

ファシリティソリューションを支える基盤技術

Platform System Technologies Supporting Facility Solutions

村井 雅彦 前川 智則 大場 義和

■ MURAI Masahiko ■ MAEGAWA Tomonori ■ OOBA Yoshikazu

ビルや工場などでは、空調、電源、セキュリティといったインフラ設備を適切に設計、運用、保守することが求められている。東芝は、トータル省エネルギー、高品質電源、及び統合セキュリティの様々なソリューションメニューを準備しているが、顧客の要求や環境の変化への柔軟な対応、またリモートセンターの遠隔サービスによるタイムリーな対応が重要になっている。

当社は、ファシリティソリューションの効率的なエンジニアリングや遠隔サービスを支援するプラットフォームを開発している。モデルベースでのライフサイクル管理技術による高品質かつコストパフォーマンスに優れたエンジニアリングプラットフォームと、ビル設備の情報を効率的に収集する通信制御技術を核としたサービスプラットフォームである。

In order to properly design, operate, and maintain the infrastructures of buildings and factories, such as air-conditioning systems, power supply systems, and physical security systems, Toshiba has been providing a wide variety of solution menus, including total energy-saving solutions, high-quality power supply systems, and integrated security systems, through the following technological advancements: (1) model-based simulation technologies, (2) life-cycle management technologies, (3) remote service platforms based on communication control technologies for efficient collection of building information via a network.

1 まえがき

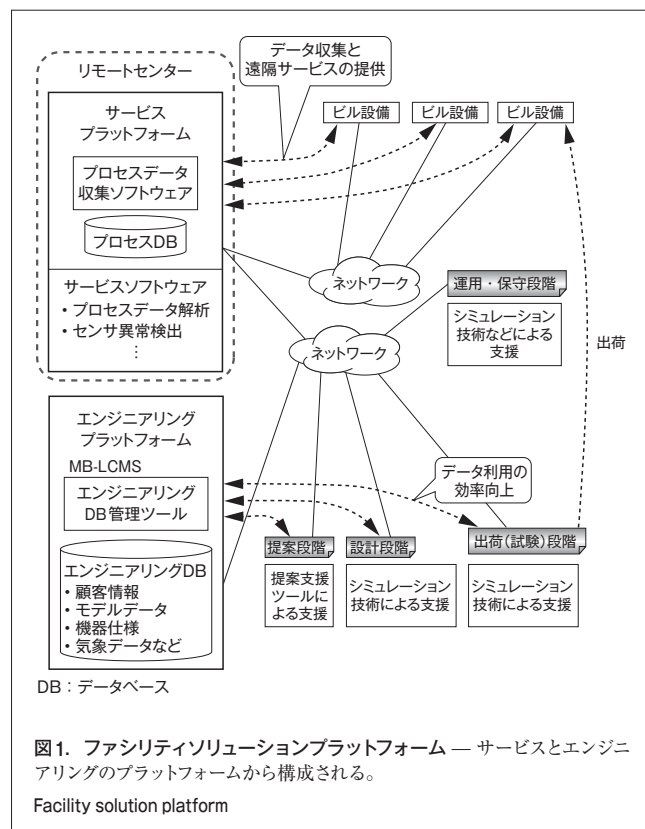
東芝のファシリティソリューションは、ビルや工場の熱源、空調、照明、電源、セキュリティなどの個別システムをトータルにシステムインテグレーション^(注1)することで、システム全体の最適化及び高機能化をライフサイクル全般にわたって実現するものである。トータル省エネルギー、高品質電源、統合セキュリティを中心とした様々なソリューションメニューを個々に準備しており、主に大規模ビルや工場に対し、顧客のニーズに応じて最適な組合せを提供することで、これらの実現を目指している。

新たなソリューションメニューの特長は、次のとおりである。

- (1) モデルに基づいたシミュレーション技術を応用
- (2) ライフサイクルにわたった適用範囲
- (3) ネットワーク経由で遠隔サービスを提供

これらのメニューを迅速かつ正確に提供し続けるためには、ライフサイクルにわたってモデルを管理し、エンジニアリングを効率化して要求や環境の変化に柔軟に対応することが必要である。また、ソリューションの形態も、従来のシステム販売方式に加え、リモートセンターで集中管理された遠隔サービスによってタイムリーな対応を実施することが重要である。

