

# スマートな社会インフラ運用を支援する ビッグデータ収集・利活用

Big Data Collection and Utilization for Operational Support of Smarter Social Infrastructure

岩村 一昭

Iwamura Kazuaki

水野 善弘

Mizuno Yoshihiro

外岡 秀樹

Tonooka Hideki

真下 祐一

Mashita Yuichi

情報制御連携基盤を用いた社会インフラデータ収集と、電力や電気自動車運用の分野でのその利活用が進んでいる。情報制御連携基盤は、社会インフラデータの収集・蓄積だけでなく、ビッグデータと呼ばれる大規模なデータの解析、アプリケーション間連携を行う分析型データベースの役割を担う。電力情報、電気自動車走行情報、機器稼働情報を取得して分析するビッグデータ解析を行うための基盤として使用することにより、社会インフラ運用の最適化につながる。日立グループは、現在、国内外のプロジェクトに情報制御連携基盤を適用してデータ収集を進めており、今後はデータ利活用に向けた機能の充実を図る。

## 1. はじめに

近年、スマートシティやスマートコミュニティと呼ばれる都市づくりの取り組みが進んでいる<sup>1)</sup>。そこでは、既存の電力、水道、交通などに関わる社会インフラの利便性を高める運用だけでなく、温暖化ガス発生といった環境負荷の低減につながる太陽光発電、風力発電、電気自動車(EV: Electric Vehicle)のような新しい社会インフラの導入も進められている。新旧インフラの組み合わせにより、より快適かつ安全・安心な社会の実現が期待されている。一方、多種多様な社会インフラを効率よく運用するためには、利用・消費の状況を把握し、適切な運用判断を行うことになる。このため、情報技術を用いて社会インフラの運用・利用の情報収集と分析を行い、動向を把握することが必要となる。これらの情報は、情報の内容や取得頻度の高さ、活用履歴データの大きさから、ビッグデータと呼ばれる情報量になる見通しである。

ここでは、社会インフラの効率的運用を行うための情報制御連携基盤<sup>2), 3)</sup> [以下、SC (Smart City) 基盤と記す。] によるビッグデータ利活用の方法について、電力管理と交通、特にEV運用の各分野における利活用を中心に述べる。

## 2. SC基盤を用いた社会インフラ運用

多種多様な社会インフラを組み合わせることで効率よく運用するため、利用・消費の動向を把握して運用に反映するSC基盤の役割が重要となる(図1参照)。

### 2.1 SC基盤の役割

SC基盤は、(1) データ収集、(2) データ分析、および(3) 社会インフラ運用のためのシステム(以下、アプリケーションと記す)連携の役割を担う(図2参照)。社会インフラは互いに関係するため、多様な社会インフラに関して収集・分析したデータを提供することにより、相互関係などを考慮した新しい運用アプリケーションの実現につなげる。

