

IoT機器のデータ統合分析基盤 “KOTOLiA”

伊藤山彦*
Takahiro Ito
古賀宗典*
Munenori Koga
海津洋介*
Yosuke Kaizu

林 卓人*
Takuto Hayashi

Integrated Data Analytic Platform for IoT Devices "KOTOLiA"

*IoT・ライフソリューション新事業推進センター

要 旨

家電製品や空調設備などインターネット接続されたIoT(Internet of Things)機器の運転データをクラウド上に収集・蓄積し、新機能・新サービスの開発や製品保守の効率化等に利用するデータ統合分析基盤“KOTOLiA”を開発した。KOTOLiAの導入によって三菱電機内の様々なプロジェクトで収集されたデータを統一形式で一元的に管理し、必要ときに速やかに分析することが可能になった。開発と並行してデータ分析支援活動を進めることによって、KOTOLiAの登録者数は400人に達して、オフィス空調の状態監視ダッシュボードやおやすみサポートサービスの開発に結び付いた。今後、KOTOLiAの利便性向上を図るとともに、他システムと連携してデータ利活用の範囲を広げる予定である。

1. ま え が き

パブリッククラウドの普及で大量のデータを低コストで管理することが可能になったことによって、多くの企業がクラウド上でデータを利活用することに関心を持つようになった。データの重要性が認識される一方で、製造業でデータの利活用を普及させるためには幾つかの課題がある。一つは、データを収集した部門がデータを自部門の目的のためだけに利用するため、他部門からアクセスできず部門間でのデータ共有や活用が滞る、いわゆるデータのサイロ化の問題が起き得ることである。もう一つは、データの利用者の多くは製品の開発者であってITの専門家ではないため、データ分析のノウハウを十分に備えていない場合が多いことである。

当社は、データ統合分析基盤KOTOLiAを開発し、異なる業務に携わる非IT専門家の利用者に対して、家庭やオフィスに設置された製品の運転データを共通の方法で利用できる環境を整備した。一般にIoTデータを含むビッグデータには、Volume(多量性)、Velocity(速度)、Variety(多様性)、Veracity(正確性)、Value(価値)、及びVariability(変動性)などの特徴があることが知られている。KOTOLiAのデータ処理では多種多様な製品を扱うことによる多様性と、新しいモデルや新機能が常に追加されることによる変動性への対応が課題になる。

本稿では、データの多様性と変動性に対応し、異なる職務の利用者の目的に合ったデータの利活用を可能にするデータ処理とシステムアーキテクチャーについて述べるとともに、データ利活用の事例、運用や利用者サポート業務を通じて達成した効果、得た知見、及び今後の開発について述べる。

2. システム構成

この章では、KOTOLiAのシステム構成について述べる。

2.1 全体構成

KOTOLiAは、Amazon Web Services(AWS)^(注1)上に実装されている。家庭やオフィスに設置された機器の運転データは、まず機器クラウドに収集される。機器クラウドは社内の各部門が運用するクラウドであり、当社IoT共通プラットフォーム“Linova”、ホームエネルギーマネジメントシステム、ルームエアコンを遠隔から制御する“霧ヶ峰REMOTE”、ビル空調のクラウドサーバーなどを含む。KOTOLiAのストレージは、機器クラウドから収集したデータを機器クラウドと同じ形式で蓄積するデータレイク、データレイクのデータを分析用にSQL(Structured Query Language)で検索可能なテーブル形式に整形したデータウェアハウス(DWH)、及びDWHからデータ分析の目的に合わせて抽出したデータを個別のテーブルとして管理するデータマートの3階層で構成される。KOTOLiAは、機器データのほかにも機器利用者のスマートフォンアプリから取得できる機器利用情報や、市販の気象情報配信サービスが提供する気象データも収集し、機

器データと合わせてデータ分析に利用することを可能にする。利用者は、DWH又はデータマートをSQLで検索し、抽出したデータをグラフで可視化するためのBusiness Intelligence(BI)ツールやAIツールを使用してデータ分析することが可能である。また、データをダウンロードして、利用者が使い慣れたツールを使用して分析することもできる。KOTOLiAのシステム構成を図1に示す。

