

気温差制御法を用いた防霜ファンに対する 電気代軽減の実証実験

沼津高専

沼津茶をこよなく愛する仲間たち

渡邊裕斗、鈴木檀、遠藤大祐

背景

- お茶は沼津市の特産品¹⁾
- 静岡県の栽培面積と生産量は全国一²⁾
- 茶農家にとって深刻な凍霜害はこれまで何度も発生
(被害面積：215～14,268 ha, 被害金額：2～45億円)³⁾
- 凍霜害回避のため、防霜ファンにより気温低下を緩和
(茶栽培面積に対する防霜ファン設置面積：52%と高い)³⁾



茶園に立つ防霜ファン

背景

農業所得に対する防霜ファン電気代の割合

項目	金額及び割合	参考文献
1 戸当たりの防霜ファン 電気代	36千円／年	3)及び4) から算出
1 戸当たりの茶農業所得	2,223千円／年	3)
農業所得に対する防霜 ファン電気代の割合	約2%	



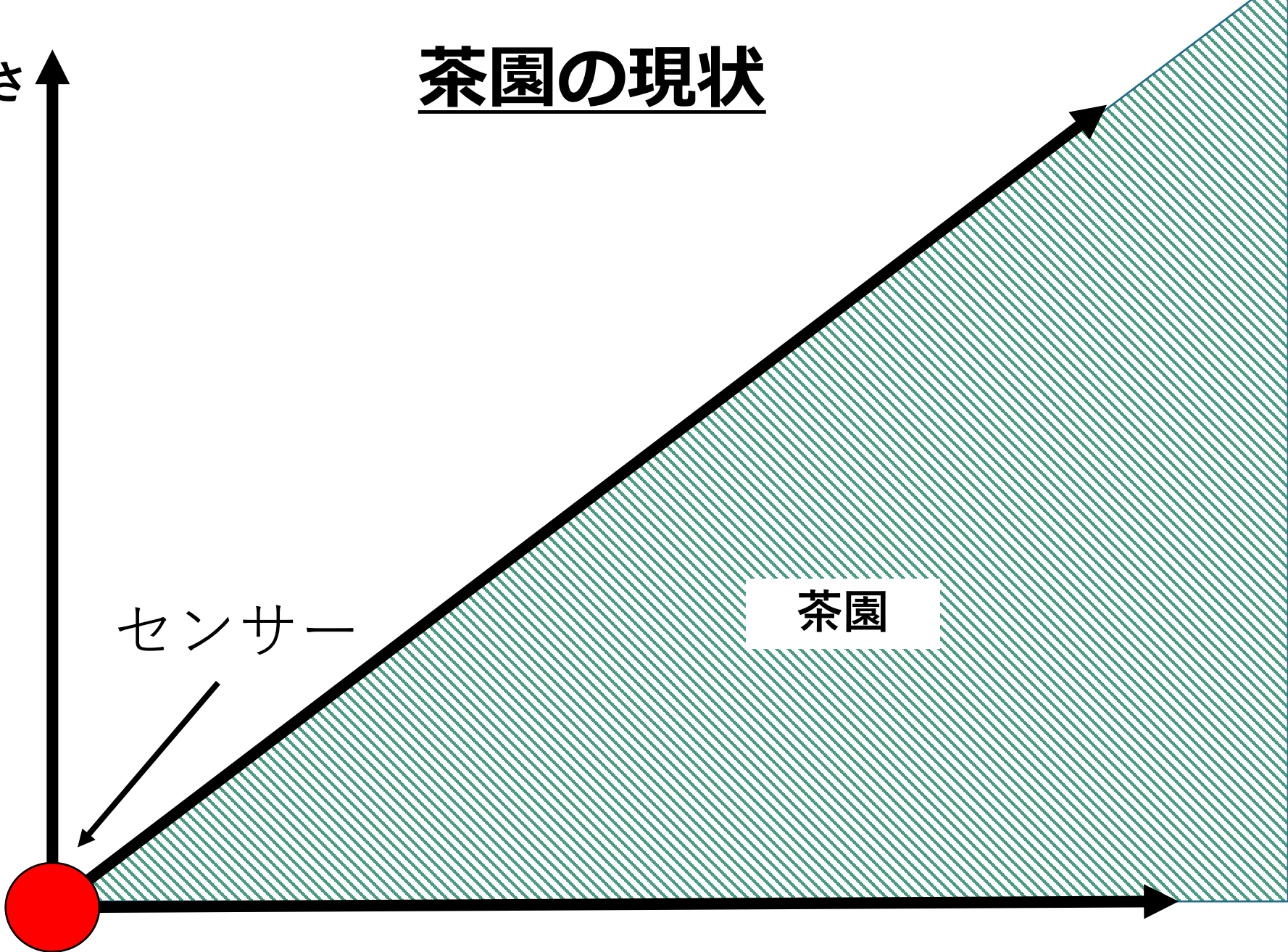
茶農家にとって省電力化が課題

高さ

茶園の現状

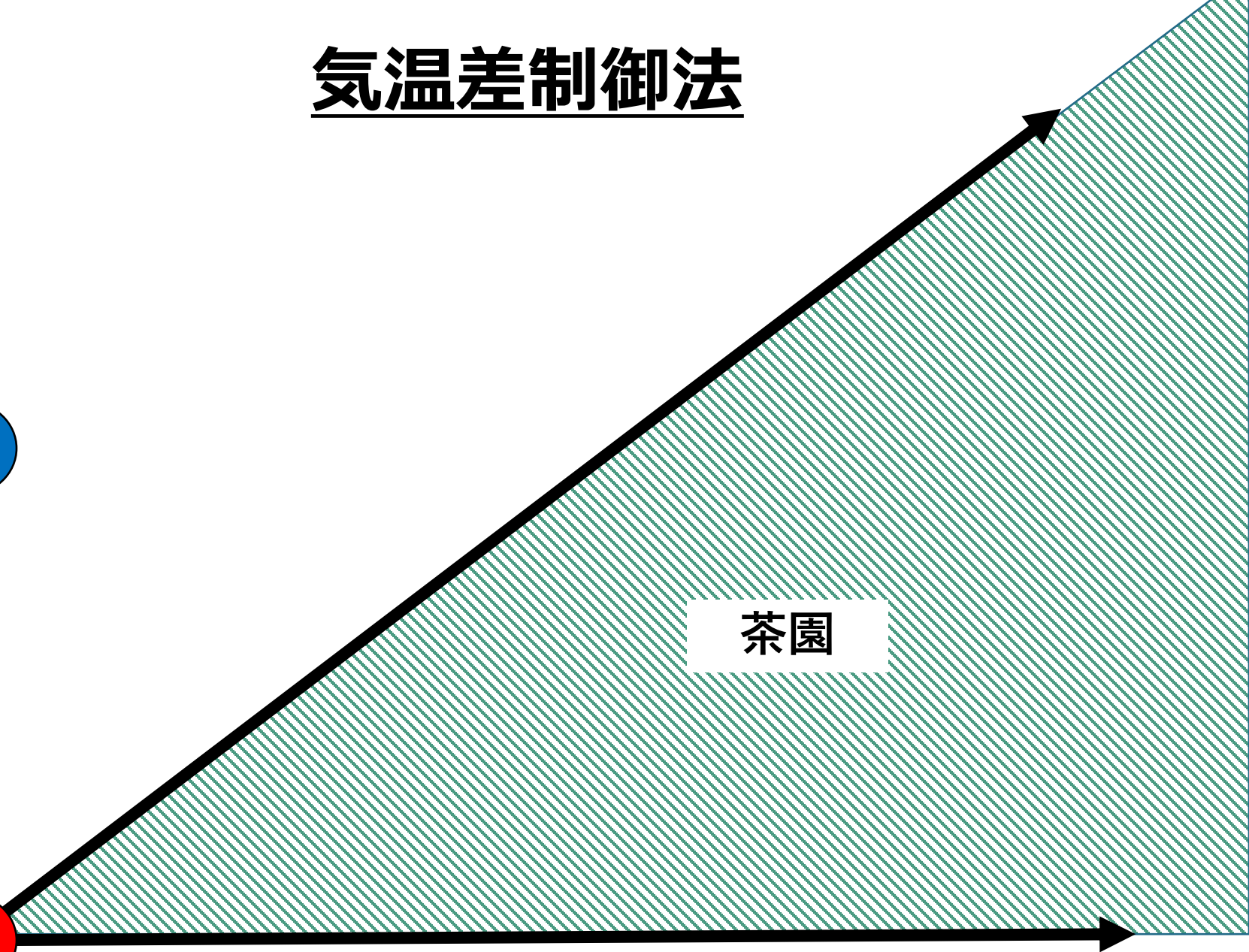
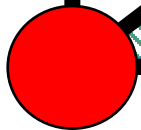
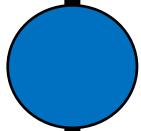
センサー

茶園



高さ

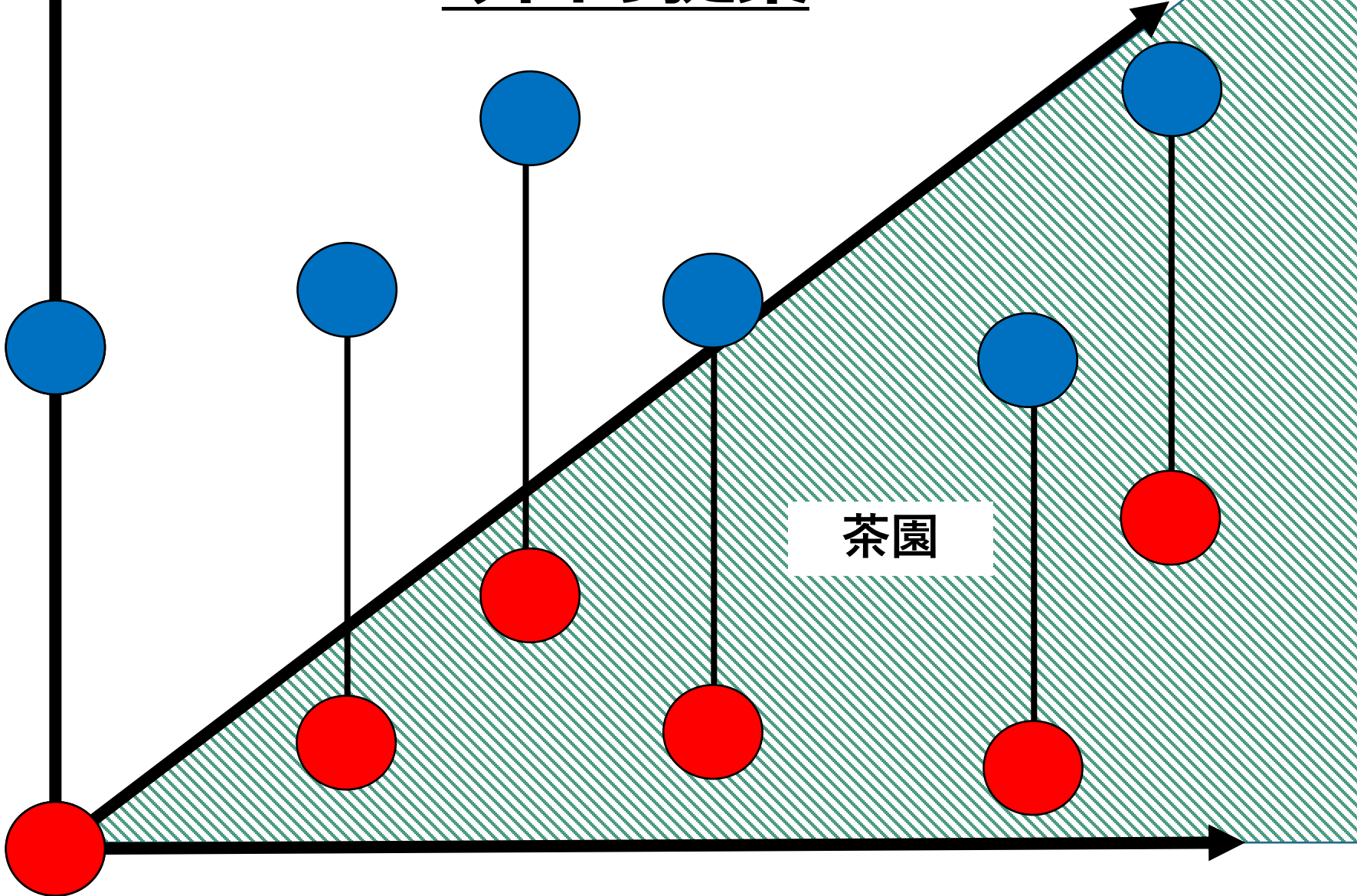
気温差制御法



茶園

高さ

今回の提案



全体構成

同一エリア内に設置された複数台の防霜ファンが集中制御されている

既設の制御盤
(有線で各モーター制御)

