

# ウォーターモバイル

三重大学 生物資源学部 共生環境学科

加藤沙耶香(4)・森川力太(3)・藤井淳乃介(3)

(指導教員 伊藤良栄)

# はじめに

## 土地の水管理のために連続した土壌水分の計測が重要



- × アナログ
- × 手間がかかる
- ◎ 安価

- ◎ デジタル
- ◎ 自動
- × 高額



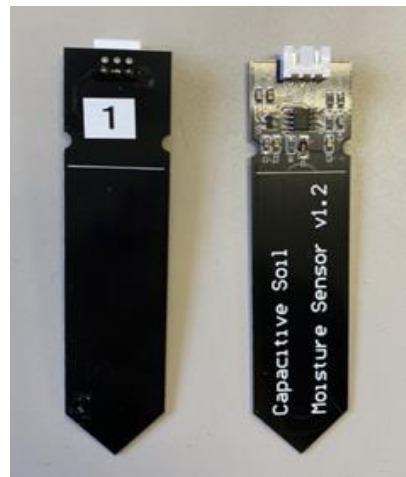
水柱の高さ

電気

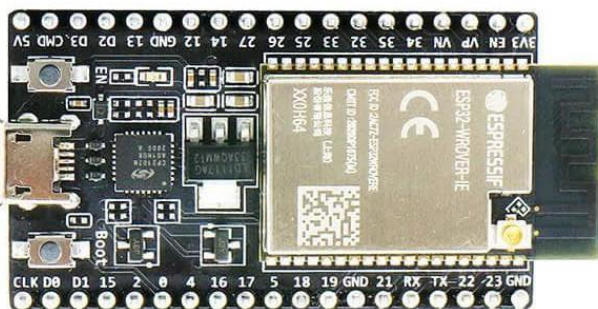
# 目的

## CSMS

静電容量式  
土壌水分センサー  
200円/台

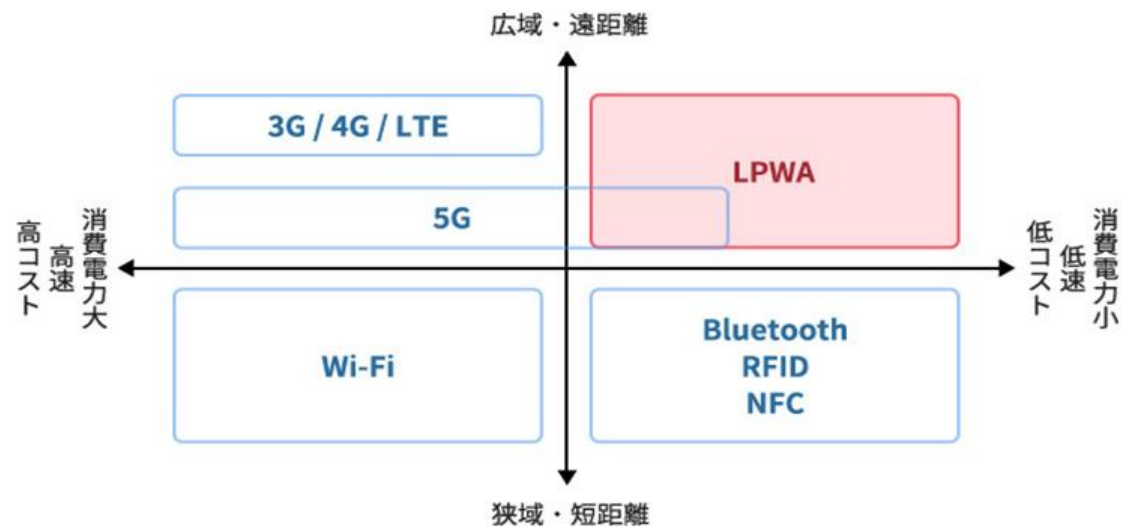


## ESP32



マイコン  
ボード  
Arduino  
互換

## LPWA

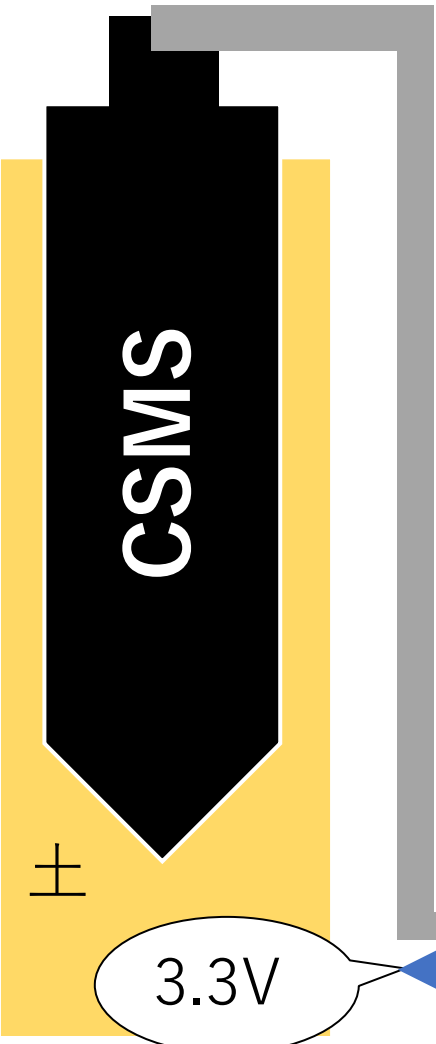


日本中どこでも通信可能な通信回線

安価で自動連続計測可能な  
土壌水分測定システムを作る

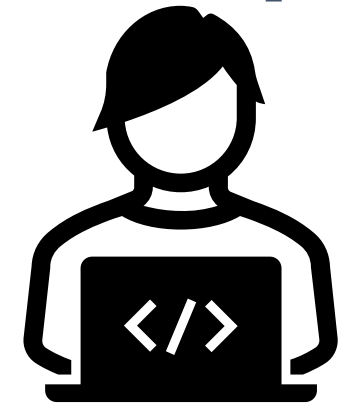
# 作成したシステム

出力値(V)



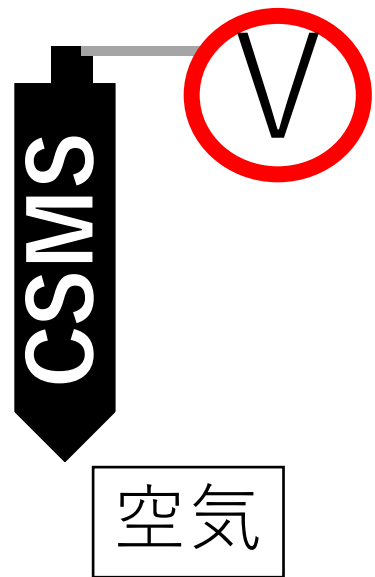
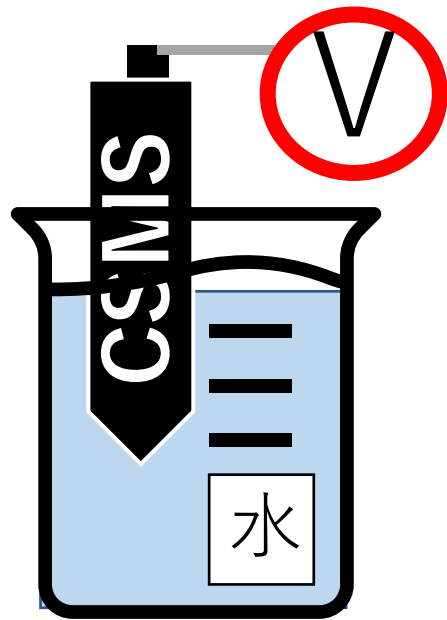
閲覧  
ダウンロード

The text '閲覧' and 'ダウンロード' is positioned above a dashed arrow pointing upwards.