(注1) Amazon Web Services, AWSは、Amazon Technologies, Inc.の登録商標である。

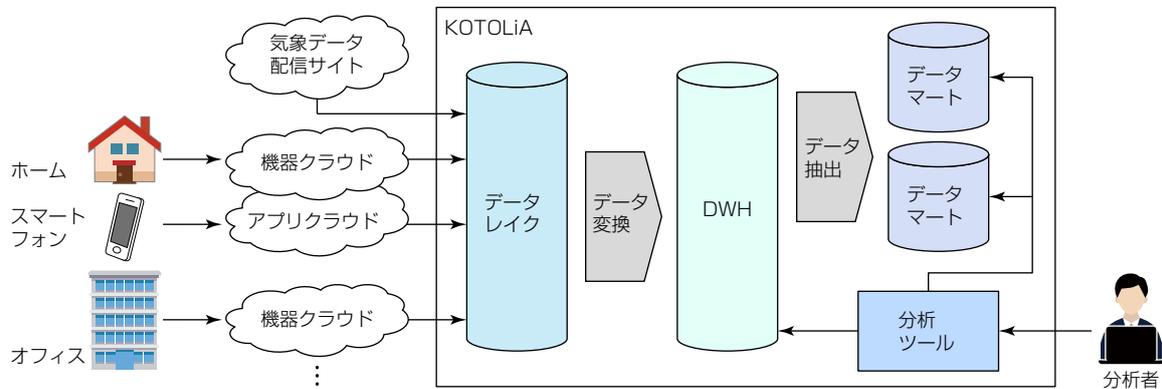


図1-システム構成

2.2 DWHとデータ変換処理

KOTOLiAのDWHの構成はスタースキーマに基づいている。スタースキーマのファクトテーブルには機器の設定値やセンサー値の時系列データが格納され、ディメンションテーブルには物件や機器の情報が格納される。DWHはデータの形式や仕様を統一して管理するためのストレージであるが、利用者にとっては本来の業務で使い慣れたプロパティ名やプロパティ体系でデータを扱えることが望ましい。このため、KOTOLiAのDWHは、機器クラウドのデータ仕様で格納する個別DWH、プロパティ名やデータ型などを業界標準のECHONET Lite^(注2) Web API(Application Programming Interface)仕様で統一した標準DWH、複数の標準DWHのファクトテーブルを一つのテーブルに統合した統合DWHの3階層の構成としている。社内で使用されるプロパティ形式に慣れた製品の開発者は個別DWH、他社の製品との比較などのため業界共通のプロパティ形式での分析が必要な利用者は標準DWH、複数のデータ収集元クラウドのデータを連携させて新サービスを開発したい利用者は統合DWHを参照してデータを分析するなど、分析者の目的や業務内容に適した仕様のデータが参照可能になる。

データレイクのデータをDWHに登録する処理はETL(Extract Transform Load)処理と呼ばれる。KOTOLiAでは、日本国内の利用者がDWHにほぼアクセスしていない時間帯(毎日0:00から8:00)にETL処理を起動し、前日分のデータをDWHに追加する。ETL処理では、データ管理構成(例:キーバリュー型とリレーショナル型)、プロパティ名(例:“postal_code”と“zip-code”),プロパティ体系(社内体系とECHONET Lite Web API体系),単位(例:“Wh”と“kWh”),データ表記(例:16進数を表す接頭辞“0x”と接尾辞“H”)等を統一し、データの多様性を解消する。

新モデルや新機能の追加によってデータ型が不明な未定義データが発生した場合、未定義データを誤ったデータ型でDWHに登録することを防ぐ必要がある。KOTOLiAは、利用者が通常参照する利用者参照テーブルの前段に全てのデータを一旦文字列型で格納する定義前テーブルを設けて、定義済みのデータだけを利用者参照テーブルに登録する構成にしている。未定義データは、データの定義が確定した後で利用者参照テーブルに登録される。データの定義確定前に未定義データの内容を確認したい場合は、文字列型のデータとして定義前テーブルから参照可能である。

なお、定義前テーブルはETL処理の負荷を軽減するため機種別に生成される。利用者参照テーブルは定義前の機種別のテーブルをViewに統合して生成される。これらDWHの構成を図2に示す。