(PCからのリアルタイム制御機能追加)

防霜ファン群

⑤制御
データ

①各セン
サーからの
データ

ゲート
ウェイ

②インターネット

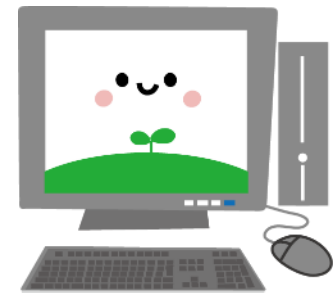
クラウド
(データ蓄積)

③インターネット

④インターネット

制御データ送信

S1 S2
IoT化のための
センサー
(多数設置)



データ解析
制御データ生成

- ①防霜ファンに取付けた温度センサー（各ファンに高低2個）からデータ送信（WiFi）
- ②③クラウドにデータ蓄積、PCにダウンロード（インターネット）
- ④⑤生成したモーター制御データ送信（インターネット、WiFi）

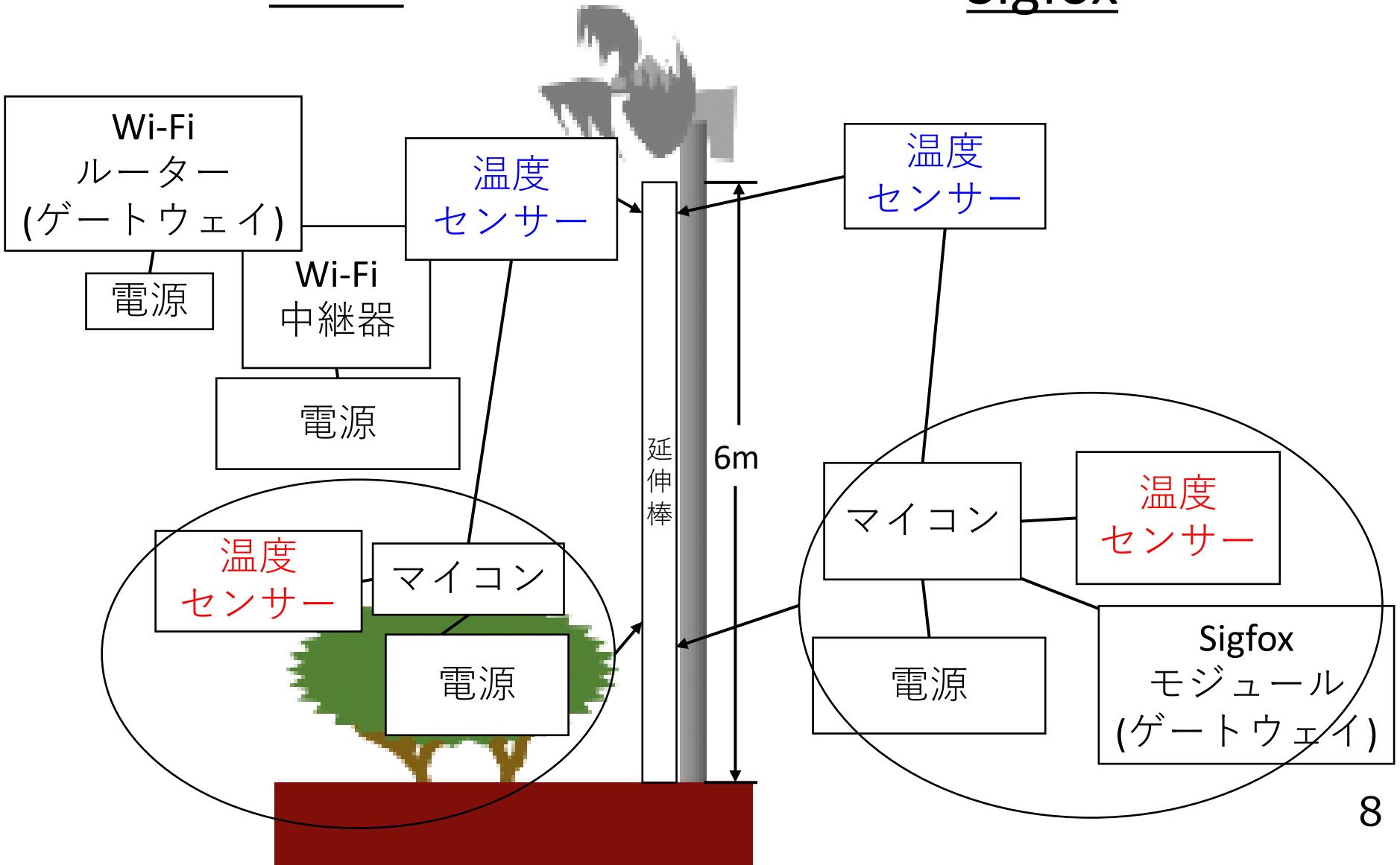
通信方式の特徴

	Sigfox (LPWA)	Wi-Fi (4Gとの組み合わせ)
消費電力	小さい	大きい
通信距離	長い	短い
通信容量	少ない	多い
初期費用	モジュール代	マイコンに内蔵 中継器、ルーター必要
維持管理費用	Sigfoxクラウド 年に数百円	通信費 (4G) 月数百～数千円

現場設置概要

Wi-Fi

Sigfox

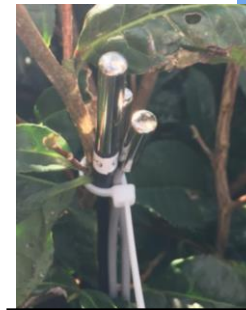


現場設置概要

- 延伸棒を使用、6 mの高さに設置
- 一番上（棒の先端）にT字のパイプを接続
- センサーをパイプ内に設置
- バンドとロープで棒を柱に固定



センサー
(上)



