

# 人との関係性に注目した 空気環境可視化デバイスの開発

FIT2017

2017/09/13

東京工業高等専門学校  
電気電子工学専攻 山田恭平  
電子工学科 水戸慎一郎



# 教室のCO<sub>2</sub>濃度

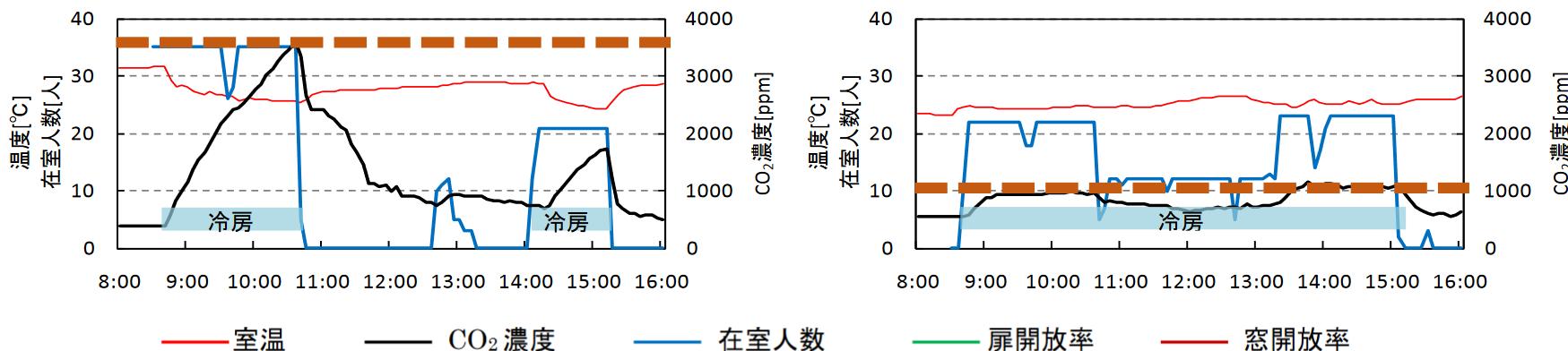
学校への冷暖房の普及が進む（東京都 小中学校99.9% 高校100%[1]）

CO<sub>2</sub>濃度上昇

換気なし 3500 ppm

2500 ppmで集中力低下[3]

換気扇使用 1000 ppm



高校教室内空気環境の実測結果[2]

換気を促進する必要性

[1]文部科学省,公立学校施設の空調(冷房)設備設置状況の結果について(2017)

[2]日本建築学会 環境工学委員会 空気環境運営委員会 換気・通風小委員会,学校における温熱・空気環境に関する現状の問題点と対策 – 子供たちが健康で快適に学習できる環境づくりのために – (2015)

[3]Usha Satish et al., Is CO<sub>2</sub> an Indoor Pollutant? Direct Effects of Low-to-Moderate CO<sub>2</sub> Concentrations on Human Decision-Making Performance, Environmental Health Perspectives, Vol. 120, No. 12 (2012).

# 既存のCO2計測手段の課題

2 / 15

ガス検知管



200円/回  
定期検査用  
時系列データ取得不能

計測器



≥1万円  
教室全体からは見えない  
データを送信できない

IoTセンサ Netatmo



≥ 2万円  
遠隔管理が可能  
本体に表示されない

インターフェイスが適さない  
コストが高い

# 換気を促進する可視化デバイス

3 / 15

学生の  
注意を引く



キャラクター型  
デバイスで可視化

安価に  
CO<sub>2</sub>計測



廉価なセンサを  
機械学習で補正

クラウド  
で管理



Wi-Fiで  
データ送信

これらを満たすデバイスを開発

# 換気の促進: 効果的に訴えかけるには

先行研究[1]

