

# 2023年度成果報告会

## プログラムNo.11

### 契約件名 地熱発電導入拡大研究開発／環境保全対策技術開発 ／ I o T 硫化水素モニタリングシステムの開発

発表日： 2024年1月31日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 岡田 真秀

\*団体名 東北緑化環境保全(株)、(株)ガステック、(国)熊本大学、(一財)電力中央研究所

問い合わせ先

東北緑化環境保全(株) E-mail: okada-m@tohoku-aep.co.jp TEL: 022-263-0918

# 事業概要(1) 背景・目的



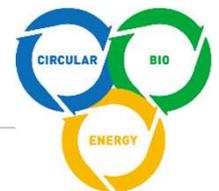
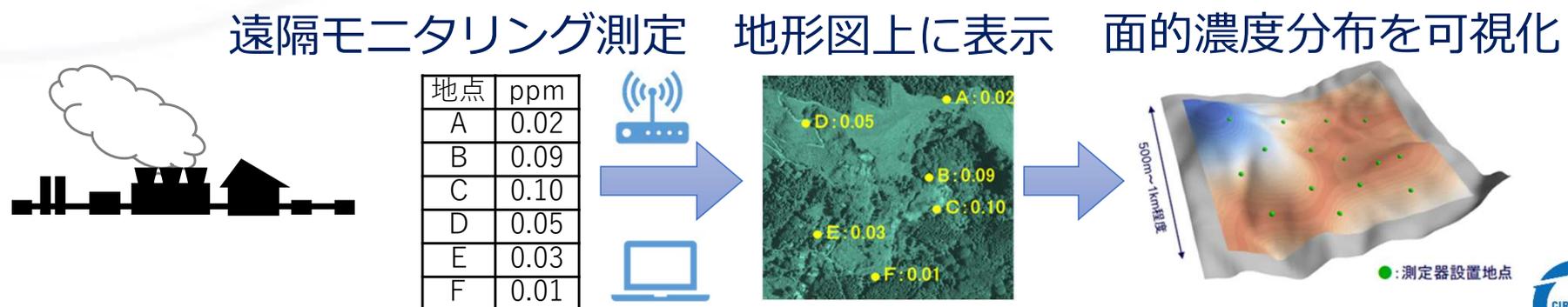
対象 … 地熱発電所の環境アセスメントにおける大気中の硫化水素の測定

## 【背景】

- 現在の手法（メチレンブルー吸光光度法）は、精度は高いが相当の時間や人件費を要しており、得られるデータは限定的である。
- しかし、代替できる簡易な可搬型の測定器は市販されていない。

## 【目的】

- 前プロジェクトで試作した小型連続測定器を実用化し、低濃度領域への拡張、IoTシステム、見える化手法の構築等により、**硫化水素に係る環境影響を把握・公表するプロセスを省力化**するシステムを開発する。



# 参考 / 地熱発電所の環境アセスメント と 現在の硫化水素の測定手法



## 環境アセスメントの対象規模

### ■ 環境影響評価法

事業区分	発電出力 (kW)	摘要
第1種	10,000 以上	必ず実施
第2種	7,500 以上	個別に判断

### ■ 都道府県等の条例 (一例)

7,500 kW以上 / 秋田県、大分県など  
5,000 kW以上 / 熊本県、鹿児島県など  
2,000 kW以上 / 長崎県など

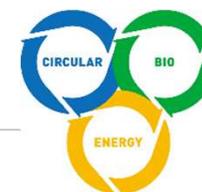
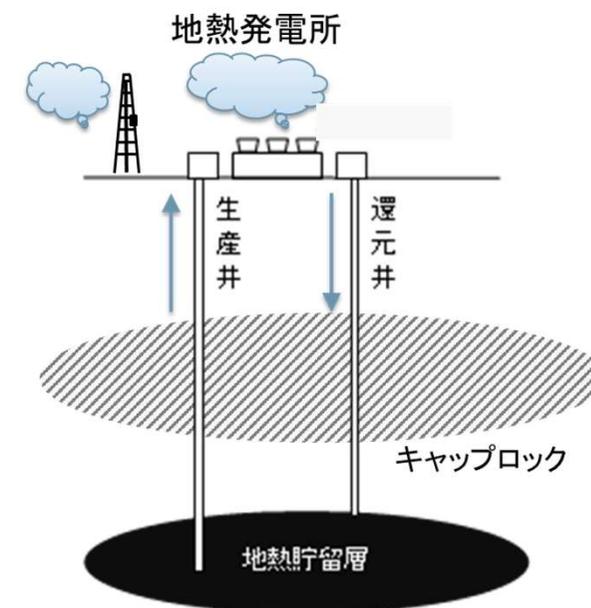
## 大気中の硫化水素の測定手法

### 「発電所に係る環境影響評価の手引」の参考手法

- 「大気汚染物質測定法指針」(S62年、環境庁)に定めるメチレンブルー吸光光度法により測定する。  
(大気を採取した吸収液を発色させ、吸光光度計で測定し、検量線から濃度を求める分析手法)
- 調査は四季に行い、1時間毎24時間以上実施する。

