

# NEDOの地熱発電研究開発の取り組み

2023年02月02日

2022年度新エネルギー部成果報告会

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構  
新エネルギー部 熱利用グループ

# NEDO地熱事業概要



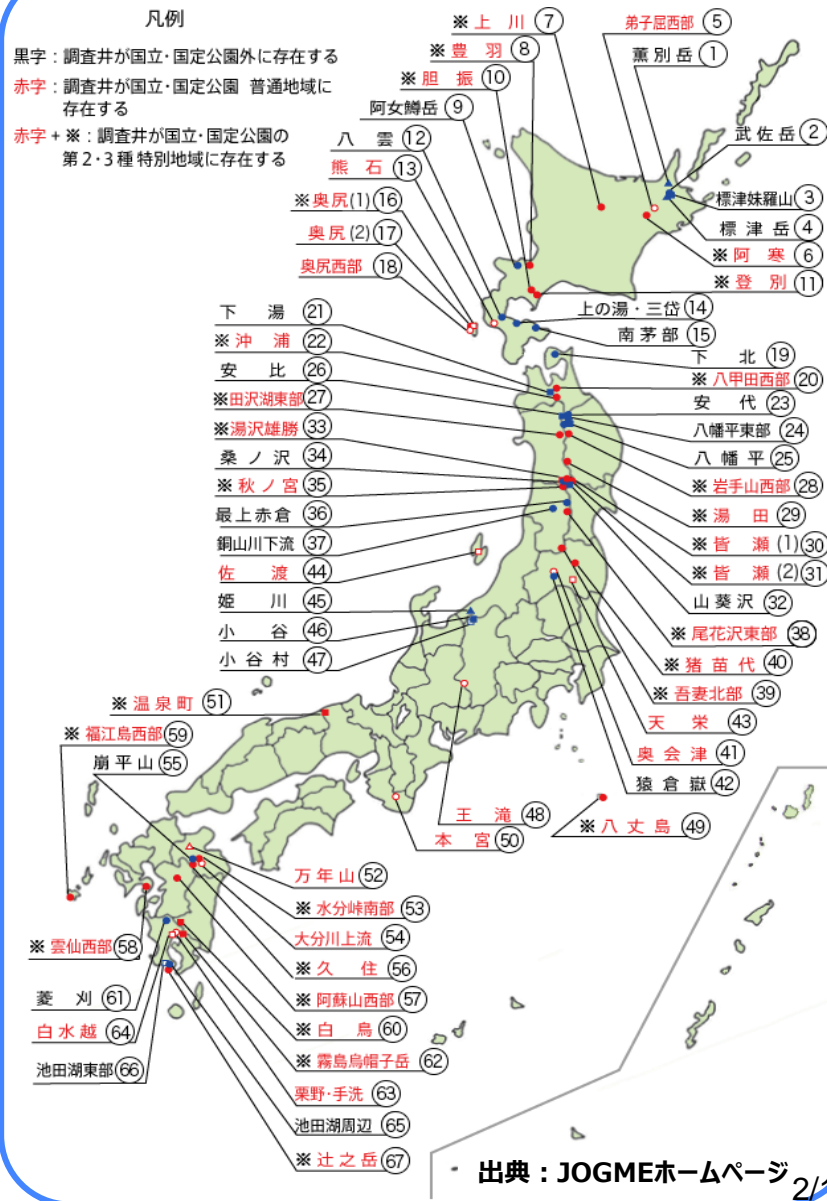
・NEDOは1980年の設立時から、エネルギー国策（サンシャイン計画、ニューサンシャイン計画）に従い、地熱資源探査、探査技術、坑井掘削技術、生産技術などの研究開発により、地熱開発の導入・促進を牽引。

・1980～2009年に全国67地域において地熱開発促進調査を実施し、全国の地熱ポテンシャルを確認。その成果がこれまでの地熱発電所の運開に大きく貢献。

・1988年度地熱探査技術等検証調査(仙岩地域)の噴気試験で約20MW出力相当の蒸気量（国内最高）を確認。

・1995年度深部地熱資源調査(葛根田)で国内最高温度500℃を推定。

## 地熱開発促進調査の実施地域



【地熱探査技術等検証調査】  
秋田県澄川地域N61-SN-7D  
(3,000m)での長期噴気試験にて  
蒸気流量194t/hを記録。  
出典：三菱マテリアル(株)

