小規模地熱発電プラント
設計ガイドライン

概要版

2020年7月

委託：独立行政法人　石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）
受託：一般財団法人　エンジニアリング協会（ENAA）

目　次

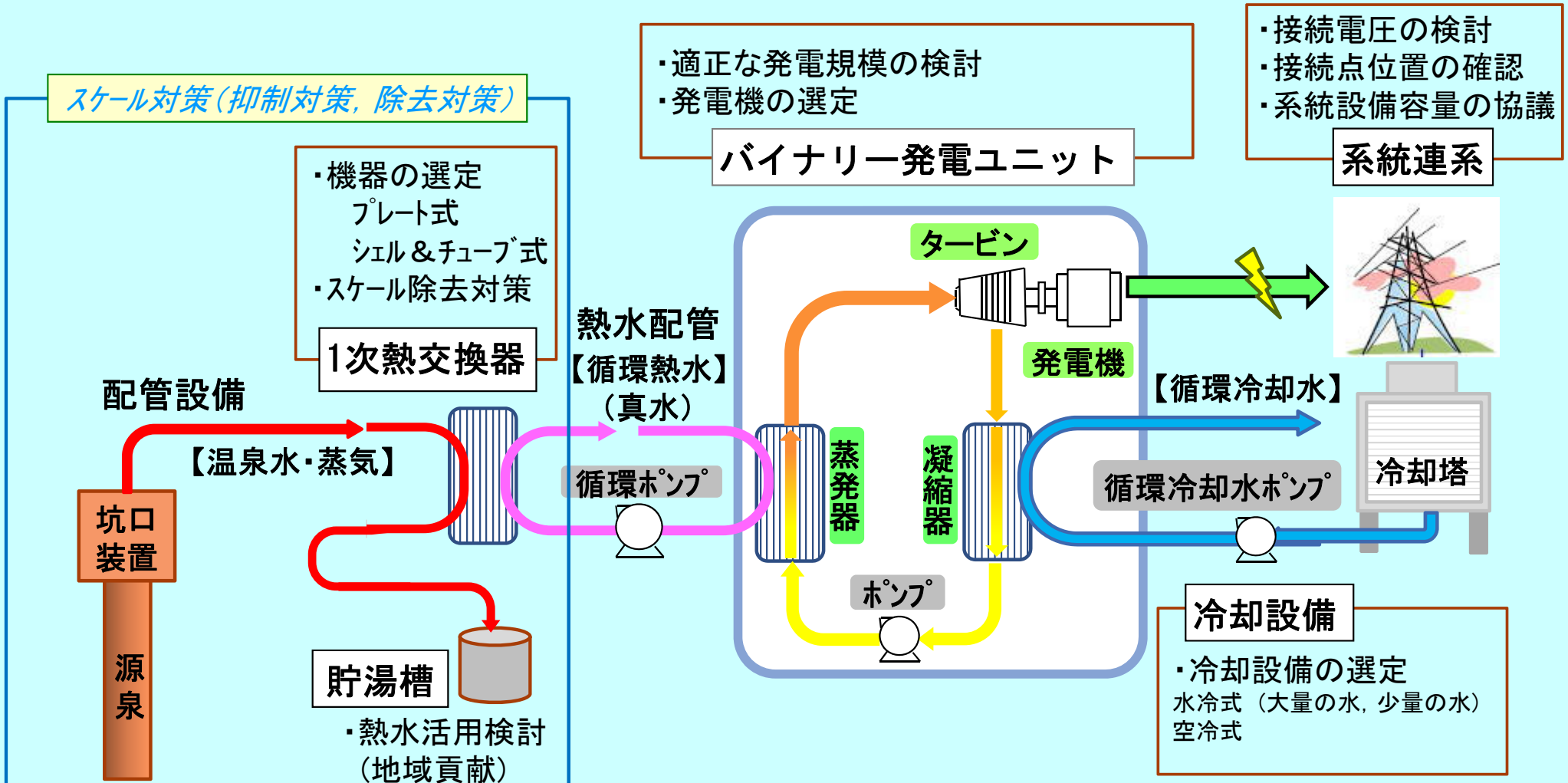
はじめに・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
設備設計における要点の全体図・・・・・・・・・・・・・・・・・2
源泉設備・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3
源泉・配管・1次熱交換器のスケール対策　・・・・・・・・・4
1次熱交換器　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5
バイナリー発電ユニット・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・6
冷却設備・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
系統連系・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8
温泉集中管理と温泉発電・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9
小規模地熱発電におけるモニタリング・・・・・・・・・・・10
小規模地熱発電プラントの地域貢献と熱水活用例・・・11
自治体の条例や指導要綱・・・・・・・・・・・・・・・・・・・12～16
小規模地熱発電プラントの標準作業工程・・・・・・・・・17
小規模地熱発電プラント設計の主なチェック項目・・・18
小規模地熱発電プラントの設備設計条件シート・・・・19

はじめに

小規模地熱発電プラント設計ガイドラインは、以下の目的で作成しました。

- 貴重な温泉資源の更なる有効活用
- 地域と共生した発電事業の実現
- 建設計画に沿った円滑な運転開始
- 初期および操業コストの低減

設備設計における要点の全体図

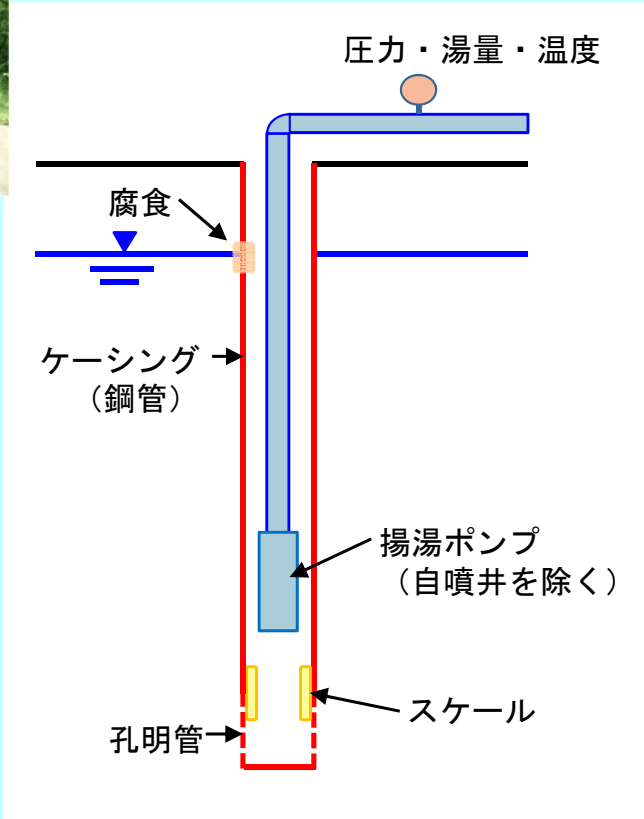


・温泉集中管理
・地域貢献と熱水活用
・標準作業工程
・プラント設計の主なチェック項目
・設備設計条件シート
・小規模地熱発電のうち温泉発電導入促進について（概要版 第四版）
・モニタリング計画
・自治体の条例や指導要綱