測定範囲 0.004 (定量下限) ~ 10 ppm以上

地点数 6~9地点を同時に測定



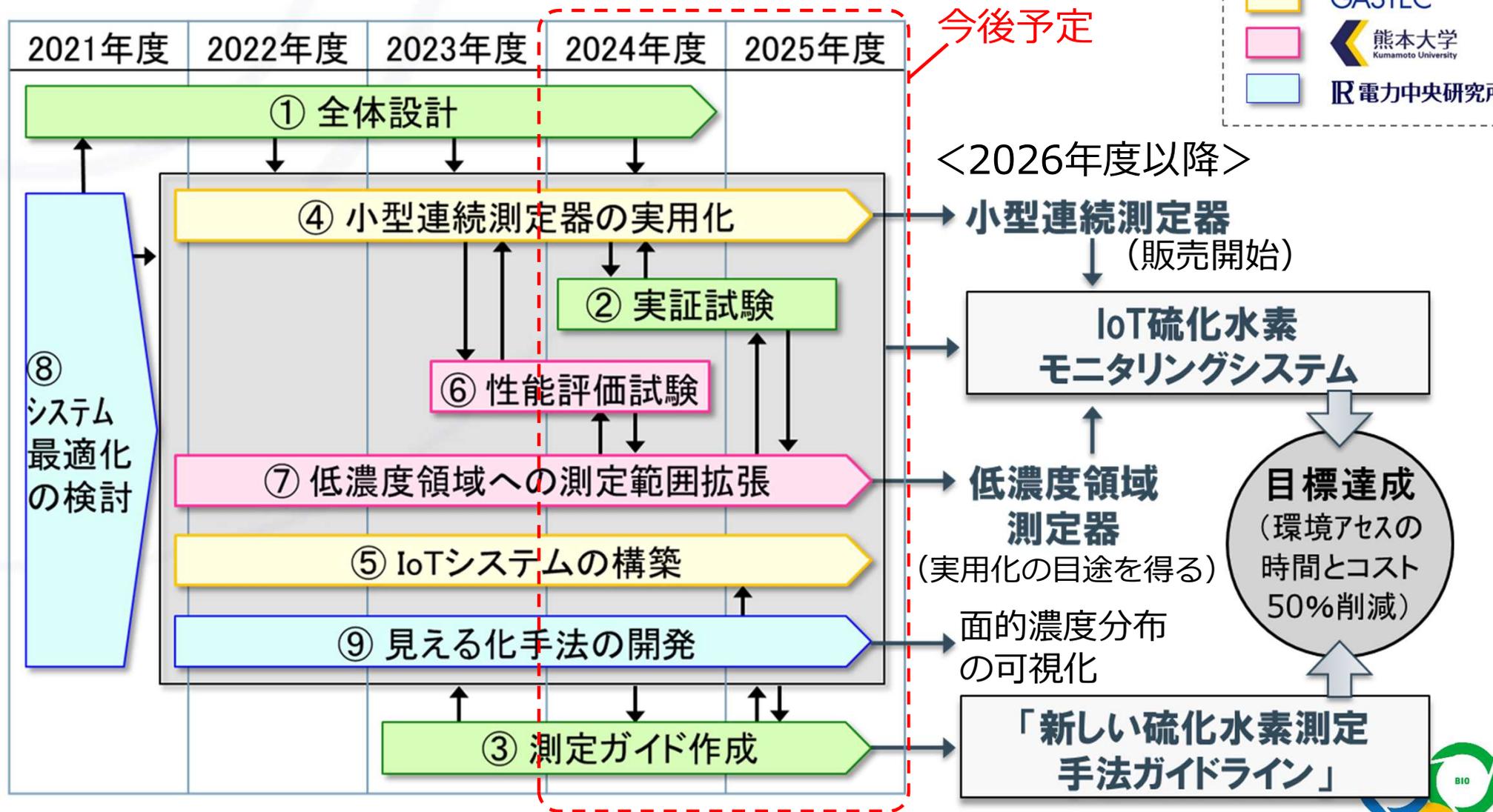
# 事業概要(2) 実施期間



開始：2021年6月 → 終了(予定)：2026年3月

分担企業等

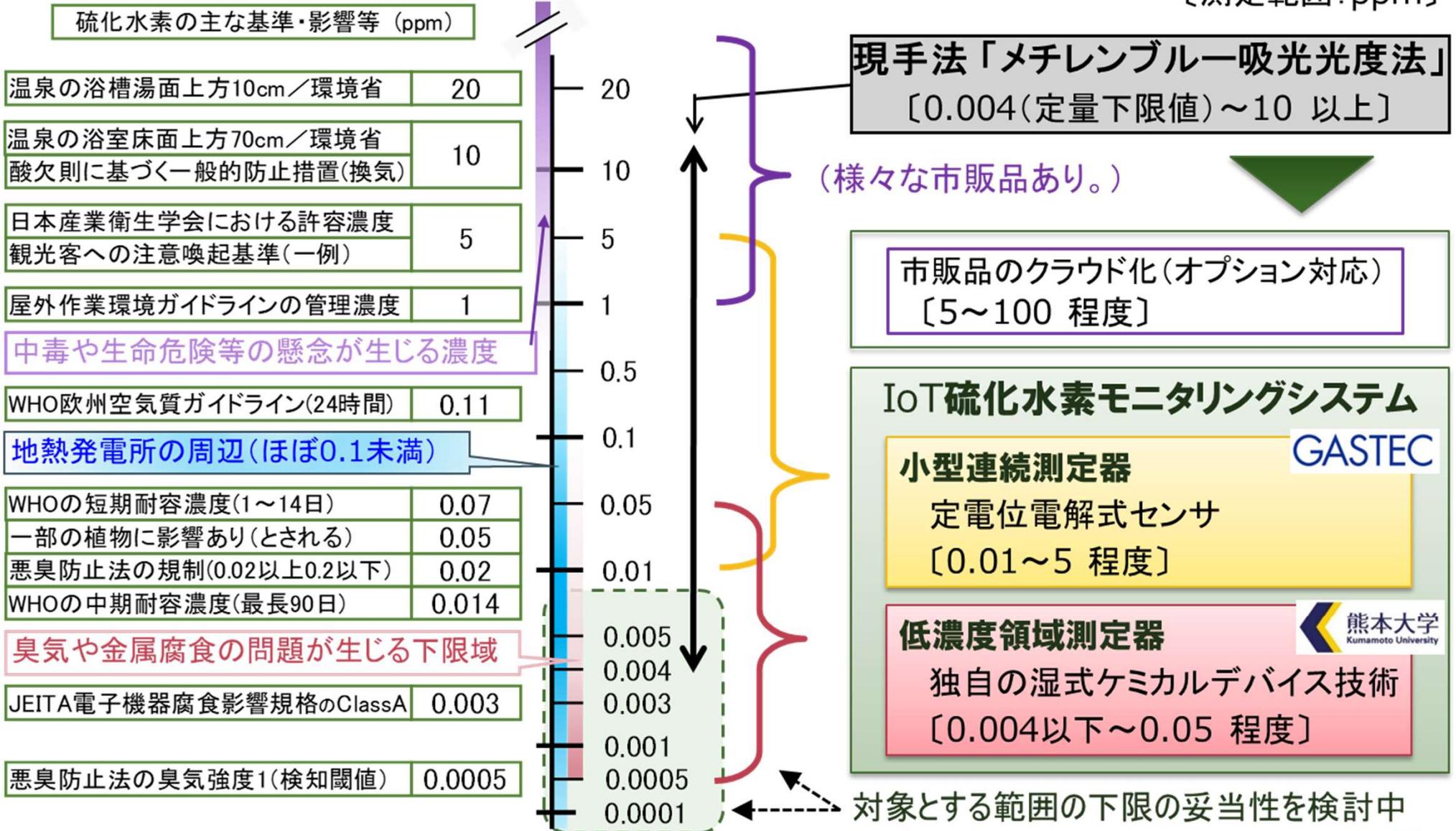
-  TYKH
-  GASTEC
-  熊本大学
-  電力中央研究所



# 事業概要(3) 対象とする濃度範囲



[測定範囲: ppm]



# 進捗状況／小型連続測定器



## 小型連続測定器

GASTEC

2022年度は実証機を製作し、屋外で2週間以上連続稼働させ、正常稼働することを確認できた。

