

ファシリティネットワークにおける Webサービス技術

Web Service Technology for Facility Networks

前川 智則

花田 雄一

■ MAEGAWA Tomonori

■ HANADA Yuuichi

ビルにかかわるすべての利用者が設備の機器データにアクセスできる環境を提供することで、機器データを活用した様々な応用システムへの展開が考えられる。ビル業界では、インターネットのサービス連携技術であるWebサービス技術による応用システムに注目が集まっており、機器データアクセスサービスのインタフェース規格が策定されている。しかし、実際の製品への適用に向けた検討は、まだ十分にされていない。

東芝は、OAの業務システムやインターネットサービスと連携する応用システムを容易に実現するソフトウェアの設計と試作を行い、他社との相互接続試験を行った。これにより、機器データを活用する応用システムの開発につなげていくことができる。

Building automation is a major field of application for current facility networks, allowing facility management personnel to monitor and control facilities. In the building automation industry, Web services are one of the most important technologies for access to facility data from various user's applications. The interface specifications have been published, but the technology has not yet been applied to actual products.

Toshiba has developed a prototype software for realizing integrative systems cooperating with enterprise systems and/or Internet services. We have confirmed the interoperability of the system by an interconnection test with another company. This system enables users to develop various integrative systems to optimize the use of facility data.

1 まえがき

ファシリティネットワークは、建物に設置された機械や設備などの機器がネットワークに接続され、機器稼働状況やセンサによる計測値などの機器データにアクセスできるネットワークである。

現在のファシリティネットワーク上の主要アプリケーションとして、ビルディングオートメーション (Building Automation, 以下、BAと略記) を挙げることができる。近年のBAシステムはIP (Internet Protocol) ネットワークによって構成されるようになり、セキュリティ面の対策を施したうえで、インターネットやイントラネットとの接続もできるものが登場している。

BAシステムの機器データの利用は、主にビル管理者に限定されており、テナント企業の従業員や、警備業者、運送業者、訪問者などの建物に関係する誰もが自由に利用できるわけではない。しかし、BAシステムが扱う機器データを、ユーザーがふだん利用しているシステムから容易かつ安全に利用することができれば、様々な活用方法が生まれてくると考えられる。

一方で、現在のBAシステムでは設備の監視や制御向けに開発された専門性の高いプロトコルが用いられており、BAシステムに携わっていないエンジニアが、OAの業務システムやインターネットサービスと連携する応用システムの開発を行うことは難しい。

こうした要件を背景に、インターネットアプリケーションどう

しの連携技術として広く知られているWebサービス技術に、ビル業界でも注目が集まっている。2006年10月には、ANSI (米国規格協会) /ASHRAE (米国冷暖房空調協議会) からWebサービス技術に基づく機器データアクセスプロトコルであるBACnet^(注1)/WS (Web Service) 規格⁽¹⁾がリリースされた。

ファシリティネットワークへのWebサービス技術の適用は始まったばかりで、実際の製品への適用に向けた検討は、いまだ十分にされていない状況にある。

ここではまず、ファシリティネットワークの関連技術を述べ、次にBACnet/WS規格に従ったソフトウェアの試作、他社との相互接続性試験、及び適用シナリオについて述べる。

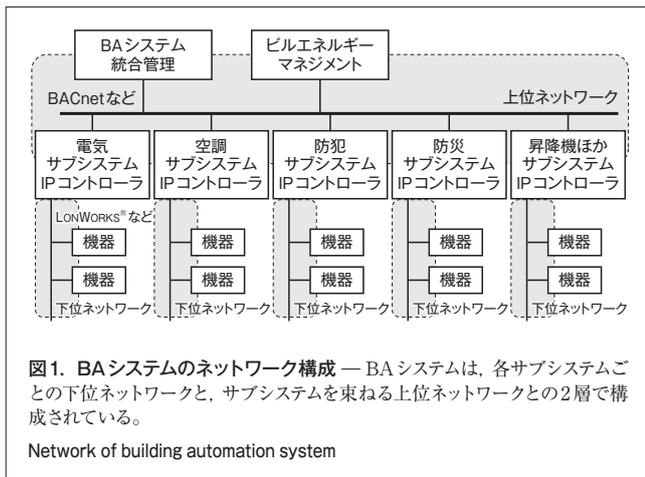
2 ファシリティネットワークの関連技術

2.1 IPネットワーク化されたBAシステム

現在のBAシステム (図1) では、空調や、照明、受変電などのサブシステムごとに下位ネットワークが構成され、下位ネットワークと上位ネットワークはIPコントローラと呼ばれるゲートウェイ装置を介して接続されている。サブシステム間の連携やサブシステムの統合は、上位ネットワーク上で実現されている⁽²⁾。