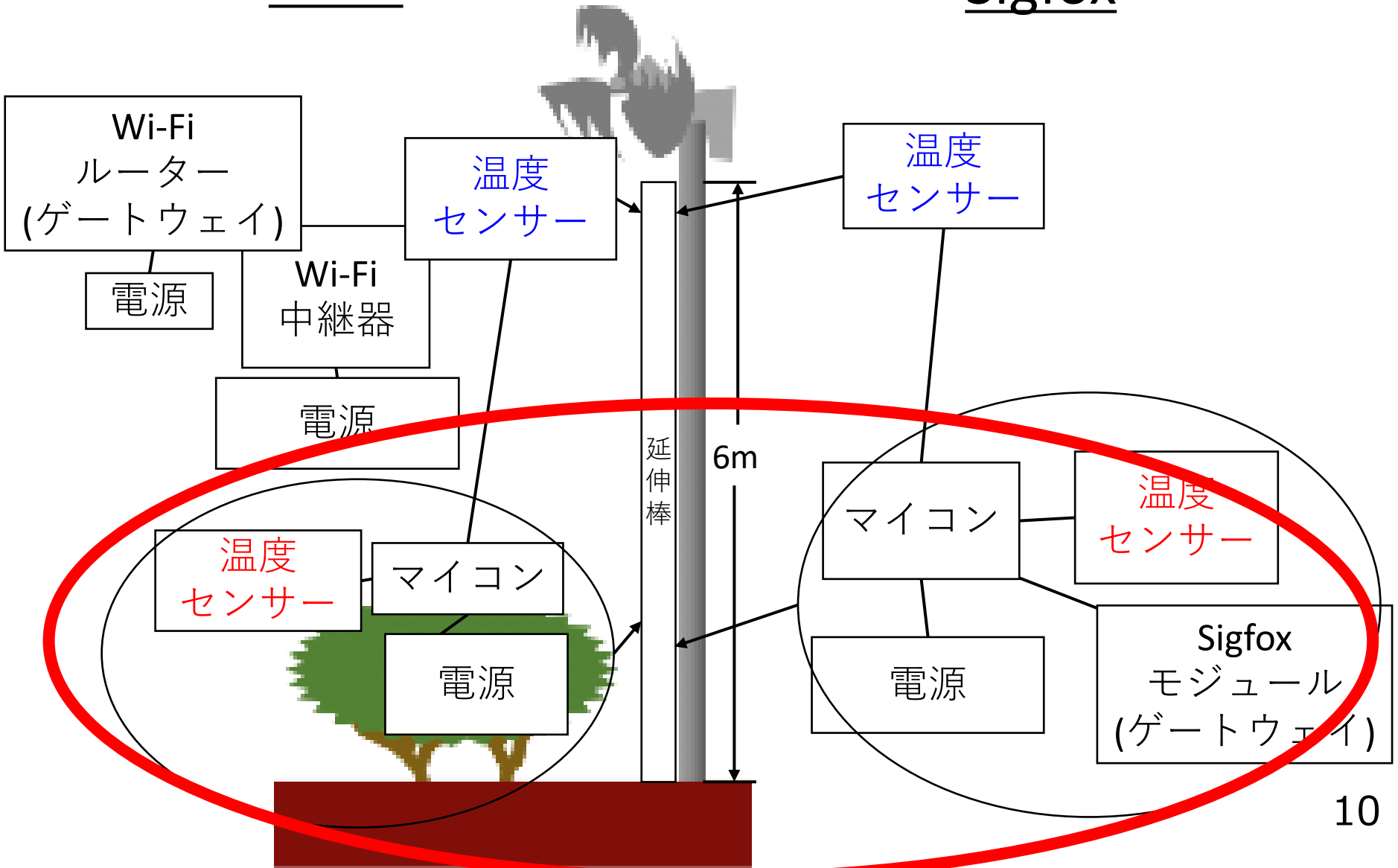
センサー
(下)



