



中部電力

資料 1 2

エバ－
Eavorクローズドループを用いた商業案件
(ゲーレッツリート案件)の概要

2025年4月
中部電力株式会社

Eavor : 当社が出資に至った背景



Eavor Technologies Inc.

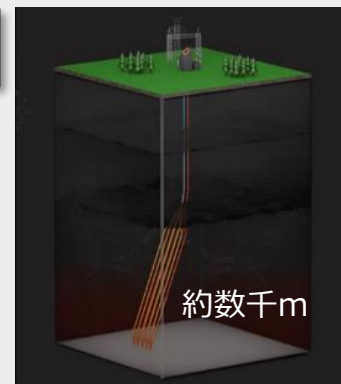
(本社：カナダ・カルガリー)

- ・創立：2017年
- ・代表者：John Redfern
(President & CEO)
- ・事業内容：クローズドループ地熱利用技術の研究・開発,
案件組成, サービス提供等
- ・出資者：Vickers, bp ventures, OMV, **中部電力**,
BDC, Temasek, BHP Ventures,
Canada Growth Fund, Microsoft, 鹿島建設 等



クローズドループ地熱利用技術

- ・地上と地下を繋ぐ網目状のループの中に水を循環させ、地下の熱を水を介して取り出す地熱利用技術
- ・網目部分の裸坑から水が漏れださないように坑壁保護剤でコーティング



将来有望なソリューション提供

- ・熱水・蒸気がない地域でも熱を取り出すことが可能 →幅広いエリアに適用、開発中止のリスクを回避
- ・再エネ・ベースロード電源、負荷変動にも追従可

R&D (研究・開発) の実績

- ・本技術の適用に必要な掘削デザイン・坑壁保護剤・制御技術などに関する特許を多数保有

事業展開を支える優秀な人財

- ・様々なバックグラウンドを持った人財を確保
- ・自社で案件組成をリードし、商業化を目指すことが可能

世界各地で案件組成に向けて取り組み中 (ヨーロッパ、北米など)

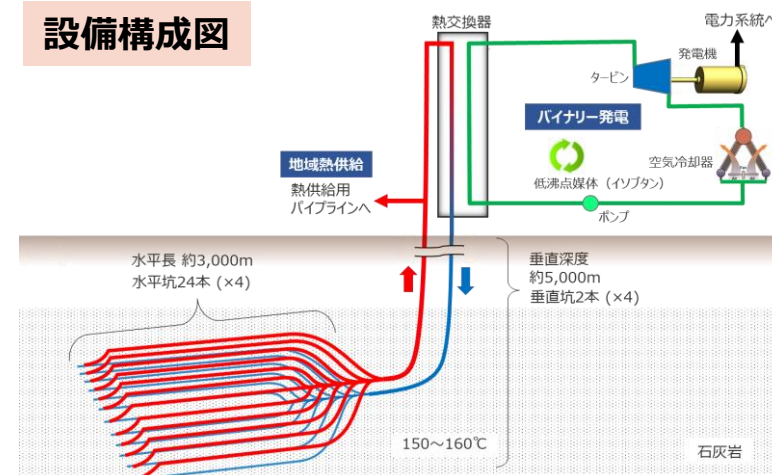
将来的にエネルギー業界のゲームチェンジャーとなる可能性あり

ドイツ・ゲーレッツリート（Geretsried） 案件

所在地	ドイツ・バイエルン州 ゲーレッツリート（ミュンヘン郊外）
発電 熱供給設備	地下：約5,000mの坑井ループ x 4 地上：バイナリー発電プラント x 1基、熱供給設備 x 1基
スケジュール	1～4ループを段階的に商業運転開始予定 1ループ目：2025年中、4ループ全て：精査中
事業期間	商業運転開始より40年間
プラント出力	発電：発電端 約8.2MW（送電端 約6.8MW） 年間最大 約7,700万kWh（1.8万世帯分に相当） 熱：約60.4 MW 年間最大 約5,600万kWh（20万世帯分に相当）
補助金	EUイノベーション基金より、91.6百万ユーロを受領予定
融資関連	融資契約締結済（約130百万円） 融資銀行団 - JBIC（国際協力銀行）、欧州投資銀行（EIB） ING（蘭）、みずほ銀行
売電方法	ドイツFIT制度 ^{注1} 適用（20年間） 20年経過後、市場価格にて販売
熱供給方法	サイト周辺の市へ熱供給、固定価格にて販売 期間30年、延長オプション付き
出資会社	当社、Eavor、bp、OMV、Enex ^{注2}



