

サービス・デリバリー・プラットフォームの活用による スマートな社会の実現 – 情報の所有から共有へ –

グリーン・ニューディール政策を契機として、世界中でスマート・グリッドやスマート・シティへの取り組みが始まっています。そのような中、日本では東日本大震災による原子力発電所の被災の影響によって、政府や企業だけでなく一般家庭でも節電や再生可能エネルギーの導入の必要性が他国よりも強く認識されるようになりました。再生可能エネルギーや節電対策のソリューションが震災後に数多く開発され、企業や一般家庭において急速に導入が進んでいます。また、スマート・シティやスマート・ビルディング、スマートハウスへの取り組みは、復旧・復興に向けた東北地方だけでなく日本全国で加速する状況となりました。

このような状況の中、日本アイ・ビー・エム株式会社（以下、日本IBM）では、Smarter Citiesを実現するための1つの手法として、通信業界ですでに利用されているサービス・デリバリー・プラットフォーム（Service Delivery Platform：以下、SDP）をパブリック・クラウドとして構築し、竹中工務店株式会社（以下、竹中工務店）様と共同でスマート・ビルディング（本誌18ページ以下：インタビュー②参照）の実証実験を行いました。本稿ではSDPをビル管理に適用する際の基本アーキテクチャーと物理コンポーネントを中心に、データ共有方式、モジュールの配布方式を紹介し、今回の実証実験で確認できた電力使用量可視化と節電効果について解説します。

① 情報の所有から、共有へ

2008年9月の米国での金融破綻を象徴とする経済危機がきっかけとなり、新しい産業構造を築くことに主眼をおいた政策がさまざまな形で提案されました。麻生政権下での未来開拓戦略（Jリカバリー・プラン）[1]やオバマ政権によるグリーン・ニューディールなどをその例として挙げることができます。これらの政策の目的は政府機関が再生可能エネルギー資源の活用に関する分野に積極的に投資、あるいはインセンティブを制度化することで、産業の醸成、雇用の拡大とともに、地球温暖化の防止、石油資源枯渇への対応、さらに、低炭素社会の実現を実現することにあります。

Realizing a Smart Society through a Service Delivery Platform

- From Information Ownership to Information Sharing -

With the Green New Deal policy serving as a springboard, smart grid and smart city initiatives are beginning to be launched around the world. Under such circumstances, due to the effects of the nuclear power plant disaster caused by the Great East Japan Earthquake, Japan has strongly recommitted even more than other countries regarding the need to introduce electricity conservation and renewable energy not only at the level of government or enterprise but also for ordinary households. Since the disaster, many renewable energy and electricity-saving solutions have been developed, and such solutions have been rapidly deployed in enterprises and ordinary households. In addition, launches of smart city, smart building, and smart house initiatives are accelerating not only in the Tohoku region, where restoration and recovery efforts are underway, but also throughout the country.

Given this situation, as a method for achieving Smarter Cities, IBM Japan built a Service Delivery Platform (SDP)—similar platforms are already in use in the communications industry—as a public cloud. In collaboration with Takenaka Corporation, IBM conducted demonstration experiments for smart buildings (refer to Interview 2 starting on page 18). In this article, we will introduce methods of sharing data and module distribution focusing on the basic architecture and physical components used when applying SDP to building management. We will also explain how use of electricity is visualized as well as the benefits of electricity conservation that we have confirmed by these experiments.

しかし、再生可能エネルギー資源である、太陽光発電、風力発電は、天候に依存するため、生産量の予測が困難であるという弱点があります。再生可能な自然エネルギーを有効に活用する上では、小規模な需要と供給のバランスを保つ必要があり、情報を活用することによって生産されたエネルギーをそのタイミングで柔軟に利用することが必要です。つまり、「どこで、どれだけの電力が生産されているのか、どれだけの剰余があるのか」「どこに、どれだけの需要があるのか」というエネルギー情報を「見える化」することにより、リアルタイムに需要と供給を結び付けることが必要となります。この要件を実現する上で重要なのは、エネルギーとその関連情報を「所有」するのではなく、「共有」することによって資源を有効活用するという考え方です。