現場設置概要

Wi-Fi

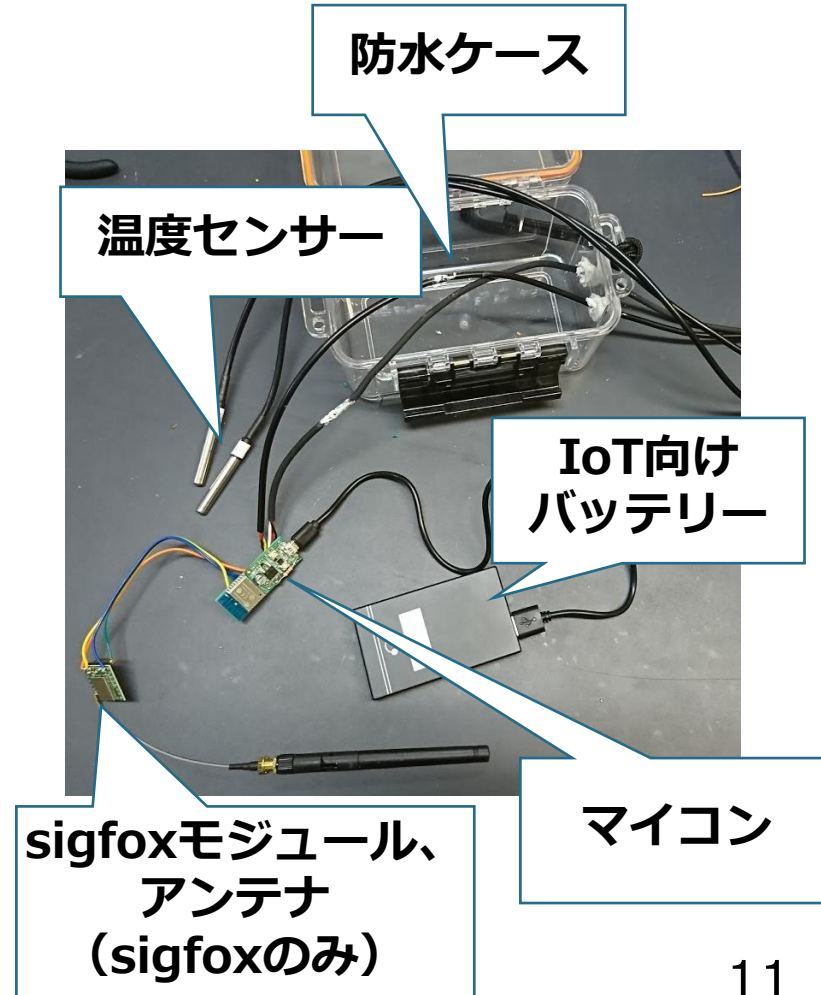
Sigfox



現場設置概要

センサー

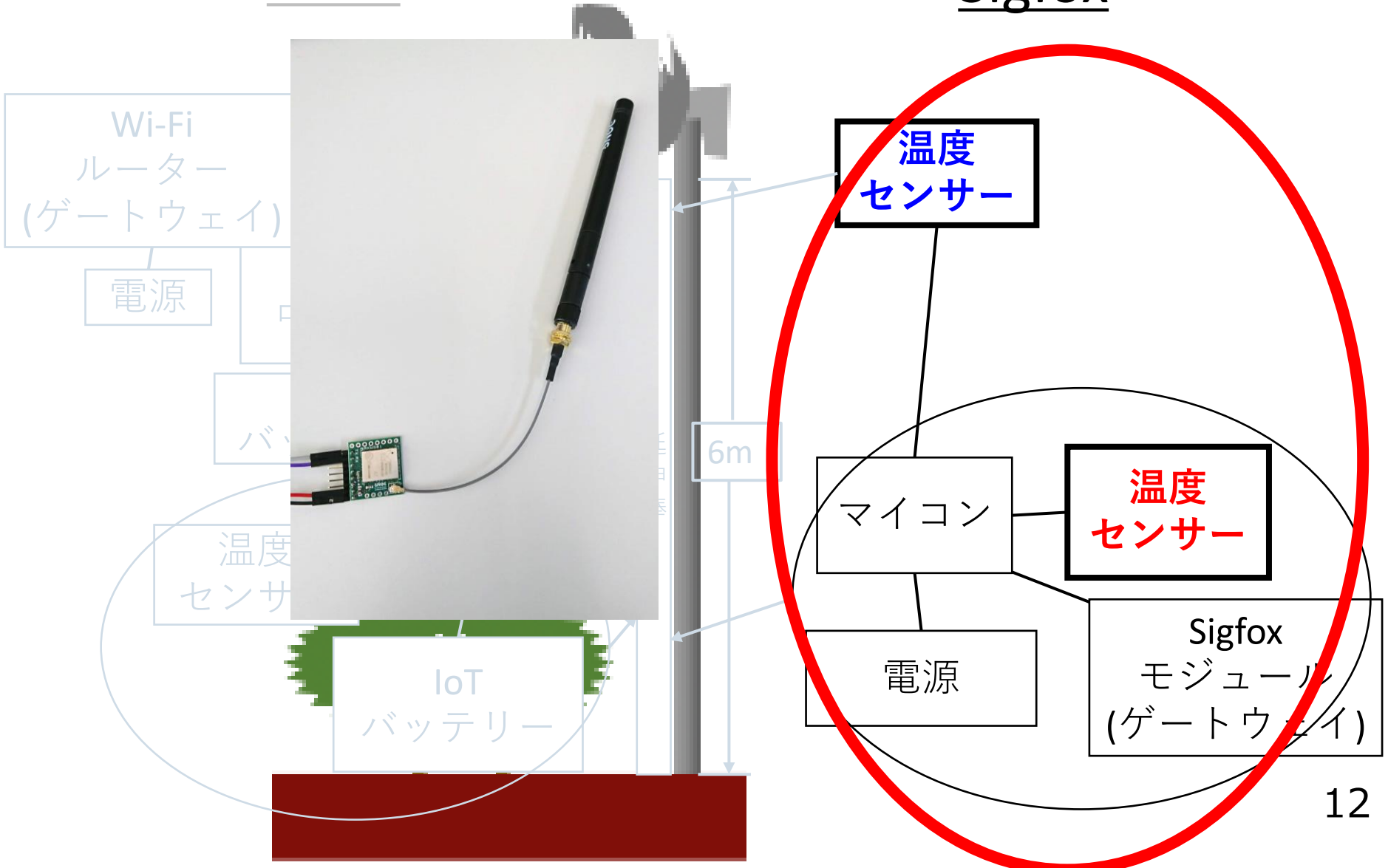
- ESP8266EXを搭載したマイコン
- 温度センサー 2つと sigfoxモジュールを接続
- IoT向けバッテリーを電源として使用
- 防水対策



