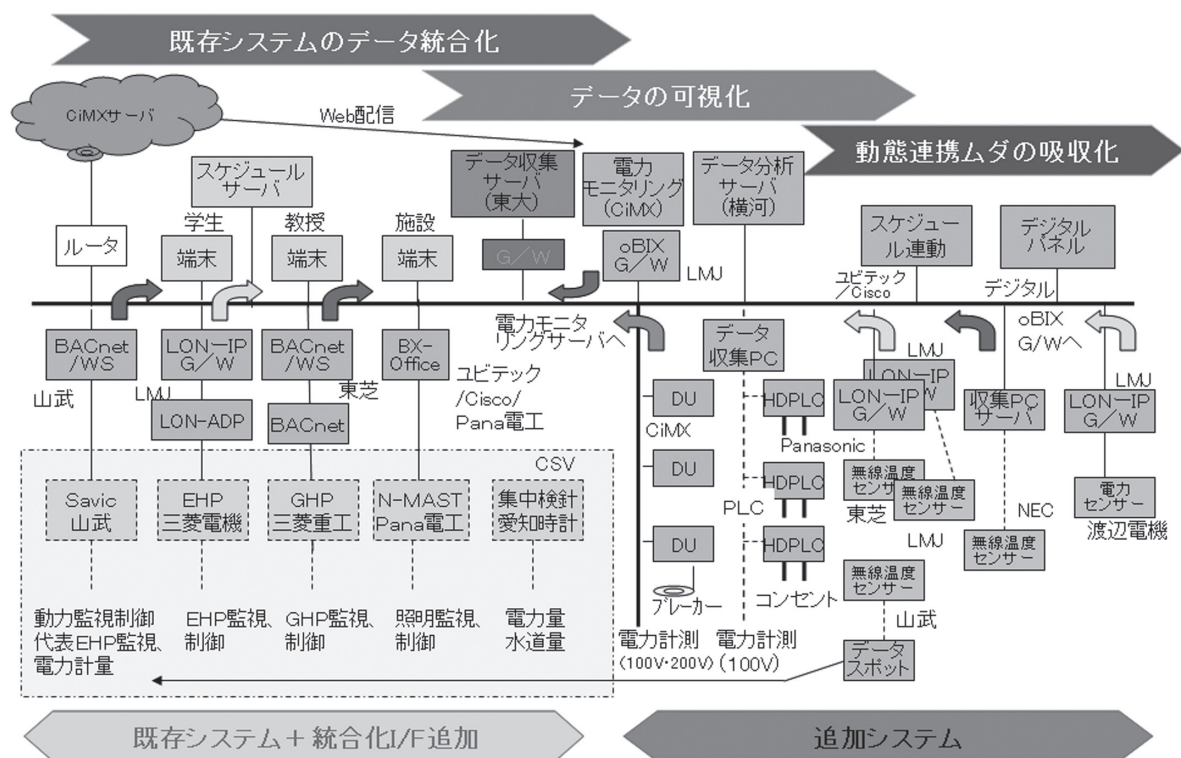


図6.1 工学部2号館IEEE1888システム図(1)