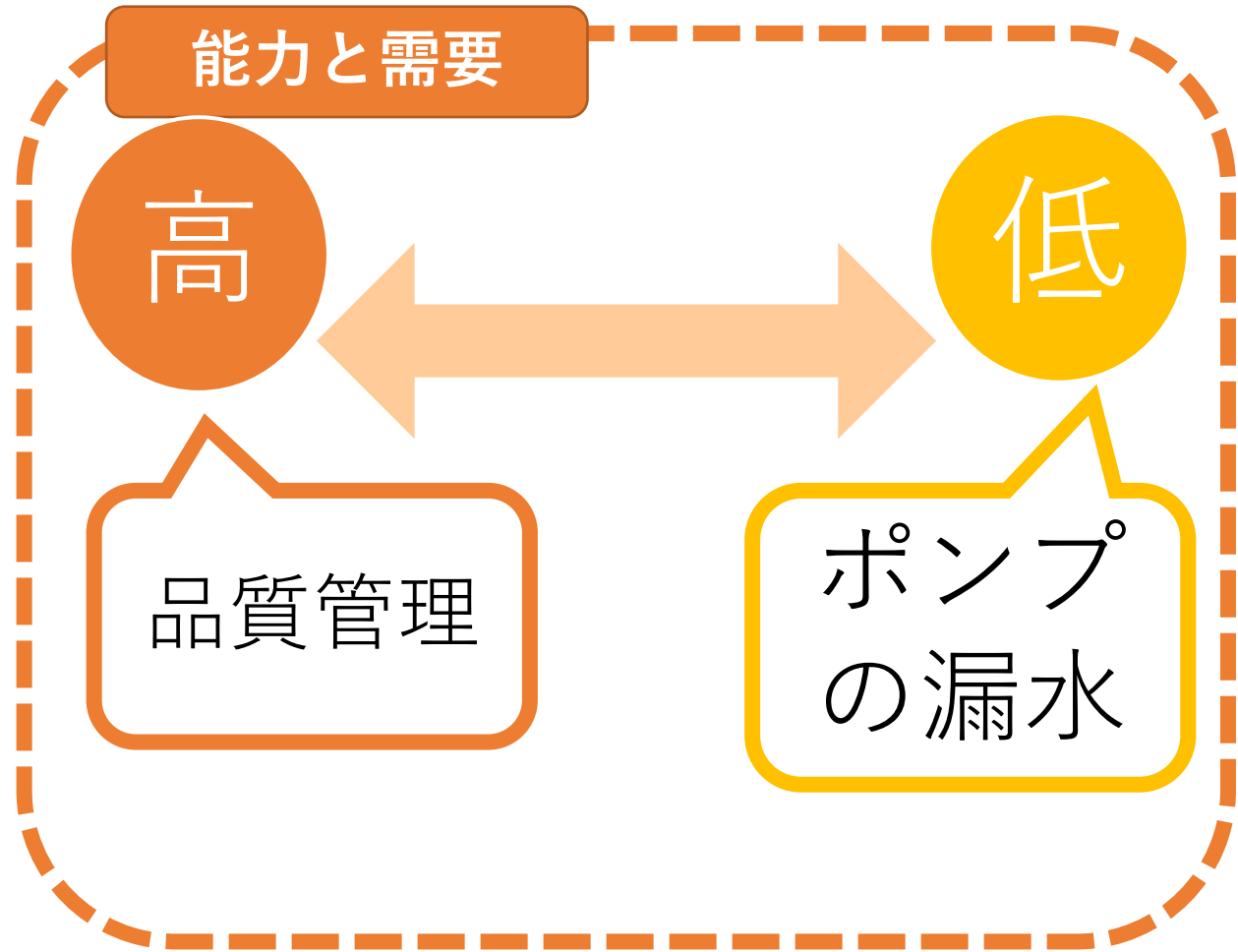


# センサーの能力

不良品



48台に5台



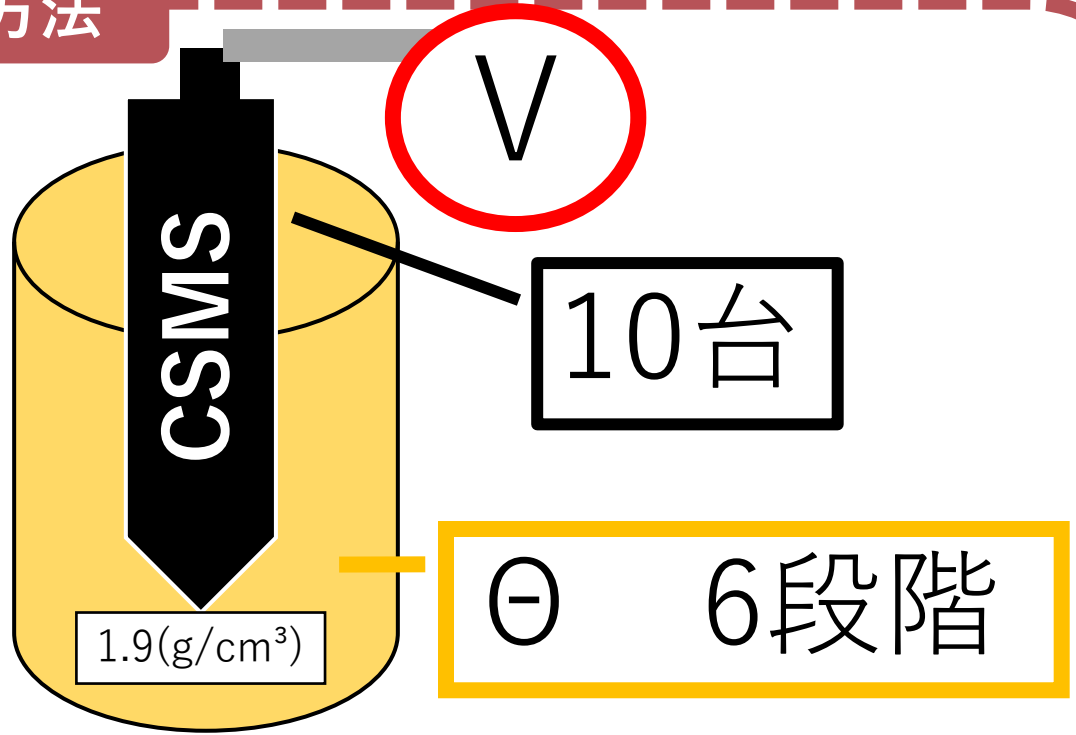
CSMSの能力を調べる必要がある

# 実験1

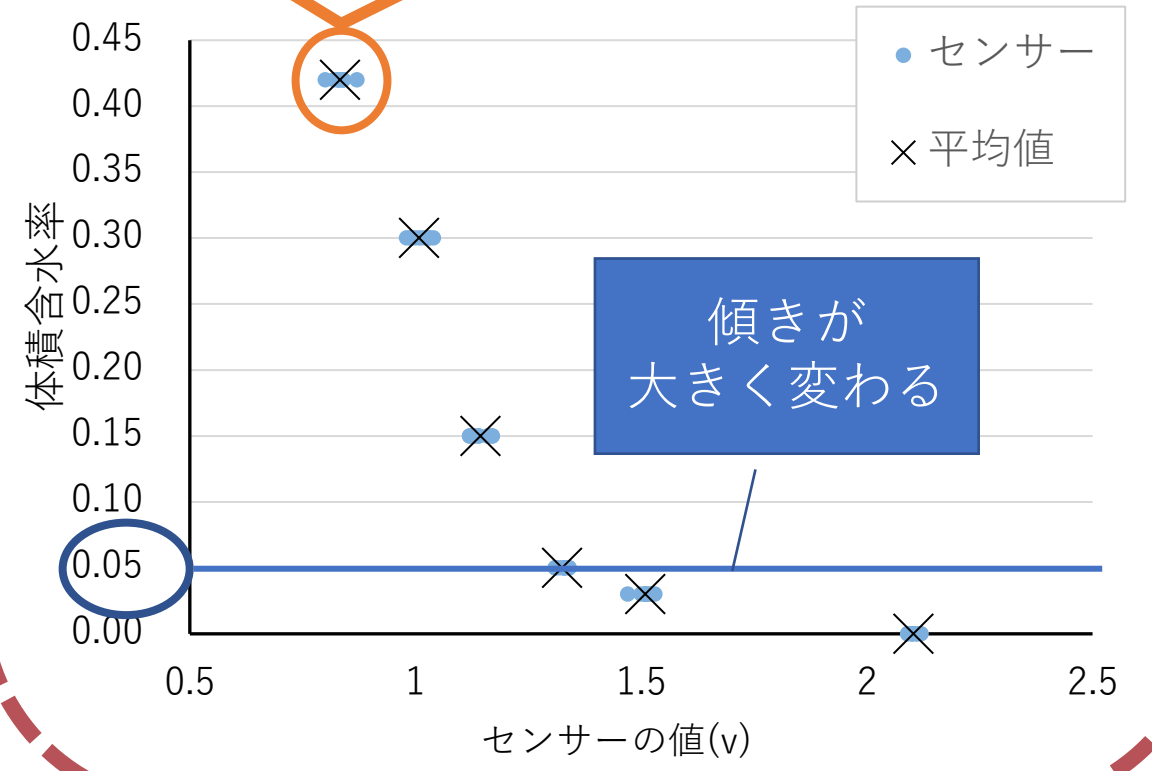
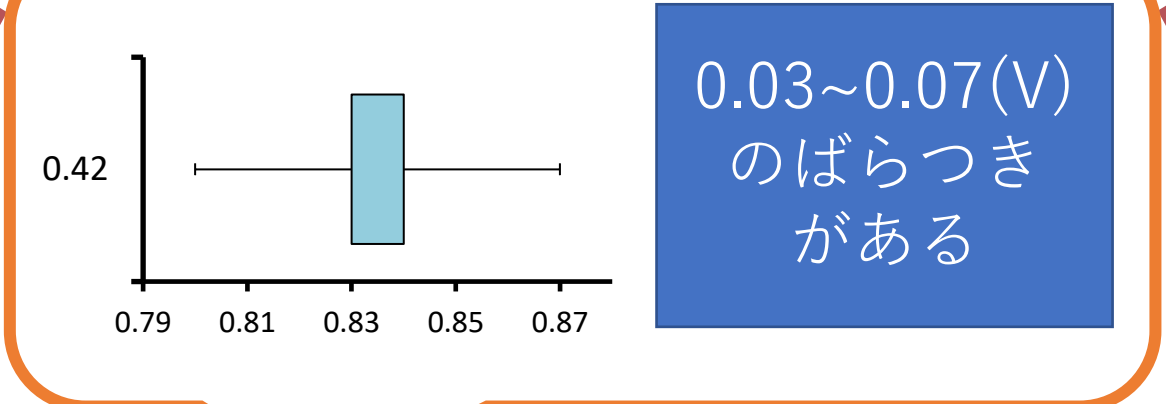
## 目的

