

ロボット・電子工作とプログラミング教育 その可能性と課題を探る

「文系教養教育での実践：可能性と課題」 ーArduino(+センサ)からSPRESENSE(+AI)へ

関西外国語大学 外国語学部

英語・デジタルコミュニケーション学科

水野義之

2024/03/08 @京都大学 国際高等教育院／学術情報メディアセンター

第1回 公開研究会「ロボット・電子工作とプログラミング教育，その可能性と課題を探る」

自己紹介

- 1977年 京都大学理学部物理系学科 卒業
- 1982年 東北大学大学院理学研究科 修了
- 1982-1990 海外ポスドク (フランス、西ドイツ、スイス等)
- 1990年 大阪大学 核物理研究センター 助教授
- 1999年 京都女子大学 教授
 - (2000年 現代社会学部 創設)
- 2019年 同上の職 定年 (京都女子大学名誉教授)
- 2021年 関西外国語大学 教授
 - (2022年 英語・デジタルコミュニケーション学科 創設)
- 2024年 同上の職 定年 (70歳)

物理学
~25年

文理融合
~25年

Arduinoで授業展開する発想の「前史」： 京都女子大 宮下健輔教授 の影響大

- 1999年 BSDで研究室のWebカメラ定点観測画像をWeb公開 (遊び)
- 2000年 ガイガーカウンタ(秋月)の連続測定をネット上で可視化
- 2012年8月 Arduino+ドア開閉、明るさ、温度>twitter、+エアコンスイッチ押すサーボモータ、リモコンLED検知、温度制御+表示
- 2016年頃 さくらインターネット IchigoJam教室 Basicゲーム 見学



- 京都女子大 現代社会学部「教養」段階の「演習」に使えると気づき
- 2017年から水野の「演習」(学部2回生)の「素材」に使う。

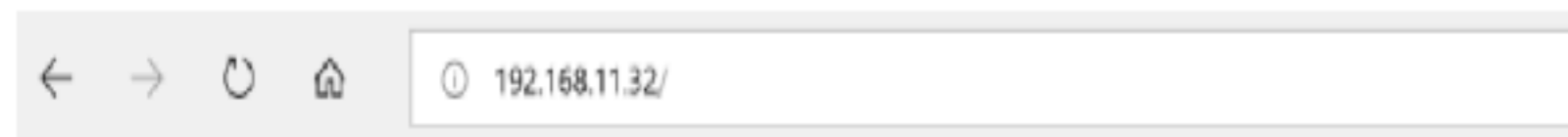
2017年 (後期)

2018年度後期 2年生レポート（例）

2. 方法

使用したセンサーは、Marduino UNO R3、Groveダストセンサー、Tiny RTC 12Cモジュール、イーサネットモジュールである。コードは、Arduinoのスケッチ例からWebServerとRTCのコードとアルゴリズム雑記というホームページからGroveダストセンサーのコードを組み合わせて作成した。

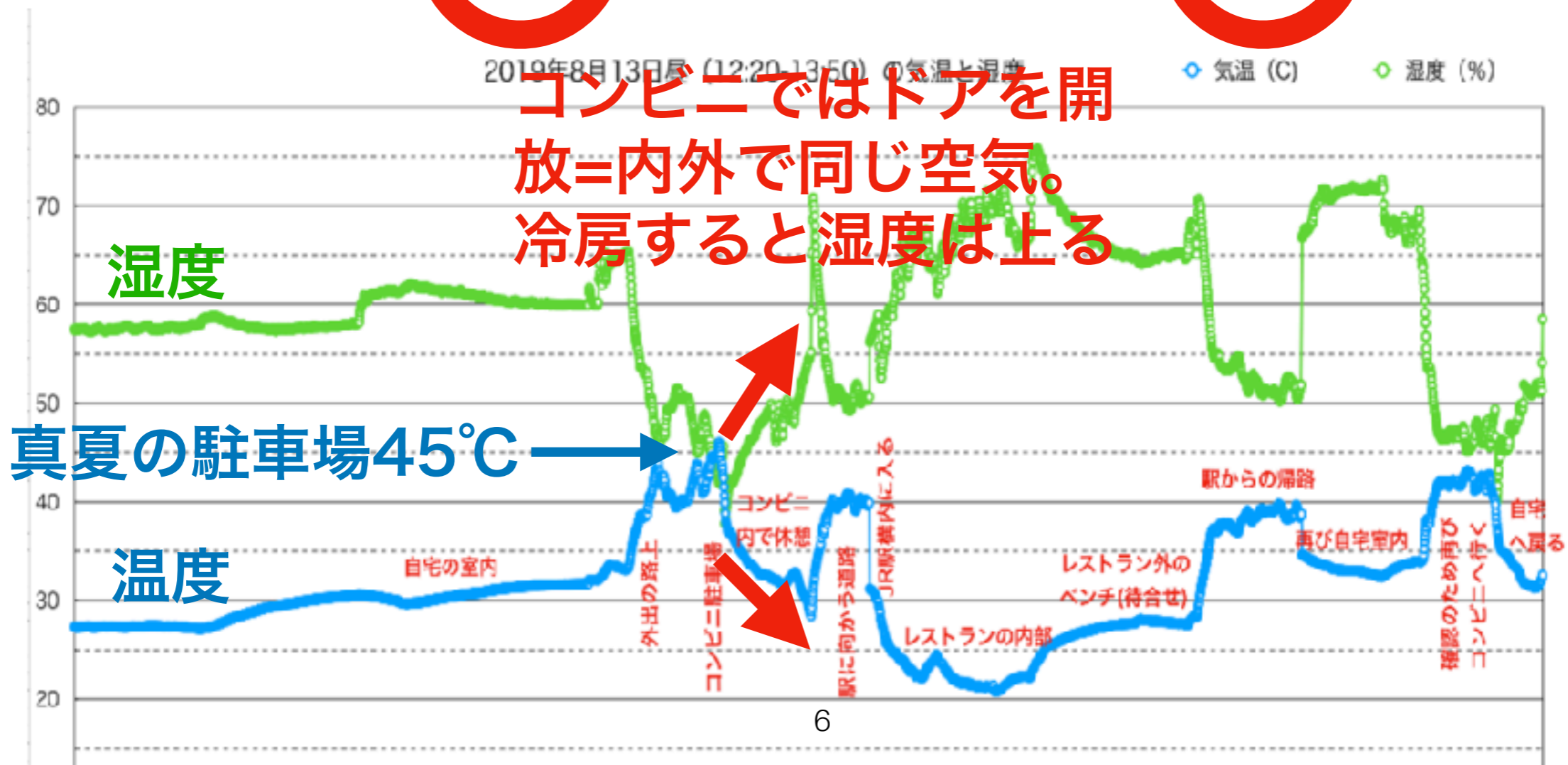
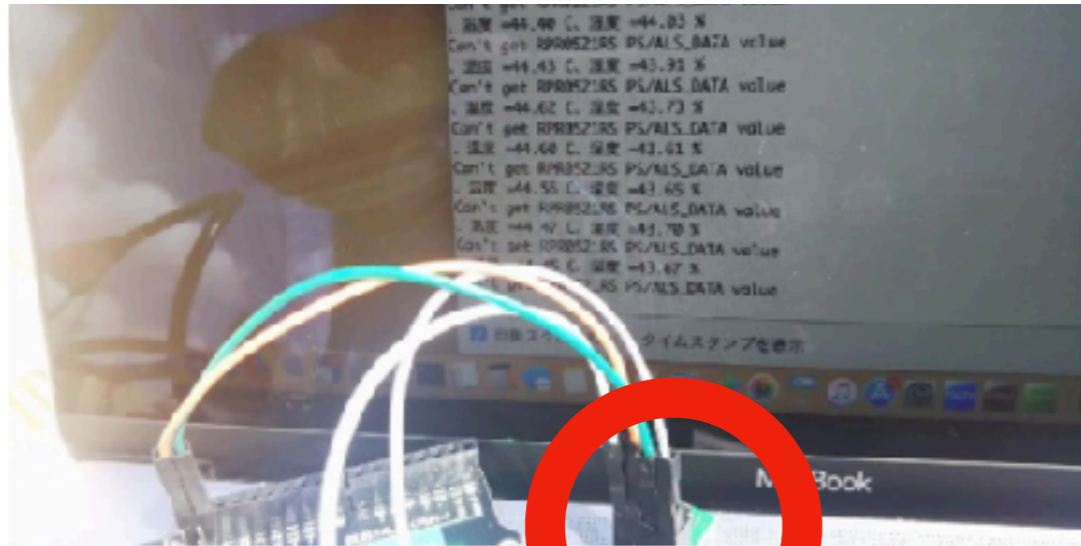
3. 結果



2019/2/10 13:59:39 4.19[ug/ m3]