- 2012年度のFIT制度施行を受け、2013年度より地熱発電の導入拡大を推進するため、地熱研究開発事業を再開。
- 2010年度「独立行政法人の事務・事業の見直しの基本方針」（2010年12月閣議決定）を踏まえ、2012年度から地熱資源開発・調査業務はJOGMECへ移管。
- 地熱利用技術開発に係る業務は、引き続きNEDOが実施。

FY2013～2020

## 地熱発電技術研究開発

- 高機能地熱発電システムの機器開発
- 小型バイナリー発電システム開発
- 環境保全対策技術開発
- 高度利用化技術開発
- 地熱発電革新的技術開発
- 超臨界地熱の実現可能性調査  
(FY2017)

2021

FY2018～2020

## 超臨界地熱発電 技術研究開発

- 超臨界地熱資源評価
- 調査井資材等の開発
- 貯留層「リング」手法開発

FY2021～2025

## 地熱発電導入拡大研究開発

- 超臨界地熱資源技術開発
- 地熱発電高度利用化技術開発
- 環境保全対策技術開発

# 地熱発電導入拡大研究開発の実施内容・目標



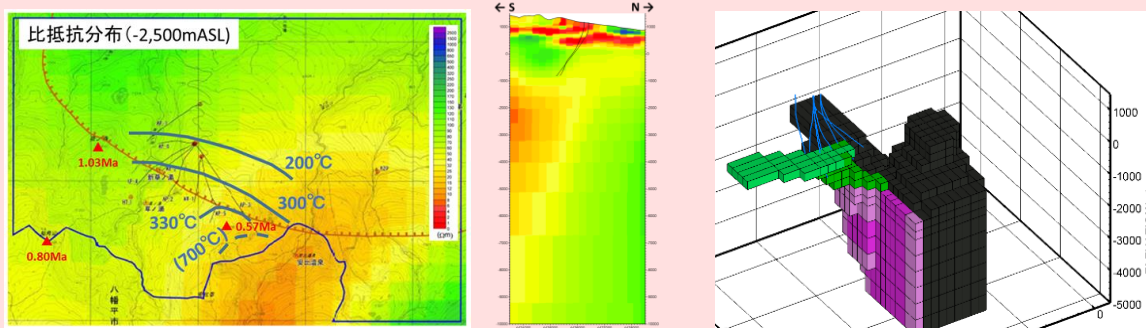
研究開発項目	実施内容	目標
①超臨界地熱資源技術開発	地表調査（地質、地化学、物理探査等）及び地熱構造調査試錐を行うことで、地下5km以浅に超臨界水領域の（或いはそれに準じる）地熱資源の賦存を推定し、その資源量を評価するとともに、次フェーズで実施する調査井掘削および噴気試験の仕様を提案する。併せて、深部地熱資源探査手法を開発する。	超臨界地熱資源量評価として、 <u>1地域あたり100MW以上（合計で500MW以上）を提示し、調査井掘削に向けた実施可能な有望域を選定する。</u>
②地熱発電高度利用化技術開発	生産量増大、コスト削減、並びに利用率向上に資する技術開発として、地熱発電設備や地熱貯留層の管理をIoTやAI技術等を利活用し効率化・最適化する手法を開発し、発電原価低減化を図る。	<u>生産量増大、コスト削減、利用率向上等を目指す（それぞれ10～20%）。</u>
③環境保全対策技術開発	環境アセスメントにおける項目（例えば、大気質等）の調査・予測・評価手法を開発する。具体的には①データの質・量を大幅に向上させ、予測・評価の精度を引き上げることに資する硫化水素連続モニタリング装置開発、②気象観測を代替し調査期間を大幅に短縮させるための気象モデル手法開発、を行い、環境保全対策技術の向上を図る。	<u>環境アセスの調査・予測・評価の新たな手法を開発し、環境アセス仕様書「発電所に係る環境影響評価の手引」の改定を支援する。併せて調査解析に係る時間とコストの削減に向けた提案を行う。</u>