2023年度は、室内で性能評価試験を実施した。

項目	内容
測定原理	定電位電解式センサ
測定範囲	約0.01～5 ppm程度
測定時間	1または2分間平均値等を連続して測定（校正時間を除く）
電源	単三電池4本／3日間程度 外部バッテリー／10日～2週間程度
データ格納	microSD（クラウドにも対応）



左：試作機 右：実証機  
(先行研究成果)



専用の木箱とソーラーパネルを使用した例



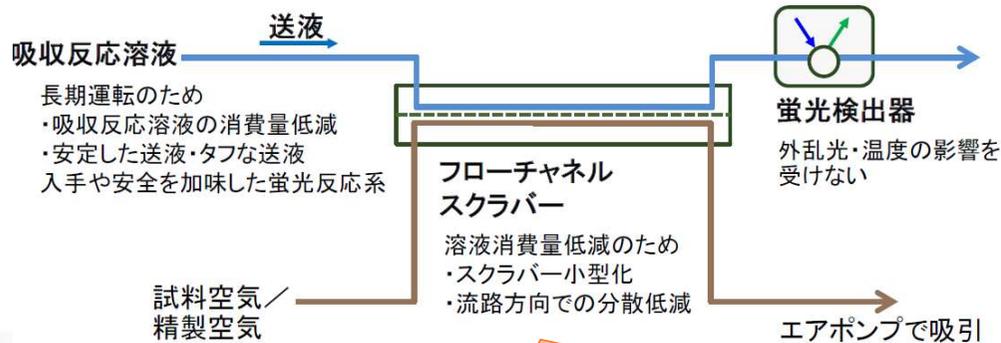
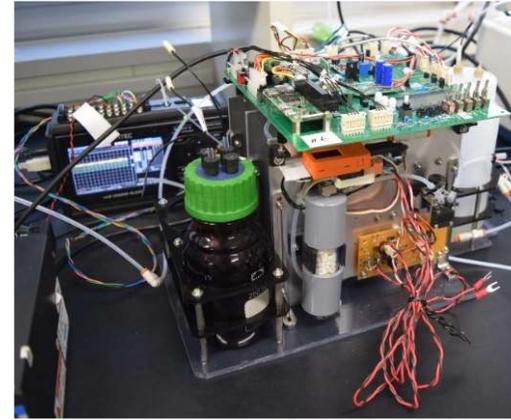
# 進捗状況 / 低濃度領域測定器