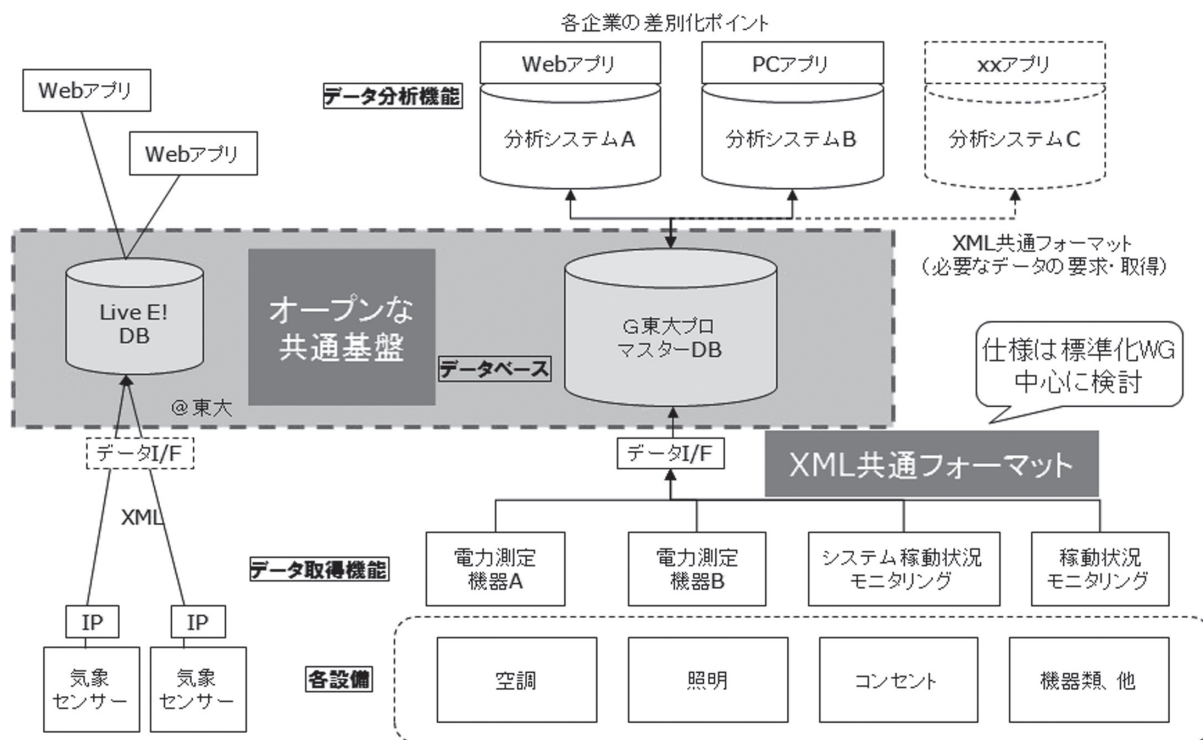


図6.2 工学部2号館IEEE1888システム図(2)

ち、FIAPの特長である、各コンポーネントが自由に相互接続され、さらに、パイプライン状のデータ転送と処理が実現されている。

図6.3に、いくつかの典型的なアプリケーションの動作状況を示した。

(1) スマートメータ[51]

クラウド型システムとして実装されており、計測された電力使用量は、東京大学本郷キャンパスには存在せず、別の場所のデータセンターで稼働するサーバに報告される。電力使用量は、毎分報告され、Webサービスとして、ユーザは、系統ごとあるいは集約された使用量など、自由に測定データの見え化と監視が実現されている。環境条例対応のための帳票作成機能も実装されている。

(2) スマート照明[52]

Webインターフェース、及びXMPPインターフェース（具体的にはMS Messenger）を用いて、照明のON / OFF及び調光を可能とした。さらに、照明システムに付随していた人感センサーの情報は、共通データベースに報告・蓄積され、2次利用が可能となっている。

(3) スマート空調

Webインターフェース及びタッチパネルを用いた空調制御を可能とした。タッチパネルの設置場所には、制限はなく、任意の場所に設置可能である。また、タッチパネルには、通常の空調の制御機能だけではなく、省エネ指標の表示や気象情報の表示など、多様な情報表示の実現を可能とした。

