

ワイヤレス型温度計測システム「MieruTIME4D」の開発

空間の温度場をリアルタイムに見える化

Development of Wireless Temperature Measurement System “MieruTIME4D”

Visualizing the Temperature Field of a Space in Real Time

(販売CP 法人営業部 エンジニアリングG)

ワイヤレス型の計測ポールを複数配置することで、ポールに囲まれた空間の温度場を可視化するシステムを開発した。多点の温度データを計測し、リアルタイムに3次元可視化できるため、温度管理の高品質化、空調の運用変更における検証時間短縮等、お客さまのエネルギー利用の最適化に関して様々なシーンでの活用が期待できる。

(Customer Service & Sales Department, Customer Service & Sales Company)

We developed a system that visualizes the temperature field of a space surrounded by multiple wireless measurement poles. With this system, temperature data of multiple points can be measured and visualized in three dimensions in real time. It is expected to be used in various scenes related to the optimization of customers' energy usage, such as for improving temperature control quality and shortening the time needed for verifying air conditioner operation changes.

1 背景と目的

温度は、工場・商業施設・オフィス等、業種業態に関わらず製品の品質や作業環境の快適性を確保するために必要不可欠な管理指標である。しかし多くの工場では、至る所で設備の排熱が発生する中、作業環境を保つために局所冷房をしていたり、商業施設では、冷設什器から冷気が漏れていたりと複雑な温度場となっているため、温度計測のポイントが実態に則していないケースが多く見られる。そのため、空調を使用する際、管理値に対して未達の状況が続き、品質や快適性を損なったり、過剰使用によりエネルギーロスが発生するといった課題がある。また、室内環境の最適化に向けた空調の運用変更は難しく、時間と手間が掛かるため、取組みが進みにくい状況にある。

そこで、お客さまの現場において、一度に数百点の温度計測を行い、リアルタイムに温度場を3次元で表現できる「ワイヤレス型温度計測システム」を開発した。

2 システムの構成と仕様

システムの構成・仕様を第1図・第1表に示す。自立式のポールには、複数の半導体式温度センサが組込まれ、センサ間を1-Wire方式で繋ぐことで、各センサ情報を同期している。計測データは、ポール毎にワイヤレスデータロガーからPCへ無線通信を行い、1秒毎の温度データがHDDに保存される。データを可視化する際は、可視化専用のソフトにて計測データの読み込みを行う。可視化ソフトでは、各センサデータを基にセンサ間の温度を補完し、センサデータと補完データを繋ぎ合わせ3次元化することで、実際の温度場に近い形で再現している。尚、システム名は、ソフト上で計測結果の時間軸を自由に変更できるため、時間を第4の次元と定義し「MieruTIME4D(みえるたいむフォーディー)」とした。

3 システムの特徴

①リアルタイムに可視化

計測中において、リアルタイムに温度場が可視化できるため、データ処理の時間が省け、検証時間を大幅に短縮できる。また、僅かな温度変化を空間的に把握できるため、運用変更の効果をその場で確認しながら、細かな調整が可能である。

②無線化による計測準備・撤去の簡略化

Wi-Fi通信により、ワイヤレスで計測できるため、計測場所変更の際にコード類の引回し・接続作業が不要である。

③センサ数、ケーブル長は自由に設定可能

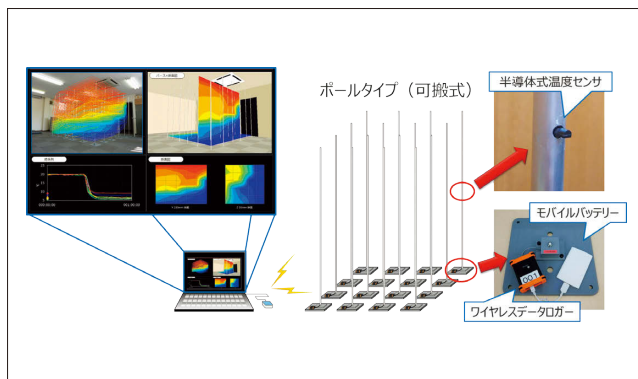
ポールタイプとケーブルタイプがあり、内蔵センサ数、センサの間隔、ケーブルの長さを自由に設定できる。

④様々な環境・温度条件に適応

-40℃～80℃の環境で使用できるため、防水加工を施すことで、屋外、水中、冷凍庫等の様々な温度場を計測できる。

⑤他社の計測器連携・CSVファイル読み込み可能

他社製の計測器と連携できる。また、既に計測したデータにおいてもCSVファイルであれば、時系列データとして時間変化を3次元化し、表現できる。



第1図 システム構成

第1表 システム仕様

本体長さ (標準品)	ポールタイプ: 3m ケーブルタイプ: 6m
測定点数 (標準品)	13点 ポールタイプ: 250mm間隔 ケーブルタイプ: 500mm間隔
同時使用可能ポール数	2 ~ 40本 (推奨)
測定範囲	-40℃ ~ 80℃
測定精度 ※恒温槽にて測定精度の傾向を確認	±0.2℃ (0℃ ~ 60℃) ±0.5℃ (-40℃ ~ 80℃)
ポール間隔	0.25m ~ 4m (推奨)

