



## IoTのデータ・ストリームを理解する

# 目次

モノのインターネット .....	1
初期のセンサー .....	2
モノのインターネットとビッグデータの爆発的増加 .....	2
モノのインターネットを有効に活用する .....	2
SAS®Event Stream Processingとは .....	2
IoTにイベント・ストリーム・プロセッシングを活用する .....	2
SAS®Event Stream Processing を モノのインターネットに統合する .....	3
まとめ .....	3

## 著者

フレデリック・コンパネール  
SAS、シニア・ビジネス・ソリューション・マネジャー

## モノのインターネット

さまざまなデバイスを接続する仕組みは「モノのインターネット (IoT: Internet of Things)」と呼ばれ、デバイスに備わったセンサーは多くの新たなデータを生成しています。このデータは、新たなサービスの提供、効率性の向上、そして場合によってはより競争力のあるビジネスモデルの実現を可能にします。

IoTは、さまざまな影響をもたらす可能性があります。その中に、ひとつだけ確かなことがあります。接続されたデバイスが、われわれとコンピュータがやり取りする方法を劇的に変化させるということです。第一に、コンピュータ、コンピュータ・デバイス、およびアプリケーションは、物理世界と仮想世界が常につながっている環境でわれわれを取り囲むこととなります。今日の10億ノードのインターネット・ネットワークに代わり、近未来のインターネットは何兆ものデバイス、人、組織、場所によって活用されるようになるでしょう。一方、数兆ノードのネットワークは、設計上の課題ももたらします。膨大な情報を処理し、役立つイベントを識別する方法を見つけ出すことは、IoTの世界で成功するために必要な要素となります。

### 初期のセンサー

最初のセンサーは何十年も前に登場しました。センサーの歴史は長いものの、これらのデバイスをつなげる意味で、広く普及するようになったのはIoTの登場のおかげであり、つい最近のことです。センサーは、イベントや数量の変化を検知し、通常、これらに伴うアウトプットを電気信号や光信号で提供します。

現在、タッチセンサー式のエレベーターのボタンや、触れることで明かりを落としたり明るくしたりできるスタンドライトの土台など、センサーは私たちが日常的に使用するモノに備わっています。またセンサーは、製造、医療、ロボット工学、自動車、航空機、航空宇宙の業界で広く使用されています。

センサーの活用に伴う最大の課題は、信号を検知した後のことです。企業は、信号を検知したときのルールとして、以下を決める必要があります：

- 生成されたデータをどこに集めるか
- 収集したデータをどのように活用するか

センサーから信号を受け取り、その情報を蓄積するために、オペレーショナル・ヒストリアンが誕生しました。オペレーショナル・ヒストリアンは、センサーから受信する履歴データを時間とともに記録し、保存するデータベース・ソフトウェア・アプリケーションです。これらを蓄積するデータストアは、時間依存分析に活用できるように最適化され、「今日のユニット生産の標準偏差を時間単位で出してほしい」などの質問に答えるように設計されています。

ヒストリアン技術は、センサーやそのほかのリアルタイム・システムからデータを受け取り、多くの場合製造業の標準に対応し、数百種類のセンサーのインタフェースを備えています。これらの専用データ・ヒストリアン機能は、製造現場などの厳しい条件下でも使用できるように設計されており、メインのデータストアを使用できない場合でもデータをキャプチャ、保存し続けられる能力を備えています。

ヒストリアン・ソフトウェア技術を応用し、異常を示すトレンドや相関関係を検知するレポートングとモニタリング機能を備えた補完ツールが開発されています。操作する人にアラートで通知し、機器が故障する前に速やかに対策を講じることを可能にします。

最近まで、これはセンサーデータから価値を生み出す最新のテクノロジーでした。

### モノのインターネットとビッグデータの爆発的増加

2012年以降、ふたつの大きな変化がセンサーの世界に衝撃をもたらし、今までにないIoT市場の急激な成熟を促進しました：

- **センサーの小型化。**技術の進歩により、顕微鏡でしか見えないほど小さなセンサーが開発され、マイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム (MEMS) のようなテクノロジーの活用につながりました。現在、センサーは極小になり、衣類や特殊なものほかの材料にも組み込めるようになりました。
- **コミュニケーションの向上。**ワイヤレス接続とコミュニケーション・テクノロジーは、ほぼすべての種類の電子機器がワイヤレスでデータ接続できるほど向上しました。これにより、接続されたデバイスに組み込まれたセンサーはネットワークを介してデータを送受信できるようになりました。

