

理数系教員統計・データサイエンス 授業力向上研修集会

探究活動のための統計処理

…と、ビッグデータの活用能力を育成するいくつかの取り組み

MIYAKITA
DataScience

宮崎県立宮崎北高等学校
教育開発部 河野 健太

本日のアウトライン

自己紹介

1. 宮崎北高校の探究活動
2. データサイエンス(DS)
3. マニファクチャリング(MF)
4. 生徒の応用事例
5. 今後の展望・課題

MIYAKITA
DataScience

自己紹介

河野 健太(37)

大分県別府市出身

宮崎大学大学院 応用物理学専攻

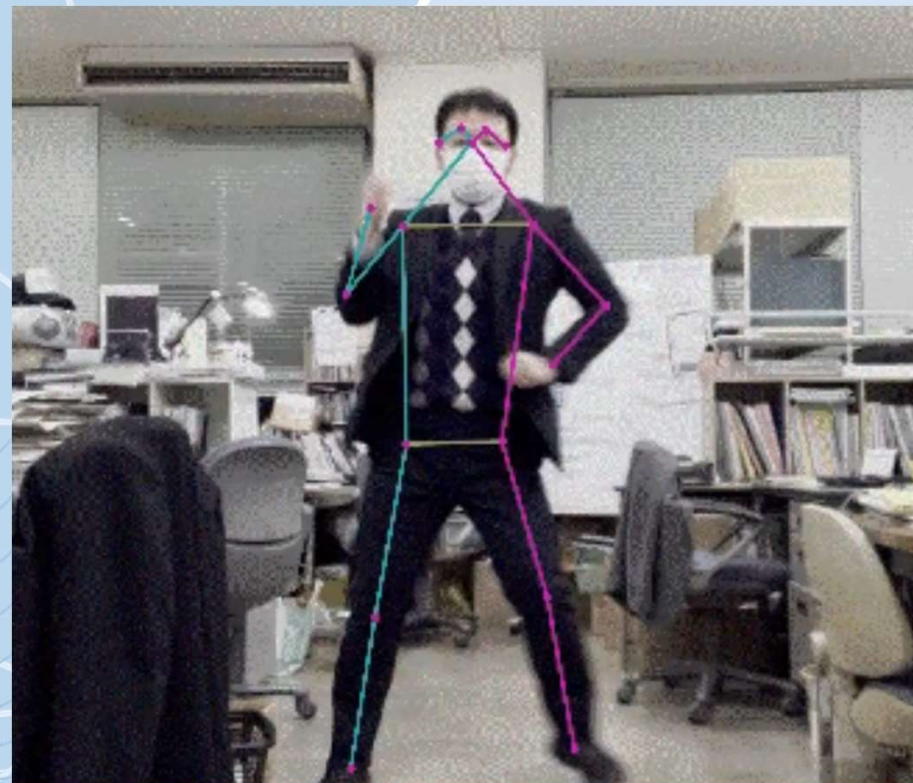
専門:理科(物理)

趣味:天文

宮崎北高校 4年目

・SSH教育開発担当

・科学部顧問



1. 宮崎北高校の探究活動

文部科学省指定事業

スーパーサイエンスハイスクール (SSH)

第4期4年目 (20年間やっています)