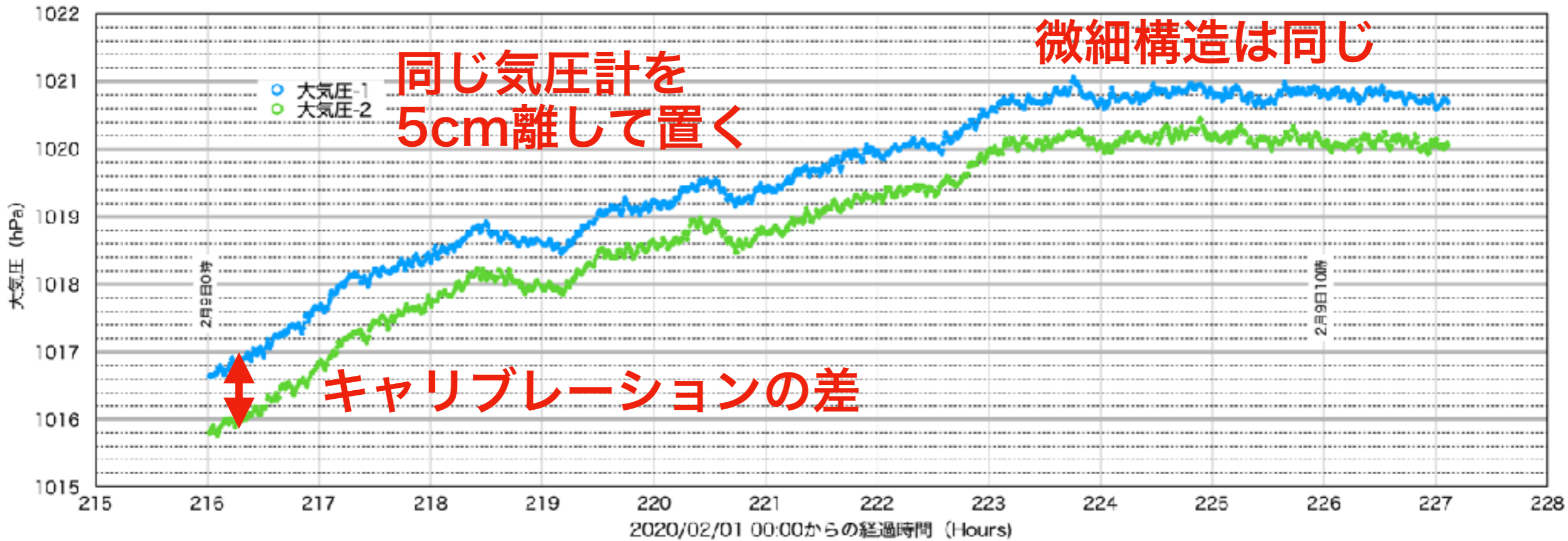
自分（水野）も連続測定
をやってみて「驚愕」

湿度もコロコロ変わる



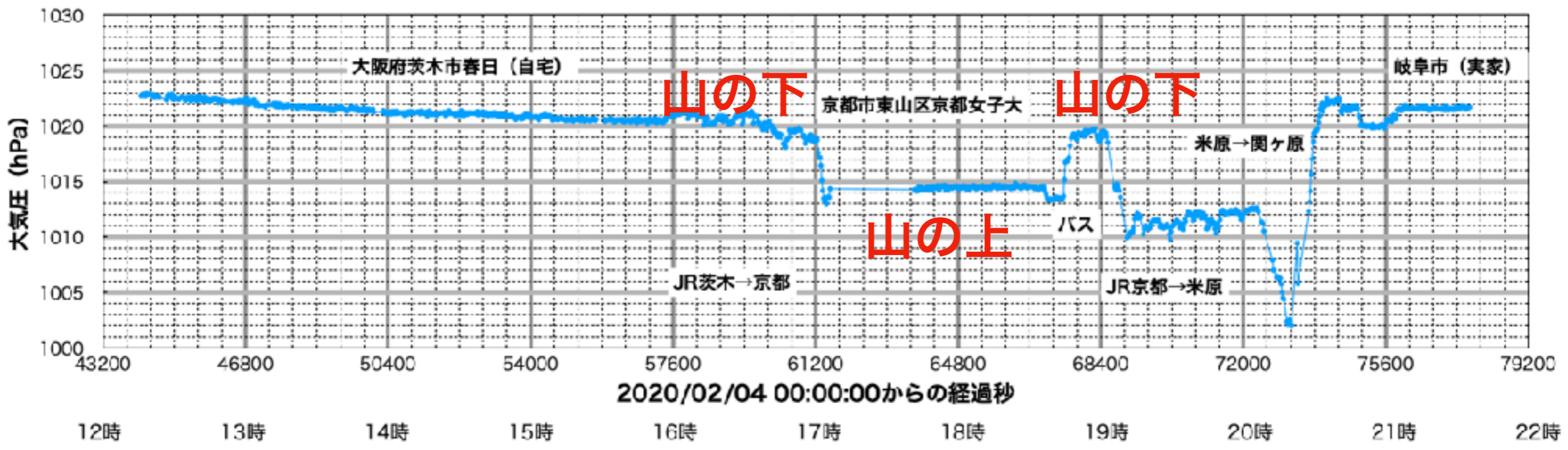
大気圧にも微細構造がある (1)

