

NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025 プログラムNo.1-4

新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業
フェーズB(再生可能エネルギー熱利用促進分野)

水蒸気／温排水の排熱を利用した熱電発電による 空冷型自立電源システムの開発

発表：2025年7月17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 谷田 宏

*団体名 (株) Eサーモジェンテック

問い合わせ先 E-mail: inq@e-thermo.co.jp TEL: 06-6170-5535

1. 目的

温泉源泉管理、地熱発電、各種工場/発電所等からの水蒸気/温排水の廃熱を利用した熱電発電による空冷式自立電源システムの開発

2. 期間

2023年1月13日 ～ 2025年1月31日

3. 目標（中間・最終）

これまで廃棄されてきた、150℃以下の水蒸気・温排水の配管に装着し電気エネルギーを実用的なコスト性能比で回収する

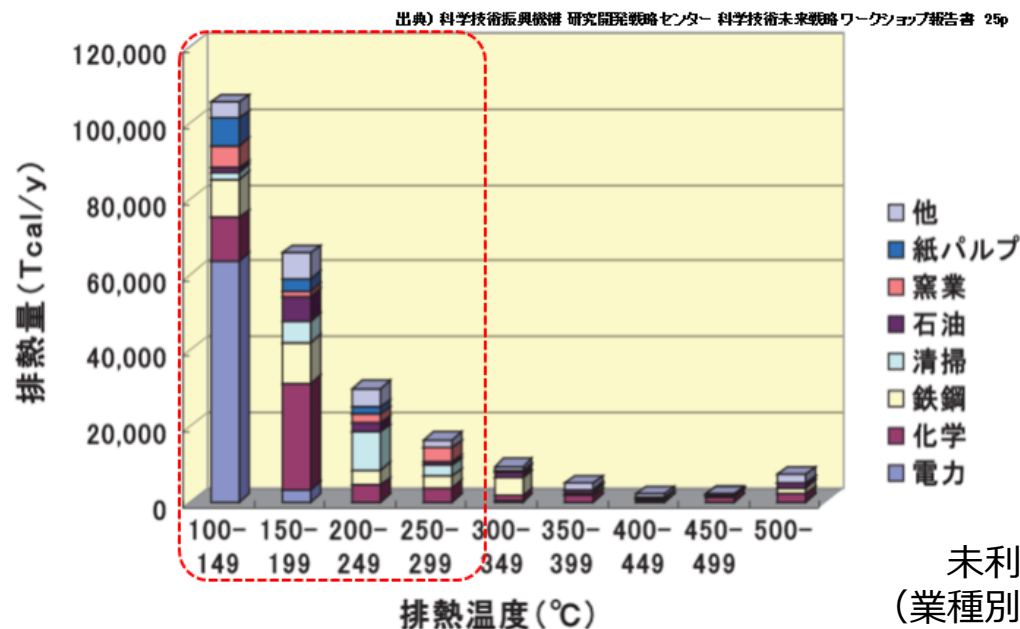
4. 成果・進捗概要

今回の遠隔地対応の為、BMS導入しメンテナンスを効率化、腐食性雰囲気での信頼性の向上施策に対し、今後現地でのPoCを実施させて頂き検証を行う

背景、目的

【背景】

- 年間約200G k Whの莫大な量の**低温廃熱（300℃以下）**が、
社会の至る所で、環境中に放出
- 独自の熱電発電技術により、その一部を電力として回収
⇒ 地球温暖化やSDGsに対する取り組みとして貢献
⇒ 本事業では、**150℃以下の温排水/水蒸気による
低温排熱回収**に注目！



