

地熱発電導入拡大研究開発

環境保全対策技術開発

IoT硫化水素モニタリングシステムの開発

岡田 真秀

東北緑化環境保全(株)

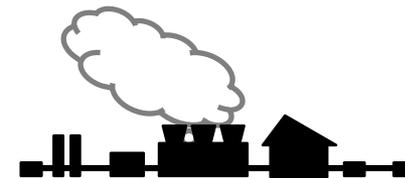
【委託先】

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

2023年2月2日

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

事業概要



1. 背景・目的

【背景】 地熱発電所の環境アセスメントにおける現在の硫化水素の測定手法(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。このため前プロジェクトでは定電位電解式センサを用いた小型連続測定器を試作した。

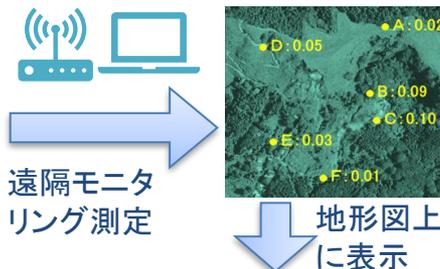
【目的】 小型連続測定器を実用化し、IoTシステム、見える化手法の構築等により、硫化水素に係る環境影響を把握・公表するプロセスを省力化するシステムを開発する。

2. 実施期間

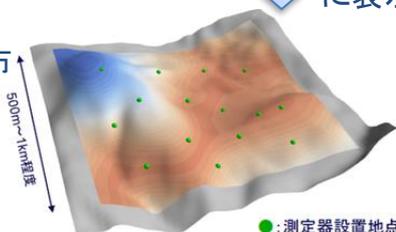
開始 : 2021年6月

終了(予定): 2026年3月

地点	ppm
A	0.02
B	0.09
C	0.10
D	0.05
E	0.03
F	0.01



面的濃度分布を可視化



3. 実施内容・最終目標

- ◆ 小型連続測定器の実用化・低濃度領域への拡張
 - 環境アセスメントに必要な濃度範囲の測定を効率化
- ◆ IoTシステムの構築・見える化手法の開発
 - 山間部に対応したリアルタイム遠隔モニタリングとシミュレーションによる面的濃度分布の可視化を実現
- ◆ 測定ガイド作成
 - 環境アセスメントや様々な分野の硫化水素測定を効率化する手法をガイドラインに整理

【目標】 測定データの質と量の大幅な向上を図りつつ、調査解析に係る時間とコストを50%削減する。

小型連続測定器の試作機（前プロジェクト成果）

測定原理	定電位電解式センサ
濃度範囲	約0.01～5 ppm程度
測定時間	1～2分間平均値を連続して測定 (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	クラウドで遠隔モニタリング可能

