

ビッグデータの利活用を容易にする基盤技術 — 統合ビッグデータプラットフォーム

Integrated Big Data Platform for Optimal Use of Big Data in Various Fields

栗田 雅芳

服部 雅一

吉本 武弘

■KURITA Masayoshi

■HATTORI Masakazu

■YOSHIMOTO Takehiro

現在、社会インフラシステムをはじめとする様々な分野で、ビッグデータが利活用されるようになってきているが、従来の技術では、これらの膨大かつ多種多様なデータを扱うことは困難であった。

東芝ソリューション(株)は、このようなビッグデータを活用したソリューションを提供するための基盤技術として、統合ビッグデータプラットフォームを開発した。このプラットフォームは、ビッグデータの特性に合った、収集、蓄積、加工、及び分析などの機能を備えており、これらを使用することで、ビッグデータをより容易に扱うことが可能になる。

In recent years, attention has been increasingly focused on big data in various fields including social infrastructure systems to identify new sources of value that can be obtained by the rapid analysis of changes in such data.

Toshiba Solutions Corporation has developed the "Integrated Big Data Platform," a fundamental technology to provide solutions realizing the optimal use of big data. This platform makes it possible to handle big data with greater efficiency and ease of use through data gathering, storage, processing, and analysis functions appropriate to the individual characteristics of big data.

1 まえがき

近年、技術の進歩により、従来は扱うことができなかった膨大な量のデータ(ビッグデータ)をビジネスに活用することが可能になってきた。施設や工場に設置された膨大な数のセンサーから集まる“モノ”の情報や、ICカードや携帯端末から集まる“ヒト”の情報、及びソーシャルメディアから集まる社会や企業の情報などを元に、これらを組み合わせることで、新たな価値を生み出すことが可能になってきている。ビッグデータを活用し新たな価値を生み出すためには、データの収集、蓄積、加工、及び分析や、イベントの検知など、ビッグデータの特性に合わせた様々な処理が必要となる。

東芝ソリューション(株)は、これらのビッグデータを活用するソリューションの開発に必要なソフトウェア基盤として、統合ビッグデータプラットフォームを開発した。

ここでは、統合ビッグデータプラットフォームと、ビッグデータを利活用するための技術について述べる。

2 ビッグデータの利活用を支える 統合ビッグデータプラットフォーム

ビッグデータの発生源は、従来の企業システムのコンピュータに加え、スマートメータ(次世代電力量計)、監視カメラ、スマート家電など多様化してきている。これら多様な発生源から自動生成されるデータは、今後急増していく見通しである。また、Twitter^(注1)やFacebook^(注2)をはじめとするSNS(Social

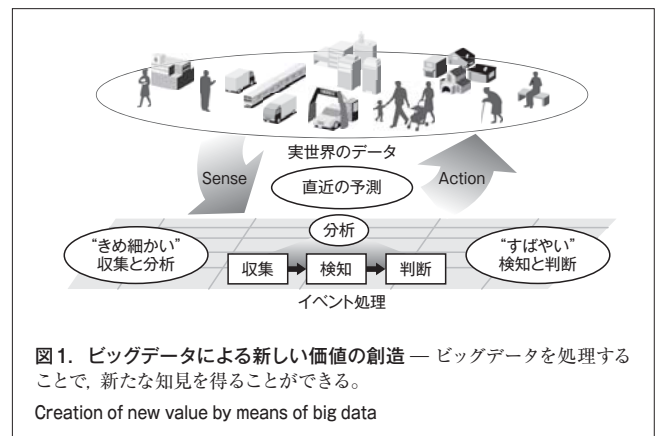


図1. ビッグデータによる新しい価値の創造 — ビッグデータを処理することで、新たな知見を得ることができる。

Creation of new value by means of big data

Networking Service) は、社会のリアルタイムコミュニケーションの道具として認知されてきており、投稿データなどの膨大なデータ(ソーシャルデータ)が生み出されている。

