

あらゆるモノとヒトが 相互につながる世界

IBM Redbooks

Point-of-View パブリケーション:
IBM Academy of Technology



著者 : Brad Brech (IBM Distinguished Engineer)
James Jamison (IBM Distinguished Engineer)
Ling Shao (IBM Distinguished Engineer)
Glenn Wightwick (IBM Distinguished Engineer)

ハイライト

モノのインターネット (Internet of Things: IoT) とは、さまざまな業界や世界中にわたって何十億ものデバイスやプロセスに力を与えるインターネットの未来像です。

- ▶ モノのインターネットはテクノロジーと社会の関心を 1 つにまとめて、文化の違いやスキル・レベルの異なるユーザーの懸け橋となります。
- ▶ モノのインターネットとはインターネット革命における次なる大きなステップであり、情報や知識となるデータを収集、分析、配信するインターネットの能力を強化するものです。
- ▶ モノのインターネットにより、いつでも、どこでも、何にでも接続できるプラットフォームで、独自のビジネス提案を実現できます。

モノのインターネット

モノのインターネットとは、コンピューティングと通信の未来における技術的革新であり、いつでも、どこでも、何にでも接続できるという概念に基づいています。¹ 初期の段階から、モノのインターネットは、企業や消費者が互いにやりとりする方法や、周囲の環境を変えてきました。モノのインターネットのテクノロジーは、スマート・グリッド、サプライチェーン・マネージメント、スマート・シティー、スマート・ホームといった分野のソリューションに影響を与えています。モノのインターネットとは、ビジネス・モデル、技術投資、ユーザー体験、そして毎日の生活を変える、コンピューター社会におけるパラダイムなのです。

また、モノのインターネットとは、ナノテクノロジー、消費者向け電子機器、家電、あらゆる種類のセンサー、組み込みシステム、個人用モバイル・デバイスなど、インターネットが利用できる実世界のオブジェクトのネットワークを表すものでもあります。これには、IPv6、Web サービス、RFID、4G ネットワークなど、ネットワークと通信を可能にするテクノロジーも含まれます。私たちは、モバイル・デバイスを利用することで、モノのインターネットをすでに具体的に適用しています。例えば、ホーム・セキュリティ、照明、暖房、冷房などをスマートフォンから監視できます。出し入れを監視してスマートフォンにレポートを送信してくれる冷蔵庫も購入できます。

業界には、2020 年までにおよそ 500 億のデバイスが接続されるとの予測があります。² これは接続済みの携帯電話を含む、現在のインターネット・ホストの数の 10 倍に上ります。³ この驚くべき数の接続デバイスと、デバイスに必要なメンテナンスと効果的なオペレーションの条件から、モノのインターネットの採用と成長に影響を与える複雑で込み入った課題が見えてきます。

業界には、2020 年までにおよそ 500 億のデバイスが接続されるとの予測があります。これは接続済みの携帯電話を含む、現在のインターネット・ホストの数の 10 倍に上ります。



¹ ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things: Executive Summary (ITU インターネット・レポート 2005: モノのインターネット: 概要) :

http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/InternetofThings_summary.pdf

² 「Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything (モノのインターネット : 次のインターネット変革はどのようにすべてを変えるのか)」 Dave Evans, Cisco (2011 年 4 月)

³ 「CEO to shareholders: 50 billion connections 2020 (CEO から株主の皆様へ : 2020 年における 500 億の接続)」, Ericsson 社プレス・リリース (2010 年 4 月) : <http://www.ericsson.com/thecompany/press/releases/2010/04/1403231>

モノのインターネットの側面

モノのインターネットには、図1に示すようにコンポーネント、ビルディング・ブロック、システム・オブ・システムズ (SoS) の3つの側面があります。コンポーネントは、基本的な機能を提供します。ビルディング・ブロックは、新しいモノのインターネットのコンポーネントと従来のテクノロジーのコンポーネントを統合して生まれる製品テクノロジーをひとまとめにしたものです。SoSは、業界全般でビルディング・ブロックを組み合わせ、統合し、展開する独自のやり方を表します。