適切な観察・実験から得られた情報を適切にデータ処理し、論理的・客観的・実証的にものごとを考える能力を持った人材

第4期 開発目標

地域創生に携わる科学技術人材を育成する教育プログラムの研究開発



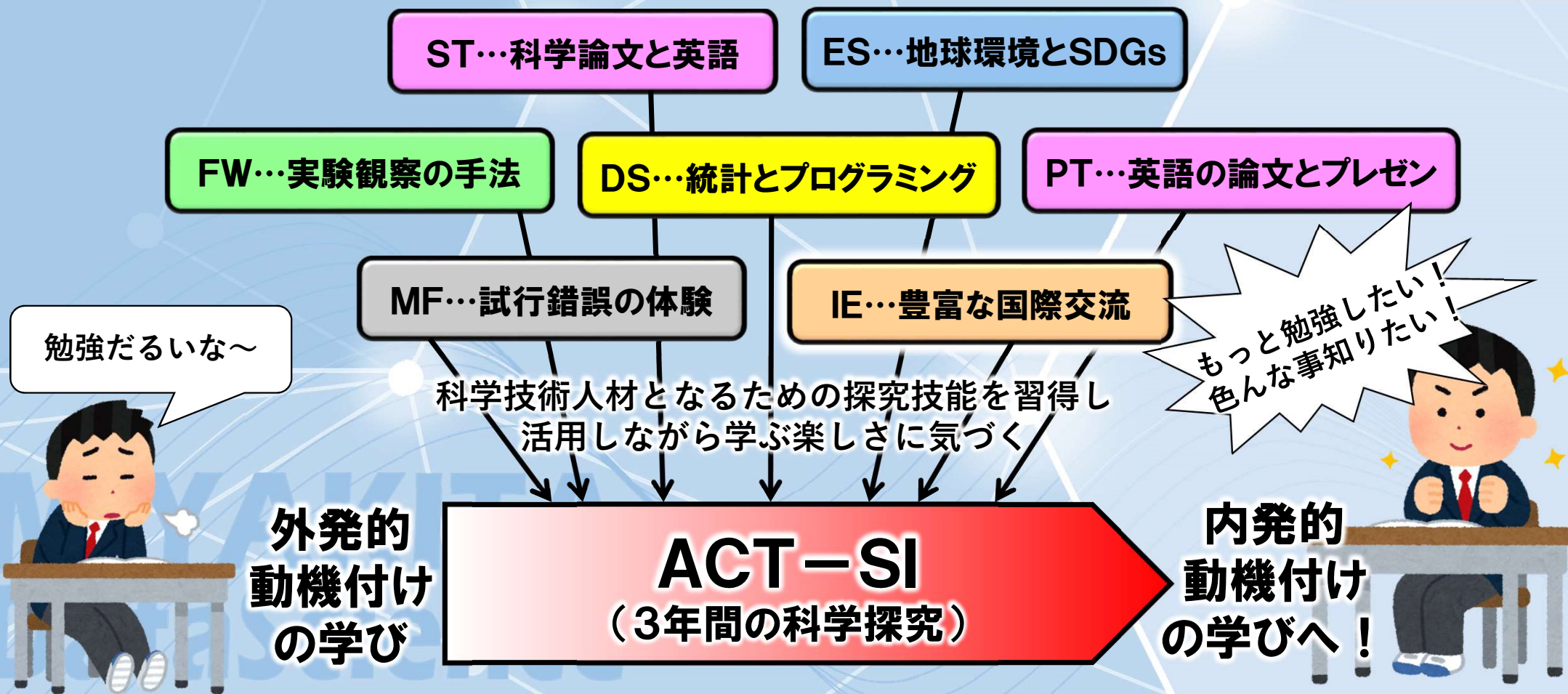
サイエンス科 ※開発パイロット学科

Break down

普通科

1. 宮崎北高校の探究活動

サイエンス科の「科学探究(ACT-SI)」と「プレ探究活動」



1. 宮崎北高校の探究活動

サイエンス科の「科学探究(ACT-SI)」と「プレ探究活動」

ST…科学論文と英語

ES…地球環境とSDGs

FW…実験観察の手法

DS…統計とプログラミング

PT…英語の論文とプレゼン

MF…試行錯誤の体験

IE…豊富な実験手法

勉強だるいな～

1年サイエンス科
土曜講座で集中講義

1年サイエンス科
2年サイエンス科
隔週2時間で実施

科学技術人材となるための探究技能を
活用しながら学ぶ楽しさに気づく

動機付け
の学び

ACT-SI
(3年間の科学探究)

内発的
動機付け
の学びへ！

多彩なブレ探究活動

2. データサイエンス(DS)

1年生【エクセルで学ぶ統計処理】

- (1) 群・変数・項目とは
- (2) 適切なグラフの選び方(円・棒・折れ線グラフ)
- (3) 円・棒・折れ線グラフの作り方
- (4) 測定データの種類
- (5) 代表値
- (6) 標準偏差と分散
- (7) 標準偏差の使い方と誤差グラフ
- (8) Excelワークシートの活用方法(セルの絶対参照)
- (9) 箱ひげ図
- (10) ヒストグラム
- (11) 散布図と近似線
- (12) 相関係数
- (13) 無相関検定
- (14) 1群のt検定
- (15) 対応のあるt検定
- (16) ウェルチのt検定

適切な実験計画を立てるため
データの種類について学ぶ

適切なデータ処理のため
ばらつきの概念を学ぶ

適切なデータの可視化を学ぶ

相関を分析できるようになる

相関検定 & 平均の差の検定
をマスターして終了！

2. データサイエンス(DS)

授業の流れ

①本校独自のオリジナル教材による個別学習 ～自分のペースで学ぶ～

☐ 全選択	タイトル	作成者	閲覧数	利用数	更新日時
☐	15. 標準偏差と標準誤差	河野 健太 先生	3	0	2022/06/09 13:40
☐	14. ウェルチのT検定	河野 健太 先生	2	0	2022/06/09 13:39
☐	13. 対応のあるT検定	河野 健太 先生	1	0	2022/06/09 13:39
☐	12. 1群のT検定	河野 健太 先生	6	0	2022/06/09 13:39
☐	11. 無相関検定	河野 健太 先生	2	0	2022/06/09 13:39
☐	10. 散布図と近似値	河野 健太 先生	3	0	2022/06/09 13:38
☐	09. ヒストグラムの作り方	河野 健太 先生	2	0	2022/06/09 13:38
☐	Classiで配信	健太 先生	2	0	2022/06/09 13:38

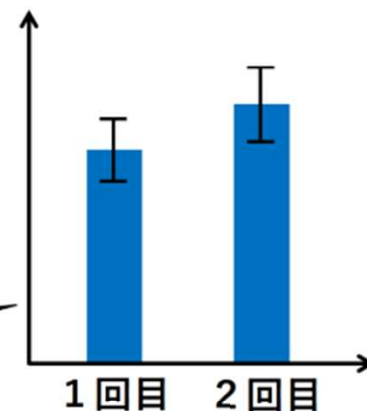
Google Workspaceで配信

Google Workspaceの活用 (絶対参照)

最終更新: 2021/12/23

t 検定の種類 (代表的な 4 種類)

②対応のある t 検定・・・同じ集団の1回目と2回目の平均値に差があるか



同じ集団で、1 回目と 2 回目の模試に
差があるのかを調べられる。

本校独自のオリジナル動画教材(無音)

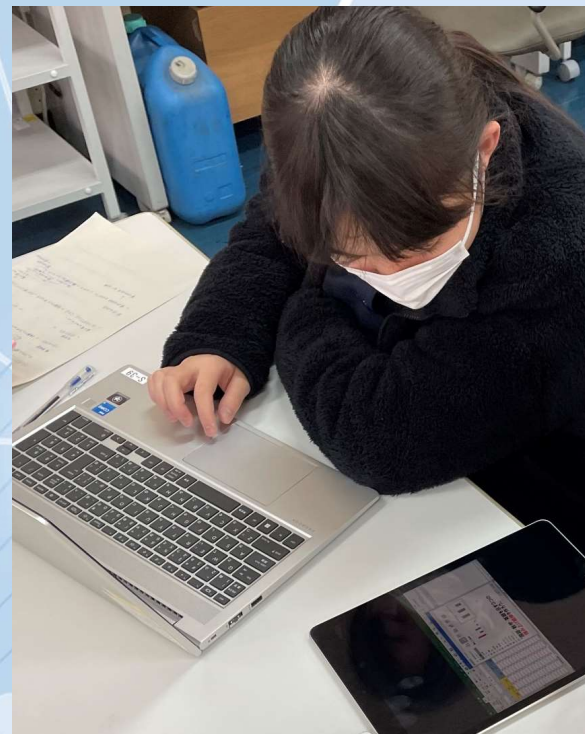
2. データサイエンス(DS)

