



IoT連携CFDを用いた室内空調システムに関する検討

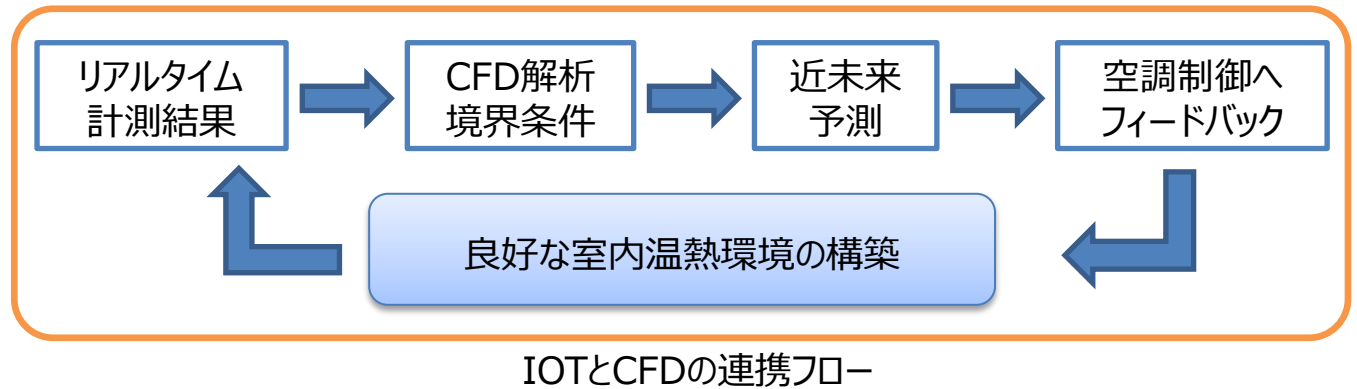
(共同研究者 大阪工業大学大学院 佐藤 貴紀、(株)アドバンスドナレッジ研究所 池島 薫、桃瀬 一成、早稲田大学ノレビ設計室 中川 純)
(研究協力者 松井 龍一、山田 弘貴〔研究当時:河野研究室〕)

近年、IoT (Internet of Things) を活用した環境計測が広がりつつある。リアルタイム計測のデータを直ちにCFD解析の境界条件に用いて近未来の予測を行い、空調制御へフィードバックすることで、優れた空調システムの構築が可能となる。

本研究では、新たな空調制御法の確立を目指し、リアルタイム計測と連動した非定常CFD解析を実施する。
時間毎に壁・窓等の表面温度や空調の吹き出し風速に関する境界条件を更新し、常に最新の測定情報の下で室温予測を可能とする。(CFD解析には(株)アドバンスドナレッジ研究所製 FlowDesigner を使用する。)

＜実施済みの項目＞

- ・夏期冷房時の検証用データ取得のための実測
- ・冬期暖房時の検証用データ取得のための実測
- ・実測データを即座に境界条件に反映するリアルタイム非定常CFD解析システムの構築
- ・夏期・冬期のリアルタイム非定常CFD解析の精度向上



① 実測による検証用データの取得

〔測定対象空間〕
1号館4階 大学院 講義室2

〔室内寸法〕
幅=7.6m
奥行=6.7m
天井高=2.5m
天井高(窓付近)=3.0m

〔測定期間〕
夏期：2017年8月17日～9月28日
冬期：2018年3月01日～3月28日



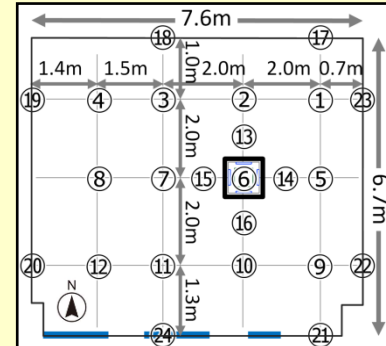
大学院講義室2 扉側(北)



大学院講義室2 窓側(南)



実測状況



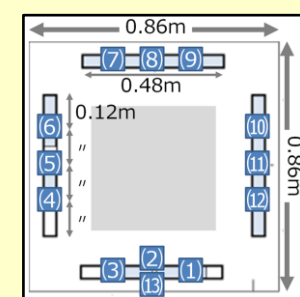
温度・表面温度の測定位置

測定項目

クラウドアップロード用データ(主に境界条件取得等)			
測定項目	対象位置	高さ(m)	測定機器
空気温度(参考)	①③⑩	1.10	K型熱電対
壁面温度	①⑦⑩⑬⑭⑮⑯⑰⑱	1.10, 2.10	K型熱電対
窓表面温度	⑭	1.10, 2.10	K型熱電対
天井・床表面温度	①③⑨⑪	0.00, 2.50	K型熱電対
吹き出し風速・風速	①①②	2.45	熱式風速計

室内環境確認用			
測定項目	対象位置	高さ(m)	測定機器
空気温度(参考)	①③④⑨⑪⑫	1.10	K型熱電対
壁面温度	②⑤⑥⑦⑧⑬⑭⑮⑯	0.05, 1.10, 2.10, 2.30, 2.40	K型熱電対
窓表面温度	⑭	2.45	熱式風速計