本体(外箱)
約38×30×17 cm



通信装置

吸引口

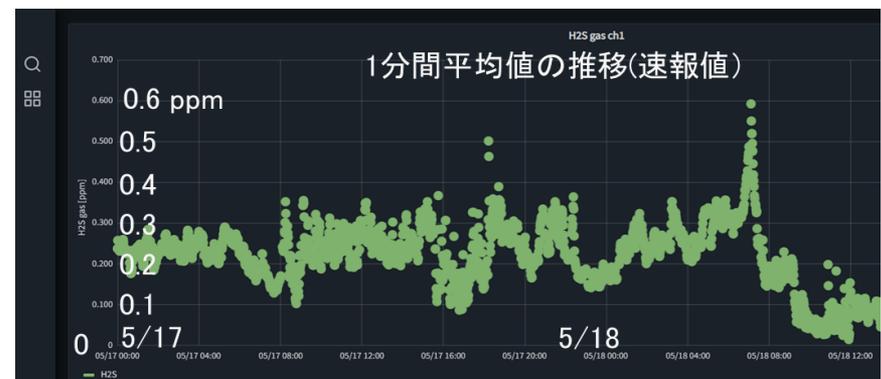
外部バッテリー



サンプリングチューブ
を三脚で保持した例



専用の木箱とソーラー
パネルを使用した例

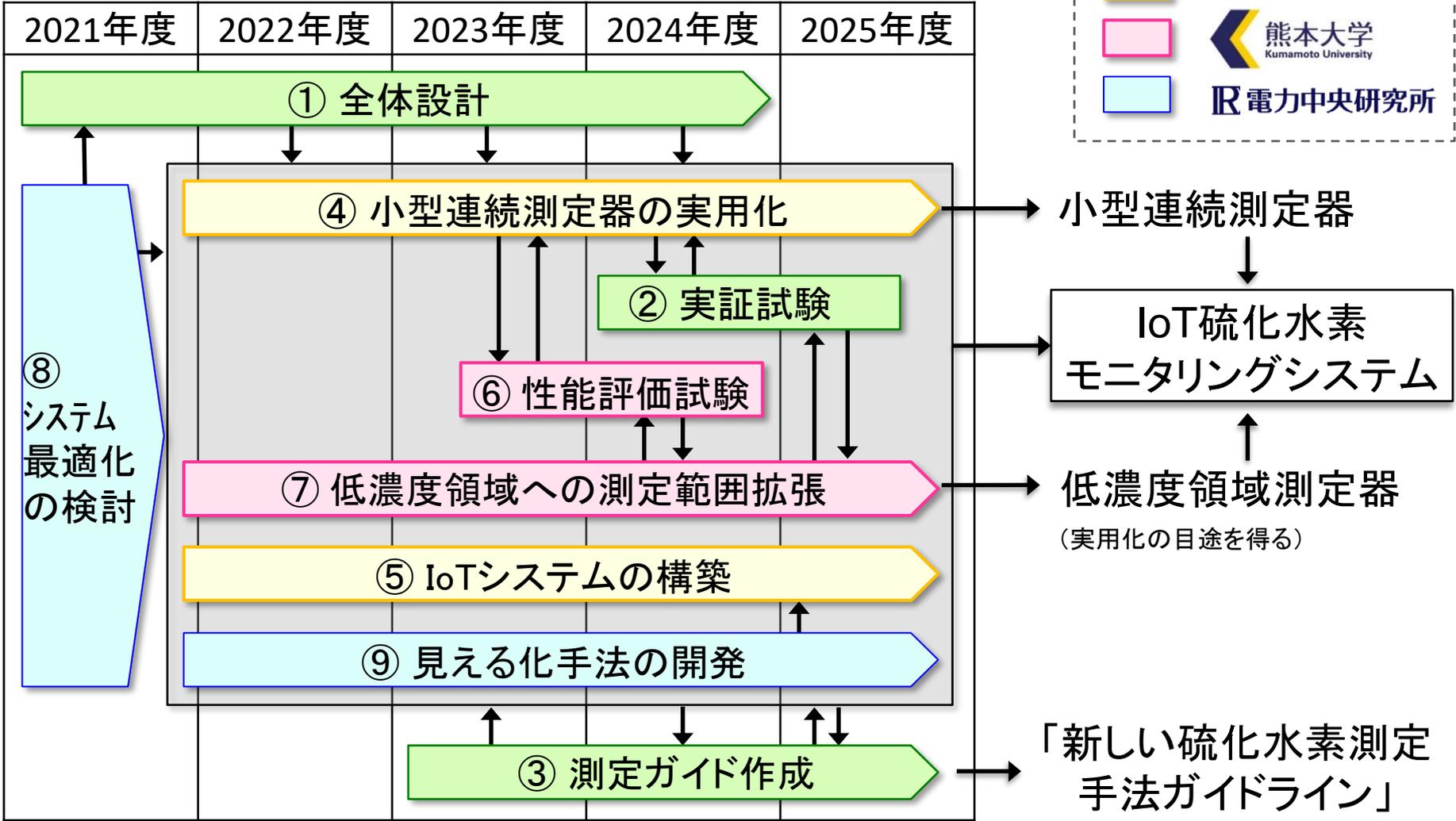


クラウド画面の例(一部加工)

実施フロー

分担企業等

-  Tohoku Ryokka Kankyohozon
-  GASTEC
-  熊本大学
Kumamoto University
-  電力中央研究所



主な進捗状況(フローの①～③)

① 全体設計

- ✓ システムの仕様決定(構成、機能等)
⇒ 試作機の試験測定／使い勝手を検証
- ✓ 対象とする濃度範囲の検討
⇒ 基準妥当性検討調査などに着手
- ✓ IoTシステムの通信方式を選定
⇒ 山間部で比較試験を実施
- ✓ プロジェクトの統括管理
⇒ 開発推進委員会(2021年8月、2022年3月)、
共同開発研究4社打合せ などの実施