現場設置概要

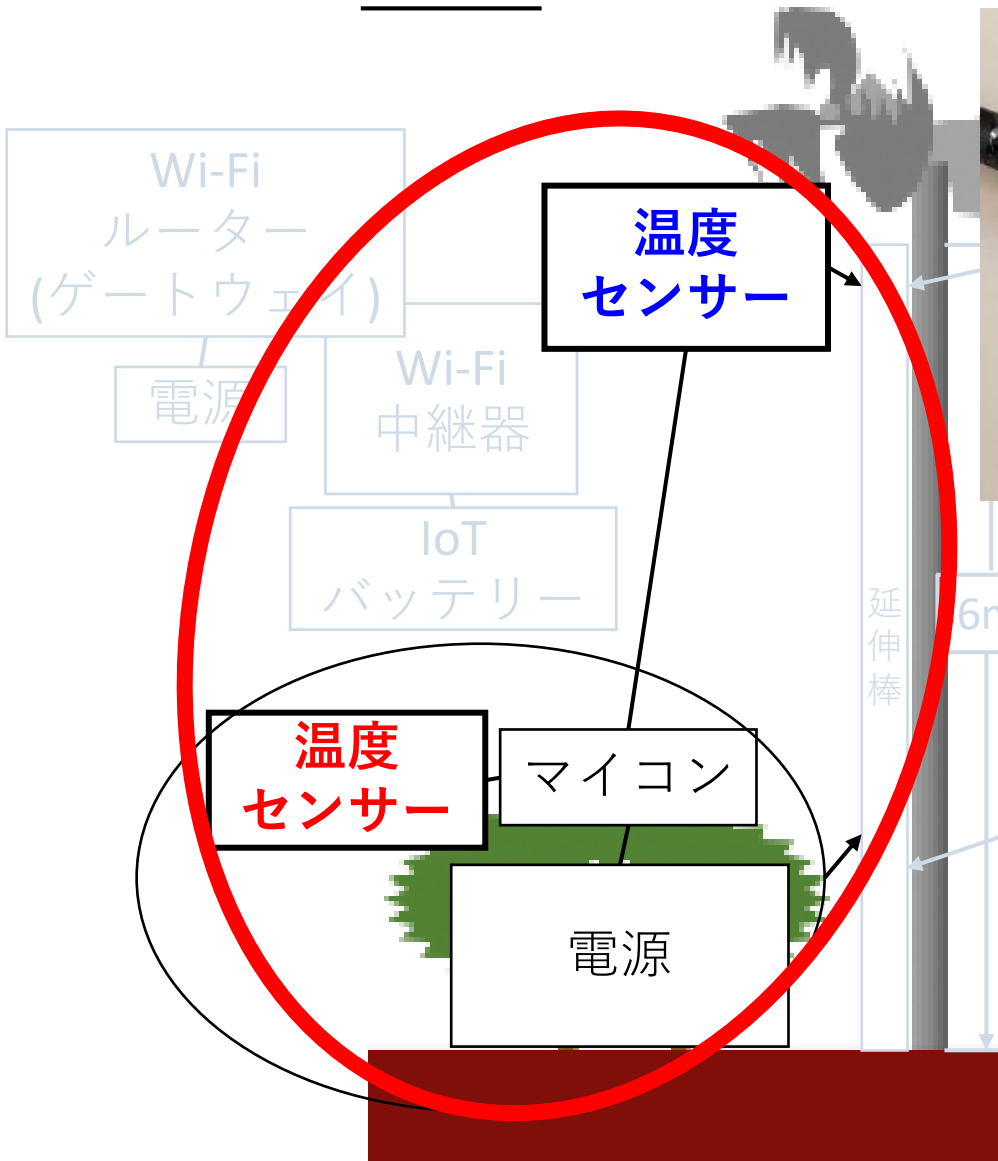
Wi-Fi

Sigfox

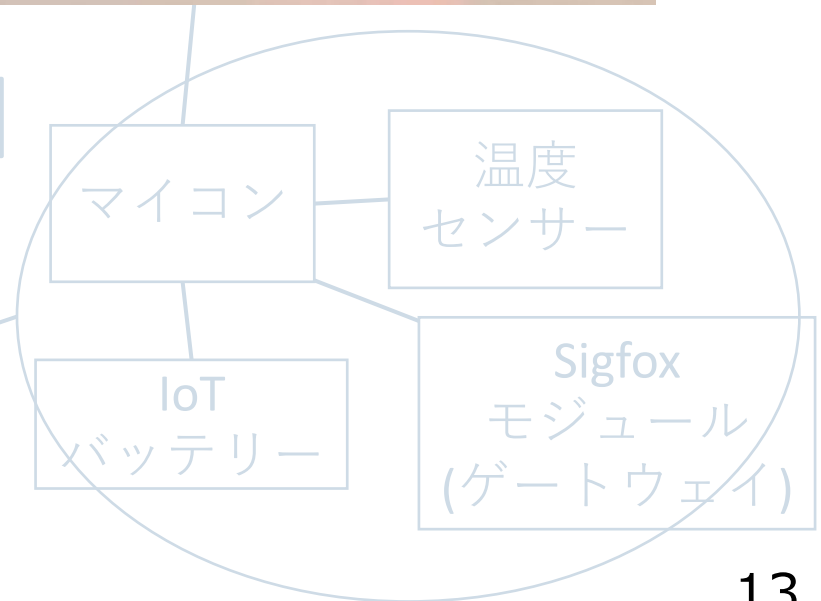
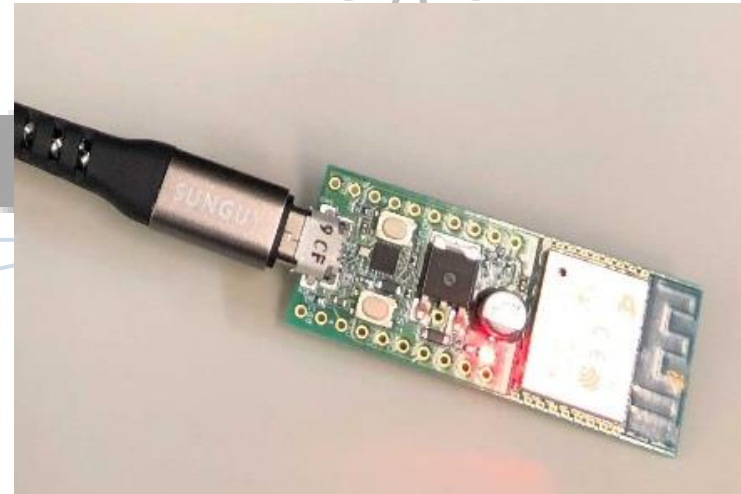