下位ネットワークは、ツイストペア線や同軸ケーブルなどの配線コストの小さい通信メディアで構成されることが多い。下位

(注1) BACnetは、米国冷暖房空調協議会の米国及びその他の国における商標又は登録商標。



ネットワークにおける通信プロトコルとしては、LONWORKS^(注2)が有名である。

上位ネットワークは、IPネットワークで構築されることが一般的である。上位ネットワークの代表的なデータ通信プロトコルとしては、ANSI/ASHRAE規格からISO（国際標準化機構）標準となったBACnetがあり、IPネットワーク上で用いるための規格であるBACnet/IPも規定されている。

BACnet規格は、BAシステムで扱うあらゆる情報をオブジェクトという形で定義し、オブジェクトへのアクセス方法やオブジェクトからの情報発信方法をサービスとして規定している。

2.2 Webサービス技術

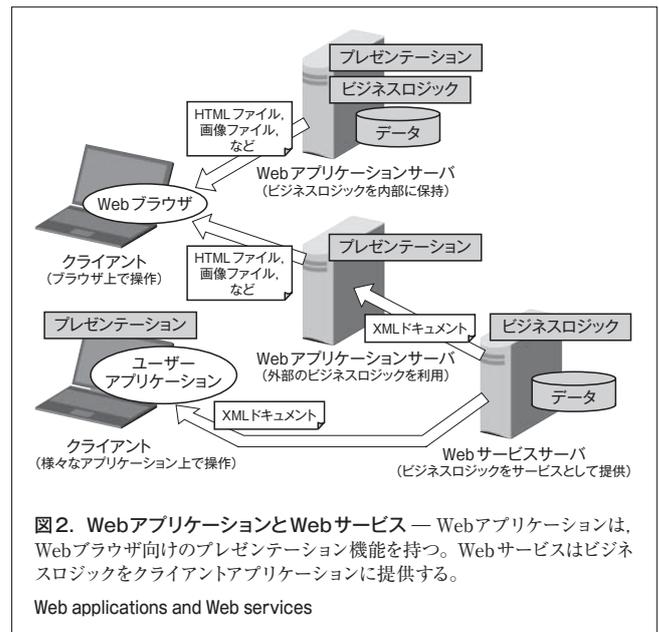
従来のWebアプリケーション技術は、アプリケーションのユーザー操作画面（プレゼンテーション）をWebサーバからHTML（HyperText Markup Language）ファイルとして提供する技術であった。これにより利用者はWebを介してアプリケーションを利用することが可能になった。しかし、この技術はWebブラウザでの利用だけを対象としており、データをアプリケーションが再加工して利用するような高度なシステム連携には向いていなかった。

そこで、Webアプリケーション技術の欠点を補った技術として、Webサービス技術が登場した。これは、アプリケーションのビジネスロジックをサービスとして、ほかのアプリケーションに提供する方式であり、プレゼンテーションはWebサービスを利用するクライアント側で作られる（図2）。

Webサービス技術は、XML（eXtensible Markup Language）、SOAP^(注3)、WSDL（Web Services Description Language）、HTTP（HyperText Transfer Protocol）などWeb関連のオープンな標準技術を使って、サービスをネットワークから利用できるようにする技術である。Webサービス

(注2) LONWORKSは、Echelon Corporationの米国及びその他の国における商標又は登録商標。

(注3) 遠隔地のコンピュータのプログラムやデータにアクセスするためのプロトコル（通信規約）。元々はSimple Object Access Protocolであったが、現在では何かの略称ではなく単に「SOAP」である。



技術は、プラットフォームに依存しない技術でありながら、サービスのインタフェースをXMLで厳格に記述することができ、疎結合なシステムの構築が可能である。最近では、Googleの検索サービスやAmazonの商品検索サービスなどインターネット規模での成功例も多くある。