大気圧変動の微細構造：2測定と比較



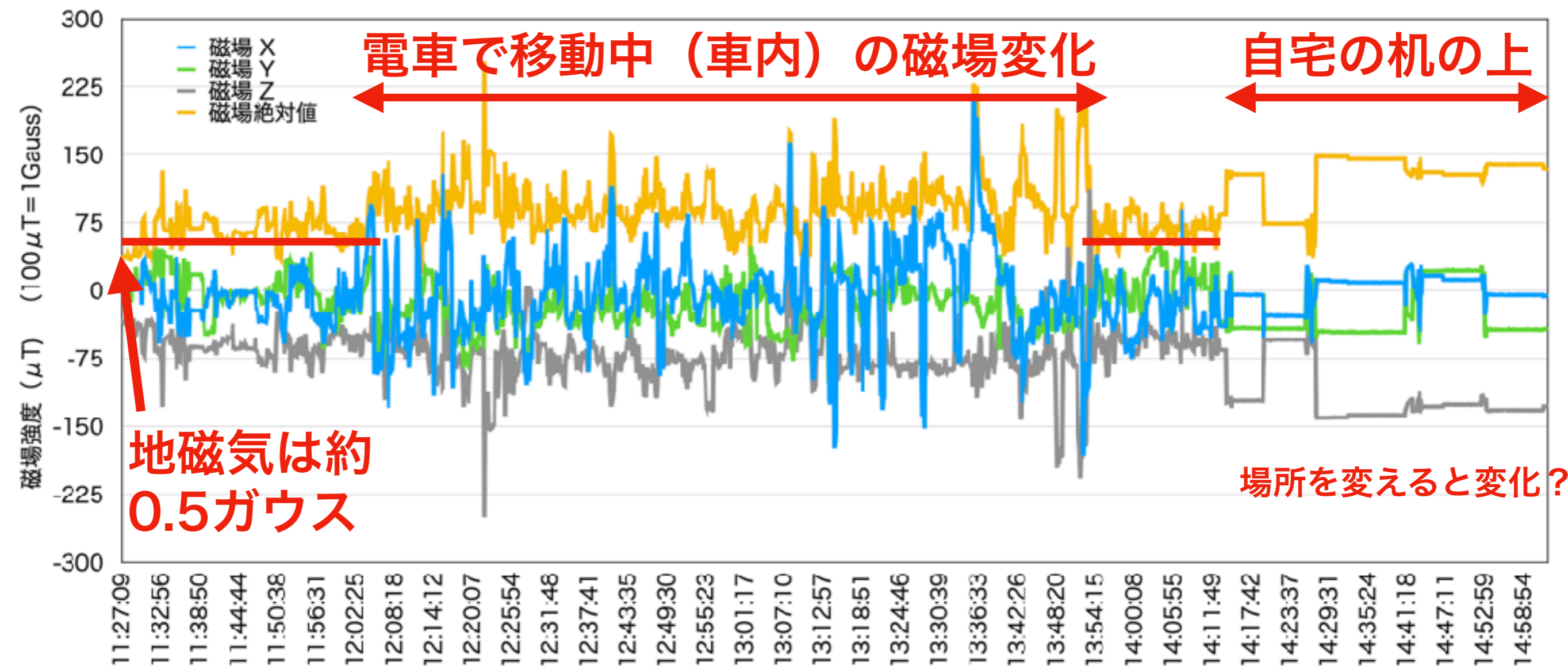
「動く」と気圧も変化する

2020/02/04の午後～夜 大気圧の推移



生活環境中の磁場もコロコロ変わる

磁場強度の時間変化 (東海道線京都駅～岐阜市内自宅) BM1422+Spresense



2020年

犯人は(近くの)永久磁石だった



自分の環境をモニタし、
理解して改善する。

→この「あは!」体験 を教育に生かす

「方法」から入るか？

「問題」から入るか？

以下では

「問題」から入る実践紹介

文理の主な関心の「違い」

文系：人間・表現に興味

理系：原理・仕組みに興味

どちらも必要

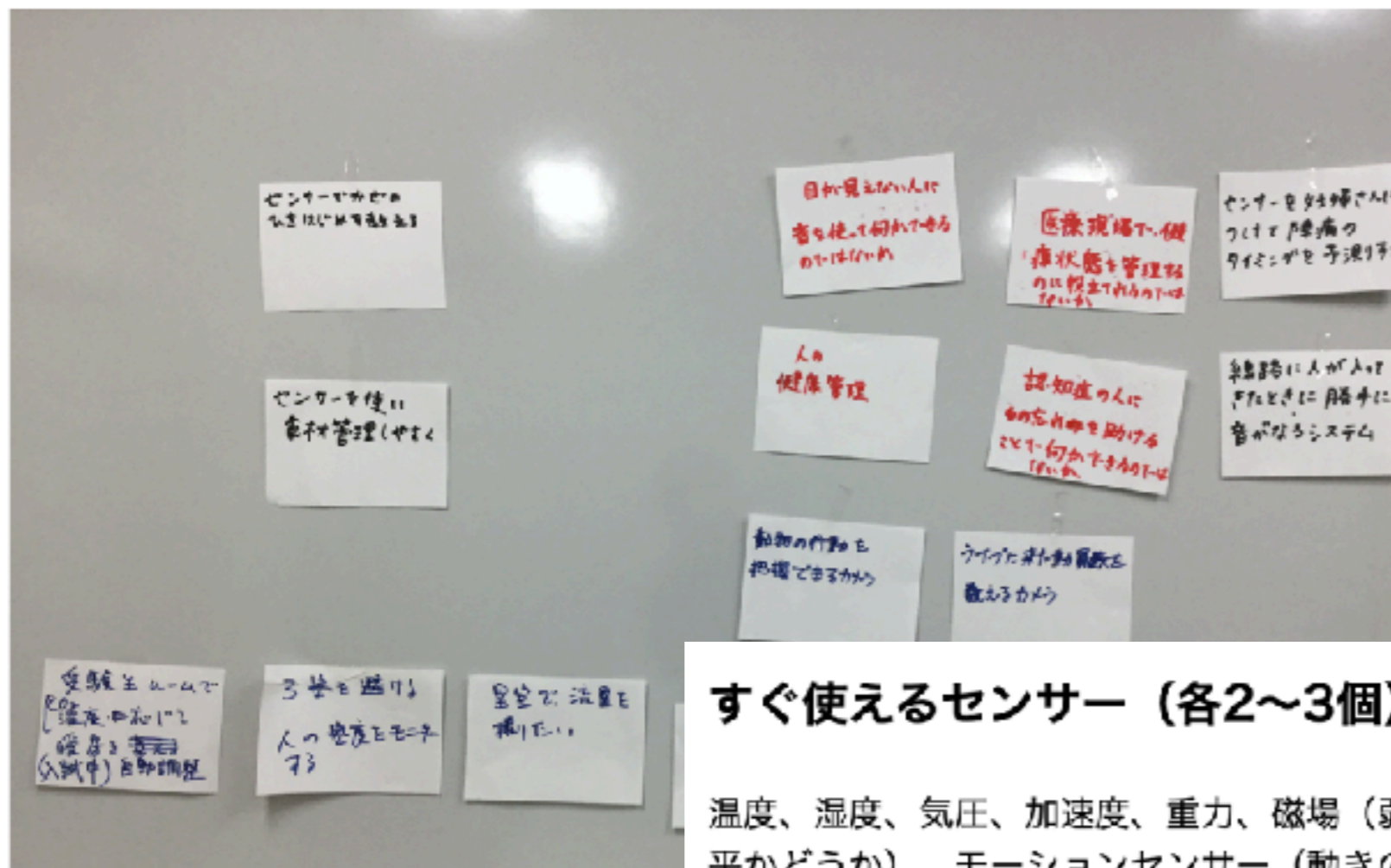
社会課題の発見か？（文系）

プログラミングか？（理系）

SONY SPRESENSEとの出会い2019年末 →2020年後期SPRESENSEを使った演習

アイデア出し (アイデアソン2020/11/17) 結果まとめ

2020年 (後期)



すぐ使えるセンサー (各2~3個) : Arduino用+Spresense用

温度、湿度、気圧、加速度、重力、磁場 (弱い地磁気)、磁場 (強い磁場)、傾きセンサー (水平かどうか)、モーションセンサー (動きの測定)、ジャイロセンサー (回転の測定)、タッチセンサー、距離、赤外線、人感センサー、紫外線、光のスペクトル、二酸化炭素、一酸化炭素、ホコリセンサー (PM2.5測定用)、電流センサー (非接触式)、土壌の湿り気センサー、環境光 (明暗)、振動センサー、音センサー、炎センサー、蒸気センサー、振動センサー、脈波 (脈拍)、照度 (明るさ) センサー、近接センサー、色 (カラー) センサー、ポテンショメータ (回転角で電気抵抗が変わる)、カメラ (デジタル)、マイク、スピーカ、放射線モニター (ガンマ線測定器)、中性子モニター、

ボタンスイッチ、LED (赤、青、黄、緑、など各種)、ブザー、リレーモジュール (小さい電流

アイデアソン：課題の解決

- 例1：妊婦さん陣痛タイミング予測センサー
- 例2：音声式盲人お助けセンサー
- 例3：認知症「もの忘れ」チェックモニター
- 例4：声状態チェック式風邪センサー
- 例x：夜空の流れ星自動記録カメラ（水野）

「ボードコンピュータSpresenseを使った作品作り」

2021年（4月）

2021年4月29日 京都女子大学 水野義之

bit.ly/3PFcOvl

1) はじめに

2020年度のコロナ禍の中、京都女子大学現代社会学部の演習II（学部2回生後期）の「水野ゼミ」では、ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社様（以下、ソニー）のご協力を得て、マイクロコンピュータ（IoT向けボードコンピュータ）Spresenseを使った「作品」作りをやりました。京都の半導体企業、ローム株式会社様（以下、ローム）のご協力も得て、同社の環境センサーも使いました。

この時のゼミ生は4人で、作品はほぼ完成直前という段階まで、漕ぎ着けることが出来ました。最終組み立てとデータ収集は、次年度（2021年度）に継承する予定です。以下はその進捗報告です（2021年4月現在）。

2) 作業の様子

2020年度の後期は、京都女子大学でも一部で、対面授業が可能となりました。そこで写真1のような状態で、この演習IIの実習を行いました。

3) Spresenseとの出会い

私がSpresenseを知ったのは2019年12月、「原発事故後の放射線モニタリング



写真1：2020年度後期の演習IIの一コマ。Spresenseを使う作

友澤さんの「動物行動把握センサー」（写真2）では、9自由度（9DOF）と6自由度のジャイロセンサー（+加速度、磁場）と、脈波センサー、人感センサー、振動センサーを組み合わせて、動物の感じる世界を推測・把握しようとした。

2021年（4月）

bit.ly/3PFcOvl

8) 必要なことは学んだ

この中で必要な知識は学んでもらいました。例えばフーリエ変換の意味とか、脈波センサーの仕組み、ジャイロ（回転）センサーの数字の見方、環境中の磁場ベクトル、重力加速度・並進加速度と運動の法則、などです。

また、このようなデータ収集の方法を使うと、多数の時系列データが得られます。その中からいかに意味ある情報を引き出せるかが、今後の課題です。この探究の中で、線形代数学で最近、注目されているデータのスパース性を利用した特異値分解（SVD, Singular Value Decomposition）の教育も（おそらく）できるかもしれないと、私は密かに期待しています。

9) 作品の例（進捗状況）

写真2は、「動物行動把握センサー」のイメージ図（ポンチ絵）です。写真3はこれを組み上げた状態にして（電池で作動し、取得データはmicroSDカードに書き込む方式で）、実際に猫に取り付けた時の写真です。

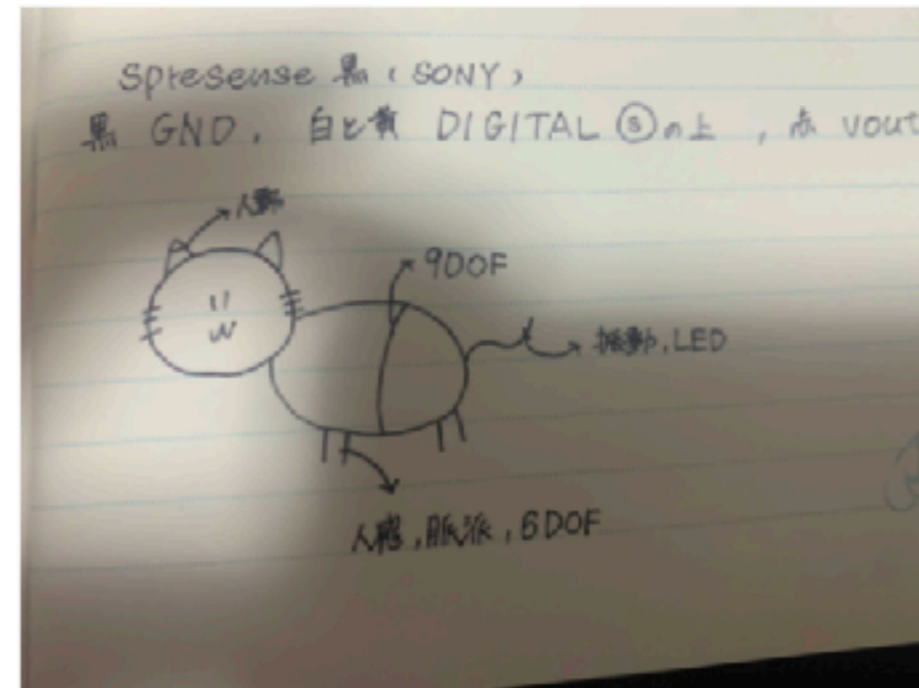


写真2：「動物行動把握センサー」（案）のイメージ図（ポンチ絵）。（友澤さんによる）。



写真3：「動物行動把握センサー」のプロトタイプ（原型モデル）を猫に取り付けたところ（この猫は大阪府の居酒屋のご好意による）。

2021年（4月）

bit.ly/3PFcOvI

た。

写真4は、「妊婦さん陣痛タイミング予測センサー」で使う全部の個別のセンサーを、SpresenseとArduino（I²Cアドレスの関係でどうしてもマイコンが2個必要）を収めた箱と、繋ぐところです。もちろんソフトウェアも全部動かします。実際に使うには各種センサーもパッケージ化が必須です。