## 低濃度領域測定器

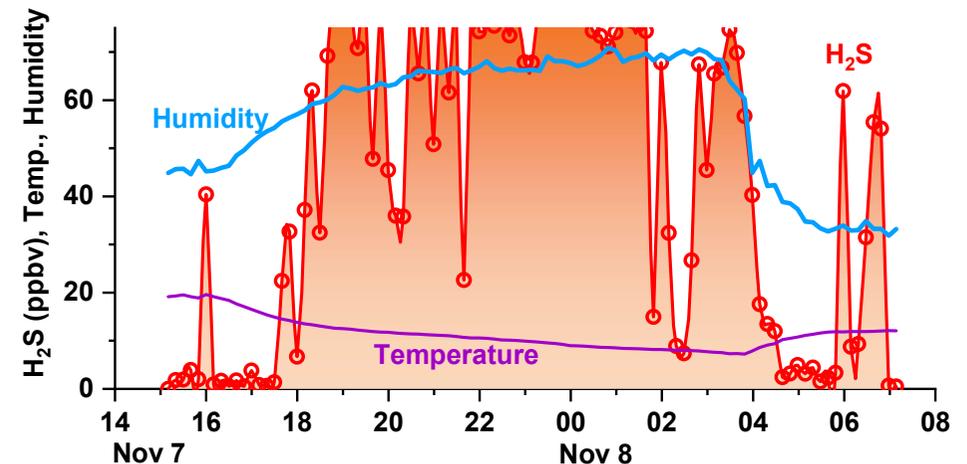
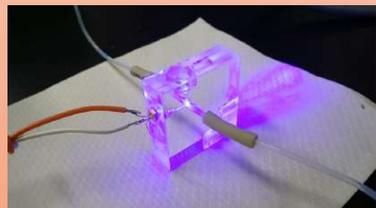


火山ガス測定等で実績のある湿式ケミカルデバイス技術を用いたガス分析システムを改良し、連続自動測定が難しかった環境アセスメントの現行手法や臭気検知相当の低濃度領域の硫化水素測定を自動化する。



試作段階のフィールドテストでは、バッテリーにより16時間の連続測定に成功し、数ppb程度の硫化水素が測定できた。

反応系の実験例  
4通りの反応系を試行



# 進捗状況／見える化手法

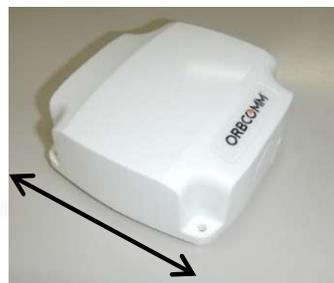


## IoTシステムの構築

GASTEC

測定器単体でもLPWA方式によるリアルタイム遠隔モニタリングが可能。  
複数地点の試験測定では、20地点以上をクラウド上で集約して表示できた。  
通信状況の悪い山間部でも対応できる衛星通信も試行中。

### 衛星通信端末



約14 cm

### 衛星通信の試行状況



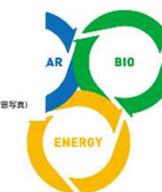
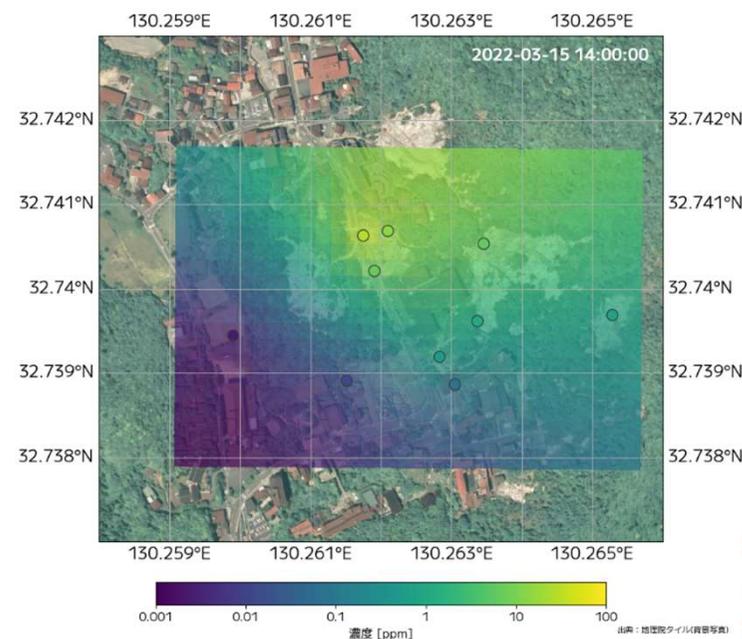
## 見える化手法