(注2) ECHONET Liteは、一般社団法人 エコネットコンソーシアムの登録商標である。

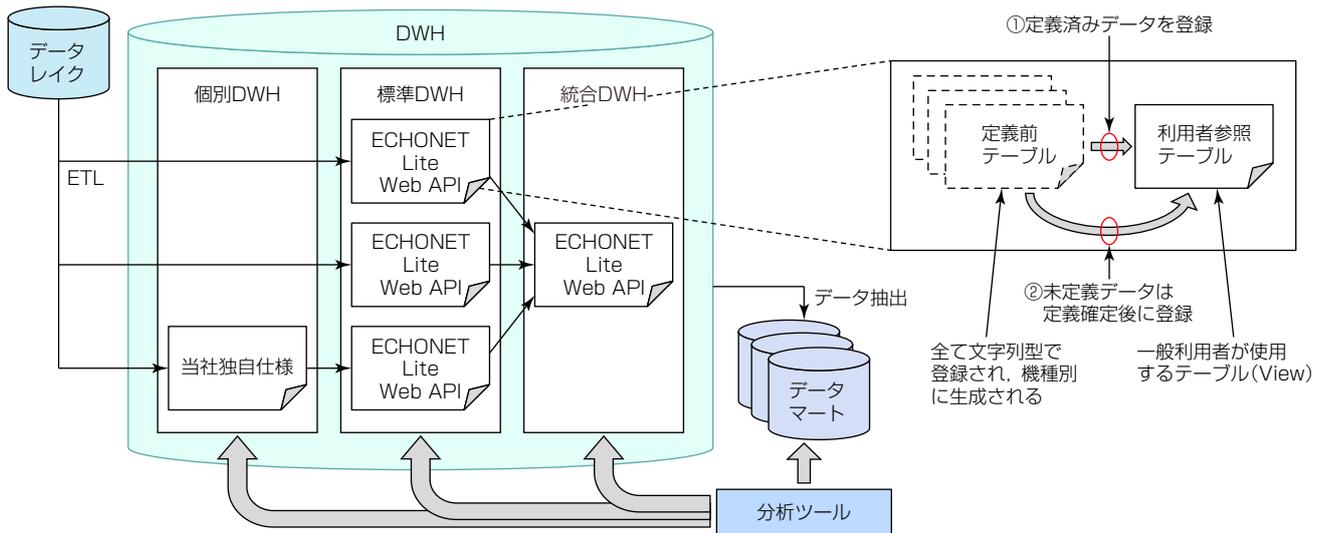


図2-DWHの構成

3. データ利活用事例

この章では、KOTOLiAのデータ利活用の事例について述べる。

3.1 オフィス空調の状態監視

KOTOLiAは、分析作業に直接関与していない利用者でも製品の使用状況を把握できるように、インターネットに接続された機器の数や運用状況の統計情報など一般的な情報を掲示するダッシュボードを提供するとともに、個別の部門からの要求に対応した特定用途のダッシュボードも提供する。図3は、空調機の品質管理業務を担当とするスタッフと協力して開発したオフィスの空調機の運転状況を監視するためのダッシュボードである。室内機の起動後に設定温度と室温の差が変化しない室内機とその時間帯が表に一覧表示され、利用者が詳細を確認したい“行”を選択すると、空調機器の過冷却度、過熱度、電子膨張弁開度、蒸発温度、凝縮温度などの値の変化を示すグラフが選択に応じて表示される。このダッシュボードを使用することによって、利用者は温度変化が見られない空調機に対して、運転データが正常であるか否かを確認できる。

①起動後に温度変化が見られない室内機を一覧表示

日時	室内機ID	モード	設定温度と室温との差		
			起動直後	10分後	20分後
2025/11/16 11:10	010	冷房	2.2	2.2	1.8
2025/11/16 12:53	012	冷房	1.8	1.8	1.8
2025/11/15 15:20	015	冷房	4.2	4.2	3.0

②利用者が詳細を確認したい“行”を選択すると関連する運転データのグラフが表示される

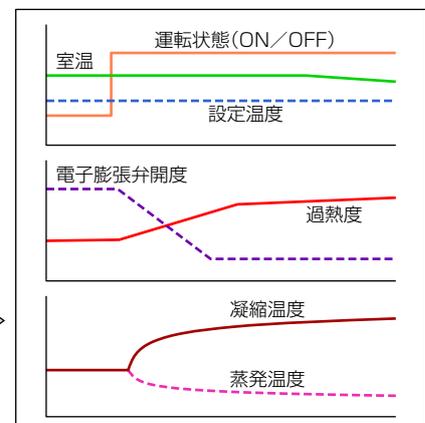


図3-オフィス空調の状態監視

3.2 おやすみサポート

KOTOLiAに蓄積されたデータを使用して夏の夜間のルームエアコンの運転状況を調査したところ、多くの人が就寝時にタイマーを使ってエアコンをオフにするが、約半数の人が暑さのため目が覚めて、深夜に手でエアコンをオンにしていることが分かった。エアコン再稼働時の室温の平均値と標準偏差は各エアコンで異なる。この分析に基づいて、エアコンの利用者が深夜に目が覚める前に再起動する機能をエアコンの開発者と協力して開発した。再起動時の室温の値はエアコンごとに適切に自動調整される。この機能は“おやすみサポート”サービスとして市場に導入された。

