

Raspberry Pi やマイコンで温度計を作る ~IoT演習の事例紹介~

杉山 耕一郎 (松江高専 情報工学科)

2020/10/20@ITPASS セミナー

地球惑星科学(気象学)と情報技術

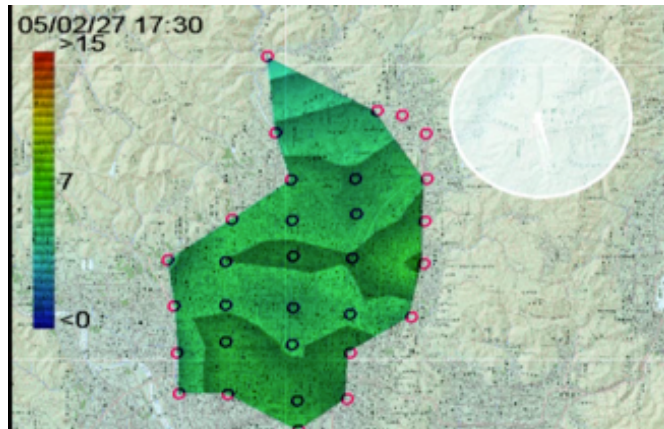
1. 紙と鉛筆・数式変形から計算機・数値計算へ (1940年代～)
 - 電子計算機の黎明期より (ENIAC, 気象庁 IBM704)
 - 天気予報で数値計算が実用的になるのは 1990 年代.
2. 細分化・専門化・情報爆発への対応 (1980年代～)
 - 複雑なモデル, 膨大な数値データ・観測データ
 - 情報の流通, 加工, 掌握が科学においても大きな役割
 - ・ 情報化時代の科学 (V. Bush, 1945)
3. 誰でも手軽に観測できる時代 (2000 年代～)
 - マイコン・センサーの低価格化・高性能化
 - 「20世紀 技術は身を亡ぼす (メーカーにかなわない)」
→ 「21世紀 技術は身を助く (素人でも戦える)」
 - 世間的な IoT や AI の進展 (2010 年代～)
 - ・ ネットワークの低コスト化

IoT 前夜

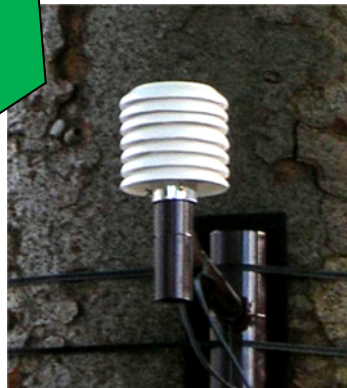


百葉箱 (アナログ, デジタル)
50~100 万円

京都都市気象観測

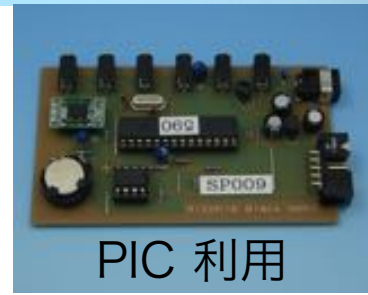


(http://www.gaia.h.kyoto-u.ac.jp/~minchika/obs_kyoto/)



サーミスタ温度計

手製の観測機器
(京大・酒井研究室)
< 1 万円
(2000 年代後半)



PIC 利用

IoT 前夜



百葉箱 (アナログ, デジタル)
50万円～



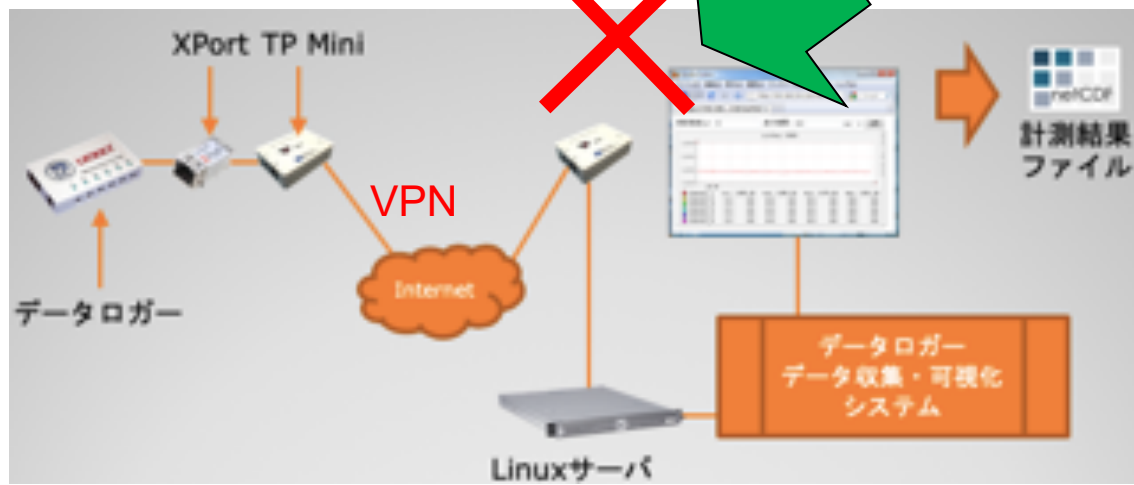
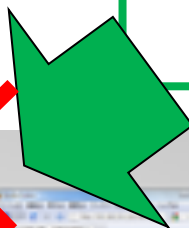
サーミスタ温度計