一方で、近年インターネットの急速な普及により、携帯電話、スマートフォン、PCだけでなく、多種多様のデバイスがインターネットに接続して新しいビジネスを創出するInternet of Things (IoT) という考え方が広がっています。IBMは、Smarter Planetを実現するためのアーキテクチャーとしてIoTを土台と位置付け、機能化 (Instrumented)、相互接続 (Interconnected)、インテリジェント (Intelligent) という3つの階層にシステムを分けて考えることを提唱しています。すなわち、デバイスとサービスが直結している垂直統合型のこれまでのシステムを大きく改め、システムに3つの階層を定義することで明確な役割分担を可能にしました。この階層化により、進歩が著しいスマートフォンなどの新しいデバイスを利用したサービスが容易に開発できるようになり、インターネット上の複数のサービスを組み合わせた新しいサービス提供も容易になります。

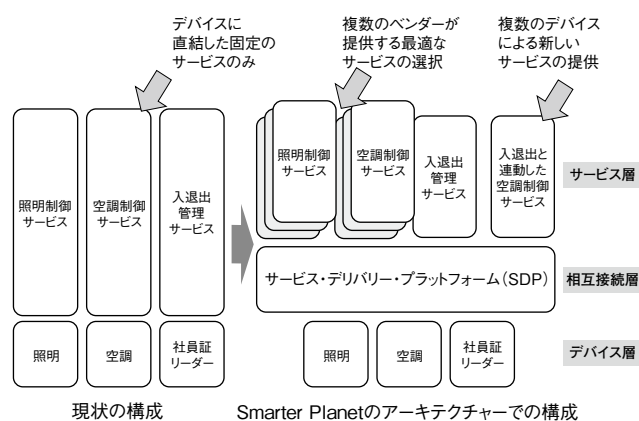


図1. 相互接続によるデータの共有

例えば、ビルなどに導入された照明・空調システムにおいて、図1の左側に示す従来のアーキテクチャーでは、照明や空調などのデバイスがサービスと直結しているため、ビルの入居者は、導入されたデバイスのメーカーが提供する1つのサービスしか利用できません。また、これまではメーカーが異なるデバイスとサービスを接続する仕組みが存在しなかったため、照明デバイスと入退室管理アプリケーションを連動させるといった複数メーカーがかかわる機能連携を実現することは困難な状況でした。

Smarter Planetで提唱される図1の右側のアーキテクチャーでは、デバイス層とサービス層の間に通信業界で広く利用されているサービス・デリバリー・プラットフォーム (SDP) という相互接続層を間に設けています。この構成では複数のデバイス情報に複数のサービス提供者がアクセスできるため、利用者はサービスを自由に取捨選択す

ることが可能になります。

さらに複数のデバイスの情報を連動させることも容易になるため、例えば人の入退出に応じて空調の温度設定を変化させるなどの新しいサービスを構築することも容易となります。このようなサービス間連携を可能にするIoTの考え方は、関連するサービスの裾野を広げ、新しいビジネスを創造する上で重要なアーキテクチャーの土台となります。

先に挙げたビルの適用例以外にも、例えば再生可能エネルギー・メーカーや蓄電池メーカーでは、自社のデバイスのデータをSDP上でオープンにすることで、多くのサービス提供者にそのデバイス・データを活用してもらえるようになります。つまり自社単独でサービスを提供する場合よりも、ユーザーから見たときのサービス種別が豊富になり、結果としてデバイスの価値を高めることが可能となるわけです。

IBMでは、サービスを迅速かつ安全に構築するために、パブリック・クラウドとしてSDPを実装するSDPクラウドを提唱しています。SDPクラウドは相互接続機能をインターネット上に実現することで、多種多様なデバイスの情報をパブリック・クラウド上に蓄積することが可能となり、結果としてその情報を多くのインターネット・サービス・プロバイダーが容易に利用できるようになります (図2)。

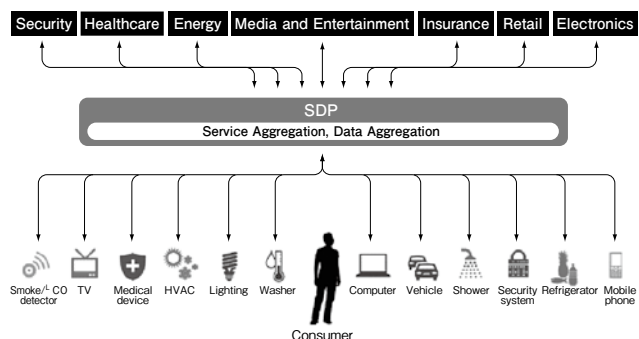


図2. サービス・デリバリー・プラットフォーム

② SDPのアーキテクチャー

図3にSDPのアーキテクチャーを示します。システム全体は、Smarter PlanetおよびIoTが提唱する3つの層に分けられ、以下のような役割を持ちます。

- インテリジェント層：業務サービス、セキュリティなどのサービス層
- 相互接続層 (SDP)：ゲートウェイからのデータ収集・蓄積・解析、解析結果や収集データのインテリジェント層への提供およびゲートウェイの管理を行う接続層

