



Smarter Planet —イノベーションが実現する 社会の未来価値



日本アイ・ビー・エム株式会社
開発製造担当
執行役員
工学博士

久世 和資
Kazushi Kuse, Ph.D.

Vice President
Yamato Laboratory
IBM Japan, Ltd.

IBMは今、Smarter Planet（スマートな地球）というビジョンを掲げて新しい時代の姿を描き、地球上にある無駄や非効率、リスクを、いかにしてテクノロジーで排除し、より豊かな世界を実現するかという課題にチャレンジしています。ITの進化で、RFID タグ、センサーなどが組み込まれたあらゆるものが機能化し（Instrumented）、相互に接続され（Interconnected）、リアルタイムにデータを送受信し、さらに課題解決に向けた高度な分析やシミュレーションができる（Intelligent）レベルを実現。より「スマート」になるための環境は整いつつあります。IBMは、これらの革新的なテクノロジーを活用し、エネルギー資源、気候変動、食糧危機など、深刻化する地球規模の問題を解決に導きたいと考えています。ここでは、Smarter Planetというビジョンが生まれた背景、それを実現するために、世界中の研究・開発拠点を中心にIBMがすでに取り組んでいる最新動向、さらにはそれを支える先進技術の一部をご紹介します。

Management Forefront ①

SPECIAL ISSUE: **New Value Creation by Smarter Planet**

Smarter Planet - Future Values of Society Achieved through Innovation -

IBM is now envisioning a new era through its vision of Smarter Planet and is tackling the problem of how to create a more abundant world through the worldwide reduction of waste and inefficiency, while reducing risks by using technology. Through the evolution of IT, RFID tags, sensors and other devices are being included in almost everything, making the world instrumented, interconnected, and intelligent through the real time transmission and reception of data. Beyond that, various devices are gaining the capabilities to perform high-level analyses and simulations to solve problems. The infrastructure for an ever smarter world is being put into place. IBM seeks to lead the way in resolving serious global problems involving energy resources, climate change, food crises, and other problems through the use of these revolutionary technologies. This article will delve into the background of the creation of our Smarter Planet vision and describe new developments that are already underway at IBM. Finally, we cover some of the advanced technologies to support projects to achieve this vision.

地球が抱える深刻な課題を解決するために IT で社会基盤を革新する

IBM は、これまで、コンピューターやネットワークの技術発展に尽力するとともに、主に企業システムを支えるためのサーバー・システム、ソフトウェア、サービスなどを提供してきました。そして、現在、企業システムにとどまらず、社会の変革・発展を視野に、広く社会基盤を IT によって支え、より良い社会、つまり、Smarter Planet を実現していくというビジョンを掲げて新たな取り組みを開始しています。

その背景には、ビジネスや社会を根本から変えつつあるパラダイムシフトがあります。昨今の経済不況下では、企業は効率や生産性向上に注力せざるを得ません。一方で、中長期的視点でグローバル競争に打ち勝ち、生き残っていくための新しい価値観が生まれつつあります。単に業績だけではなく、環境への配慮や取り組みなど、これからの時代にふさわしい新たな企業の評価基準を作っていくという動きが出ているのです。

また、さまざまな社会基盤に IT が組み込まれたことで、センサーなどからの莫大な量のデータを集約し、高度な分析が容易に行える環境が整ってきました。この IT の進化が、今まで以上に難易度の高い課題解決を可能にしつつあります。

われわれの生活は便利になっていますが、世界を見ると、貧富の差があり、非効率や無駄があり、解決すべき地球レベルの大きな課題が山積しています（図1）。例えば、大都市圏における慢性的な交通渋滞は、日本

の場合で年間 35 億人時間。これによる経済損失は 11 兆円で、実に GDP のおよそ 2%にも相当します。また、流通の非効率性が招いた在庫切れによる年間のビジネス機会の損失が 9.3 兆円にも上ったという北米の小売業の例もあります。さらに、世界中に飢餓人口が 9.6 億人もいる一方で、日本では年間 9,000 万トンの食用農作物供給に対し、食品廃棄物が約 1,900 万トン、うち食品ロスが約 30～50%を占めるといわれています。こうした世界中の無駄や不均衡を、IT の力で解決したいのです。