電力中央研究所

シミュレーションにより、リアルタイムに面的な濃度分布を推定するシステムを構築。

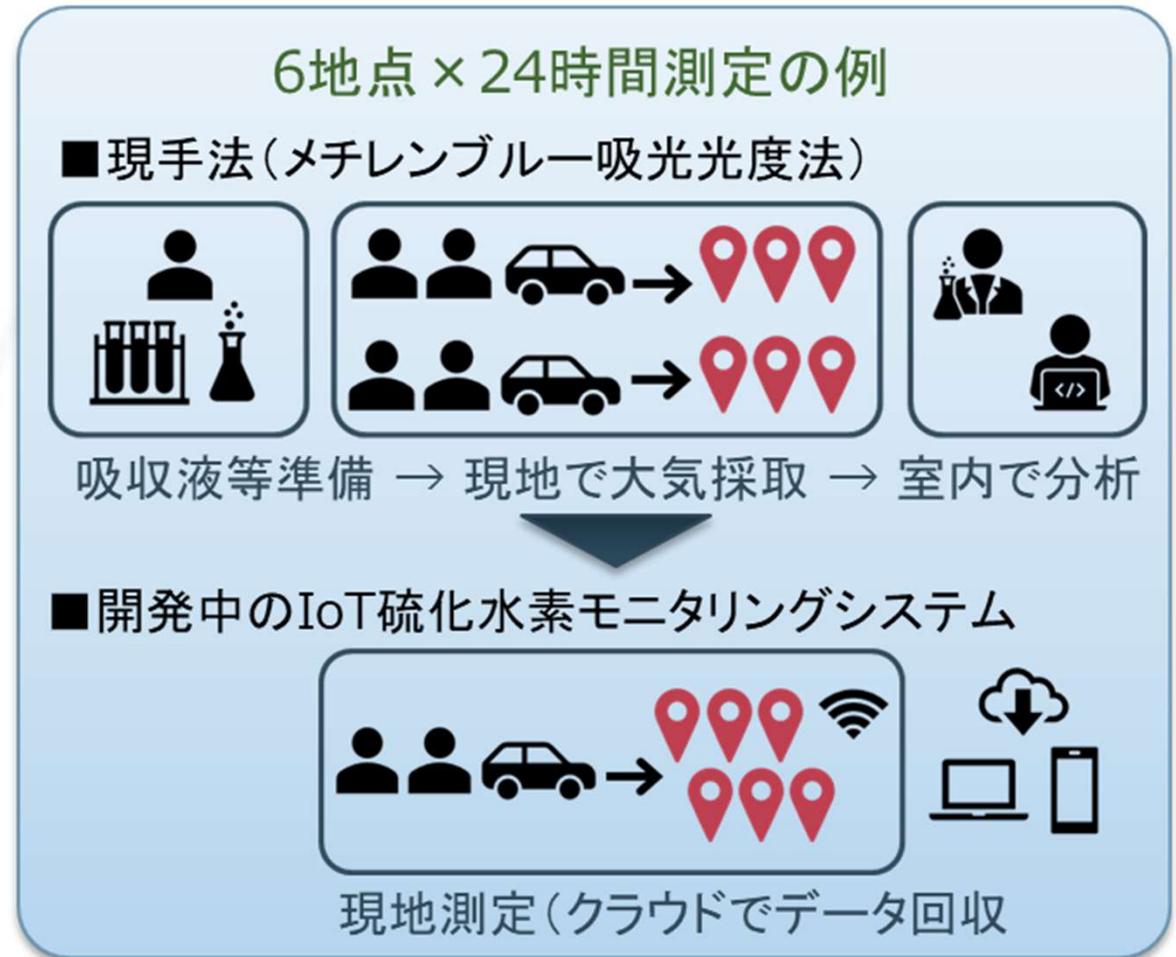
⇒ 将来予測手法の可能性も検討。  
(2025年度に実証試験の予定。)

### 【現段階のイメージ】 1時間平均濃度



# 事業概要(4) 最終目標

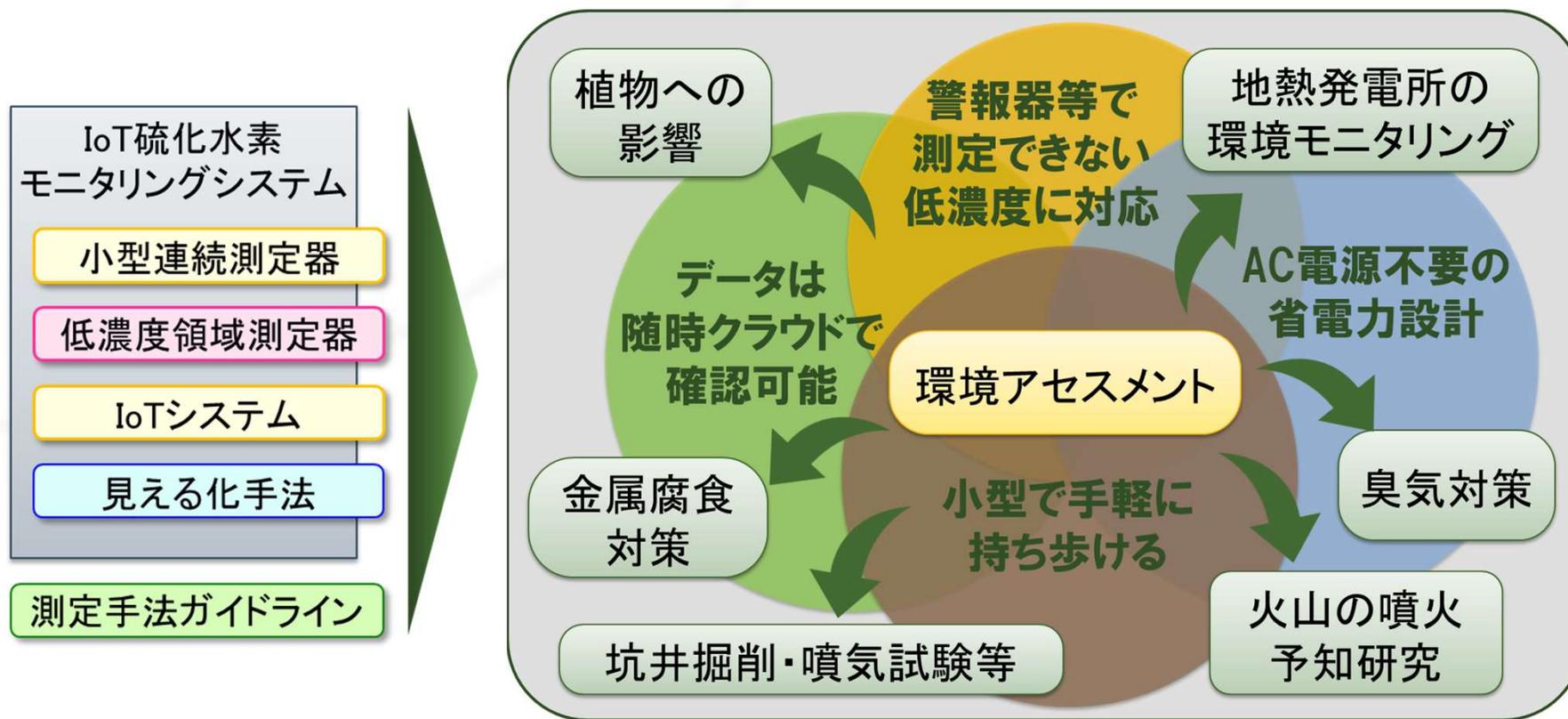
本システムを地熱発電所の環境アセスメントの硫化水素測定に適用し、現行の測定手法（メチレンブルー吸光光度法／1時間単位で24時間測定×四季）に比べてデータの質と量を向上させつつ、調査解析に係る時間とコストの50%削減に向けた提案を行う。