自動車やペースメーカーなど、あらゆるデバイスに組み付けられたセンサーが生成したデータは、ネットワークへと絶え間なく送信されています。ときには、データがデバイスに送り返される場合もあります。これは大量のデータが生成されることにつながっており、その結果、IoTはビッグデータ時代をもたらした大きな要因と考えられています。

現在の企業は、できるだけ多くのデータを蓄積することに重点を置いた投資を行っていますが、大きな課題は、このデータがネットワーク上を流れているうちに活用し、そこから価値のある情報を抽出することです。企業は、データを事後分析に活用するために保存する以前に、これらのデータ・ストリームに分析を適用するために奔走しています。それはなぜでしょう。異常が発生しているうちに対策を講ずることで、より良い結果を得られるためです。

たとえば、リアルタイムに交通の流れの傾向をモニタリングすることで、より効果的に交通整理をできるようにになります。特に、自動車の自動制御機能に含まれる自動車間コミュニケーション機能の指示に従うことで、交通渋滞を引き起こす場所の回避や、場合によっては潜在的な事故の回避が可能になります。家電製品に備わっているセンサーは、冷蔵庫の冷蔵機能が適切に機能していないなどの潜在的な問題についての警告や、役立つ提案ができます(たとえば、現在の消費量だと1日もたないうちに牛乳を切らすことを知らせるなど)。

## モノのインターネットを有効に活用する

IoTは効率性の高い世界をもたらします。それは、われわれを取り巻くセンサーや機器の間でやり取りされるコミュニケーションにもとづいて、さまざまなイベントの状況を絶え間なく分析することが必要な世界です。急速に増大する多種多様な自動生成データだけでなく、データのフィルタリング、組み合わせ、比較、対比、補間、推定するための爆発的に増えている数々の方法についても考慮することが重要です。スピード(できるだけ速くデータを処理する能力)とボリューム(大量のデータを処理する能力)は、IoTデータを処理するシステムに求められる2つの品質です。

モノのインターネットを有効活用するためには、保存されたデータを分析するという従来の分析(過去に起きたイベントに分析を行うことと同様)と、過去のセンサーのオペレーショナル・ヒストリアンに行う分析を比較することが役立ちます。しかし、IoTの中で重要なことは、イベントが発生すると同時に、またデータが保存される前に、重要なパターンを識別し、分析することです。そうすることで、重要なイベントに対してリアルタイムに行動を起こせるのです。新たな目標は、データの価値が失われる前に、そしてできればイベントの発生と同時に、データを分析することです。

さまざまな業界は、リアルタイムにセンサーデータを収集し、分析によって洞察を得るようになりました。スマートシティは、大量のセンサーデータを生成しており、多くの業界がこのデータを活用しています。リアルタイムに分析モデルを適用することで、このようなインフラストラクチャは以下を可能にします:

- 都市システムの効率性の向上。交通渋滞や事故を検知し、街灯網に新たな指示を出し、適切な行動を取るよう通勤する人に注意を促しながら、移動のフローを瞬時に最適化する。
- 電力網の最適化。現状や予測されるニーズにもとづいて、最適な電源を選択する。
- 水道システムのモニタリング。インフラストラクチャの障害を防止し、職員に漏水について警告し、水の使用が周辺環境に及ぼす影響を理解するために役立つ。

- マネージド・インフラストラクチャ。街路照明の管理、駐車場の管理、不動産や空き地の最適化、治安など。

公益事業では、24時間×365日、すべての情報を収集するためにセンサーが広く活用されています。そのため、多額を投じた戦略設備が故障しそうな場合、それを検知し、実際に故障する前に修理措置をすることが不可欠です。

