

# 自律型IoTセンサリ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

Study on real time evaluation of indoor and outdoor nonuniform  
environmental field and its application using autonomous IoT sensing system

小林 光  
東北大学 大学院工学研究科  
都市・建築学専攻 准教授

## 目次

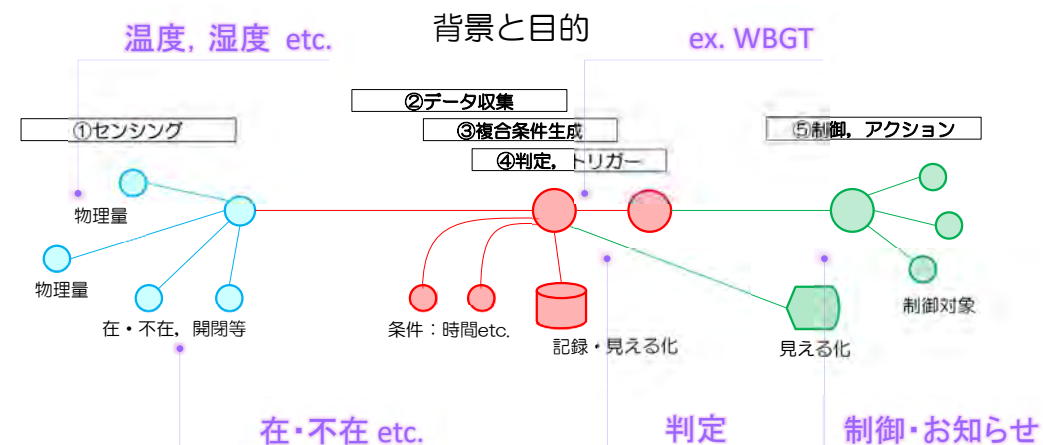
- ・背景と目的
- ・WITS (Wired IoT System)の概要, 構成
- ・計測及び制御に係る規格の構築
- ・システム (ソフト) 構成
- ・フィールドにおけるシステムの実証試験
- ・まとめ

## 背景と目的

本研究は、独自に構築したIoTセンサリングシステムを用いた、建築内外の不均一環境の計測とリアルタイム評価の実現、及び、環境の管理・制御等の応用の可能性の検討を目的とした。

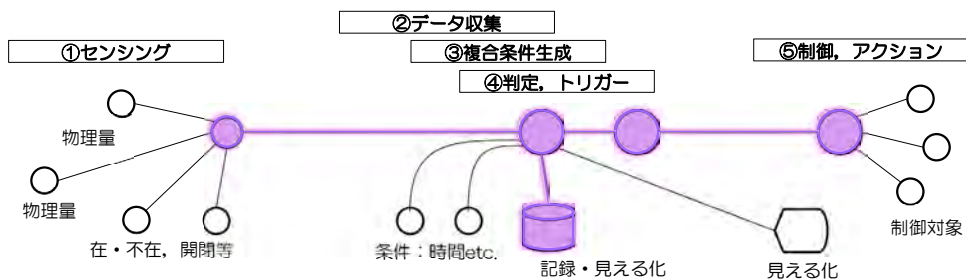
筆者らは、計測と制御のプラットフォームとなるIoT技術の中核としたセンサリングシステムを企画した。建築環境に関する研究、実務の経験に基づき、IoT技術によって多種の計測を統合して、計測+評価+制御を飛躍的に簡単化、便利化、効率化する事を意図した。

本研究では、このシステムを強化し、運用できるセンサ・制御群を開発。建築環境の多種・多点計測を実施し、建築環境分野での簡易なIoT技術利用の可能性を検討した結果を報告する。



制御等を行う際の条件として、温度、湿度等の環境パラメータ、在不在その他の運用系パラメータなど複数のパラメータを“複合した条件”を利用したい場合は多い。しかし①多種のセンシング、②データ収集、③複合条件の計算、④判定、⑤制御系、は別々のプラットフォームにあって統合されておらず案外簡単ではない。

## 背景と目的

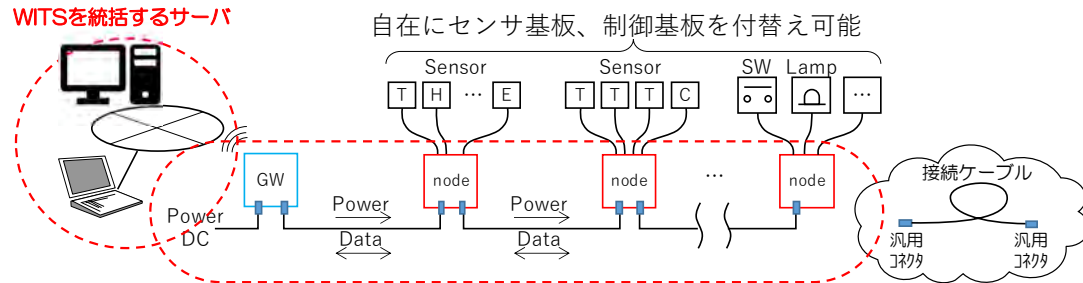


筆者らは単純で簡単に使えるIoTシステム **WITS (Wired IoT System)** を開発。本研究ではWITSをベースに運用できるセンサ群, 制御群(発停, 点灯etc.)を開発し, 不均一な建築環境の多種・多点計測を実施し, 更に評価や制御を試行することで **建築分野での簡単なIoT利用の可能性を検討**することを旨とした。