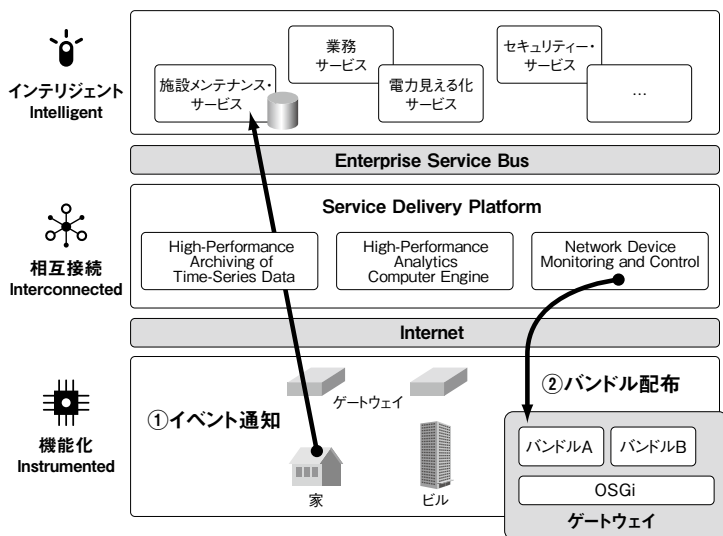


図3. SDP のアーキテクチャー

- 機能化層:家やビルに設置されたデバイス層であり、ゲートウェイを経由してサービスと連携する

ゲートウェイは、家やビルのデバイスに接続し、データの抽出や、制御、イベントの通知をSDPとの間で実行する役割を持ちます。中でも遠隔からの管理は重要な要件とされており、スマートコミュニティ・アライアンスにおいても言及 [2] されています。SDP 構築においては Java のサービス・プラットフォームの仕様として広く利用されている OSGi プラットフォーム [3] を採用しました。

以下に SDP の主な機能と特長を示します。

- a. ヒストリカル・データ参照型とイベント駆動型のインターフェース
- b. 双方向通信
- c. モジュールの配布とゲートウェイの管理
- d. 汎用性の高いデータ・モデル
- e. アクセス制御
- f. スケーラビリティへの対応

a. ヒストリカル・データ参照型とイベント駆動型のインターフェース

SDP ではサービス提供者向けに以下の 2 種類のインターフェースを定義しました。

- ヒストリカル・データ参照型インターフェース

一定時間内に蓄積されたデータを検索できるインターフェースです。

このインターフェースの利用により、例えば家庭でのエネルギー消費情報を照会し、部屋に滞在している人数と電力の使用量との相関を分析するサービスを開発することができます。既存のインターネット上のサービスはヒストリカル・データ参照型のインターフェースを提供するケースが多く見受けられます。

- イベント駆動型インターフェース

デバイスからのイベントをサービスに通知する、あるいはサービスからのイベントをデバイスに通知することを可能にするインターフェースです (図 3-①)。このインターフェースの利用により、人が退出したというイベントの通知を受けて、部屋の電灯、エアコンのスイッチを消すためのイベントをデバイスに通知する節電サービスを開発することも可能です。

サービス提供者はユーザーに対して付加価値の高いサービス (アプリケーション) を提供することが求められます。これを実現するために SDP はサービスの間でさまざまな情報のやり取りを行います。イベント駆動型インターフェースとヒストリカル・データ参照型インターフェースを適宜組み合わせることで、より質の高いサービスを実装することが可能になります。

b. 双方向通信

SDP ではゲートウェイがデバイスから収集したデータをサービスに送信する仕組みと、サービス側からゲートウェイにデータを送信する双方向通信が必要となります。ゲートウェイ側からサービスにデータを送る場合、HTTP が利用されるケースが多く、通常の Web と同様、サーバー内に HTTP セッションも利用することができます。しかし、サービス側からゲートウェイにデータを送る場合、インターネット上からルーターを介して名前を解決できないような環境では、ゲートウェイのアドレスが特定できないため、TCP/IP を前提とする HTTP は使用できません。今回、SDP の設計・開発においては、双方向通信を実現するためのコンポーネントとして MQTT [4] を採用しました。MQTT のプロトコルではサービス側とゲートウェイとの通信における名前解決を必要とせず、サービス側からのデータ送信機能を実現できます。