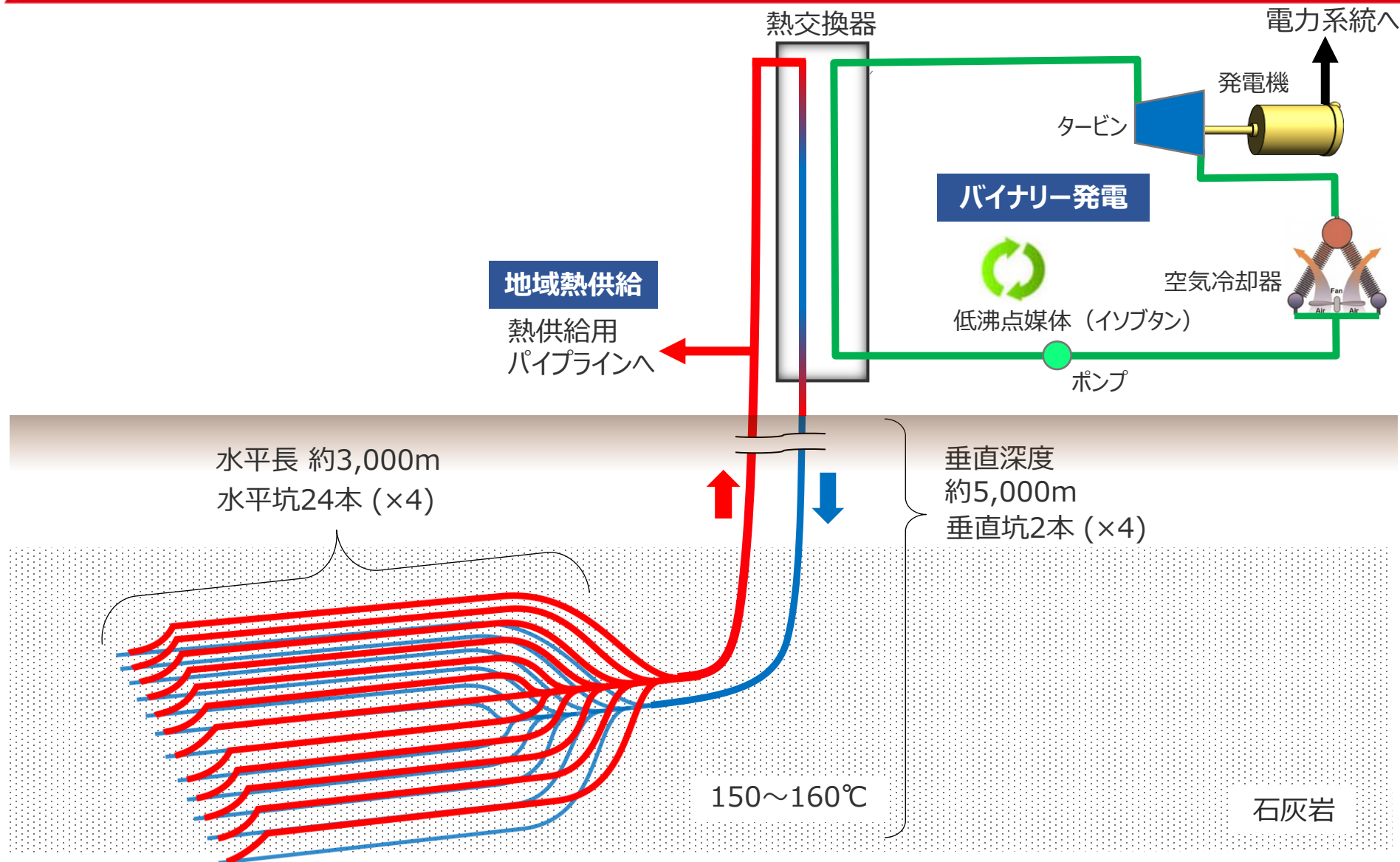
設備構成図



注1：フィードインプレミアム制度。市場価格+変動プレミアムで一定価格にて販売

注2：ドイツの地熱開発会社

ゲーレットツリート案件の設備構成図



ゲーレットリート案件 レイアウト

変電所設備

バイナリー発電で生み出された電力をグリッドに供給するために昇圧する設備

熱交換器

熱を持った循環水とイソブタンを接触させることで気化させる設備



タービン・発電機

イソブタンによりタービンを回転させて発電する
※発電機は未設置



掘削設備(RigB)