源泉設備

源泉設備は、事業開始の検討に際して、資源量・資源特性の把握、スケール発生傾向の予測、井戸の健全性の確認が大切です。

（株）元気アップつちゆ
提供



①温泉の資源量・資源特性の把握

蒸気・熱水流量、温度、圧力、水位等の数値と変動状況

②スケールの発生傾向の予測

泉質（成分）と温度分布、圧力分布、変動状況
揚湯方式（自噴、エアリフト、揚湯ポンプ）
孔径検層によるスケール生成記録

③井戸の健全性の確認

ケーシングパイプの仕様と腐食・劣化・破損状況
孔明管の目詰まり・腐食状況

※データの信頼性が薄い場合は、追加調査を考慮

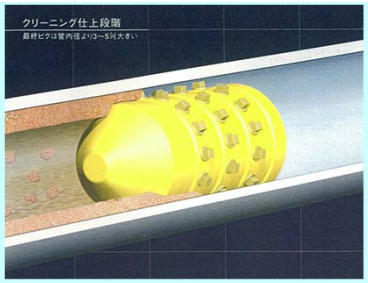
【留意点】 源泉の現状把握とモニタリングは、温泉発電の事業性評価と維持管理の基本です。

源泉・配管・1次熱交換器のスケール対策

スケール対策は、特に炭酸カルシウムについて留意する必要があり、スケール付着後に除去する方法（浚渫法）と、スケール付着を未然に抑制する方法（薬注法）があります。

【浚渫法と薬注法のメリットとデメリット】

	浚渫法	薬注法
メリット	・<u>確実にスケールが除去</u>できる。	・温泉を<u>止めずに供給</u>できる。
デメリット	・浚渫中は源泉を止めることになる。 （その間の発電は不可能となる） ・スケールが付着するとともに温泉流量も徐々に減少する。	・初期コストとランニングコストがかかる。 （薬液注入装置：下の写真を参照）



ピグ洗浄の概念図

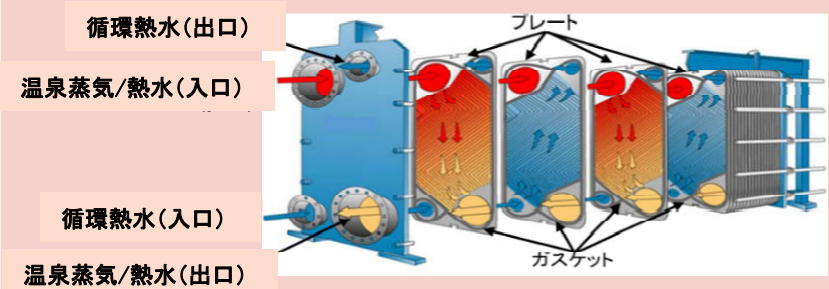
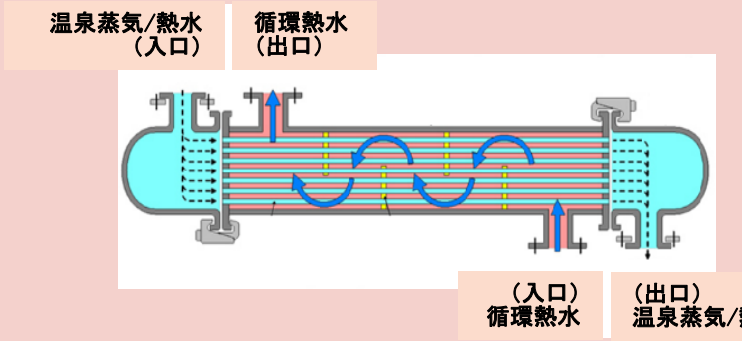
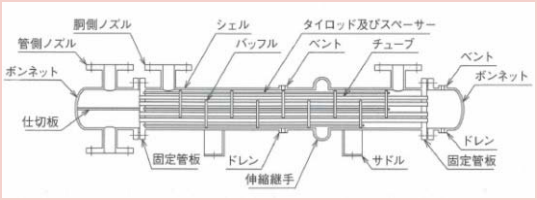
配管曲げ部のスケール付着

スケール抑制の設備ユニット

【留意点】 浚渫法と薬注法の比較一例として、源泉のスケール浚渫を<u>年に1～2回以上</u>実施している場合は、総合的にみて薬注法のほうが優位になることが多い。

1次熱交換器

スケール対策のため、温泉水を直接バイナリー発電機に入れるのではなく、分解清掃が可能な1次熱交換器を介することが一般的です。

形　式	プレート式	シェル＆チューブ式
構　造	 	 
メンテナンス性	・分解清掃により、温泉蒸気/熱水側および循環熱水側の両方に対し、ジェット洗浄、ブラシ洗浄が可能。 ・スケール付着状況を目視確認可。(分解時) ・清掃時には温泉蒸気/熱水側と循環熱水側の両方を開放する必要がある。	・温泉蒸気/熱水をチューブ側（構造図の水色部分）に配置することでジェット洗浄、ブラシ洗浄が可能。 ・スケール付着状況の目視確認は難しい。(分解時) ・循環熱水側（シェル側）を開放せずに、温泉蒸気/熱水側（チューブ側）だけを分解して清掃することが可能。
【留意点】	**一般にプレート式が用いられます。**	**現状では400kW級の発電に用いられています。**

バイナリー発電ユニット

バイナリー発電ユニットの設計上の留意点として、

1. 適正な発電規模の検討が大切です。

2. 発電機の選定が重要です。

- 電気事業法の火力発電設備の汽力発電に相当します。法に則した設計・製造を行う必要があります。これは発電機だけでなく、付帯設備も同様です。
- 配置技術者の選任・各種届出・検査・離隔距離などバイナリー発電の規制緩和事項にも留意が必要です。

詳細は参考資料の
1.『発電能力別バイナリー発電メーカー』 2.『代表的なバイナリー発電機選定の目安』 3.『国内市場での主なメーカー・機種』 4.『温泉発電導入・運転費用の参考例』 5.『温泉発電導入に関する電気事業法規制緩和状況』 6.『コンサルタント会社一覧』 を参照下さい。