当社は、ファシリティソリューションの効率的なエンジニアリ



ングや遠隔サービスを支援するためのプラットフォーム環境を提供するための開発を進めており、ここでは、その概要について述べる。

(注1) 顧客の業務内容を分析し、問題を解決するシステムやサービスの企画、構築、運用などを一括して行うこと。

2 ファシリティソリューションプラットフォーム

ファシリティソリューションプラットフォーム全体のイメージを図1に示す。プラットフォームは、ファシリティの提案、設計、出荷、運用、保守の各段階でソリューションのエンジニアリングを支援するエンジニアリングプラットフォームと、運用・保守段階で遠隔サービスを支援するサービスプラットフォームから構成される。

これらのプラットフォーム上でエンジニアリングやサービスを行うことにより、次のようなメリットがある。

- (1) 新たに開発した高性能アルゴリズムによる効率良いエンジニアリング
 - (2) 高精度な故障検知によるむだの少ない保守
 - (3) ライフサイクルを通したタイムリーなリニューアル提案
- 以下に、それぞれのプラットフォームの概要と具体的なソリューションへの適用例を述べる。

2.1 エンジニアリングプラットフォーム

ファシリティソリューションの各種サービスメニューは、対象となるビル設備ごとにエンジニアリングを必要とする。

例えば、トータル省エネルギーソリューションのモデルベース省エネ制御システムでは、空調設備の方式の違いによって計算アルゴリズムを変更する必要がある。また、機器の違いによって特性パラメータを変更する必要がある。また、センサ異常検出システムでは、空調設備が持つセンサやアクチュエータに応じて異常検出ロジックを対応付ける必要がある。これら各段階で用いるモデルをサービスメニューごとに独立に設計すると、重複するモデルやモデル間で重複するパラメータがある場合、整合が取れなくなるおそれがあるとともに、設計効率の低下を招く。

エンジニアリングプラットフォームは、これらのモデルやパラメータをMB-LCMS (Model Based-Life Cycle Management System) と呼ばれるデータベース (DB) 及びDB管理システムによって一元管理し、このシステム上で各種ソリューション構築のためのエンジニアリング支援アプリケーションソフトウェア (以下、アプリケーションと略記) が実行される仕組みにすることで、前述の問題点を解決する。

MB-LCMSのDBには、表1に示すように、顧客に応じた

表1. MB-LCMSで管理するデータ例

Example of data in model based-life cycle management system (MB-LCMS)

データ	内容
顧客情報	顧客やビルに関する情報
モデルデータ	各アプリケーションで使用するモデルやパラメータのデフォルト値など
機器仕様	エンジニアリング時に参照するための機器仕様
気象データ	地域ごとの気温や日照データなど

ファシリティの情報、ファシリティシステム一般の機器情報、ファシリティソリューションの各種アプリケーションで用いられるモデル、及び気象データのような共通利用データが保存されている。これらのデータから、顧客に応じてファシリティ機器を選択し、各種アプリケーションのためのモデルを構築することで、顧客ごとのソリューションを実現する。また、エンジニアリングプラットフォーム上で実行される各種アプリケーションが、ファシリティの提案、設計、出荷、運用、保守の各段階でのエンジニアリングを支援する仕組みになっている。

2.2 トータル省エネルギーソリューションへの適用例

エンジニアリングプラットフォームをトータル省エネルギーソリューションへ適用したイメージを図2に示す。トータル省エネルギーでは、表2に示す五つの新しいソリューションメニューが提供されるため、エンジニアリングプラットフォームでこれらのメニューの実現に必要なエンジニアリングの支援とデータの一元管理を行う。