# 研究開発項目①：超臨界地熱資源技術開発



## モデルフィールドにおける資源量評価

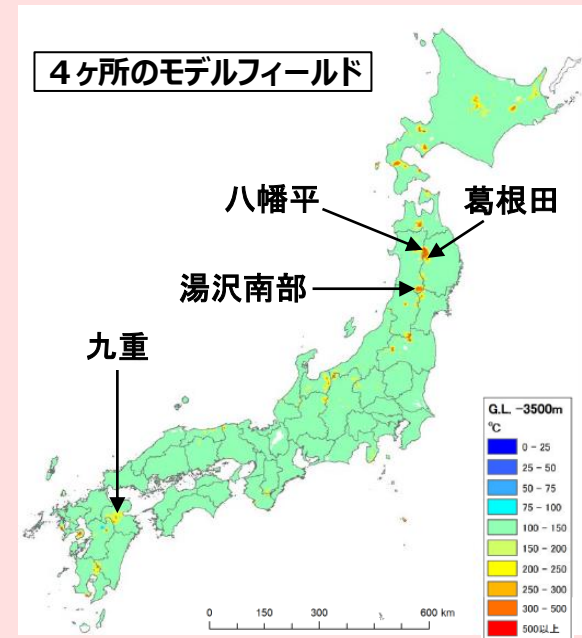
- 前プロジェクトで得られた知見を基に、超臨界地熱資源の賦存が期待される有望地域（八幡平、葛根田、湯沢南部、九重）を対象として、補完地表調査（MT法電磁探査、微小地震観測、反射法地震探査）、物性データ収集（文献調査含む）、地質構造モデル/地熱系概念モデル構築、生産予測シミュレーション等を実施し資源量を評価する。
- 掘削候補地の選定、構造試錐/調査井の仕様検討を行う。



MT法電磁探査に基づく比抵抗解析平面図（左）と断面図（右）

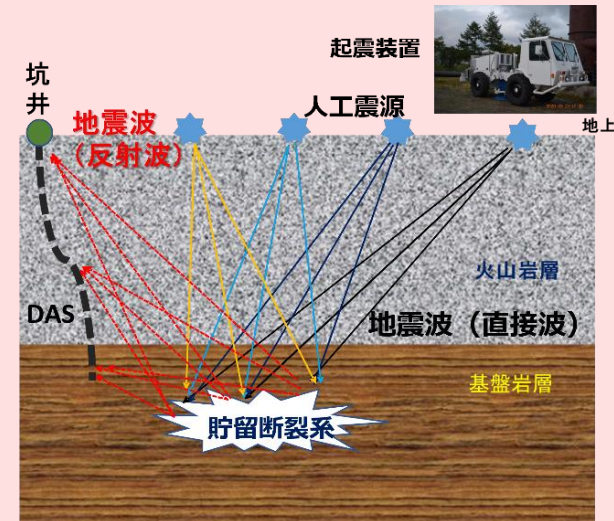
生産予測シミュレーションのための3次元数値モデル

出典：NEDO成果報告書（2019、2021）



## 深部地熱探査手法の開発

超臨界地熱貯留層をイメージする探査手法として、既存地熱井を利用した光ファイバー-DAS（Distributed Acoustic Sensor: 分布型地震計）による弾性波探査の実証試験を行い、既存井より深い大深度においても精度の高い断裂系探査技術を開発する。