これまでよりも高頻度で逐次発生する膨大でかつ多様な実世界のデータを感知し、きめ細かく収集、加工、及び分析をすることでパターンやルールという知見を導出し、知見に基づいてリアルタイムにすばやく検知し判断することは重要である。なぜなら、状況の変化をいち早くつかみ、チャンスやリスクに迅速に対処することができ、ビジネスや社会に新しい価値を見出すことが可能となるからである(図1)。

このようにビッグデータを利活用するためには、様々なデータを感知し、収集、検知、判断して実行する、イベントドリブンな

(注1) Twitterは、米国又はその他の国におけるTwitter, Inc.の登録商標。

(注2) Facebookは、Facebook, Inc.の商標。

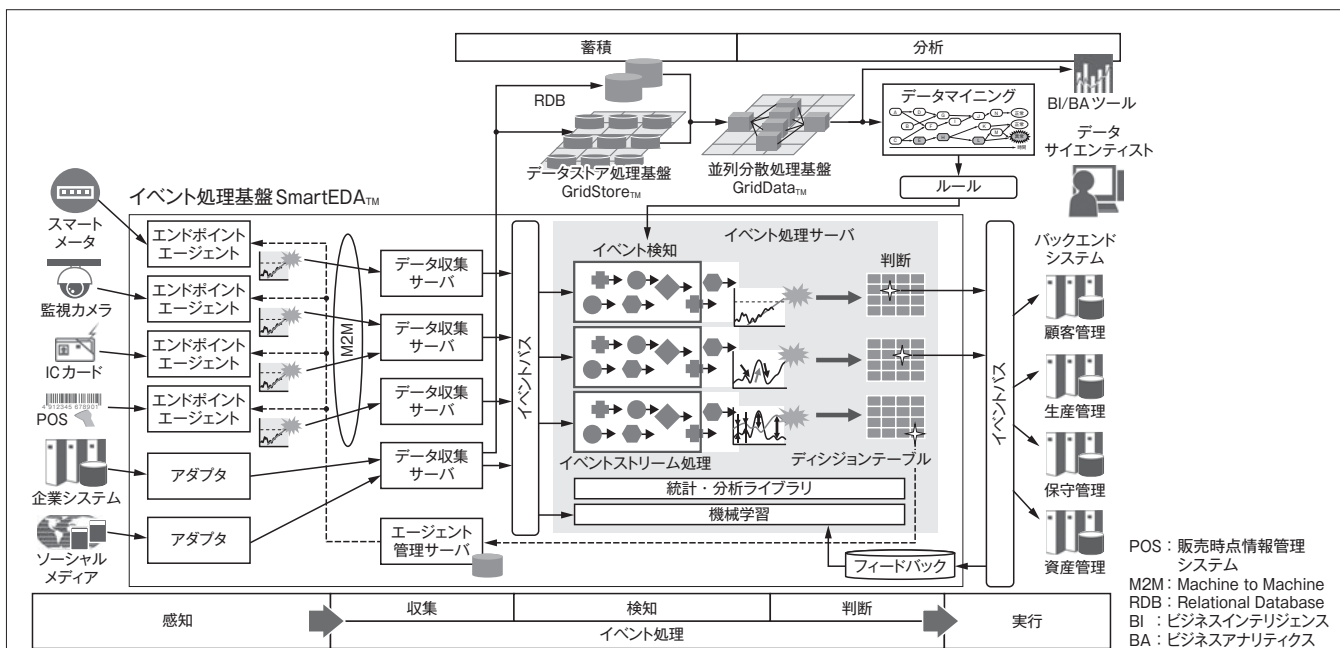


図2. イベントドリブンなビッグデータ処理のアーキテクチャー 実世界から入ってくるイベントに基づき処理を実行する。
Event-driven architecture of big data processing