手製の観測機器
(京大・酒井研究室)
< 1 万円
(2000 年代後半)



PIC 利用

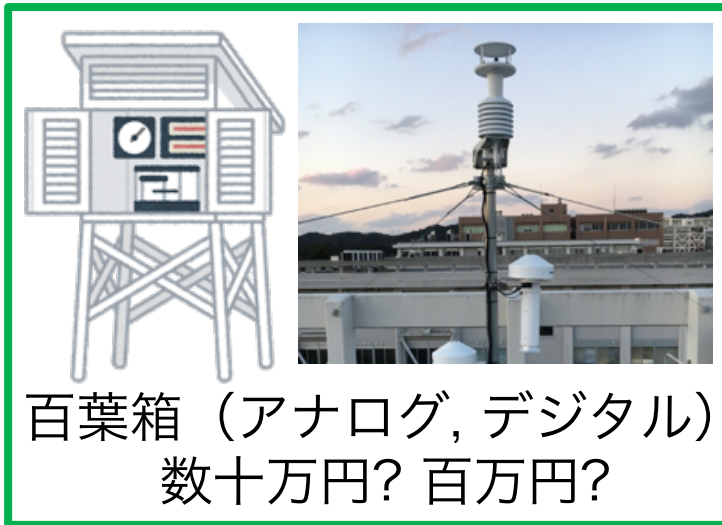
NW 化



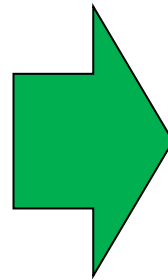
ネットワーク接続：数万円
観測機器：1 万円
(杉山ほかの 2010 年時点での取り組み)

IoT と地球惑星科学

- 時代認識：誰でも手軽に観測できる時代
 - マイコン・センサーの低価格化・高性能化
 - ネットワーク化のコストの大幅な低減 (例: 数百円/月のSIM, 無線LAN一般化)



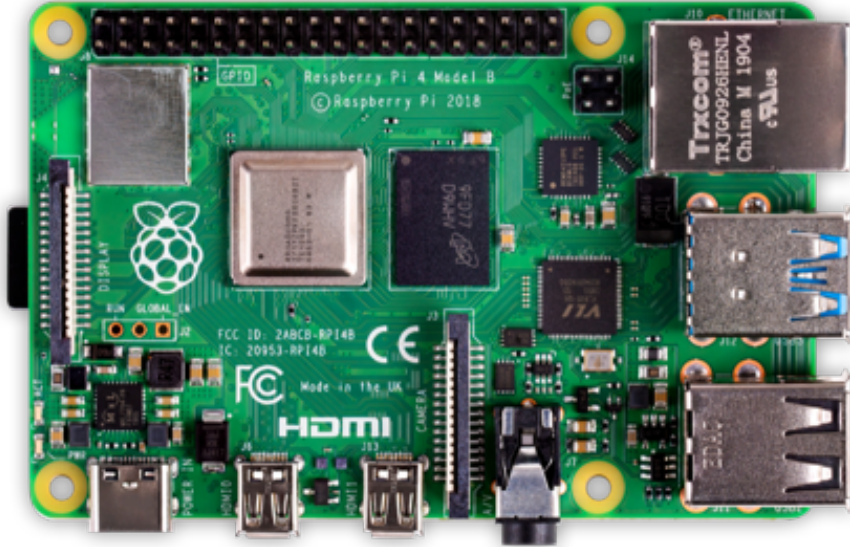
大規模な設備を 1 つ設置



お小遣いで観測できる
機器をたくさん設置できる

IoT 機器を活用すると面白い観測ができそうだ!
演習カリキュラムを通してノウハウ獲得を!

シングルボードコンピュータ



- Raspberry Pi
 - Linux (Debian) 動く
 - 5,000 円程度

- Jetson Nano (NVIDIA)
 - GPGPU 付き.
 - ディープラーニング向け
 - 10,000 円程度

マイコン (省電力・低機能)

- ・ PIC, ESP32, … (数百円)