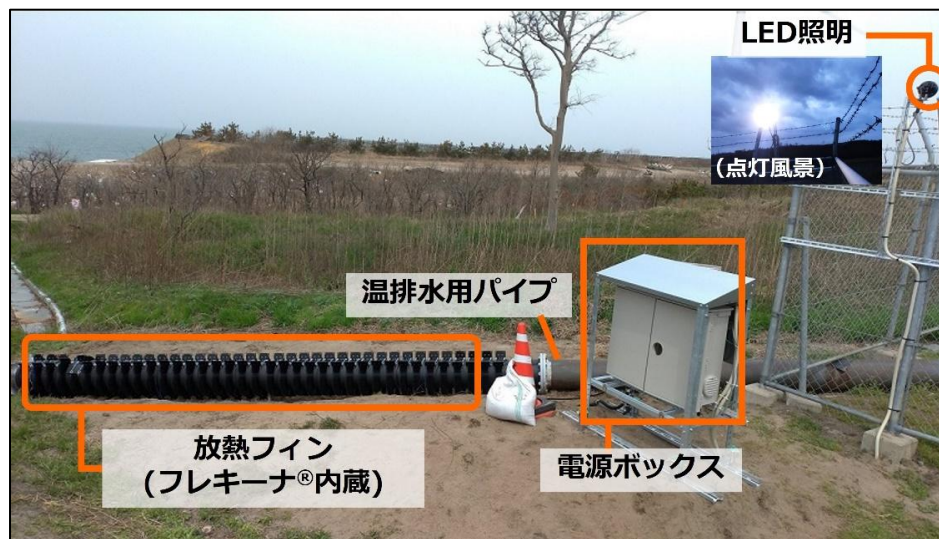
未利用低温廃熱の現状
(業種別温度別ガス排熱量)

背景、目的

水蒸気/温排水の廃熱を利用した熱電発電による空冷式自立電源システムの開発

- ◎ これまで廃棄していた**水蒸気や温排水の配管に簡単に装着**し、電力回収可能
- ◎ 高価な**電源ケーブルの敷設が不要**（屋外でも簡単に電力が得られる）
- ◎ **自然空冷で動作が可能**（水冷配管の敷設は不要）
- ◎ 設置数の変更（拡大・縮小）が容易で、**スケーラビリティに優れる**
- ◎ **小さな設備投資とメンテナンスコスト**での設営が可能

	配管空冷型自立電源システム
出力	・12V、20～40W/m（熱源と周囲温度差;60℃～80℃） （配管径 267.4mmφ(250A)）
用途	・LED 照明、カメラ、通信モジュール、マイコン、 各種センサ等用自立電源（消費電力：10～12W）
対応配管	・水蒸気、温排水等用配管 250A（267.3mmφ）
周囲環境	・環境温度：-5～40℃ ・屋内/屋外使用可能
装着方法	・熱源配管に巻き付け装着
構成	・放熱フィン付き「フレキナー®」搭載熱電発電ユニット ・電源回路（12V 出力） ・BMS 付き二次電池（標準容量 150Wh）



背景、目的

【目的】

温水を活用した空冷式の自立電源システムの要素技術を確立させたが、多くの再生エネルギーの場所は山間僻地であり、遠隔地、地熱発電・温泉地の環境下での使用では以下の課題があった

地熱発電用、温泉地用に向けたS1-P3の課題解決

- 1、遠隔地対応用のため、BMSを導入しメンテナンスを効率化
- 2、硫化水素ガス等、腐食性雰囲気での信頼性の向上

■ 具体的開発内容：

項目	目的と対応
BMS電源開発	地熱発電所など遠隔地で使用を考慮した、二次電池システムの常時状態監視機能開発
信頼性対策	温泉地や地熱発電所での使用を想定した腐食ガス、塩害対策

開発目標・開発項目・実施内容

開発項目	目標	実施内容
①「フレキーナ®」搭載水蒸気/温排水配管装着用空冷式自立電源システムの開発	塩水噴霧試験で2400h以上(10年相当)、 腐食ガス試験でシステム稼働年数10年相当を達成	・防錆対策 ・信頼性評価実施
(a)熱電発電ユニットの発電高効率化と高信頼性化検討		
(b)作業性、メンテナンス性の検討		
② 電源回路&モニタリングシステムの開発	自立電源システム仕様確立	・MPPT制御搭載電源完成 ・照明駆動確認
(a)最大発電量を取得できる自立電源システムの開発		
(b)モニタリングを活用したメンテナンス方法の確立		
③ 二次電池のバッテリーマネジメントシステムの開発	二次電池システムの常時状態監視機能の開発による高信頼性、高メンテナンス性の確保	・自立電源バッテリーマネジメントシステム搭載 ・遠隔地からバッテリー状態の確認可能
④ 本空冷式自立電源システムのマーケティングと事業計画の策定	温泉、地熱発電所、工場、その他の発電所等の顧客ニーズの把握	・温泉地、地熱発電所等ニーズ調査
(a)顧客ニーズを把握、目標仕様決定		
(b)事業計画を策定し、顧客を明確化		