現場設置概要

Wi-Fi

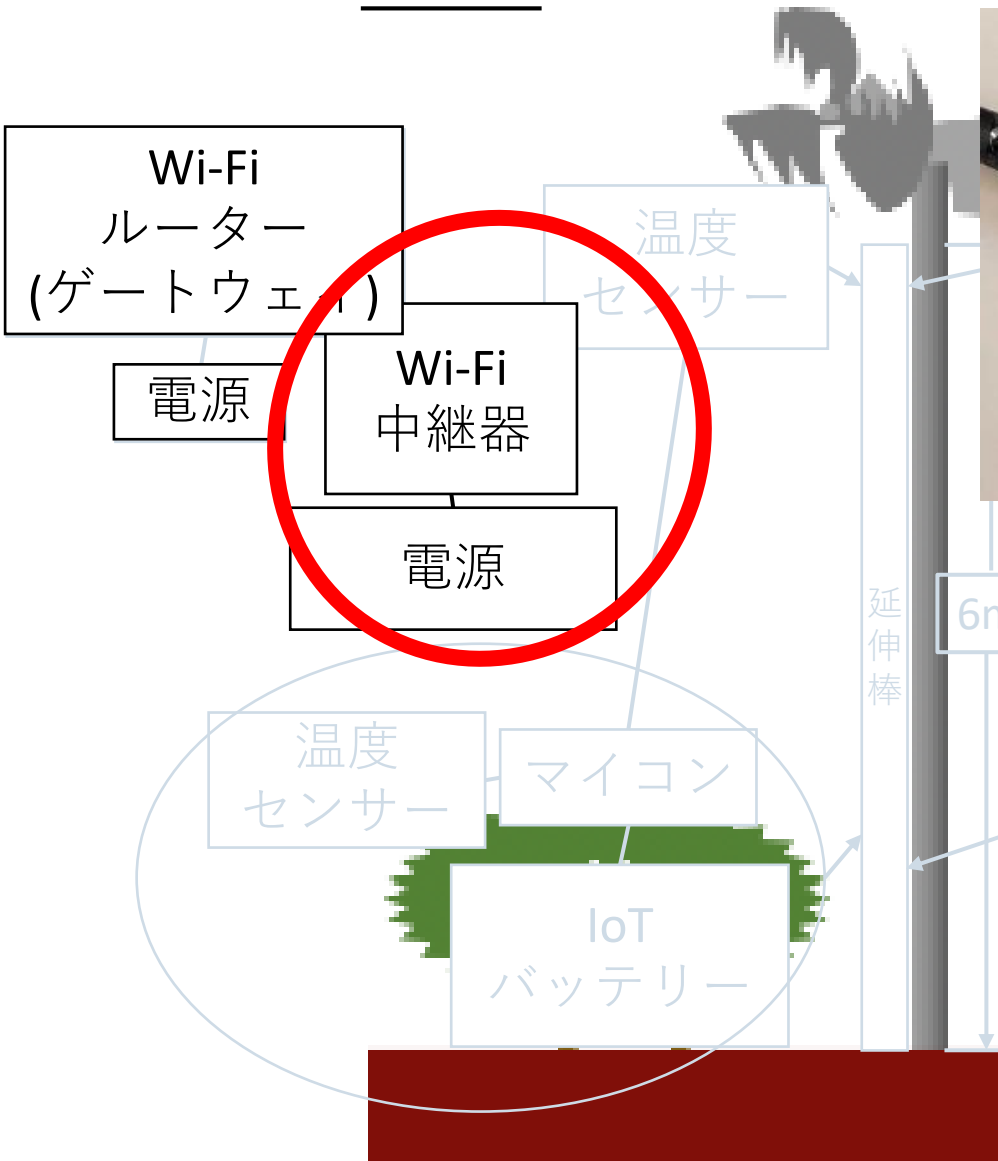


Sigfox

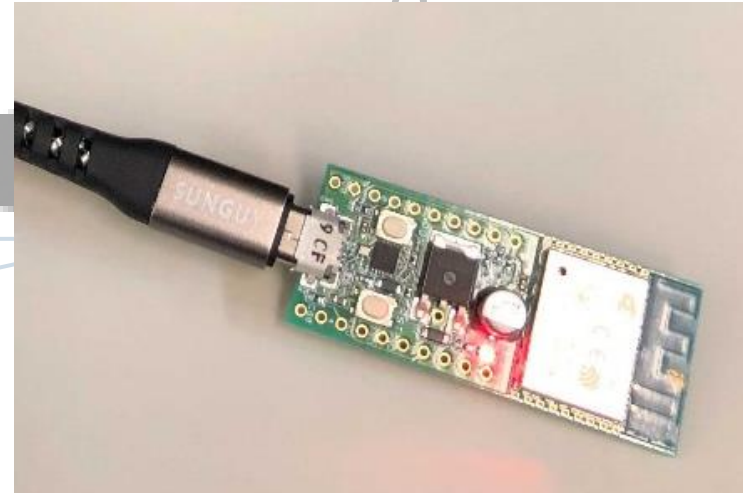


現場設置概要

Wi-Fi



Sigfox



現場設置概要

Wi-Fi

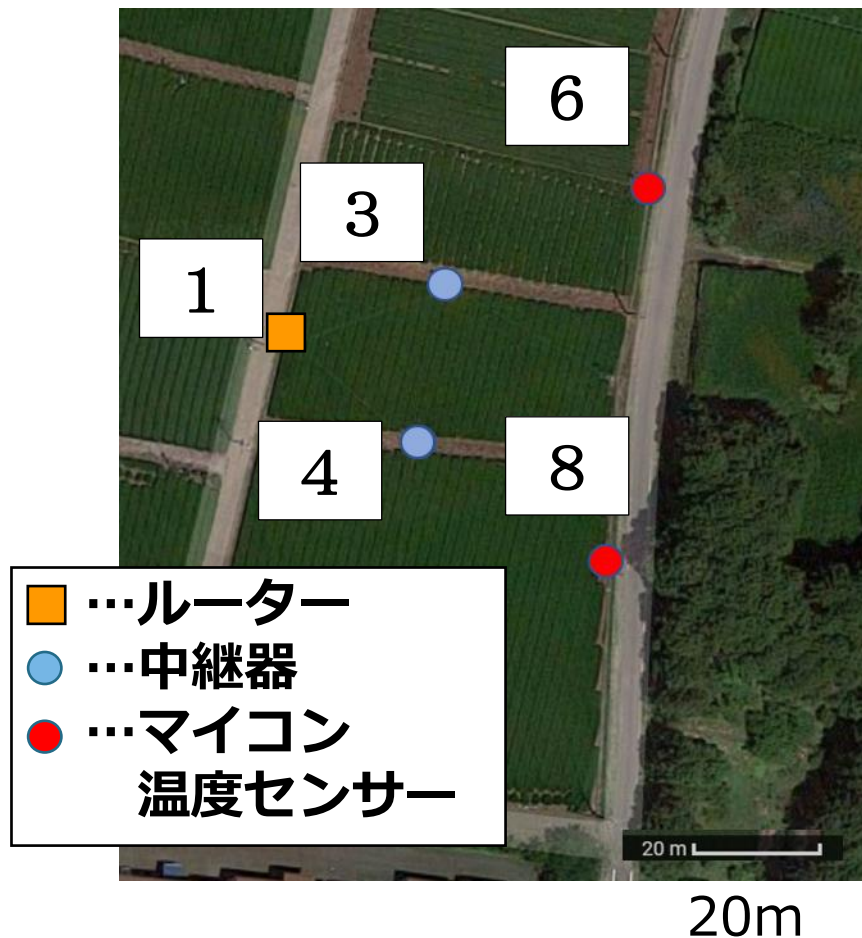


Sigfox

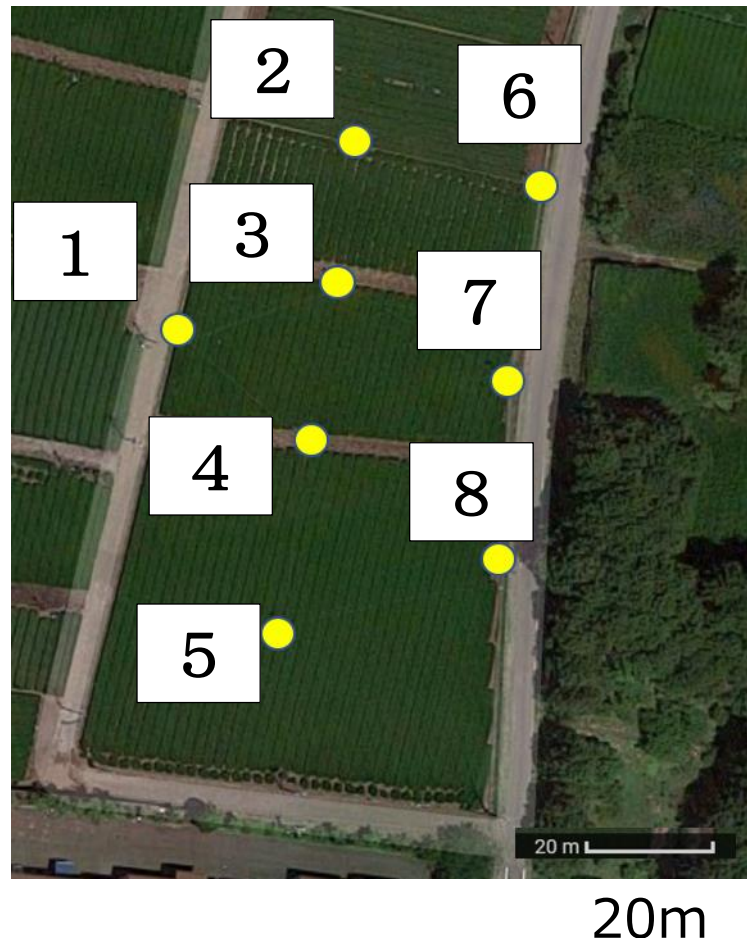


設置場所

Google Mapより



Wi-Fi



Sigfox

データ取得方法

Wi-Fi

データはAmbient
(クラウド) に蓄積



ブラウザを用いてログイン、ダウンロード

Sigfox

データはsigfoxクラウド
に蓄積



Pythonで書かれたプログラムを用いてダウンロード

評価：野外使用に適した通信方式

- **Wi-Fi**

- 中継器あり…△

- 中継器なし…×

データ欠損が発生

- **Sigfox**

- ○…環境に左右されにくい



今回の茶園における気温測定においては
Sigfoxが適している

評価：野外におけるセンシング

- 野外におけるセンシングでは防水対策が不可欠

対策

- 電子部品を防水ケースに収納
- 隙間はパテで埋める
- 乾燥剤を同封した

乾燥剤は変化することなく気密性を確認できた



他の場所での応用に期待できる

評価：バッテリーの選択

	乾電池	モバイル バッテリー	6V 鉛蓄電池	IoT向け バッテリー
駆動時間	種類による	種類による	長い（4日）	短い
充電	×	○	△	○
その他	使い捨てである	消費電流が小さいと短時間でスリープ	使い切ってしまうと再充電が不可能	オートパワーオフしない

評価：バッテリーの持続時間

IoTバッテリー

- 容量
 - 3200mAh (3.7V換算)
- 初期段階では稼働時間26時間程度
- ソフトウェアの改善によって10日間に改善

まとめ

- Wi-Fiとsigfoxの2種類の通信方式用いて茶園での気温測定を実現
- 5～10分に一度の気温測定の場合、Sigfoxが適することを確認
- 野外でのIoTにおいて電源が重要
- シミュレーション上で電気代の節約につながることを確認