MQTT はスマート・メーターとゲートウェイなどの中継器の通信に使われることを想定して開発された製品で、以下の特長を持ちます。

- 軽量通信プロトコル
- 異なるネットワーク・ドメイン間の双方向通信
- メッセージ保証
- パブリッシュ・サブスクライブ型の通信サポート

c. モジュールの配布とゲートウェイの管理

例えば、既存のビルに太陽光パネルを新しく導入した場合、ゲートウェイに導入されている既存モジュールが太陽光パネルからのデータを扱えるとは限らず、結果として設備の拡張に対してサービスが対応できないことが考えられます。また、ゲートウェイは多くの家庭やビルで稼働することになるため、ゲートウェイ上のモジュールのメンテナンスには多大な労力が必要となります。運用時における SDP に求められる要件を整理すると次の2つに集約されます。

- ゲートウェイ・モジュールのリモートからの導入
- ゲートウェイ・モジュールのリモートからの自動更新

今回ゲートウェイで採用された OSGi は、Java 環境でサービス・プラットフォームを提供するオープン仕様の技術です。OSGi はリモートからのモジュール管理・配布を可能にし、デバイスの稼働中においてもモジュール更新が可能ことから、SDP 開発において採用を決定しました。この採用によって多くの家やビルに対して、新しいサービスに対応したモジュールのリモート配布・更新が可能となり、サービス提供者にとって容易な運用が実現できるようになります。例えばビルの設備をリニューアルする場合でも、サービスを停止することなくビルの新しい設備の機能に対応したモジュールを容易に配布することができます。

d. 汎用性の高いデータ・モデル

SDP ではエネルギー・データだけでなく、ヘルスケアなど

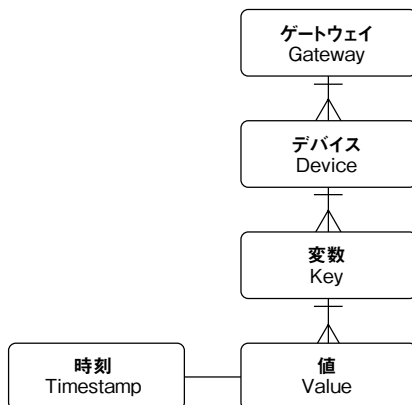


図4. SDPで扱うデータ・モデル

の複数サービスから容易にデータを共有することができるように（図2）、極力汎用性の高いデータ・モデルとしました。

図4にSDPで扱うデータ・モデルを示します。例えば温度や湿度など、1つのデバイスは複数種別の情報を管理・取得するため、各種別を“変数”としました。つまり1つのデバイスと変数は1:nの関係になります。測定値の傾向を把握するためには一定時間の値が必要となるため、1つの変数には一時点で測定した値とその時刻のペアを複数持たせるデータ構造にしました。つまり変数と値の関係も1:nの関係になります。このデータ・モデルは各データ間の関連がシンプルな階層構造になっているため、汎用性・拡張性が高く、新しいデバイスもしくはサービスに対しても迅速な対応が可能となります。

e. アクセス制御

SDPでは1つのデータが複数のアプリケーションから共有されることになるため、サービス提供者があるデータを利用する際、データ所有者から使用許諾を取得しなければならないケースがあります。そのため、SDPにはデータ使用をリクエストするインターフェースおよびデータ所有者の使用許諾を確認するためのインターフェースなどを定義しました。

今後の拡張プランとしては、ゲートウェイ単位でのアクセス制御だけでなく、次に示すようなより粒度の細かいアクセス制御（ACL）の要望に対応する必要があります。

- デバイス種別ごとの認可
- デバイスの On/Off ごとの認可
- アクセス許可時間

また、取り扱うデータは秘匿性の高いものになる可能性もあり、盗聴や成りすましを防ぐための手段として、暗号化やデジタル署名などの高度なセキュリティ対応も検討する必要があります。

f. スケーラビリティへの対応

今後 Smarter Planet の市場での認知度や評価が高まるにつれて、SDPが管理するデバイスやサービスの数が急増することが想定されます。このことはデータを処理するインフラ基盤の増強だけでなく、ペタバイト級のデータ・ストアが必要となる可能性を示唆しています。この要件に対応するためにはインフラ・リソースの追加によって処理能力が向上するスケールアウトのアーキテクチャーが必要となります。IBM InfoSphere BigInsight や IBM