研究スケジュール

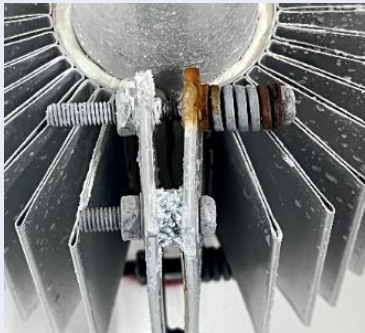
開発項目	2022年度	2023年度	2024年度
①「フレキナー®」搭載水蒸気/温排水配管装着用空冷式自立電源システムの開発	高効率化検討・実験		
(a)熱発電ユニットの発電高効率化と高信頼性化検討	防錆対策、信頼性確認		
(b)作業性、メンテナンス性の検討	システム確認実験		
② 電源回路&モニタリングシステムの開発	電源設計、試作		
(a)最大発電量を取得できる自立電源システムの開発	システム確認実験		
(b)モニタリングを活用したメンテナンス方法の確立			
③ 二次電池のバッテリーマネジメントシステムの開発	BMS開発	電源回路組み込み	
④ 本空冷式自立電源システムのマーケティングと事業計画の策定	マーケティング調査		
(a)顧客ニーズを把握、目標仕様決定			
(b)事業計画を策定し、顧客を明確化			

研究成果-1 (高信頼性対応：塩水)

①「フレキーナ®」搭載水蒸気/温排水配管装着空冷式自立電源システムの開発

■ 複合サイクル試験

項目	内容
準拠規格	JIS C 60068-2-52
塩水濃度	5%
塩水噴霧環境	35℃ 2h
乾燥環境	60℃ RH30% 4h
湿潤環境	50℃ RH95% 2h
サイクル数	60サイクル

施策	2023年度	2024年度
関連部材	防錆処理無し	防錆処置あり
結果		



- 60サイクル(20日) の試験実施
- 部材の防錆対策により個別の錆は改善
- 異種金属接合部の錆は残る
⇒ **ゴムや樹脂等絶縁材を挟むことで対策可能**
- モジュール出力変動なし

研究成果- 2

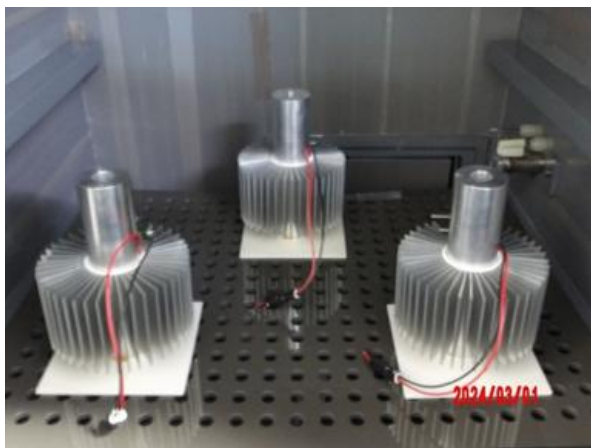
(高信頼性対応：硫化水素)

①「フレキーナ®」搭載水蒸気/温排水配管装着空冷式自立電源システムの開発

■腐食ガス試験

項目	内容
準拠規格	JIS C 60068-2-43
H2S濃度	10ppm
試験温度	40℃
試験湿度	80%
試験時間	2023年：96h 2024年：504h