(4) スマートKIOSK

単なる情報提示(デジタルサイネージ)ではなくユーザとのインタラクティブ性を持つタッチパネル型の情報提示・機器制御KIOSK端末を実装・設置した。

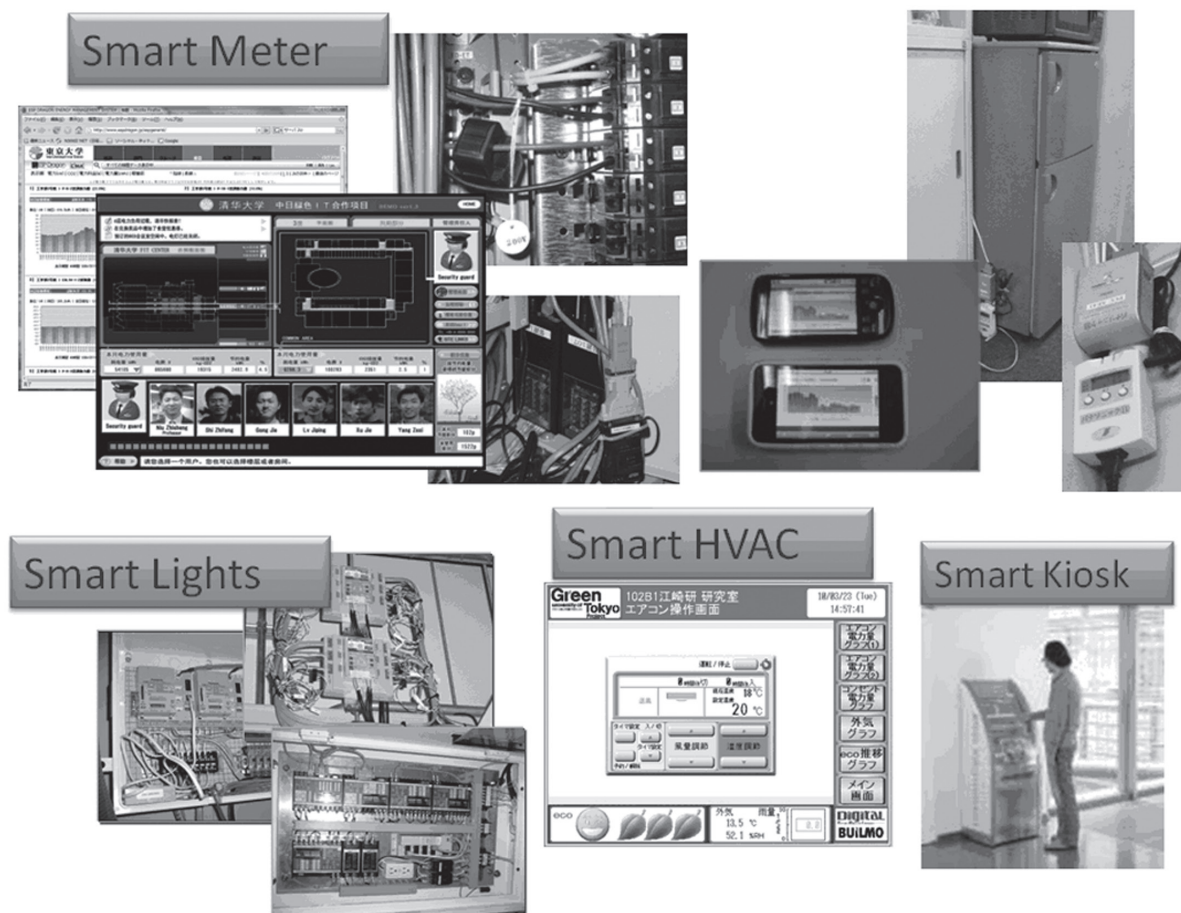


図6.3 工学部2号館IEEE1888システムアプリケーションイメージ

(5) スマートフォン表示

上記のシステムのほぼすべてが、Webサービス型のシステムとして実装されており、インターネットを経由して、表示ならびに制御が可能となっている。すなわち、スマートフォンを用いた情報の表示ならびに機器制御が可能な基盤となっている。

東京大学全学での2011年夏の節電目標は、ピーク値で30%削減、総使用量で25%削減としていた。以下に示した結果が、工学部2号館における2011年6月から8月末までの結果である。棒線は電力使用量、折れ線は最高気温を示している(図6.4)。ピーク値では、平均で44%の削減に成功しており、目標である30%削減を達成できなかったの