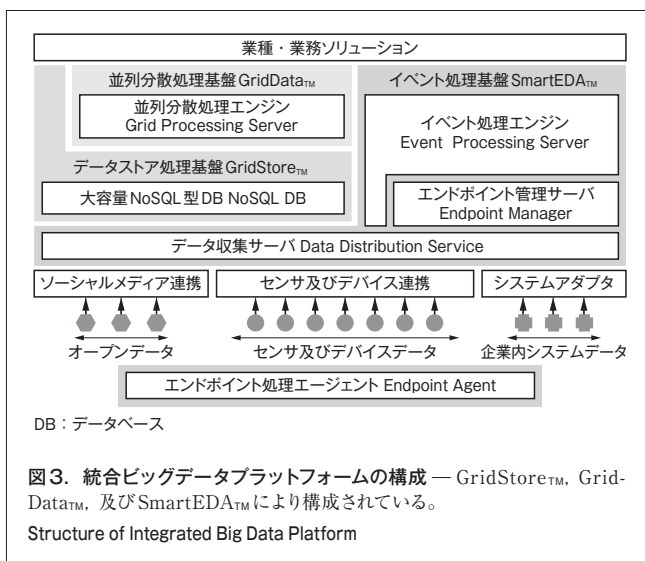


図3. 統合ビッグデータプラットフォームの構成 — GridStore™, Grid-Data™, 及びSmartEDA™により構成されている。
Structure of Integrated Big Data Platform

ビッグデータ処理のアーキテクチャが必要となる (図2)。

統合ビッグデータプラットフォームは、このアーキテクチャを実現する基盤ソフトウェアであり、ペタ (P: 10¹⁵) バイト級の大規模データを高速に蓄積し検索するデータストア処理基盤 GridStore™, そのデータを組み合わせ高速に集計, 加工, 分析する並列分散処理基盤 GridData™, 及びイベント処理基盤 SmartEDA™ から構成されている (図3)。

3 ビッグデータの蓄積 (GridStore™)

数十テラ (T: 10¹²) バイトを超える大規模データを扱うに

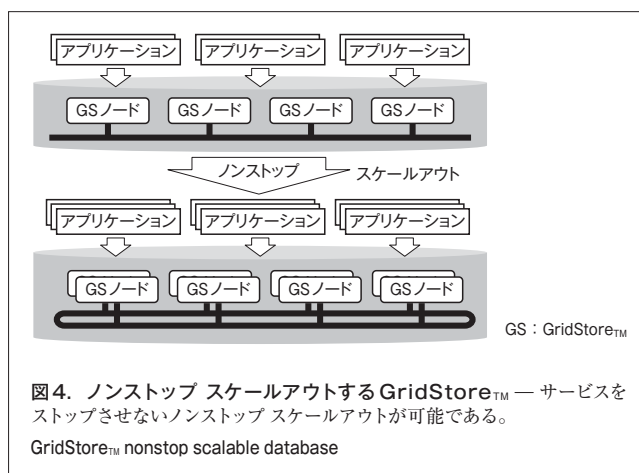


図4. ノンストップ スケールアウトする GridStore™ — サービスをストップさせないノンストップスケールアウトが可能である。
GridStore™ nonstop scalable database

は、ノード数を増やすことで処理性能を向上できる、スケールアウトのアプローチが重要である。当社は、スケールアウトすることでPバイト級のデータを扱うことができる、問合せ言語 (SQL) を用いないNoSQL (Not Only SQL) 型データベースの GridStore™を開発した。その特長を以下に述べる。

- (1) 高いスケーラビリティ GridStore™は、データ量の増加とともにデータベースノードを追加することで、Pバイト級のデータを扱える。更に、オンラインでノードを追加できるようにすることで、サービスをストップさせないノンストップスケールアウトが可能である (図4)。

また、高いスケールアウト性を実現するためには、特定ノードに負荷が集中しないように、クラスタを構成するノード間でバランス良くデータを配置する必要がある。こ

のため、ノード間でデータを自律的に再配置するアルゴリズムを開発した。

- (2) 高いパフォーマンス 従来型のデータベースは、ディスクI/O (入出力) のボトルネックにより十分な処理性能を引き出せず、更に、十分なメモリが確保できたとしても、同時実行処理時のロック競合などで性能が上がらないことがよく知られていた。

GridStore™は、ノードの処理性能を最大限引き出すため、データのインメモリ化とデータ処理のノーロック化、更にはイベント駆動アーキテクチャの採用により、極力オーバーヘッドを削減し、更新と検索において高い処理性能を実現した。

