

製造業向けエッジコンピューティング： HPE Edgeline IoT システムを用いた エッジ・クラウド連携機能の検証

初版（2017年10月）



株式会社インフォコーパス

目次

1 製造業の IoT 利活用とその課題.....	3
2 エッジコンピューティングによる多段階層処理.....	5
3 SensorCorpus と HPE Edgeline IoT システムが実現するソリューション.....	6
3.1 SensorCorpus (センサーコーパス)	6
3.1.1 特徴.....	6
3.1.2 製品モジュール.....	7
3.1.3 エッジ・クラウド連携機能	7
3.2 HPE Edgeline IoT システム	7
3.2.1 特徴.....	8
4 SensorCorpus と HPE Edgeline IoT システムを使った多段階層処理の検証	10
4.1 検証環境.....	10
4.2 検証シナリオ	10
4.3 検証結果.....	11
4.4 考察.....	14

図

図 1 PoC ライフサイクル.....	3
図 2 エッジ・クラウド連携の形態.....	5
図 3 HPE Edgeline IoT システムのラインナップ.....	9
図 4 検証環境および多段階層処理の概要.....	11
図 5 温度グラフ.....	12
図 6 湿度グラフ.....	12
図 7 簡易計算による熱中症指数グラフ.....	13
図 8 単位時間平均温度グラフ.....	13

表

表 1 製造業における IoT データと従来の IT データとの違い.....	4
表 2 検証環境.....	10

履歴

2017年10月23日 初版作成

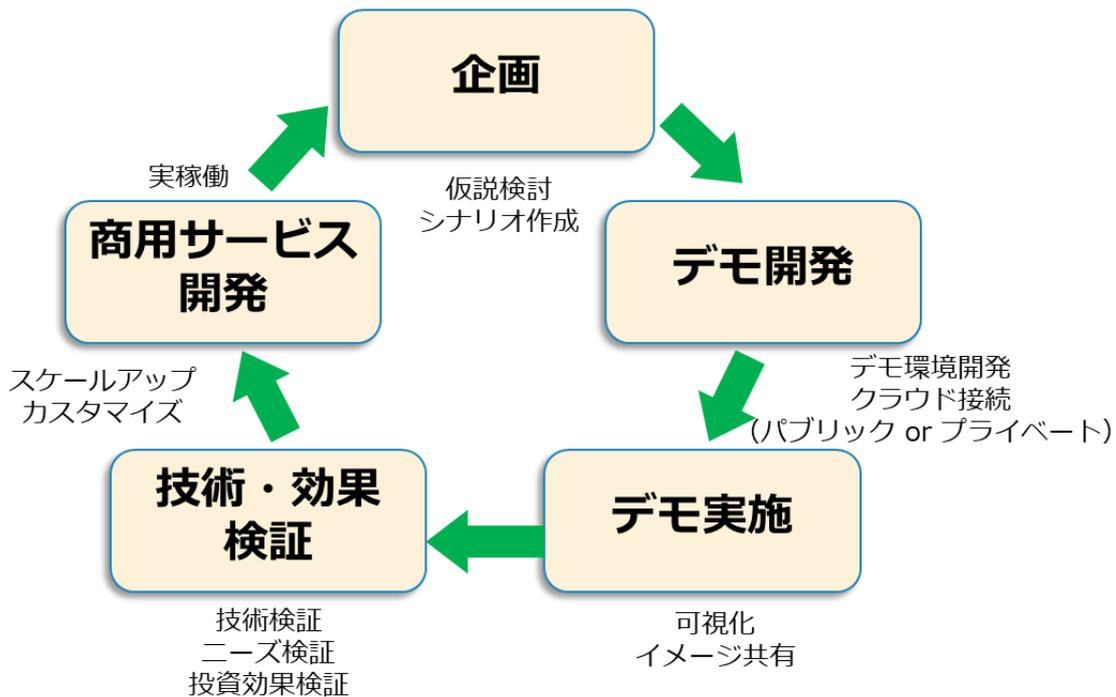
1 製造業の IoT 利活用とその課題

近年、IoT (Internet of Things)、ビッグデータ、AI (Artificial Intelligent) といったワードが世の中に溢れています。IoT に関しては、スマートフォンを初めスマートデバイスの爆発的な普及、そしてあらゆる身の回りのものにセンサーが組み込まれ、2032 年のセンサー数は 50 兆個を超える^{*1} という予測も出ています。IoT はもはやバズワードではなく、自社のビジネスにどう活用するかを、具体的に考える段階に入っています。