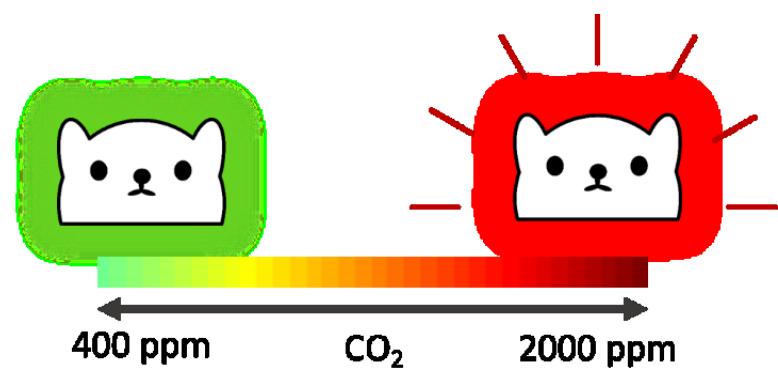
発光色でロボットの感情表現  
赤:怒り 緑:落ち着き



先行研究[2]

人間の手助けを引き出し  
目的を達成するロボット

キャラクター性を持った  
可視化デバイス



デバイスを試作し、実証実験

[1]勅使宏武,寺田和憲,伊藤昭,ロボットの目の発光パターンによる感情表出は人の社会的意思決定に影響を与える,HAIシンポジウム2013,pp.147-150

[2]吉田善紀,吉池佑太,岡田美智男,SociableTrashBox: 子どもたちと一緒にゴミを拾い集めるロボット,ヒューマンインタフェース学会論文誌,Vol.11,No.1,pp.27-36 (2009).

# 開発したデバイス

5 / 15



# デバイス本体についてのアンケート

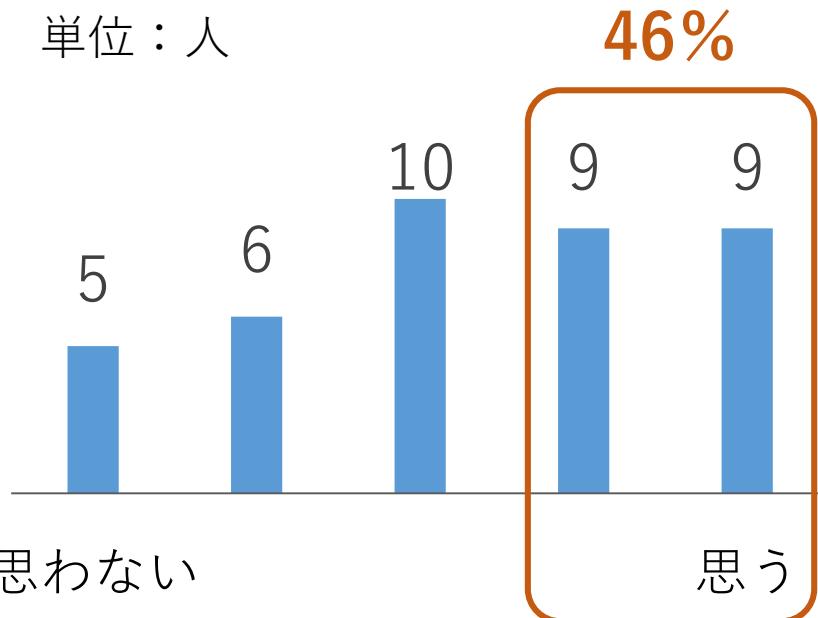
6 / 15

東京高専内の教室に1週間設置



このデバイスがあると  
換気がしやすくなると思いますか

単位：人

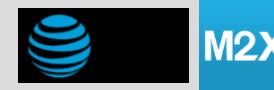


換気がしやすくなると評価された

# Webによる可視化の利用頻度

7 / 15

可視化デバイス



Webグラフ



席から光がよく見えた  
43.6%



Webのグラフをよく見る  
3%

\*本体の可視化だけでは不十分: 33%

**デバイス本体での可視化が周知性に優れる**

# 提案するデバイス

8 / 15

学生の  
注意を引く



安価に  
CO2計測



クラウド  
で管理



安価なセンサ

+

ニューラルネットワークで補正

多くの計測器が数万円以上する原因是センサ  
→すべての教室への設置は難しい



一般的に用いられる  
非分散型赤外線吸収法センサ 5000円  
(NDIR: Non Dispersive InfraRed)