※恒温恒湿槽PR-2KP (ESPEC)

4 システムの機能

① 現状・過去データを同時表示

現状、計測しているデータの表示中に、時間軸を戻して、過去データとの比較ができる (第2図)。

② 立体・断面 (コンター図) 表示

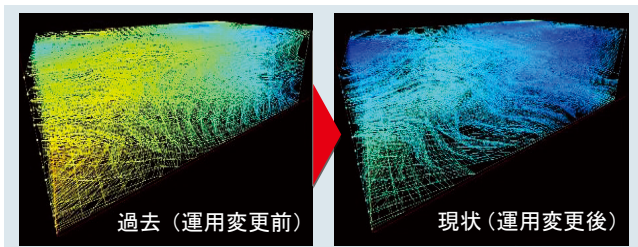
立体表示の他、X・Y・Zの3軸において、任意のポイントでそれぞれコンター図表示ができる (第3図)。

③ 写真合成・図面マッピング

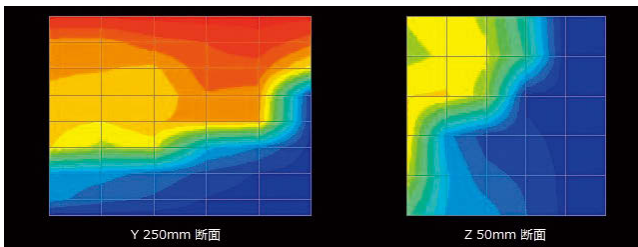
3次元化データは、背景写真との合成、図面へのマッピングができ、効果的な情報共有が図れる (第4図)。

④ 設定温度域逸脱・故障アラート

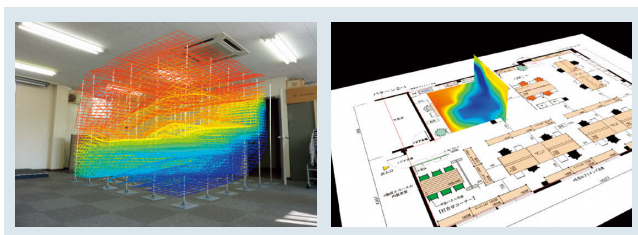
予め設定した温度域から逸脱した場合、アラートを発信できる。また、センサ故障の際も異常箇所を特定できるため、センサ交換を容易に実施できる。



第2図 温度変化表示



第3図 コンター図表示

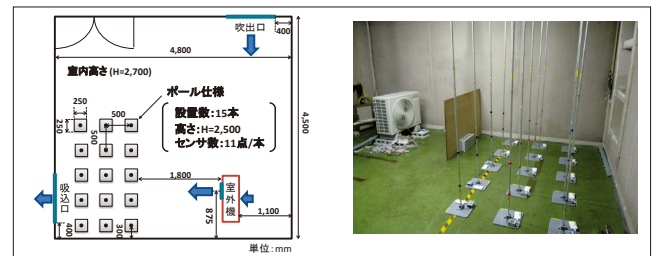


第4図 写真合成・図面マッピング表示

5 性能検証

本システムによる3次元化手法とCFDによる解析結果を比較し、妥当性検証を行った。単純な流れ場にて検証するため、エアコン室外機からの排熱による温度場を対象に比較検証した。検証概要・CFD解析条件・比較結果を第5図、第2表、第6図に示す。

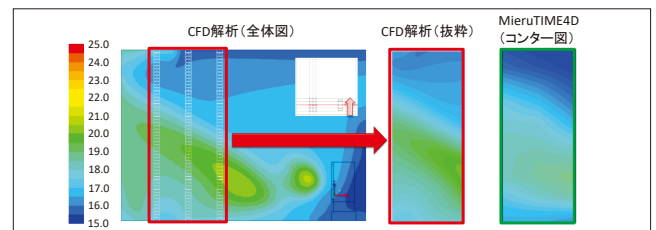
本システムで表現されるコンター図は、CFDの解析結果と類似した温度場の特徴を捉えており、表現手法として活用できることを確認した。



第5図 検証概要
(左: 試験室図面、右: 試験写真)

第2表 CFD解析条件

項目	設定
計算領域	実験施設内領域 (吹出口、吸込口、邪魔板、室外機)
計算格子数	約46.5万点
計算法	非圧縮性定常解析
計算時間	約1時間
物性値	空気 密度: 非圧縮性理想気体 比熱: 1006.43 J/kg-K 熱伝導率: 0.0242 W/m-K 粘性係数: 1.7894e-05 kg/m-s
乱流モデル	k-ε 標準モデル
使用コード	ANSYS Fluent R16.1



第6図 CFDと本システムの表現性比較

6 今後の展開

開発システム「MieruTIME4D」は、2018年2月から当社と九州計測器株式会社より発売した。また、当社のコンサルティングサービスの計測ツールとして幅広い業種業態のお客さまに活用しており、当社オリジナルサービスとしてご好評をいただいている。

今後は、温度だけでなく湿度、風速、清浄度、音場等、様々なセンサと連携し、リアルタイムに可視化できる利点を活かすことで、省エネ・生産品質向上・作業環境改善等における課題解決の新たな切り口として貢献したい。



執筆者 / 牧野裕介