センサーのばらつきと、出力値と体積含水率の関係を調べる

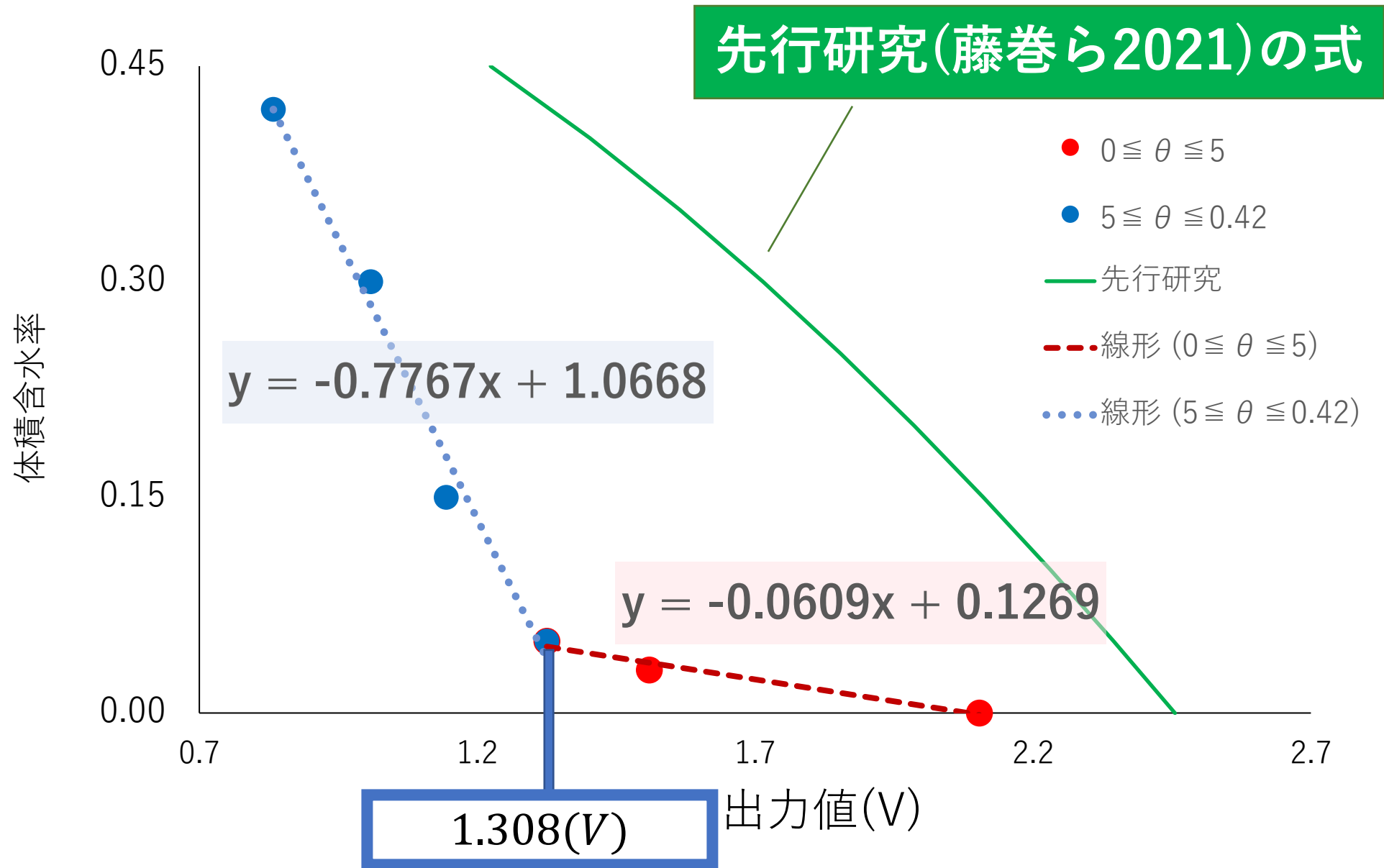
## 方法



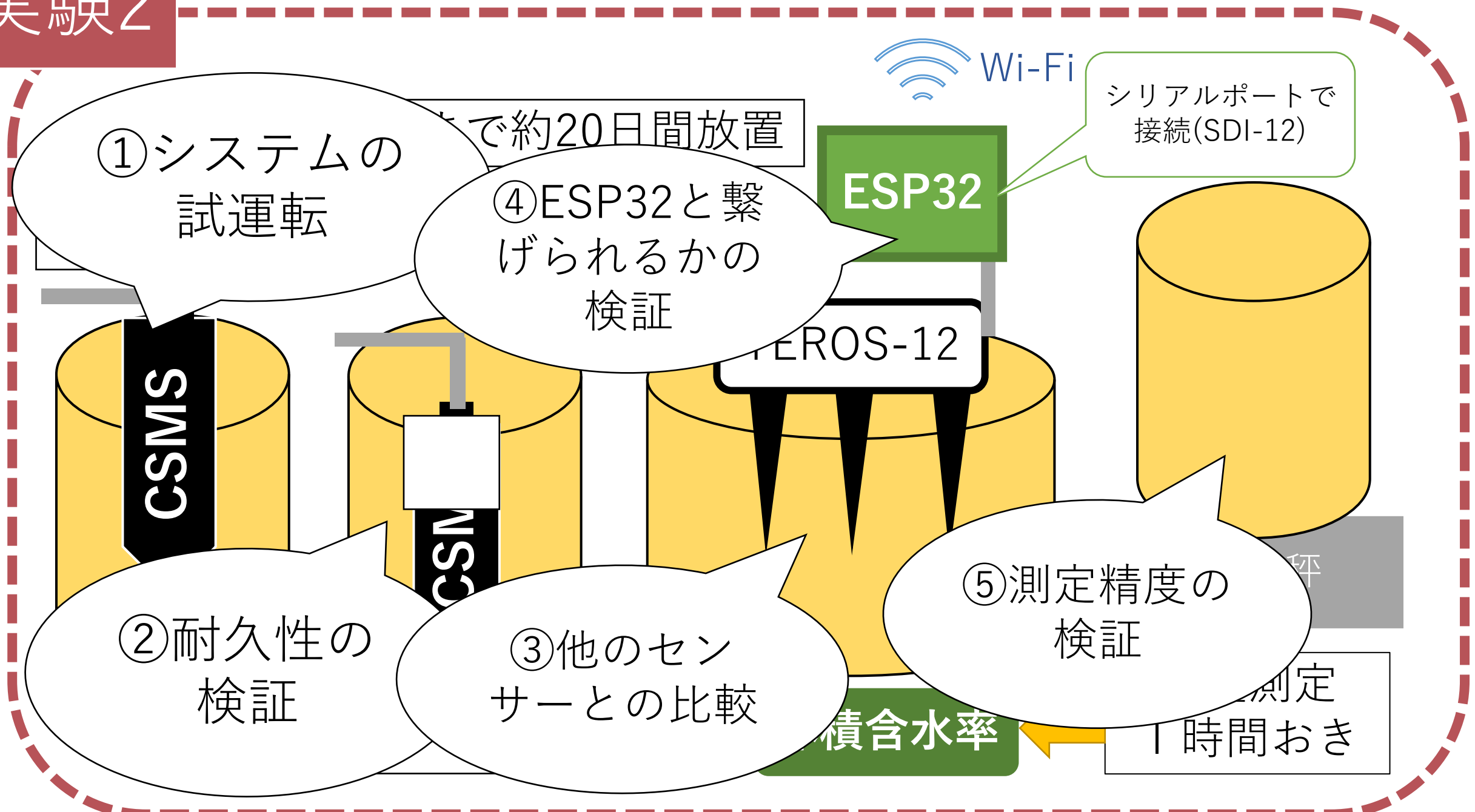
## 結果



# 検量式



# 実験2



①システムの試運転

約20日間放置

④ESP32と繋がられるかの検証

ESP32

シリアルポートで接続(SDI-12)