小売業者は、収益とマーケット・シェアを拡大するためにショッピング体験を最適化する必要があります。これを実現する方法のひとつは、より効果的で一人ひとりの消費者に適したコミュニケーションを取ることです。たとえば、店舗内で顧客の行動を検知するためにセンサーが活用されています。このストリーミング・データは、ほかの店舗情報(在庫、ソーシャル・メディアで飛び交う声、オンラインショップのユーザ・プロフィールなど)とともに分析され、顧客が購入するか否かを迷っている最中に、それぞれにカスタマイズされたオファーを提示します。

この例だけでなく、さまざまな場合において、データ保存後に分析しては手遅れになります。イベントが発生してすぐに分析することで、検知した情報にすぐに対応できるようになります。SASは、ビッグデータ・ストアに保存された大量のデータの有効活用を劇的にスピードアップする一連の高パフォーマンスの分析ソリューションを提供します。ストリーミング・データについてリアルタイムに意思決定を下すためには、極めて高速なスループットでデータを処理し、深く分析するテクノロジーが不可欠です。SAS®Event Stream Processingのように、複雑なイベント・プロセッシングとストリーミング分析を実現する専門技術が必要なのです。

## SAS®Event Stream Processing とは

SAS Event Stream Processing は、データ・ストリーム内の、継続的に発生する大量のイベントを素早く読み解き分析することを支援します。このテクノロジーは、イベントが発生している最中(「イベント・ストリーム」とも呼ばれる)に分析し、評価します。保存したデータにクエリーを実行するものではありません。このテクノロジーは、データ・マネジメントと分析ルーチン機能を備えており、大量のデータにこれらのクエリーを実行し、データのフィルタリング、正規化、集約とパターンの検知をリアルタイムに行います。このプロセスは、導き出した洞察をタイムリーに活用するために、データが保存される前に行われます。

SAS Event Stream Processing は、組み込み可能なエンジンであり、ほかの SAS ソリューションに統合できます。データは継続的に処理、分析され、より掘り下げた分析を行うためにほかの SAS アプリケーション(SAS Asset Performance Analytics、SAS Decision Manager、SAS High-Performance Risk など)に送信されます。SAS Event Stream Processing は、送信されてくるイベントに対して事前に定義されたクエリーをリアルタイム