③ 測定ガイド作成 【2023年度～】

- ✓ 今後、実証試験の結果等を踏まえて、
先行研究の成果「新しい硫化水素測定
手法のあり方(素案)」を改良

⇒ 測定手法の「ガイドライン」とりまとめ
(「発電所アセス手引き」への採用を目指す)

② 実証試験

- ✓ 候補地の選定
(地熱発電所1箇所、温泉地1箇所)
⇒ 予備調査を実施

⇒ 2024・2025年度の実証試験に向け、
今後具体的な計画を作成

■ 通信試験の状況

- 3G/LTE
- LPWA
- 衛星通信



■ 実証試験予備調査の状況(温泉地)

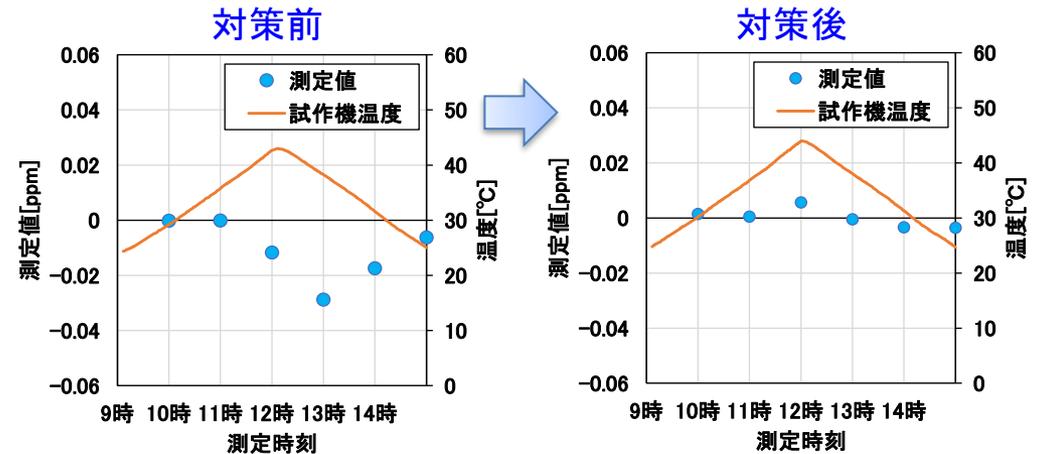


主な進捗状況(フローの④～⑤)

④ 小型連続測定器の実用化

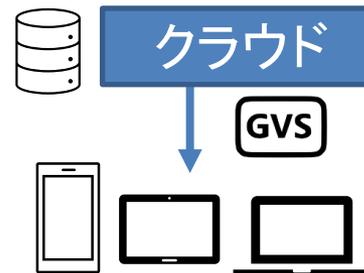
- ✓ 先行研究で得られた測定誤差に関する課題を解決(温度影響など)
- ✓ 試作機による現地試験を踏まえた使い勝手の向上

⇒ 2022年度は実証機を製作
⇒ 今後、性能試験等を実施
(測定範囲:0.01～5 ppm程度)

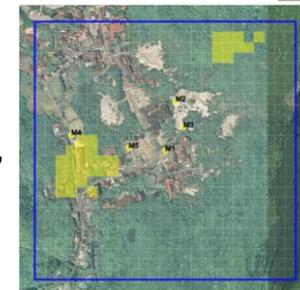


⑤ IoTシステムの構築

- ✓ 通信方式の決定/テスト通信の完了
 - 標準通信システム ⇒ セルラーLPWA
 - オプション ⇒ インマルサット衛星通信
- ✓ WEBアプリケーションの構築に着手



実証機
の例



地形図上に
濃度を表示

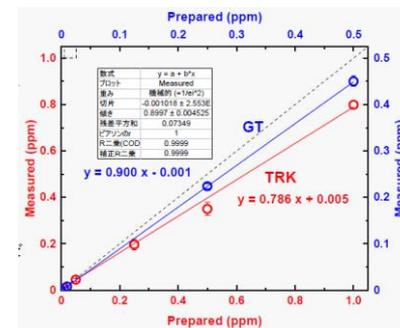
⇒ 今後、気象データを含めた遠隔モニタリング試験を実施

主な進捗状況(フローの⑥～⑦)