PEROS-12

②耐久性の検証

③他のセンサーとの比較

⑤測定精度の検証

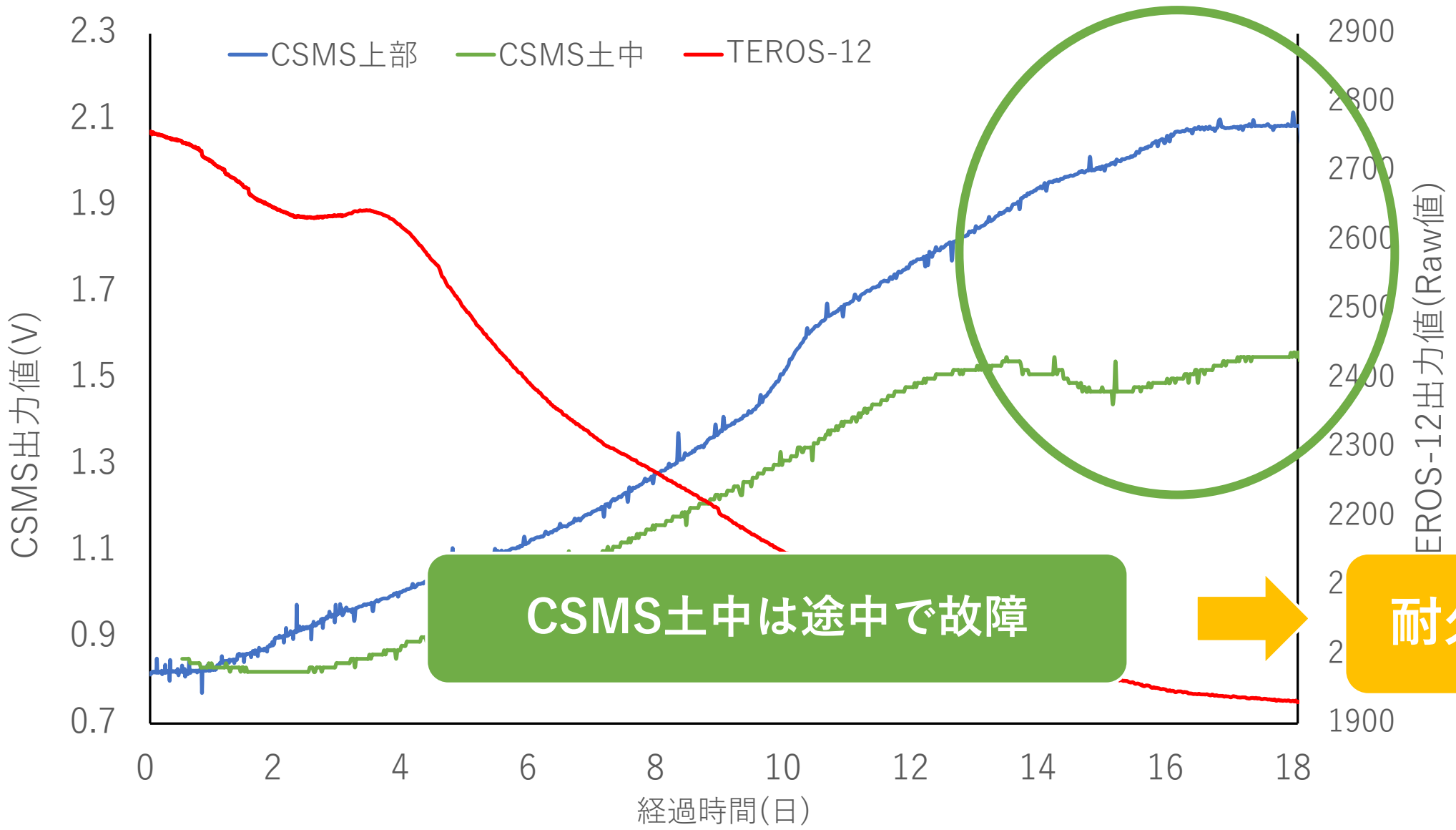
積含水率

1時間おき

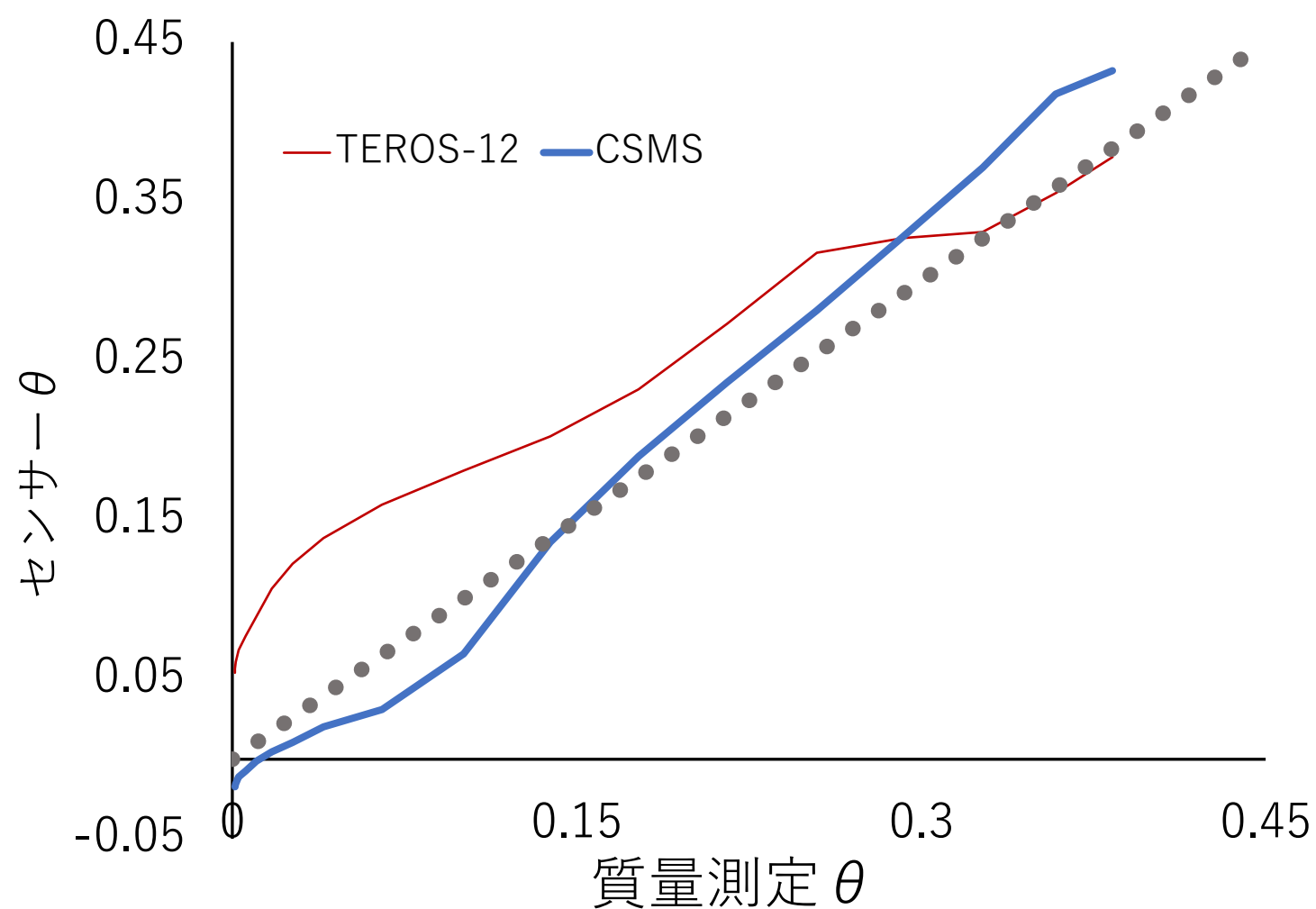


# システム

データの転送 問題なく稼働



# 精度



最大誤差 0.058  
平均誤差 0.024

既製品  $\pm 3\%$  (0.03)



遜色ない

各体積含水率の比較

# コスト比較

## 1台設置

	CSMS	一般
センサー	200	54,000
ロガー	1,250	180,000
通信	5,000	
合計	6,450円	234,000円



センサー  
TEROS-12  
54,000円

## ロガー



ロガー  
ZL6  
180,000円

1/67

6台設置	7,450円	504,000円
------	--------	----------

台数を増やしてもコストが変わらない

# まとめ

CSMS—ESP32—Sigfoxの土壤水分測定システムを作った

30分間隔で20日間以上の 安定的な稼働

△耐久性の改善が求められる

平均誤差0.024であり 既製品と遜色ない精度

台数を増やしてもコストが増えず 安い

# まとめ

CSMS—ESP32—Sigfoxの土壤水分測定システムを作った

30分間隔で20日間以上の 安定的な稼働

△耐久性の改善が求められる

平均誤差0.024であり 既製品と遜色ない精度

台数を増やしてもコストが増えず 安い

その他資料

# 今後の展望

屋外実験

センサーのコーティング

電源の確保

れきでの設置

現地の人への  
聞き込み調査

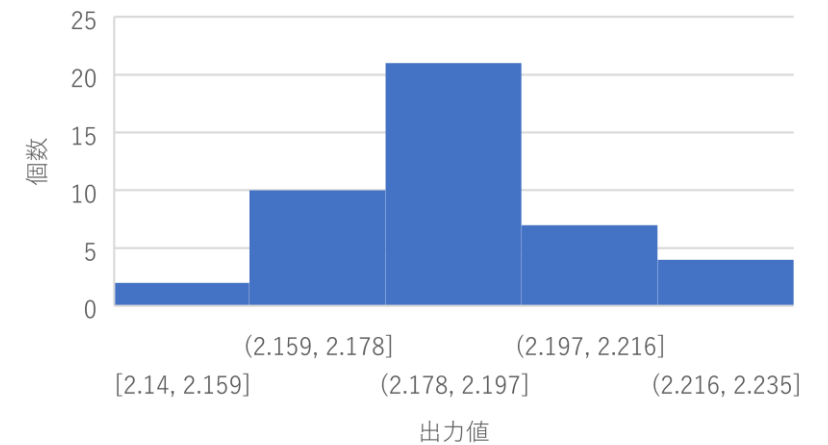
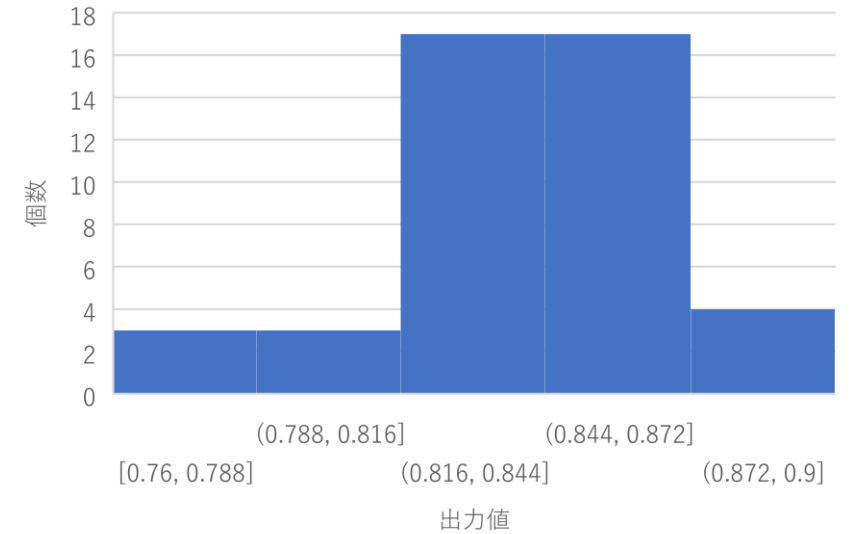
土壌物理

# 不良センサーの検量結果

No	air(V)	water(V)
1	2.27	1.55
2	2.22	0.89
3	2.18	0.84
4	2.17	0.88
5	2.18	0.82
6	2.18	0.85
7	2.34	1.79
8	2.18	0.86
9	2.16	0.83
10	2.22	0.87
11	2.16	0.77
12	2.18	0.87
13	2.22	0.81
14	2.17	0.89
15	2.20	0.76
16	2.18	0.85