## WITS の概要

WITSは電源供給を伴う有線を基本とする。**無線化は必要最小限として, 有線式で得られるメリットを最大化しながら, 従来に比べて飛躍的に手軽で“総合的に簡単である”**ことを方針とする。

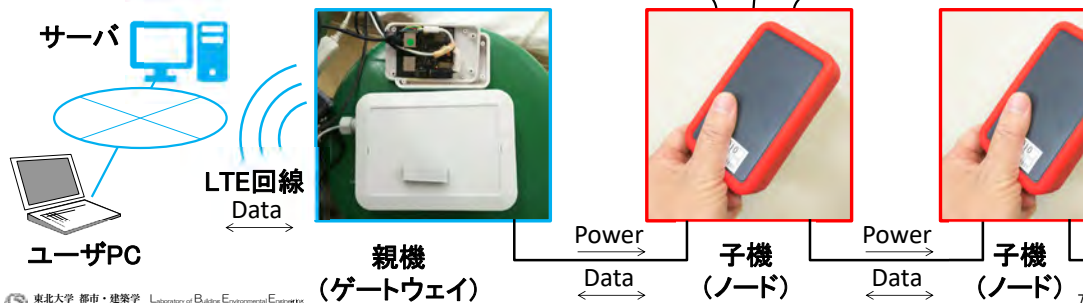
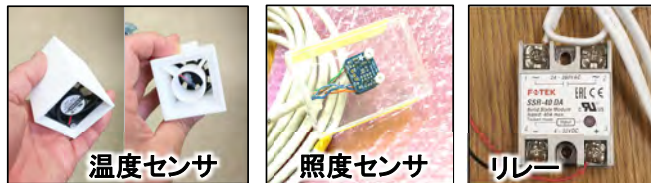
### WITSを統括するサーバ



WITS: 基本的に有線で構築するシステム

## WITS の構成

有線で親機と子機を結ぶラインを基幹として子機にセンサ類を接続。情報は親機からLTE回線でサーバに送り, サーバで記録・処理。有線で給電するためノイズに強くランプや小型ファン等も駆動可能。



## WITS 規格の構築

### WITS規格概要(ハード仕様)

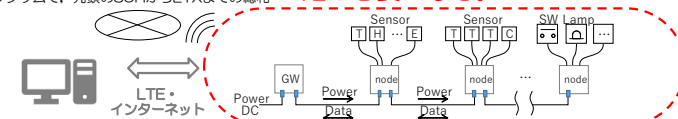
Wired IoT Systemは、有線でIoTデバイスを接続する為の仕様	
通信仕様	P2PのRS-422 半2重通信
通信速度	115.2kbps と 921.6kbpsに対応する。
通信距離	無給電でトータル800mまで (ケーブルのインピーダンスによる)
電源電圧	9V~24V GWには24Vを供給

### WITSデータフレーム

SOH (1Byte)	STX (1Byte)	LENGTH (1Byte)	COMMAND (1Byte)	NodeID (1Byte)	DATA (1~200Byte)	DLE (1Byte)	ETX (1Byte)	SUM (2Byte)
OX01	OX02					OX10	OX03	DLE~ETX までの総和

SOH : Start of Heading  
STX : Start of Text  
LENGTH : COMMAND~DATAの最後までのByte数  
COMMAND : 制御コマンド  
NodeID : 接続時にGWから指定されるデバイス番号で, 接続後はこのNodeIDで指定される。  
DATA : DATE設定, 数値, 日時など。  
ETX : End of Text  
SUM : 16Bitチェックサムで, 先頭のSOHからETXまでの総和

オンサイトのワイヤードシステムを成立させる各種規格・規約の設定が必要になる。



## WITS 規格の構築

### WITSコマンド

コマンド名	通信方向	説明	COMMAND	NodeID	Data部
Device確認	WGW → Device Device → Device	Device確認を受信したDeviceは、後続Deviceの有無を通知する。	0X10	0X00	—
Device確認 応答	Device → WGW Device → Device	Device確認を受信し、後続の新しいDeviceが存在する場合はACKを返す。新しいDeviceから、DeviceIDとサポートする機能、通信速度を返信する。	0X11	0X00	ACK：あり NAK：なし ESC：切断 DeviceID VendorID Device 返信情報
Device追加	WGW → Device Device → Device		0x20	0X01 ~0XFF	0X00 Device 設定情報
Device追加 応答	Device → WGW Device → Device		0x21	0X01 ~0XFF	ACK/ NAK
Device出力	WGW → Device Device → Device	Device出力指示	0X30	0X01 ~0XFF	0X00 Device 指示情報
Device出力 応答	Device → WGW Device → Device	Device出力レスポンス	0X31	0X01 ~0XFF	ACK/ NAK
Device入力	WGW → Device Device → Device	Device入力指示	0X40	0X01 ~0XFF	0X00 Device 指示情報
Device入力 応答	Device → WGW Device → Device	Device入力レスポンス	0X41	0X01 ~0XFF	ACK/ NAK データ 情報

