

自律型 IoT センシングシステムによる  
屋内外不均一環境場のリアルタイム評価とその応用に関する研究

東北大学 ○小林 光 1\*

|         |          |        |
|---------|----------|--------|
| IoT 技術  | 有線計測システム | 建築環境計測 |
| WITS 規格 | リアルタイム評価 | 建築環境制御 |

1. 研究の目的

本研究は、独自に構築した IoT センサシステム (WITS と命名) を用いた、情報化技術による建築内外の環境計測とリアルタイム評価及び、環境の管理・制御等への応用の可能性の検討を目的とする。

2. 研究の内容

2.1. 研究背景

建築環境技術者の目的に合致して簡単に安価に利用できる既存の IoT システムが存在しないため、申請者は設備設計や建築環境研究の経験に基づき、建築技術者の視点で情報技術者と共に IoT システム WITS (Wired IoT System) の構築を含む取組みを企画した。建築における環境制御は目標条件 (設定値) と判断条件 (現在値) の比較によって、操作要因となる装置を起動するシンプルなフローによる。判断条件は例えば温度、湿度等の単一指標ではなく WBGT や PMV、更に人の在・不在、時間等を掛け合わせた“複合した条件”である場合も多い。その様なケースであっても複数のパラメータをリアルタイムに取得して、これを用いた“複合した条件”をリアルタイムに生成、評価、判定して制御等に繋げるのみである (図 1)。しかしながら実際には①複数項目のセンシング、②データ収集、③複合した条件の計算、④判定、⑤制御等のアクションは別々のプラットフォームにあって統合されておらず、簡単なケースであってもビルオートメーション (BA) の様な高度なシステムに頼っている。こうした背景を踏まえ、本研究では WITS をベースに運用できるセンサ、制御群を開発し、不均一な建築環境の多種・多点計測を実施し、評価、制御を試行することで建築分野での IoT 技術利用の可能性を検討しようとするものである。

2.2. IoT システム WITS の構築

(1) システム (ハード) 構築

開発を目指すシステムの概要を図 2 に示す。始端に親機 (GW: WITS GateWay) があり、電源供給と通信を兼ねたケーブルにセンサを接続するための多数の子機 (node) を連ねた計測・制御ラインを形成する。node は其々マイコンを内蔵して単なる計測機能に留まらず、様々な機能を持たせることができる。WITS 構築のためには、プラットフォームとしての計測・制御の情報システムに係る通信規格の

策定、同システムに準拠したハード、ソフト、サーバとの連携、データ収集システムなどが必要となる。また、システム上で稼働するセンサユニットの企画・開発が必要となる。本研究では図 2 を基本とした WITS システム (プラットフォーム) 及びセンサ基板 (温度、湿度、照度、電圧

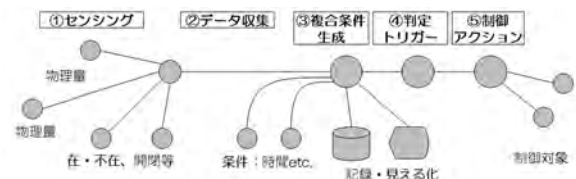


図 1 環境場のリアルタイム評価と制御等応用のフロー

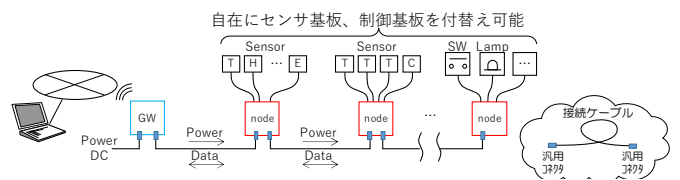


図 2 WITS による有線多点計測・制御システム構成概要



写真 1. 左: WITS gateway (WGW)、右: 子機 (Node)

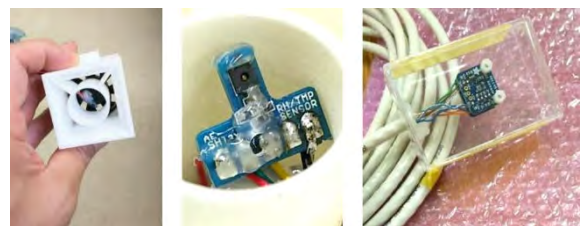


写真 2. センサ基板 (左, 中: 通風管と温湿度センサ, 右: 照度センサ)



写真 3. 発停制御を行うノードとリレー

(センサ入力用))、発停制御用基板を開発した。通信規格については紙面の制限により省略する。写真1にWGW及びnodeを示す。WGWとnodeはツイストペア線で結ぶ。(安価で汎用的なLANケーブルを採用。但し、通信規格が異なるためLANと共存しない)。写真2にセンサの例を示す。WITSはnode及びセンサに給電可能であることから温湿度センサは本研究で開発したファン付小型二重通風管に内蔵した。写真3に制御基板とリレーを示す。リレーはAC100, 200Vの発停が可能な容量の製品を選定している。