(*1) 出展: <http://www.slideshare.net/LappleApple/t-sensors>

特に、製造業での IoT 導入は今後ますます進んでいくと考えられます。主な理由として、工場現場では既に各種センサーの情報が PLC (Programmable Logic Controller) やデータロガーなどを介して蓄積されており、取得したセンサー情報によって何をしたいのかという目的が明白になっていることが多いことが挙げられます。具体的には、予防保全や予兆保全、消耗材補充、品質向上、稼働状況の可視化による生産ラインの人員配置、生産計画への活用、経営上の KPI (Key Performance Indicator) への活用など、IoT の仕組みを使った用途は多岐にわたります。プロトタイプングや PoC (Proof of Concept) を通じた効果測定を繰り返しながら、製造業における IoT の導入は今後も益々進んでいくものと思われます。

図 1 PoC ライフサイクル



一方で、今後の課題が多いことも事実です。現在の IoT 導入状況はまだ PoC が中心であり、仕組みとしては小規模でシンプルなものです。今後 IoT の利活用がさらに進み、例えば国内外の多拠点の工場に IoT システムを導入・展開するというような場合、その運用は非常に複雑なものになります。増加するセンサーの資産管理の仕組みをどうするか、センサーデータの多くがアナログデータであり、ノイズや欠損なども生じるため、その除去やデータ補正をどう行うのか、なども考慮しなくてはなりません。

表 1 製造業における IoT データと従来の IT データとの違い

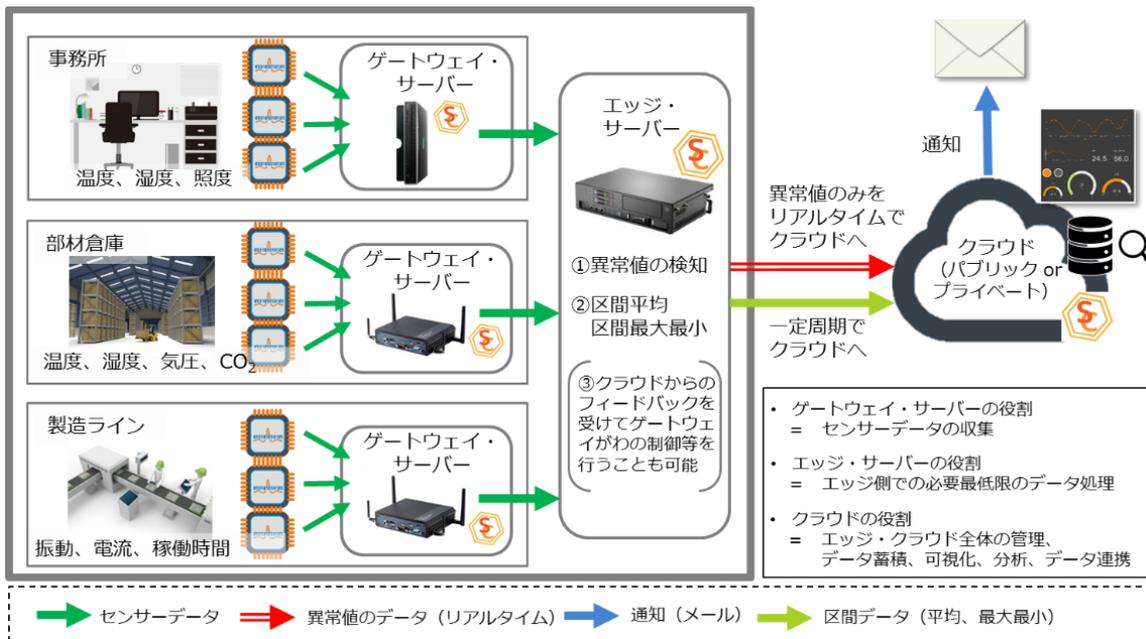
	製造業における IoT データ	従来の IT データ
データの生成	機器が生み出す	人間が生み出す
データの種類	センサーデータ、観測データ	財務データ、購買データ、メール、SNS のデータ
データの意味	人が直感的に理解しにくい (測定数値の羅列)	人が直感的に理解可能 (文字、画像など)
データの整合性	ノイズ、欠損などを含む	整合性が求められる
データの構造化	種類が多様多様 (単位等定義が追いつかない)	種類は限定的
データ処理プロセス	追加	更新、追加
データ量	機器の数にあわせて増大	人の数にあわせて増大
データ利用の目的	分析して活用、 機器制御への適用	商取引、 メディアとして利用
コンピュータに 求められる要件	スケールアウト（水平に拡張）、 非構造化データの取り扱い	スケールアップ（サーバ大型化）、 構造化データの取り扱い
コンピュータの 処理方法	協調・分散	集中制御