授業の流れ

①本校独自のオリジナル教材による個別学習 ～自分のペースで学ぶ～



動画を見て各自で勉強！

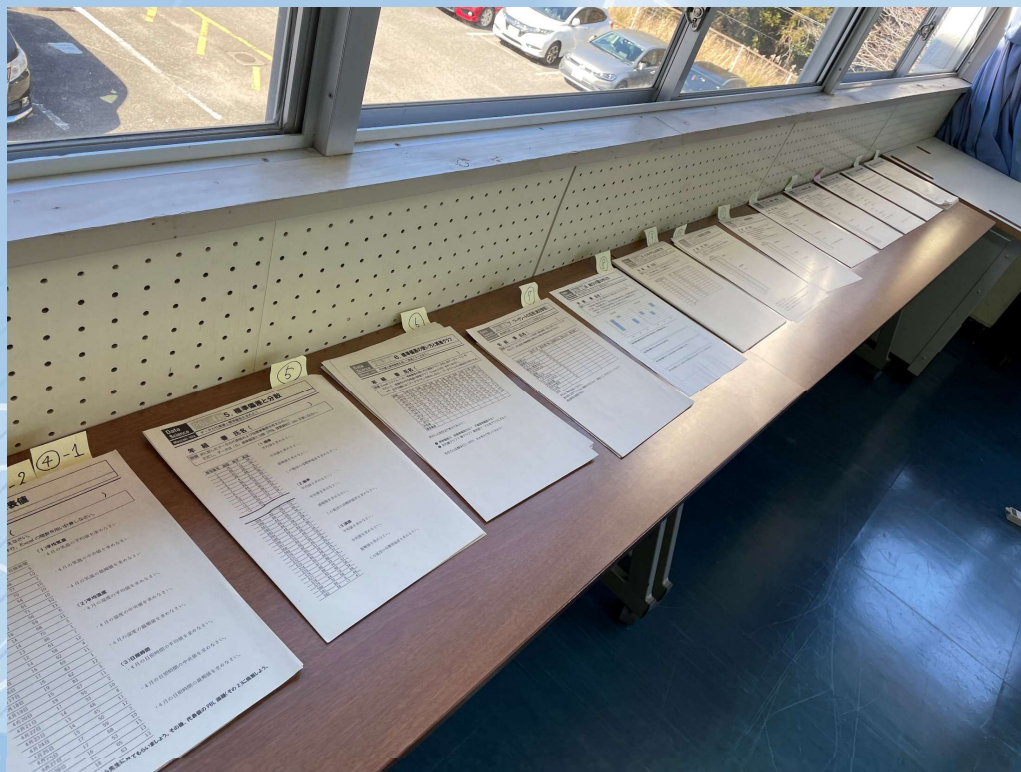


自分のタブレットも使って…

2. データサイエンス(DS)

授業の流れ

②PBL課題に取り組む ～各自の進捗に合わせて課題を進める～



Data Science		PBL課題5. 標準偏差と分散		
Miyazaki-kita		データの代表値と標準偏差を求めよう		
年 組 番 氏名 ()				
課題 次 に 記 した データ の 代 表 値 お よ び 母 標 準 偏 差 を 答 え な さい。 た だ し、 データ は (5) 標 準 偏 差 と 分 散 【PBL 課 題 資 料】 xlsx を 使 い な さい。				
(1)国語				
整理番号		国語	数学	英語
1	78	71	58	
2	68	12	52	
3	91	20	9	
4	29	68	67	
5	4	5	58	
6	68	63	80	
7	62	74	41	
8	94	85	58	
9	49	50	65	
10	51	29	55	
11	68	18	33	
12	30	33	49	
13	60	5	71	
(2)数学				
整理番号		国語	数学	英語
560	86	27	64	
561	64	53	44	
562	66	57	19	
563	64	38	35	
564	42	53	41	
565	69	92	88	
566	55	48	77	
567	72	49	34	
568	89	21	50	
569	62	54	52	
570	62	20	38	
571	55	57	35	
572	65	39	54	
573	68	58	25	
574	69	84	37	
575	97	90	19	
576	80	33	71	
577	68	70	57	
578	83	80	58	
579	84	19	52	
580	70	58	94	
581	69	8	44	
582	58	17	41	
(3)英語				
整理番号		国語	数学	英語
582	58	17	41	

進捗にあわせて各自で取り組みます。**PBL課題を解く鍵は動画にある**…といった感じです

2. データサイエンス(DS) 授業の流れ

②PBL課題に取り組む ～各自の進捗に合わせて課題を進める～



各生徒のPBL進捗状況を掲示

PBL課題を解く過程で話し合い・教え合いが発生



ただし！人のパソコンに触れるのは禁止！！

2. データサイエンス(DS) 授業の流れ

③チェック&口頭試問 ～個々の能力に合わせて無理なく次へ～



課題にはかならず**口頭試問**がある



生徒一人ひとりと対話をしながら進めます

2. データサイエンス(DS)

1年間の進捗状況

2月22日現在 **DS**…26時間

※終わっていない分は
次年度のDSに持ち越し
(それで終わらないと放課後)

1年		4		4	4	4	4	4	4	4					
8組															
終了人数		39	39	38	38	38	38	35	33	21	10	6			
1		27	4	3	13	9	4	9	4	9					
2		39	38	36	38	38	38	31	31						
4		28	8	6	8	20	21	20	20						
5		13	32	34	11	18	24	23	23						
6		2	30	33	22	17	31	34							
7		15	31	32	10	13	12	11	16	12	10				
8		11	9	22	25	15	16	14	18	11	9				
9		17	16	99	3	1	2	2	2	7	3	3			
10		12	12	8	14	8	8	6	6	4	4	5			
11		10	34	19	5	5	6	5	7	18					
12		14	28	29	16	27	10	8	9	8	7				
13		1	1	2	2	3	11	18	10	3	5	4			
14		32	25	16	27	26	20	29	24						
15		20	24	26	17	22	28	25	25						
16		8	33	37	36	34	35								
17		30	26	27	31	14	15	13	14	14					
18		35	35	28	37	36	33	35							
19		22	27	31	15	25	29	22	22						
20		26	29	23	6	33	25	27	28	20					
21		25	13	25	28	31	14	10	14	17					
23		3	6	4	9	12	5	7	8	2	2	2	2	2	2
24		18	11	11	24	32	19	15	12	6					
25		6	20	18	18	11	18	19	17	19					
26		19	5	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27		23	19	14	23	10	22	26	27						
28		9	15	10	4	2	9	12	19	15					
29		31	39	15	33	24	13	30	29	16					
30		21	17	20	7	28	30	32	32						
31		4	21	21	34	37	37								
32		16	18	35	35	35	36								
33		36	22	30	29	21	17	16	13	10					
34		34	2	5	30	19	26	17	11						
35		38	23	13	12	23	99	28	26						
36		33	36	9	21	29	27	21	21						
37		37	37	24	26	30	32	33	33						
38		24	10	12	32	16	23	24	30	21					
39		7	14	17	18	6	7	4	5	5	6	6			
40		5	7	7	19	7	3	3	3	13	8				
	グラフ	グラフ種類	データ	代表値	代表値②	標準偏差	誤差グラフ	絶対参照	箱ひげ図	ヒストグラム	散布図	無相関検定	1郡のt検定	対応のあるt検定	ウェルチのt検定
	PBL1	PBL2	PBL3	PBL4	PBL4-2	PBL5	PBL6	PBL7	PBL8	PBL9	PBL10	PBL11	PBL12	PBL13	PBL14