## (2) システム(ソフト)構築

計測値をサーバに収録すると共にWEB画面にて確認可能とした。図3にWEB画面による計測データの表示状況を示す。測定現場でnodeに接続したセンサにより計測項目が判定され、適切な列に格納される。ユーザはセンサに応じた設定を必要としない。サーバには計測値に基づいて複合した条件を算出する計算式をも組み入れ(図4)、計測値(生値)又は計算値を条件としてサーバから発停制御を指令できる仕様にした。尚、現時点では計測値のバリエーションを支えるセンサの充実が不十分のため計算式による制御は確認途上である。

## 2.3. 実フィールドにおけるシステムの実証試験

本研究では、宮城県内の2箇所のフィールドにてWITSの実証を兼ねた測定を実施した。ここではそのうちの1カ所について説明する。写真4に対象施設、Kハウスを示す。交流施設であるKハウスでは、屋内温熱環境の測定と制御の検討を行った。Kハウスは半透明の外皮を備えた軽快な建築である。夏季の昇温による温熱環境の確認、施設運営者と設計者による環境条件の共有が求められたため、WITSにて建築内外に小型二重通風管を設置した温湿度測定を実施した。また、計測値による屋根散水(簡易水中ポンプ発停)制御を検討した。図5にKハウスにおける測定結果の一例を示す。実証中にサンプリングの解像度調整などを行い、市販測定器による計測と遜色のない計測が



写真4. Kハウス



写真5. 簡易ポンプによる散水

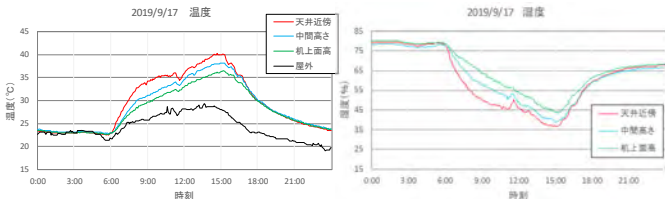


図5 Kハウスにおける温・湿度測定結果一例

可能となった。また、温度を条件とした簡易な水中ポンプの発停による屋根散水への対応が可能となった。

(但し、リレーによる発停は実験装置であり、常時接続は見合わせている)。

## 3. 研究の成果と知見

本研究では、WITSの構築と実証試験を通じて建築分野における屋内外環境場のセンシングとリアルタイム評価及びその応用の可能性を確認した。WITSに限らず建築視点でのIoTシステムの開発、利用の推進の有効性及び必要性を確認した。また、本研究を通じて建築技術者がいかに情報技術者とコラボレートするか、その手掛かりを得たことも重要な成果であると考えます。今後、建築と情報の異業種間の知見やニーズを繋ぐことのできる建築技術者が必要である。本研究を通じ基礎的リテラシー不足が情報化が進まない原因であると考えられた。WITSの取組を継続し、こうした不足を埋める一助になることを考えたい。

## 4. 今後の予定

今後、WITSについては本研究の開発及び検証を通じて確認された課題の解決を継続する。また、本研究の成果として、WITS規格及び知見を論文その他の媒体で無償公開することを計画する。

## 謝辞

本システムの構想段階には、舞鶴工業高等専門学校、内海康雄先生、東京大学生産技術研究所、小林大先生よりご指導ご助言を頂きました。また開発では(株)芳和システムデザイン殿、並びに鈴木直康様より多大なるご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。



図3 WEB画面によるデータ表示例

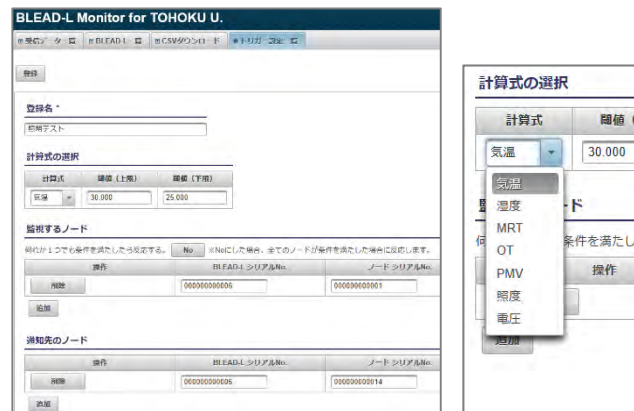


図4 計測値による装置制御(発停)条件設定

\*1 東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻 准教授

\*1 Department of Architecture and Building Science, Graduate School of Engineering, Tohoku University