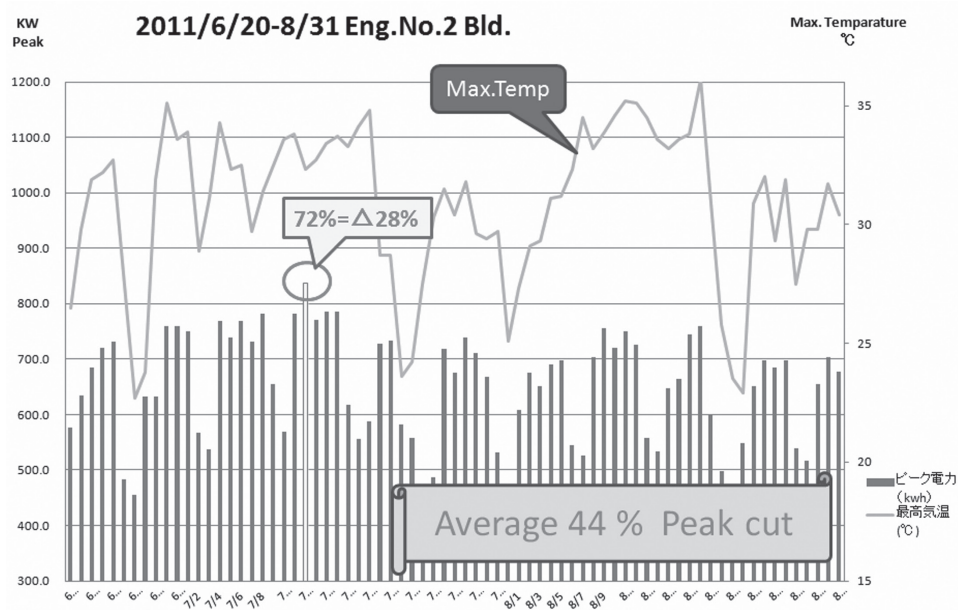


図6.4 東京大学工学部2号館電力使用量の変化(2011年6月～8月)

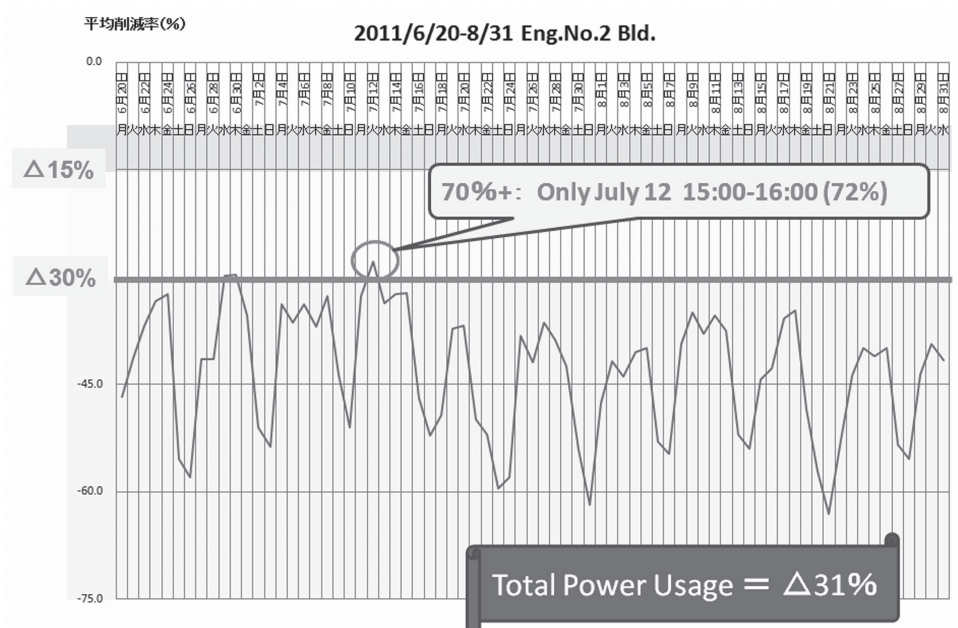


図6.5 東京大学工学部2号館電力使用量の変化(2011年6月～8月)