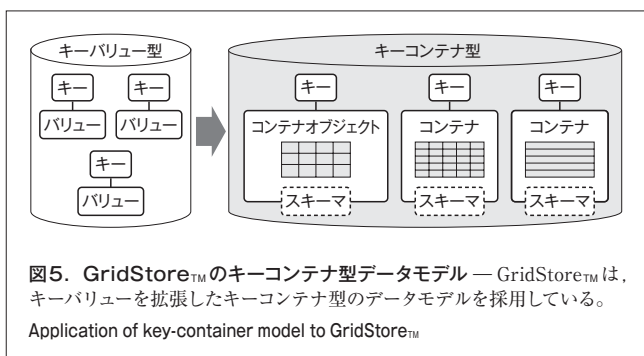
また、クライアントとクラスタの間でノードに対するデータ配置情報を共有する構成とすることで、特別な管理サーバを経由せずにクライアントとノードで直接通信できるようにした。これにより、管理サーバでのオーバーヘッドがなくなって性能向上を図れるとともに、管理サーバへの負荷集中によるスケールアウト性の低下を避けることができた。

- (3) 高いロバスト性 社会インフラなどで要求される高いレベルの耐障害性を実現するため、自動的にノード間でデータのコピーを保持し合うレプリケーション機能と、ストレージによるリカバリ機能を提供することで、トランザクションも含めたデータの一貫性を保つことができる。

また、単一障害点になりやすい管理サーバがクラスタ内に存在しないため、クラスタの耐障害性が更に高くなる。

- (4) 非構造化データサポート GridStore™は、NoSQL型でよく採用されているキーバリューを拡張した、キーコンテナ型のデータモデルを採用し、多様なデータを扱えるようにしている (図5)。

また、時間順にレコードが格納される時系列コンテナをサポートし、時系列レコードを圧縮する機能も備えている。更に、2D (2次元) や3Dなどの幾何オブジェクトの位置と形状を表現する空間データ型と、空間データ索引をサポートしている。これらにより、センサデータや移動体の位置情報など、社会インフラにおいて時々刻々生成される情報を適正に管理できるようになる。



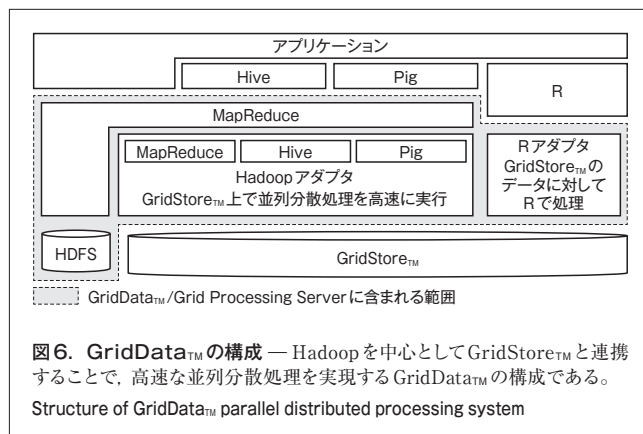
4 ビッグデータの加工 (GridData™)

GridStore™に蓄積した大規模データを処理するためには、データを分割し、複数台のコンピュータで処理を分担するスケールアウト型の並列分散処理が適している。そのような並列分散処理の基盤として、Hadoopと呼ばれるオープンソースソフトウェアが注目されている。この技術をより有効に活用するため、GridStore™内のデータを、直接、HadoopのMapReduce方式で並列分散処理することができる、並列分散処理基盤のGridData™を開発した。

GridData™の構成を図6に示し、以下に述べる。

GridData™を利用することで、GridStore™内のデータは処理環境の規模に合わせて自動的に分割され、並列分散方式で処理される。その際、通常、Hadoopで必要となるHDFS (Hadoop Distributed File System) へのインポート及びエクスポート処理が発生しないため、高速にデータを処理することができる。また、HadoopのAPI (Application Programming Interface) をそのまま利用してアプリケーションを構築できるため、Hadoop上の既存のアプリケーションを、大幅な変更なしにGridData™上で稼働させることが可能である。