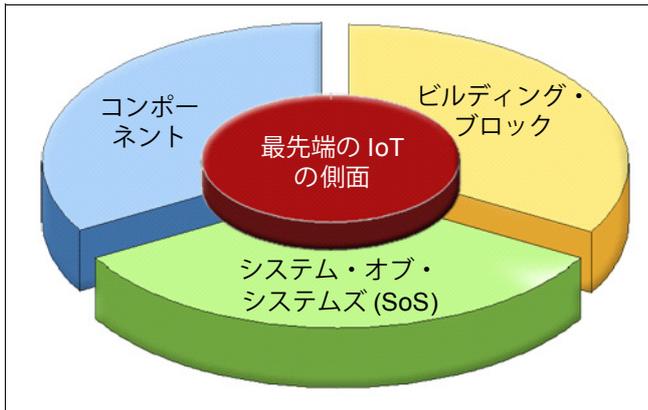


図1 モノのインターネットの側面

コンポーネントは、アプリケーションに固有であり、つまり、ソリューションにおいても固有です。例えば、水道システムではメーター、圧力センサー、流量センサー、値制御といったコンポーネントが使用されます。

ビルディング・ブロックは多くのソリューションを支えるものであり、通信、セキュリティ、アナリティクス・エンジン、リモート・コンピュータ・ノード、最新のエンジンなどがあります。ビルディング・ブロックのその他の例としては、ソフトウェア、家電製品、モバイル・デバイス、セキュリティや個人情報保護のためのテクノロジー、通信とネットワークのテクノロジーなどがあります。そのほかに、消費者向け電子機器や業務用電子機器、陸、海、空を行く乗り物、ホーム・オートメーション・テクノロジー（監視やメータリングなど）、またインターネット・プロトコルとネットワーク・プロトコル（IPv6など）も含まれます。

ビルディング・ブロックを使用してシステムを構築し、そのシステムを組み合わせることで SoS が作られます。モノのインターネットのある世界では、その違いはサポートされている運用シナリオで定義されます。

例えば、自動車は複数のビルディング・ブロックとコンポーネントから成るシステムです。市街を走行しているとき、自動車と運転者は交通システムとやりとりをして、交通の流れに乗り、行き先へと向かいます。これはある種の市街交通 SoS です。自動車メーカーにとっては、顧客サポート・システムがこれに当たります。走行状況、運転の仕方、セキュリティー、メンテナンスの記録から得られた情報が自動車メーカーの顧客サポート・システムに送られ、顧客サービス SoS が構築されます。どちらのシナリオにおいても、それぞれがある程度、自律的に動作し、依存し合い、相互に作用する、多くの小さなシステムがあり、モノのインターネットによって、協調してやりとりができるようになります。

SoS のその他の例には、IBM® Smarter Cities やスマート・グリッド、環境に配慮した地上運送システム、航空宇宙、セキュリティー、監視などがあります。また、製薬業、医療、健康管理、小売業、サプライチェーン、製造加工業、農業、食品、食品トレーサビリティ、メディアとエンターテインメント、運用シナリオや導入事例などもその一例です。

モノのインターネットでビジネスが変わる

モノのインターネットはすでに登場しており、これからも企業の環境を変革し、影響を与え続けます。企業の環境を担当する事業部門、技術部門のリーダーは、モノのインターネットのエコシステムにおいて検討すべき課題とアプローチを理解する必要があります。拡張性、可用性、管理、データ管理、セキュリティー、使いやすさなど、運用上不可欠な事項が主な検討事項となります。これらの事項は、展開時に企業の制御の及ばない部分が多い、ハイブリッド環境を念頭において検討する必要があります。

拡張性

モノのインターネットの環境には、拡張性に関する2つの課題があり、それぞれがユーザーと企業に固有の課題を提示します。拡張性に関する1つ目の課題は、接続するデバイスの数についてです。2つ目の課題は、生成されるデータ量についてです。

接続デバイスについての拡張性の課題には、システムがサポートできる同時接続数、つまりスループットと、保証できるサービス品質 (QoS) レベルがあります。ここで、インターネットの拡張性が重要な要素になります。現在、インターネット接続デバイスの大半は IPv4 を使用しています。これは、32 ビット・アドレス方式に基づいており、一意なアドレスの上限は 2^{32} (4,294,967,296) です。モノのインターネットにより接続デバイスの数が 500 ~ 1,000 億になると予測されていることを考えると、最適な拡張性を得るには IPv6 への移行が必須となります。IPv6 では 128 ビット・アドレス方式が実装され、最大 2^{128} アドレス (3.4×10^{38} デバイス) がサポー