Infosphere Streamsといった巨大データを扱う製品はスケールアウトを前提として設計されており、これらの製品にデータ処理をオフロードすることによって、SDPの処理能力を容易に拡大することが可能です。

③ 節電を実現するSDP活用事例

SDPの活用シナリオとして、竹中工務店様と日本IBMとで共同実装したスマート・ビルディングでの節電の事例を紹介します（竹中工務店様の関連会社TAKイーヴァックの新砂本社ビル）。

企業にとって節電を実施する際に最初に必要となることは電力使用量の可視化です。可視化を実現するためには、ビル管理システムとして知られているBuilding and Energy Management System（以下、BEMS）などから使用電力データを取得する仕組みが必要となります。しかしBEMSは、一般的にビル管理会社のシステムであるため、1つのビルに入居する企業が、使用するオフィスの使用電力を把握するためには、ビル管理会社のシステムとビルの各入居企業の電力使用量測定デバイスとの間でデータを送受信する必要があります。1つの企業が複数のビルに入居するケースでは、全社レベルでの電力使用量の可視化を実現するために、入居するすべてのビルにおけるそれぞれの電力使用量も把握しなければなりません。

さらに最終段階となる可視化実現後の次のステップとしては、節電の実施が求められます。しかしながら、人手に頼った節電施策では確実に実施されるとは限らないため、ビル内のデバイスを制御し適切に節電できる自動化の仕組みが必要となります。これらの課題を解決するためには、次の2つの要件を実現できるアーキテクチャーが求められます（図5）。

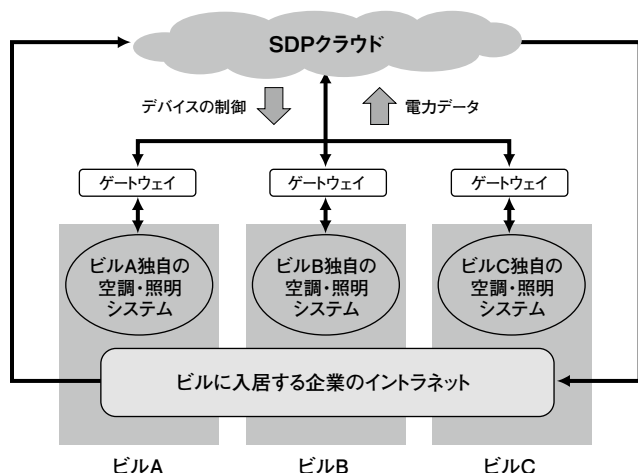


図5. クラウドでの電力データ収集とデバイス制御

- 複数ビルからの電力使用データ取得
- 企業内の電力を消費するデバイスの集中制御

竹中工務店様の次世代型オフィスでは、最先端の照明・空調設備を共有部分に設置するだけでなく、パーソナル空調・照明を導入しています。単に最先端設備の導入だけではなく、電力可視化とデバイス制御の自動化を可能とするSDPを利用したITアーキテクチャーを採用することにより、社員のニーズに合わせたデバイスの制御とビル全体での優れた節電効率を実現しています。このシステムの特長をまとめると次の3つに要約されます。

パブリック・クラウドの利用：SDPをパブリック・クラウドとして構築することにより、ビル管理会社のシステムに影響を与えることなくインターネット経由でビル内電力使用量データ取得を実現。

双方向通信：SDPとゲートウェイはMQTTを使うことで、企業のサービス・アプリケーション、ビルに装備されたゲートウェイおよびデバイス間の双方向通信を実現。

複数ビル間におけるデバイス一元管理：OSGiゲートウェイを実装したビルとSDPクラウドを接続することにより、複数ビルにまたがる全社の電力使用量の可視化と装置の一括制御を実現。

今回のSDPシステムの特長は、電力使用量の可視化とそれによって実現できる自動化されたきめの細かい節電です。以下、節電実現の仕組みについて、社員とビルにフォーカスしてそれぞれの効果を要約します。

● 社員単位の節電

入退出管理システムと照明・空調システムを連携して、社員が退室した際に自動的に個人用の照明と空調を停止します。また、社員のいすのセンサーと照明・空調システムを連動することで、社員が着座しているときだけ個人用の照明と空調をオンにして、オフィスの不要な電力使用を抑止することも可能になりました。