⑥ 性能評価試験

✓これまで困難であった硫化水素の低濃度域での調製を達成し測定器を評価する
⇒ ガス希釈混合装置のテストを実施／課題を抽出

⇒ 今後、装置を改良し、再試験を実施
⇒ 2023年度に小型連続測定器の性能評価を予定



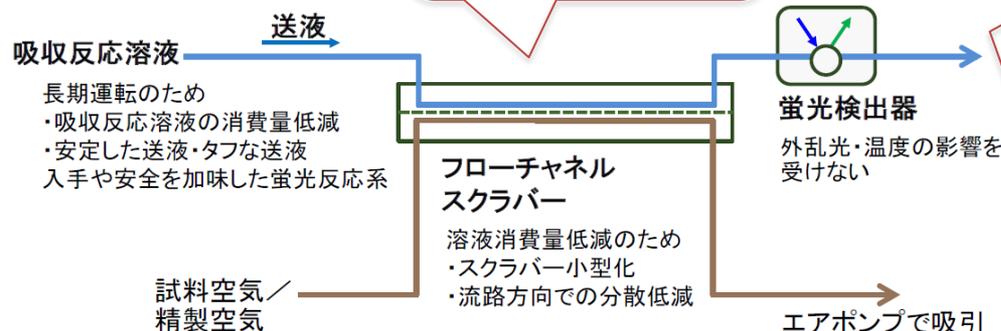
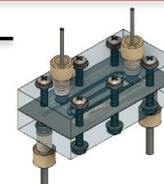
⑦ 低濃度領域への測定範囲拡張

✓ 開発実績のあるケミカルデバイス技術を用いたガス分析システムをベースに、反応系、検出器、捕集デバイス等を検討

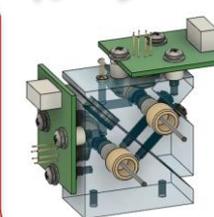
⇒ 現地測定テストを実施し、16時間連続測定で数ppb程度の硫化水素を検出



スクラバーの開発イメージ



蛍光検出器の開発イメージ



⇒ 環境アセスメントや様々な用途に適した性能に向け試行を継続

主な進捗状況(フローの⑧～⑨)

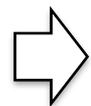
⑧ システム最適化の検討

- ✓ 環境アセスメント以外の硫化水素測定条件や需要を調査

⇒ 以下のニーズを検討

- 小規模地熱発電所
- 噴気試験
- 金属腐食対策
- 臭気対策
- 温泉地の大気環境
- 火山ガス
- その他

- ✓ 条件に合う実証試験適地を検討



【2021年度に完了】

- 様々な分野の需要に応じたシステム仕様の最適化を検討
- 実証試験の候補地を抽出



⑨ 見える化手法の開発

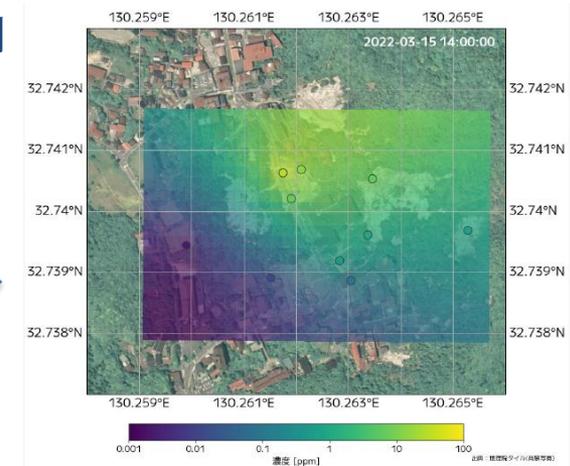
- ✓ 実測値から濃度分布を推定する最適なシミュレーション手法を検討

⇒ 開発方針の設定／以下を組み合わせで開発

- クラウドへの負荷が少ない補完ベース手法
- より高精度なCFDベース手法

出力の例
(小数地点による
仮のイメージ)