光ファイバー-DAS探査手法の概念図

# 「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」



## ① 洋上風力・太陽光・地熱産業 (地熱) の成長戦略「工程表」

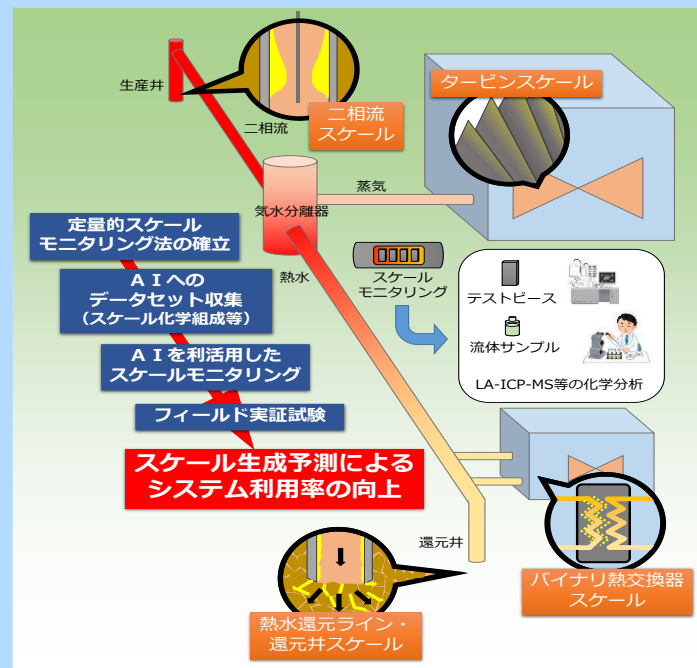
- 導入フェーズ： 1. 開発フェーズ 2. 実証フェーズ 3. 導入拡大・コスト低減フェーズ 4. 自立商用フェーズ
- 具体化すべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
リスクマネー供給、 理解促進		・JOGMECによる地熱資源調査	・JOGMECから事業者への引き継ぎ ・事業者による開発					
			・地熱開発事業者に対する助成金、出資、債務保証等の開発支援					
			「地熱開発加速化プラン」の推進					
			・地球温暖化対策推進法に基づく地熱開発の促進区域の指定					
			・温泉事業者等の地域の不安や自然環境への支障を解消するための科学データの収集・調査を通じ円滑な地域調整の実施					
			・地域の不安払拭や合意形成に資する温泉モニタリングの推進					
関連法令の 運用見直し			・自然公園法の運用見直し（自然公園内における地熱発電等の許可基準及び審査要件の明確化等）					
			・温泉法の運用見直し（離隔距離規制や本数制限等についての撤廃を含めた点検、規制の内容及び科学的根拠の公開、科学的知見を踏まえた考え方や方向性の提示等）					
			・その他の法令等を含めて、随時見直しについて検討し、必要に応じて措置					
次世代型地熱 発電技術 (超臨界地熱 発電技術)			・大深度の掘削技術の開発					
			・強力な酸性・超高温の流体対策（抗井やタービンの腐食防止等）					
			ポテンシャルの調査					
							国内数カ所において、超臨界地熱発電技術を用いた発電実証事業を実施	商用化に向けた調査、開発及び建設（リードタイムを、約10年と想定）

← NEDO事業として実施中

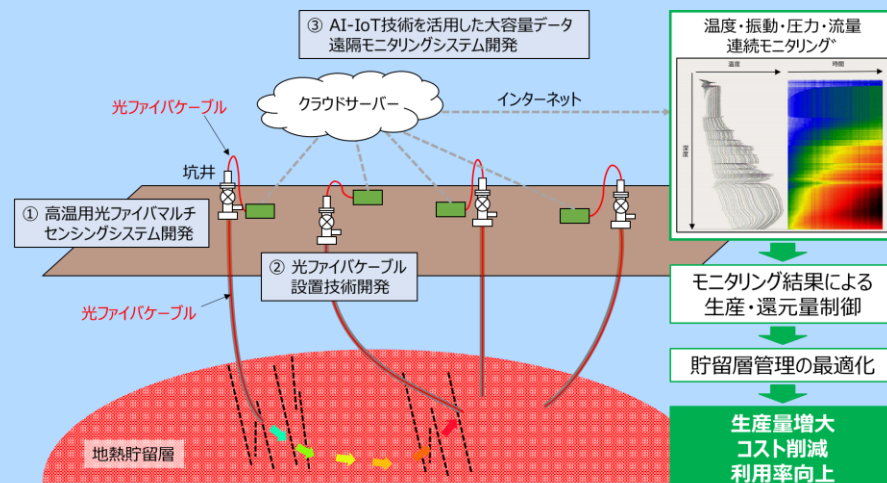
## 発電設備管理手法の開発

- IoT-AIを活用して発電設備と坑井設備・蒸気設備のデータを集約しクラウド上で一括管理することで、最適な運用・保守を実現し、利用率の向上を図る。
- AIによるスケール生成予測技術を確立し、スケールに起因する種々の問題に対し、適時・適切な対策を施す。最適なスケール抑制方法（抑制剤の種類・濃度）を求め対策案を検討する。



## 貯留層管理手法の開発

- AI、統計数理学的手法を用い、蒸気生産データに含まれる目視では検出困難な生産変動に関する情報を抽出し、生産変動の原因を推定。坑内および貯留層での異常を早期に検知し、利用率を向上。
- 最新の光ファイバセンシング技術を駆使したマルチセンシングシステムにより、貯留層モニタリングデータの質と量を向上させ、貯留層管理の最適化、利用率向上、運転コスト削減を図る。