## 本デバイスで採用

空気質センサ MQ135 150円  
二酸化炭素, アルコール, アンモニア  
温度, 湿度の変化にも一緒に反応

デバイスを試作し、精度を検証

# 実環境でのデータ取得実験

10  
/ 15



WiFi送信で  
クラウド上サデータ保存



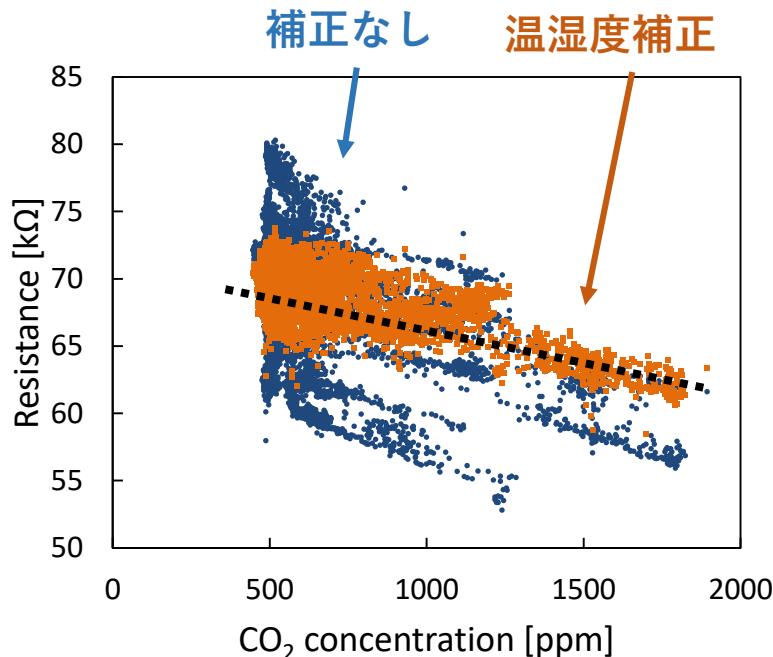
東京高専内の教室に2週間設置

NDIR式CO2データロガー  
MCH-383SD と比較

1分おき、2週間分のデータを取得

# デバイス計測データの線形補正

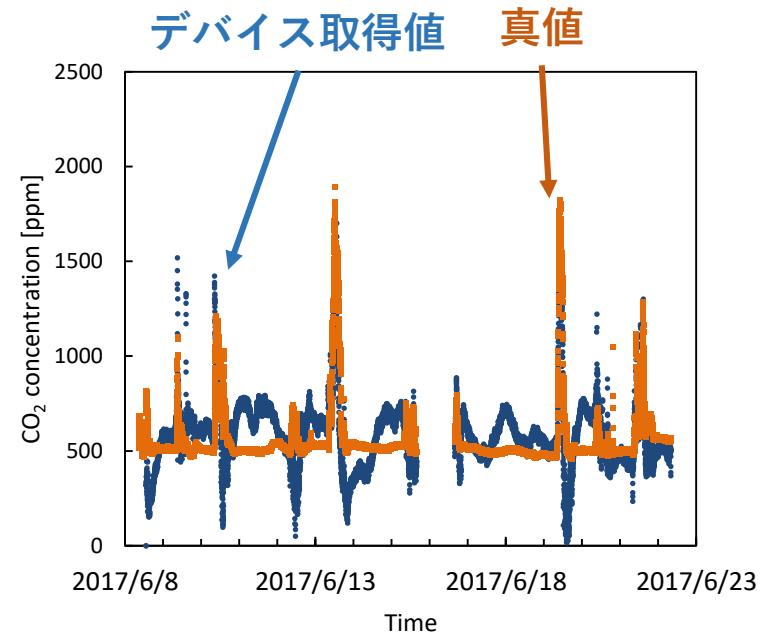
11 / 15



MQ135抵抗値と  
実際のCO<sub>2</sub>濃度との相関