10) おわりに

残念ながら新年度になってしまったので、作業はここまでとなりました（2021年4月現在）。

しかしどの学生も、自分が発想したどんなアイデアも工夫すれば実現できる（完全ではないとしても）、ということは理解したのではないかと思います。ある学生の感想から：「ご指導ありがとうございました。ご迷惑おかけする事が多かったですが、凄く楽しかったしいっぱい学ばせていただきました。また水野先生の授業を履修した時はよろしくお願いします。」

今年度（2021）も引き続いて、こういった具体的な「ものづくり」で行う「演習」を、大学の「演習」として行う方法の改善や、教育プロセスの研究開発を行っていきたいと考えています。「同じこと」でもいかにクリエイティブに、いかに創造的に学ぶか、ということが重要な要素だと考えます。



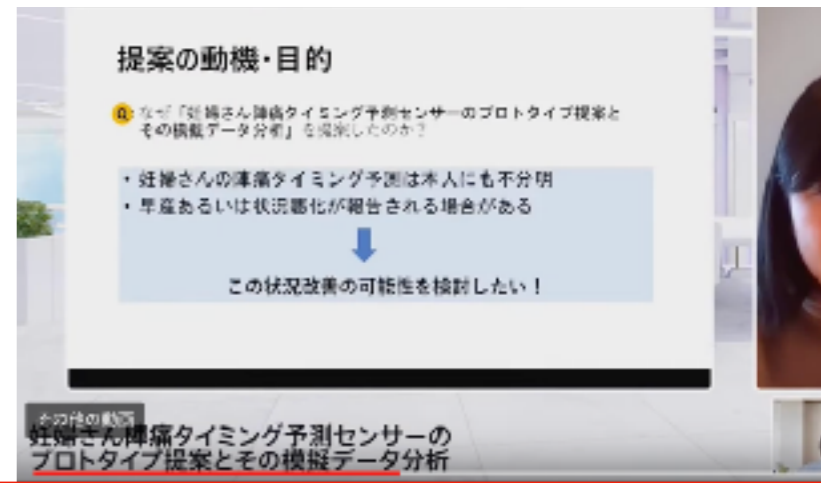
写真4：「妊婦さん陣痛タイミング予測センサー」で使う全部のセンサーをパッケージ化し、SpresenseもArduinoも電池駆動にして1個の箱に入れ、SDカードでデータ収集する段階までやりました。

2021年秋「SONY Sensing Solution」アイデアソン上位入賞 2021年（11月）

<https://www.sony-semicon.com/ja/info/2021/2021122101.html>

【アイデアソン部門 ファイナリスト】

作品名 Spresenseを利用した河川水位センサーノードの開発
 チーム名 FIT水位センサー
 メンバー 中鳥 暁翔（福岡工業大学）

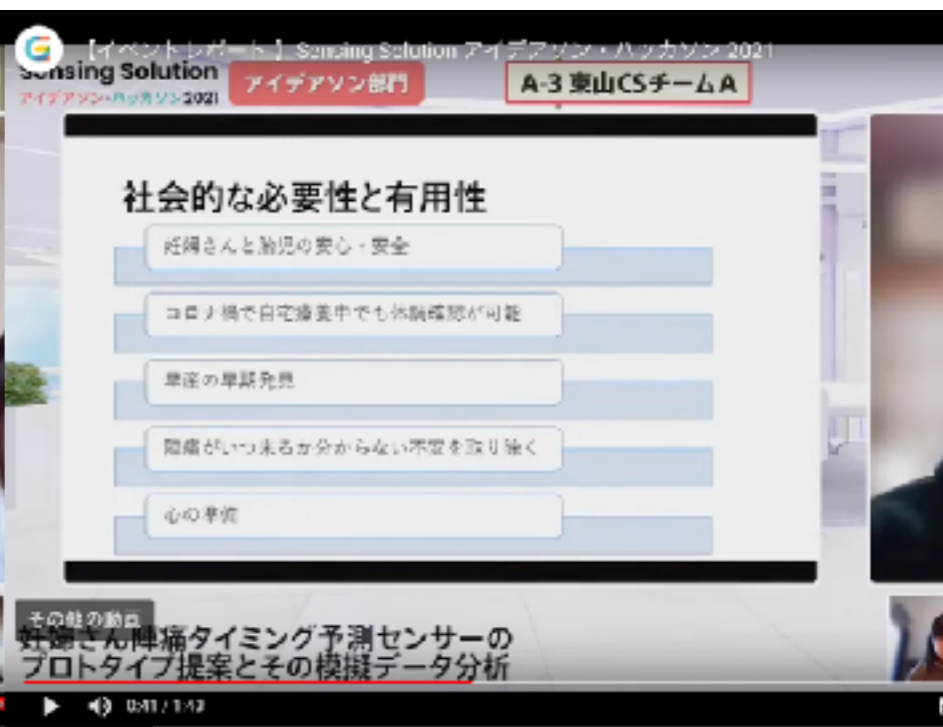
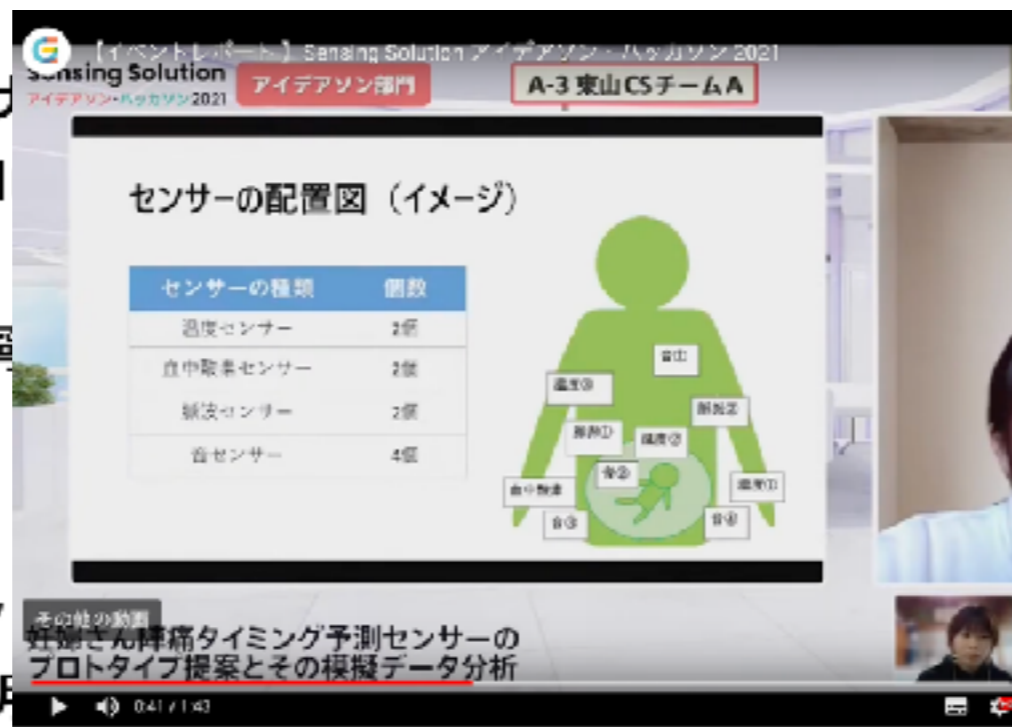


作品名 妊婦さん陣痛タイミング予測センサーのプロトタイプ提案とその模擬データ分析
 チーム名 東山CSチームA
 メンバー 荒木 真理恵（京都女子大学） / 東 千裕（京都女子大学） / 新古 渚（京都女子大学）