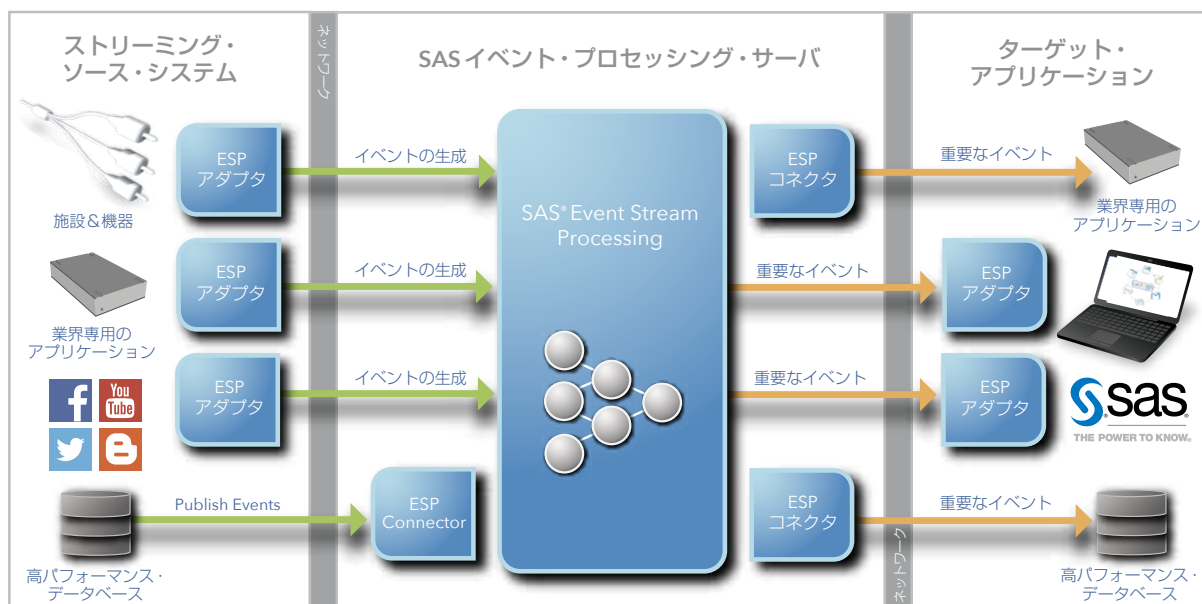


図1. SAS Event Stream Processingの構造の概念図

ムにメモリ内で起動、実行します。イベントはメモリ内に保存され、保存期間を定義してメモリ内に保存する履歴の深さを決められます。これによりエンジンは、継続する一定の期間を通じて、特定の重要なイベントについて、より複雑なデータ操作とパターン検知が可能になります。

SAS Event Stream Processingは、以下の技術を活用してストリーミング・データを管理、理解します：

- **評価。** センサーが生成するデータの量はあまりにも多く、すべてを保存することは難しい場合があります。事実、生成されるデータの多くは、さらなる分析や保存の必要のない「重要でない」データと見なされます。イベント・ストリーム・プロセッシングは、データが送信されると同時に、さらなるダウンストリームの処理が必要かどうかを判断するために簡単な変換機能やルールを適用し、データの標準化を支援します。ダウンストリームの処理が必要ない場合、データ(またはイベント)はすぐに破棄できるため、システムの処理能力を無駄にしません。
- **集約。** 不正なギフトカードを使った詐欺を検知したい場合について考えてみましょう。「あるPOS機器に1時間あたり2000ドルを超えるギフトカードの利用があれば通知する」というビジネスルールを設定することが考えられます。イベント・ストリーム・プロセッシングは、スライディング・タイム・ウィンドウ間で継続的に指標を計算することで、リアルタイムでギフトカードの利用傾向を把握できるようになります。従来のツールでは、このような継続的な集約が不可能ではないにしても困難です。
- **相関。** イベント・ストリーム・プロセッシングは、「数秒」や「数日」など任意の期間で) 複数の移動中のデータ・ストリームに

アクセスし、一連のイベントが発生したことを識別します(Aの後にB、Cという状況が続くなど)。たとえば、1000台のPOS端末のギフトカード利用に関するデータ・ストリームにアクセスすれば、イベント・ストリーム・プロセッシング機能は異なるPOS端末間を比較する条件を継続的に識別できます。たとえば、「ある店舗でのギフトカード利用がほかの店舗の平均よりも150%多い場合はアラートを生成する」といったようなルールを設定することが考えられます。

- **時間的分析。** イベント・ストリーム・プロセッシングは、時間を主な演算要素として用いる概念を活用しています。これは、変化率や変化量が重要な状況において不可欠です。たとえば、活動が急増した場合、潜在的な詐欺を見つける手掛かりになります。イベント・ストリーム・プロセッシングは、急増が発生するとそれをすぐに検知します。「ある店舗において、4時間以内のギフトカード売上と利用数が前週の1日のギフトカード利用数の平均より多い場合、ギフトカードの利用承認を停止する」といったようなルールを設定できます。履歴データを要約、ロールアップするように設計された従来の演算モデルとは異なり、イベント・ストリーム・プロセッシング機能はデータの変化と足並みをそろえながら、質問を投げ返して答えてくれます。

イベント・ストリーム・プロセッシングがほかのアプローチと異なる点は、これらの機能を備えていることです。過去に起こったことだけでなく、現在起こっていることを明らかにすることで、企業はすぐにアクションを起こせます。イベント・ストリーム・プロセッシングは、予測モデルをデータ・ストリームに適用して次に起きることの予測に活用できます。あるいは、より良い結果を得るために最適化すべきことを特定するためにも役立てられます。

図1は、次の構成要素から成る実際に活用されている SAS Event Stream Processing の代表的な構造図です：

- アダプタやコネクタを介して SAS Event Stream Processing Engine にイベントを送信しているソースシステム。
- ひとつまたは複数の SAS イベント・ストリーム・プロセッシングのインスタンスを実行するイベント・ストリーム・プロセッシング・サーバ (UNIX または Windows)。SAS Event Stream Processing は、処理実行のためにコード化、ロードされた定義済みクエリーやモデルにもとづいてイベントを処理する。
- アダプタやコネクタを介して重要なイベントにアクセスし、それらを受信するターゲット・アプリケーション。