NodeID : デバイス上で設定されたID  
VendorID : 製造者のID 0X00000000~0xFFFFFFFFまでは、WITSから発行されたもの、0xFFFFFFFF00~0xFFFFFFFFまでは、試験及び研究開発用  
DeviceID : 製造者にて1モデルに、1IDを割り振る。

## 新たなセンサ、リレー等の追加

### WITSサポートタイプ

0	GPIO出力1	0:Low 1:High	16	[...]	[...]
1	GPIO出力2	0:Low 1:High	17	[...]	[...]
2	GPIO出力3	0:Low 1:High	18	[...]	[...]
3	GPIO出力4	0:Low 1:High	19	温度	4Byte温度×100℃符号付整数
4	GPIO入力1	0:Low 1:High	20	湿度	4Byte湿度×100%符号付整数
5	GPIO入力2	0:Low 1:High	21	気圧	4Byte
6	GPIO入力3	0:Low 1:High	22	[...]	[...]
7	GPIO入力4	0:Low 1:High	23	[...]	[...]
8	Analog出力1	4Byte	24	[...]	[...]
9	Analog出力2	4Byte	25	[...]	[...]
10	Analog出力3	4Byte	26	[...]	[...]
11	Analog出力4	4Byte	27	[...]	[...]
12	Analog入力1	4Byte	28	[...]	[...]
13	Analog入力2	4Byte	29	[...]	[...]
14	Analog入力3	4Byte	30	[...]	[...]
15	Analog入力4	4Byte	31	[...]	[...]

新たなセンサ、リレー、電圧入力などを追加

GPIO (デジタル) : General Purpose Input/Output

接続するセンサや情報の種別を予め設定しておくことで、センサ類の接続時にはその種別を判断。設定不要。

## WITSシステム (ソフト) の強化

### WEB画面によるデータ表示例

### 計測値による装置制御 (発停) 条件設定

計算式の選択

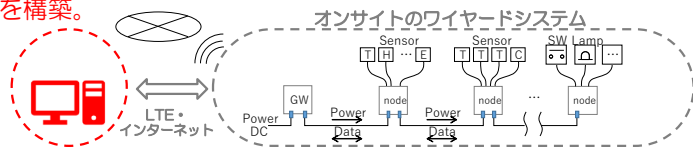
計算式	閾値 (上限)	閾値 (下限)
気温	30.000	25.000

監視するノード

監視先ノード

測定データ複数による計算、条件による制御機能を追加

サーバは情報記録と処理、簡易な制御指令等を行う。計測値を用いた複合的判断、簡易な制御やアラートの発信などを可能とするプログラムを構築。



## 実フィールドにおけるシステムの実証試験



N研究所 (宮城県)



Kハウス (宮城県)

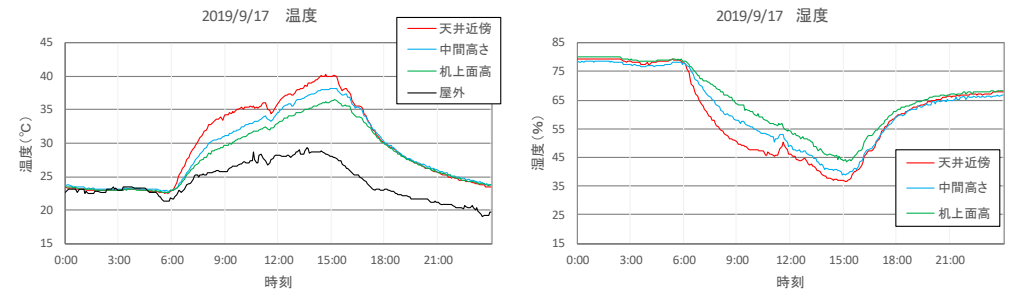
システムの検証を兼ね、2つのフィールドで温湿度他の測定にWITSを使用した

## Kハウスにおける測定と簡易制御

温度、湿度、照度、日射量の測定を試行し、これら測定値を条件とした屋根散水を試行。



## Kハウスにおける測定と簡易制御



Kハウスにおける測定結果一例

サーバに蓄積したデータをダウンロードしてグラフ化。サーバにプログラムを組めば、画面上でのグラフ表示も可能になる。

## まとめ

- 今回の助成により、初めて多数ノードを製作するとともに、判定と制御用のプログラムをサーバ上に構築し、2カ所でフィールドテストを実施した。
- 多種のセンサ、簡易な制御などを行うIoTシステムのフレームワークと一定の実証までを実現。現場にサーバを置かずに極めて簡易な計測と制御の利便性を確認した。
- 一方、多数ノードをリリースにする計測制御ラインの構築については、装置開発的な難しさも把握された。
- 今後、本研究の成果として、WITS規格及び知見を公開することを計画する。

ご清聴ありがとうございました