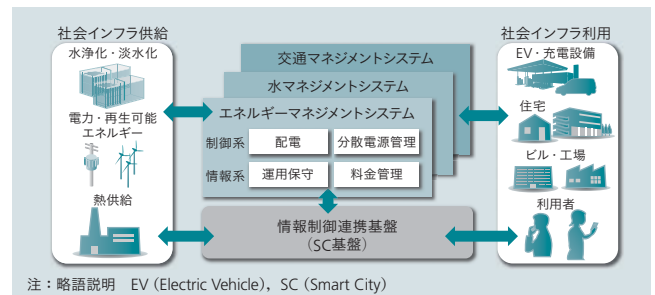


図1 | SC基盤の機能と役割

SC基盤では、異なる社会インフラのデータを収集するとともに、分析を行い、社会インフラ運用の効率化につなげる。

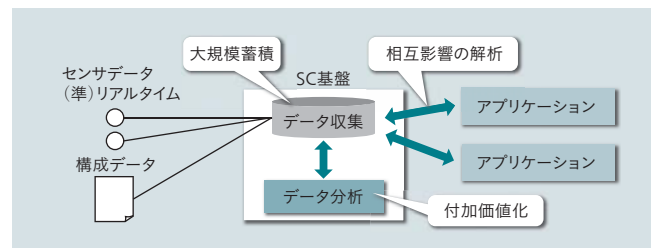


図2 | SC基盤の役割

データ収集、データ分析、アプリケーション連携により、社会インフラデータの価値を高めていく。

以下に、データ収集、データ分析、アプリケーション連携について示す。

## 2.2 データ収集

SC基盤はデータベース機能を有する。機器の性能情報、機器間のつながりを示すネットワーク（トポロジー）情報のような構成データだけでなく、多種多様な社会インフラの供給と利用・消費データ、機器の稼働状態や異常発生を示すジャーナルデータのような大規模なデータの収集と管理を行う。例えば、電力の供給に関するデータは、発電所や変圧器に付加された計測センサーから収集する。消費情報は、建物に設置したスマートメーターやエネルギー管理機器である家庭エネルギー管理システム（HEMS：Home Energy Management System）、ビルエネルギー管理システム（BEMS：Building and Energy Management System）、EVの充電設備などから取得する。広域では、数千万件のデータ収集を行うことになる。これらの情報を履歴データとして蓄積・管理することにより、広域での電力消費を把握することが可能になる。

SC基盤はバス（BUS）<sup>2)</sup>と呼ぶ機能を有しており、制御情報の収集もあわせて行う。バスは、制御アプリケーションから送られる機器の制御情報を、メモリに転写するだけでなく目標とする機器に送信する機能である。メモリに転写したデータは、並行してデータベースに格納される。このように、制御情報はSC基盤での処理を待たずに、あらかじめ決められた時間範囲で送ることができる（レイテンシ保証）。

また、機器の稼働や異常通知に関わるジャーナルデータも数秒から数分置きに取得することにより、機器の正常・異常をいち早く把握し、ネットワーク構成をたどって機器の異常が影響する範囲を特定する。これらのジャーナルデータも履歴データとして蓄積・管理されるため、異常の兆候の推定・検知に利用することができる。

## 2.3 データ分析

収集したデータは分析により、付加価値化を図ることでデータが有する意味を見いだすことができる。分析データは、制御・予測アプリケーションにおいて高度な判断を行うために使用する。このため、以下の2点がSC基盤で行う分析機能の範疇（ちゅう）となる。

- (1) アプリケーションに必要なデータを準備できること
- (2) 複数のアプリケーションで共通して使用できること

また、共通データ分析として以下の3つの機能が重要である。

- (1) データ補完

取得されたサンプリングデータから、全体を補完する。例えば、電力データはすべての建物から取得できるとは限らない。このため、統計分析などによって地域全体の消費を推定することになる。

- (2) 変化予測

取得したデータは、時間を付加して履歴としてデータベースに格納する。履歴データの変化を分析することにより、変化の動向を得ることができる。データの蓄積に伴って動向予測の精度が向上するため、刻々と変化する電力・水道の消費動向や道路渋滞などの状況を捉えることが期待できる。

- (3) 知識獲得

履歴データの解析を行うことで、傾向など知識を得ることができる。電力や水道、渋滞などの情報は、1日の時間、時期（夏季、冬季、平日、休日、長期休暇中など）、場所（住宅地域、商業地域など）に依存する。これらの分類に従い、適用する変化予測のためのパラメータを得ることになる。

## 2.4 アプリケーションの連携

社会インフラから収集したデータや分析で得られるデータは、アプリケーションで共有され、社会インフラの相互影響を考慮した制御や利用予測に使用される。社会インフラは相互に依存するため、SC基盤は、アプリケーションの連携をデータの送受を通して支援する。

例えば、EVの導入は、充電に伴う電力需要を高める。このため、EV全体の動きに関わる情報を取得することで、どの時間帯に、どの充電設備を有する地域に電力を多く供給すべきかなどが判断できる。また、既存の系統電力と再生可能エネルギーも互いに関係する。ピーク時などの電力消費の状況が得られれば、再生可能エネルギーの利用時期が判断できる。また、電力やEVの整備利用に関する情報を設備資産管理（EAM：Enterprise Asset Management）システムと連携させることにより、設備劣化の予測につながる。

## 3. SC基盤によるデータ収集の適用例

現在、SC基盤はデータ収集機能を実現し、国内外のスマートシティやスマートグリッド関連のプロジェクトへの適用を図っている。今後、蓄積したデータの分析を行う機能の開発と適用を通して、分析型データベースとしての実現をめざす。以下に、プロジェクトでのシステム構成を示す。