当然、ビジネスニーズやアーキテクチャの制約に合わせたこの構造のバリエーションの実装、構成も可能です。

## IoT にイベント・ストリーム・プロセッシングを活用する

当初、イベント・ストリーム・プロセッシング・テクノロジーは「従来型」のデータ・ストリーム (特に金融市場取引) に対応するために設計されました。モノがつながっている中で、データ・ストリームは意思決定やサービス能力の新しい世界をひらきます。

IoT の世界でイベント・ストリーム・プロセッシングが極めて重要な役割を果たすことを紹介します：

- **重要なイベントを検知し、適切なアクションを起こします。** イベント・ストリーム・プロセッシング機能は、人の端末上での行動によって生成される複雑なパターンをリアルタイムに特定します。またイベント・ストリーム・プロセッシング機能は、ペンディング・システムの故障や次回のメンテナンスなど、機器の状態を見極めます。さらにイベント・ストリーム・プロセッシングのテクノロジーは、潜在的な不正やパーソナライズされたマーケティング提案を送付する機会を検知するほか、専用システムに情報を伝えて早急な対応を促すために活用されています。
- **情報を集約し、モニタリングします。** イベント・ストリーム・プロセッシングは、機器や端末などのソースから得たセンサーデータの継続的なモニタリング、トレンド、相関、問題を示す定義されたしきい値のモニタリングにも活用されています。障害が起こる前に、迅速にアクションを起こすように機器や端末を操作する人に注意喚起します。

- **センサーデータのクレンジングと検証を行います。** センサーデータの精査は時間がかかることで知られています。単一のセンサーが生成するデータにはタイムスタンプが欠けているケースが多く、その多くのがネットワークの問題と関連しています。複数のセンサーがまとめてモニタリングされている場合、センサーごとにフォーマットや送信のタイミングが異なることが多いです。結果、センサーデータは、不完全であったり、一貫性のなかったりする値を含むことがあります。データが遅れた場合は、センサーが故障している可能性や、単にモバイル・ネットワークが途切れたためである可能性もあります。たとえば公益事業会社は、データ品質パターンを検知するための標準ルールを採用しています。データ・ストリームに直接組み入れられ、センサーデータ品質に取り組む技術は多数あります。これらの手法はいずれも、データの問題を調査するために何らかの履歴をキャッシュします。
- **リアルタイムの予測と最適化されたオペレーションを可能にします。** イベント・ストリーム・データの処理は重要であるものの、リアルタイムの意思決定を可能にするには不十分です。ストリーミング・データには、ほかにはない価値を提供するパターンを理解するための分析力が必要です。現状の分析と、積極的なアクションによって IoT データの価値を導き出せることはよく知られています。高度な分析と保存された多くの履歴データにもとづいて開発された数学アルゴリズムは、データ・ストリームにコード化してストリーミング・データの継続的なスコアリングに活用できます。具体的な例を挙げると、一連の演算にもとづく列車の到着情報は、列車の到着がほかの乗り物にどのように影響するかを判断する際に役立ちます。リアルタイムの演算は、次の停車駅で列車を遅らせることで乗客が接続列車に乗り遅れないようにし、乗客に及ぼす影響を最小限に抑えるために役立ちます。または、バスの運転手に数分待つように注意を促し、乗客が駅に取り残されないようにすることもできます。