これまで IBM は、お客様と共に世界が直面している課題に対し、効果的で革新的なアプローチや解決策を検討してきました。それが、世界中の企業、学术界や政府機関などの有識者の方々とイノベーション領域の開拓を行う Global Innovation Outlook (GIO) です。また、最新のテクノロジーの動向とビジネスでの活用法について、世界 8カ所約 3,000 名の研究員から成る IBM の基礎研究所が、今後 5 年から 10 年先に主流となる技術動向を予測したものをまとめた Global Technology Outlook (GTO) を、毎年世界に向けて発信してきました。これらのメッセージは、その時々で「オンデマンド・ビジネス」「世界に価値あるイノベーション」などこれまでの IBM のビジョンを通じてお伝えしてきましたが、今回はこれらの考え方を踏襲し、Smarter Planet というビジョンを掲げ世界規模の課題を解決しようとしています。

さて、Smarter Planet は、さまざまな技術により実現されていきますが、そこには次の 4 つの重要なテーマがあります。

● New Intelligence (ニュー・インテリジェンス)

爆発的に増え続ける情報を集め、加工・分析して新たな知見を得ること

● Dynamic Infrastructure® (ダイナミック・インフラストラクチャー)

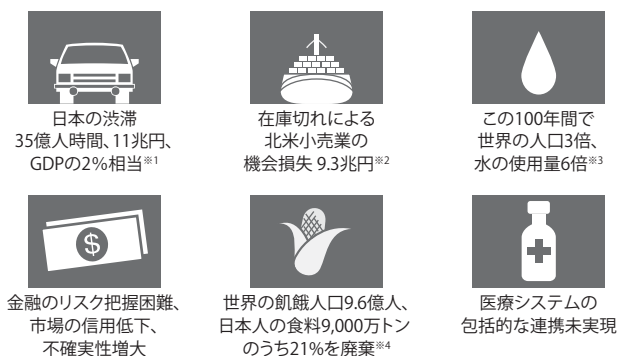
費用対効果が高く、変化に迅速に柔軟に対応し得る IT とビジネスの基盤を持つこと

● Smart Work (スマート・ワーク)

新しいアイデアの創出やイノベーションを促進し、仕事のやり方、組織や企業の枠を超えた協業を可能にすること

● Green & Beyond (環境とその先の展望)

エネルギーを効率的に活用し、地球環境の最適化に継続的に取り組むこと



出典:
 ※1 国土交通省道路局 平成18年度道路行政の達成度報告書/平成19年度道路行政の業績計画書(2007年6月)
 ※2 IHL Consulting, 2008 Store Systems Study (2008年1月)
 ※3 World Meteorological Organization (WMO) Report (1997年9月)
 ※4 国際連合食糧農業機関 2008年12月9日プレスリリース、農林水産省平成20年12月 食品ロスの削減に向けた検討会報告資料

図1. 現代社会の解決すべきさまざまな非効率

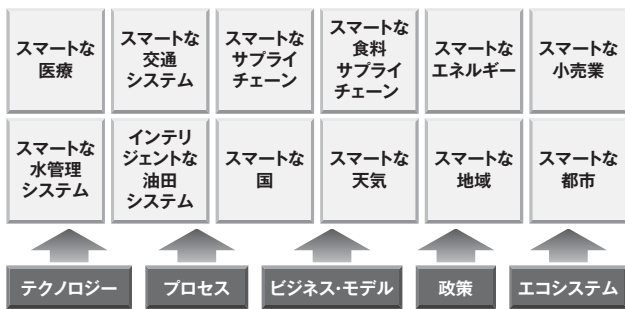


図2. Smarter Planetによるイノベーションの実践

Smarter Planetを実現するためには、革新的な最先端のテクノロジーだけでなく、ビジネス・プロセスやビジネス・モデルの革新も必要となります。さらに、国の政策や、複数の国、複数の企業や大学が協力し合っていく体制、新しいエコシステムが求められます（図2）。

IBMは、Smarter Planetを実現するために新たなテクノロジーの開発に取り組み、異業種も含めた多くの企業や、政府、大学とも連携しながら、医療、交通システム、サプライチェーン、エネルギーなどのさまざまな社会基盤をITにより革新する取り組みを始めています。次に、その幾つかの取り組みをご紹介します。