トできます。モノのインターネットの実現を可能にする IPv6 の方針決定に影響を与えるいくつかの施策はすでに実施されています。その1つは、IoT6 プロジェクトです。このプロジェクトでは、極めて拡張性の高い IPv6 ベースのサービス指向アーキテクチャーに焦点を合わせて研究、設計、開発を行っています。⁴

データ量の拡張性の課題は、データの収集、処理、保存、照会、表示に伴うパフォーマンスの問題が中心になります。モノのインターネットのシステムは、デバイスとデータの両方の拡張性に対応する必要があります。

可用性

モノのインターネットの可用性には、回復力と信頼性があります。システムの可用性をエンドツーエンドに確保するには、コンポーネントやビルディング・ブロックにまたがる技術的原則が必要な場合があります。これは特定の業界の使用ニーズによって決まります。

クラウド・コンピューティングや、ソフトウェア・アズ・ア・サービスなどの XaaS に関する需要の増大により、アーキテクチャーにおける可用性の意味づけが重要になってきています。企業はモノのインターネットの環境に必須のサービスや機能に対する可用性の意味づけによく注意する必要があります。自社のクラウド・ベースのサービス・レベル・アグリーメント (SLA) を再検討して、必要なレベルの可用性が得られるかどうかを判断する必要があるかもしれません。

企業の環境が、オンプレミス・ソリューションとクラウド・ソリューションのハイブリッド環境である場合、革新的なソリューションは故障回避（故障の拒絶）に対応し、さまざまな形でビジネスが顧客の期待や企業のニーズに応えられるようサポートします。

管理

現在、サーバー、コンピューター、ストレージ・デバイスなどの IT 関連システムだけがガバナンス・モデルで管理できます。携帯電話やタブレットなどのモバイル・デバイスは合理的に管理できますが、その他のモノのインターネットのデバイスをより大きなエコシステムの一部として体系的に管理することはできません。モノのインターネットでは、ほとんどのデバイスの操作はユーザーの直接の関与なしにリモートから行われます。そのため、デバイスの管理も同様に、つまりリモートから、ユーザーの介入なしに行う必要があります。現在のネットワークやシステムの管理手法や技術を単純に適用するだけでは不十分です。モノのインターネットのアーキテクチャーを開発し、そのライフサイクルを管理する新しいアプローチが必要です。

データの管理

ビッグデータやモノのインターネットが合わさって、私たちの仕事の仕方や遊び方、環境とのかかわり方に根本的な変革をもたらします。これは、コンピューティングにおけるパラダイムです。ビッグデータというものが、その量、速度、多様性、正確さがすべてならば、モノのインターネットとは、そのデータを意味のある方法で利用し、生産性や生活の満足度を向上させることを意味します。⁵

例えば、モノのインターネットは、ある時間空間的な情報（時間と空間の両方の性質を持つデータ）を収集できます。この情報とアナリティクス技術を組み合わせることで、いつ、どこで、どのようにデバイスとユーザーがやりとりできるか、またはやりとりを行うべきかという新しい洞察を得ることができます。重要な課題は、このデータをどのように保存、管理、操作するかです。多くの企業が IBM SPSS、Tealeaf、IBM Cognos といったテクノロジーをすでに使用して複雑なアナリティクスを行い、洞察を得てパターン、異常イベント、変則性を見だしています。モノのインターネットというコンテキストの中でこれらのテクノロジーを利用することでもたらされる革新は、e- コマース、サプライチェーン、顧客体験の管理などの主要なビジネス・プロセスに新しい機能を提供します。しかし、このレベルの機能を達成するには、データベース、コンテンツ管理、情報テクノロジー機能の拡大が必要です。

セキュリティ

従来の IT セキュリティでは、社内 IT システムを囲む安全な境界やファイアウォールを構築していました。しかし、モノのインターネットが普及すると、アクセス制御という概念が、ある種の委託の制御というものになります。これにより、はるかに幅広いソリューションが考えられるようになります。セキュリティの課題を解決するには、モノのインターネットの使いやすさを損なうことなく、承認、認証、アクセス制御、プライバシー、委託に関する要件を効果的に備える必要があります。

⁴ IoT6 Project (IoT6 プロジェクト) : <http://www.iot6.eu>

⁵ Big Data at the Speed of Business: What is big data (ビッグデータとは) : <http://www.ibm.com/software/data/bigdata>