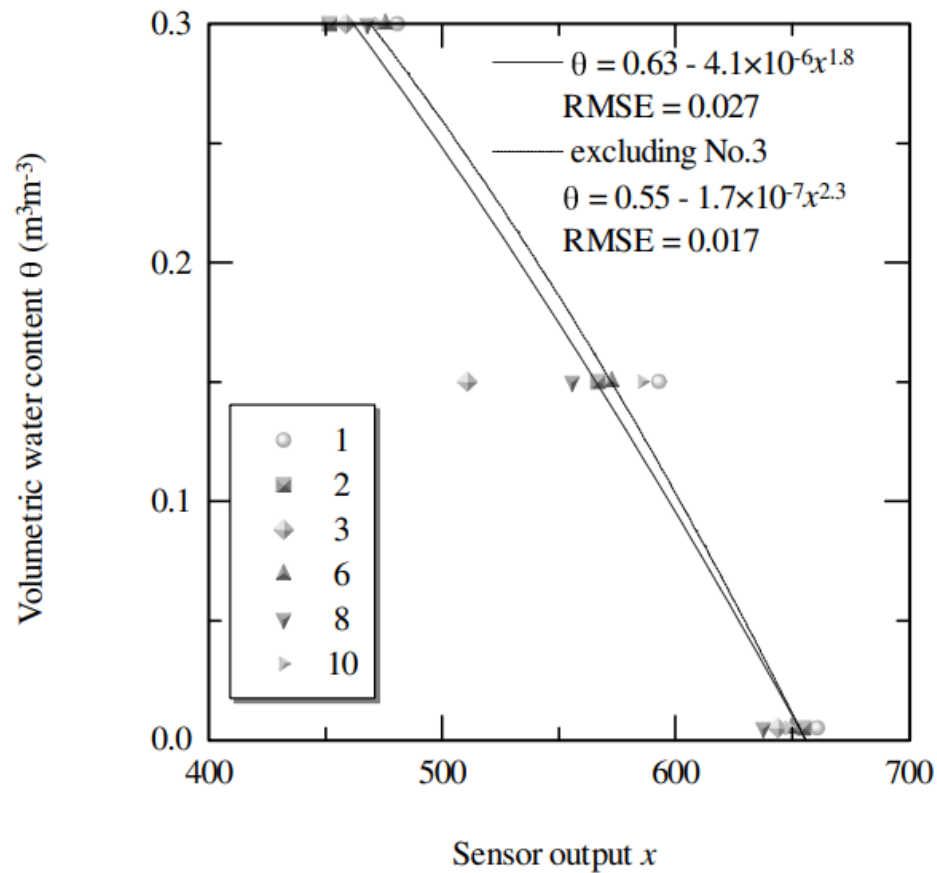
No	air(V)	water(V)
17	2.18	0.83
18	2.18	0.82
19	2.18	0.82
20	2.23	0.85
21	2.20	0.85
22	2.20	0.88
23	2.20	0.84
24	2.21	0.86
25	2.21	0.87
26	2.18	0.83
27	2.19	0.86
28	2.19	0.86
29	2.30	1.46
30	2.19	0.84
31	2.19	0.87
32	2.14	0.78

No	air(V)	water(V)
33	2.20	0.85
34	2.19	0.86
35	2.15	0.82
36	2.17	0.81
37	2.17	0.83
38	2.18	0.83
39	2.17	0.86
40	2.18	0.84
41	2.18	0.83
42	2.18	0.83
43	2.16	0.81
44	2.31	1.78
45	2.17	0.85
46	2.18	0.85
47	2.16	0.83
48	2.18	0.83





# 先行研究(藤巻ら、2021)



**Fig. 1** Calibration function of CSMS for non-saline Tottori sand at input voltage of 3.3 V.

Sensor output

0~3.3(V)