Smarter Planet 実現に向けて 世界中で実践されているイノベーション

● 「スマート」な交通システム、「スマート」な都市

日本アイ・ビー・エム株式会社（以下、日本 IBM）は、大規模マルチエージェント交通シミュレーションシステムを京都大学様と共同開発し、京都市四条通で実証実験を行いました。実験では、140万台を対象に車と運転手の運転能力や趣向などをモデル化したデータと、運行情報や道路情報などの膨大なデータを取り込んでさまざまなシミュレーションを行い、高齢化とCO₂排出量の関係など、興味深い結果が得られています。

世界中の自動車の数は2005年時点で約9億台と推定されていますが、将来にわたって持続可能な交通社会を実現していくためには、例えば渋滞税の導入や集約型都市構造への転換、環境への配慮といった交通施策や都市計画を打ち出し、多面的かつ効率的に評価できるシステムが必要です。京都大学様と日本 IBM が開発したシミュレーターは、数百万台もの車両が複雑に影響し合う大都市圏の広範囲な交通を、車両1台ごとの動きま

でマイクロにシミュレートでき、将来の「スマート」な都市計画に役立てることができます（本誌73ページ以下：IBM事例報告参照）。

● 「スマート」なエネルギー

電力の効率的な利用を目指し、必要な発電システム・送電システム・電力監視システム・電力配分システムなどを包括した次世代電力網を実現するために、センサー・ネットワークを導入し、きめ細かなエネルギー利用状況を監視するのがスマート・グリッド、スマート・エナジーです。IBMは、イタリア、オランダ、スペイン、北米、オーストラリアなどですでに実績を挙げています。

例えばイタリアでは、2,800万世帯にスマート・メーターが設置されており、15分に1回、リアルタイムに各戸のデータを収集（スマート・メーターについては本誌81ページ以下：論文①参照）。このデータを基にピーク・シフトの策を講じることで、発電コストや発電所の数を最適化することができます。各家庭には電気の使用量や時間別電気料金に応じて「青」→「黄」→「赤」へとリアルタイムに色が変わる表示ランプがあり、無駄遣いの抑止に効果を発揮していますし、さらに、節電すれば得をするような料金体系を設定することでサービス向上にもつながっています。また、洗濯機、冷蔵庫などの生活必需家電は安い料金、大型テレビなどのぜいたく家電は高い料金が適用されるような電力料金体系の実証実験の例もあります。

● 「スマート」な物流

配送業務において輸送コストを削減するための効率化への取り組みは従来も行われていましたが、昨今は、CO₂排出量を削減するという環境問題への対応が求められるようになってきました。そこで、日本 IBM は、センシング技術と道路交通システム事業で豊富な実績とスキルを持つオムロン株式会社（以下、オムロン）様と協業し、インテリジェントな物流ソリューションの提供を開始しています。

オムロン様の技術では、GPSを活用した運行管理システムや、走っている車両の重量を計測できる走行車両重量計測システムなどにより、輸送距離、積載率などの各種データを実測し、日本 IBM が開発したアルゴリズムを使って、CO₂排出量を最小化する輸送経路を特定します。これにより物流分野におけるCO₂排出量の計測・管理・最適化をトータルに支援することが可能となります。

また、ある大手電力会社様では、変圧器や電線などの資材配送経路の最適化に取り組みました。配送経路最適化ツールの導入により、輸送費は約 40%、CO₂ 排出量は約 30% の削減効果を得ています。

これらの事例は、近年の目覚ましいテクノロジーの発展により実現が可能となっています。ネットワークの飛躍的進展、センサー技術、電池技術、ソフトウェア技術、クラウド・コンピューティングなどです。IBM はこれらの技術にとどまらず、Smarter Planet をさらに高度に実現させるために、次にご紹介するような技術の向上に取り組んでいます。

けた違いの膨大なデータをリアルタイムに処理する革新的なハイブリッド・システム

Smarter Planet を実現するアプリケーションでは、大量のデータが生成され、それがネットワーク・スピードで伝播します。このデータを有効に利用するためのシステムは、入力されたデータをほぼリアルタイムで処理しなければなりません。また、膨大なデータを使ってモデリングやシミュレーションをするためには、高速の計算処理が必須です。先にご紹介したイタリアのスマート・グリッドを例にとっても、2,800 万世帯から 15 分ごとにデータが上がってくるのですから、その情報量はこれまでのアプリケーションとはけた違いであることがお分かりでしょう。