WiFi 込み

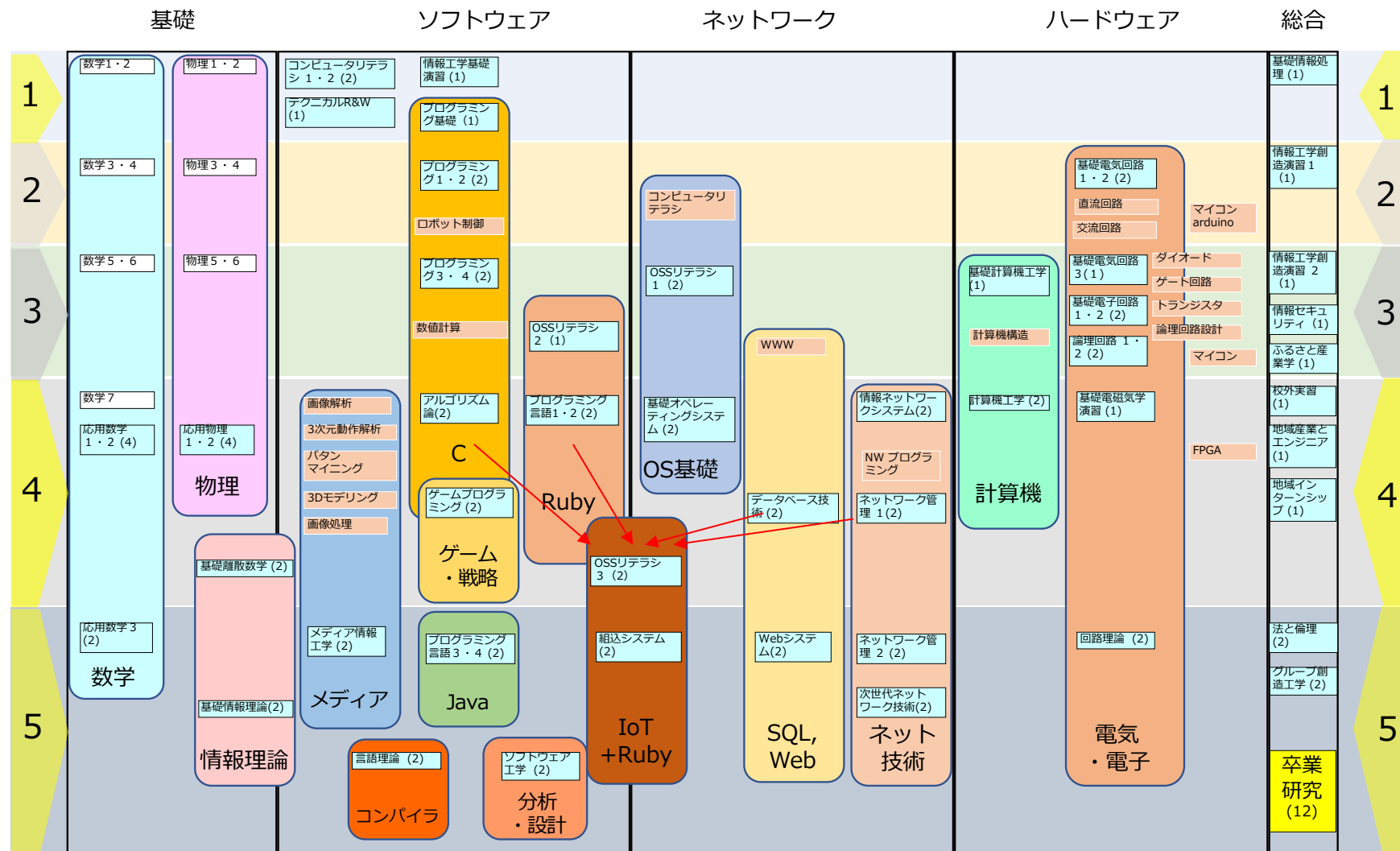
- ・ 開発キット (< 2,000円)



高専のIoT 演習

情報工学科授業科目系統図（令和2年度）

2020.09.30

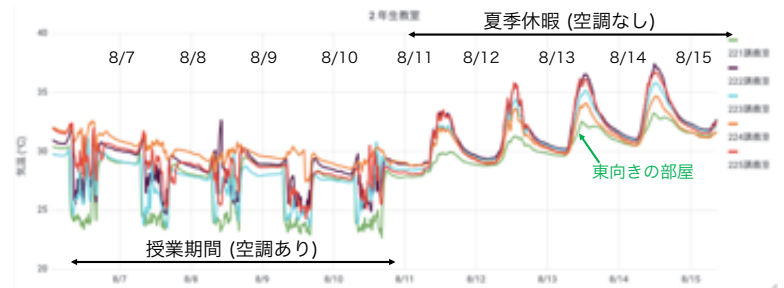
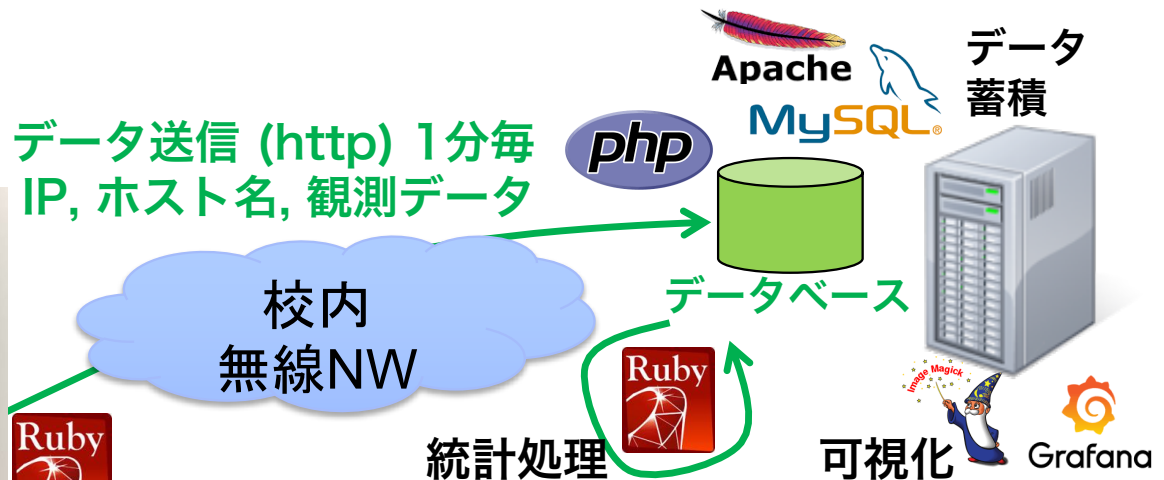