バイナリー発電ユニット設置における占有面積事例

15kW（売電可能電力）×1台 ： 7m×6m

協和地建コンサルタント㈱のHPより引用
（冷却塔設置）

72kW（発電端）×1台 ： 11m×10m

OTE大分(株)ご提供
（冷却塔設置）
※源泉及び汽水分離器面積を除く

135kW（発電端）×1台 ： 17m×11m

シン・エナジー(株)のHPより引用
（冷却塔無し）
※占有面積は建屋面積を記載

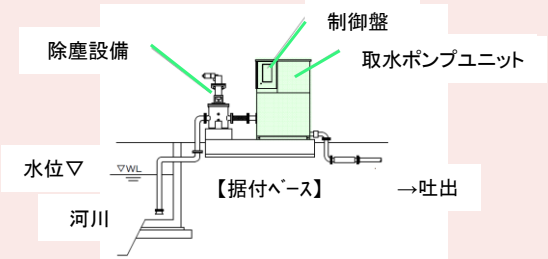
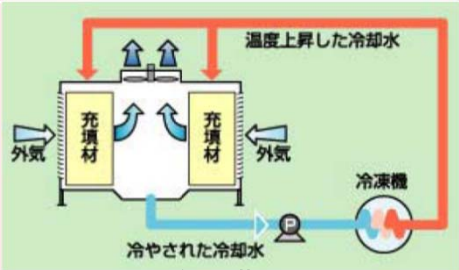
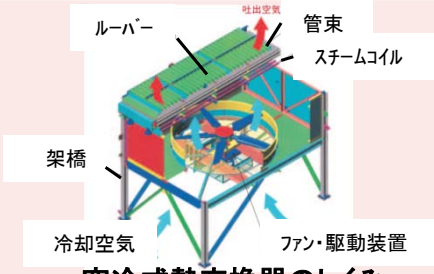
400kW（発電端）×1台 ： 24m×8m

㈱元気アップつちゆ提供
（冷却塔設置）

【留意点】 発電機の設置スペースは，保守管理作業も考慮した広さが必要です。

冷却設備

冷却施設は、バイナリー発電プラントの発電ユニット内の媒体を冷却するために必要です。

	水冷方式		空冷方式
冷却資源	大量の水（河川水、海水 等）	少量の水（地下水、水道水 等）	空気（水の入手困難地、又は凍結する寒冷地等）
冷却方法	・媒体を河川水により冷却 ・循環冷却水を海水により冷却	・媒体を循環冷却水により冷却 ・循環冷却水を少量の水の気化作用により冷却	・媒体を空気により冷却
動力源	電力（取水ポンプ等）	電力（冷却塔内ファン、ポンプ等）、補給水（水道料金）	電力（冷却用ファン等）
注意点	河川法、水利権、排出基準、保守費用（腐食、スケール、海水での貝類除去）、水温の季節変動、等	水質（スケール、腐食）、補給水のコスト（水道料金）、気温の季節変動、等	ファンからの騒音対策（騒音に関する条例の遵守、付近住民への配慮）、気温の季節変動、等
主要機器イメージ	 取水ポンプの例 北菱電興株式会社HPより抜粋	 冷却塔のしくみ 日本冷却塔工業会HPより抜粋	 空冷式熱交換器のしくみ 千代田工商株式会社HPより抜粋
【留意点】	取水設備だけで済む。	冷却設備の電力が必要。	設備費が高い。

系統連系

系統連系においては、発電規模を考慮した　①接続電圧の検討、②接続点の位置の確認、③系統設備容量の協議が大切です。

	系統連系　接続検討の手続き	標準期間
事前相談	【事業者】 接続検討の相談、系統図閲覧等 【一般送配電事業社】 質問事項検討	1ヶ月
接続検討	【事業者】(注：低圧接続では不要) 接続検討申込 (検討費用20万円税別) 【一般送配電事業社】 接続可否,工事工期・負担金概算検討	3ヶ月 (ただし、連系希望地点の状況等により標準期間を上回る可能性あり)
契約申込	【事業者】　接続契約申込 【一般送配電事業社】系統連系最終確認,工事負担金の請求 【事業者】　工事負担契約の締結・入金 【一般送配電事業社】工事実施	工事内容による
	連系開始	

【留意点】

①発電設備と系統連系接続点までの距離に応じて、送配電網の工事費を発電事業者に請求されます。

②系統の設備容量不足などにより、一般送配電事業社と協議が必要な場合があります。

検討項目

品質の基準

「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」
資源エネルギー庁

「系統アクセス基準」類
所轄一般送配電事業社

電力品質・安全の確保

a)力率　b)周波数　c)電圧変動
d)保護協調、単独運転防止
e)高調波(電力品質)　などに留意した設備

接続電圧

・50kW未満
　低圧接続(単相2線式100V～、三相3線式 200V)
・2,000kW未満
　高圧接続(三相3線式 6,600V)
　昇圧用のキュービクル式高圧受電設備

保守点検(高圧接続)