アプリケーションの実装には、簡易型データ処理プログラム言語であるHiveとPig、及び統計解析用プログラム言語であるRを利用できる。Hiveは、リレーショナルデータベースで採用されているSQL言語に似た記法で利用できる。Pigはデータフローを表現した記法で、並列分散処理を意識することなく、簡単にデータ処理を記述できる。また、Rは、データ分析用途で広く利用されているプログラム言語である。これらのプログラム言語でGridStore™内のビッグデータを直接処理できるので、データ加工処理の内容に応じて言語を選択することで、容易にアプリケーションを開発できる。更に、近年、多くのBI (ビジネスインテリジェンス) 及びBA (ビジネスアナリティクス) ツールがHiveのJDBC (Java Database Connectivity) インタフェースと接続可能であるため、それらのツールを活用したシステム構築も可能となる。



5 ビッグデータの収集とイベントの検知 (SmartEDA™)

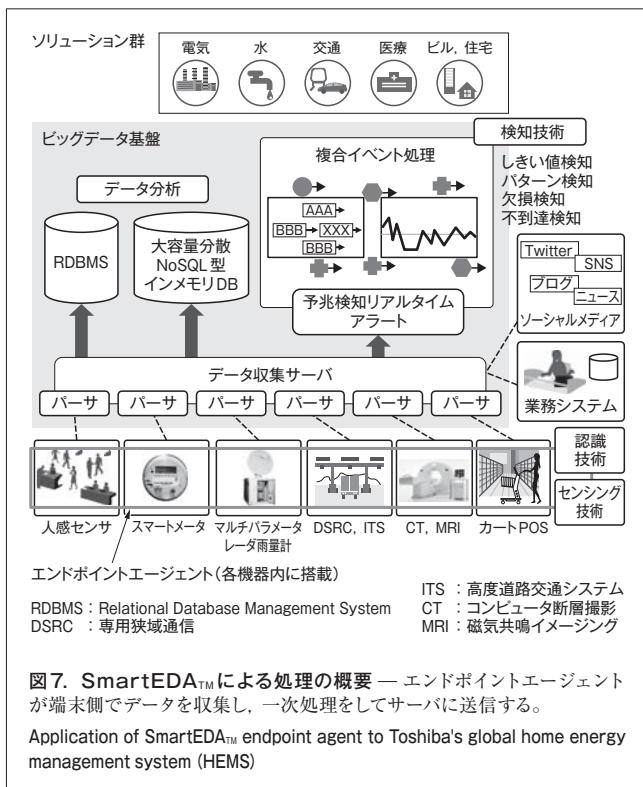
5.1 ビッグデータの収集

社会インフラとして広域に分散する機器から自動的に情報を収集し、処理することが必要とされている。これは、マシンデータをクラウドシステム内につなぐという意味でM2M (Machine to Machine) と呼ばれたり、モノのインターネットという意味でIoT (Internet of Things) と呼ばれたりしている。

東芝グループは、社会インフラに対して様々な機器を提供しており、これらの事業を支えるIT (情報技術) として、特にこのM2Mを実現するための技術が重要となっている。

ITの進歩により、従来の機器がよりスマートにインテリジェントに進化している。当社は、この機器内に組み込んで動作可能なエンドポイントエージェント (SmartEDA™/Endpoint Agent) を提供している (図7)。

従来はマシンデータ収集用のエージェントが、マシン内に蓄積したログデータを周期的 (1時間ごとなど) にサーバに送信していた。それに対しこのエンドポイントエージェントは、その機能を残しながらも、後述するCEP (Complex Event Processing: 複合イベント処理) 機能を備えることで機器側で変化傾向やパターンを認識し、特定の状況に対しては即時にサーバに状況を伝えることができる。また、与えられた条件に応じた制御を自律的に実行することもできる。このようなエージェントを小型のコンセントレタやチップ内に搭載することで、様々な機器に組み込んで利用することが可能である。