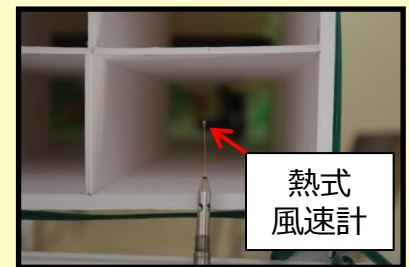
①-⑬：空気温度測定ライン
①⑦-⑲：壁表面温度測定ライン
⑭：窓表面温度測定ライン



4方向天井カセットの風速・温度測定点



風量測定状況



風量測定位置

平均風量の測定値

設定	実測風量(m³/min)
弱	10.4
強	11.4
急	12.7

② IoTと連携したリアルタイムCFD解析システムの構築

〔クラウドを活用した解析の流れ〕

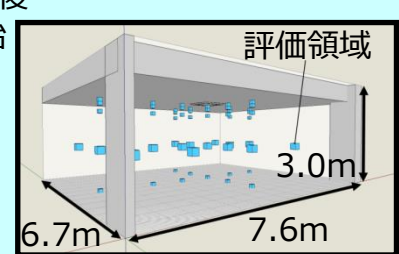
解析時刻・平均風量を設定

クラウドデータの取得
↓
境界条件の設定
↓
解析実行
↓
更新して繰り返す

データ取得後
解析開始

出口No	センサNo	センサ名	値(m³/min)	風速(m/s)
271	出口口 01	cit_wind01	1.35	16.4
269	出口口 02	cit_wind02	1.18	8.4
263	出口口 03	cit_wind03	0.96	12.7
262	出口口 04	cit_wind04	0.72	11.2
265	出口口 05	cit_wind05	0.78	12.9
267	出口口 06	cit_wind06	0.84	12.0
261	出口口 07	cit_wind07	0.64	11.9
268	出口口 08	cit_wind08	1.09	9.1
270	出口口 09	cit_wind09	0.91	10.4
266	出口口 10	cit_wind10	0.93	11.9
264	出口口 11	cit_wind11	0.53	9.4
260	出口口 12	cit_wind12	0.47	11.5

解析後
データ更新



評価領域

〔サーモカメラを用いた壁面表面温度分布の再現〕

壁面におけるCFD解析の境界条件

各壁面代表2点の計測値

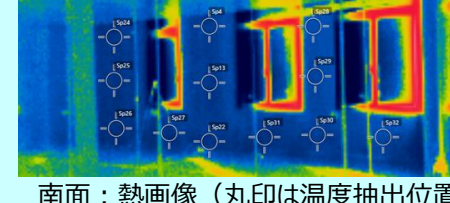
壁面の温度分布を再現

サーモカメラで撮影した熱画像を用いてCFD解析の境界条件とする。

解析精度の向上



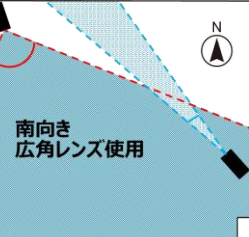
南面：可視画像(丸印は温度抽出位置)



南面：熱画像(丸印は温度抽出位置)



サーモカメラ (FLIR T440)



サーモカメラ配置図

③ 実測値とCFD解析値の比較

〔可変風量の再現〕

$$Q = V \times \frac{Q'}{V'}$$

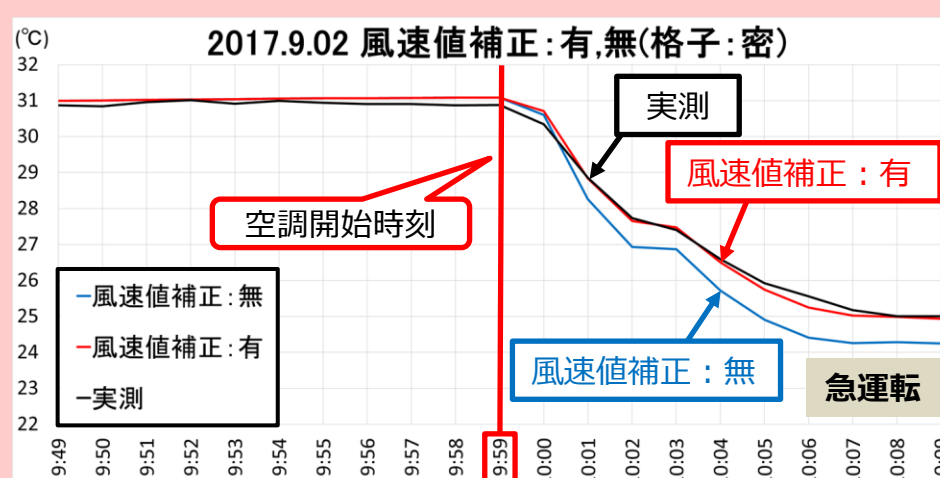
Q [m³/min]
：各時刻の総風量「可変風量」(本測定時)

V [m/s]
：各時刻の吹き出し部風速の平均値 (本測定時)

Q' [m³/min]
：長時間の総風量 (風量測定時)
(弱：10.4、強：11.4、急：12.7)

V' [m/s]
：長時間の吹き出し部風速の平均値 (風量測定時)

〔夏期〕



〔冬期〕