このような製造現場側の問題に加えて、多くのセンサーから収集されるデータはやがてビッグデータとなります。超大容量のデータを処理するための、クラウドやデータセンター側のリソース設計をどうするのか。分析結果をリアルタイムにエッジ側の機器にフィードバック制御をかける場合に、インターネット経由でのネットワーク遅延をどう解消するのか。このようなネットワーク側、クラウドやデータセンター側の課題にも配慮が必要です。

2 エッジコンピューティングによる多段階層処理

このように製造業においては技術的課題が多くありますが、それぞれに解決する技術的手法が存在します。本ホワイトペーパーでは、海外を含めた多拠点から生成されるビッグデータを効率的に処理する仕組みとして、エッジコンピューティングによる多段階層処理にフォーカスします。ここでいう「エッジ」とは、インターネット越しのクラウドやデータセンターに対して、国内外の工場など製造現場により近い場所を指します。

図 2 エッジ・クラウド連携の形態



エッジコンピューティングによる多段階層処理では、工場のラインに設置された各装置から収集する膨大なセンサーデータを、その全てをクラウドやデータセンター上で処理をさせるのではなく、まずエッジ側に設置されている端末でデータを処理します。そして必要な情報のみをインターネット経由で送ることで、クラウドやデータセンター側のリソース負荷を軽減（分散）させることができます。またエッジ側で処理した結果を現場の装置に即フィードバックすることができるため、インターネットを経由することによるネットワーク遅延の問題の解消、よりリアルタイムに制御を行うことも可能となります（データの地産地消）。

IoT は最初から大きなシステムとして導入するのではなく、効果測定を繰り返しながら少しずつ適用領域を広げていくことや、企業の成長に合わせて拡大できるように柔軟性と拡張性を備えたシステム作りを行うことが、現実的であり肝要です。エッジコンピューティングによる多段階層処理を活用することは、国内外の多拠点に工場をもつ企業やグローバル展開を目指す企業にとって、コストやリスクヘッジ面で非常に有効な IoT システムの構築方法です。

3 SensorCorpus と HPE Edgeline IoT システムが実現するソリューション

3.1 SensorCorpus (センサーコーパス)

株式会社インフォコーパス (以下インフォコーパス社) は、製造現場、工場向けのビッグデータコンサルティング事業から始まり、リアルな現場で鍛え上げられた知見をもとに IoT プラットフォームソフトウェア SensorCorpus を開発しました。

SensorCorpus は、IoT システムに求められる様々な技術要件を実装した純国産のソフトウェアであり、IoT データの収集・蓄積・可視化・分析・制御などの機能をクラウド (パブリック or プライベート) サービスとしてオールインワンで提供しています。SensorCorpus を使うことで、例えば工場や現場単位で留まっていたセンサーデータを、予防保全や品質管理、また全社的な経営情報として活用することができます。

SensorCorpus は特にコストに厳しい中小製造業様を中心に活用ケースが広がり、グローバルに展開する数万人規模の大企業まで広く利用されており、実用的な製品としてその価値を認められています。

3.1.1 特徴

SensorCorpus の主な特徴は、以下のとおりです。

3.1.1.1 純国産のパッケージソフトウェア

SensorCorpus は日本の製造現場でのリアルな要求に応える形で先進的な機能開発を行っています。機能追加に応える開発スピード、カスタマイズ要求に柔軟に応えられるフットワークの軽さが、国内に開発拠点を持つ純国産であることの大きな利点です。

3.1.1.2 現場の環境に強い

SensorCorpus は、各種様々なセンサーを効率的に管理する仕組み (センサープロフィール) やデータ処理の前工程の機能 (データクレンジングなど) を実装しています。また、インフォコーパスに在籍する製造現場に精通したエンジニアがお客様の要望と環境に合わせて実装を支援いたします。