Rock-Pipe 適用タンク

還元井用パイプライン

熱交換し終えた循環水を地中へ戻す

圧力・水量調整用タンク

地下の熱を地上へ取り出すために循環させる水の圧力や水量をコントロールする

空気冷却復水器

バイナリー発電で使用された低沸点媒体(イソブタン)を空冷して液体の状態に戻す

イソブタン予備タンク

メンテナンス時などにイソブタンを貯留するためのタンク

生産井用パイプライン

地下から上がってきた熱水を集約し熱交換器へ供給する
※写真撮影時は溶接のための仮設 TENT を設置している状態



掘削設備(RigA)

Eavor社クローズドループ地熱利用技術

従来課題

課題①	地下2km迄
課題②	オープンシステム
課題③	熱水源必要
課題④	ポンプ用の外部電力供給が必要
課題⑤	スケール・腐食のため水処理が必要
課題⑥	蒸気量減衰による出力低下
課題⑦	採掘開発中止のリスクが高い
課題⑧	操業コスト（OPEX）コストが高い
課題⑨	開発の期間が長い
課題⑩	地震誘発性がある
課題⑪	出力調整不可能



課題
解決

ポイント

ポイント	Eavorの技術
ポイント① 地下5km以降リーチ可能	地下5kmまでに掘削することで実現可能な温度が400～600℃
ポイント② クローズドループ	流体は貯水池から分離循環し、流体交換なし
ポイント③ 熱水源不要	浸透性のある帯水層や熱水源は不要
ポイント④ 外部動力不要	サーモスタットで循環させるため、ポンプは不要
ポイント⑤ 水処理不要/CO2排出しない	水のみ循環するので、水処理は不要、CO2も排出しない
ポイント⑥ 不確実性低	投資前に熱出力を正確に予測でき、リスクや不確実性がない
ポイント⑦ どこでもできる	今まで地熱発電の不適地/または掘削失敗した地域でも展開可能
ポイント⑧ コスト低減の可能性	従来より80%低い
ポイント⑨ 開発期間短い	1.5年（地域規制による）
ポイント⑩ 地震を誘発しない	水圧破碎せず、圧力均衡型のため、地震を誘発しない
ポイント⑪ 調整可能なベースロード電源	ベースロードかつ調整可能。発電出力のタイムシフトができる

+

追加 特徴

ポイント⑫ 土地利用率高	太陽光の1/35、風力の1/300の面積発電効率
ポイント⑬ 貴金属使わない	風力・太陽光と比べ、レアースメタル等貴金属資源は使わない
ポイント⑭ 坑壁保護剤	水平井部分につき、坑壁保護剤で裸坑の坑壁を固めるため、ケーシングやセメンティングが不要
ポイント⑮ 設計寿命	理論上100年以上使い続けられる設計
ポイント⑯ 厳格な安全基準	カナダ・アルバータ州の厳格な安全基準に準拠