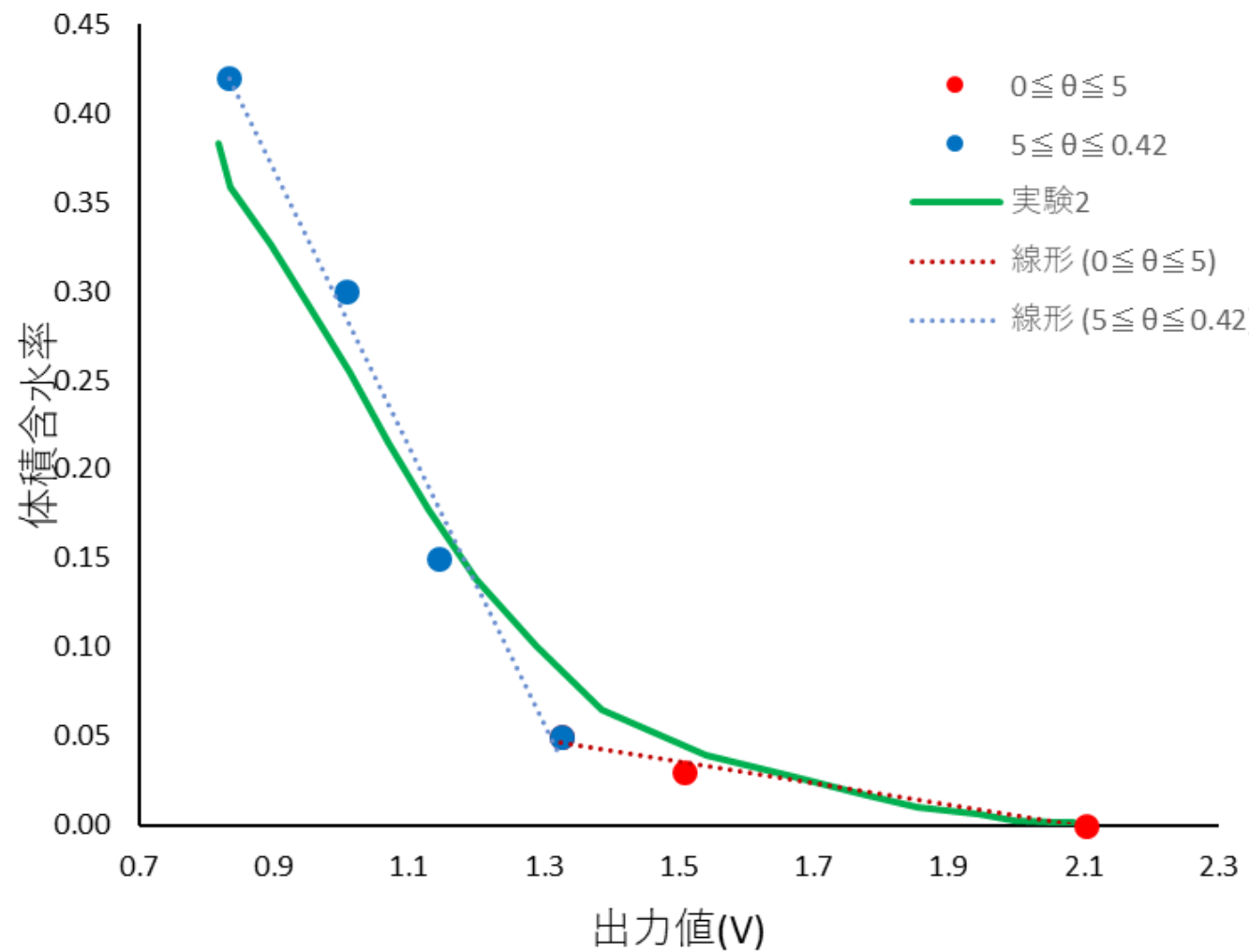
↓

0~1023

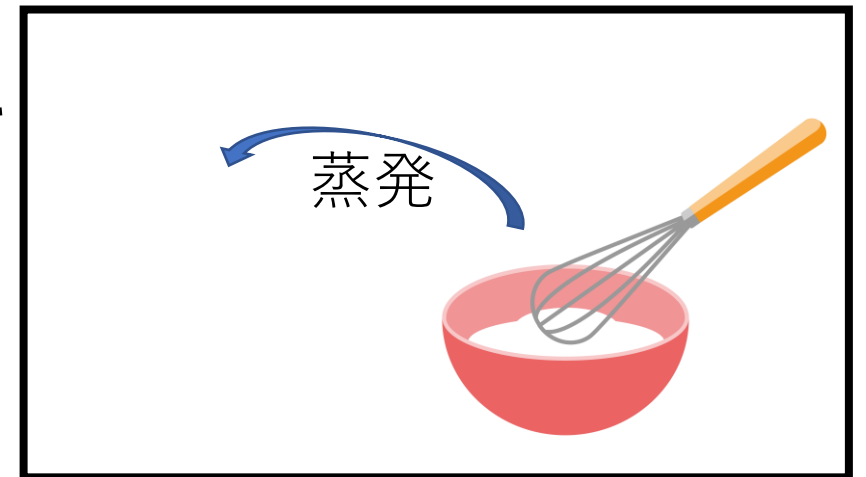
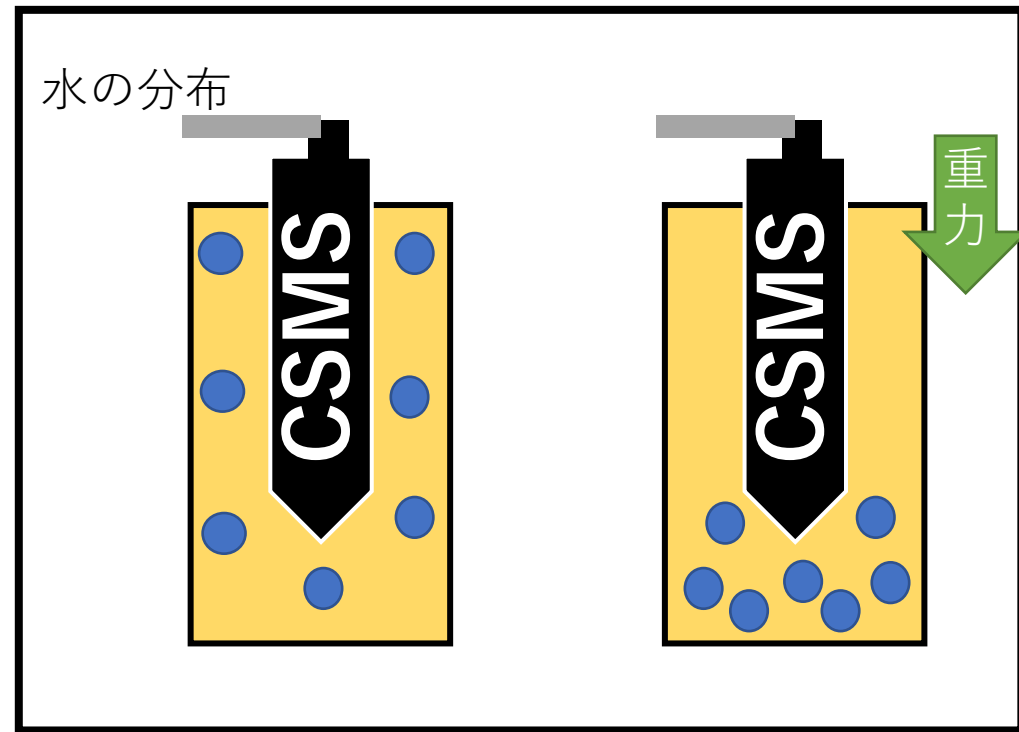
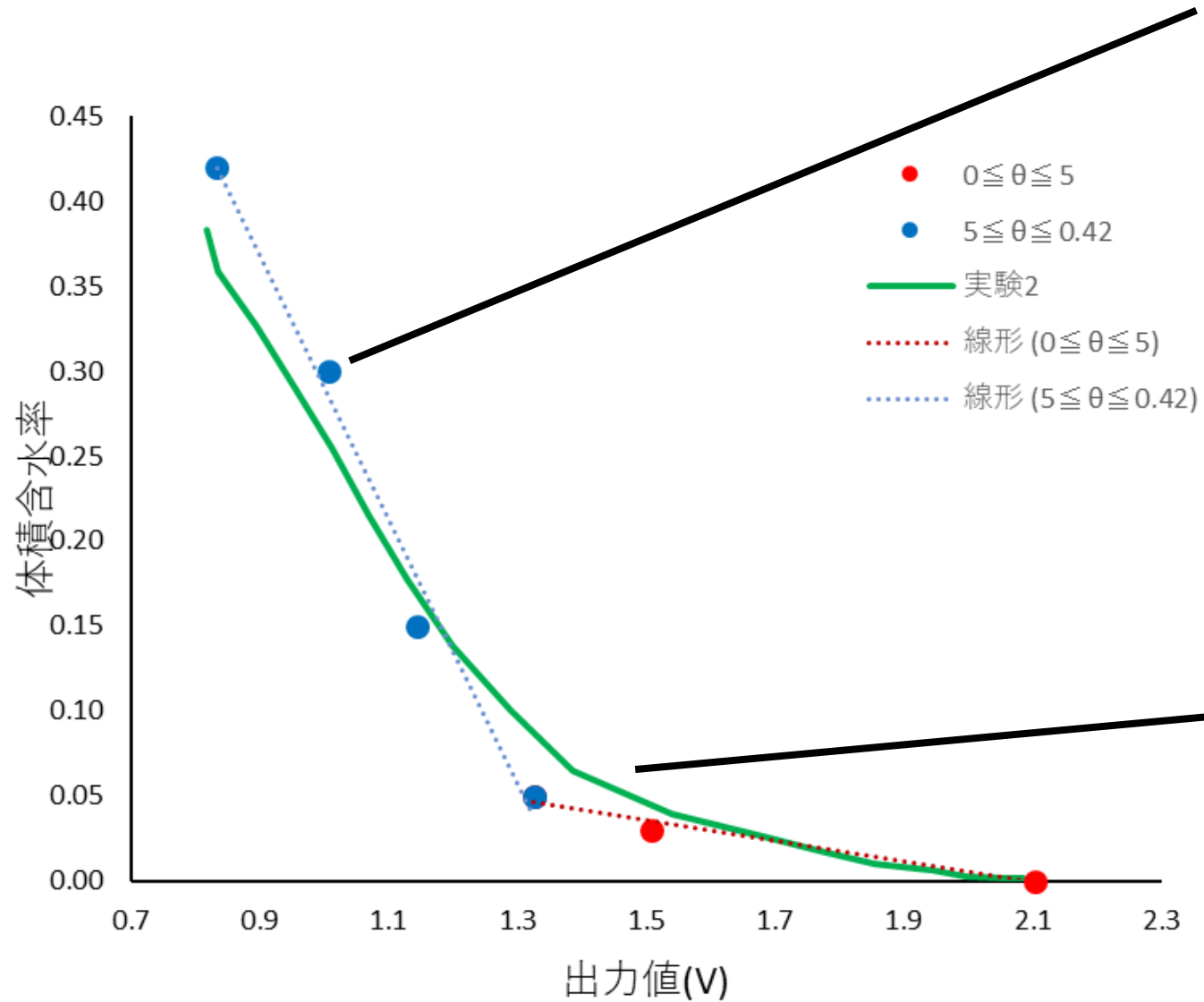
電圧比例値