使いやすさ

使いやすさは、これからのソリューションにおいて幅広い役割を担います。従来、ITソリューションの大部分はタスクに基づくものであり、タスク・ベースのトレーニングが可能でした。モノのインターネットでは、文化的な違いや知識やスキル・レベルが異なるユーザーの懸け橋となるよう、新しい、より高いレベルの使いやすさがデバイスに求められるため、このタイプのトレーニングは複雑で非効率です。モノのインターネットのシステムは、複雑なシステムを詳細に可視化します。これは使いやすさに必須のデザインであり、使いやすさ、美しい外観、多言語サポート、コンテキスト・ヘルプを実現します。

モノのインターネットはワイヤレス・センサーからナノテクノロジーまで多くの分野の革新を取り込み、IBM Smarter Planetの取り組みの一部となります。

業界をまたがるモノのインターネットという概念

図2に示すように、モノのインターネットの概念は、スマート・グリッドの需要と対応を扱うビジネスから運輸、スマート・ホーム、サービスまで、ほぼすべての業界とソリューションの機能に影響を与えます。業界アナリストは、廃棄物管理、都市計画、持続可能な都市環境、継続的ケア、緊急時対応、インテリジェント・ショッピング、スマート・プロダクト管理、スマート・メーター、ホーム・オートメーション、スマート・イベントなどの分野において、モノのインターネットが重要な役割を果たすと予測しています。

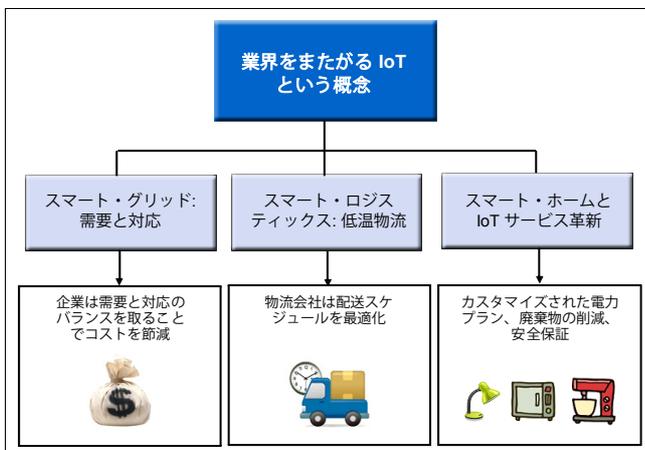


図2 業界をまたがるモノのインターネットという概念

スマート・グリッドの需要と対応

エネルギー、電力、再生エネルギー業界、特に再生エネルギー資源の業界において、需要と対応のバランスを管理する上でスマート・グリッドの需要と対応が重要な要素となります。このバランスは、風力発電や太陽光発電パネルなどの分散型エネルギー資源や再生エネルギー資源の展開を続ける上でも重要なポイントになります。モノのインターネットという観点では、これらの業界の意思決定がその他の業界に直接の影響を与えます。例えば、自動車、消費者向け電子機器、家電のデザイン選択においては、電力会社の提供するオプションの使用と展開機能を考慮する必要があります。

需要と対応をモノのインターネットでシステム化することで、分散型発電機の出力予測、電力網の電流負荷、電気自動車やスマート家電の予測使用量などのさまざまな情報源が統合できます。リアルタイムのデータや履歴データを使用して、モノのインターネットの需要と対応のシステムはある時間幅における平衡点を計算し、予測して、発電機や電力網、スマート家電に自動的に制御情報を送信し、望ましいバランスを維持できます。例えば、電力会社は電力網の信頼性と一貫性を保ちつつ、新しい設備に必要な資金を大幅に節減できます。

モノのインターネットが需要と対応を改善するもう1つの例は、交通管理です。リアルタイム・センサーから得られるデータとモデリング情報を使用して交通パターンを分析できます。次に収集したデータを使用して、状況に応じて信号機のタイミングを調整したり、高速道路の出入り口を開閉したりすることで、渋滞を緩和し、車の流れを予測モデル上ではなく、リアルタイムで改善できます。