・キュービクルは電気主任技術者による月次、年次保安点検
・発電プラント設置者は、電気主任技術者を選任
・出力2,000kW未満では、電気主任技術者を外部委託可能

温泉集中管理と温泉発電

温泉集中管理は、温泉発電の導入に適しています。

温泉集中管理

源泉所有者，利用施設経営者

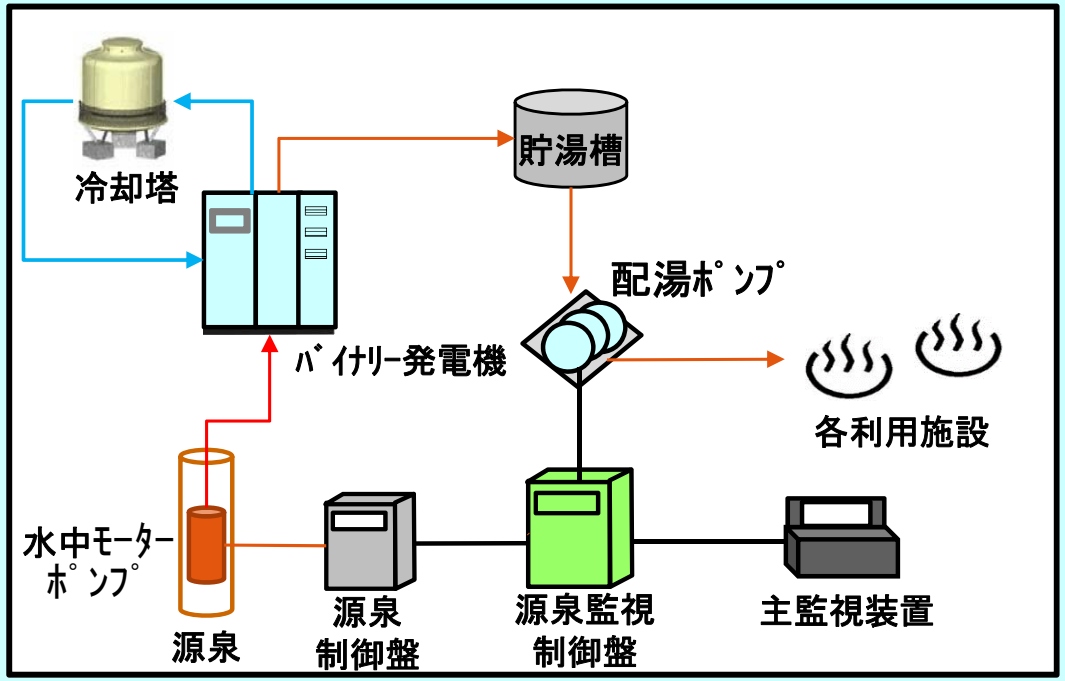
温泉の過剰採取→枯渇現象

（温泉水位の低下，泉温の低下，泉質の変化）

温泉集中管理の誕生

（温泉資源の保護と利用施設への安定供給）

小規模地熱発電との共生への活用



発電事業と温泉事業の共生

既存源泉を利用した発電事業

湧出量の増加がない場合、温泉への影響なし

新規源泉を利用した発電事業

周辺地域の温泉への影響回避のための対策実施

1) 温泉集中管理による過剰採取防止
2) 周辺源泉でのモニタリングの拡充

【留意点】

温泉集中管理で温泉水を集約すれば、安定供給が可能です。発電事業の導入で安定した収益の確保が可能です。

小規模地熱発電におけるモニタリング

周辺源泉のモニタリングを計画することを推奨します。

モニタリング実施のメリット

1) 観測データを周辺の温泉事業者との合意形成に活用することが可能です。

2) 温泉事業者と地熱発電事業者が一緒にモニタリングすることで、温泉事業者が変動要因を理解する一助となります。

【留意点】

地熱発電による影響の有無を確認することができます。

モニタリング内容

1. 観測項目
   - a. 水位（自噴では坑口圧力）
   - b. 湧出量
   - c. 温度

2. 観測方式：現地観測
   - ・観測頻度：1日1回～週1回を基本
   - ・観測期間：長期間のﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞが重要
   - ・観測機器一式の費用：6～7万円

※ 機器の購入費用が比較的安く、簡単なスキルで実施可能で、温泉事業者によるモニタリングが可能です。

【参考】 自動観測で行う場合
- ・観測頻度：1時間に1回程度
- ・観測期間：常時観測
- ・観測機器一式の費用：80万円程度

小規模地熱発電プラントの地域貢献と熱水活用例

小規模地熱発電プラントを活用して、熱水活用による地域貢献ができます。

【留意点】
発電所の建設に伴い、発生する専門工事や運転開始後の維持管理やモニタリングの一部を地元業者が受注することも可能です。

自治体の条例や指導要綱

小規模地熱発電の有望地域が存在する自治体では、設備設置に伴う条例や指導要綱の策定が始まっていますので、事業計画の際には管轄の自治体条例等を事前に確認してください。

自治体	条例および要綱名称	目的	提出書類等
東京都 八丈町	（平成26年4月1日施行） 八丈町地域再生可能エネルギー基本条例および同ガイドライン	・関係者の役割の明確化 ・地域経済活性化の推進 ・地域が主体となる社会持続的発展に寄与	①八丈町再生可能エネルギー事業に関するガイドランに基づく承認申請書 ②審査会に提出する計画 ②事前説明会の議事および合意事項 ③周辺住民との合意事項
大分県 別府市	（平成26年9月5日施行） （最終改正：平成30年3月3日施行） 別府市地域新エネルギー導入の事前手続等に関する要綱	・自然および生活環境、地域資源の保全	①地元説明会の通知 ②各種法令の手続きに関する事前相談 ③市への同意申請 ④モニタリングの実施 ⑤設置工事の着工、完了の届出 ⑥設備変更の事前相談 ⑦設備廃止の届出
	（平成28年5月1日施行） （条例 最終改正：平成30年6月29日施行、規則 最終改正：平成30年7月30日施行） 別府市温泉発電等の地域共生を図る条例および同施行規則	・温泉発電等の導入等に関し必要な事項を定め、温泉発電等と自然環境及び生活環境との調和並びに市民との共生を図る ・地域の温泉資源の持続可能な利活用並びに地域の振興及び公共の福祉に資する	①事前協議申出書（様式第1号） ②温泉発電等の導入に関する誓約書 ③暴力団関係者でない旨の誓約書 ④温泉発電等導入に関する事業計画 ⑤導入事業者の履歴事項証明書及び役員名簿

自治体の条例や指導要綱

小規模地熱発電の有望地域が存在する自治体では、設備設置に伴う条例や指導要綱の策定が始まっていますので、事業計画の際には管轄の自治体条例等を事前に確認してください。

自治体	条例および要綱名称	目的	提出書類等
大分県 玖珠郡九重町	（平成26年12月1日施行） 九重町再生可能エネルギー発電設備設置事業指導要綱	・環境保全と持続可能な資源活用を地域に応じた形で推進 ・関係者の調和を図り、トラブルを防止すること	①設置事業計画書（設置場所の土地取得前）　※地熱・温泉熱発電設備全般含む ②誓約書 ③説明会等実施状況報告書 ④工事届出書 ⑤処理計画書 ⑥現況報告書（発電設備の設置後、1年に1回）
	（平成28年9月23日施行） 九重町地熱資源の保護及び活用に関する条例	・地熱発電事業に関する手続を定め、資源の持続可能な利用を図る ・環境保全及び公共の福祉の増進に寄与する	
熊本県 南阿蘇村	（平成26年12月12日施行） （最終改正：平成29年9月15日施行） 南阿蘇村地熱資源地域の活用に関する条例および同施行規則	・資源および環境の保護	①事業計画書　※基本的に1つの貯留層については1つの事業者により開発を進めていくのが妥当

自治体の条例や指導要綱

小規模地熱発電の有望地域が存在する自治体では、設備設置に伴う条例や指導要綱の策定が始まっていますので、事業計画の際には管轄の自治体条例等を事前に確認してください。

自治体	条例および要綱名称	目的	提出書類等
熊本県 小国町	（平成28年1月1日施行） （最終改正：平成30年3月3日施行） 小国町地熱資源の適正活用に関する条例	・地熱資源が町及び町民の貴重な財産であるという認識の下、地熱発電開発に必要な事項を定める ・地熱資源の適正かつ永続的活用の推進 ・地域経済の振興と福祉の増進	①事業計画 ②事業着手、完了届
鹿児島県 指宿市	（条例：平成28年4月1日施行、規則：平成27年4月1日施行） 指宿市温泉資源の保護及び利用に関する条例および同施行規則 （平成29年4月1日施行） 指宿市温泉資源の保護及び利用に関する要綱および要領	・温泉資源は市及び市民の共有資源であるという認識 の下、市内における温泉資源を保護する ・温泉資源の将来にわたる持続可能な活用 ・地域の産業振興及び公共の福祉増進	①事業計画 ※掘削（増掘）申請を行う90日前まで ②事業着手、完了届

自治体の条例や指導要綱

小規模地熱発電の有望地域が存在する自治体では、設備設置に伴う条例や指導要綱の策定が始まっていますので、事業計画の際には管轄の自治体条例等を事前に確認してください。