モノがつながっている中で、データ・ストリームは意思決定やサービス能力の新しい世界をひらきます。

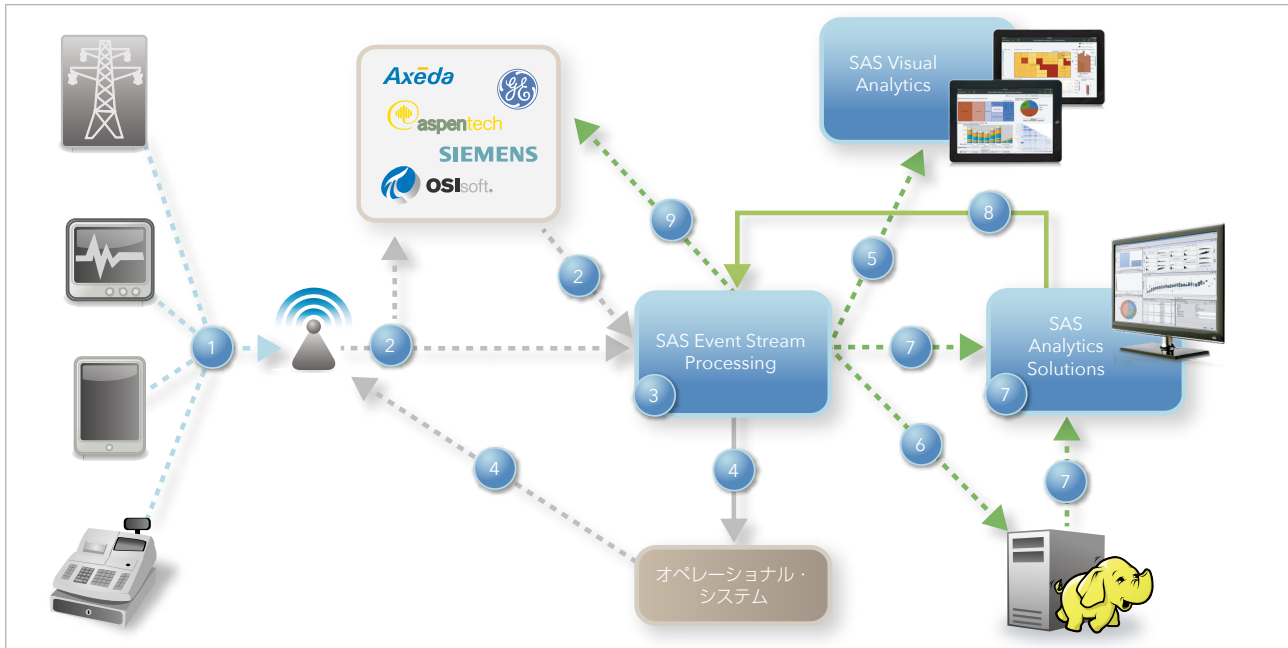


図2 SAS Event Stream Processing を活用したモノのインターネットのアーキテクチャの概念図

## SAS®Event Stream Processing をモノのインターネットに統合する

SAS Event Stream Processing は、多くの人々が「モノのインターネット」と呼ぶものの初期段階の極めて複雑な環境で活用されてきました。このテクノロジーが新たに出現するIoT環境でどのように役立つかを示した例を紹介します。

図2のアーキテクチャでは、コミュニケーションとデータフローに番号をつけています。それぞれの説明は以下のとおりです：

- ① センサー、送受信、イベント、人間の行動によって継続的にデータを生成するデバイスや接続された機器。データはワイヤレス・ネットワーク（および物理的なネットワーク）を介して、継続的かつリアルタイムに送信されます。
- ② すべてのデータは、オペレーショナル・ヒストリアン・システムやクラウドベースの情報収集プログラムに送信されます。これらはタイムスタンプの付いたデータとして情報を収集、保存する責任があります。SAS Event Stream Processing は、これらのヒストリアンに接続し、継続的にデータフローを受信します。LinuxなどのOSを採用した電話端末（基本的には小型のコンピュータ）などの一部の機器については、（バス通信システムを利用することなく）イベントをデバイス／機器から直接SAS イベント・ストリーム・プロセッシングに送信できます。
- ③ SAS Event Stream Processing は、受信したすべてのデータ（イベント）を処理します。通常、異なるストリーミング・データ・ソースや個別のデータ要素の統合、データの正規化、クレンジングのほか、欠陥データ、速度や通信プロトコルの異なるさまざまなフォーマットへの対応を含みます。さらに、データの集約、興味のパターンの検知、ビジネスルールを組み合わせた活用、高度な分析モデルとテキストデータの抽出も行います。これにより、詳細なデータ・ストリームは、デバイスの状況に関する意味のあるイベントや情報へと変換されます。
- ④ SAS Event Stream Processing がイベントを検知すると、それに対してアクションが必要な場合、責任者またはシステムのワークフローに通知するほか、業務システムに所定のアクションを実行させることもできます。たとえば機器の停止、設定温度の変更、自動車のブレーキ装置の作動、街灯の光強度の変更、マーケティング提案の送信、そのほかの希望するアクションを起こすことができます。
- ⑤ イベントを継続的にモニタリングして、トレンド、相関、算出されたしきい値またはそのほかの統計値がないかどうかを調べます。もし見つければ、システムはリアルタイムまたはほぼリアルタイムでの状況認識評価に重点を置く関係者に手作業でのアクションを促します。
- ⑥ ステップ5と並行して行われます。すべてのイベント（またはビジネスニーズに関連があるとして選定されたイベントのみ）は専用のストレージ・システムに保存されます。センサーやデバイスは大量のデータを生成するため、Hadoopのような大容量ストレージ・システムである必要があります。