3.1.1.3 高いポータビリティ

クラウド環境を選ばない (クラウドフリー) ため、ご希望のクラウド (パブリック or プライベート) に SensorCorpus を実装することができます。特にパブリッククラウドの業務利用に抵抗がある日本の製造業にとっては有利な選択肢となります。

3.1.1.4 拡張 API による外部ツールとの連携

ERP や CRM など、各種ツールと API で連携することで、よりお客様にとって利便性の高いシステムの導入が可能となります。既に様々な業務用ツールを導入されているお客様にとっては既存資産を活かすことができるため、新しいツールの使い方を新たに覚えないといけな、など運用管理者にとっての新たな業務負荷は増えません。

3.1.2 製品モジュール

SensorCorpus (SC) を構成する主なモジュールには、SC Agent と SC Edge があります。

3.1.2.1 SC Agent

センサーデータをクラウド上の SensorCorpus に送るためのエージェントソフトウェアです。SensorCorpus をお使いのお客様には Python のサンプルコードとして無償提供されます。

3.1.2.2 SC Edge

クラウド上の SensorCorpus とほぼ同等機能のソフトウェアを、エッジ上に搭載したものです。別途有償ライセンス、コンサルティング、プログラム実装が必要となります。

3.1.3 エッジ・クラウド連携機能

エッジコンピューティングによる多段階層処理を実現するために、SensorCorpus は「エッジ・クラウド連携機能」を実装しています。この機能は、センサー情報を仲介するエッジ側とクラウド上のプラットフォームが相互に通信しながら、以下のような機能を果たし、IoT の様々な課題を解決できます。

3.1.3.1 エッジ側でデータを前処理

エッジ側で必要なデータだけを抽出でき、クラウドに送るデータの質と量を絞り込むことができます。

3.1.3.2 エッジ側でフィードバック制御

エッジ側で判断、制御を行い、よりリアルタイムに機器へのフィードバックを行うことができます。また、これらの制御を行うためのパラメーターは、エッジ側に閉じて管理することも、クラウドやデータセンター側のプラットフォームで集中管理することも可能です。

3.1.3.3 動的な負荷分散

エッジ側とクラウドやデータセンター上のプラットフォームが相互通信を行い、動的に負荷分散を行うことができます。

上記のような特徴を備えており、「エッジ・クラウド連携機能」の活用は、国内外に多くの拠点を持つ、特にネットワークにおいて速度、品質、帯域、コストなどの側面で拠点に課題をお持ちの企業にとっては、非常に有用です。

3.2 HPE Edgeline IoT システム

一方で、エッジ側で処理する機器には、現場の事情に即した厳しい要件が求められます。リアルタイムデータに基づいて短時間で分析とビジネス上の意思決定を行うことが求められる中、エッジコンピューティングの必要性が増しています。そこで HPE は、リアルタイムデータの収集、エンタープライズクラスのエッジコンピューティング、およびリモート管理を念頭に置いた、他にはない専用設計のシステムを開発しました。HPE Edgeline IoT システム は、幅広いネットワーク接続/デー

タ収集オプションにより、工業における非常に複雑な用途やユースケースまでをサポートする、エネルギー効率と耐久性に優れたプラットフォームで、シャーシの種類、サーバーの台数、CPU コア、メモリ、およびストレージの数のすべてを現場の要件に合わせてカスタマイズできます。

3.2.1 特徴

HPE Edgeline IoT システムの主な特徴は、以下のとおりです。

3.2.1.1 ゲートウェイ用途とハイパワーな計算用途に対応

HPE Edgeline IoT システムでは、主にゲートウェイ機能用途の EL10 と EL20、これにハイパワーな計算用途にも耐える CPU リソースを装備した EL1000 と EL4000 をご提供しています。これにより、お客様の用途に合わせて選択・構成頂くことが可能です。

3.2.1.2 耐環境性

HPE Edgeline IoT システムは、動作温度として、EL10 と EL20 は 0℃～60℃まで、EL1000 と EL4000 は 0℃～55℃までをサポートしています。これにより、現場に近いところでの利用において柔軟性があり、よりリアルタイムでのデータ活用やリアクションを実現可能としています。

3.2.1.3 標準的な OS をサポート

HPE Edgeline IoT システムは、Microsoft Windows Server や Linux など、標準的な OS をサポートしています。これにより、ご希望のアプリケーションの動作条件となる OS での稼動が可能であり、ビジネスのアジリティに対応することが可能です。