自治体	条例および要綱名称	目的	提出書類等
鹿児島県 霧島市	（平成27年10月5日施行） （最終改正：平成30年4月1日施行） 霧島市温泉を利用した発電事業に関する条例および同施行規則	・温泉を利用した発電事業の実施に関する手続を定る ・温泉資源の適切な保護及び適正な利用を図ることにより、貴重な共有財産として将来の世代に引き継ぎ、及びその持続的な利用を可能とする ・自然環境の保全及び公共の福祉の増進	①事業計画　※所定行為を行う90日前まで ②地熱発電事業に関する地域住民等説明状況報告書 ③調査等着手、完了届 ④定期報告書（発電設備の設置後、1か月後，6か月後，1年後，その後1年にに1回）1年に
北海道 弟子屈町	（平成30年4月1日施行） 弟子屈町地熱資源の保護及び活用に関する条例および同施行規則	・弟子屈町における地熱発電の導入等に関し必要な事項を定める ・地熱発電と自然環境及び生活環境との調和並びに町民との共生を図る ・地域の地熱資源の持続可能な利活用及び地域の振興に資する	①「地熱資源量調査」、「蒸気及び熱水の掘削」、「地熱発電設備の設置等」に関する計画書 ②「調査前」、「掘削前」、「設置前」に、説明申出書～説明完了報告書まで定められた様式による書類（近隣関係者等に対する地元説明会の開催を含む） ③定期状況報告書（発電開始後の6月後，1年後，その後1年経過するごと）

自治体の条例や指導要綱

小規模地熱発電の有望地域が存在する自治体では、設備設置に伴う条例や指導要綱の策定が始まっていますので、事業計画の際には管轄の自治体条例等を事前に確認してください。

自治体	条例および要綱名称	目的	提出書類等
北海道 鹿部町	（平成31年4月1日施行） 鹿部町地熱資源の保護及び活用に関する条例および同施行規則	・鹿部町における地熱発電の導入等に関し必要な事項を定める ・地熱発電と自然環境及び生活環境との調和並びに町民との共生を図る ・地域の地熱資源の持続可能な利活用及び地域の振興に資する	①「地熱資源量調査」、「蒸気及び熱水の掘削」、「地熱発電設備の設置等」に関する計画書 ②「調査前」、「掘削前」、「設置前」に、説明申出書～説明完了報告書まで定められた様式による書類（近隣関係者等に対する地元説明会の開催を含む） ③定期状況報告書（発電開始後の6月後，1年後，その後1年経過するごと）

小規模地熱発電プラントの標準作業工程

項目・年度	標準期間：2年～3年
1．事業化構想・調査 （源泉，冷却水，系統連系，立地場所，法規条令等）	
2．事業化の検討（概略設計） （設備計画，事業性評価，ﾋﾞｼﾞﾈｽﾓﾃﾞﾙ，地域共生策等）	
3．実施設計 （源泉関連設備，配管，熱交換器，発電機，冷却設備，その他設計全般）	
4．各種申請手続 （設備認定，系統連系，その他申請・届出）	
5．工事 （敷地造成，機器・系統連系等の設置工事，試運転）	
6．営業運転 （運転，メンテナンス等）	
7．調整 （周辺住民への説明や工事騒音などへの配慮）	
8．熱水活用事業の検討・実施 （概略検討，事業化検討，設計・工事，事業実施）	

小規模地熱発電プラント設計の主なチェック項目

事業化構想段階 調査段階(ﾃﾞｰﾀ収集)

1. 源泉情報
- 源泉数，源泉所有者
- 温泉井の健全性
- 温泉（蒸気)の流量＆温度
  →温泉発電 or ﾌﾗｯｼｭ発電
- 湯温に適した揚湯ポンプ
- 温泉（蒸気)の成分
  →ｽｹｰﾙ対策
- 周辺バイナリー発電所の確認

2. 冷却水情報
- 利用可能な冷却水の有無
  （河川水、地下水、海水等）
- 水温，水量，水質

3. 系統連系情報
- 接続点位置，送電可能量

4. 発電所候補地情報
- 周辺気象条件
- 所有者，面積，地目
- 距離（源泉，冷却水，接続点）
- 周辺温泉情報（ﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞ等）

5. 法規・条例等の制約条件
- 電気事業法
- 土地利用法（自然公園法等）
- 環境関連法規
- 条例＆要綱　等

事業化検討段階（概略設計）

1. 設備計画＆概略設計
- 発電設備（出力・機器構成）
- 高圧接続，低圧接続
- ｽｹｰﾙ対策
- 保温対策，凍結対策

2. 事業性評価
- 初期コスト
- ランニングコスト
  （ﾒﾝﾃﾅﾝｽ費用）
  （ｽｹｰﾙ対策費）
  （資格者等の人件費）

※事業収支評価・判断

3. ビジネスモデル
- 事業主体
- 資金計画＆回収
  （自家消費or売電）

※FIT手続き
（設備認定申請）
（特定契約・接続契約）

4. 合意形成・地域との共生
- 協議会等での理解
- 地元貢献/利益還元策

※熱水活用事業

実施設計段階

1. 源泉関連設備
- 貯湯槽の有無＆設計
- ｽｹｰﾙ抑制の薬注装置

2. 配管設備
- 配管選定（材質，保温性）
- 配管長の短縮化

3. 1次熱交換器
- 温泉水直接利用の可能性
- 熱交換器の選定

4. 発電機
- 発電機選定（規制緩和，ﾒﾝﾃﾅﾝｽ性，経済性，設置ｽﾍﾟｰｽ等）

5. 冷却設備
- 冷却設備の合理的設計
  （空冷式 or 水冷式 等）

6. その他設計全般
- 系統連系接続設備の設計
- 所内電力削減(補器類)
- ﾒﾝﾃﾅﾝｽ計画
- 温泉影響回避→ﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞ
- 環境対策，景観保全対策

※熱水活用事業（地域貢献）

建設→操業

注) JOGMECホームページで、本シートの電子ファイルを公開していますので、ご利用ください。

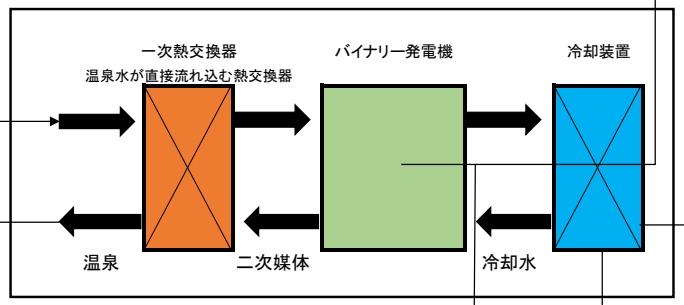
小規模地熱発電プラントの設備設計条件シート

プロジェクト(温泉)名	
設置地点の住所	
事業者名	

源泉所有者	

利用可能な最大敷地面積				m^2
おおよその区画			m ×	m
敷地境界での騒音(要求値)				dB

発電利用	熱源(温泉)の条件			
(チェック✔)	熱水	温度		℃
□		圧力		MPaG
□ しない		流量		t/時
(チェック✔)	蒸気	温度		℃
□ する		圧力		MPaG
□ しない		流量		t/時