Webサービスを利用するためのソフトウェア環境も整っており、SOAPエンジンに付属するクライアント側のライブラリによる環境だけではなく、Webブラウザのスクリプト実行環境やMicrosoft^(注4) Officeのマクロ環境などからも直接Webサービスを利用できるような広がりを見せている。

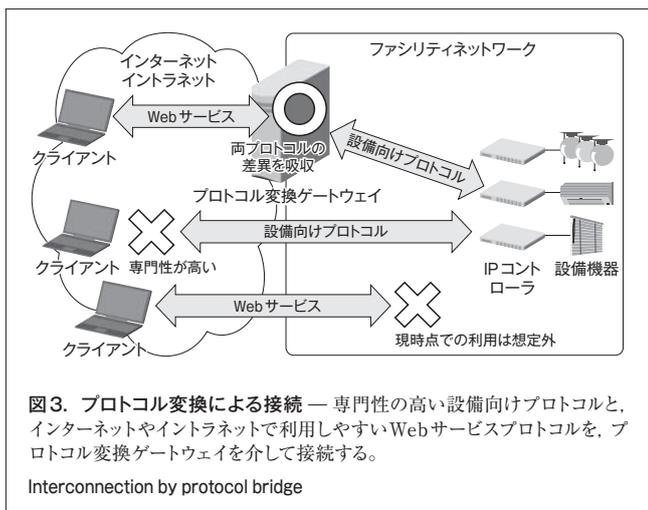
3 Webサービスによる機器データへのアクセス

OAの業務システムやインターネットサービスのアプリケーションから、Webサービスを使ってBAシステムが扱う機器データにアクセスできると、応用システムの開発が容易になる。一方で、BAシステムの現行の製品は、機器データへのアクセスプロトコルに、BACnet/IPを採用したものが多い。

このようにサービスを提供する側のプロトコル（BACnet/IP）が、サービスを利用する側が使いたいプロトコル（Webサービスプロトコル）と異なるとき、利用側のプロトコルを提供側のプロトコルに変換して、利用側にとって必要なサービスを実現するゲートウェイ方式による解決方法がある（図3）。今回の試作は、現行製品の活用も視野に入れ、このゲートウェイ方式で設計を行った。

また、ゲートウェイのWebサービスインタフェースは、BACnet/IPとの親和性を考慮し、BACnet規格の拡張として策定され

(注4) Microsoftは、米国Microsoft Corporationの米国及びその他の国における登録商標又は商標。



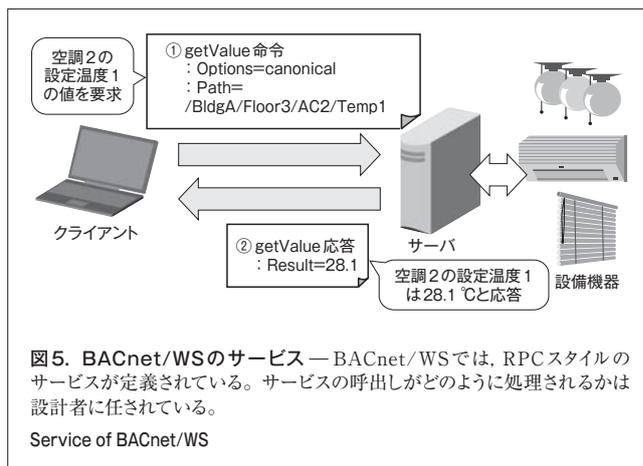
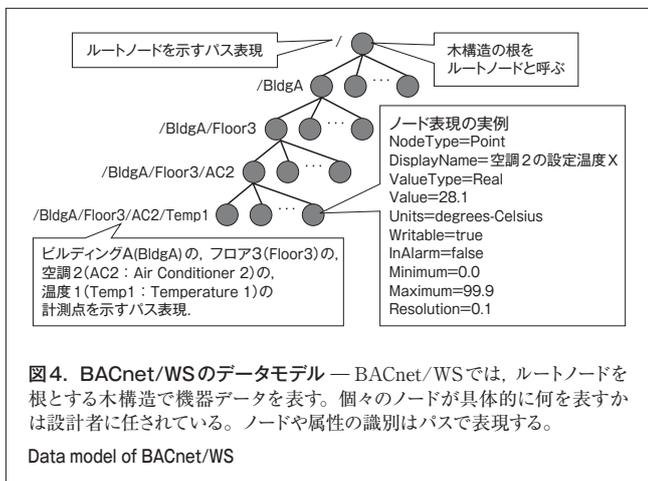
たBACnet/WS規格に従った。