※終わっていない
次年度のD S
(それで終わらない)

2. データサイエンス(DS)

2年生【プログラミング画像処理】

- (1) Google Colabの使い方
- (2) 画像読み込み
- (3) グレースケール化
- (4) 二値化
- (5) 色検出
- (6) モルフォロジー変換
- (7) エッジ検出
- (8) 面積計算
- (9) ラベリング処理
- (10) 重心検出 & プロット
- (11) 動体追跡

```
+ コード + テキスト

import cv2
from google.colab.patches import cv2_imshow

img = cv2.imread("/content/drive/MyDrive/Data Science/coin.png")

img_gray = cv2.imread("/content/drive/MyDrive/Data Science/coin.png", 0)
#cv2_imshow(img_gray)

threshold = 120
ret, img_th = cv2.threshold(img_gray, threshold, 255, cv2.THRESH_BINARY)
print(ret)
cv2_imshow(img_th)
```

120.0



昨年までは**プログラミングソフト「MATLAB」**を使用
生徒全員へのGoogleアカウント配布に伴い**GoogleColabへ移行中**

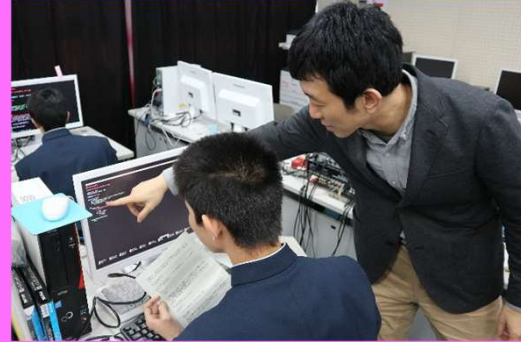
3. マニファクチャリング(MF)

マニファクチャリング(Manufacturing)とは“**ものづくり**”の意味
物理の知識を活用するPBL(課題解決型学習)を行う。

クラフトPBL



プログラミングPBL



プロトタイプを作成を通して**試行錯誤**の練習
チームでの取り組みによって**合意形成**の練習
→ **思考力・判断力・表現力**を鍛える

土曜講座にて実施
新科目「理数探究」の
代替科目として開発

3. マニファクチャリング(MF)

プログラミングPBLの内容

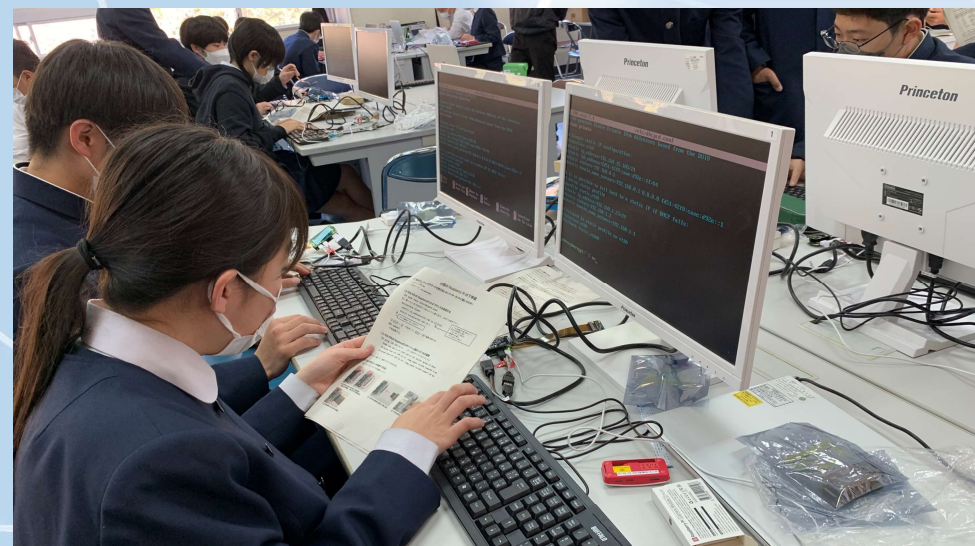
Raspberry Piでデータロガー作成



ラズパイゼロ
＋
センサーモジュール
「EnviroPHAT」



ラズパイゼロ
＋
カメラモジュール



開発環境は完全に**CUI**！

Linux系OSでガリガリ操作！

レシピ課題をクリアしながら**とにかく使ってみる**！

PBL課題に挑戦する

大量の観測データを得られるようになろう！

3. マニファクチャリング(MF)

プログラミングPBLの内容

- ※地元IT企業の社長に技術面での協力を受ける。
- ※**丸投げではなく**毎回「やりたいこと」の打ち合わせを行う。
- ※一度習ったことは、次年度以降に北高だけで教える！

(社長には常に新しいコトを習う！)

Raspberry PiとPythonの基礎講座 (使い方など)

Raspberry Piでデータロガー製作

Raspberry Piのインターネット接続

Raspberry PiでWi-Fiを介したデータ収集

Raspberry Piの自動起動&時間指定できるデータロガー

Raspberry PiとノートパソコンのWi-Fi接続
(これでキーボードとディスプレイから解放される)

Raspberry Piの自動起動&自動撮影カメラの製作

Raspberry Piで画像処理 (自動撮影カメラの活用)

← 2019年はここまで

← 2020年はここまで

← 2021年はここまで

← 2022年はここまで

ここまでは
学校で
指導可能
教材化完了

3. マニファクチャリング(MF)

プログラミングPBLの内容

2022年度（先日終わりました）

「AI画像処理による骨格検出」

ラズパイで撮影 + Google Colab + TensorFlow

- ※地元IT企業の社長に技術面での協力を受ける。
- ※**丸投げではなく**毎回「やりたいこと」の打ち合わせを行う。
- ※一度習ったことは、次年度以降に北高だけで教える！
（**社長には常に新しいコトを習う！**）