例として、モデルベース省エネ制御システムにおけるエンジニアリングについて述べる。

モデルベース省エネ制御システムでは、快適性を確保しつつ

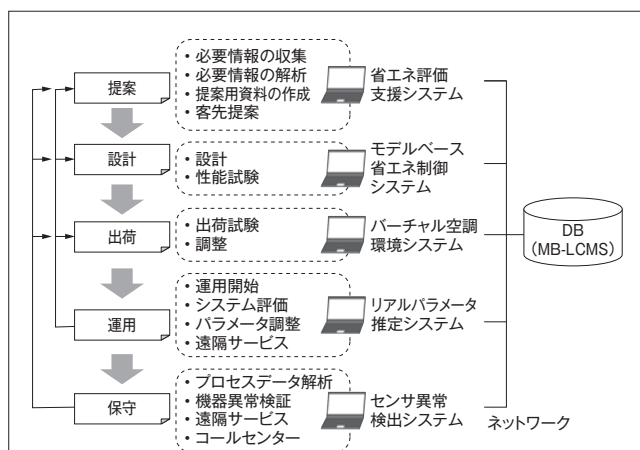


図2. エンジニアリングプラットフォームのトータル省エネルギーへの適用イメージ— エンジニアリングプラットフォームをトータル省エネルギーソリューションへ適用した。

Image of engineering platform applied to energy-saving solutions

表2. トータル省エネルギーソリューション一覧

List of energy-saving solutions

メニュー	機能	ユーザーメリット
省エネ評価支援システム	設備提案時の省エネ評価	省エネ評価迅速化
モデルベース省エネ制御システム	空調システムの省エネ	省エネ性能向上
バーチャル空調環境システム	空調システムの動作機模倣	出荷品質向上
リアルパラメータ推定システム	空調制御モデルのパラメータ同定	省エネ性能維持
センサ異常検出システム	センサ、アクチュエータの点検必要性評価	保守効率向上

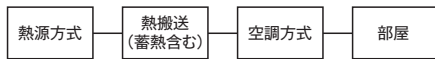


図3. 空調システム汎用モデル — 空調システムの汎用的なモデルを使って対象のビルや工場の空調システムを定義した。
General model of heating, ventilating, and air-conditioning (HVAC) systems

空調の省エネを達成するため、空調にかかわる機器のエネルギー消費特性をモデル化し、モデルを用いてこの特性を利用することで省エネを実現する。そのため、設備構成に応じて空調モデルを作成する必要があり、このエンジニアリングをプラットフォームにより効率化する。

また、モデルベース省エネ制御システムは、熱源や空調方式の違いによってシステムのモデルや変数が異なるため、汎用的なモデルのパラメータを変更することでモデルの違いに対応する。空調システムモデルの例を図3に示す。熱源方式や空調方式などの設定あるいはパラメータを変更することで、様々なシステムに対応できる。

空調システムの設備構成や機器の定格などは、提案段階の省エネ評価支援システム実行時に定義されるため、設計段階で新たに入力する必要はなくDBを参照すればよい。それ以外の特性で必要なものだけを入力することで、モデルベース省エネ空調制御の関数設計を行うことができる。

以上のような環境を準備することで、従来、モデルベース制御適用のために掛かっていたエンジニアリング作業を効率よく行うことができる。

2.3 サービスプラットフォーム

トータル省エネルギーソリューションでは、モデルベース省エネ制御システムやセンサ異常検出システムなど、複数の遠隔サービスの組合せによるソリューションの実施が必要になる。高品質電源及び統合セキュリティにおいても同様である。

各遠隔サービスが必要とするビル設備の運用情報（プロセスデータ）を収集する機能は、遠隔サービスごとに共通性が高い。そこで、サービスプラットフォームでは、プロセスデータ収集機能を標準機能の形で備え、プロセスDBに蓄積するシステムアーキテクチャ^(注2)を採用し、遠隔サービスの開発を容易にする仕組みとしている。

2.3.1 プロセスデータ収集時の課題

各サービスを提供するアプリケーションは、プロセスDB上のプロセスデータを高度な各種アルゴリズムで解析し、様々な予測情報を抽出する。したがって、プロセスDBには、熱源、空調、照明、電源、セキュリティなどビル設備の状態値や設定値などのプロセスデータが、計測時刻とセットになって時系列に蓄積されている

なければならない。この時系列データの収集周期が長くなると値の変化の追跡が難しくなるため、高度なアルゴリズムを適用するためには、時系列データはできるだけ短い周期が良い。