高専での IoT 教育

- 4 年生開講科目：OSS リテラシ 3 (2016年～)
 - 2 コマ x 15 回
- Linux で IoT サーバ・クライアントシステムの構築
 - 校内環境の見える化の実践

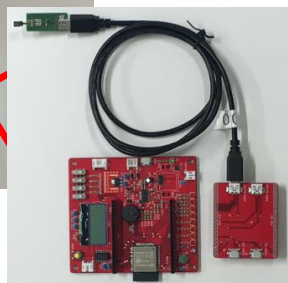


ラズパイ + センサ



高専での IoT 教育

- 5 年生開講科目：組込システム (2020年～)
 - 2 コマ x 15 回
- IoT システムの **エッジの置換**
 - Raspberry Pi → **マイコン**



**ESP32 + センサ
with mruby/c**



データ送信 (http) 1分毎
IP, ホスト名, 観測データ

校内
無線NW



データ
蓄積

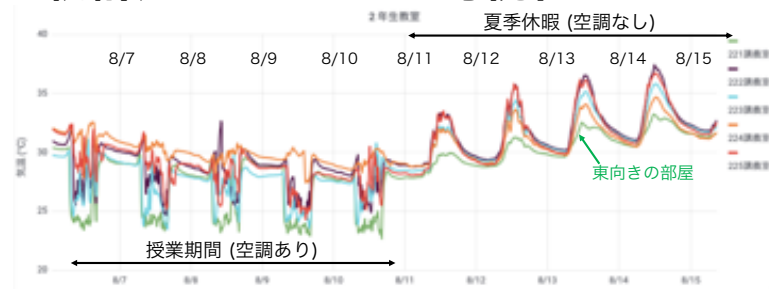


データベース



統計処理

可視化



手順書

- [自習] Git, GitHub
 - Git, GitHub (1)
 - Git, GitHub (2)
- Linux 管理
 - Debian の初期セットアップ
 - ユーザ管理
 - CRON
 - Apache2 のセットアップ
 - MySQL のセットアップ
 - PHP のセットアップ
 - grafana のセットアップ
- セキュリティ対策
 - ユーザ
 - ポート
 - SSH
 - HTTPS と Basic 認証
- Raspberry Pi のセットアップ
 - Raspberry Pi のセットアップ(1)
 - Raspberry Pi のセットアップ(2)
- Raspberry Pi でセンサー利用
 - Raspberry Pi でのセンサー利用
 - wi-fi (WPA2 Enterprise) の設定
 - overlays の利用
 - センサーの校正 (超簡略版)
- 統計処理・欠損値処理
 - 代表値, 欠損値処理
 - 散布図, 相関係数, 回帰直線
- IoT システム
 - IoT システムの例

特別講演

- 2020/09/30 「あなたが自由であるために -FLOSS Licene とコミュニティ活動: Debian を例に-」
 - 佐々木洋平 (関西大学 理工学部, Debian JP Project/関西 Debian 勉強会)

OSS イベント

- 2020/10/19 ディーラーニングハンズオン
 - 株式会社びざねっと代表取締役/日本仮想化技術株式会社 代表取締役宮原徹氏
 - ブルーオメガ代表/しまねソフト研究開発センター 研究員きむらしのぶ氏
 - パソナテック 島根ラボ マネージャ 角田 徹氏

はじめに

本科目では ESP32 マイコンを用いて以下を目的とした演習を行う。

- 比較的初級な C 言語から, 高級言語 (python, ruby) までの各種言語を用いたプログラミングを修得する。
 - ESP32 の公式な開発環境は C 言語。
- 高級言語でのマイコンプログラミングの実態を理解する。
 - 呼び出し元の言語に応じたラッパーを作成し, ラッパーを経由して C 言語ライブラリを使用する。
- マイコン周辺機器 (peripheral) のデータシートを (多少なりとも) 読み, それをプログラミングできるようにする。