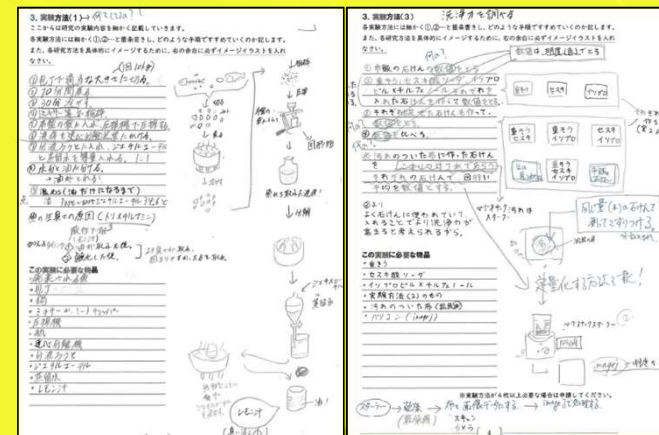


協力:株式会社ランバーミル 伊藤 陽生 社長



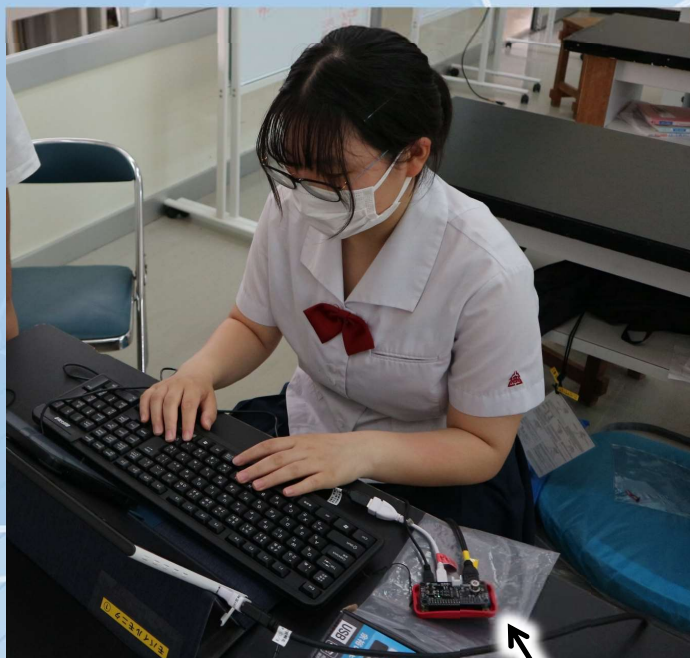
生徒にもできました！
初めてラズパイを触ってから
集中講義12時間でここまで！

サイエンス科1年生の学びをまとめると...



4. 生徒の応用事例

「自作プログラミングを用いた匂いの数値化」



臭気センサーモジュールを
購入して研究を進めた

自作プログラミングを用いた匂いの数値化

宮崎県立宮崎北高校 横山 純

概要

学校のトイレのにおいの数値化を志し、におい基盤とRaspberry Pi Zeroを用いてプログラミングを行った。作成した機器を使用してアンモニア濃度や二酸化窒素濃度と数値の関係を探り、匂い指標を作ることを目指した。実際に学校のトイレのにおいの数値を採取し、アンモニアのみの数値と比較した。

背景・目的

においは多くのにおい物質が混ざった混合物である。個人によって感じ方が異なり、無数の種類が存在する。よって単一の評価尺度がない。現在用いられている測定方法は大きく分けて成分濃度表示法と嗅覚測定法(官能試験法)の二種類である。成分濃度表示法は要する費用が高く、専門性の高い知識が必要である。一方嗅覚測定法は人間の嗅覚によるものであるため、信憑性や個人差の問題が生じる。近年、日本では悪臭被害や「悪臭」という言葉が目立ってきている。私は学校でトイレのにおいや更衣室での制汗剤の香りによって強い不快感を覚えた。そこでにおいの客観的な評価を望み、においセンサの購入を考えたが高価であった。そこで安価で操作が簡単なにおいの測定機器を作ることとした。

実験①

においセンサで1秒ごとにデータを採取するプログラムをRaspberry Pi Zeroにpythonで書いた。匂い基盤をラズベリーパイで使うためにピンを増量した。

実験②

Ca(OH)₂を2g、NH₄Clを3gを試験管に入れて加熱し、マイティバックにNH₃を捕集した。無風実験装置内でシリジを用いてNH₃を①のにおいセンサに直接かけ、においセンサの値を読み取った。

センサの起動

ファイル読み込み

センサのデータを採取

四捨五入して小数点第5位までにする

数値を表示

Raspberry Pi zero

におい基盤

はんだ付けした部分

はんだ付けの様子

プログラム実行中

①最初の値と最大値を比べる

有意差検定の結果、有意差があることが分かった。(p<0.05)

→においセンサが作成できたといえる

②アンモニアをかけた後のセンサの値の変化を見た

約10秒後には値は安定している

一次の実験からは約15秒後までの数値をとる

③センサの値はアンモニアの濃度に比例すると仮説を立てた。

アンモニア濃度を0.1%1%10%20%30%100%と変化させ、センサの値を調べた。

相関係数は0.7687となり、**強い正の相関がある**ことが分かった

しかしセンサの値からアンモニア濃度へ換算できるような直線性は見られなかった。

④アンモニア濃度と人間が感じるにおいの強さの関係を調べた。

やっと感知できる 0.1ppm
何のにおいかわかる 0.6ppm
素に感知できる 2.0ppm
強く感じる 10ppm
強烈に感じる 40ppm

⑤人間が強いと感じるアンモニア濃度10ppmでのセンサの値を測定し、人間の感じるにおいの強さと比較した。

0.668094 0.9313

実際に匂ってみると集中してやっと感知できる程度だった。

⑥同じ種類のにおい基盤を4つ使い、個体差があるかを調べた。

初めの値は異なるが同じ濃度のアンモニアのセンサの値は近かった。

センサの値の最大値は2.048であった

4. 生徒の応用事例

「宮崎でも部分日食は観測できたか」



曇天の日食をラズパイの照度センサーで観測

宮崎でも部分日食は観測出来たか

宮崎県立宮崎北高等学校 サイエンス科

3年 桑引陽介 岡村心咲 杉本唯

概要

2020年6月21日に全国的に部分日食が全国的に観測されたが、曇天により目視による観測を行うことが出来なかった。そこで、当日計測した照度をもとに、データによって部分日食を捉えようと考えた。天文シミュレーションソフトの画像を取得し、太陽の画像の面積を求めるプログラム

グを作成した。求めた面積から、照度のシミュレーションを作成した。当日の照度とシミュレーションを比較すると大まかな変化を捉えることが出来ていなかった。そこで、夕方の観測を行った。観測結果とシミュレーションを重ねると光の散乱が関係していることが分かった。また、夕方と部分日食の照度を比較することで、部分日食を捉えていたことが確認された。