- これまで検知できなかった霜の危険を確認

今後の展望

- IoTのための電源問題の改善
- データの分析
- 防霜ファンへフィードバック
 - アクチュエータの制御法の開発

予想外の収穫

- 人工知能による最低気温予測の可能性

参考文献リスト

- 1) 沼津市, 沼津自慢, <http://www.numazu-jiman.com/>, アクセス日 : 2020/07/16.
- 2) 静岡県, 茶の生産日本一, http://www.pref.shizuoka.jp/j-no1/m_tealeaf.html, アクセス日 : 2020/07/16.
- 3) 静岡県 (2020) 静岡県茶業の現状(令和2年3月).
- 4) 農研機構野菜茶業研究所, 気温差制御により防霜ファンの稼働時間を短縮し低コスト化で
きる, 野菜茶業研究所 2013年の成果情報, [http://www.naro.affrc.go.jp/project/
results/laboratory/vegetea/2013/13_035.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2013/13_035.html), アクセス日 : 2020/03/25.
- 5) 農研機構野菜茶業研究所, 防霜ファンの気温差制御, [https://www.naro.affrc.go.jp/
project/results/research_digest/digest_technology/digest_garden/054717.html](https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/research_digest/digest_technology/digest_garden/054717.html),
アクセス日 : 2020/03/25.
- 6) 荒木ほか (2010) 茶業研究報告 110: 111-118
- 7) 常包ほか (1985) 香川県農業試験場研究報告 1985: 7-17
- 8) 荒木ほか (2008) 茶業研究報告 2008:15-20
- 9) 袖美・松本 (2017) 情報処理 58:810-813
- 10) 繁田・川原 (2019) 電子情報通信学会論文誌 B 102:399-412