スマートな低温物流

医療、食品小売、製菓、化学、運輸といった業界では、モノのインターネットにより低温物流に基づくソリューションが実現しやすくなると見られています。低温物流という概念は、アイスクリーム、菓、高級な野菜、肉、魚のような品目に必要な特別なサプライチェーンに関するものです。これらの品目の配送においては、さまざまな倉庫での保管、複数の車両による輸送、さまざまな場所の店舗、複雑な規制への準拠など、物流チェーンにおける複数の段階があります。このような複数の段階があることで、物流プロセス全般で食品のライフサイクルを監視する必要が生じます。モノのインターネットに基づくシステムにより、品物の位置情報を管理し、温度や湿度の情報を監視、記録することで、配送品質をエンドツーエンドに維持できます。モノのインターネットのアプローチにより、物流会社は配送スケジュールを最適化し、サービスを差別化できるのです。

スマート・ホームとモノのインターネットのサービス

スマート・ホームに関連して、モノのインターネットに基づくソリューションが大きな可能性を秘めている業界の例には、家電、消費者向け電子機器、住宅建設、通信、ホーム・セキュリティ、医療などがあります。未来のスマート・ホームでは、ダイナミック・ライティング（動的照明制御）、ホーム・オートメーション、エネルギー管理、セキュリティ、健康状態のリモート監視など、スマート家電と管理デバイスをつないだ新たなアプリケーションを幅広く利用できるでしょう。

今現在でも、鍵や家電、照明、室内の温度などがスマートフォンから監視できます。このように相互に接続されたスマートなアプリケーションやデバイスが、モノのインターネットのサービス・プラットフォームを形成し、カスタマイズされたエネルギー計画、廃棄物の削減、安全保証など、革新的なサービスの開発を実現します。この、モノのインターネットのプラットフォームは、ビジネス・モデルを業界の新たなシナリオに適応させる上でも役立ちます。

IBM の提言

モノのインターネットという概念により、未来のインターネットをダイナミックなグローバル・ネットワーク・インフラストラクチャーとしてとらえることができます。そこでは物理的なモノや仮想的なモノに ID と物理属性が付いており、標準の通信プロトコルに基づいて自律的に構成された機能が利用されます。モノのインターネットにより、リアルタイム環境で最適なシステムが構築され、より優れた情報システムが実現します。静的なシステムであったものにリアルタイムのダイナミクスがもたらされるのです。このような未来のネットワークにおいては、グローバルな情報ネットワークにシームレスに接続するためのインテリジェントなインターフェースがあらゆるモノに与えられます。このネットワークは、顧客体験という言葉に新しい意味を与えます。IBM にとってモノのインターネットとは Smarter Planet という概念をサポートする技術革命です。⁶

モノのインターネットにつながるものが戦略的事業展開に欠かせない、そのために最適化を行い、潜在的な力を引き出したいとお考えでしたら、今がその時です。IBM へご相談ください。現在、IBM はモノのインターネットと IBM Smarter Commerce、IBM Smarter Analytics、Smarter Computing Infrastructures、MobileFirst とのつながりを精査しています。これらのトピックの詳細や、モノのインターネットをビジネスに役立てる方法については、次の Web サイトの「Systems of Interaction」をご覧ください。

<http://www.ibm.com/software/solutions/systems-of-interaction/>

詳細について

モノのインターネットの詳細については、以下のリソースをご覧ください。

- ▶ Internet of Things: Strategic Roadmap 2009 (モノのインターネット : 戦略的ロードマップ 2009)
http://www.grifs-project.eu/data/File/CERP-IoT%20SRA_IoT_v11.pdf
- ▶ 「That 'Internet of Things' Thing (『モノのインターネット』というもの)」 K. Ashton、*RFID Journal*
<http://www.rfidjournal.com/article/view/4986>
- ▶ Top 5 Web Trends 2009 (2009 年 Web トレンドのベスト 5)
http://www.readwriteweb.com/archives/top_5_web_trends_of_2009_internet_of_things.php
- ▶ ITU Internet Reports 2005 (ITU インターネット・レポート 2005) : The Internet of Things -Executive Summary (モノのインターネット - 概要)
http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/InternetofThings_summary.pdf
- ▶ Internet of Things in 2020 (2020 年におけるモノのインターネット)
<http://www.smart-systems-integration.org/public/internet-of-things/the-internet-of-things/?searchterm=internet%20of%20things>

⁶ Smarter Planet とは : モノのインターネット :
http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/overview/article/iot_video.html

特記事項



商標

IBM、IBM ロゴ、ibm.com、Cognos、Redbooks、Redbooks ロゴ、Smarter Analytics、Smarter Cities、Smarter Commerce、Smarter Planet、および SPSS は、世界の多くの国で登録された International Business Machines Corporation の商標です。他の製品名およびサービス名等は、それぞれ IBM または各社の商標である場合があります。現時点での IBM の商標リストについては、<http://www.ibm.com/legal/copytrade.shtml> をご覧ください。