# 波及効果

これまで難しかった1~2分単位などの細かい時間分解能でも、**AC電源を必要とせず**に、植物への影響、金属腐食、臭気などを対象とした低い濃度の硫化水素を連続的に測定できる。この小型の可搬型測定器の特徴を活かし、**測定器単体でも様々な分野の硫化水素測定に活用**できる。

## 様々な分野の硫化水素測定への活用イメージ

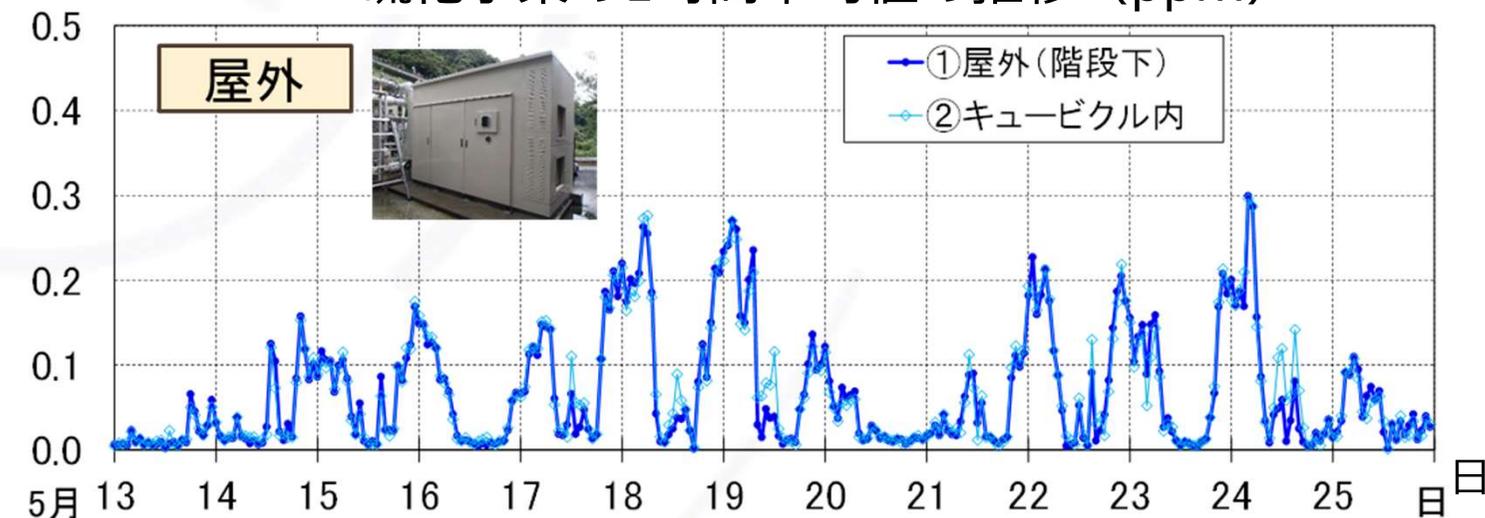


# 活用例／室内における腐食対策の 効果の確認(1)【対策前】



試作機による測定結果

硫化水素の1時間平均値の推移 (ppm)