実験① 観測

部分日食の観測を行った。
観測場所 宮崎北高等学校の三階廊下
観測機材 Raspberry Pi ZEROのEnviro PHAT
観測時間 2020年6月21日 15:50~18:30(日本標準時間)
観測方法 度根のある廊下で照度センサーを太陽に向け観測した。

観測結果

照度は上下を繰り返しながら17:04ごろに最も低くなり、その後ゆっくりと増加傾向がみられた。(Fig.1)

照度は1秒ごとのデータを取っているが、情報量がが多いため、60秒ごとの平均にしたものを掲載している。

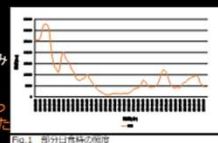


Fig.1 部分日食時の照度

実験② 照度シミュレーション作成

(1)太陽面積

観測で得られた照度の形が、本当に日食によるものか検証した。天文ソフトから部分日食時の画像を取得し、画像処理のプログラムを組み、日食時の太陽の面積(ピクセル数)を求めることで光度変化のシミュレーションを行う(Fig.2)



(2)太陽光度

観測者がいる位置を赤道直下の地域にある単位円だと仮定し、その単位円に入る光度を計算した。
ある一定の面積に降り注ぐ天頂からの太陽光を1とした場合、傾いた太陽から来る太陽光の比率を計算した。
傾いた太陽から来る光の断面積をSとする。

$$S = r^2 \sin^2 \theta$$

rは地面における一定面積の半径である。
太陽が天頂にある時のSを1としたときの太陽光度の比率の時間変化を求めた。

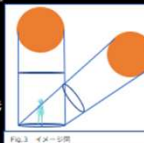


Fig.3 イメージ図

結果・考察

(Fig.4)が実験2(1)で作成した太陽面積の変化を示すグラフ、(Fig.5)が実験2(2)で作成した高度変化による光度変化のグラフである。これらを含めた部分日食のシミュレーションが(Fig.6)である。減光した後、わずかな増光が確認できた。



Fig.6 部分日食時の観測とシミュレーション

シミュレーションによる光度変化と、Raspberry Piによって観測した照度変化を重ねた。2つのグラフはおおむね同じように減光しているが、シミュレーションの光度は観測結果ほど増加していない。これは、空気によって太陽光が散乱される薄明現象の影響を考慮していなかったことが原因であると考えられる。

観測された照度の最小値は、もう少し右にずれるはずである。

夕方の観測

・[期日] 2021年5月中旬から6月中旬の七日間
(これは、夏至、秋分、春分の日、暑明けの日)
・[時間] 16:30~18:00
・[場所] 宮崎県立宮崎北高等学校 西側3階廊下
・[機材] Raspberry Pi

緩やかに変化した。(Fig.7)
高度約18度くらいで下がったことは、太陽が沈む方向に、約18度の山があったことが原因だと考えられる。

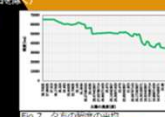


Fig.7 夕方の照度の平均

モデル実験

①光の散乱を考慮したモデル実験を行う。
部分日食が起こった際の光の散乱を考慮したモデル実験。
部分日食が起こっていない日の光の散乱を考慮したモデル実験。

②グラフを作成し比較する。
夕方に観測を行った際のグラフと部分日食が起こっていない日の光の散乱を考慮したモデル実験から得たグラフを比較する。

結果・考察
傾いた太陽から来る光度が異なる角度がみられる。角度が大きくなれば、光度も大きくなる(Fig.8)
傾き角・高さ
手作業で角度を測ったため、角度が正確ではないこと
1秒ごとの光度の変化が一定ではないこと
→ 1秒ごとに光度を測定する。

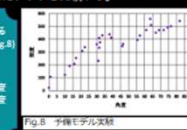


Fig.8 手作業で角度

今後の展望

今後は、モデル実験の光源の見直し、フックスの水溶液の濃度の決定を行う。また、部分日食時の影と高度を合わせてモデル実験をしたいと思う。それによって、部分日食を捉えていることを証明していきたい。



Fig.9 モデル実験図

参考文献

国立天文台NAOJ <https://www.nao.ac.jp/>
日本気象協会 tenki.jp <https://tenki.jp/>
毎日が発見ネット <https://mainichi-gakken.net/>
月刊星ナビ6月号
月刊天文ガイド6月号
天体観測の教科書 星食・月食・日食観測(編)
編集 広瀬 敬夫 監修 相馬 充 誠文
堂新光社
天文シミュレーションソフト ステラナビゲータ9

謝辞

研究に有意義な見解を聞かせてくださった河野先生、菊池先生、また、サイエンス科の先生方、並びに、実験器具作成と一緒にやっていた石崎さんにこの場を借りて、感謝申し上げます。

4. 生徒の応用事例

災害時のスマート発電機を目指した歯車機構の性能評価

宮崎北高校 科学部

1. 研究背景と目的

日本は災害大国と呼ばれており、人々はたびたび避難を強いられている(Fig.1)。災害時の情報取得手段であるスマートフォンも電気がなくては使用できないが、避難所では使用可能な電気に限りがある。

また、避難時にはエコノミークラス症候群が多発することが知られている。エコノミークラス症候群とは、食事や水分を十分に取らない状態で長時間の座った姿勢をとり続けることで血行不良が起こり、その結果発生した血栓が肺に詰まって肺塞栓などを誘発する恐れがある病気である。エコノミークラス症候群は、軽い運動やかかとの上げ下げなどで予防できる。

そこで我々は、上記の2つの問題を解決するため、災害時にスマホを充電するのに必要とされている電力量である 0.015 kWh¹⁾の発電を目指し、発電過程にエコノミークラス症候群予防の運動を盛り込んだ発電機の実験を行う。

2. 使用器具および実験方法

(1) 人が踏み力の計測

災害時の軽い運動を目指し、人が疲れない程度に踏み力の計測を行う。本実験で発電機に加える力の大きさを基準を定める。

デジタルフォースゲージ(ZTA1000N)の計測面と地面が水平になるように万力で固定する。本高科学部の男子・女子生徒の計7名に協力してもらい、各々5回ずつ疲れない程度の力で計測面を踏んでもらう(Fig.2)。