温湿度センサが有効に動作

精度が不十分→



MQ135抵抗値から近似したCO<sub>2</sub>濃度と  
実測値の比較

ドリフトが発生  
ありえない数値(<400ppm)を示す

機械学習での補正を検討

# 機械学習によるCO<sub>2</sub>濃度推定

12 / 15



正確なCO<sub>2</sub>  
SDカードに保存

1分毎  
2週間分  
学習データ



空気質センサ・温度・湿度  
Google Driveに保存

Pythonの機械学習ライブラリ Scikit-learn  
機械学習モデルの検討・作成

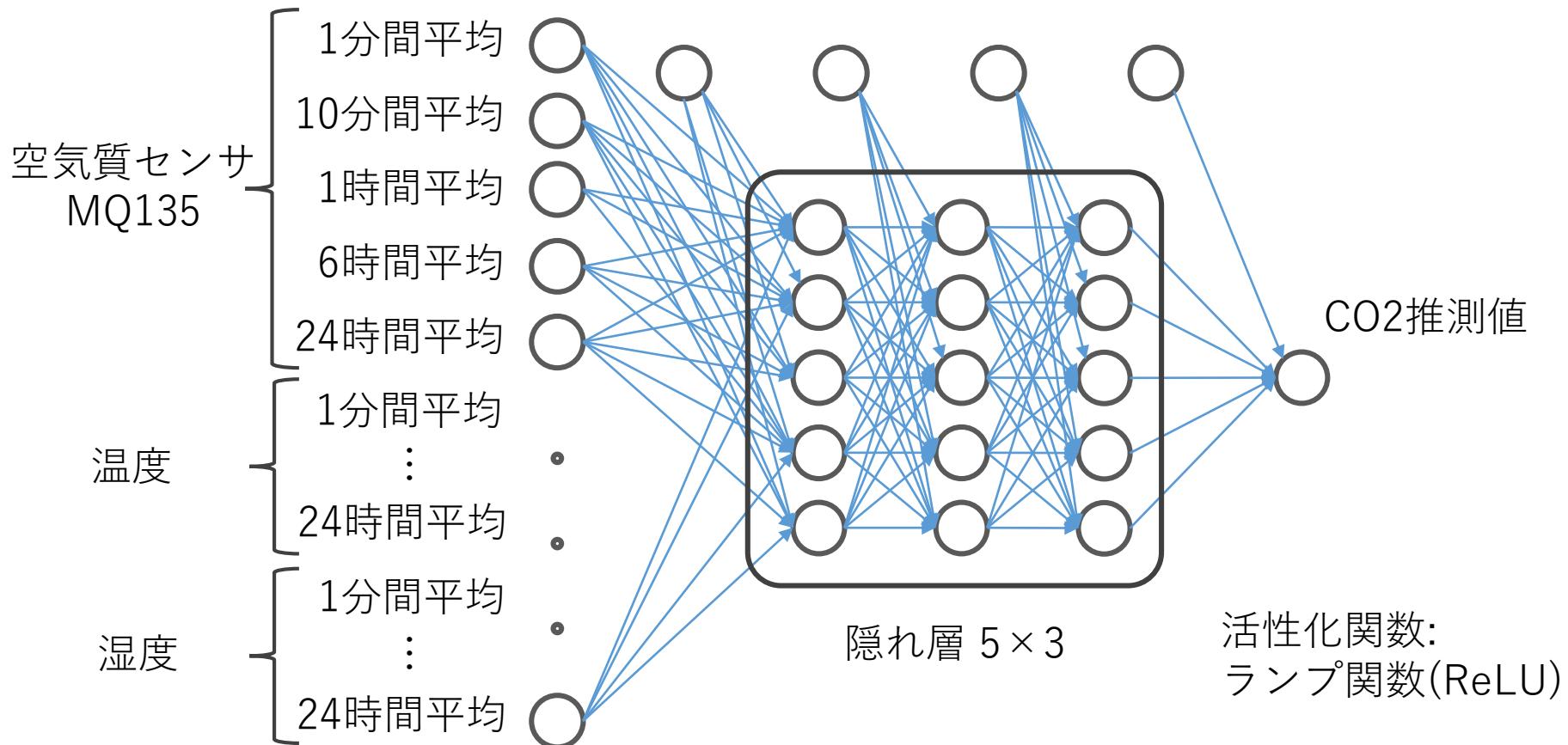


作成した学習済みモデルをC++で記述  