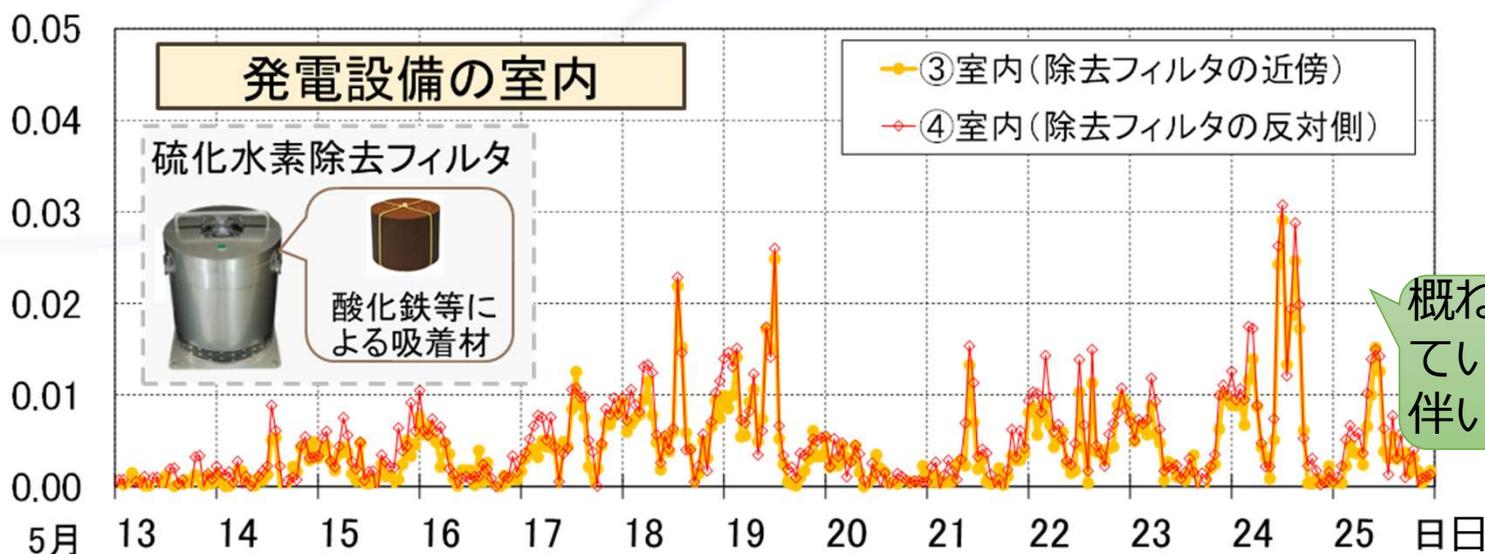
1時間平均値(ppm)  
【屋外】

地点	平均	最大
①	0.07	0.30
②	0.07	0.30

「②キュービクル内」は「①屋外(階段下)」とほぼ同じ濃度であったため、屋外の扱いとした。

【発電設備の室内】

地点	平均	最大
③	<0.01	0.03
④	0.01	0.03



概ね0.01 ppm以下に保たれているが、屋外の濃度上昇に伴い、濃度の上昇がみられた。

**どこか隙間から室内  
に硫化水素が侵入？**

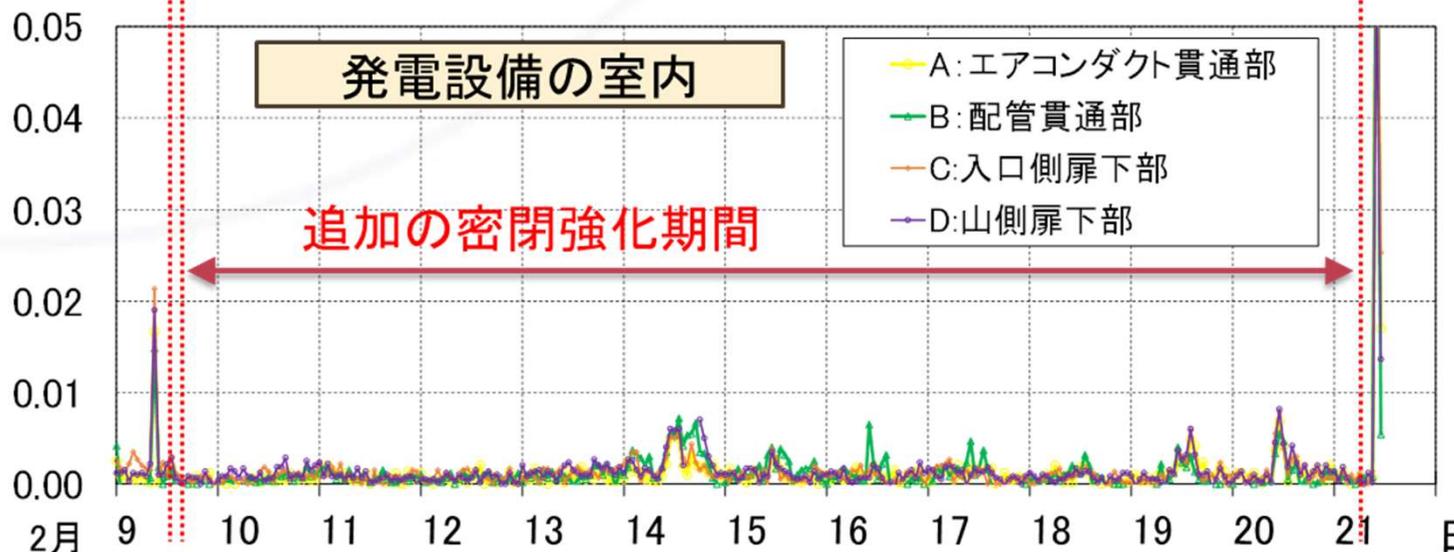
# 活用例／室内における腐食対策の 効果の確認(2)【密閉対策後】



追加の密閉対策強化

追加密閉解除

硫化水素の1時間平均値の推移 (ppm)