3.2.1.4 データセンター品質のサポートをエッジコンピューティングでも提供

HPE Edgeline IoT システムの EL1000 と EL4000 には、データセンターで培われた遠隔診断とサポートのための技術 (iLO) が搭載されており、サポートのご契約やネットワーク接続の準備により、リモートからの故障診断などが可能です。これにより、エッジ側でもデータセンター品質のサポートを提供すること可能です。

3.2.1.5 PXI 規格のバスをオプション搭載

HPE Edgeline IoT システムの EL1000 と EL4000 には、そのオプションで PXI バスを搭載できます。これにより、計測制御システムと直結することが可能となり、ローカルでの計測システムの計算パワーの増強や、大容量となるデジタル化したアナログデータの保管など、現場のシステムとの密接な接続・連携が可能となります。

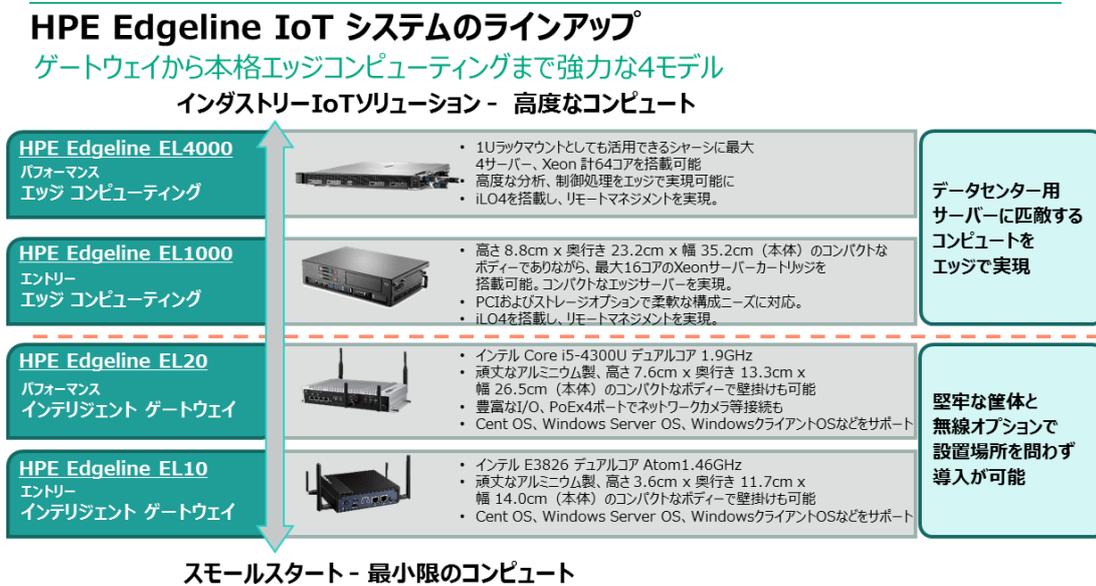
3.2.1.6 グローバルでのサポート

HPE Edgeline IoT システムは、グローバルでのサポートが可能です^{*1}。これにより、国内で企画・開発されたシステムを、段階的に海外にも展開するようなケースでは、基本的な構成パターンを変更せずにご利用頂くことが可能となります^{*2}。

*1：一部の国ではサポートが得られないケースがあります。詳しくは、日本ヒューレット・パカード株式会社までお問合せ下さい。

*2： 技適の側面で、通信モジュールについては、国によって違いが発生する可能性があります。

図 3 HPE Edgeline IoT システムのラインナップ



SensorCorpus と HPE Edgeline IoT システムを組み合わせることによって、非常に強力かつリーズナブルに、エッジコンピューティングによる多段階層処理のシステムをお届けすることが可能となります。

4 SensorCorpus と HPE Edgeline IoT システムを使った多段階層処理の検証

SensorCorpus を HPE Edgeline IoT システムを用いて、多段階層処理のインフォコーパス社と日本ヒューレット・パカード社による共同検証を行いましたので、以下にその概要を記載します。