演習

各種開発環境を用いたプログラミング

[1] Arduino IDE + ESP32 ボードマネージャ [2] ESP-IDF 環境 + C 言語

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Arduino IDE 利用の基礎知識 <ul style="list-style-type: none"> ◦ Hello World • GPIO (IN, OUT) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Lチカ (LED), スイッチ • PWM <ul style="list-style-type: none"> ◦ ブザー • AD 変換 <ul style="list-style-type: none"> ◦ サーミスタ温度計 • I2C <ul style="list-style-type: none"> ◦ LCD, RTC • wiFi, NTP | <ul style="list-style-type: none"> • ESP-IDF 環境利用の基礎知識 <ul style="list-style-type: none"> ◦ Hello World • GPIO (IN, OUT) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Lチカ (LED), スイッチ • PWM <ul style="list-style-type: none"> ◦ ブザー • AD 変換 <ul style="list-style-type: none"> ◦ サーミスタ温度計 • I2C <ul style="list-style-type: none"> ◦ LCD, RTC • wiFi, NTP |
|--|--|

[3] MicroPython

- MicroPython 環境利用の基礎知識
 - Hello World
- GPIO (IN, OUT)
 - Lチカ (LED), スイッチ
- PWM
 - ブザー
- AD 変換
 - サーミスタ温度計
- I2C
 - LCD, RTC
- wiFi, NTP

[4] mruby/c

- mruby/c 環境利用の基礎知識
 - Hello World
- GPIO (IN, OUT)
 - Lチカ (LED), スイッチ
- PWM
 - ブザー
- AD 変換
 - サーミスタ温度計
- I2C
 - LCD, RTC
- wiFi, NTP

<http://www.gfd-dennou.org/arch/iotex/>

mruby/c で IoT

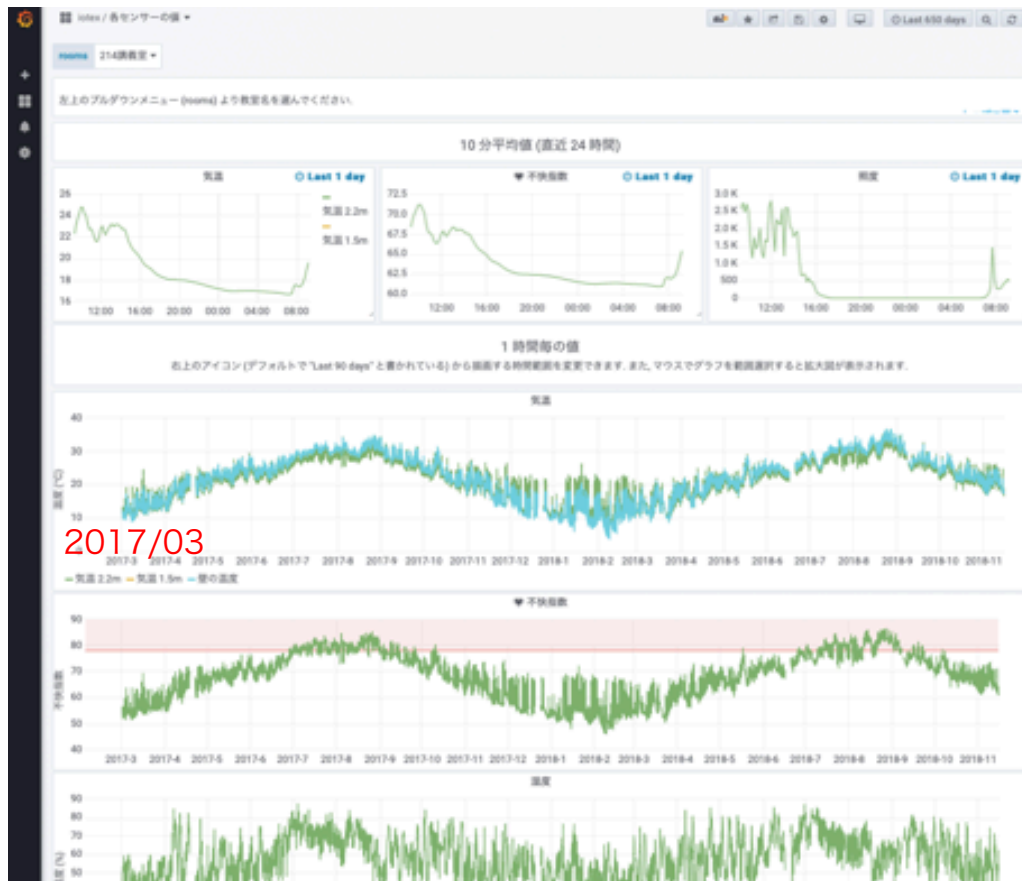
課題: 定期的に温度計測を行い, その結果をサーバに送信するプログラムを作成せよ。