送電線の条件は?			
電力会社			
周波数		Hz	
(チェック✔)	種別	電圧 V	接続点(電柱)までの距離
□	低圧(<50kW)		m
□	高圧(≧50kW)		m

年間を通じて温泉量や泉温に変化はありますか?		
□ 非常にある	□ 多少ある	□ ない
温泉の配湯管や湯船にスケール(湯ノ花)が付着しますか?		
□ 非常につく	□ 多少つく	□ つかない

スケールの付着する場所は主にどこですか?		
→ □ 井戸	□ 配管	□ その他( )

発電設備の能力(もし判れば記載願います。)			
メーカー名			
型式			
二次媒体			
カタログ出力(kW)		導入台数	
発電端電力①			kW
所内電力②	冷却装置		kW
	ポンプ類		kW
	その他		kW
送電端①−②			kW

設置地点の気象条件はいかがですか?				
月	平均気温 ℃	最高気温 ℃	最低気温 ℃	湿度 %
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
年間				
標高				m
最大積雪量				m

設置地点の気象データがない場合は、気象庁のデータ
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php
などからお近くの気象観測所のデータを参考にして
記載してください。

温泉水の化学成分はありますか?			
(チェック✔)			
→ □ 温泉分析書の写しを添付			
□ 下の欄に記載			
pH値			
試料1kgの中の成分			
(イ)主な陽イオン	ミリグラム(mg)	(ロ)主な陰イオン	ミリグラム(mg)
ナトリウムイオン Na^+		塩素イオン Cl^-	
カリウムイオン K^+		硫酸イオン SO_4^{2+}	
マグネシウムイオン Mg^{2+}		炭酸水素イオン HCO_3^-	
カルシウムイオン Ca^{2+}		炭酸イオン CO_3^{2-}	
(ハ)遊離成分	ミリグラム(mg)		ミリグラム(mg)
(非解離成分)		(溶存ガス成分)	
メタケイ酸 H_2SiO_3		遊離二酸化炭素 CO_2	
		遊離硫化水素 H_2S	

発電後の温泉熱利用は実施しますか?	
(チェック✔)	
□ しない	
□ する	

用途		
(チェック✔)	種類	希望利用温度(℃)
→ □	浴用	
□	足湯	
□	床暖房	
□	屋根融雪	
□	温室栽培	
□	養殖	
□	道路融雪	
□	( )	
□	( )	
□	( )	
□	( )	
□	( )	
□	( )	

お近くに冷却水はありますか?その量は?	
(チェック✔)	
□ ない	
□ ある	

供給可能な冷却水		
(チェック✔)	種類	最大供給量(m^3/日)
→ □	河川水	
□	地下水	
□	水道水	
□	( )	
□	( )	
□	( )	

蒸気中のガス分析はありますか?			
(チェック✔)			
→ □ なし			
□ あり			
(チェック✔)			
→ □ 分析書の写しを添付			
□ 下の欄に記載			
	重量%(%wt)	主な非凝縮ガス	重量%(%wt)
水蒸気		二酸化炭素	
非凝縮ガス		硫化水素	
		メタン	

注) JOGMECホームページで、本シートの電子ファイルを公開していますので、
ご利用ください。

（参考資料）

小規模地熱発電のうち
温泉発電導入促進について

概要版

【抜粋】

１．発電能力別バイナリー発電機メーカー・・・・・・・・・・・・・・参考-1
２．代表的なバイナリー発電機選定の目安・・・・・・・・・・・・・参考-2
３．国内での主なメーカー・機種・・・・・・・・・・・・・・・・・参考-3.4
４．温泉発電の導入・運転費用の参考例・・・・・・・・・・・・・・参考-5
５．温泉発電事業導入に関する電気事業法規制緩和状況・・・・・参考-6
６．コンサルタント会社一覧・・・・・・・・・・・・・・・・・・・参考-7.8