2月10日～20日の  
1時間平均値(ppm)

【屋外】

地点	平均	最大
階段下	0.07	0.42

【発電設備の室内】

地点	平均	最大
A	<0.01	0.01
B	<0.01	0.01
C	<0.01	0.01
D	<0.01	0.01

密閉を強化すると、  
屋外で濃度が上昇して  
も室内は0.01ppm未満  
に保たれた。

⇒ 試作機による測定で  
確認できた。

# 参考 / 硫化水素ガスの電子機器への影響



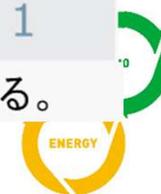
出典…JEITA IT-1004：電子情報技術産業協会の産業用情報処理・制御機器設置環境基準

クラス	項目	合計評価点	影響
Class S3	温度、湿度が高くガスが多い環境	51 以上	電子機器の設置は適しない
Class S2	温度、湿度が高くガスが若干ある環境	37 ~ 50	
Class S1	湿度がやや高くガスが少ない環境	26 ~ 36	
Class B	湿度が比較的低くガスが少ない一般的な環境	10 ~ 25	湿度が低いときにガスの侵入があると、情報処理・制御機器の信頼性に影響をおよぼす腐食を起こしやすい
Class A	温度、湿度が低くガスが検知されない良好な環境	9 以下	情報処理・制御機器の信頼性に影響をおよぼす腐食は発生しない

⇒ 合計評価点 = 以下の環境因子と区分における評価点 a + b + c + d

区分	環境因子							
	年平均温度		年平均湿度		硫化水素※		汚損度(等価塩分量)	
	(°C)	評価点a	(%)	評価点b	(ppm)	評価点c	(mg/cm <sup>2</sup> )	評価点d
4	30 超	8	75 超	24	10 以上	20	0.12 超	24
3	30 以下	4	75 以下	16	0.1 以上	14	0.12 以下	16
2	25 以下	2	60 以下	8	0.01 以上	8	0.06 以下	8
1	20 以下	1	50 以下	1	0.003 以下	1	0.03 以下	1

※硫化水素以外の腐食性ガス（二酸化硫黄、二酸化窒素、塩素、アンモニア）の影響はないものとする。



# 今後のスケジュール



年度	2023	2024	2025	2026fy以降	
モニタリングシステム開発	小型連続測定器の性能評価試験	遠隔モニタリングの実証試験	見える化手法の実証試験	IoT硫化水素モニタリングシステム 実用化	
	IoTシステムの構築				
	低濃度領域測定器の試作・試験・評価				
	見える化手法の開発				
環境アセスの効率化	環境アセス・運転中発電所の試験測定による検証（現手法との相関確認など）		新しい測定手法ガイドライン（案）の完成	目標達成 （時間とコスト50%削減）	
様々な分野への活用	ニーズの把握・整理と試験測定の実施 （小規模地熱, 噴気試験, 植物影響, 臭気, 金属腐食etc.）				
測定範囲等妥当性検討	検討結果とりまとめ ⇒ 成果発表				ガイドライン運用開始
測定ガイド作成	素案の作成	実証試験の結果等を踏まえた修正			



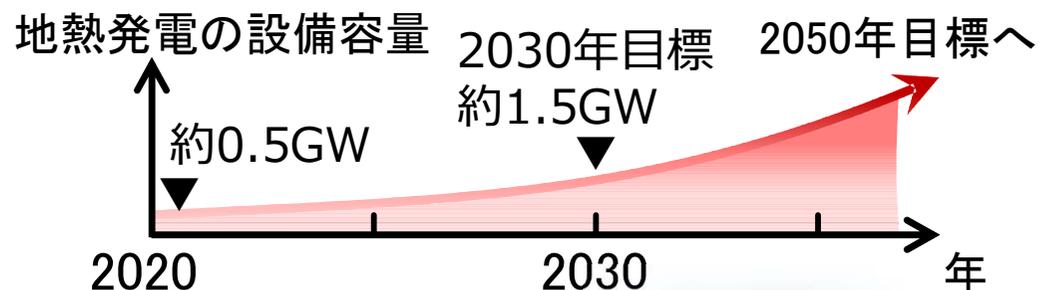
# まとめ

## ▶ エネルギー基本計画の電源構成目標<sup>1)</sup>

安定的で低廉なベースロード電源である地熱発電の設備容量  
⇒ 2030fy迄に約3倍

## ▶ 環境省の地熱開発加速化プラン<sup>2)</sup>

現状60超の地熱施設数 ⇒ 倍増



環境アセスメントの効率化

(波及効果として、様々な分野での硫化水素測定の効率化)

I o T 硫化水素モニタリングシステムの開発

硫化水素測定の自動化・省力化

環境配慮の円滑化を促進しながら  
地熱発電所の導入加速化に貢献

1) 「第6次エネルギー基本計画」 (資源エネルギー庁、2021年)

2) 2021年4月~6月公表