Fig. 2 デジタルフォースゲージによる踏み力の計測

(2) 歯車に加える力と電圧の関係

歯車に加える力の大きさと、発電電圧の高さとの関係を測定する。

3DCAD ソフト(Autodesk Fusion360)で遊星歯車機構を設計する。設計データを 3D プリンター(XYZ Printing mini ならびに XYZ Printing da Vinci Jr. Pro X²⁾)で印刷する(Fig.3&4)。

遊星歯車の内歯車に約 3 m の糸を巻き付け、糸の先におもりを固定する。糸の長さだけおもりを自由落下させる。遊星歯車の太陽歯車にモーターを取り付け、電圧計(Panda Scope)で電圧を測定する。おもりの重さを 100g、200g、300g と変えて各 5 回ずつ計測する。



Fig. 3 3D プリンター (左: mini 右: Pro X)

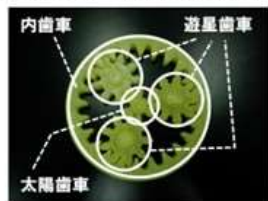


Fig. 4 遊星歯車機構

(3) 効率のよい発電機構の選定

発電機に内蔵する歯車の候補として、①遊星歯車機構、②リンク機構と歯車の直線運動機構(Fig.5)を 3D プリンターで印刷する。



Fig. 5 リンク機構と歯車の直線運動機構

これらを以下の3つのパターンで回転させる。

- 遊星歯車機構の外枠を回す
- リンク機構と歯車の直線運動機構を縦から力を加えて回す(Fig. 6)
- リンク機構と歯車の直線運動機構を横から力を加えて回す(Fig. 7)

縦に力を加えて回す



Fig. 6 B の回し方

横に力を加えて回す

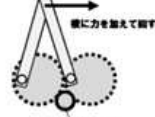


Fig. 7 C の回し方

10 秒間あたりに発生した電圧の大きさを計測し、比較する。班員 4 名がそれぞれの歯車機構を 10 秒間疲れない程度に回転させ、そのときの電圧を計測する。計測は各 10 回ずつ行う。A~C の回し方について、4 名×10 回分の測定を行い、それぞれの平均値を比較する。

比較には分散分析を用いて 3 つの電圧の平均値に差が生じるか検定する。

3. 実験結果

(1) 人が踏み力の計測

7 人の計測結果の平均はそれぞれ 90.8N、153.4N、132.4N、108.4N、142.4N、168.6N、115.4N であり、全体平均は 130.2N であった(Fig.8)。

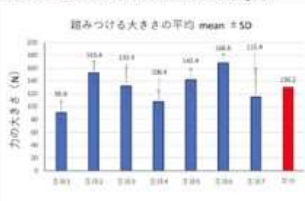


Fig. 8 人が踏みつける力の大きさの平均値

(2) 歯車に加える力と電圧の関係

おもりの重さが 100g のときは 4.24V、200g のときは 4.60V、300g のときは 5.20V であった。おもりの重さを大きくするほど、発電した電圧が大きくなったが、測定値のばらつきも大きかった(Fig.9)。

た(Fig.9)。

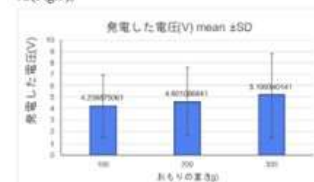


Fig. 9 おもりの重さと電圧の高さ

(3) 効率のよい発電機構の選定

遊星歯車 (A パターン) では平均 2.17V、縦回転 (B パターン) では平均 1.89V、横回転 (C パターン) では平均 1.22V であった。

3 種類の回転パターンでは、遊星歯車機構の電圧が最も高くなった(Tab.1&Fig.10)。

Table 1 各機構の 10 回分の計測値

測定回数	遊星歯車 (A)	縦回転 (B)	横回転 (C)
1	2.17	1.89	1.22
2	2.17	1.89	1.22
3	2.17	1.89	1.22
4	2.17	1.89	1.22
5	2.17	1.89	1.22
6	2.17	1.89	1.22
7	2.17	1.89	1.22
8	2.17	1.89	1.22
9	2.17	1.89	1.22
10	2.17	1.89	1.22

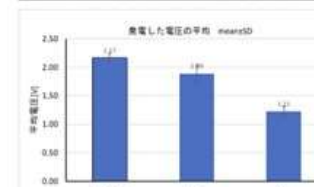


Fig. 10 各機構の回し方による発電電圧の平均値

4. 考察と分析

(1) 人が踏み力の計測

全体平均の約 130N を人が疲れない程度に歯車機構に与えられる力の大きさである。

(2) 歯車に加える力と電圧の関係

一見すると電圧は微細な差であるため、200g と 300g で発電したときの電圧の平均値に差があるかをウェルシュの t 検定を用いて検定した。その結果、p 値が 0.05 > 3.01×10⁻⁴ となり、「測定した電圧の平均値に差はない」とする帰無仮説は棄却された。おもりを重くするほど、発電する電圧が高くなったと言える。

(3) 効率のよい発電機構の選定

本実験に遊星歯車機構が優れているのかを確かめるために分散分析を行った。分散分析は複数の計測データに差があるかを比較する検定法である。その結果 p 値が 0.05 > 1.83×10⁻⁴ となり、「3 種類の歯車の回し方の平均電圧の組み合わせに差はない」とする帰無仮説は棄却された。よって、遊星歯車機構の電圧が最も高くなったのは誤差ではないといえる。

5. まとめと展望

今回の実験で得た平均 130.2 N を人が疲れない程度に踏んだときの力と定める。おもりの重さを大きくするほど、電圧が高くなる。遊星歯車機構が最も電圧が高いと判明したため、内蔵する歯車機構には遊星歯車機構を用いる。

今回は、発電機構のうちモーターを回転させるための歯車について研究を行った。今後はエコノミークラス症候群の予防になるような運動によって発生させた電気を充電する回路を作る。

6. 謝辞

宮崎北高等学校の科学部顧問の河野健太先生、菊池高弘先生、中平智優先生に謝辞申し上げます。

7. 参考文献

- 新電力比較サイト
<https://power-hikaku.info/>
- 一般財団法人国土技術センター
<https://www.itce.or.jp/knowledg/japan/commentary09>
- からくりすと <http://karakurist.jp/>
- 実用メカニズム辞典—機構設計の発想力を鍛える機構 101 選、森北出版、岩本太郎、2020 年 2 月 10 日 第 1 版第 1 刷発行
- 歯車技術資料
https://www.khk-gears.co.jp/gear_technology/pdf/gijutu.pdf
- 病院紀要 06 : p22-26 山本ら
<http://kintore.hospplb.info/dspace/bitstream/11665/1589/1/26002%20kiyo%20vol37-2%20%2002.pdf>
- 使える 51 の統計手法、株式会社オーム社、志賀保夫・郷野尚子、2019 年 9 月 25 日 第 1 版第 1 刷発行
- 統計学がわかる：ハンバーガーショップでむりなく学ぶやさしく楽しい統計学、技術評論社、向後千華・富永敦、2007 年 10 月 1 日 初版 第 1 刷発行