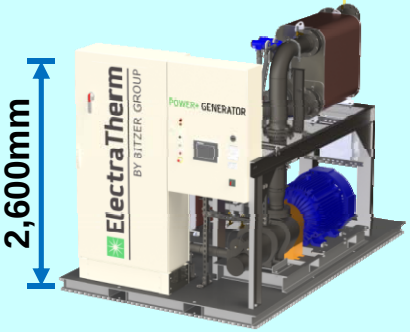
1. 発電能力別バイナリー発電機メーカー

引用）写真：各社カタログ、HP等

アドバンス理工㈱
高効率可搬型
小型発電システム
（ECOR-3-Ft）
『媒体；非公開』

㈱神戸製鋼所
マイクロバイナリー
発電システム
（MB-70H）
『媒体；HFC-245fa』

地熱技術開発㈱
カリーナサイクル発電システム
（KSC-34g-50）
『媒体；アンモニア水』



㈱地熱開発（Electra Therm社）
（POWER＋GENERATOR
POWER＋6500B）
『媒体；HFC-245fa』

第一実業㈱
（Thermapower125MT/XLT）
『媒体； HFC-245fa 』

2kW　45kW　50kW　83kW　100kW

売電可能電力　5kW　10kW　50kW　100kW 超

5.5kW　15kW　49kW　85kW

アネスト岩田㈱
バイナリー発電装置
『媒体；HFC-245fa』

㈱IHI回転機械
エンジニアリング
小型バイナリー発電装置
（HR20W）
『媒体；HFC-245fa』

㈱地熱開発（Electra Therm社）
（POWER＋GENERATOR
POWER+4400B）
『媒体；HFC-245fa』

㈱ゼネシス
小型排熱温度差発電（Mini-DTEC）
『媒体； HFC-245fa 』

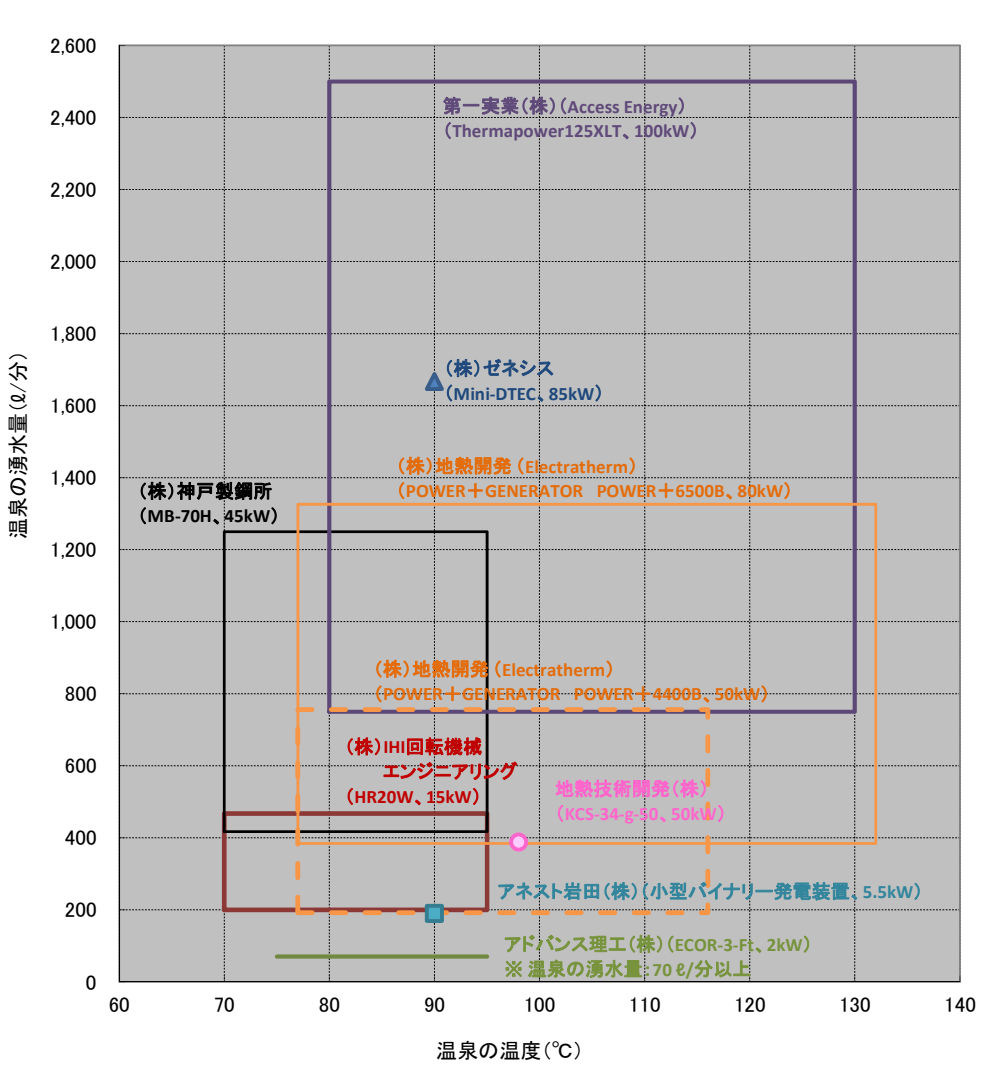
注） 売電可能電力について ・・・・・・ 発電端出力×（1－所内動力率）として算出しました。
所内動力率について ・・・・・・ 10%～40%と設置環境等に大きく影響されます。
媒体について ・・・・・・ 『HFC245fa』、『R245fa』は、不活性ガスに分類されます。
規制緩和について ・・・・・・ 媒体の種類ごとに、規制の緩和検討が行われ、状況が変化しておりますので、設備導入時には、最新の情報をご確認ください。

2. 代表的なバイナリー発電機選定の目安

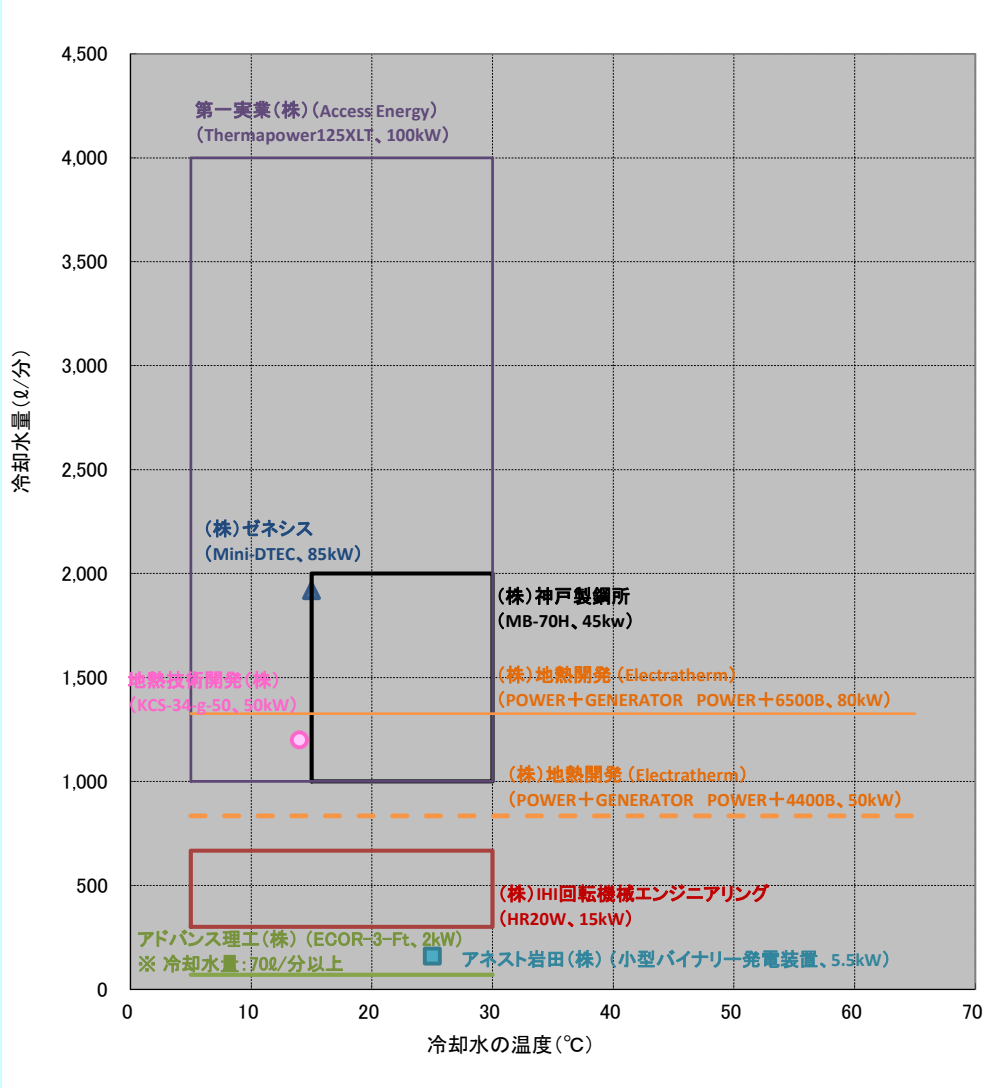
熱源温水・冷却水による発電機メーカー選定の目安（水量－温度）

（定格出力 150kW前後以下の機種）

＜定格出力時の温泉水温度と水量＞



＜定格出力時の冷却水温度と水量＞



注1） 発電機メーカー各社より回答分を掲載。上記は、あくまで目安とお考えください。
表中の電力は売電可能電力により表記しております。
売電可能電力＝発電端出力×（1－所内動力率） ・・・・・・ 所内動力率に関しては、10%～40%と設置環境等に大きく影響されます。