4. システム導入の効果

KOTOLiA導入で得られる効果の一つは、データアクセシビリティの向上である。KOTOLiAの導入以前、データを利用するためには、データの入手のためにデータを所有する部門との交渉が必要であったほか、データ分析のための前処理やデータベース化などの処理が必要であり、データが必要になってから実際に分析を開始するまでに数週間を要した。KOTOLiA導入後は、アカウント作成のための1日で分析の開始が可能である。

もう一つの効果はデータ利活用の普及である。筆者らは、KOTOLiA導入に伴い、データ分析に関する情報共有サイトを開設し、データ分析に関するドキュメントの公開、問合せの受付、及びデータ分析のコツやヒントなどを掲載したほか、KOTOLiAの使用方法に関するハンズオンセッションやデータ分析の情報共有会議を開催した。継続的な利用者支援活動の結果、KOTOLiAの登録者数は400人に達した。

5. 利用者からのフィードバック

KOTOLiAの運用開始から2年経過した時点で利用者アンケートを実施した。KOTOLiAの利用者が所属する部門の代表者21名に対して次の質問を送付し、必要に応じて代表者から部門員に展開してもらうことによって61名分の回答(複数回答あり)を受け取った。

質問1：貴部門でKOTOLiAによるデータ分析を促進するにあたり、実施してほしいイベントはありますか？

質問2：データ分析を進める上での問題や要望、その他の意見があれば教えてください。KOTOLiAに対するご要望などがあれば教えてください。その他、自由意見があれば教えてください。

表1に質問1に対する回答を示して、表2に質問2に対する回答を示す。

表1-利用者が希望するイベント

	機械学習	SQL	説明会	可視化	その他	なし
人数	42	37	36	35	9	3
割合(%)	68.9	60.7	59.0	57.4	14.8	4.9

表2-自由記述で受け取った意見(2名以上)

	No.	問題	人数
困りごと	1	データ分析のスキル不足	7
	2	何を分析すればよいか分からない	2
	3	分析すべき十分なデータがない	2
要求	1	ポータルサイトやダッシュボードによる情報発信	9
	2	データ分析活動の共有	9
	3	データの範囲の拡張	6
	4	仕様書のデータの説明の充実化	6
	5	SQL-lessツールの導入	4
	6	個別サポート	2
	7	データ分析に関する人材育成	2

表1では機械学習のイベントの要望が最も多く、AIを利用した高度な分析に対する期待が高いことがうかがえる。一方で、表2では“困りごと”に7名が“データ分析のスキル不足”を挙げている。“要求”のNo.1, 2, 4, 6, 7も利用者サポートに関するものであり、今後も基本的なデータ分析支援活動を継続する必要があることを示している。No.3の“データの範囲の拡張”は、出荷データや利用者属性などの運転データ以外のデータを指している。No.5の“SQL-lessツール”については、生成AIを使用したSQL作成支援ツールを公開して社内で運用を開始した。

6. む す び

家庭やオフィスに設置された電気製品から収集されたデータを分析するデータ統合分析基盤について述べた。IoTデータの特徴である多様性と変動性を持つデータを統合し、利用者がデータ準備のためのリードタイムなく効率的に分析することを可能にする。システムの開発に加え利用者の支援活動も継続し、IT専門家でない利用者に対するデータ分析の普及にも努めている。

今後、機器データ以外のデータへの対応や、現状1日1回であるDWH更新の頻度を上げてリアルタイム性を向上させることによってKOTOLiAの利便性を高めるほか、他システムとの連携によってデータ共有の範囲を拡大し、新たなソリューションの開発に利用していく予定である。

参 考 文 献

- (1) 古賀宗典, ほか: IoTデータ統合分析プラットフォームKOTOLiAの開発-システム開発-, 情報処理学会第85回全国大会講演論文集, 2023, No.1, 429~430 (2023)
- (2) 林 卓人, ほか: IoTデータ統合分析プラットフォームの開発-ETL開発-, 情報処理学会第85回全国大会講演論文集, 2023, No.1, 431~432 (2023)
- (3) Ito, T., et al.: An Integrated Data Analytic Platform for Internet of Things Products, 2025 IEEE International Conference on Consumer Electronics (2025)
- (4) Sasaki, Y.: A Survey on IoT Big Data Analytic Systems: Current and Future, IEEE Internet of Things Journal, 9, No.2, 1024~1036 (2021)