地点	ppm
A	0.02
B	0.09
C	0.10
D	0.05



リアルタイムに面的な濃度分布を推定するシステムの構築に向け開発を継続

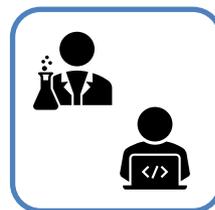
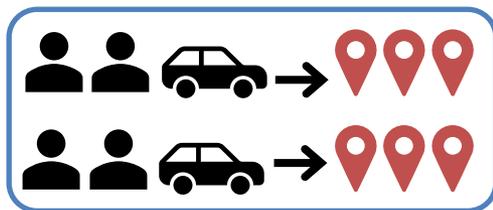
IoT硫化水素モニタリングシステムの特徴とメリット

項目	メチレンブルー吸光光度法(現手法)	IoT硫化水素モニタリングシステム(開発中)
測定原理	試料を発色させ吸光度を測定し検量線を基に定量	定電位電解式センサ、独自の湿式ケミカルデバイス技術
測定時間	1時間毎 (流量1 L/minで大気を吸収液に吸引)	1~2分間の高い時間分解能での連続測定 (校正時間を除く)(吸引流量:0.15L/min)
可搬性	1地点あたり50kg以上の大気採取機材を数人で運搬	片手で持てる程度の可搬性に優れた形状・重量
手順	吸収液(試薬)等準備 → 現地で大気採取 → 室内で分析	現地測定 (クラウドにより遠隔でデータ取得可能)
電源	大気採取装置に自動車等バッテリー等が必要 (屋外では最長24時間程度までが現実的)	小型連続測定器は単三電池4本で2~3日連続測定可能(外部バッテリーも併用化)
使い勝手	大気採取容器がガラス製で割れやすく危険	コンパクトで頑丈な外箱と簡易な操作のスイッチ類を採用
人員	大気採取・化学分析に関する専門性の高い技量が必要	一般的な環境調査の技量で対応可能

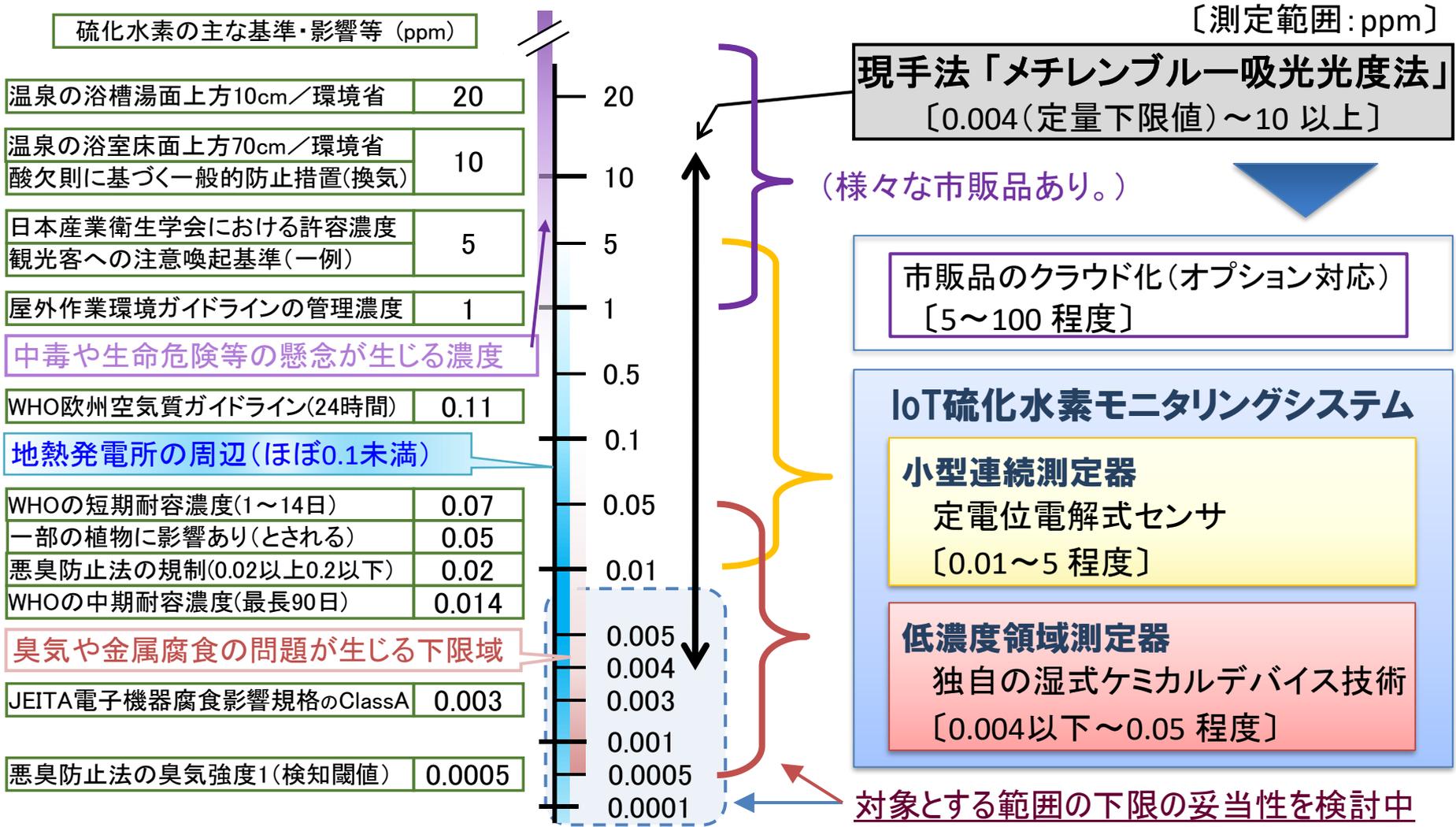
■ 環境アセスメントにおける6地点 × 24時間測定の例(イメージ)