【ハッカソン部門 ファイナリスト】

作品名 新創造電子楽器M
 チーム名 N.TISCH
 メンバー 大内 リリアナ

作品名 にゃんこロガー
 チーム名 にこたまブラッ
 メンバー 田邊 ひかる（明

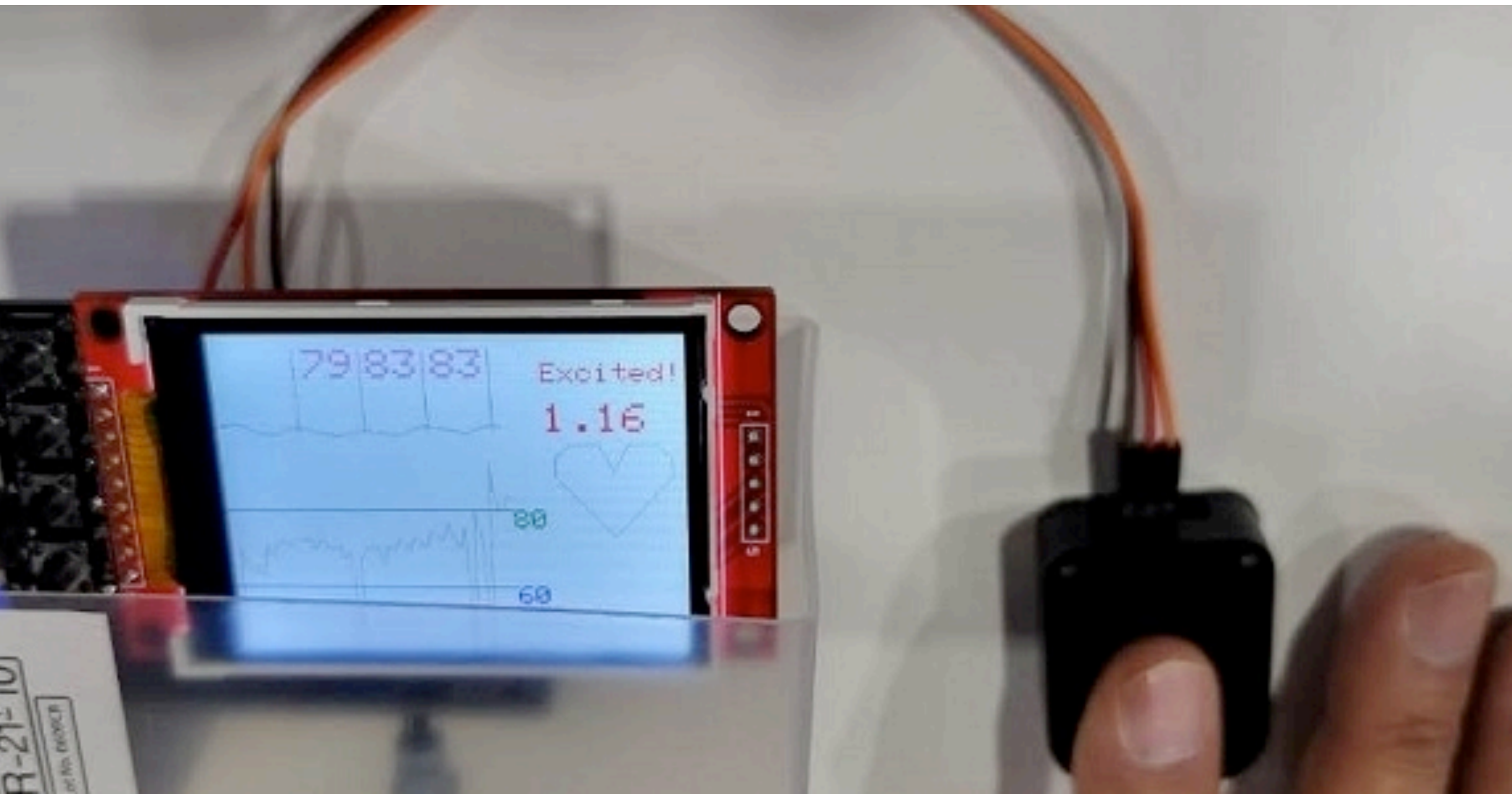


その他の動画
[妊婦さん陣痛タイミング予測センサーのプロトタイプ提案とその模擬データ分析](#)

その他の動画
[妊婦さん陣痛タイミング予測センサーのプロトタイプ提案とその模擬データ分析](#)

2022年 (7月)

2022年度前期 実時間 心拍 可視化 センサー 欠伸で大発見あり！(しかし)入賞を逃す！



2022年度後期 ESP32。後半は SSS協力→全員SPRESENSE実習

2022年 (12月)

1) 例題作品の「完成イメージ」

```
134  
135  
136  
137  
138  
139  
140  
141  
142  
143  
144  
145  
146  
147  
148  
149  
150  
151  
152  
153  
154  
155
```

```
Adafruit_BMP280::S  
Adafruit_BMP280::S  
Adafruit_BMP280::F  
Adafruit_BMP280::S
```

```
}  
Serial.println();  
if (abchk) {  
  Serial.println("Abort!");  
  while (1) delay(10);  
}  
  
// Spresenseカメラ画像認識結果から  
pinMode(p0, INPUT); // ESP7  
pinMode(p1, INPUT); // ES  
pinMode(p2, INPUT); // E
```

```
void loop() {  
  // AHTX0 温度+湿度 センサー  
  sensors_event_t humid_AHT,  
  aht.getEvent(&humid_AHT, f
```

出力 シリアルモニタ ×

メッセージ (/dev/cu.SLAB_USBtoUART) Spresense

```
20:47:33.748 -> 8:0.36  
20:47:33.978 -> 6:0.37  
20:47:33.978 -> 6, 1,  
20:47:34.176 -> 5:0  
20:47:34.176 -> 5, 1, 0, 1  
20:47:34.374 -> f 0.47  
20:47:34.374 -> , 0, 0, 0  
20:47:34.548 -> :0.62  
20:47:34.548 -> , 0, 0, 0  
20:47:34.716 -> :0.93
```

0:05 / 4:03

スクロールして詳細を表示

2022年度 レポート課題

2023年 (1月)

- ステップ1 : まず接続テスト (Lチカ= Blink テスト)
- ステップ2 : 光センサー (CdSの明るさセンサー) の動作テスト
- ステップ3 : 温度・湿度・気圧センサー (紫色のセンサー) の存在確認
- ステップ4 : 温度・湿度・気圧センサー (紫色のセンサー) の動作テスト
- ステップ5 : Ambient (IoT表示サービス) の登録とWi-Fiの動作テスト
- ステップ6 : Ambient利用の動作テスト
- ステップ7 : 液晶 (LCD) 表示の動作テスト
- ステップ8 : スイッチ「割り込み」 (interrupt) の動作テスト
- ステップ9 : Spresenseカメラで数字認識の動作テスト
- ステップ9 : Spresenseカメラで数字認識の動作テスト
- 9-1) ファイル準備, サイトにアクセス
- 9-2) ダウンロード「すべて展開」 解凍
- 9-3) さらに「すべて展開」 (解凍)
- 9-4) データファイルの準備
- 9-5) SONYのNNCサイト サインイン
- 9-6) データのアップロード準備
- 9-7) プロジェクトの指定、データのリンク、学習の実行
- 9-8) 評価の実行
- 9-8) 学習結果のダウンロード
- 9-9) Spresenseカメラで数字認識

（続き）

- ステップ10：SpresenseとESP32を連動させる
- 連携手順1）ESP32上で、次のスケッチを動かす
- 連携手順2）PCの画面に数字を表示させておく。次に、Spresense上でnumber_recog_simple_test004_dec2bin.inoを動かす。
- 連携手順3）SpresenseとESP32の両方を、上のピン対応で、オスメスのケーブルで繋ぐ
- 連携手順4）Spresenseで認識した数字が安定したら、ESP32上のスイッチを押す。するとその時の数字（数字2,3,4,5,6,7など）に応じて、気象データのどれかの詳細を、ESP32上のLCDの上に5秒間、表示するはずである。

学生の感想（一部）

2023年（1月）

- 初めての男子学生：「水野先生、昨日は夜遅くにエラー解決にお付き合い頂き、ありがとうございました。おかげさまで、全て課題を解決し、画像認識や液晶表示も無事終わることができ、学びになりました。動画撮影ですが（中略）24時間の観測はできませんでしたが、短時間で大きな変化を人工的に起こし、グラフの変化をつけています。またスプレセンスで画像認識をさせ、液晶表示できたのはかなり大きな収穫でした。絶対無理と諦めていたので、動作させられてよかったです。本当にありがとうございました。」
- 初めての女子学生：「こういうことをやるのは初めてでしたが、楽しかったです」
- 質問に来た学生に「難しかった？」 「いや、面白かったですよ。」

授業評価（一部）

2023年（2月）

- II) 授業に対する学生の取組
 - II-1) 1回の授業につき、平均どのくらい授業外学修（予習・復習を含む）をしましたか
 - II-2) あなたは、この授業に積極的に参加したと思いますか。

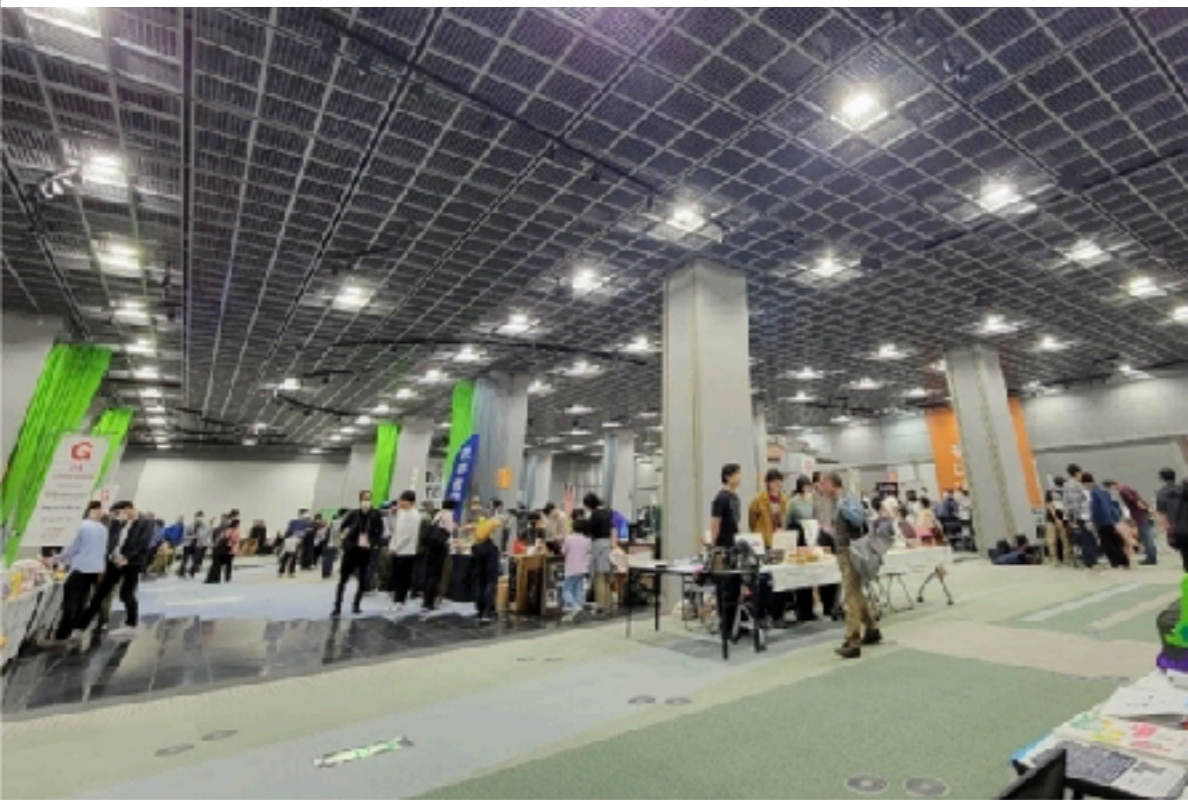
- IV) この授業に対する総合評価
 - IV-1) この授業によって、知的関心を充足し、学ぼうとする意欲を持つことができた。
 - IV-2) この授業を受けて、新しい知識・スキルを得ることができた。