機器内のエージェントから送信されるデータはデータ収集サーバ (SmartEDA™/Data Distribution Service) が受け取り、前述のGridStore™などの蓄積系や、後述するイベント処理系に配信する。このデータ収集サーバは、多様なデータソースから送られてくる異なったデータ形式に対応する必要がある。このため、データ収集サーバは、データソースに応じたパーサ (データを解読する機能) を動的にロードし使用できる。

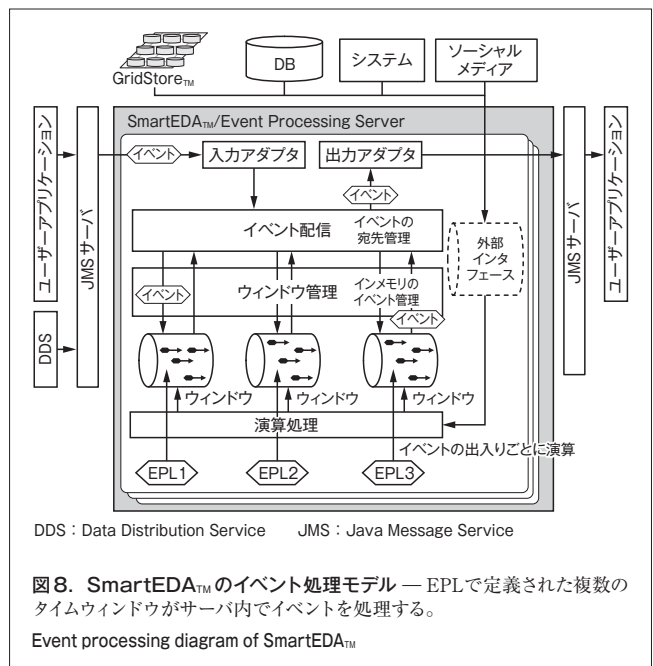
データ収集サーバは、東芝グループのグローバルHEMS (Home Energy Management System) の収集機能としても利用されている。

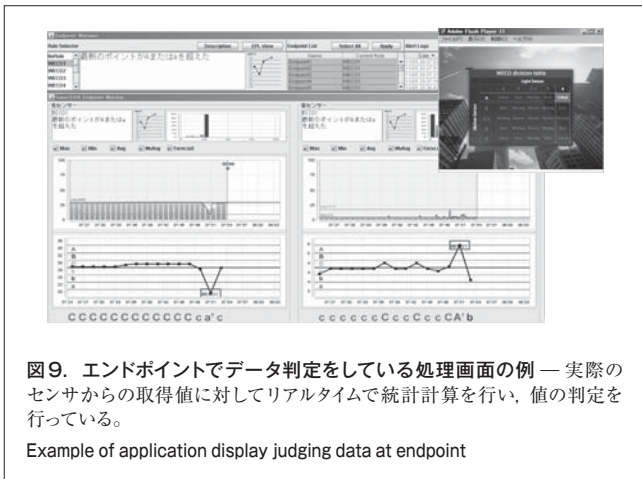
5.2 イベントの検知

センサなどからリアルタイムで送信されてくるデータから、なんらかの異常や故障の傾向を検知する技術として、CEPがある。

CEPは、タイムウィンドウという時間範囲を限定したメモリ空間に対して高速な統計演算を実施し、データの傾向やパターンをリアルタイムで検知する技術である。

CEPは、イベント検知のため、タイムウィンドウに対してコンティニユアス クエリで問合せを行う。コンティニユアス クエリは、SQLに似た記法のCQL (Continuous Query Language) という言語がベースとなっており、業界標準となっている。このため、各CEPベンダーがCQLに準拠した製品をリリースしている。イベント処理エンジン (SmartEDA™/Event Processing Server) は、CQLをベースに様々な関数を追加したEPL (Event Processing Language) というイベント処理言語に対応している。CEPエンジンに対して事前にコンティニユアス クエリを登録しておくことで、データが指定の条件に合致したときにCEPエンジンはクエリの結果を返す (図8)。これにより、アプリケーションは即時に必要な状態を検知することが可能となる。