- ⑦ SAS Analytics ソリューションは、既存システムの履歴データと、SAS Event Stream Processing から直接送信されるリアルタイムのストリーミング・イベントの組み合わせを活用し、パターンの変化や新たに発生するイベントの理解を支援します。SAS Asset Performance Analytics、SAS Fraud Framework、SAS Intelligent Advertising などの専用ソリューションは、高度で徹底したアナリティクスを提供し、イベント行動の複雑なパターンを識別します。
- ⑧ これらの複雑なパターンは、SAS Analytics を活用して識別された後、稼動中のストリーミング環境に送られ、SAS Event Stream Processing の論理ルールと分析ルールの改善に役立てられます。そうすることで、継続的に改善し、常に変化する状況と足並みをそろえられます。ステップ7と8はいずれもフィードバックのメカニズムがあるため、IoT データから継続的に価値を導き出すことができます。
- ⑨ SAS Event Stream Processing は、オペレーショナル・ヒストリアンやクラウド・プロバイダーに保存されているデータの優先順位付けにも活用されます。このケースでは、IoT データの集約、クレンジング、「汚れた」センサーデータの正規化（さまざまなデバイス、ソース、時間にわたって）をリアルタイムに行っています。また SAS Event Stream Processing を活用して分析スコアの算出、クレンジングされたデータをヒストリアン・アプリケーションやその他のデータ・ストレージ・システムに送り返すこともできます。

## まとめ

「モノのインターネット」と呼んでいるコミュニケーションデバイスは次のビッグデータ・ソースです。そして、私たちが取り組まなければならない問題は、ビッグデータそのものだけではありません。人間の目では見えないほどの速いスピードで送信されてくるデータに対応しなければならないのです。特に、どのように価値を導き出せばよいのかははっきりわからない場合は、めまいがするほどのスピードだと感じてしまうでしょう。

ストリーミング・データや特に機器が生成するデータには、最適な処理と洞察を得るためにイベント・ストリーム・プロセッシングのような機能が必要です。接続されたデバイスのセンサーから送信されるデータは、現在と将来のどちらにおいても、ストリーミング・データの重要なソースです。SAS Event Stream Processing はこのデータの取得、理解、活用を支援し、リアルタイムのモニタリング、分析にもとづく適切なアクション、確率的分析の実行やアラートの発信をサポートします。

IoT データから価値を導き出す方法の詳細はこちらをお読みください:

[sas.com/ja\\_jp/insights/big-data/internet-of-things.html](http://sas.com/ja_jp/insights/big-data/internet-of-things.html)

SAS Event Stream Processing の詳細はこちらをお読みください:

[sas.com/ja\\_jp/software/data-management/event-stream-processing.html](http://sas.com/ja_jp/software/data-management/event-stream-processing.html)



THE  
POWER  
TO KNOW.

SAS Institute Japan 株式会社 [www.sas.com/jp](http://www.sas.com/jp)

本社 〒106-6111 東京都港区六本木6-10-1 六本木ヒルズ森タワー 11F  
大阪支店 〒530-0004 大阪市北区堂島浜1-4-16 アクア堂島西館12F

[jpnsasinfo@sas.com](mailto:jpnsasinfo@sas.com)

Tel: 03 6434 3000 Fax: 03 3434 3001  
Tel: 06 6345 5700 Fax: 06 6345 5655