吸収液(試薬)等準備 → 現地で大気採取 → 室内で分析

現地測定(クラウドにより遠隔でデータ取得可能)



対象とする濃度範囲



様々な分野における試験測定の実施状況

◆ 環境アセスメント・運転中の地熱発電所のモニタリング

- 氷点下でも正常に動作することを確認
- 直射日光の遮蔽や盗難防止、吸引口の保護などの課題への対応を検討



◆ 噴気試験

- 環境保全対策に適した測定濃度範囲の確認
- AC電源なしで噴気期間中の連続測定が可能と確認



◆ 温泉地の大気環境、金属腐食対策

- 6ヶ月間以上の連続測定に成功
- バイナリー発電所の金属腐食対策の効果を確認する測定試験を継続中



実用化に向けた当面の主な取り組み

◆ 実証機の性能評価

- 低濃度のガスによる性能評価試験の手法構築
- 現行のメチレンブルー吸光光度法との並行測定による検証



◆ 環境アセスメントへの適用

- 上記並行測定結果の公知化・関係省庁等への働きかけ
⇒「発電所に係る環境影響評価の手引」(経済産業省)への採用を目指す

◆ 測定対象とする濃度範囲の最適化

- 健康への影響を評価するために適用する基準の選定 (硫化水素は環境基準が定められていない)
⇒環境アセスメントで測定が必要な濃度範囲の見直しを提案
- 様々な分野のニーズに応じた測定濃度範囲の設定

◆ 様々な分野への普及促進

- ニーズの深堀り・整理と試験測定の実施によるPR
 - ✓ 小規模地熱発電所のモニタリング
 - ✓ 噴気試験
 - ✓ 植物への影響研究
 - ✓ 金属腐食対策、臭気対策、火山ガス測定、他



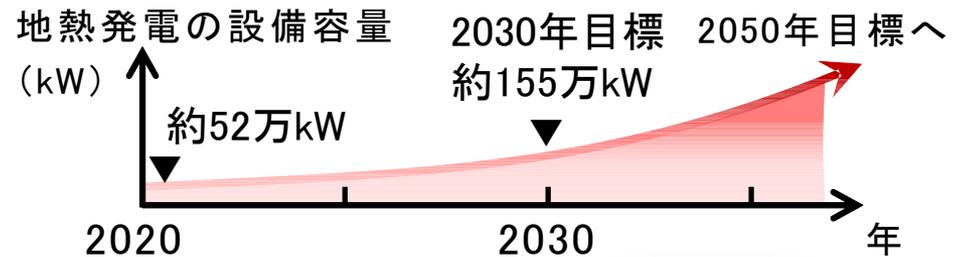
今後のスケジュール

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 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	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
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)			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		新しい測定手法ガイドライン(案)の完成	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		

地熱発電所の導入加速化に向けて

➤ エネルギー基本計画の電源構成目標¹⁾

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を、2030fy迄に約3倍に。



➤ 環境省の地熱開発加速化プラン²⁾

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)

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