従来のシステムの性能向上率は、一般的には 2 年で約 2 倍ですが、これではとても間に合いません。Smarter Planet を実現するためには、2 年間で 3～4 倍、10 年間では 100～1,000 倍の性能向上が必要だと考えられます (図 3)。1,000 倍性能が向上したとすると、例えば約 7 万台の計算用サーバーが稼働している A 社のデータセンターを 2.4 ラックに、世界最上位クラスのスーパーコンピューターである Roadrunner をわずか 0.7 ラックに削減することができる計算になるのです。この変化がどれだけ劇的なものかお分かりいただけるでしょう (図 4)。

この劇的な性能向上のためには、従来システムとは異なる発想で、性能、電力効率やコスト・パフォーマンスといったシステム特性を大幅に向上させる必要があり、IBM はそれを実現する「ハイブリッド・システム」の開発に取り組んでいます。

ハイブリッド・システムの構成要素は主に、

①汎用サブシステム、②アプリケーション特化型サブシステム、③ネットワーク特化型サブシステム、④計算特化型サブシステムの 4 つです。そして、これらを単に従来型のネットワークで接続して 1 つのシステムにするのではなく、各応用分野向けに、Smarter Planet のソリューションを実現するのに最適化したシステムとして、必要な機能やサブシステムを組み合わせることでオーダーメイドで開発します。

IBM は、計算特化型システムとしては、スーパーコンピューター Blue Gene[®]、アプリケーション特化型システムとしては、XML を高速処理するアプライアンス・ボックス DataPower[®]などを製品として提供しています。また、ネットワーク特化型サブシステムに関連して、センサーやカメラから届く情報は蓄積して処理できる量ではありません。そのため、蓄積せずにリアルタイムで処理・加工する仕組みとして、ストリーミング・プロセッシング用のミドルウェアや、Cell に続く次世代のマルチコア方式の高性能プロセッサも開発しています。

ハイブリッド・システムは、こういった IBM の技術を集結して最適に柔軟に組み合わせ、必要であれば半

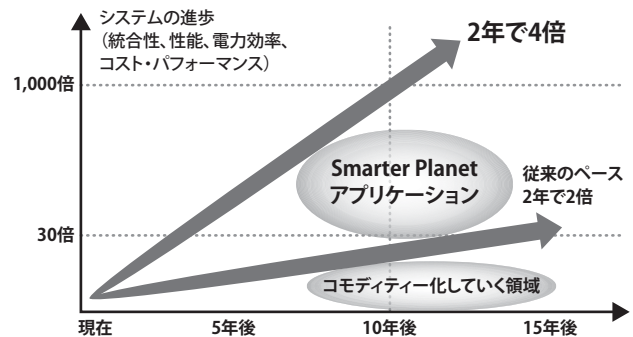
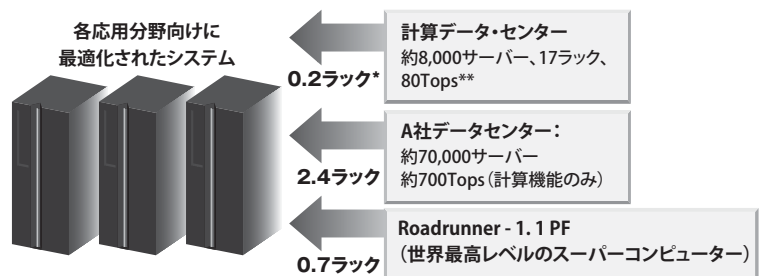


図3. Smarter Planetが狙うアプリケーション領域



・1,000倍の性能向上の力

- 最適化されたシステムによって、従来を超えた性能向上率を達成
- 専用の機能を活用することで、一定の電力で2年ごとに3～4倍の性能向上を達成できることが前提

*ラック：サーバー・ケース
**Tops：Tera operations per second

図4. 10年で100～1,000倍性能が向上するイメージ

導体のレベルから新たに開発してニーズに応えます。Smarter Planet を実現するためのハイブリッド・システムは、半導体から、サーバー、ストレージ、ソフトウェアまでをカバーする幅広い取り組みでもあるのです。