施策	2023年度	2024年度
関連部材	防錆処理無し	防錆処置あり
試験時間	96h	504h
結果		

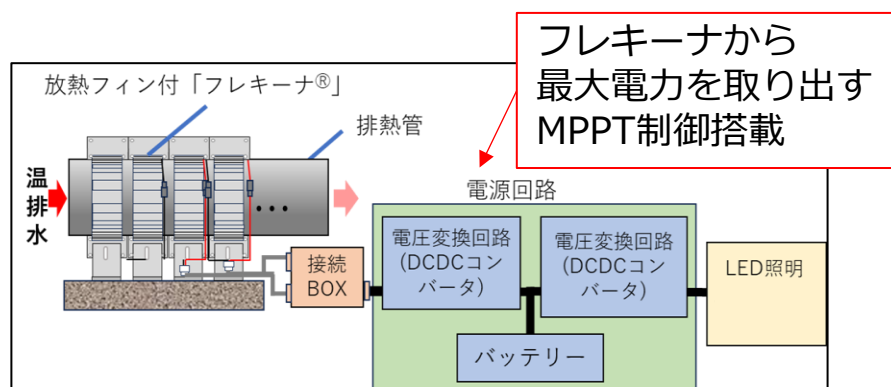


- 504hまで試験実施
- 防錆対策品で錆の発生はなし
- モジュール出力変動なし

研究成果-3

②電源回路 & モニタリングシステムの開発

■ 自立電源システムの構成で動作確認



「フレキナ®」搭載空冷型自立電源システムの基本構成

同様の構成を
実験室で再現

実験室状況



実験室環境下での測定

- ・ 無風の状態
- ・ 地面への足のない状態

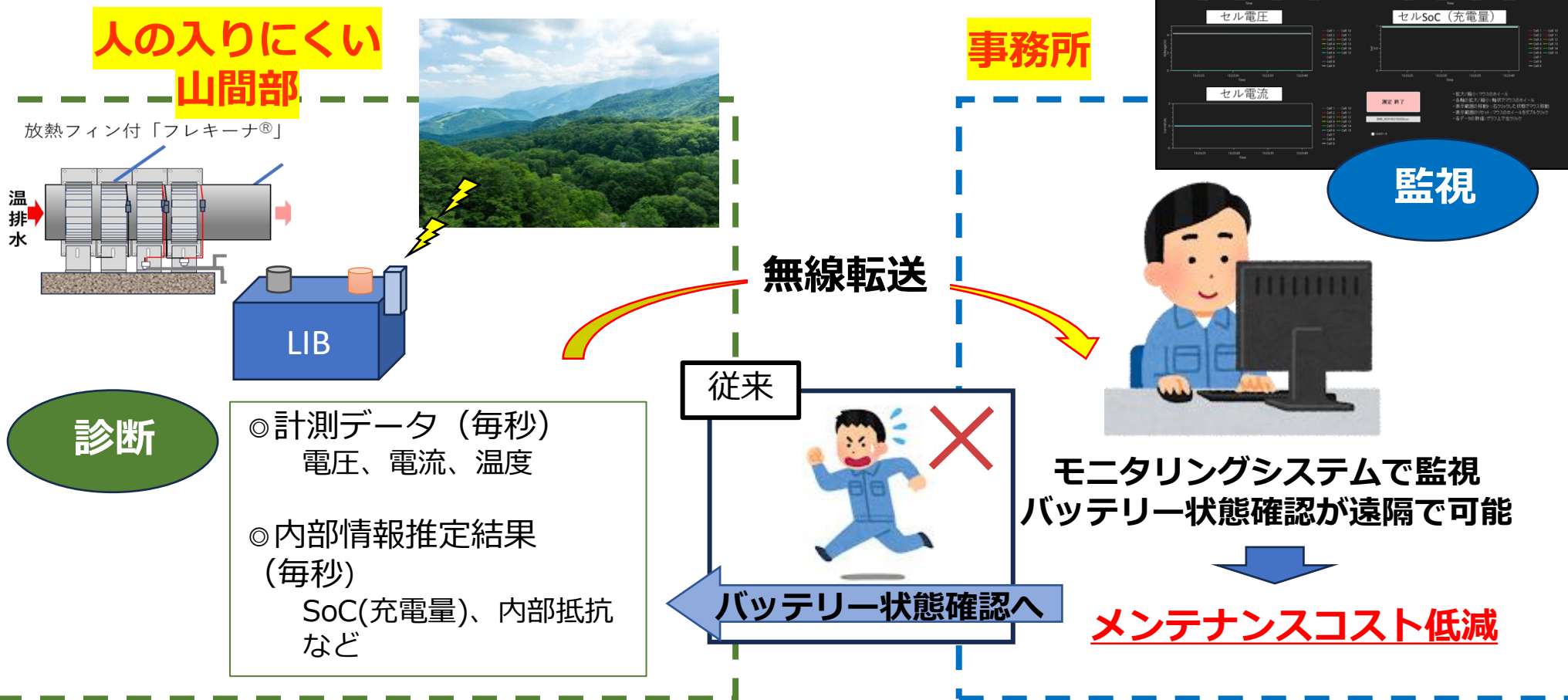
LEDが夜間何Wまで点灯か動作確認

温度差60℃、実験室内で6.5W LED照明の点灯を確認
屋外環境下では、目標の10W以上の動作を達成

研究成果-4

③二次電池のバッテリーマネージメントシステム（BMS）の開発

遠隔からバッテリー状態の確認可能な、
BMSを組み込んだモニタリングシステム



研究成果- 5