4.1 検証環境

検証環境で用いたソフトウェアとハードウェアの環境に関しては、以下の通りです。

表 2 検証環境

	データ発生源	ゲートウェイ	エッジ	クラウド
ソフトウェア 名称	Open Weather Map の情報を、Weather API を使って取得。 https://openweathermap.org/	SC Edge	SC Agent	SensorCorpus
ソフトウェア バージョン		Version 0.9a	Version 1.0f	Version 1.2 (API と UI とも同一)
OS		CentOS 6.8	CentOS 6.8	CentOS 6.8
ハードウェア		HPE Edgeline EL20	HPE Edgeline EL1000	サーバ： HPE C7000 (ProLiant BL460c Gen9) ストレージ： 3PAR StoreServ 8200

4.2 検証シナリオ

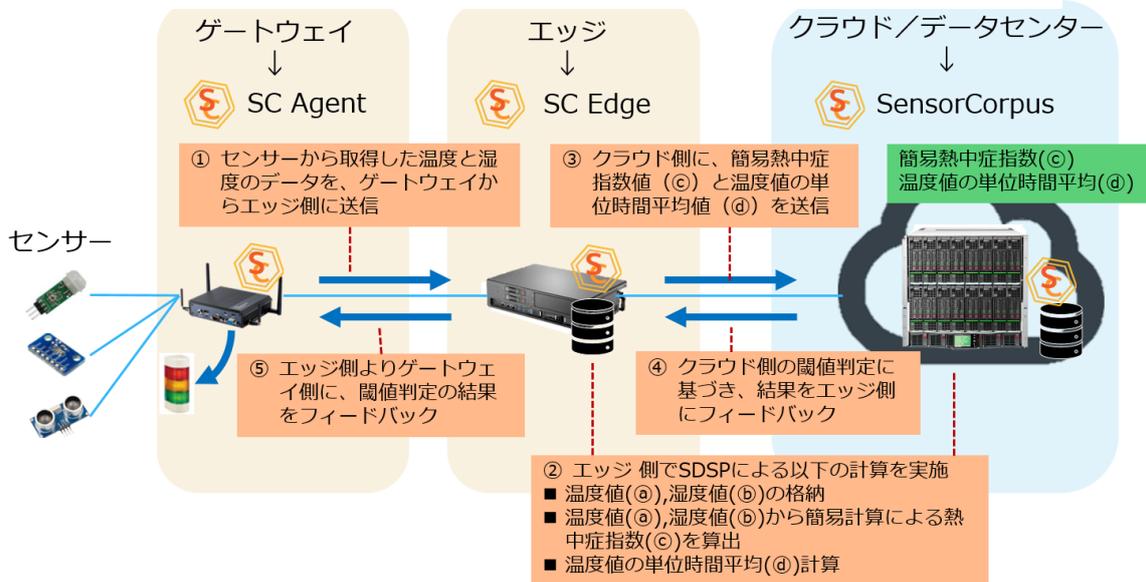
検証シナリオは以下のとおりです。本シナリオ通りの動作が確認できることで、例えば「熱中症指数値と位置情報を組み合わせた作業場ヒートマップの作成」や「熱による線路のゆがみ予防対策」など、実務上での活用ができると考えられます。

- ① センサーから取得した温度と湿度のデータを、ゲートウェイからエッジ側に送信。
- ② エッジ側で SDSP^{*1} による以下の計算を実施。
 - 温度値 (a)、湿度値 (b) の格納。
 - 温度値 (a)、湿度値 (b) から、簡易計算による熱中症指数 (c) の算出。
 - 温度値の単位時間平均値 (d) を計算。
- ③ クラウド側に、簡易熱中症指数値 (c) と温度値の単位時間平均値 (d) を送信
- ④ クラウド側の閾値判定に基づき、結果をエッジ側にフィードバック
- ⑤ エッジ側よりゲートウェイ側に、閾値判定の結果をフィードバック

*1 : SDSP

センサーデータ・ストリームプロセッシング（Sensor Data Stream Processing）の略であり、SensorCorpusの機能のひとつ。多種類のセンサーデータを統合・集約・演算し、一つのセンサーデータを分流するなどして、仮想的なセンサーデータを生成。これにより、より理解しやすい指数の生成や異常値の判定、特定条件下の判断等をリアルタイムで行うことができる。