一方、遠隔サービスの実施に際して、ビル設備側に改造が必要になるとソリューションの実施の妨げになりやすく、プロセスデータ収集時には、ローカルシステムと同様の通信方式が良い。ただし、プロセスデータの収集対象となるビル設備側のローカルシステムでは、状態値や設定値の情報取得に必要な通信方式が同じでも、その処理能力は様々である。例えば、あらかじめ設備情報を収集してキャッシュ、つまり一時保管しておき、情報取得の問合せを受けた際にすぐに現在値を応答するビル設備もあれば、問合せを受けて計測処理を開始するため数秒から数十秒の応答時間が必要なビル設備もある。

そして、サービスプラットフォームが接続するビル設備数が増加すると、応答の遅いビル設備を収容するケースも増えると考えられ、待ち時間の多い処理が増えることが予想される。

そのため、遠隔サービスが必要とする全プロセスデータの収集に必要な時間が長くなり、時系列データの周期を短くすることが難しくなるという課題が生じる。

2.3.2 プロセスデータ収集の効率化

サービスプラットフォームは、収集周期の短い時系列プロセスデータを生成するために、ネットワークを介して計測できるビル設備の応答特性に基づいてプロセスデータを計画的に収集する必要がある。

ビル設備の応答特性は、平均処理遅延時間などの統計値で、ある程度表現できると考えられる。そこで、遅延時間の長い設備へ問合せを送出する際に、遅延時間の短い設備への問合せを並行して実行することで、時系列プロセスデータの収集時間を短くする方式を考案した（図4）。

2.4 遠隔省エネサービスへの適用

遠隔サービスの対象となるビルは、日本国内だけでも大規模ビル7万棟、中小ビル70万棟と言われており、様々なビル設備との接続が必要となる。また、サービスの継続的な運用の

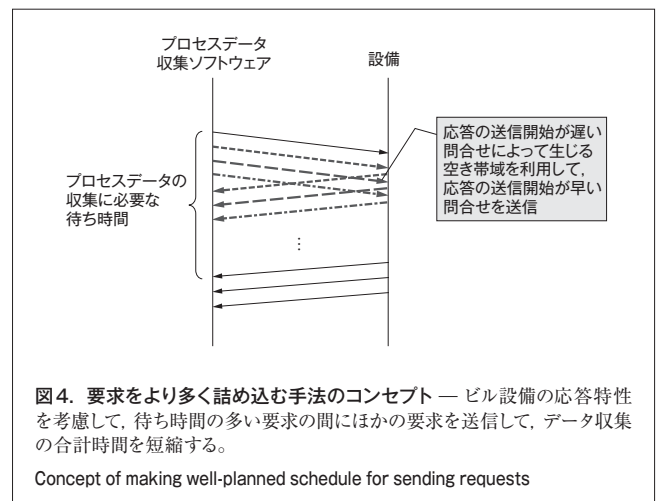


図4. 要求をより多く詰め込む手法のコンセプト — ビル設備の応答特性を考慮して、待ち時間の多い要求の間にほかの要求を送信して、データ収集の合計時間を短縮する。

Concept of making well-planned schedule for sending requests

(注2) システムの構成要素間の関係やシステム外との関係などによって、システムの構成や動作原理を表現した設計思想や基本設計。

ために、モデルベース省エネ制御システムのような正常系のサービスだけでなく、空調制御パラメータの較正（リアルパラメータ推定システム）、空調制御のセンサやアクチュエータの保守（センサ異常検出システム）など、複数のサービスを組み合わせたトータルなソリューションが求められる。

このような大量のビル設備を対象としてマルチサービスの提供を行う際に、サービス提供先のビル設備の性能やネットワーク環境に依存した制約によるカスタマイズ量^(注3)が大きくなると、実際のサービスをスムーズに提供できない。

ファシリティソリューションのサービスプラットフォームでは、ローカルシステムが処理できる基本的な問合せの範囲で、ビル設備の応答特性を考慮した情報収集を行い、プロセスDBを介して各サービスがプロセスデータにアクセスするアーキテクチャを採用している。このアーキテクチャにより、収容対象のビル設備の性能やネットワーク環境のギャップを隠すことができるので、マルチサービスの提供が効率的にでき、ソリューションを対象のビルや工場に合わせてすばやく遠隔サービスとして提供できると考えられる。