社会インフラのスマート化を行うプロジェクトの例として、電力管理、EVの導入に関わる取り組みを行っている。システムの特徴は次のとおりである（[図3](#)参照）。

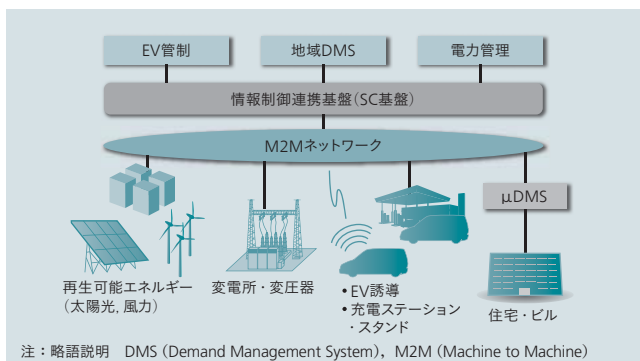


図3 | SC基盤による電力・EV関連データ収集への適用  
SC基盤を電力運用・消費データ収集に導入し、評価を行っている。

### (1) μDMS (Micro Demand Management System) による電力データの収集

電力消費などの情報は、建物などに設置したスマートメーターから、μDMSと呼ばれる区域を束ねるエネルギー管理機器に集められる。SC基盤は、μDMSからの電力消費データ収集を行うとともに、アプリケーションから送られる電力消費の調整を行う制御データをμDMSに送る。

### (2) 既存の系統電力と再生可能エネルギーの連携

火力発電などによる既存の電力だけでなく、再生可能エネルギーである太陽光や風力による電力とも連携したシステムを構成している。再生可能エネルギーは天候に左右されるため、蓄電池に蓄電することで利用する。また、料金の安価な時間帯の電力蓄積にも利用される。SC基盤は、再生可能エネルギーの蓄電および放電のデータも収集する。

### (3) EVとの連携

EVは、内燃機関による車両と比較すると走行距離が短い。このため、EVからの位置情報、速度情報、ステアリング、残り電力情報を収集する。また、充電設備からも電力消費や利用状況に関わる情報を収集し、充電設備への誘導などに利用する。

## 4. ビッグデータ活用への展開

SC基盤は、電力供給・消費やEVの情報、さらに機器のジャーナルデータのようなビッグデータとなる情報の収集・分析を行い、アプリケーションと連携することによって社会インフラ提供者および利用者へ付加価値を提供する(図2参照)。以下に、将来的なビッグデータ処理適用のイメージを示す<sup>4)</sup>。

### 4.1 スマートグリッドへの適用

スマートグリッドは、電力の最適な供給を行う方式であり、蓄電池からの放電と組み合わせることで消費最大時間帯(ピーク時)をシフトする。太陽光発電や風力発電による再生可能エネルギーとも組み合わせられて構築されつつあ

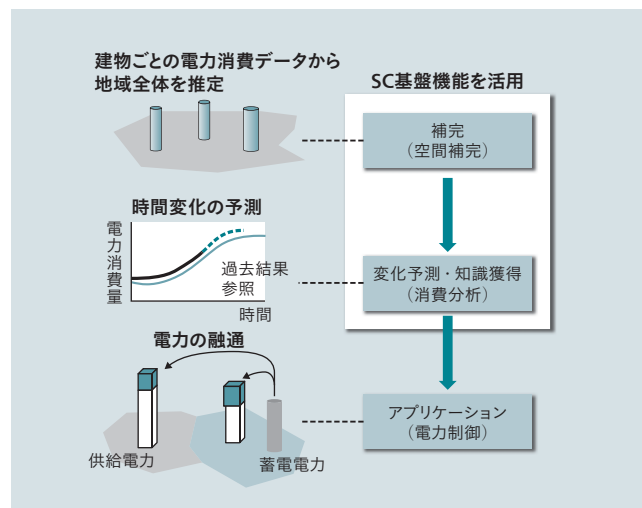


図4 | 電力ビッグデータの分析

電力データの分析や予測の機能を担い、配電などのアプリケーションでの利用を支援する。

る。電力の供給と消費のバランスや、蓄電池からの放電も含めた電力供給と消費などの各情報の分析に基づいて行われるため、ビッグデータ処理による対応が期待される分野である(図4参照)。