IoT演習の活用：教室環境の見える化

- ・ 準リアルタイムなデータ表示 (<https://www.epi.it.matsue-ct.jp/>)
 - 10分おきに校内地図上にデータが色と数字で表示。1枚の画面で全体的な温度分布や個々の教室のデータを把握可能。
 - 各種統計量・環境指数を時系列グラフとして表示可能。

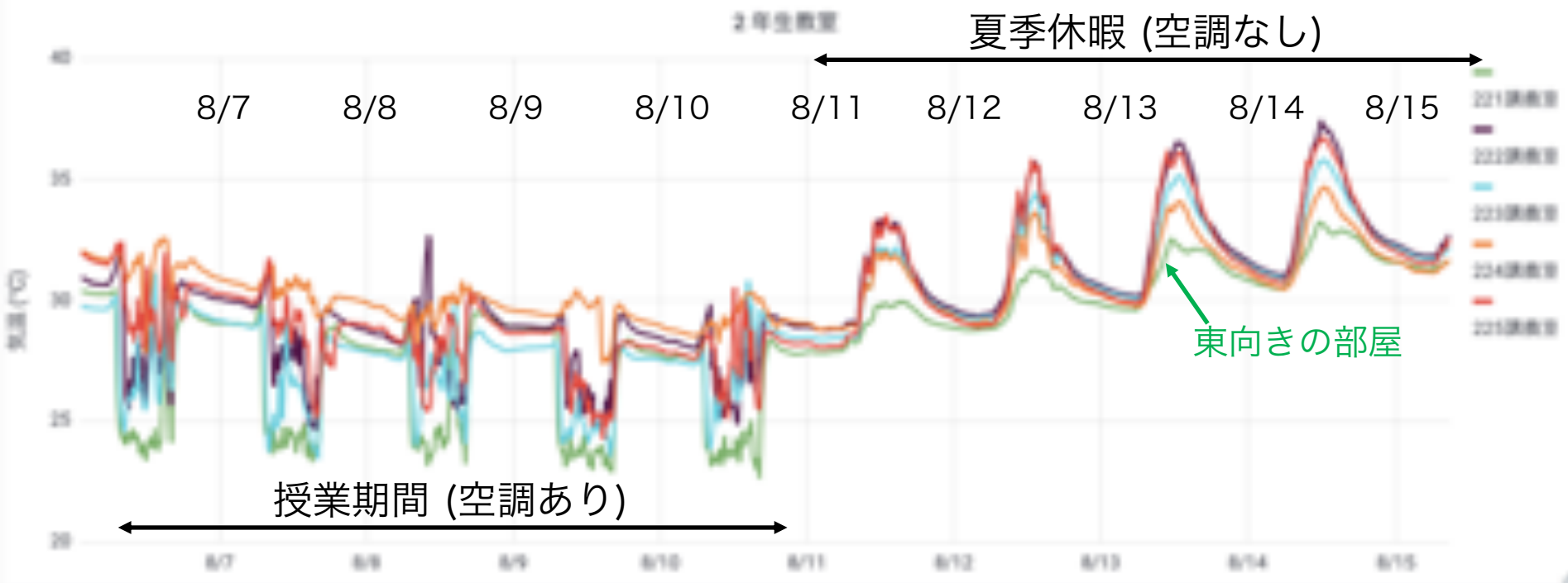
現在の観測値

データ取得時刻：2018-06-20 06:40:48 +0900



IoT演習の活用：教室環境の見える化

- ・ 準リアルタイムなデータ表示 (<https://www.epi.it.matsue-ct.jp/>)
 - 10分おきに校内地図上にデータが色と数字で表示. 1枚の画面で全体的な温度分布や個々の教室のデータを把握可能.
 - 各種統計量・環境指数を時系列グラフとして表示可能.