膨大なデータを処理し解析するためのシステムは、従来、莫大な時間や投資がかかっていました。しかし、Smarter Planet を実現するためには、そのためのアプリケーションを早期に実現していかなければなりません。しかも、コスト削減や環境への配慮などの制約は従来にも増しています。ハイブリッド・システムのアプローチはこの点でも有効であると考えています。

ハイブリッド・システムにより変革が期待できる分野としては、金融、証券、医療診断、気候など多様な分野が考えられ、先にご紹介した交通、物流、電力網のSmarter Planet の事例でも、ハイブリッド・システムのお考え方で開発したシステムがすでに使われています。

金融分野を例に挙げてみましょう。ニュース・フィード、ティッカー、定期購読、為替相場、クリアリング・ハウス（複数の情報システムを中継し、異なる形式のデータを相互に利用できるようにするための仕組み）などのさまざまな情報源からネットワーク・スピードで届けられるストリーミング・データの情報がります。これらを、リスク分析や自動取引のために、高度なフィルタリングやイベントの複雑な結び付きなどをハイブリッド・システムで高速に前処理することで、複雑な市場や金融の状況に対してリアルタイムで応答できるようになります。さらには、現実の市場動向が可視化されるようになるのです。

交通分野のもう1つの取り組みとして、オランダでの例をご紹介します。現在、さまざまな機能を搭載するファット・クライアント（アプリケーションやストレージなどをすべて備えたクライアント）のカーナビゲーションシステムを、GPSとディスプレイだけにして、センター側で処理した結果を表示するというシン・クライアント化の実験が行われています。実用化の段階では、何百万台もの車から届くGPSデータを処理して戻さなければなりませんから、通常の大規模サーバーなどでは太刀打ちできません。処理性能が高く、特化した機能を備えたハイブリッド・システムが必要です。

けた違いの膨大なデータから知見を引き出し チャンスやリスクを予測する BAO

ハイブリッド・システムに並び、Smarter Planet に不可欠な技術として IBM が取り組んでいるのは、意思決定のための新しいアプローチ「BAO (Business Analytics and Optimization)」です。BAOにより、膨大なデータから知見を引き出し、数理分析手法やデータ分析ツールを活用してより確実な結果を予測し、ビジネス・チャンスやリスクを認識するために、新たなレベルのインテリジェンスへ移行することができます。

IBM は、Cognos® や ILOG、予測分析を強みとする SPSS といった製品を含む BI (Business Intelligence) のミドルウェア・ソリューションを提供しており、すでに企業システムとして多数の実績があります。しかし一歩先の Smarter Planet を実現するためには、単に蓄積したデータを見るだけでなく、それを組み合わせて予測することが重要になってきます。

しかも、センサー情報、カメラの情報などに代表される社会基盤にかかわる Smarter Planet のアプリケーションで扱うデータは、企業で扱っているデータとは比較にならないほどけた違いに大きなデータですから、シミュレーションの規模も膨大です。そこで、既存のミドルウェアや大規模データベースの技術やノウハウに、オペレーション・リサーチの技術、数学モデルや先進的なアルゴリズムを組み合わせることで予見的なデータ分析と最適化を行います。

BAO のアプローチは、先にご紹介した大規模交通シミュレーターや、配送経路最適化ソリューションなどにも適用されています（図5）。また、IBM はエネルギーと

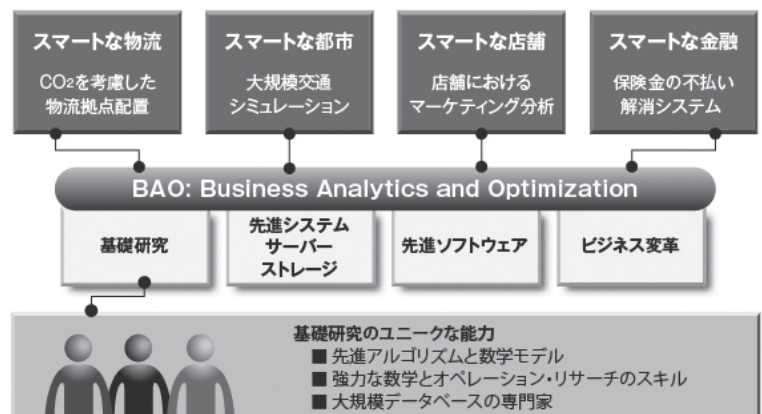


図5. BAO : ビジネス分析と最適化

環境への取り組みの一環として、Deep Thunderという天気予測シミュレーターを開発しています。これにより、高速計算を可能にする先進的な数学モデルを使って、24時間後の天気予測を1km四方のできる能力により、先進的な水資源管理に役立っています。