4. 生徒の応用事例

「線状降水帯による災害を防ぐ」

2. 空の写真を自動撮影するプログラムの作成

実験方法①

マイコン「Raspberry Pi Zero」とカメラモジュールを組み合わせて
指定した時間間隔で連続的に自動で写真を撮るプログラムを作成する

カメラモジュール
(北北西を撮影)



今回は毎日
1時間に1枚の写真を撮影

Raspberry Pi Zero

2. 空の写真を自動撮影するプログラムの作成

2022年12月1日～2022年12月7日の1時間ごとの写真

	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
1												曇時々晴
2												曇時々晴
3												曇時々晴
4												雨時々曇
5												雨時々曇
6												晴
7												晴一時曇

MIYAKITA
DataScience

4. 生徒の応用事例

「養蜂箱監視システムの構築」

生徒が自力でローカルネットワークを構築
動体検出カメラ & ラズパイ4のサーバー化

Windowsパソコンで
観測結果をチェックできる



巣箱



実験教室

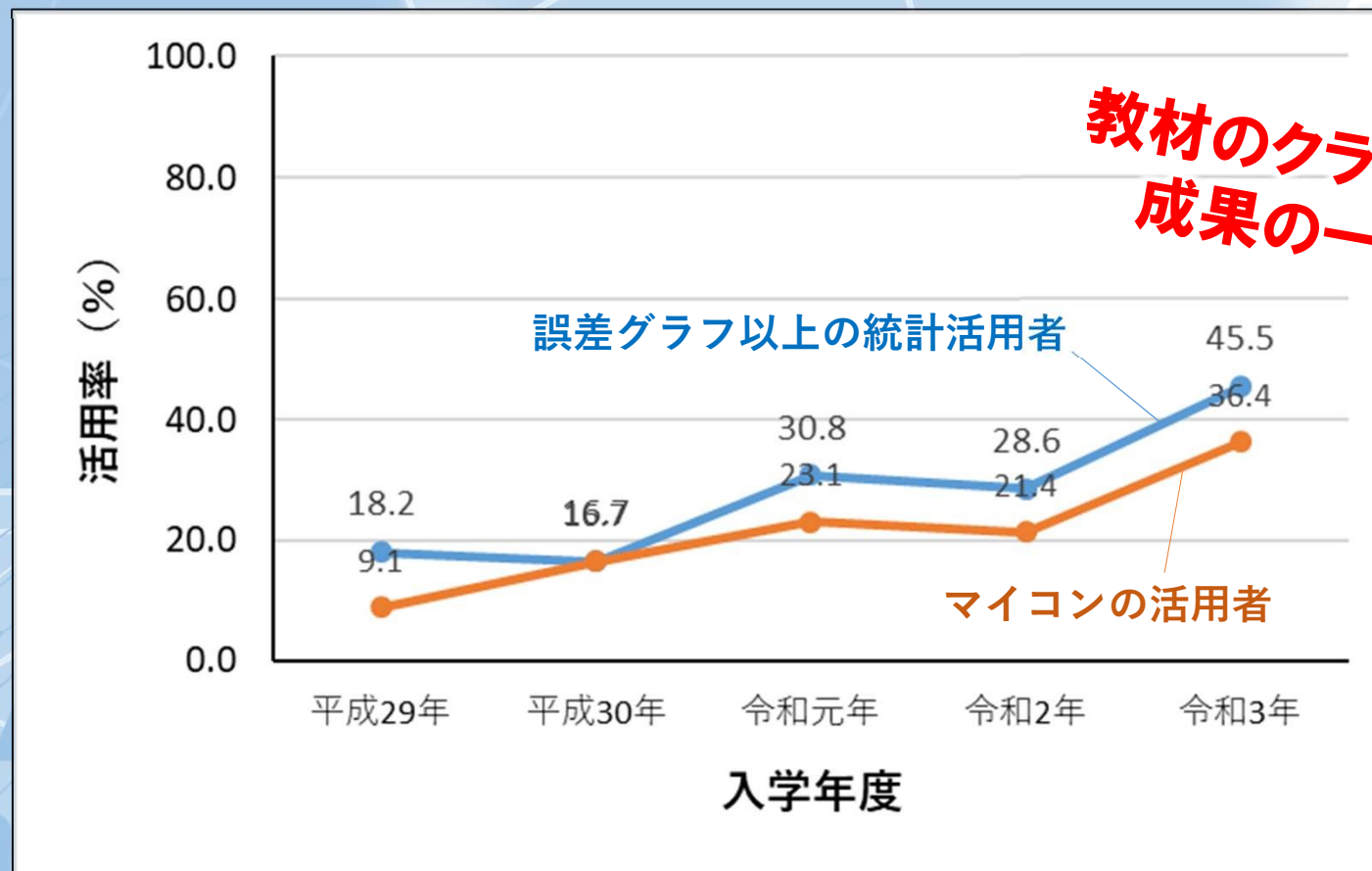
サーバー化した
ラズパイ4



DataSci

4. 生徒の応用事例

サイエンス科の科学探究における“統計”と“マイコン”の活用率は上昇中！



5. 今後の展望・課題

(1) 統計処理教材はほぼ完成。**どこまで教材化する？**

→ 分散分析、3群以上の検定は作りたい。

(2) せっかく完成しかけていたDSに共通テスト対策が入ってきて…

→ 情報Ⅰの教科書の内容は、**毎時5分の小テスト**で実施中。

→ 画像処理教材も教科書のPythonの項目に対応する形で見直す。

→ 基本は**Google Colab**で**Python**を動かす。

OpenCVを用いる。

【付録】データサイエンスの動画教材（一部）

■測定データの種類



■代表値



■標準偏差と分散



■標準偏差の使い方と誤差グラフ



【付録】データサイエンスの動画教材（一部）

■ 散布図と近似線



■ 無相関検定



■ 1群の t 検定



MIYAKITA
DataScience