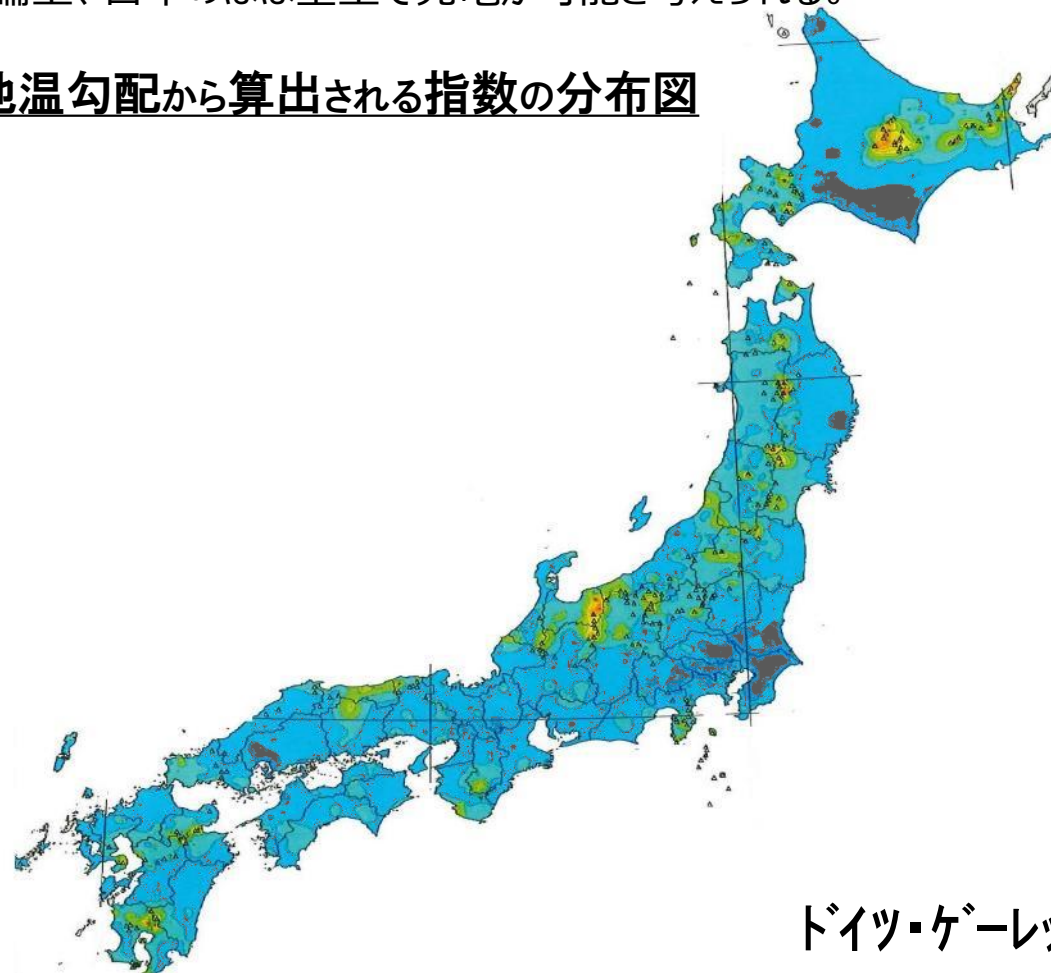
（出典）Eavor-Lite Demonstration Project
Final Confidential Report

Eavor社クローズドループ地熱利用技術

理論上日本のほぼ全土で発電が可能

地温勾配が約 $32^{\circ}\text{C}/\text{km}$ を下回るとされる地点は、北海道、東北、関東、中国地方の一部に存在するのみであり、理論上、日本のほぼ全土で発電が可能と考えられる。

地温勾配から算出される指数の分布図



地温勾配から 算出される指数

AA	: > 100
A	: 90 - 100
A	: 80 - 90
B	: 70 - 80
B	: 60 - 70
C	: 50 - 60
C	: 40 - 50
D	: 30 - 40
D	: 20 - 30
E	: 10 - 20
E	: 0 - 10
F	: < 0

地温勾配:
約 $32^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 以上

地温勾配:
約 $32^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 未満

ドイツ・ゲーレッツリートプロジェクトの地温勾配は約 $32^{\circ}\text{C}/\text{km}$

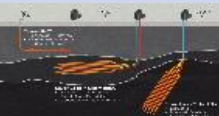
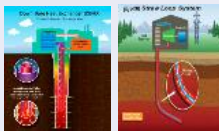
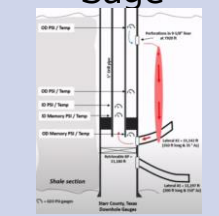

(出典)独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター「日本の熱水系アトラス」(2007)

以下 参考資料

クローズドループ地熱利用技術比較

- 各社実証まで進めている企業はあるものの、**商業案件の工事を開始しているのはEavor社のみ。**
- Eavor社は、同社がもつ高い技術力(知財・人材)が評価され、**世界中の大手企業から資金を調達**している。

■ クローズドループ地熱利用の技術開発会社比較

会社名	技術概要	技術特徴	実証プラント	出資者	評価
 Eavor社	Eavor-Loop 網目状のループ形成と不浸透性シール剤	<ul style="list-style-type: none"> 地下で網目状ループを形成するため掘削難易度は高い 網目状ループにより地下の熱をより多く取り出せるため熱出力は高い 	有り (加・AB)	bp,OMV,中部電力, Vickers, CGF(カナダ政府系ファンド), BHP, Microsoft, 鹿島建設, BDC(カナダ事業開発銀行), Temasekほか	○ 大手企業が多数出資。商業案件に着手済み。
 GreenFire	Green Loop 垂直坑井(二重管) 媒体：超臨界CO2	<ul style="list-style-type: none"> 垂直掘削のみで形成するため掘削難易度は低い 枯渇井を活用できる 熱回収範囲が限られているため熱出力は小さい 	有り (米・CA)	Baker Hughes H&P(掘削技術会社) Vallourec(鋼管メカ)ほか	△ 技術提供のみ実施。出資者は技術プロバイダ、メーカーのみ案件組成にはパートナーが必要
 Sage	HEAT ROOT 垂直坑井(二重管) +垂直クラック	<ul style="list-style-type: none"> 垂直掘削のみで形成するため掘削難易度は低い 新たに井戸を設置する場合はフラクチャリングが必要 井戸を連ねることで大きな容量(50MW想定)を確保 	有り (米・TX)	Virya(投資会社), Nabors(掘削技術社) Ignis Energy(石油・ガス)	× 新たな井戸構築にはフラクチャリングが必要
 CeraPhi	CeraPhi Well 垂直坑井 二重管+熱回収ツール	<ul style="list-style-type: none"> GreenFire技術に近い(井戸下端に熱回収ツールが取り付けられるのが特徴か(詳細不明)) 	無し	不明	× (実証プラント無し)