表A 質問項目IV-1とII-1,2との関わり

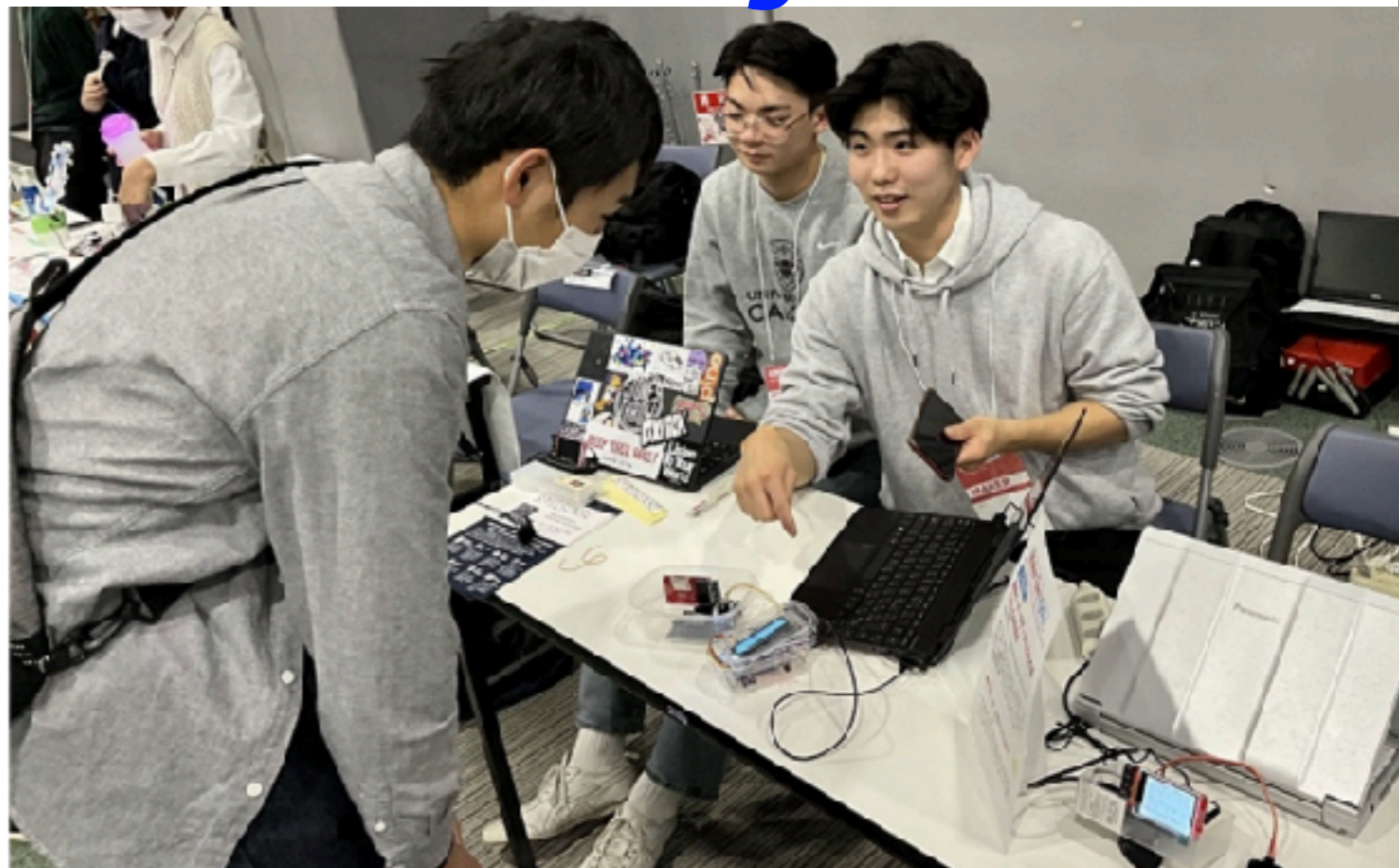
質問項目		IV-1			計	
		①強くそう思う ②そう思う	③どちらともいえない	④あまりそう思わない ⑤そう思わない		
II-1	①3時間以上	4(5%)	1(1%)	0(0%)	5	74
	②3時間未満～2時間					
	③2時間未満～1時間	27(36%)	12(16%)	8(11%)	47	
	④1時間未満					
	⑤していない	5(7%)	5(7%)	12(16%)	22	
II-2	①強くそう思う	26(35%)	6(8%)	6(8%)	38	74
	②そう思う					
	③どちらともいえない	7(9%)	9(12%)	4(5%)	20	
	④あまりそう思わない					
	⑤そう思わない	3(4%)	3(4%)	10(14%)	16	

2023年(4月)

2023年4月Maker Faire Kyoto出展



▲フェア会場の様子



▲出展作品について参観者に説明する佐藤瑛介さん(向こう側右)と眞弓晃成さん(同左)