このゲートウェイ方式によるWebサービス化の有効性を確認するために、実際にBACnet/WS-BACnet/IPゲートウェイの設計と試作を行い、他社との相互接続試験を行った。

3.1 BACnet/WS規格

BACnet/WS規格では、データモデルとサービスを定義することでWebサービス インタフェースによる機器データへのアクセスサービスを実現している。以下に概要を述べる。

- (1) データモデル 値を持つノード(節点)の木構造によってデータ構造を表現する(図4)。ノードは値を1個又は0個持つ(複数個は持たない)。ノードは値だけでなく、ノードの特徴や品質を表現する属性も備える。ノードや属性はURL (Uniform Resource Locator) 類似の表現であるパス表現で識別する。
- (2) サービス サービスはRPC (Remote Procedure Call) スタイルで定義されており、引数と戻り値が定義されている(図5)。サービスの種類は、ノードの値を取得するgetValueアクションや、ノードの値を設定するsetValueア



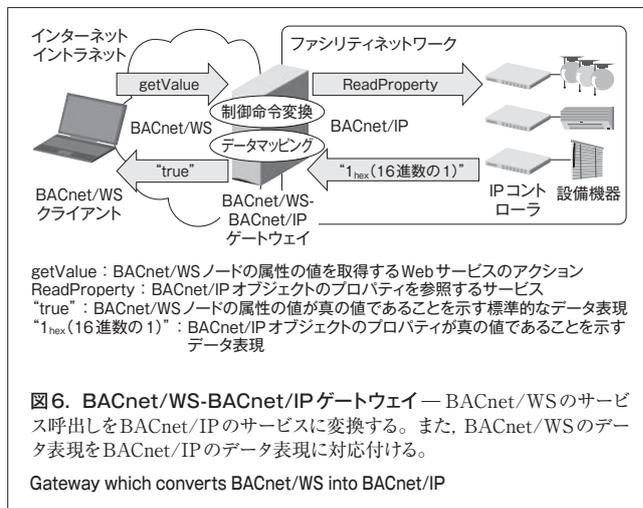
クション、複数の値を一括取得するgetValuesアクション、複数の値を一括設定するsetValuesアクションなどが定義されている。また、文字列表現の国際化(多言語)対応のためのロケール関係のアクションや、設備機器のトレンドログを一括取得するためのアクションも定義されている。

3.2 BACnet/WS-BACnet/IPゲートウェイの設計

ゲートウェイを利用したネットワークの構成を図6に示す。ゲートウェイはBACnet/WSクライアントからのサービス要求をプロトコル変換し、IPコントローラに対してBACnet/IPコマンドを発行する。IPコントローラは配下の設備機器の保持するデータをゲートウェイに返答する。ゲートウェイはBACnet/WSクライアントにBACnet/WSのデータ型に変換したデータを返答する。

BACnet/WS-BACnet/IPゲートウェイの要素技術は以下の三つである。

- (1) データのマッピング BACnet/WSノードとBACnet/IPオブジェクトとの間で1対1の対応関係を結び、BACnet/WSノードの属性とBACnet/IPオブジェクトのプロパティ(属性)で同義なものを対応付ける処理である。例えば、



BACnet/IPのBinary Output^(注5)オブジェクトをBACnet/WSのBooleanノードに対応付け、BACnet/IPのAnalog Inputオブジェクト(計測点)をBACnet/WSのRealノードに対応付ける。対応関係は設定ファイルに記述し、ゲートウェイ起動時に読み込む。

- (2) データの取得 BACnet/WSのノードの属性値の取得に関するサービス(getValueなど)は、サービスオプションと取得対象のノードのパス情報を引数に持つ。ゲートウェイは、引数に指定されたパスから該当するBACnet/WSノードの属性を探索し、対応するBACnet/IPオブジェクトのプロパティが存在する場合、BACnet/IPのReadPropertyサービス^(注6)を使って値の取得を行い、クライアントにBACnet/WSの値表現でデータを提供する。
- (3) データの設定 BACnet/WSのノード値の設定に関するサービス(setValueなど)は、サービスオプションと、設定対象のパス情報と、設定値を引数に持つ。ゲートウェイは、引数に指定されたパスから該当するBACnet/WSのノードを探索し、指定された設定値をBACnet/IPのデータ型に変換し、BACnet/IPのWritePropertyサービス^(注7)を使って値の設定を行う。