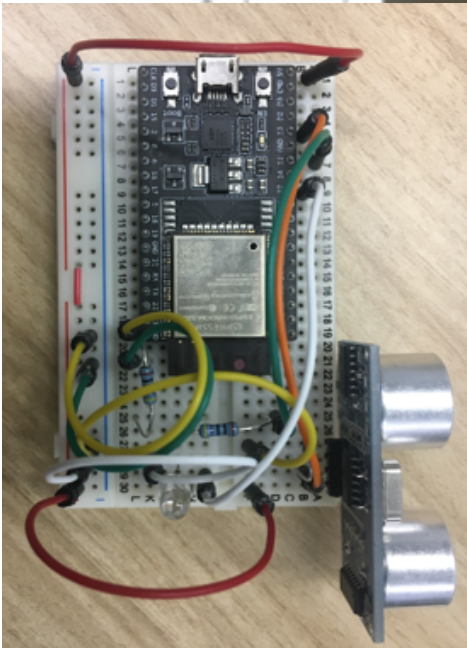
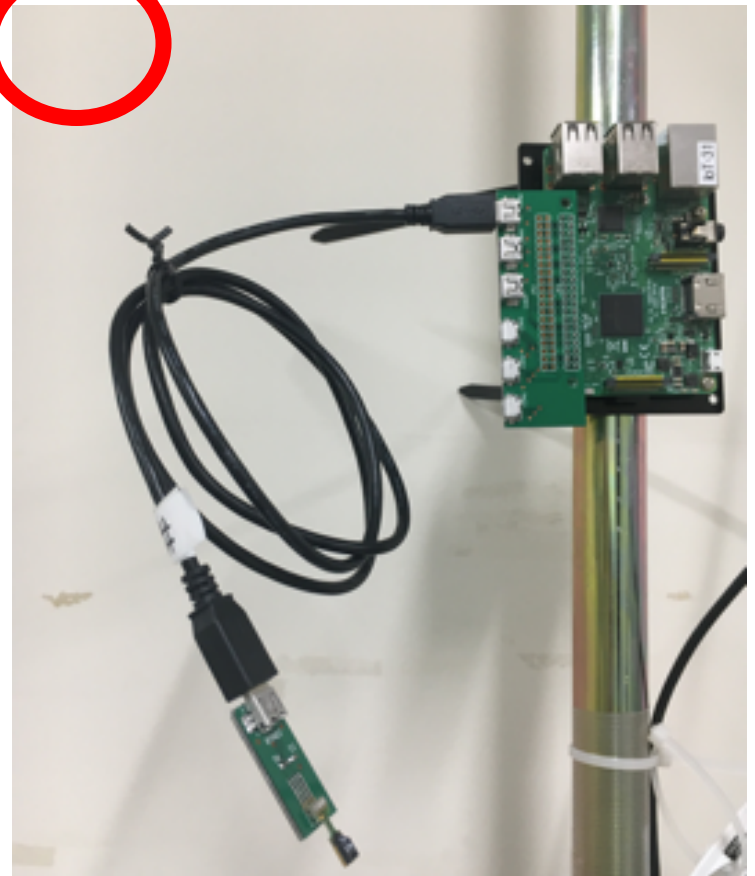
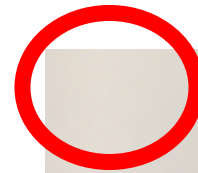
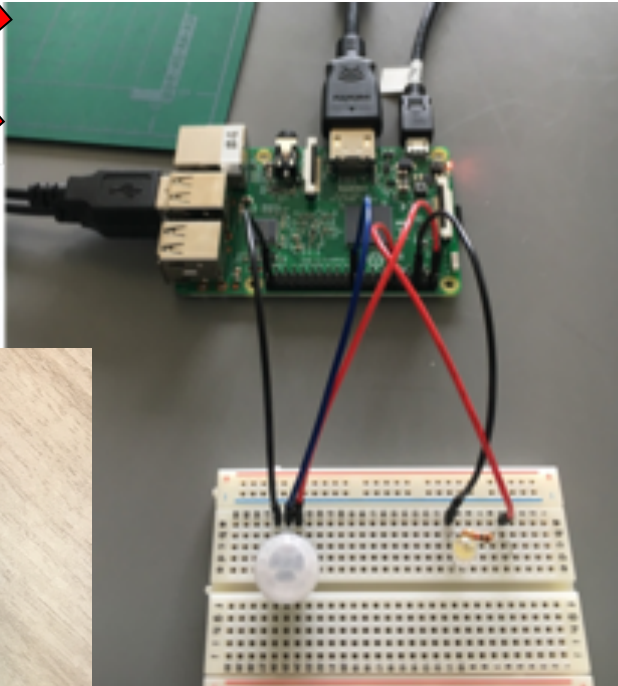
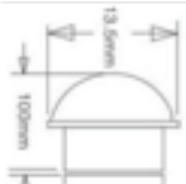
緑線のみ東向きの教室. 残りは南向きの教室.