「Maker Faire Kyoto 2023」に水野義之教授の受講生が出展 ソニーセミコンダクタソリューションズの協力でマイコンを活用し気象データなどを可視化

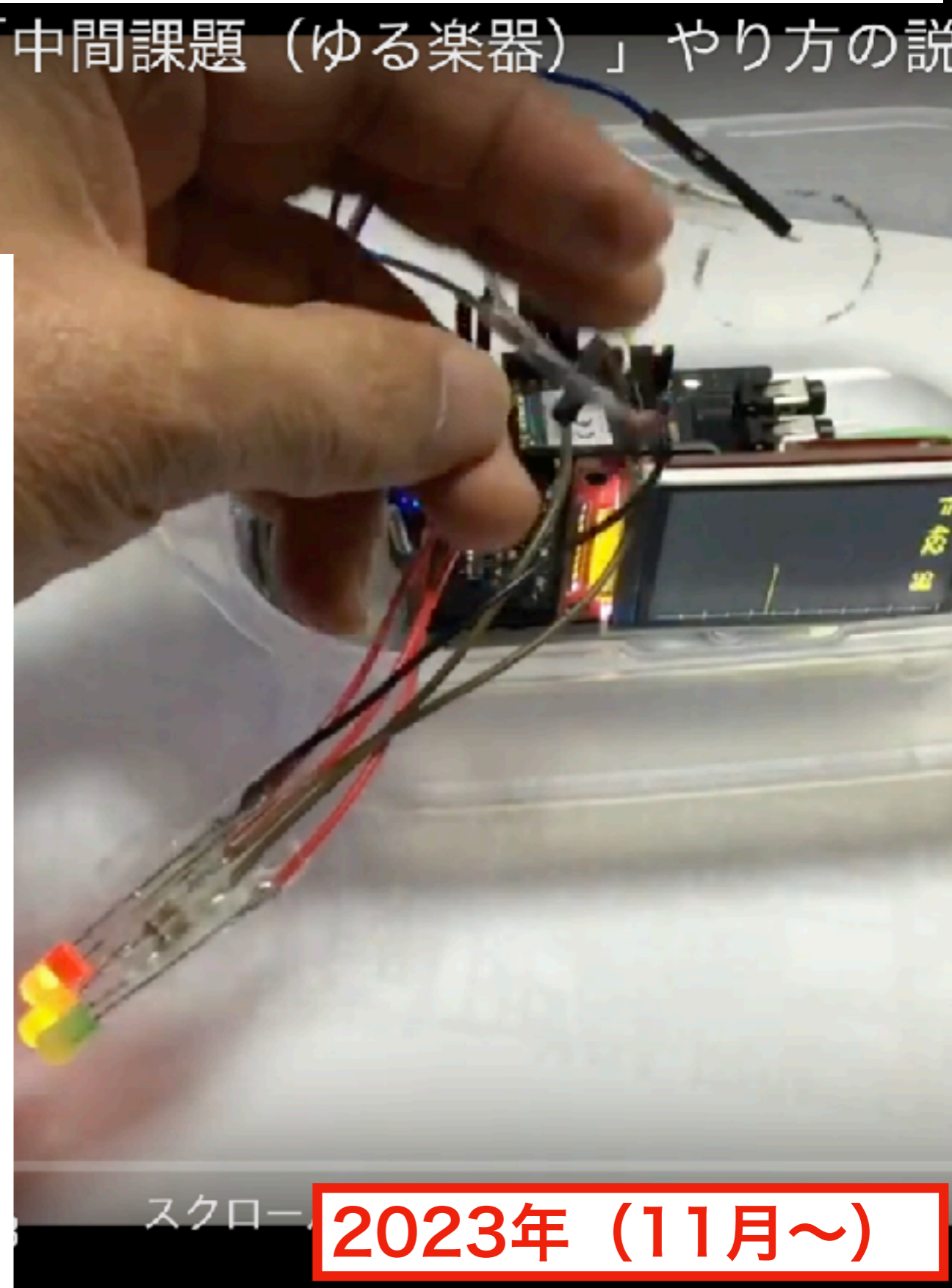
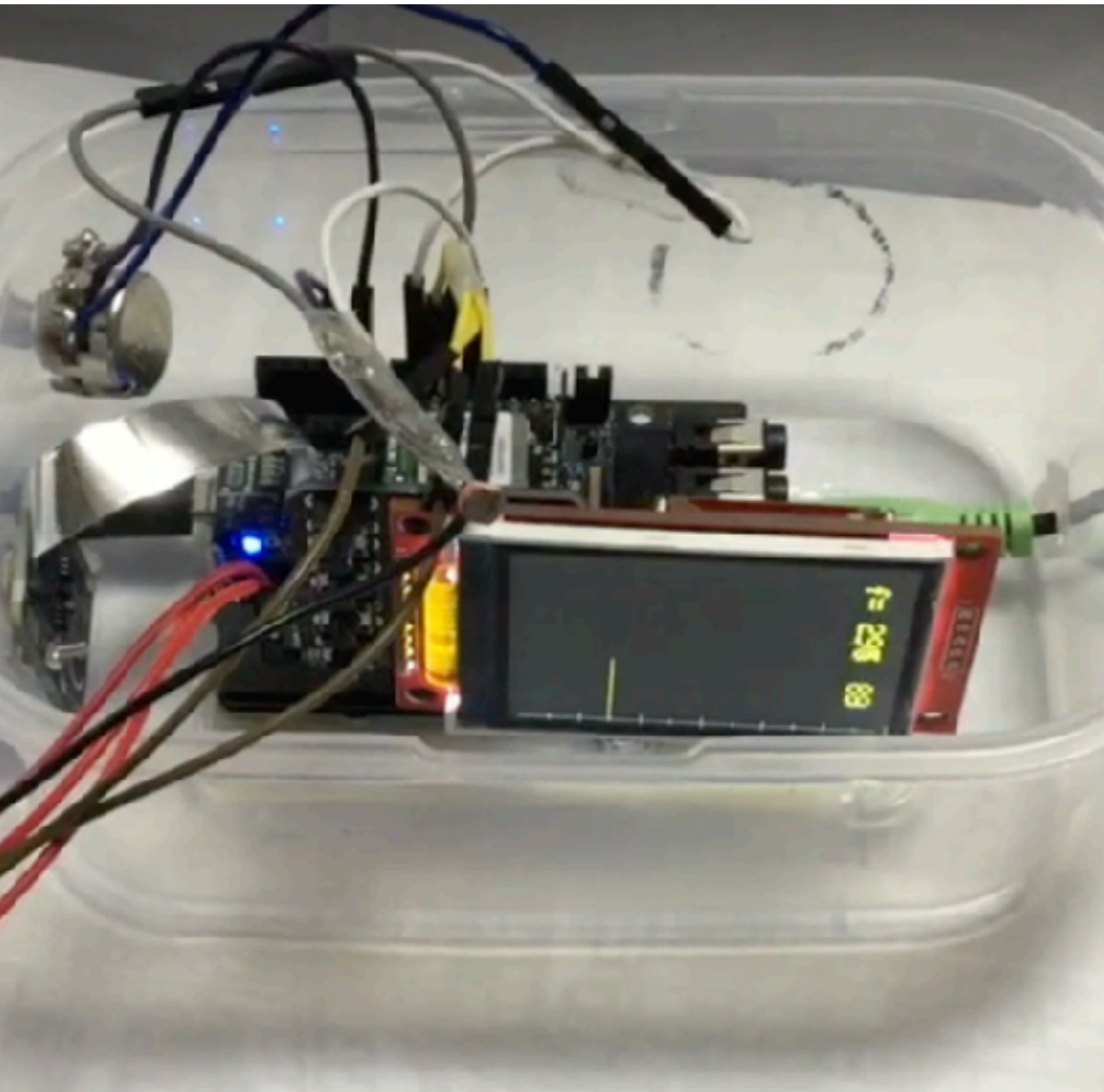
けいはんなオープンイノベーションセンター（KICK、京都府木津川市）で4月末に開かれた、ものづくりに関するイベント「Maker Faire Kyoto 2023」に外国語学部英語・デジタルコミュニケーション学科長の水野義之教授の受講生らが「関西外国語大学・京都女子大学水野ゼミ」として、気象に関するデータをデジタル技術で可視化する装置などを出展しました。ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社がマイクロコンピュータ（マイコン）の活用で協力しました。