は、2011年7月12日のみで、15:00～16:00の1時間のみであった(図6.5)。総電力使用量は、31%の削減に成功しており、25%の目標を大きく上回る節電効果を達成することができた。

6.2 東京大学主要5キャンパス

東京大学は、首都圏に5つのキャンパスを持つ。今回、この5キャンパスごとの電力使用量のリアルタイム表示システムを、IEEE1888を用いて、設計・構築・運用した。図6.6に、システムの概要図を示した。5つのキャンパス

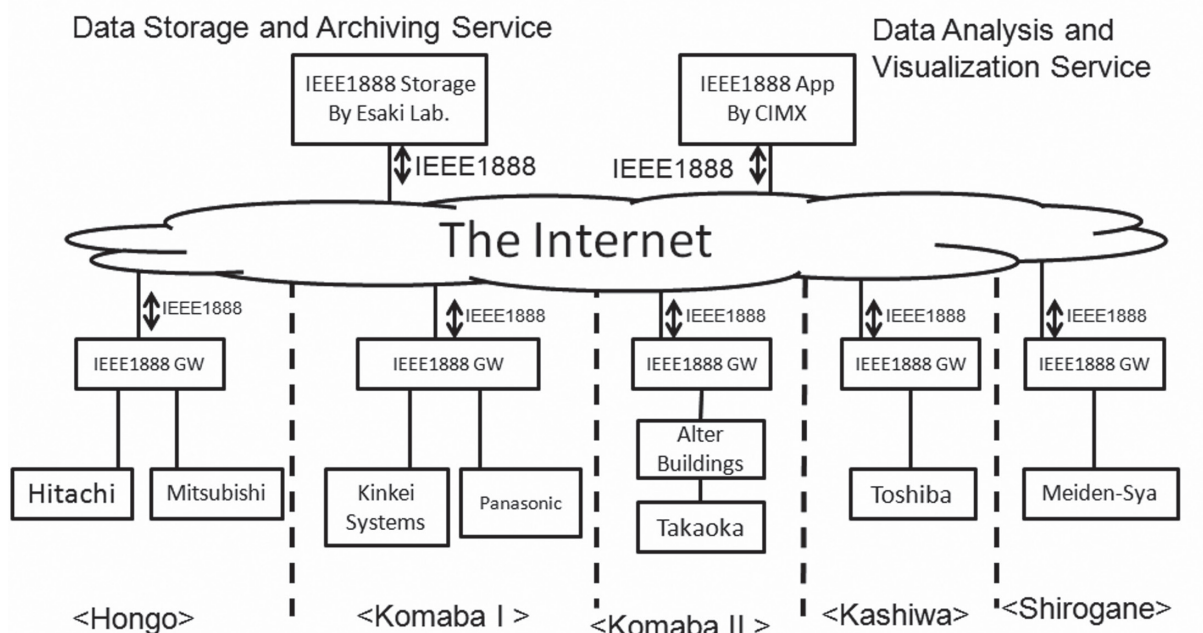


図6.6 東京大学主要5キャンパス電力使用量モニタリング・見える化システム概要

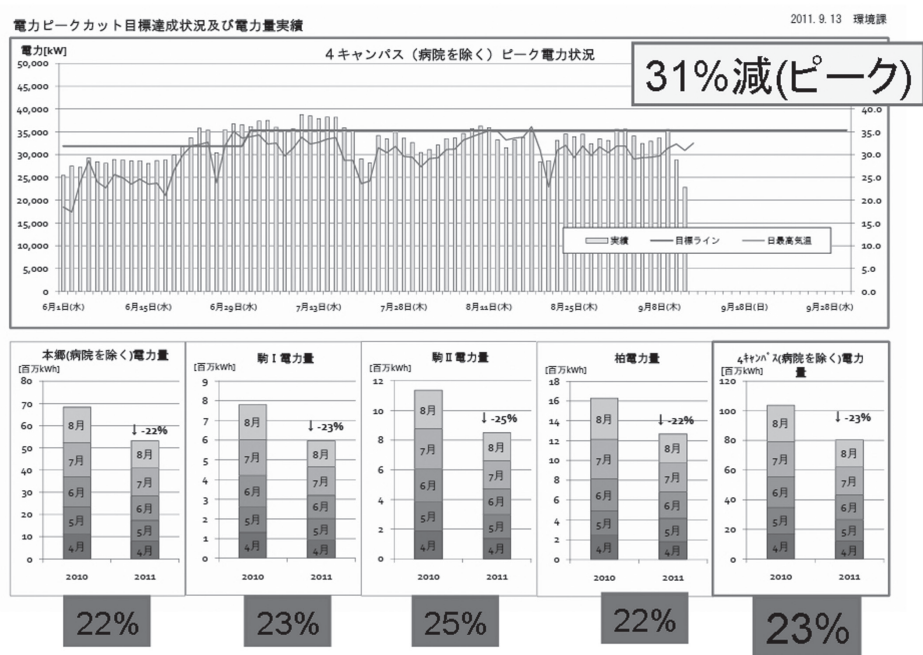


図6.7 東京大学主要5キャンパスにおける節電結果(2011年)

の高圧受電設備(66kV)は、すべて提供会社が異なっており、さらに、すべてが、異なるデータ仕様とデータアクセス仕様となっていた。すなわち、標準仕様が存在しない、独自技術で実装されていることが明らかとなった。IEEE1888は、上述の通り、多様なフィールドシステムを想定しており、フィールドシステムには独自仕様のものも許容するものとしていた。我々は、5つのサブシステムに対して、IEEE1888のデータ仕様に変換・翻訳するソフトウェアを開発し、各キャンパスに設置したGWに実装し、運用を行った。物理的に広域分散した5つのキャンパスのGWとサブシステムは、インターネットを用いて接続され、工学部2号館に設置された共有データベースに、電力使用量のデータを転送する。電力使用量の見える化ソフトウェアは、都内のデータセンター内に設置されたサーバで動作しており、ユーザは、このサーバにアクセスして、電力使用量のデータを参照する構造となってい

る。すなわち、クラウド型のシステムで、5主要キャンパスの電力使用量のリアルタイム見える化システムが構築・運用された(図6.7)。

6.3 研究開発環境の整備

IEEE1888の普及を促進させるために、我々は、以下の研究開発環境を提供しており、その拡充を行っている。

- (1) オープン参照実装コード
- (2) SDK(クラウド型仮想システムで実装)
- (3) 相互接続検証仕様・検証ソフトウェア
- (4) プロトタイプハードウェア(図6.8)
- (5) ロゴプログラム(IPv6 Ready Logoを現状では想定している)