● ビル単位の節電

インターネット上の電気予報のサービスと連携することで、ビルを含む地域の電力消費量がピークになる時間帯には、照明や空調を強制的に制御して地域全体のピーク電力の

上昇を抑えることを実現しました。また、平常時には自動的に通常の設定に戻すことで、オフィスの環境に極力影響を与えないように配慮しています。また、天気予報と連動することで、ビルのある地域の気温・湿度を考慮した照明や空調の制御も行っています。

これまでは、ビル管理会社に依頼して節電の仕組みを新たに構築する必要がありましたが、デバイスの電気使用量データが SDP クラウドによって共有され、企業がビルのデバイスを制御することが可能になったことで、人の動きやビルを取り巻く環境をシステムが感知して自律制御する節電自動化システムを実現しました。

4 まとめ

ビルに設置されているデバイスとそのサービス・アプリケーションの間に SDP という中間レイヤーを配置することにより、複数のデバイス情報と複数のサービスが、より有機的に連携することが可能となりました。このことにより、竹中工務店様は次世代型オフィスに SDP を採用し、TAK 新砂ビルにおいてスマート・ビルディングを実装されました。今回のビル電力使用量可視化と自動節電システムは Smarter Cities を 1 つの企業に適用した例です。

しかし究極の Smarter Cities は単一の企業だけでは実現困難で、多くの企業が役割を明確にして参入することが必須です。複数企業間での情報のやりとりは、SDP をパブリック・クラウドとして構築することにより容易に実現できます。今回の実証実験を通じて、Smarter Cities の実現のためには、SDP の 3 層アーキテクチャーおよびパブリック・クラウドとしての提供が有効であることが証明されました。今後参画企業がエンドユーザーにとってより魅力的なサービスを提供できるかがポイントになりますが、今回の SDP クラウド・アーキテクチャーが Smarter Cities を実現する IT 基盤のリファレンス・モデルの 1 つであることは間違いありません。

[参考文献]

- [1] 内閣府・経済産業省：未来開拓戦略（Jリカバリー・プラン）、内閣府・経済産業省、(2009)。
- [2] スマートコミュニティ・アライアンス：スマートコミュニティフォーラムにおける論点と提案、スマートコミュニティフォーラム、(2010)。
- [3] OSGi アライアンス：OSGi アライアンス、<http://www.osgi.org/Main/HomePage> (2011)。
- [4] International Business Machines Corporation: MQTT V3.1 Protocol Specification, IBM, (2010)。



日本アイ・ビー・エム株式会社
ソフトウェア事業
技術理事
Distinguished Engineer

山本 宏 Hiroshi Yamamoto

[プロフィール]

製造・通信・金融セクターなどでの大規模異機種 CORBA プロジェクトでデザインを担当。その後 Java EE 技術の金融系ミッション・クリティカル・システムへの適用や、公益系および製造系の Web サービス・プロジェクトに従事。現在は主に海外スマート・グリッドおよび国内 Smarter Cities のプロジェクトに参画中。ISO JTC 1/SC38（分散アプリケーション・プラットフォームおよびサービス）専門委員。

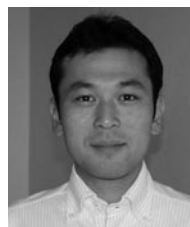


日本アイ・ビー・エム株式会社
クラウド & スマートシティ事業
テクニカル・コンピテンシー担当

藪田 和浩 Kazuhiro Yabuta

[プロフィール]

EC（電子商取引）製品の製品開発および大規模 EC サイトの構築を担当後、自動車リサイクル・システムの構築に従事。現在 Smarter Cities に関するソリューション全般およびアライアンスを担当。SDP を利用したスマート・ビルディング、スマートハウスや SAFE（Solution Architecture for Energy and Utilities Framework）を利用したスマート・グリッドなどエネルギー関連のプロジェクトを中心に活動中。



日本アイ・ビー・エム株式会社
グローバル・ビジネス・サービス
IT スペシャリスト

松岡 伸英 Nobuhide Matsuoka

[プロフィール]

開発・製造部門でデータベースや WebSphere 製品のテストを担当。2008 年よりサービス部門において、テスト・スペシャリストとして品質にかかわる役割でプロジェクトに参画し、クリティカル・ミッションでの大規模パフォーマンス・テスト、品質アセスメントや、ソフトウェア開発プロセスの改善に従事。2010 年よりサービス・デリバリー・プラットフォームの開発プロジェクトに開発リーダーとして参画し、アーキテクチャー構築から実装までを担当する。