# 研究開発項目②：地熱発電高度利用化技術開発

## 【全体システム設計】

- ・地熱発電システムの持続可能性を維持するためのIoT-AI技術に係る技術開発

## 【設備管理技術】

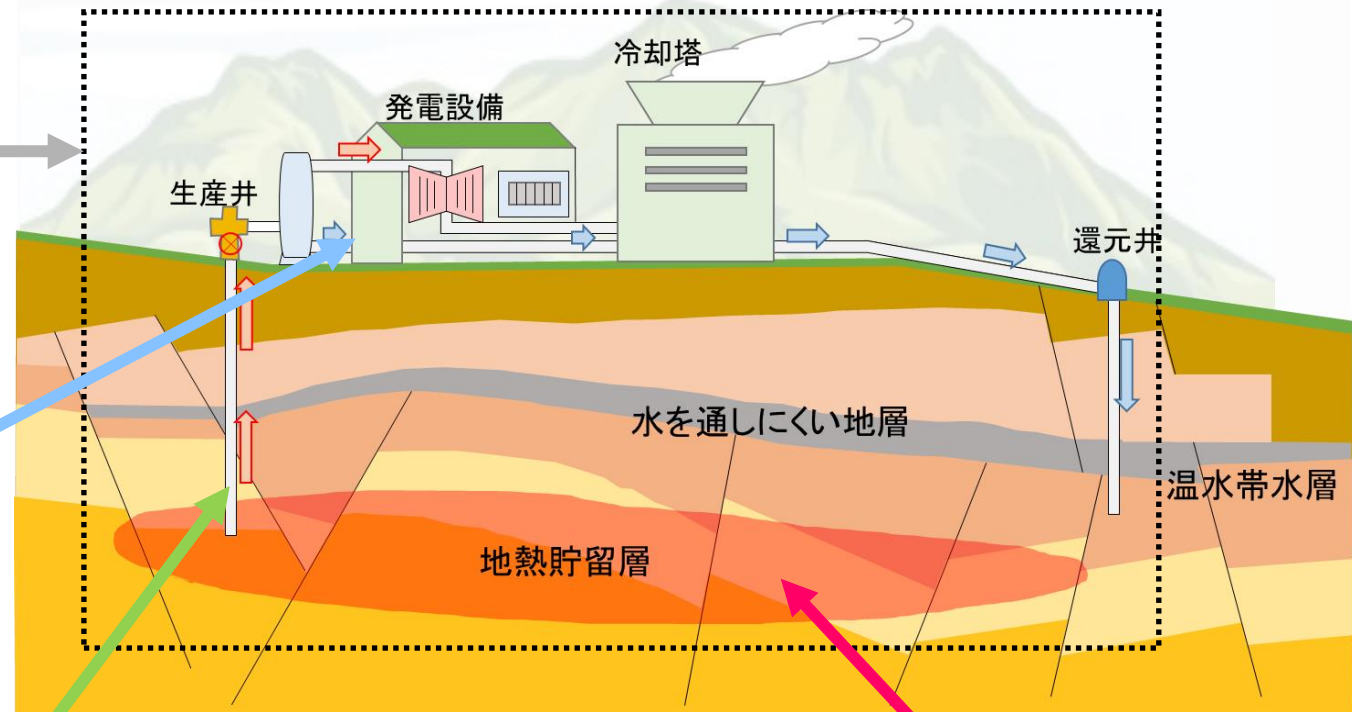
- ・発電設備利用率向上に向けたスケールモニタリングとAI利活用に関する技術開発