3.3 試作と動作検証

今回の試作では、BACnet/WS規格に基づくWebサービスを提供し、BACnet/IPへのプロトコル変換を実行する環境として、WebアプリケーションサーバApache Tomcat^(注8)とSOAPエンジンApache Axis^(注9)によるWebサービス実行環境を構築し、実装を行った。

ゲートウェイ試作の相互接続性を検証するために、IPv6普及高度化推進協議会 Facility Networking SWG (FN-SWG)が中心となって設立したファシリティネットワーク相互接続コンソーシアム(FNIC)の場を活用した。

相互接続試験では、まず、東芝のゲートウェイからA社のIPコントローラにBACnet/IPでアクセスし、機器データの取得や設定ができることを確認した。次に、B社のBACnet/WSのクライアントプログラムから当社のゲートウェイ経由でA社のIPコントローラが提供する機器データの取得や設定ができることを確認した。

3.4 適用シナリオ

BACnet/WS-BACnet/IPゲートウェイを用いることで、ユーザーは機器データのアクセスを容易に実現することができ、以下のような適用シナリオが考えられる。

- (1) お気に入りのアプリケーションからの利用 例えば、Webブラウザやデスクトップのスクリプト実行環境からWebサービスによる機器データへのアクセスができるようになる。機器データを利用するアプリケーションの構築の選択肢が大きく広がり、ユーザーの嗜好(しこう)に合わせたアプリケーションが開発しやすくなる。
- (2) 業務用ITシステムとの連携 テナント企業のイントラネットと接続し、電子帳票や出退勤管理などの業務アプリケーションから、必要に応じて機器データにアクセスできるようになる。機器データを利用するビジネスロジックを業務アプリケーションで組むこともできるようになり、連携サービスのためのユーザー情報や業務ロジックなどの配置を最適化しやすくなる。
- (3) インターネット上の情報サービスとの連携 既存のWebサービス向けのマッシュアップ^(注10)開発環境を利用することができるようになり、例えば、列車の運行情報や、天候情報、地図情報など社会インフラに関連のある情報を提供するWebサービスとのマッシュアップが考えられる。

4 あとがき

OAの業務システムやインターネットサービスと連携する応用システムを容易に実現するために、機器データへのアクセスサービスをBACnet/WS規格に基づくWebサービスで実現し、BACnet/WSのサービス要求をBACnet/IPのサービスに変換するプロトコル変換ゲートウェイの設計と試作を行った。試作したゲートウェイは、他社と相互接続試験もを行い、Webサービスでの接続性を確認した。

今後は、Webサービスに対応したファシリティネットワーク構築のための製品群の早期実用化を目指し、研究開発を加速させていく。

文献

- (1) 岡本浩孝. ユビキタスビルディングオートメーションシステム. 東芝レビュー. 62. 9. 2007. p.63-66.
- (2) ANSI/ASHRAE. "ANSI/ASHRAE Addendum c to ANSI/ASHRAE Standard 135-2004". Official Web Site of ASHRAE SSPC 135. <<http://www.bacnet.org/Addenda/Add-2004-135c.pdf>>. (参照2008-01-07).



前川 智則 MAEGAWA Tomonori

研究開発センター 通信プラットフォームラボラトリー。
ファシリティネットワークの研究・開発に従事。
Communication Platform Lab.



花田 雄一 HANADA Yuuichi

社会システム社 社会システム事業部 ファシリティソリューション部主務。ビル省エネルギーソリューション業務に従事。
電気学会会員。技術士(電気・電子部門)。
Infrastructure Systems Div.

(注5) BAシステムでは、設備機器のON/OFFスイッチを表す。
(注6) BACnetオブジェクトのプロパティ(属性)を参照するサービス。
(注7) BACnetオブジェクトのプロパティに値を書き込むサービス。
(注8)、(注9) Apache Tomcat, Apache Axisは米国The Apache Software Foundationの米国及びその他の国における登録商標又は商標。
(注10) Web上に提供されている情報やサービスなどを組み合わせて新しいソフトウェアやサービス、データベースなどを作ること。