2023年11月 「ゆる楽器」 ハッカソン



「ゆる楽器」を中間課題に

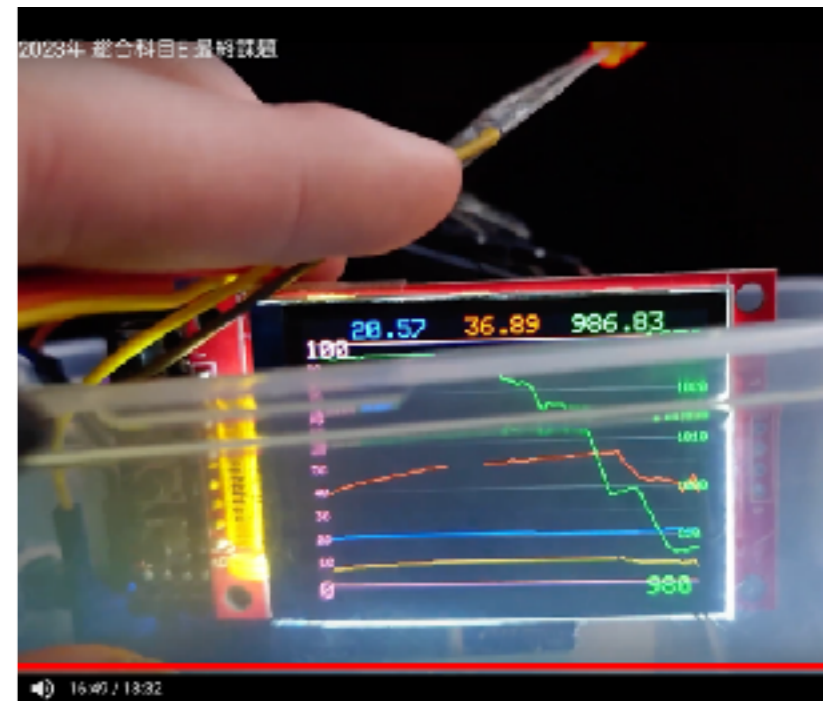
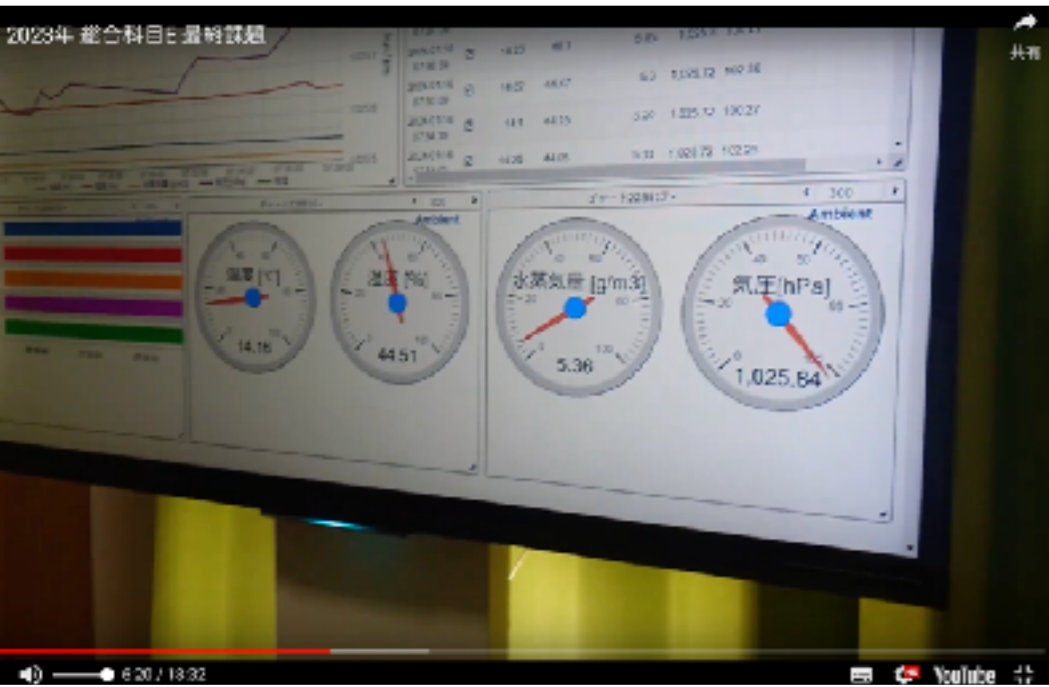
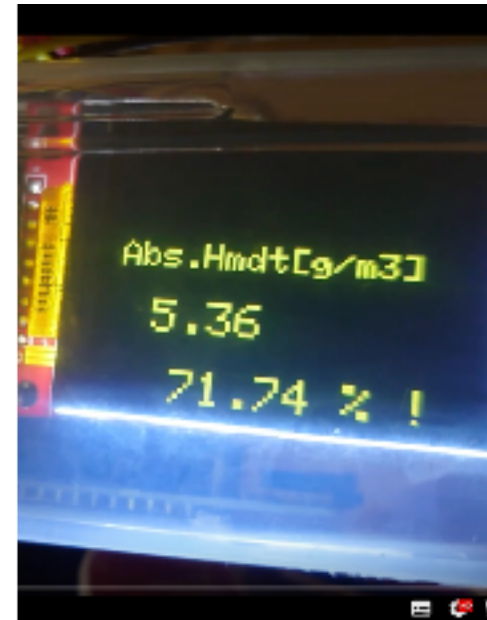
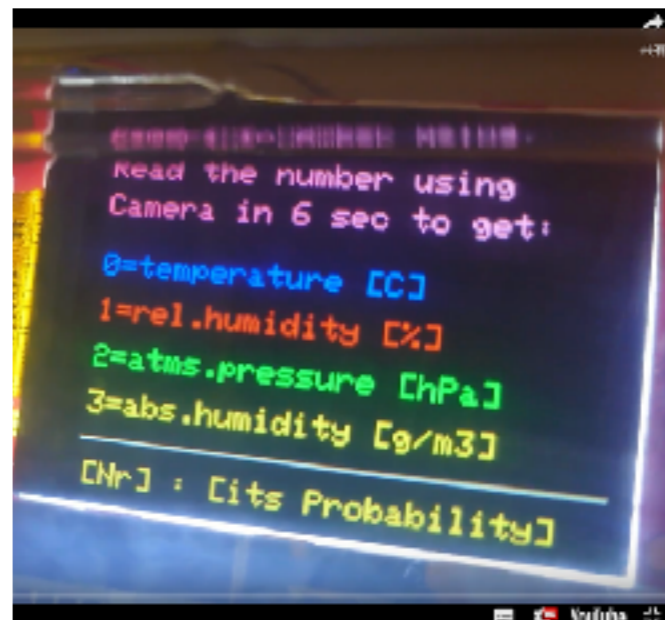
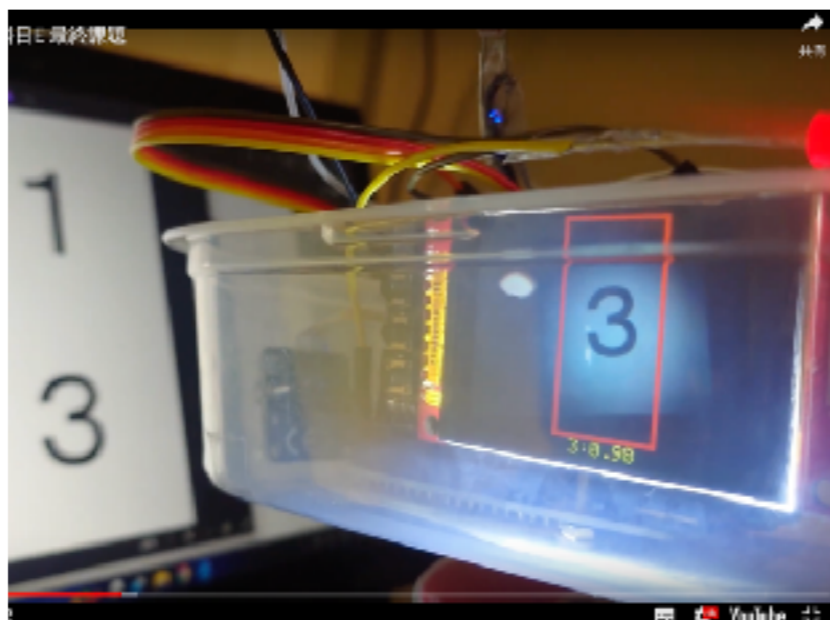
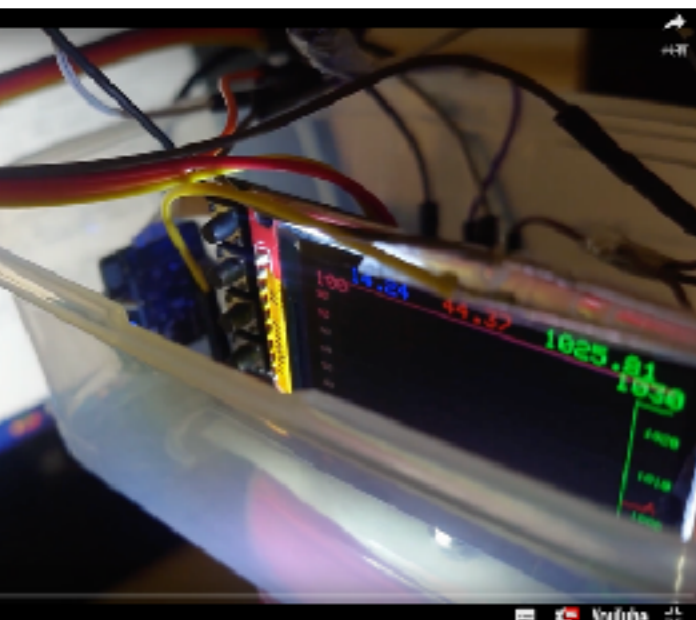
総合科目E (2023年度) 「中間課題 (ゆる楽器)」 やり方の説



スクロー

2023年 (11月~)

2023年度：全部SPRESENSEで完結



現状：例題を自力で完成する課題。但し 作り方ビデオ提供（目的：体験の総復習）

2022年度

	4) 例題作品の「相互接続と動作テスト」 説明を追加	限定公開	なし	2023/01/05 アップロード日	70
	3) 例題作品の「組み立て」 説明を追加	限定公開	なし	2023/01/05 アップロード日	83
	2) 例題作品を「バラバラに分解する」 説明を追加	限定公開	なし	2023/01/05 アップロード日	46
	1) 例題作品の「完成イメージ」 説明を追加	限定公開	なし	2023/01/05 アップロード日	90

2023年度

	総合科目E (2023年度) 「最終課題（環境...） 2023年度「総合科目E」担当：水野義之 （関西外国語大学）	限定公開	なし	2024/01/08 アップロード日	79
	総合科目E (2023年度) 「中間課題（ゆ...） 2023年度「総合科目E」担当：水野義之 （関西外国語大学）	限定公開	なし	2024/01/03 アップロード日	70

JAXA月面探査機SLIMの SORA-QにもSPRESENSEが活躍

<https://av.watch.impress.co.jp/docs/news/1563705.html>

ソニーグループ株式会社 テクノロジープラットフォーム Exploratory
Deployment Group 統括部長 夏目 哲

この度、変形型月面ロボットの共同開発に参画し、無事に月面での探査ミッションを達成できたことを、光栄に思います。

本共同研究において、当社は、ソニーセミコンダクタソリューションズのIoT向けスマートセンシングプロセッサ搭載ボード「SPRESENSE」を活用し、月面ロボットの制御システムおよび画像処理技術の開発を主導しました。共同研究を通じて、宇宙の過酷な環境における民生デバイスの活用の可能性を示せたことは、大きな成果だととらえています。

ソニーグループは、今後も新たな技術の創出と、宇宙を含むその応用可能性の探索に積極的に取り組み、私たちの文明の進化や地球の持続可能性に貢献する研究開発に貢献してまいります。





クレジット：JAXA/タカラトミー/ソニーグループ（株）/同志社大学

変形型月面ロボット「SORA-Q」(左)変形前(右)変形後

(C)JAXA/タカラトミー/ソニーグループ(株)/同志社大学

実践事例：可能性と課題

- **可能性：**（ものづくり系（ロボット・電子工作・プログラミング）の授業の可能性）
 - 女子大の社会科学系：可能
 - 共学の外国語大学：可能
- **成果：**
 - 1：（分かる面白さ）理解できる。面白い。「最先端」も体験できる。興味を持つ。
 - 2：（出来る楽しさ）1人で出来る。達成感を味わう。自信になる。
 - 3：「就活で役立つから」と受講する学生も多い。（文系学生でIT系企業に就職した人にとって、貴重な体験の場の一つ。）
 - 就活で「SONY SSS、Amazon、ルネサスに内定」、結局ルネサスに決めた人も。
- **課題：**
 - 1：例題の追体験で終わる（時間不足。人数。予算）。「作品作り」まで行かない。
 - 2：発表の場（教室？）。外部で発表（一部学生に他流試合の体験）。全員は困難
 - 3：「問題から入る。方法から入る。」両方の往復が理想（今は出来ていない）。
 - 4：文系の問題意識（社会課題）。理系（科学技術）の解決方法。一人に同居すべき