にしている。

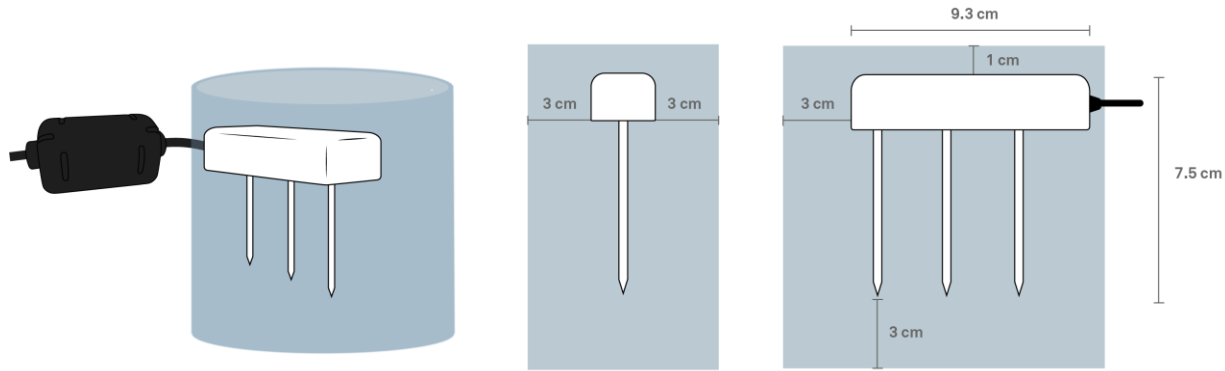
# 検量式と測定値の比較



# 検量式と測定値の比較



# TEROS-12について

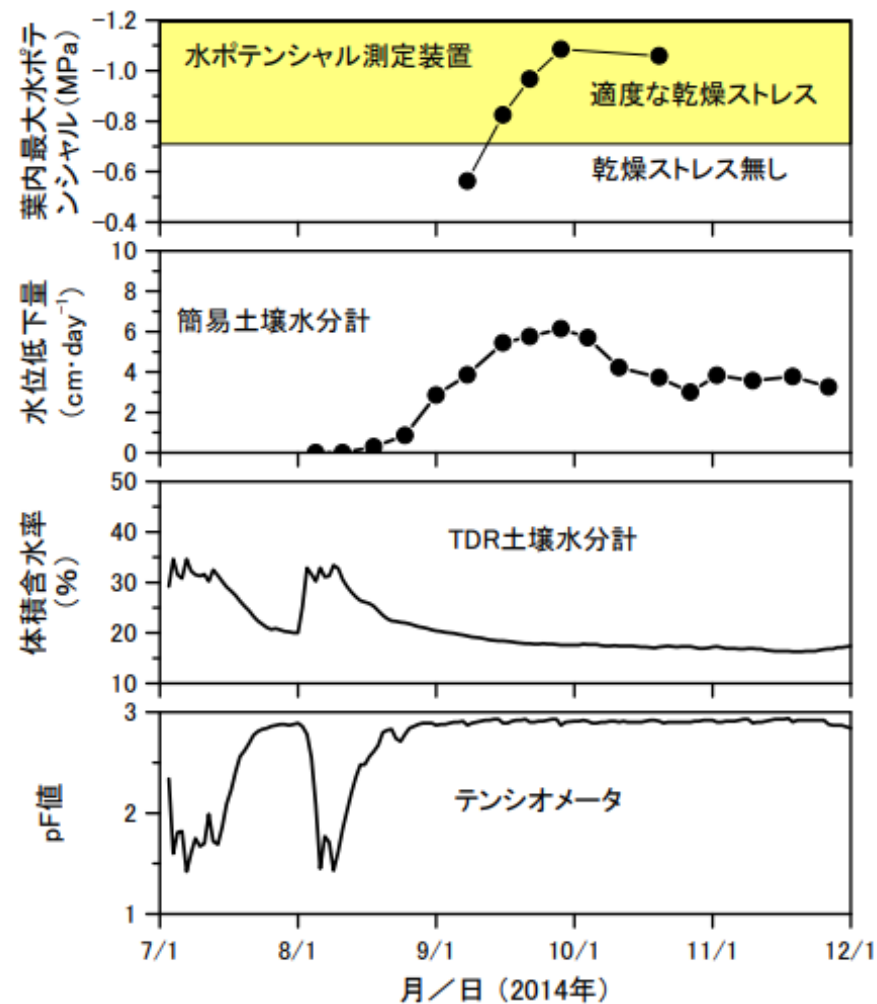


- 本来埋めて測定する。
- 鳥取砂丘砂に合わせた検量を行っていない
- 容器の大きさが違う
- 専用のロガーを使わなかった



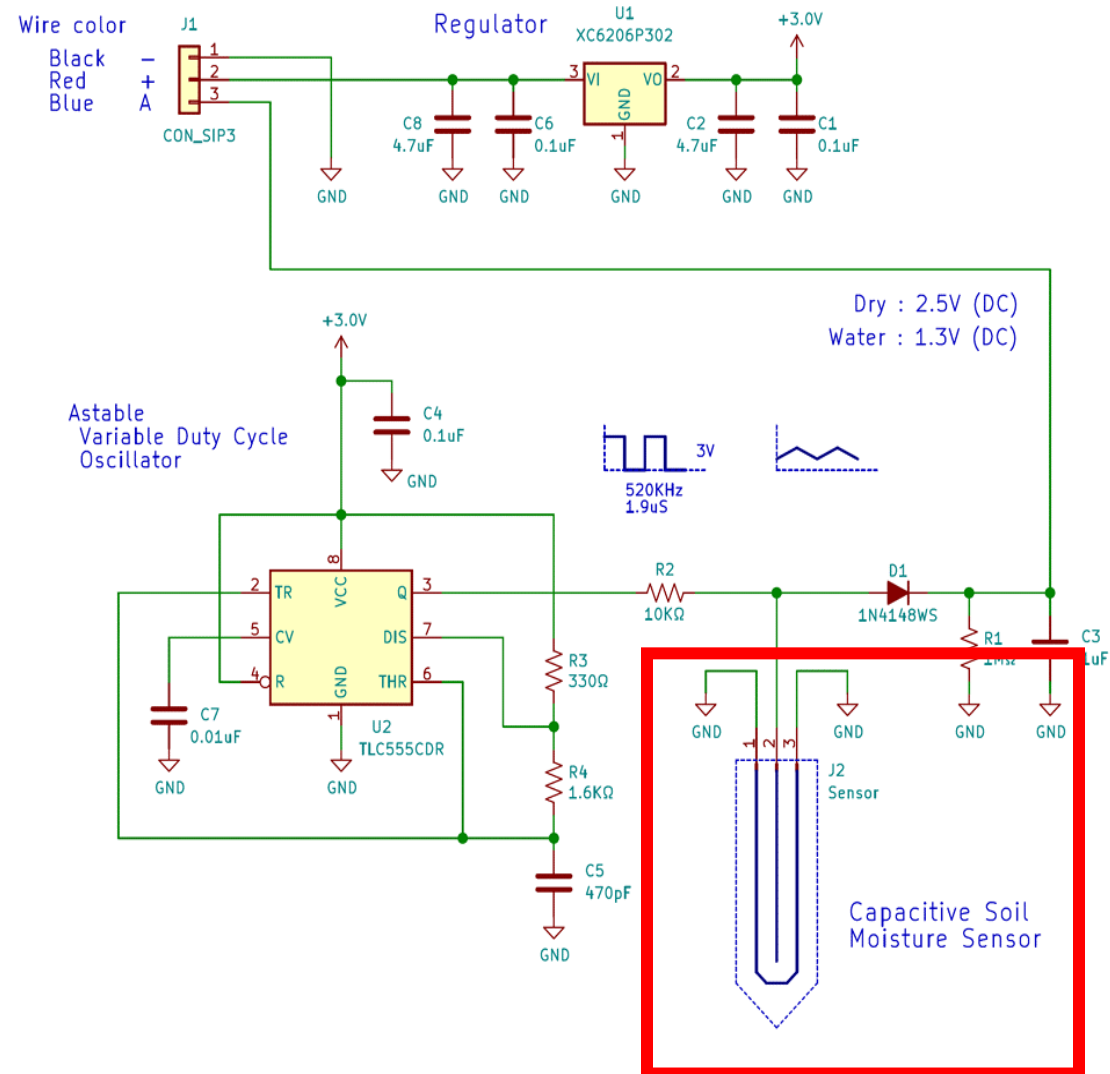
要検討

# 現場について

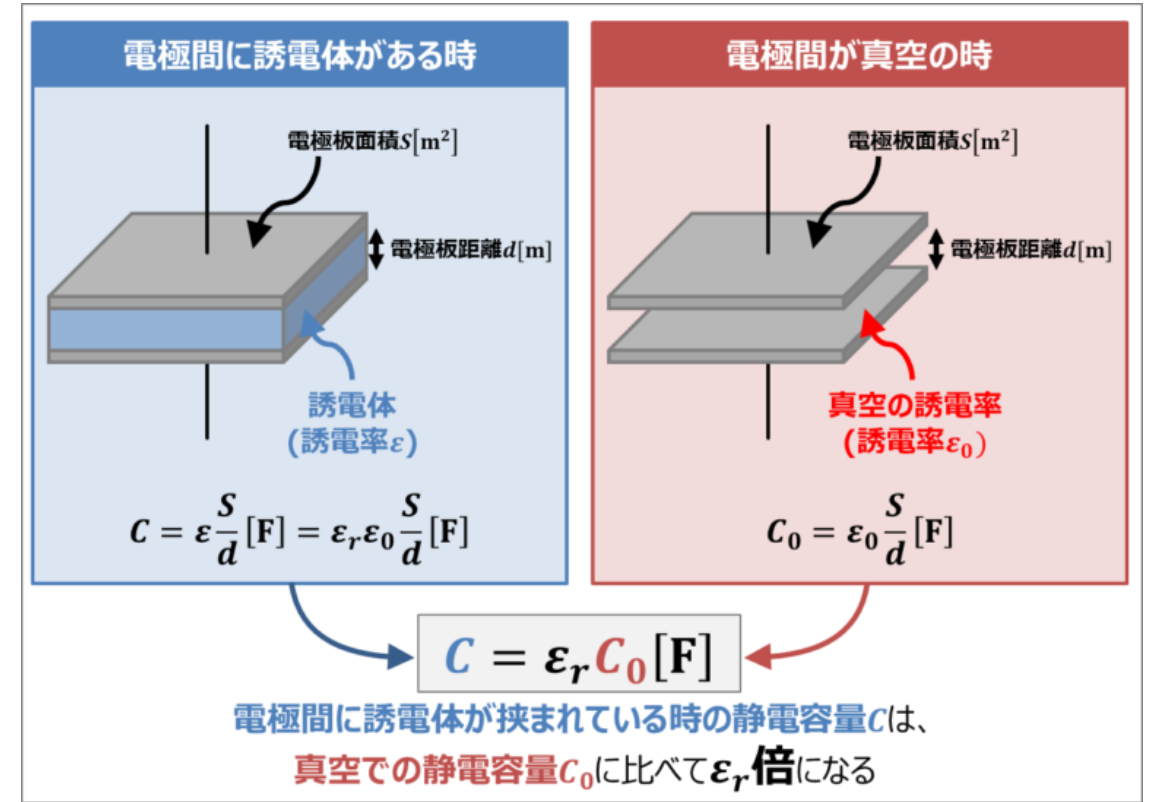
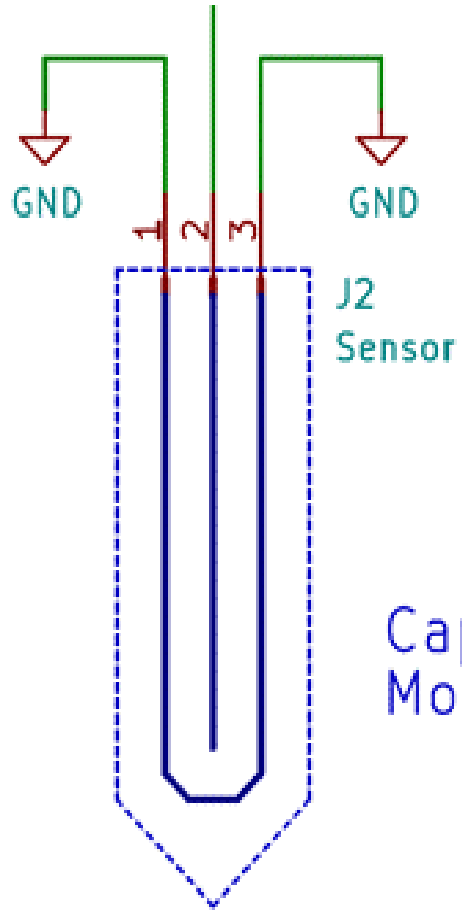