【参考】Inauguration Eventの開催

■ Inauguration Event

ドイツ現地時間2023年8月24日、当社が出資するゲーレッツリート案件の掘削現場にてInauguration Event(プロジェクト本格開始を祝う会)が開催された。当該イベントには、ドイツのScholz首相、Söderバイエルン州知事、ゲーレッツリート市長をはじめとする政府関係者や報道関係者、地元住民を含め総勢250名が参加した。

◆ 主要な参加メンバー

政府関係者

- ・ Olaf Scholz
- ・ Bettina Stark-Watzinger
- ・ Markus Söder
- ・ Rebecca Schulz

ドイツ首相

ドイツ文部科学省大臣

バイエルン州知事

カナダ・アルバータ州環境大臣

Eavor Technologies Inc.社(以下Eavor社)

- ・ John Redfern Eavor社 CEO
- ・ Daniel Mölk Eavor GmbH※ President (※Eavor社のドイツ子会社)

当該案件の出資者として、当社から佐藤専務、加納課長、小園主任が参加

◆ スピーチの様子



Scholz首相



John CEO

【参考】Inauguration Eventの開催

■ Inauguration Event(現場視察&パネルディスカッション)

イベントではスピーチの前に、掘削現場の視察が行われ、参加者に対しプロジェクトの進捗状況や掘削機器の説明が行われた。
また、スピーチの後にはパネルディスカッションが行われ、当社から加納が登壇し、参加者の前でEavor-Loop技術の強みや魅力、将来性についてパネラーと共に熱く意見を交わした。

◆ 現場視察



Scholz首相のX(Twitter)より引用
(Scholz首相に説明をするDaniel氏)

◆ パネルディスカッション



写真左より

Michael Liebreich	(Eavor社 Advisory Board議長)
Hubert Aiwanger	(バイエルン州エネルギー・経済大臣)
Robert Winsloe	(Eavor社 Executive VP, Originator)
Philippe Dumas	(European Geothermal Energy Council (EGEC) 事務局長)
Isabelle Pourpart	(在独カナダ大使)
Yuta Kano	(中部電力)

【参考】 Customer Eventの開催

ドイツ現地時間2024年9月11,12日にEavor社がEavor-Loop技術に興味をもつ企業をゲレツリートへ招待するカスタマーイベントが開催された。イベントには石油会社、地熱開発会社を中心に**世界各国から59社（人数126名）が参加。**

日程	企業
9月11日	Eneco、Taiwan Geothremal Association(台湾：地熱事業)、Saipem(イタリア：エンジニアリング・建設) 他
	(日本企業) 鹿島建設、村田製作所、コスモ石油、NEXI、ジャパンエナジーファンド、GPSS(再エネ事業)
9月12日	Shell、Petrobras(ブラジル：石油)、Repsol(スペイン：石油ガス販売) 他
	(日本企業) NEDO、JX石油開発、Wind-Smile(再エネ事業)

イベントの内容

- ✓ ゲレツリート地熱開発プロジェクトの概要説明
- ✓ 掘削Rigの周辺を見学。掘削作業で使用する機械・装置の説明。
- ✓ ORCプラントの概要説明。(Turbodenのエンジニアが実施)



Eavorロバート氏によるプロジェクト概要説明

参加者はイベントを通じて、Eavorおよびゲレツリートをはじめとする同社のプロジェクトについて、**より興味を深めている印象**であった。現場見学では非常に多くの質問が投げかけられた。

Eavor社クローズドループ地熱利用技術(発電原価見通し)

- ✓ Eavor社は、掘削工法の最適化や掘削工事の反復による効率化や、最新技術の導入による技術革新を根拠に、**将来の発電原価を低減可能と想定**