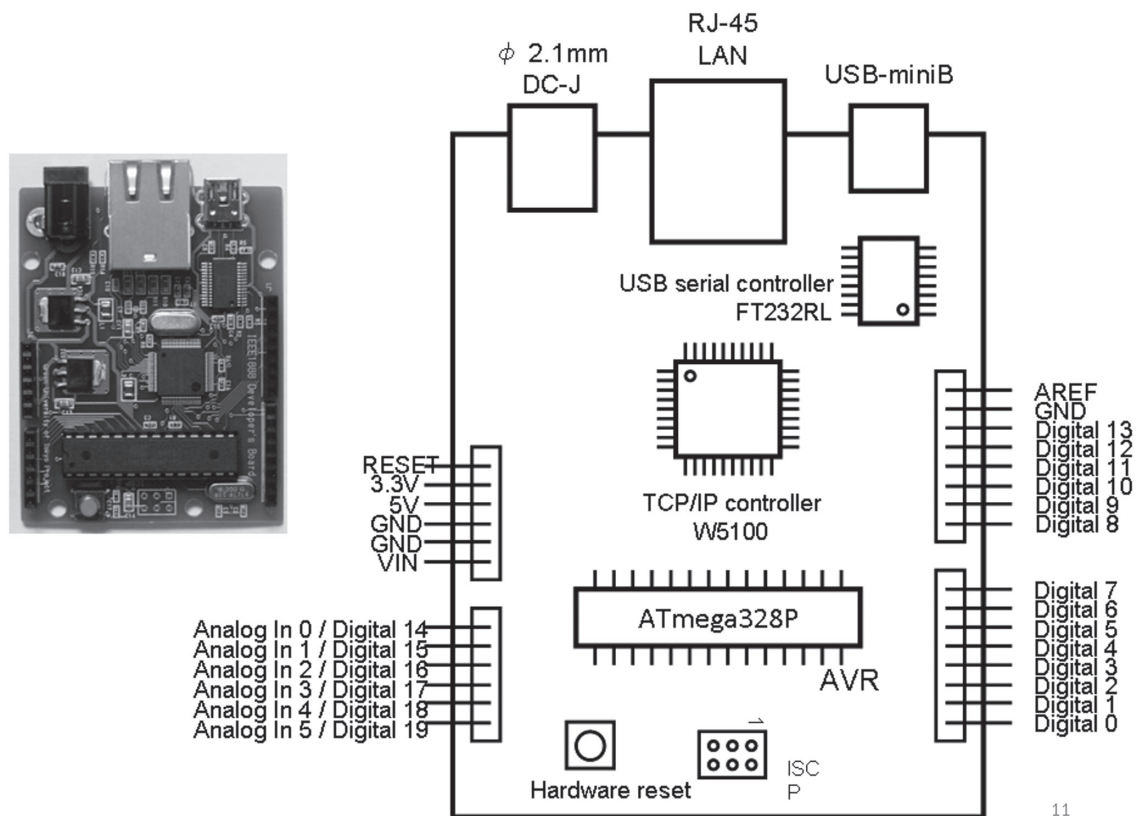


図6.8 IEEE1888プロトタイプ開発ボード

第7章 今後の拡張機能

今後、以下の機能に関する拡張を検討している。

(1) Place-and-Play機能

センサーやアクチュエータが設置された時に、機器への設定を行うことなしに、機器が動作可能にする。AAA機能を含む、詳細設計を今後予定している。

(2) DTN機能[53][54]

無線技術を用いた機器の接続は、システムの実装コストの削減に必須であり、その結果、データリンクの不安定・低品質な環境に対応可能なシステムを導入する必要がある。経路制御を含む安定動作可能なDTNシステムの研究を進めている。

(3) Pub / Sub型データ転送機能[55]

多量の機器が相互に不安定・低品質の通信基盤を用いてデータ交換を行う環境においては、従来のコネクションオリエンティッドなTCP/IPを用いたシステムでは、多数コネクションの管理によって、システムが安定動作しないことが懸念される。コネクションごとの状態管理を必要としない、Pub / Sub型データ転送機能の導入を検討する。

(4) データ処理プログラミング環境[56]

FIAPで定義したコンポーネント間でのデータ転送とデータ処理を実現するためのプログラミング環境を研究開発している。ネットワーク型のコンパイラと言語の研究開発が必要となる。Registration機能を用いて、システム内で利用可能な資源とそのアクセス手法の把握を行い、ユーザが作成するプログラムを用いて、各モジュールに実行可能なオブジェクト(Execution Scriptなど)の送付を行う。