### (1) 地域・建物群ごとの電力消費動向把握

住宅地域、商業地域、工業地域での電力の消費パターンは異なると考えられる。このため、統計処理により、地域ごとや同種の建物群ごとに電力消費の変化を捉えることで、精度のよい消費動向把握が可能となる。

### (2) 電力供給判断支援

蓄電池に蓄積した電力は、地域内の電力供給に貢献するだけでなく、融通によって複数の地域への供給が可能となる。どの時間帯で放電を行うかは、電力消費の変動を分析することで判断する。電圧差の逆転によって逆潮流のような電流の逆流が発生し、機器への障害が懸念される場合には、放電の方法を見いだすことになる。さらに、複数の住宅において太陽光発電が行われる場合は、これらの情報に基づいて放電順序を決め、放電に伴う機器の劣化を抑制するような運用を行う。

## 4.2 EV管制への適用

EVの利用においては、電力消費の状態を監視し、走行途中で電力切れにならないように注意する必要がある。しかし、そのような監視を運転者が常時意識してみずから行うことは容易ではない。そのため、待ち時間や充電時間も考慮に入れて運転者に利用可能な充電設備を通知するようなサービスが提供されれば、EV利用者にとって安全上からも好ましいこととなる。これを実現する手段として、EVの管制を行い、監視や通知を行うことが考えられる。このため、EVの走行情報などを用いて誘導を行うビッグ

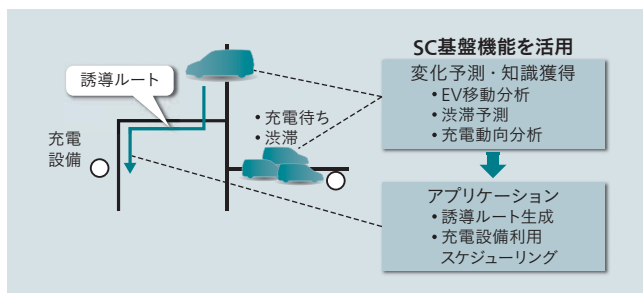


図5 | EVビッグデータの分析

EVからの位置情報や残り電力などのデータに基づき、SC基盤は渋滞予測や誘導ルート案を解析する。

データ処理が有効になる（図5参照）。

#### (1) 充電設備への誘導

EVの走行位置が取得できれば、利用できる充電設備が検索できる。このため、充電設備の将来を含めた利用情報を取得し、残り電力が少ない場合には、短い待ち時間で利用可能な充電設備に誘導する。誘導は、カーナビゲーションシステムを用いて行うことになる。多数の車両の位置情報や移動速度情報を用いて統計処理と変化予測を行うことによって、渋滞区間の判定や充電設備までの走行時間の推定も可能になる。充電設備の到達時間を精度よく予測できれば、利用スケジュールを行うことで、充電開始までの待ち時間を提示できることになり、快適なEVの利用が期待できる。

#### (2) 充電電力の予測に基づくEV誘導の変更

特定地域の充電設備が高い頻度で使用されると、その地域での電力消費が高くなり、他の施設への影響が懸念される。このため、特定の充電設備に集中すると推定される場合は別の充電設備に誘導し、電力消費集中の回避を図る。

### 4.3 機器監視への適用

ジャーナルデータは、制御機器、生産機器、通信機器の稼働状況や異常・故障に関わるデータとして収集される。無人で操業する設備については、常時監視が必要となる。特に、生産機器において機器の異常が影響を及ぼす場合は、数マイクロ秒から数秒の頻度で多数の機器のビッグデータを取得することになる（図6参照）。