図Ⅱ-3 カンキツが受けている乾燥ストレスおよび各種土壌水分計で測定した土壌水分の経日変化<sup>参考資料 3</sup>

# 静電容量式センサーの仕組み

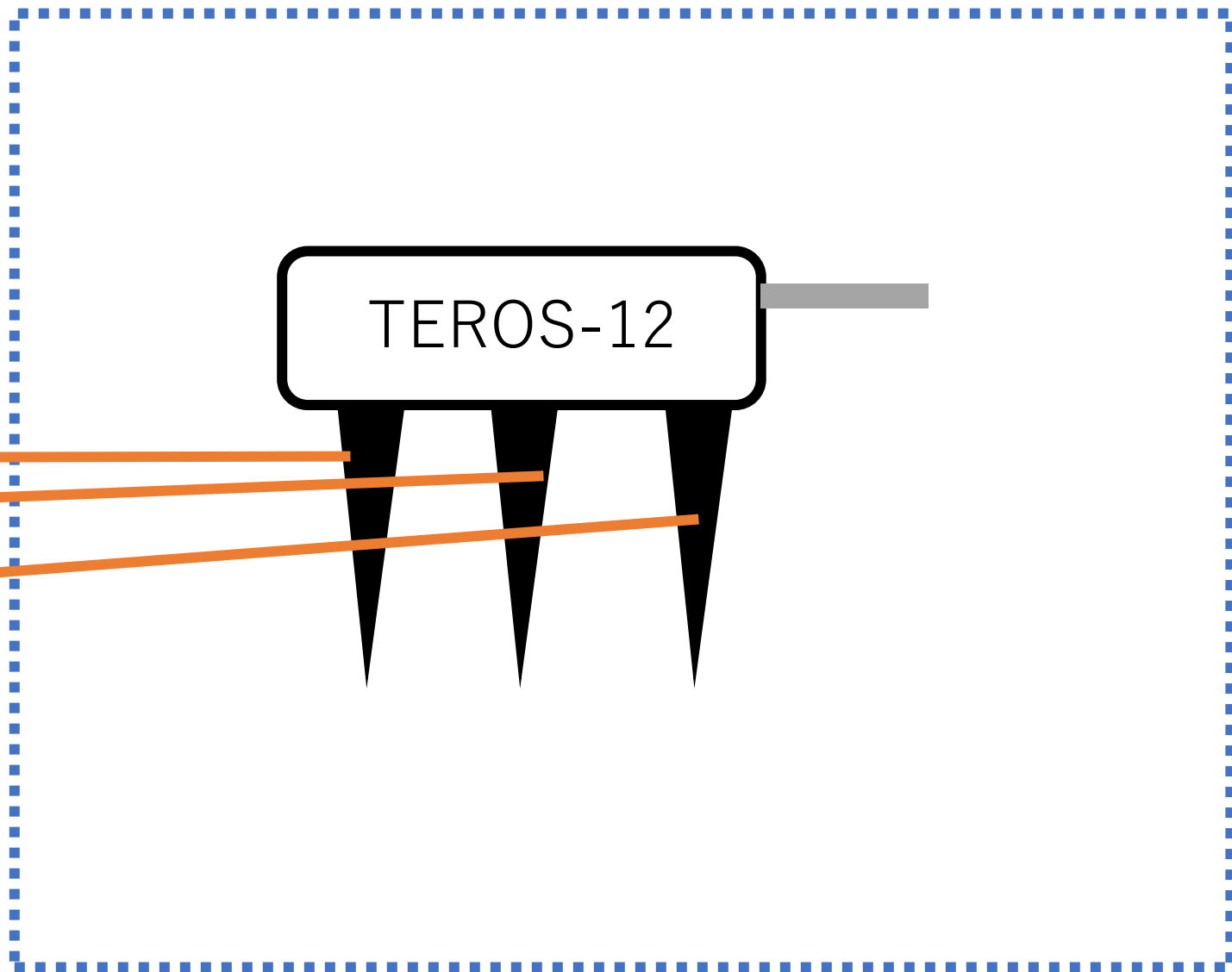
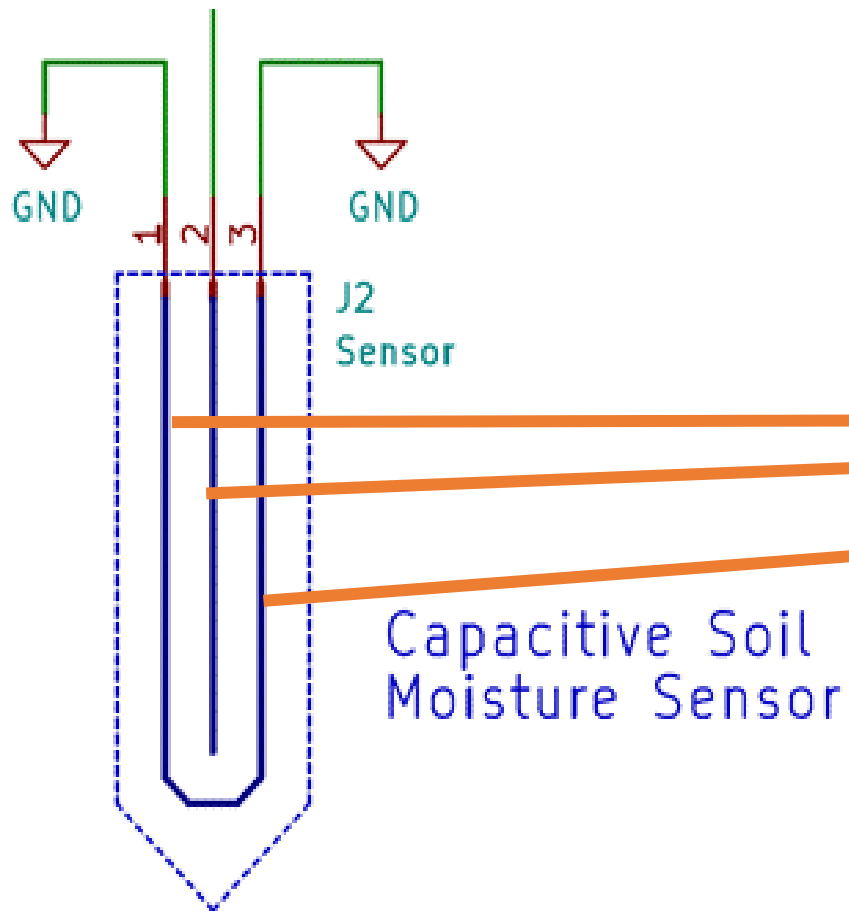


# 静電容量式センサーの仕組み



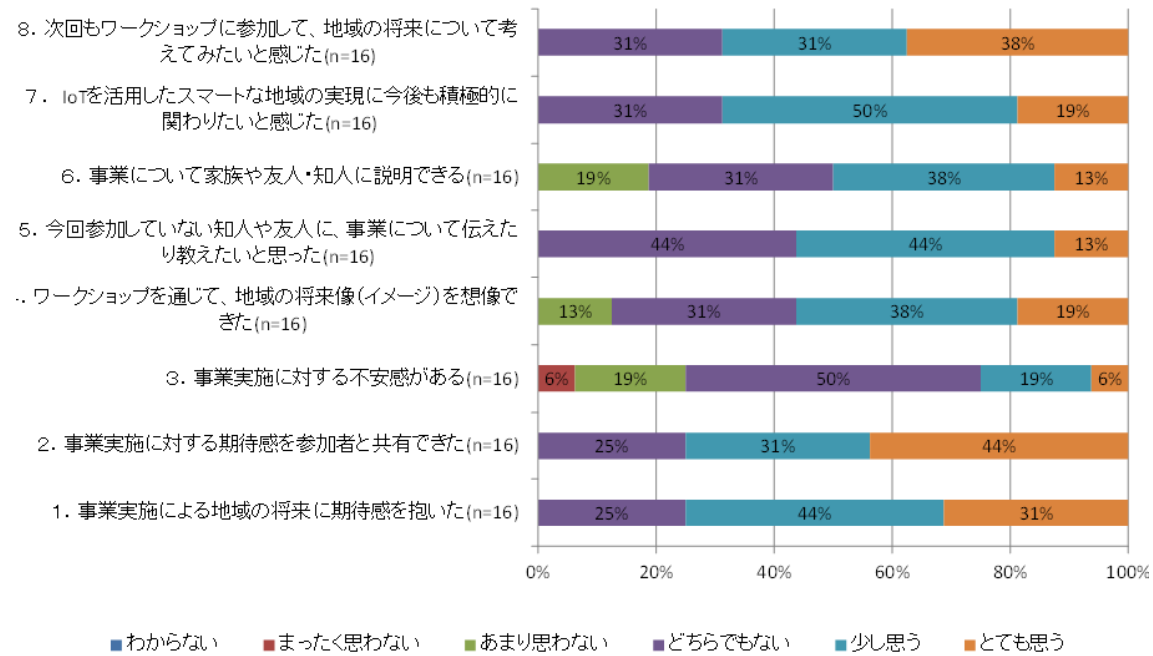
水の電気伝導率 > 空気の電気伝導率

# 静電容量式センサーの仕組み





# 現地の人の声

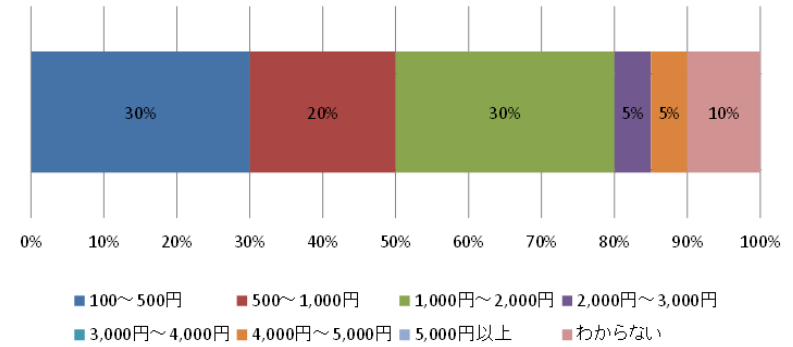


③→通信料金を個人で負担すると考えた場合、月額いくらが妥当だと思いますか？←

・100～500円が30%と最も多く、次いで1,000～2,000円が30%となっている。←

←

個人で負担すると考えた場合、月額いくらが妥当か(n=20)



←

←