## 【坑内計測技術】

- ・坑内異常自動検出AI方式、耐熱坑内可視カメラ（BHS）開発

## 【坑内計測技術（貯留層管理）】

- ・光ファイバマルチセンシング・AIによる長期貯留層モニタリング技術の開発
- ・地熱貯留層の設計/管理のための耐高温・大深度地殻応力測定法の実用化



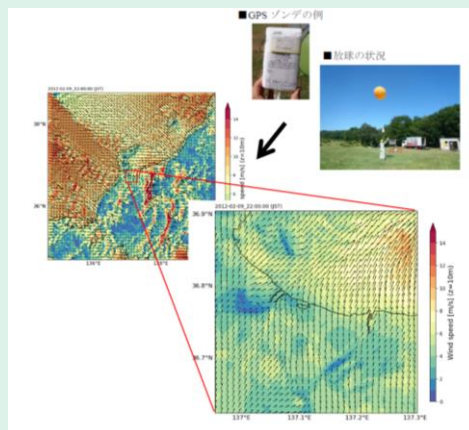
## 【貯留層管理・評価技術】

- ・蒸気生産データのAI処理による坑内および貯留層での早期異常検知技術の開発
- ・AIを利用した在来型地熱貯留層の構造や状態の推定

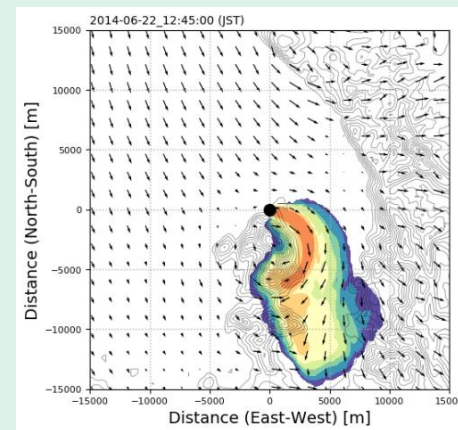


## 気象調査代替手法・大気拡散予測手法の開発

- 従来気象観測を代替する手法として、地熱発電所が多く立地する山間部に適用可能な、**数値気象モデルを用いたシミュレーション手法を開発**することで、環境アセスに係る調査期間の短縮や費用の削減を図る(それぞれ50%以上削減を目標)。
- 気象場の時間的/空間的変化や地形影響を考慮した**大気拡散予測手法を開発**し、アセス手法の高度化を図る。



現地気象調査を気象モデルにより代替



新たな大気拡散予測

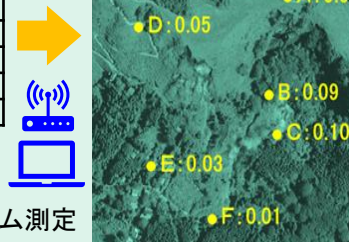
## IoT硫化水素モニタリングシステムの開発

- 定電位電解式センサを用いた実証機を製作し、性能評価・実証試験・改良を経て**高時間分解能で可搬性に優れた小型連続測定器を実用化**。
- IoTを活用して複数地点の測定結果をクラウド上で集約し、リアルタイム遠隔モニタリングを実現(山間部にも対応)。
- シミュレーションにより面的濃度分布を推定し、視覚化する手法を開発。測定から視覚化するプロセスを省力化。



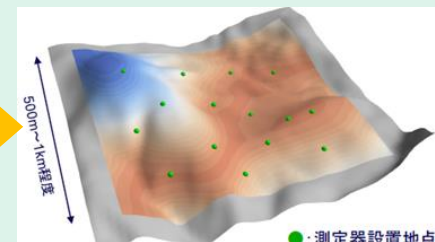
小型連続測定器の実証試験

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



遠隔リアルタイム測定

地形図にプロット



面的濃度分布を可視化

研究開発項目	時間	テーマ名	発表者
超臨界地熱資源 技術開発	12:30~12:45	光ファイバーDASによる超臨界地熱資源 探査技術開発	(一財)エンジニアリング協会
	12:45~13:00	超臨界地熱資源量評価（湯沢南部地域）	日鉄鉱コンサルタント(株)
	13:00~13:15	超臨界地熱資源量評価（八幡平地域）	三菱マテリアルテクノ(株)
	13:15~13:30	超臨界地熱資源量評価（葛根田地域）	(国研)産業技術総合研究 所
	13:30~13:45	超臨界地熱資源量評価（九重地域）	(国)九州大学
地熱発電高度 利用化技術開発	13:45~14:00	地熱発電持続可能性維持のためのIoT-AI 技術開発	地熱技術開発(株)
	14:00~14:15	発電設備利用率向上に向けたスケールモニ タリングとAI利活用に関する技術開発	九電産業(株)

研究開発項目	時間	テーマ名	発表者
地熱発電高度 利用化技術開発	14:15~14:30	AIを利用した在来型地熱貯留層の構造・状態推定	(国研)産業技術総合研究所
	14:30~14:45	蒸気生産データのAI処理による坑内および貯留層での早期異常検知技術の開発	(国研)産業技術総合研究所
	14:45~15:00	坑内異常自動検出AI方式、耐熱坑内可視カメラ（BHS）開発	地熱エンジニアリング(株)
	15:00~15:15	光ファイバマルチセンシング・AIによる長期貯留層モニタリング技術の開発	(株)物理計測コンサルタント
	15:15~15:30	地熱貯留層設計・管理のための耐高温・大深度地殻応力測定法の実用化	(国)東北大学
環境保全対策 技術開発	15:30~15:45	気象調査代替手法および新たな大気拡散予測手法の研究開発	(一財)電力中央研究所
	15:45~16:00	IoT硫化水素モニタリングシステムの開発	東北緑化環境保全(株)



国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

New Energy and Industrial Technology Development Organization