エネ化は実現できない。人間に例えれば、ICT機器やICT機器が仕事をする場所であるコンピュータールームやIDC (Internet Data Center)は『脳』にあたり、ネットワークは『神経系』である、『賢く能率的な脳』と『俊敏に動作する神経』が、人間の効率的で機能的な活動を実現するのは明らかである。『優れた筋肉を持った運動選手』でも、その制御が最適化されていなければ、『優れた筋肉を持たない運動選手』に負けてしまう。我々 ICTシステムの展開に、地球の未来が依存しているも考えられるであろう。

WIDEプロジェクトでは、2003年から、IPv6技術を用いたオープンなビルの管理制御システムの研究開発を進め、クローズドな技術を用いたビルシステムやファシリティーシステムに、オープンなインターネット技術を導入することによって、高度な新機能と効率的に(安価に)実現することを目指してきた。2008年からは、東京大学本郷キャンパス工学部2号館を実験テストベッドとした「グリーン東大工学部プロジェクト」、さらに2010年からは「東大グリーンICTプロジェクト」へと発展した。これらの活動において、技術面を支えたのは、WIDEプロジェクトのメンバーであり、特に、Live E!プロジェクトで設計・実装・運用した技術群が原型となり、2011年2月にIEEE1888として承認されるに至った。さらに、IEEE1888は、NIST SGIPが認定するCoS (Catalog of Standards)にIEEE1888を登録する方向で具体的作業を開始するコンセンサスを形成することに成功した。さらに、東京大学における2011年夏の運用においては、工学部2号館でのピーク電力使用量平均44%削減、総電力使用量31%削減、東京大主要5キャンパスでのピーク電力使用量平均31%削減、総電力使用量20～25%削減の達成に大きな貢献を行った。

第8章 むすび

グリーンIT / ICTの活動を推進するにあたって、社会全体のエネルギー消費量の把握に基づいた戦略の策定が必要である。ICT機器自体のエネルギー消費量は、空調や照明などのNon-ICT機器のエネルギー消費量に比べて小さい、しかし、ICT機器なしには、これらの効率化と省

第9章 付録:東大グリーンICTプロジェクト参加組織 (2011年12月現在)

[企業]

愛知時計電機(株)、旭化成エレクトロニクス(株)、総合警備保障(株)、伊藤忠商事(株)、NTTコムウェア(株)、(株)NTTファシリティーズ、(株)大塚商会、(株)オプティ

ム、オリックス(株)、鹿島建設(株)、(株)関東コーワ、
キューアンドエー (株)、コクヨ(株)、三機工業(株)、シ
スコシステムズ(合)、Citrix System Japan、シムックス
(株)、Schneider Electric Group、ジョンソン・コントロー
ルズ(株)、新日鉄エンジニアリング(株)、新菱冷熱工業
(株)、セイコー プレシジョン(株)、ダイキン工業(株)、
(株)竹中工務店、(株)ディー・エス・アイ、(株)東芝、東
洋電機製造(株)、日本IBM (株)、日本電気(株)、日本電
信電話(株)、日本マイクロソフト(株)、日本ベリサイン
(株)、パナソニック(株)、パナソニック電工(株)、(株)日
立製作所、富士通(株)、富士ゼロックス(株)、三井情報
(株)、三井不動産(株)、三菱重工業(株)、三菱商事(株)、
(株)三菱総合研究所、(株)山武、ラックホールディング
ス(株)、(株)リコー、(株)ユビテック

[その他の組織]

IPv6普及・高度化推進協議会、東京都環境科学研究所、
Lon Mark Japan、岡山IPv6コンソーシアム、グリーンIT
推進協議会、社団法人電気学会、社団法人電気設備学会、
横浜金沢産業連絡協議会、IPv6 Sensor Networking協
議会、WIDEプロジェクト、Churaronkorn大学(タイ)、
SRM大学(インド)、慶應義塾大学、静岡大学、名古屋大学、
奈良先端科学技術大学院大学、首都大学東京、新潟大学、
山口大学、金沢大学、東京大学