3 あとがき

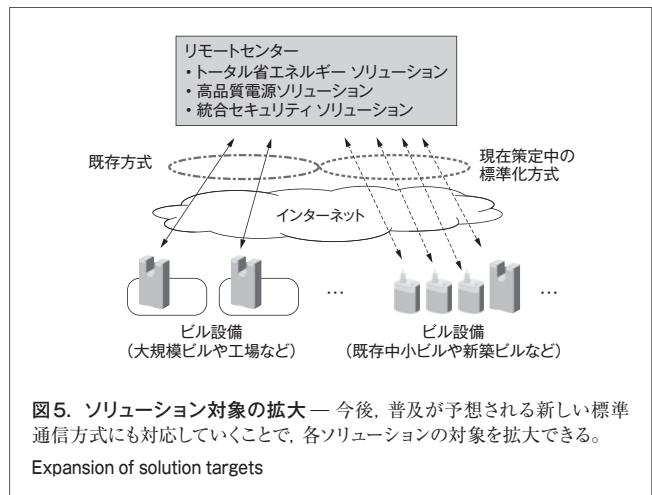
ここでは、ファシリティソリューションの効率的なエンジニアリングや遠隔サービスを支援するためのファシリティソリューションプラットフォームの概要について述べた。このプラットフォームにより、大規模ビルや工場を対象にしたトータルなシステムインテグレーションを効率的に行うことができる。

また、プラットフォームによるエンジニアリング支援、データの一元管理、ネットワーク経由の遠隔サービス機能の標準化を進めることで、基本的なソリューションに関して、1案件当たりの実現のコストを下げることができると考えられる。それにより、コストの問題でビルエネルギー管理システムの適用が進んでいない中小ビルに対して、省エネソリューションの展開が新たに期待できる（図5）。

中小ビル向けの標準化については、東京大学によるグリーン東大工学部プロジェクト⁽¹⁾や、資源エネルギー庁による省エネビル推進標準化コンソーシアム⁽²⁾など、業界の動きが活発化している。ソリューションの実現には、マルチベンダーでのシステムインテグレーションが必須であり、当社は事業部門と研究開発部門が共同で主要なプロジェクトに参画し、業界での標準化にも取り組んでいる。

更に、このプラットフォームではインターネット技術を活用しており、物理的な位置関係には拘束されない。したがって、今後進むであろう国際的な標準化に対応し、国や地域に応じたモデルを整備していくことで、グローバルにファシリティソ

(注3) アプリケーションの設計変更やパラメータ調整などの作業量。



リューションを提供できると考えられる。

今後は、当社で構築が進められているリモートセンターにおいて、ファシリティソリューションプラットフォームを実用化するとともに、国内外で遠隔サービスを展開していく。

文献

- (1) グリーン東大工学部プロジェクト事務局. “グリーン東大工学部プロジェクト”. <<http://www.gutp.jp/>>, (参照2010-02-01).
- (2) 東京都環境科学研究所. “省エネビル推進標準化コンソーシアム”. <http://www.2.kankyo.metro.tokyo.jp/kankyoken/sbc/SBC_main.html>, (参照2010-02-01).



村井 雅彦 MURAI Masahiko

電力システム社 電力・社会システム技術開発センター 制御システム開発部主査。エネルギーシステムの計画、運用、制御に関する研究・開発に従事。電気学会、計測自動制御学会、日本OR学会会員。Power and Industrial Systems Research and Development Center



前川 智則 MAEGAWA Tomonori

研究開発センター ネットワークシステムラボラトリー研究主務。ファシリティネットワークの研究・開発に従事。Network System Lab.



大場 義和 Ooba Yoshikazu, Ph.D.

社会システム社 社会システム事業部 施設システム技術第二部参事、工博。ファシリティソリューションシステムのエンジニアリング業務に従事。電気学会、計測自動制御学会会員。Infrastructure Systems Div.