5.3 エンドポイントと連携したイベント検知

前述したように、SmartEDA™は、東芝グループが提供する様々なデバイスと連携し、効率的な状態検知を実現するためのイベント処理基盤として設計されている。

従来は、端末が送信してくる全てのデータをクラウドシステム側で計算するのが一般的であったが、SmartEDA™は、端末側のエージェントでCEPによるイベント処理を行い、統計計算や傾向計算などを実行し、計算結果だけをリアルタイムにサーバに送信することができる。これにより、ネットワークへの負荷を軽減するとともに、端末側でリアルタイムに処理し、異常時には即時通知を行うことが可能である。

SmartEDA™を使用してエンドポイントで処理した画面例を図9に示す。

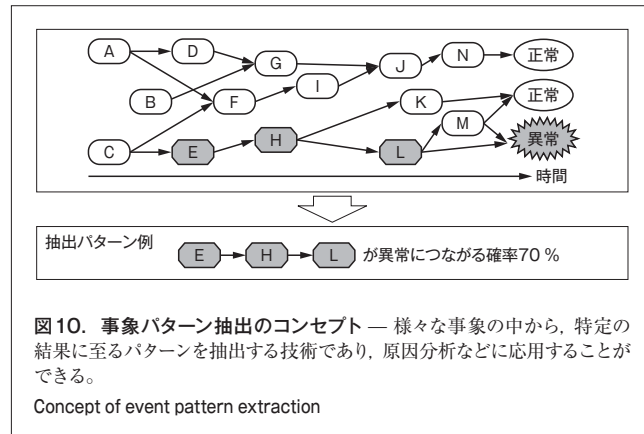
6 ビッグデータの利活用技術

統合ビッグデータプラットフォームにより大規模データを分析することで知見を広めることができ、それを利用してビジネスや生活における新たな価値を創造することが可能になる。

GridData™は、BI/BA ツールとHive インタフェースにより連携することができ、これによって、GridStore™に蓄積された大規模データを多角的に集計し分析することが可能になる。更に、ビッグデータの利活用をサポートするため当社が開発した独自の共通機能を提供することで、ユーザーによる分析作業をより容易にすることができる。これらの利活用機能の一つとして、“事象パターン抽出エンジン”（仮称）について述べる。

事象パターン抽出エンジンは大量に集められた時系列の様々な事象（イベント）から、特定の結果に至る時系列の組合せを抽出する分析技術である（図10）。

これは、一般的に知られている時系列アソシエーション分析に類似した技術であるが、特定の結果に至るパターンを見つけだせるというのが特長である。例えば、製造装置のログデータから異常に至るパターンや、交通状況から渋滞の発生するパ



ターンなどを見つける応用が考えられる。

この技術により、これまで困難であった、異なるデータソース間の関連性の抽出が可能になる。ただし、そのためには膨大なマッチング演算が必要になるが、GridData™が提供する並列分散処理エンジンにより、分析計算に要する時間を大幅に短縮することができる。

事象パターン抽出エンジンの分析結果をSmartEDA™にルールとして設定することで、特定の故障や異常に至る確率が高いでき事の組合せを事前に検出することができ、予防保全が可能になる。

7 あとがき

統合ビッグデータプラットフォームはあくまでも基盤技術であり、ビッグデータを扱うビジネスを行うためには、ソリューションとして提供することが重要である。今後、情報を利活用するためのツールやエンジンの開発、著名なBI/BAツールとの連携機能の開発など、そのソリューション提供をサポートする仕組みの開発を継続していく。



栗田 雅芳 KURITA Masayoshi

東芝ソリューション(株) プラットフォームソリューション事業部 商品企画部参事。統合ビッグデータプラットフォームの商品企画に従事。
Toshiba Solutions Corp.



服部 雅一 HATTORI Masakazu

東芝ソリューション(株) IT研究開発センター主幹。スケールアウト型データベースの研究・開発に従事。情報処理学会会員。
Toshiba Solutions Corp.



吉本 武弘 YOSHIMOTO Takehiro

東芝ソリューション(株) プラットフォームソリューション事業部 ソフトウェア開発部主任。統合ビッグデータプラットフォームの開発に従事。
Toshiba Solutions Corp.