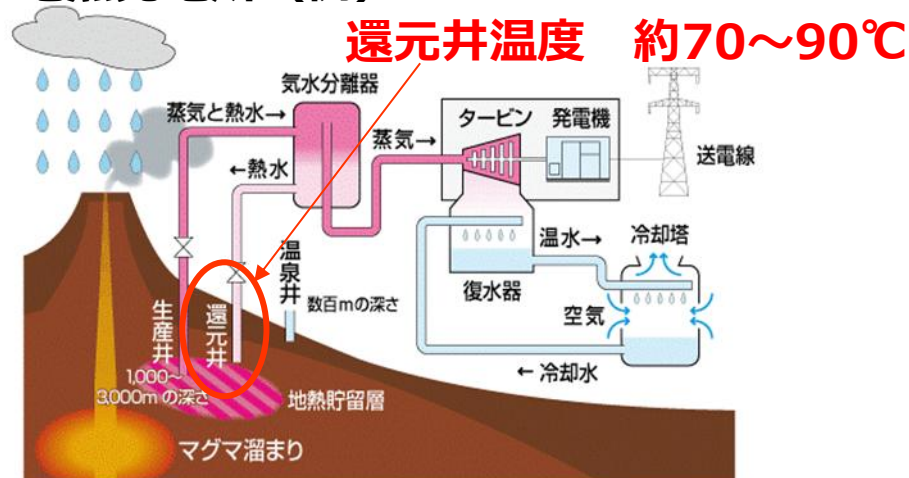
■ 本研究のBMSと従来のBMSとの比較

	従来のBMS	今回開発のBMS
SoC（充電量） 推定	ホスト側でバッチ処理 決まったタイミングのみ推定	電池側でリアルタイム処理 ・即時 状態把握可能 ・即時 制御可能（将来）
内部抵抗推定	劣化や温度変動に非対応 →SoC推定の精度が劣化	劣化や温度変動に対応 →常に高精度のSoC推定
内部抵抗の 劣化診断	バッテリーを取り出して 実験室で行う 常時診断不可能	常時診断可能
監視	ローカルや有線のため、 遠隔監視は不可能	無線により遠隔監視可能
機械学習	適用無し	適用可能 →最適制御システムへ（将来）

研究成果- 6

④本空冷式自立電源システムのマーケティングと事業計画の策定

■地熱発電所（例）



■応用イメージ



JOGMECより引用(<https://geothermal.jogmec.go.jp/information/geothermal/mechanism/mechanism2.html>)