Arduino Libraryに移植



Arduino IDEでデバイスのプログラム作成

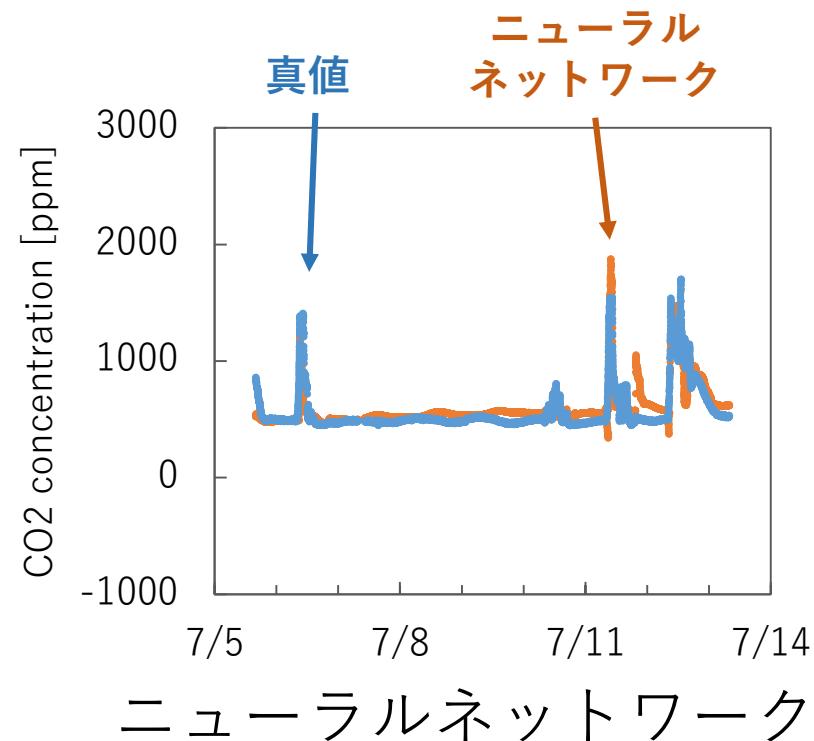
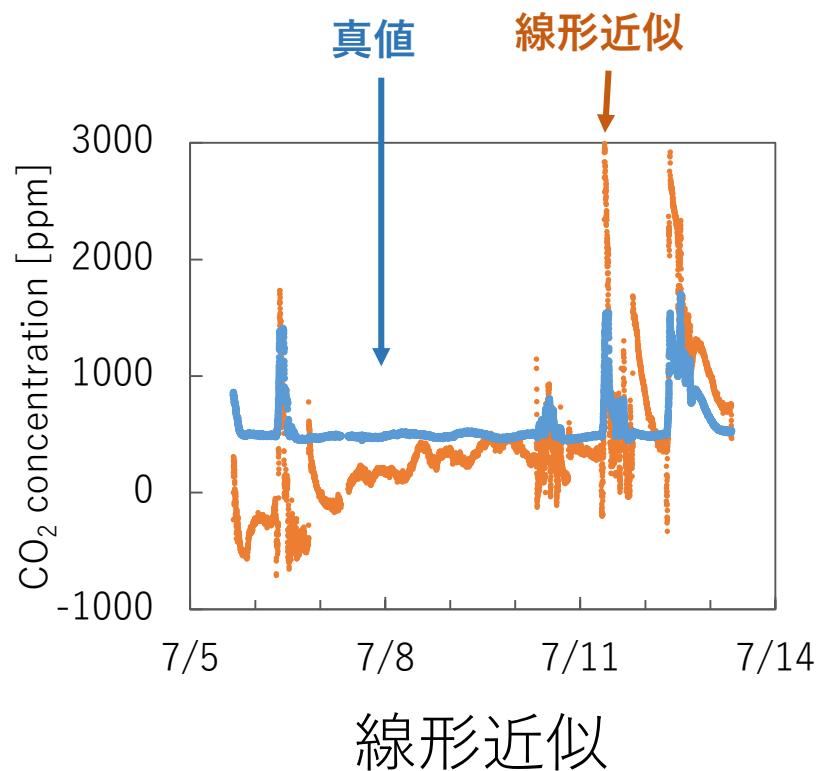
過去の時系列センサデータを入力 → 現在のCO2推測



# ニューラルネットワークによる補正結果

14

/15



異常値が出力されなくなった

# まとめ・今後の予定

15 / 15

まとめ

安価に  
CO2計測



学生の  
注意を引く



クラウド  
で管理



今後の予定

効果的に換気を促す  
デバイスを開発

複数台製作し、複数の教室に設置

実際に換気行動を促す様子の観察を目指す