#### (1) 機器異常の兆候把握

ジャーナルデータによる監視内容は次のとおりである。

- (a) 機器の動作不具合
- (b) 通信の途絶
- (c) 機器の内部温度の上昇など

また、監視の方法は次の2点が考えられる。

- (a) データが受信されない時間と頻度の把握
- (b) 閾（しきい）値を超過する値を持つデータの出現頻度の把握

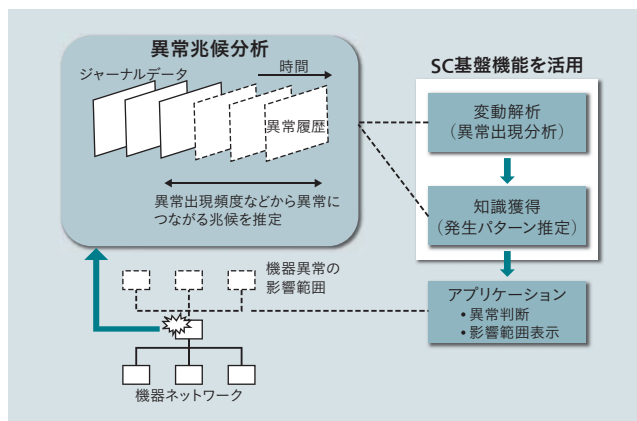


図6 | ジャーナルデータのビッグデータ分析

SC基盤は、機器の稼働情報、異常報告であるジャーナルデータを収集・分析し、異常などの兆候が現れた場合に迅速な対策が行えるように支援する。

異常を検知しても、機器の故障なのか、一時的な異常なのかは不明である。SC基盤では、大量のジャーナルデータを履歴データとして管理するため、異常出現頻度の変動解析と過去の結果から得られる異常判定の知識獲得によって異常発生の可能性を捉え、異常判断を行うアプリケーションに通知する。

#### (2) 影響範囲の解析

通信機器などが故障した場合、通信ネットワークなどの構成情報もSC基盤に持たせることによって、通信の中継機器が故障した場合の影響範囲を得ることが可能となる。

## 5. SC基盤利用のメリットと効果の確認

社会インフラの提供側と利用側のそれぞれからSC基盤によるビッグデータ処理のメリットをまとめ、これらを確認する手段として見える化について示す。

### 5.1 SC基盤利用のメリット

#### (1) 提供側のメリット

- (a) 各種社会インフラのデータを一元的に収集・分析して付加価値データを生成するため、社会インフラの利用状況、需要予測に利用することができる。
- (b) アプリケーション間の連携を支援することで社会インフラの相互関係が把握できるため、バランスの取れた運用への活用につながる。

#### (2) 利用側のメリット

- (a) 利用者の利便性向上に配慮して社会インフラが運用されることから、居住や社会活動が快適かつ効果的になる。例えば、地域発電電力の活用による利用コストの低減や、滞りのないEV利用が可能となる。
- (b) 自身が保有する資産の有効利用が図れる。住宅レベルでの太陽光発電の利用や、余剰になった場合の提供による収入も将来的に期待できる。

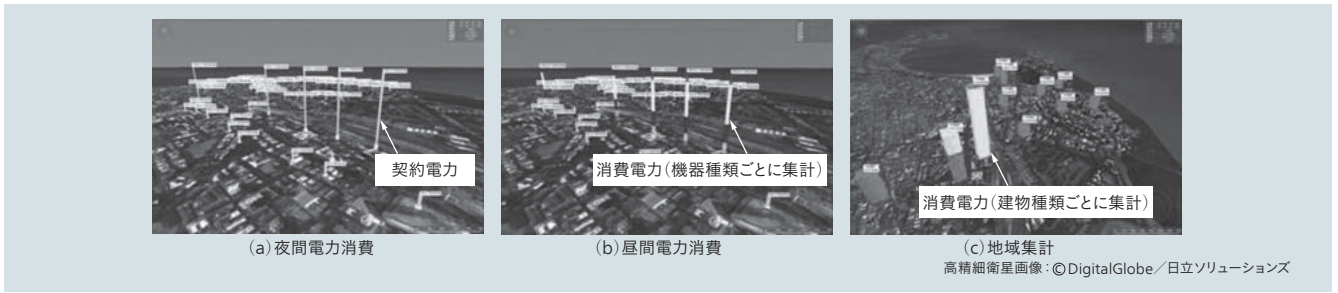


図7 | 電力消費の見える化例

建物や地域の電力の供給・消費状況を表示することにより、制御の効果を容易に把握できる。また、表示の視点を自在に変えることによって地域全体の状況の把握が可能となる。なお、この画面イメージの作成にあたっては、株式会社日立パワーソリューションズのDioVISTAを使用した。