IoT演習の活用：CPSサーバ室監視

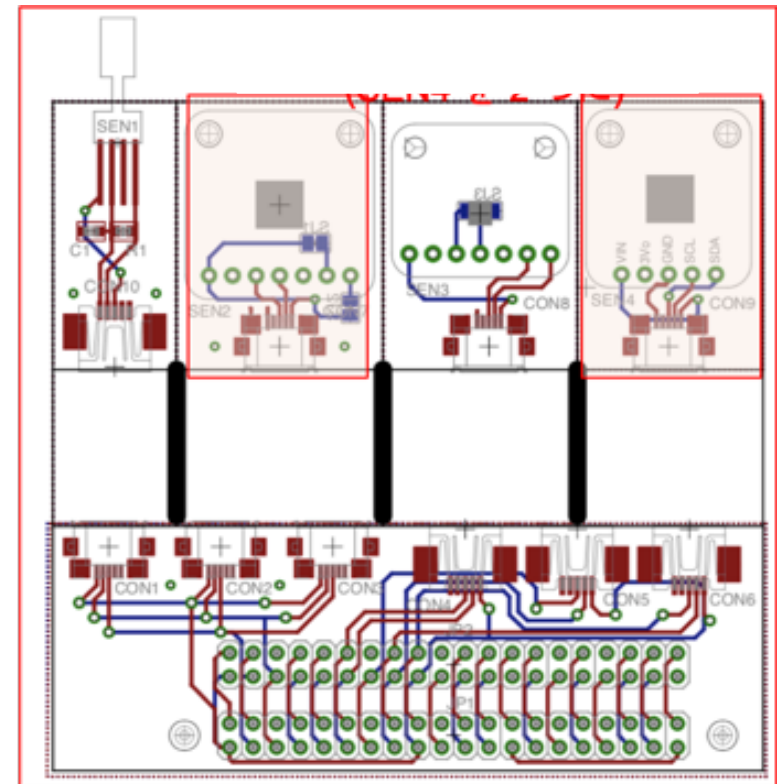


IoT演習が実施できた要因 (1)

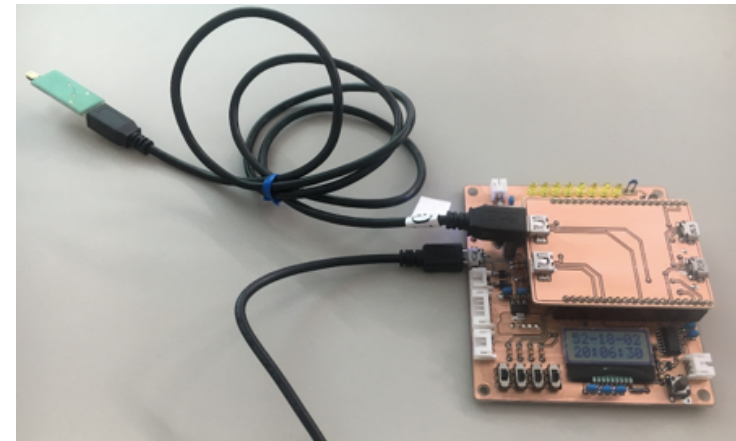
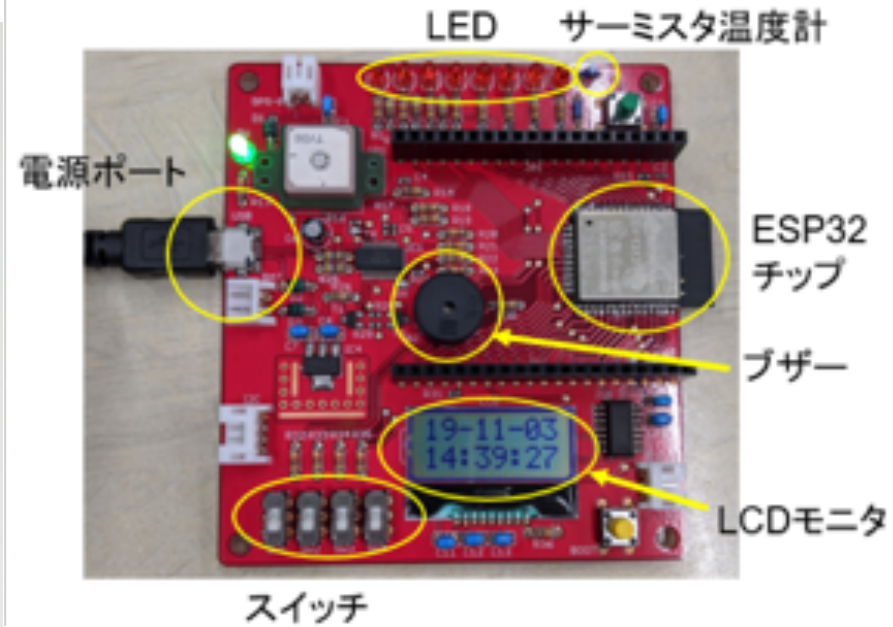
- IoTはハードウェアからソフトウェアまでの知識・技術が必要だが、ハードウェア/回路は技術職員さんにお問い合わせできる



作ってもらった基板の例 (ラズパイ)



作ってもらった基板の例 (マイコン)



作ってもらった治具

- ・ 酒井式ラディエーションシールド作成用



IoT演習が実施できた要因 (2)

- Ruby City Matsue
 - 地元コミュニティ & 自治体のバックアップ
 - 授業・コンテスト指導・技術指導・卒論指導への協力
 - mruby/c への注目度高い、外部リソースを使い易い

まとめ

- シングルボードコンピュータやマイコンなどを用いて、ネットワーク 接続した温度計といった IoT デバイスを「簡単」かつ「安価」に作成することができるようになってきた。
- IoT デバイスを活用することで、今まで観測が難しかった様々な場所での環境情報を簡便かつ一元的に収集して分析することや、大規模な観測網を安価に構築することが可能となる。
- IoT デバイスは地球惑星科学分野において魅力的な観測ツールたりうると考え、学生演習のカリキュラム作成を通して IoT デバイス構築のノウハウを蓄積している。
- 演習資料は Web にまとめているので、良ければ活用して欲しい。 <http://www.gfd-dennou.org/arch/iotex/>