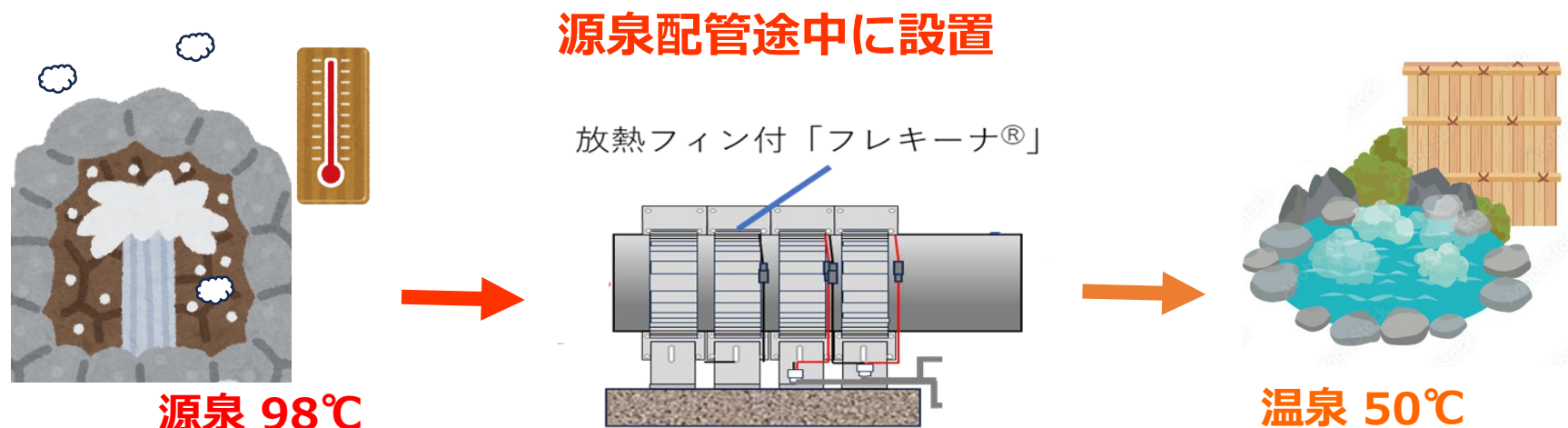
発電所名	敷地面積 (ha)	認可出力 (kW)	最大電力 (kW)	蒸気量 (t/h)	生産井		還元井		備考
					本数	掘削深度(m)	本数	掘削深度(m)	
1 森	20.97	50,000	18,000	151	10	736 ~ 3,250	10	498 ~ 2,383	○
2 大沼	2.75	9,500	7,300	75	7	1,397 ~ 2,030	3	636 ~ 1,200	○
3 澄川	18.82	50,000	47,700	257	9	1,552 ~ 2,512	13	1,104 ~ 2,449	◎
4 松川	10.83	23,500	17,500	90	11	859 ~ 1,600	0	—	◎
5 葛根田 1号	6.74	50,000	20,200	183	16	350 ~ 1,820	17	350 ~ 2,000	◎
6 葛根田 2号	11.17	30,000	18,000	170	7	1,763 ~ 3,003	16	461 ~ 2,000	◎
7 上の岱	9.14	28,800	26,800	175	12	1,003 ~ 2,228	3	1,094 ~ 1,850	◎
8 鬼首	13.93	15,000	15,200	150	9	350 ~ 1,445	8	606 ~ 800	◎
9 柳津西山	24.77	65,000	54,100	382	20	1,560 ~ 2,699	2	1,459 ~ 2,506	◎
10 八大島	1.15	3,300	2,491	24	1	1,650	1	82	◎
11 八丁原 1号	37.29	55,000	54,860	357	9	759 ~ 2,308	6	1,350 ~ 1,903	○
12 八丁原 2号	154.23	55,000	54,830	291	9	1,050 ~ 3,031	4	1,123 ~ 1,903	○
13 八丁原パナソー	—	2,000	2,020	15	1	1,700	—	—	○
14 大岳	15.32	12,500	11,980	106	4	372 ~ 1,562	5	565 ~ 1,501	○
15 滝上	41.84	27,500	24,850	266	6	1,104 ~ 2,707	8	1,339 ~ 2,811	○
16 大霧	29.76	30,000	29,600	253	12	987 ~ 3,097	4	808 ~ 1,598	○
17 山川	15.78	30,000	17,500	99	7	1,800 ~ 2,103	9	990 ~ 2,505	○

- 主要な地熱発電所の還元井は多くの本数所有
- 還元井の配管は総延長1~4km
- 還元井の配管に巻き付けて発電、IoTセンサ、照明、監視カメラ等の設置可能

研究成果- 7

④本空冷式自立電源システムのマーケティングと事業計画の策定

■温泉地(例)



■応用イメージ

- 各種センサ
(流量計、温度計等)



- LED照明



- 端末機器充電



イラスト <https://www.irasutoya.com/>
<https://stock.adobe.com/jp>

今後の技術課題、まとめ

現地における実地試験と量産化を見据えた課題抽出と改善実施

課題		対策
①	現地でのPoC実施 ・ 現地における信頼性確認 ・ 周辺環境依存性調査 ・ 遠隔地対応監視機能確認	・ PoCによる課題抽出・対策、改善
②	メンテナンス方法の明確化	・ PoCによる課題抽出と改善、対応
③	発電ユニット、部材等の標準化	・ 最終仕様の決定
④	顧客ニーズ、海外市場把握	・ 顧客ニーズ、海外市場調査

	2025年度	2026年度	2027年度
①現地でのPoC実施	事前準備 → 準備・現地での設置	PoCによる課題抽出・対策	
②メンテナンス方法の明確化	フェーズC審査	PoCによる課題抽出・対策	実用化
③発電ユニット、部材の標準化		ユニット、部材標準化	
④顧客ニーズ、海外市場調査		顧客ニーズ、海外市場調査	