## 5.2 見える化

ビッグデータ処理の効果を地理情報システム (GIS: Geographic Information System) を用いてビジュアルに表示する見える化処理により、効果を容易に把握することが可能となる。特に、社会インフラ提供側では、電力提供の利用効果の確認につながり、問題点がある場合の場所の特定なども行える。SC基盤では、制御情報も併せて取得するため、制御の結果の再現や制御の効果の予測にもつながり、社会インフラ運用の意思決定支援に使用することができる。

シミュレーションによって見える化を行い、建物ごとの電力の消費変化を夜間と昼間で表示した結果と、利用機器ごとの消費を表示した結果を図7 (a), (b) に示す。また、広域を参照するために、電力消費を建物種類に自動的に切り替えて表示した結果を同図 (c) に示す。

位置に基づいて表示すると、以下の点で効果的である。

- (1) 例えば、住宅地域、商業地域の特性など、電力供給の地域的傾向を直感的に把握することができる。
- (2) 電力融通や蓄電池の放電によって、電力供給・消費の影響を把握することができる。また、時間、時期、場所に応じた放電のタイミングや効果を事前に把握することにつながる。
- (3) 自然災害などの影響で電力供給が低下するようになるときに、制御の方法を効果的に見いだすことができる。

これらのデータの位置を地球全球に対応させることで、任意の場所の状況をスクロールによって表示できる。

## 6. おわりに

ここでは、社会インフラの効率的運用を行うためのSC基盤によるビッグデータ利活用の方法について、電力管理と交通、特にEV運用の各分野における利活用を中心に述べた。

SC基盤はビッグデータ処理のための分析型データベースとして機能し、次の役割を有する。

- (1) 社会インフラの運用と利用に関わるデータを収集して

統合管理する。

- (2) 収集したデータを解析し、社会インフラ運用の確認を行うとともに、利便性の向上に役立てる。
- (3) アプリケーションを互いに連携させることで社会インフラの関係を把握でき、社会インフラ相互の影響を考慮した運用に活用できる。

今後、データ分析機能の充実を図ることで、社会インフラ運用者など顧客が抱える問題点の発掘と解決につなげることができる。

### 参考文献

- 1) 角本, 外: 高度なITの活用により社会インフラのパラダイムシフトを支える情報・制御融合システム, 日立評論, 95, 4, 282~288 (2013.4)
- 2) 水野, 外: 社会インフラを支えるIT基盤, 日立評論, 93, 12, 838~843 (2011.12)
- 3) 岩村, 外: 社会インフラをスマート化する情報制御連携基盤, 日立評論, 95, 4, 312~317 (2013.4)
- 4) 岩村: スマートシティインフラ運用におけるIT基盤の役割とビッグデータ利活用の可能性, 連続セミナー2012「ビッグデータとスマートな社会」, 第3回, 都市をマネジメントするビッグデータの可能性, p. 55~68, 情報処理学会 (2012.9)

### 執筆者紹介



#### 岩村 一昭

1983年日立製作所入社, 情報・通信システム社 スマート情報システム統括本部 基盤ソリューション本部 基盤ソリューション部 所属  
現在, スマートシティ基盤, 地理情報システム, ビッグデータ処理の開発に従事  
電子情報通信学会会員, 日本応用数理学会会員



#### 外岡 秀樹

1988年日立製作所入社, 情報・通信システム社 スマート情報システム統括本部 基盤ソリューション本部 基盤ソリューション部 所属  
現在, スマートシティ基盤の設計, 商品開発に従事



#### 水野 善弘

1991年日立製作所入社, 情報・通信システム社 スマート情報システム統括本部 基盤ソリューション本部 基盤ソリューション部 所属  
現在, スマートシティ基盤の全体アーキテクチャ, アプリケーション連携方式の開発に従事



#### 真下 祐一

1991年日立製作所入社, 情報・通信システム社 スマート情報システム統括本部 基盤ソリューション本部 基盤ソリューション部 所属  
現在, スマートシティ基盤の設計・開発およびそのマネジメントに従事