このほか、例えば、店舗内の防犯カメラの情報を活用し、各店内で、誰がどこを通過して何を買ったかという情報を総合的にマーケティング分析して、「スマート」な店舗を実現することもできます。また、昨今は保険金の不払いが問題になっていますが、過去の膨大な事例データを高速に計算することで、リスク管理ができるような仕組みも実現します。車には200個くらいのセンサーが搭載されていますが、そこから上がってくる信号をストリーミング・プロセッサで計算して、故障が発生する前に事前に障害を診断・予測し、リコールなどのリスクを回避することも可能です。

また、IBMは、「スマート」な都市で多くの実績を上げています。シンガポールのビジネス地区における交通量予測システムでは、その日の天気予報や過去の履歴などの大量のデータから、「10分後にどの道がどう混む」というように交通量を算出し先読みできるシステムを、シンガポール政府などと共同で構築しているところです。カーナビの渋滞情報は時差があり、「混んでいても表示されない」「すいているのに渋滞表示になっている」ということがあります。シンガポールでは、ハイブリッド・システムとBAOのアプローチでリアルタイムに近づいているのです。

交通システムに代表される安全や生命にかかわるような社会基盤のシステムでは、求められる精度や信頼性も従来とはレベルが異なります。IBMは、ここでご紹介したハイブリッド・システムとBAO以外にも、さまざまなテクノロジーの革新に取り組んでいます。

さらに、IBMは新しい協業研究の形態として「Collaboratory（コラボラトリー）」を世界中で展開しています。このコラボラトリーとは、「Collaboration（協業）」と「Laboratory（研究所）」を掛け合わせた造語です。その名が示す通り、長期的な研究戦略に沿ったテーマで、オープンかつグローバルなイノベーションの創出を目的としています。そしてIBM以外の企業や国、自治体、大学などパートナーの方々との戦略的協業や共同投資をすることで、新興国を中心に研究テーマに適した場所に研究拠点を開設しています。このように、わ

たしたちは世界中でSmarter Planet実現に向けた取り組みを展開しています。

日本の技術と文化的な強みを生かして 日本発のSmarter Planetを

日本は、ICタグやカメラなど、Smarter Planetを実現する上で必要な要素技術では世界トップクラスにあり、渋滞課金システムやエネルギー問題への対策などの海外の先進的な取り組みにおいてもすでに成果を上げています。

Smarter Planetの実現に向けて、日本が得意とする要素技術や素材技術を活用し、それらをインテグレーションするためには、優れた技術や素材を有する企業がそれを持ち寄って共同の事業計画を作り、時には政府も一緒になって新しいビジネス・モデルやエコシステムを形成していく必要があります。

品質を大事にする姿勢、環境への配慮、人への優しさなどは日本の文化的な強みであると思いますが、これに日本の素晴らしい技術や資質が加われば、Smarter Planetへの取り組みが今よりもっと活発になり、世界をリードできると考えます。実はこのような発想でSmarter Engineering（本誌52ページ以下：解説②参照）という、「スマート」なモノづくりへの変革をお手伝いさせていただきたいと考えています。グローバルにはすでにSmarter Productsという、複雑化する組み込みソフトウェアや電子・機械的装置の製造開発の変革事例が見かけられるようになりました。Smarter Engineeringは、さらに日本の強みである人を含めたモノづくりのプロセスや手法を最先端の情報技術を利用して上流から下流まで総合的に革新する取り組みです。

日本発のSmarter Planetを加速させるため、IBMは、世界中の先進的な情報を活用し、企業や政府、地方自治体のコラボレーションを積極的にご支援していきます。

Smarter Planetの実現には、新しい創造力、アイデアや発想が最も重要です。それらを持ち寄り、1つの企業だけでなく、あらゆる人々や組織の集合知で、大きな社会の問題を解決していくことができます。IBMもその一員として、日本中に、そして、世界中に協力の輪が広がっていくよう尽力してまいります。