本資料の内容は、米国 IBM が提供する製品およびサービスを対象としています。

本資料に記載されている製品、サービス、または機能が日本では提供されていない場合があります。日本で現在利用可能な製品、プログラム、またはサービスについては、日本 IBM の営業担当員にお問い合わせください。本資料で IBM 製品、プログラム、またはサービスが言及されている場合でも、その IBM 製品、プログラム、またはサービスしか使用できないという意味ではありません。これらに代えて、IBM の知的所有権を侵害することのない、機能的に同等の製品、プログラム、またはサービスを使用することができます。ただし、IBM 以外の製品、プログラム、またはサービスの操作は、お客様の責任で評価および検証してください。

IBM は、本資料に記載されている内容に関して特許権（特許出願中のものを含む）を保有している場合があります。本資料の提供は、特許のライセンスを供与するものではありません。ライセンスについては、書面にて、*IBM Director of Licensing (IBM Corporation, North Castle Drive, Armonk, NY 10504-1785 U.S.A.)* までお問い合わせください。

以下の保証は、国または地域の法律に沿わない場合は適用されません。

IBM およびその直接または間接の子会社は、本資料を特定物として現存するままの状態を提供し、商品性の保証、特定目的適合性の保証および法律上の瑕疵担保責任を含むすべての明示もしくは黙示の保証責任を負わないものとします。国または地域によっては、法律の強行規定により、保証責任の制限が禁じられる場合、強行規定の制限を受けるものとします。

この情報には、技術的に不適切な記述や誤植が含まれる場合があります。本資料は定期的に見直され、必要な変更は本資料の次版に組み込まれます。IBM は予告なしに、随時、本資料に記載されている製品またはプログラムに対して、改良または変更を行うことがあります。

本資料において IBM 以外の Web サイトに言及している場合がありますが、便宜のため記載しただけであり、決してそれらの Web サイトを推奨するものではありません。それらの Web サイトにある資料は、この IBM 製品の資料の一部ではありません。それらの Web サイトは、お客様の責任でご使用ください。

IBM は、お客様が提供するいかなる情報も、お客様に対してなんら義務も負うことのない、自ら適切と信ずる方法で使用もしくは配布できるものとします。

IBM 以外の製品に関する情報は、その製品の供給会社、公開データ、もしくはその他の公に利用可能なソースから入手したものです。IBM ではそれらの製品をテストしておりません。従って、他社製品に関する性能、互換性、またはその他公表データの正確性は確認がありません。IBM 以外の製品に関するご質問は、対象製品の開発元へお問い合わせください。

本資料には、日常のビジネス業務で使用するデータや報告書の例が含まれています。より具体的に説明するため、それらの例には、個人名、企業名、ブランド名、製品名などが含まれている場合があります。それらの名称はすべて架空のものであり、名称や住所が類似する企業が実在しているとしても、それは偶然にすぎません。

本資料に含まれる性能データは、すべて制御環境で測定されたものです。従って、その他のオペレーティング環境で得られる結果は大幅に異なる場合があります。本資料で引用した一部の測定値は、開発レベルのシステムで得られたものである場合があり、これらの測定値が一般に利用可能なシステムで得られるとは限りません。また、一部の測定値は、外挿による推定値である場合があります。お客様の環境によって、結果が異なる場合があります。特定の利用環境で適用されるデータに基づき検証してください。

著作権使用許諾

本資料には、さまざまなオペレーティング・プラットフォームでのプログラミング手法を例示するサンプル・アプリケーション・プログラムがソース言語で掲載されています。お客様は、サンプル・プログラムが書かれているオペレーティング・プラットフォームのアプリケーション・プログラミング・インターフェースに準拠したアプリケーション・プログラムの開発、使用、販売、配布を目的として、いかなる形式においても、IBM に対価を支払うことなくこれを複製し、改変し、配布することができます。これらのサンプル・プログラムに対しては、あらゆる条件下における完全なテストが実施されていません。従って IBM は、これらのサンプル・プログラムの信頼性、有用性、または機能性を保証できません。

本資料の原典 (REDP-4975-00) は 2013 年 4 月 19 日に作成または更新されました。