図 4 検証環境および多段階階層処理の概要



4.3 検証結果

可視化の結果、4つのグラフをクラウド側で得ることができました。各図（グラフ）の縦軸と横軸は、以下を表しています。

- | | | |
|----------------------|--------------|-------|
| 図 5. 温度グラフ | : 縦軸 温度 (°C) | 横軸 時間 |
| 図 6. 湿度グラフ | : 縦軸 湿度 (%) | 横軸 時間 |
| 図 7. 簡易計算による熱中症指数グラフ | : 縦軸 指数 (°C) | 横軸 時間 |
| 図 8. 単位時間平均温度グラフ | : 縦軸 温度 (°C) | 横軸 時間 |

簡易計算による熱中症指数 (Ⓒ) は、SDSPにより温度値 (Ⓐ) と湿度値 (Ⓑ) から計算しています。また、温度単位時間平均 (Ⓓ) は、SDSPにより温度値 (Ⓐ) から計算しています。図 7 と図 8 においては、7/14 の 12:00 近傍から 7/15 の 12:00 近傍までが直線となっていますが、これはこの時間帯にエッジ側からのデータ送信の設定の調整作業が行われたために、この間に発生した温度値と湿度値が、同一のデータとして連続的に認識されていることに起因しています。

図 6 温度グラフ

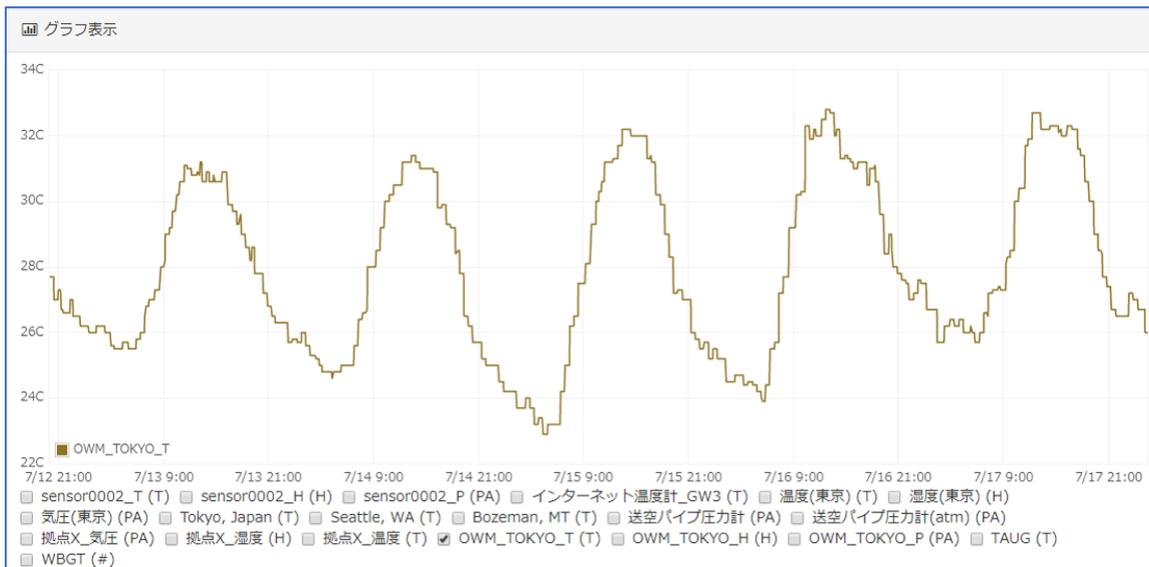


図 5 湿度グラフ



図 7 簡易計算による熱中症指数グラフ



図 8 単位時間平均温度グラフ



結果として、以下を確認することができました。

- ・ エッジ側で算出した簡易熱中症指数 (㉔) と温度値の単位時間平均値 (㉕) がクラウド側に送信され、クラウド側の SensorCorpus 上でその結果を正常に格納・確認することができたこと。
- ・ クラウド側に送信された簡易熱中症指数 (㉔) が、SensorCorpus で設定した閾値を超えた場合、その制御信号がクラウド側からエッジ側へ、およびエッジ側からゲートウェイ側へ、正常に送信されたことが確認できたこと。

4.4 考察

上記により、「エッジ・クラウド連携機能」による協調分散機能が、この構成にて問題なく動作したことが確認できました。これにより、クラウドやデータセンター側のリソースに課題をもつ企業や、速度・品質・コスト面などで拠点のネットワークに課題を持つ企業において、多段階層処理の方式は、これらの課題を解決する手法として有効かつ現実的な手段であると言えます。

以下、余白