注2） 発電機メーカー各社より最新情報の回答がない場合は、小規模地熱発電プラント設計ガイドライン 概要版（第四版）から情報の改訂を行っておりません。

3. 国内市場での主なメーカー・機種（1/2）

発電規模（発電端出力 kW）	発電端出力	メーカー	名称（型式）	熱サイクル方式	売電可能電力	発電機本体価格（その他条件等）	定格出力時の温水・冷却水条件★★★★	年間概算売電額（税抜・参考）★★
～50 kW	3 kW	アドバンス理工㈱	高効率可搬型小型発電システム（ECOR-3-Ft）	オーガニックランキンサイクル	2 kW（実証中）	1,000 万円以内（電力変換機を含む）	温水90℃、70ℓ/min 冷却水20℃、70ℓ/min	0.6 百万円（現在、系統連系・逆潮流に非対応）
	6.5 kW	アネスト岩田㈱	小型バイナリー発電装置	オーガニックランキンサイクル	5.5 kW（実証中）	1,000 万円以内	温水90℃、190ℓ/min 冷却水25℃、180ℓ/min	1.6 百万円
	非公開	㈱IHI回転機械エンジニアリング	小型バイナリー発電装置 HRシリーズ（HR20W）	オーガニックランキンサイクル	15 kW ★	1,200 万円（発電機本体のみ）	温水95℃、467ℓ/min 冷却水30℃、667ℓ/min ※冷却塔使用の場合、冷却水条件は上記の限りでない。（要問合せ）	4.5 百万円
50～100 kW	75 kW	㈱地熱開発（Electra Therm）	コンパクトモジュラー型温泉発電装置（POWER＋GENERATOR POWER+4400B）	オーガニックランキンサイクル	50 kW	約 3,600 万円	温水116℃、756ℓ/min 冷却水21℃、834ℓ/min	14.9 百万円
	72 kW	㈱神戸製鋼所	マイクロバイナリー発電システム（MB-70H）	オーガニックランキンサイクル	45 kW ★	要問い合わせ ★★★	温水95℃、1,250ℓ/min 冷却水15～20℃、2000ℓ/min	–
	87 kW	地熱技術開発㈱	カリーナサイクル発電システム（KCS-34g-50）	カリーナサイクル	50 kW	8,700 万円（冷却塔含む）	温水98℃、388ℓ/min 冷却水14℃、1,200ℓ/min	14.9 百万円
100～150 kW	100 kW	㈱ゼネシス	小型排熱温度差発電装置（Mini-DTEC）	オーガニックランキンサイクル	85 kW（実証中）	約 3,500 万円	温水90℃、1,667ℓ/min 冷却水15℃、1,917ℓ/min	25.3 百万円
	120 kW	㈱地熱開発（Electra Therm）	コンパクトモジュラー型温泉発電装置（POWER＋GENERATOR POWER+6500B）	オーガニックランキンサイクル	80 kW	約 4,500 万円	温水132℃、1,326ℓ/min 冷却水21℃、1,326ℓ/min	23.8 百万円
	125 kW	㈱神戸製鋼所	マイクロバイナリー発電システム（MB-125S）	オーガニックランキンサイクル	79 kW ★	要問い合わせ ★★★	蒸気130℃、30ℓ/min 冷却水15～20℃、2,000ℓ/min	–
	135 kW	第一実業㈱（Access Energy）	Thermapower125MT	オーガニックランキンサイクル	100 kW	10,000～12,500 万円（周辺補機・据付工事費を含む）	蒸気130℃、29ℓ/min 冷却水15℃、2,834ℓ/min	29.8 百万円
	135 kW		Thermapower125XLT				温水99℃、1,000ℓ/min 冷却水15℃、4,000ℓ/min	29.8 百万円

上記の表は、一つの目安であり、環境条件により大いに影響されますので、ご検討をお考えの方は、諸条件を把握の上、各メーカーに相談してください。

★　売電可能電力＝発電端出力×（1－所内動力率）　・・・・・・　所内動力率に関しては、10%～40%と設置環境等に大きく影響されます。

★★　年間概算売電額（税抜）＝売電可能電力(kW)×40(円/kWh、税抜)×8,760h（年間暦日時間）×85%（年間稼働率）

★★★　ご計画の際には、必ずメーカーまで事前にお問い合わせをお願いいたします。

★★★★　温水・冷却水条件は、p.参考-2の幅を有しています。

3. 国内市場での主なメーカー・機種（2/2）

発電規模 （発電端出力kW）	発電端 出力	メーカー	名称（型式）	熱サイクル 方式	売電可能 電力	発電機本体価格 （その他条件等）	定格出力時の 温水・冷却水条件★★★★	年間概算売電額 （税抜・参考）★★
150～200kW	183 kW （実験値）	三井造船㈱	200kW舶用バイナリー発電装置 プロトタイプ	オーガニック ランキン サイクル	183 kW （参考実験値）	要問い合わせ	空気185℃、850ℓ/min 冷却水15℃、海水冷却	54.5 百万円 （参考値）
200kW～	200 kW～	地熱技術開発㈱	カリーナサイクル発電システム （KCS-34g-M）	カリーナ サイクル	300 kW	100～130 万円/kW （周辺補機・工事費 を含む全体）	温水90℃、1,667ℓ/min 温水120℃、1,000ℓ/min 冷却水18℃、3,340ℓ/min	89.3 百万円
	250 kW	川崎重工業㈱	グリーンバイナリータービン （KFR-2）	オーガニック ランキン サイクル	150 kW	条件次第で変動 要相談	温水98℃、3,471ℓ/min 冷却水20℃、8,348ℓ/min	44.7 百万円
	280 kW	㈱地熱開発 （TICA）	コンパクトモジュラー型 地熱発電装置 （PC 280®）	オーガニック ランキン サイクル	230 kW	約 10,500 万円	温水138℃、840ℓ/min 冷却水16℃、3,480ℓ/min	60.0 百万円
	400 kW～	JFEエンジニアリング㈱ （Ormat）	OEC発電システム	オーガニック ランキン サイクル	350 kW～	要問い合わせ	要問い合わせ	104.2 百万円～

～参考～　蒸気タービン発電機							
100 kW級	富士電機㈱	背圧型 蒸気タービン発電システム	－	－	－	－	－
2 kW～50 kW	㈱ターボブレード	熱水、蒸気タービン発電装置	－	50 kW （目標値・開発中）	5,000 万円 （目標値・システム一式）	－	－

上記の表は、一つの目安であり、環境条件により大いに影響されますので、ご検討をお考えの方は、諸条件を把握の上、各メーカーに相談してください。

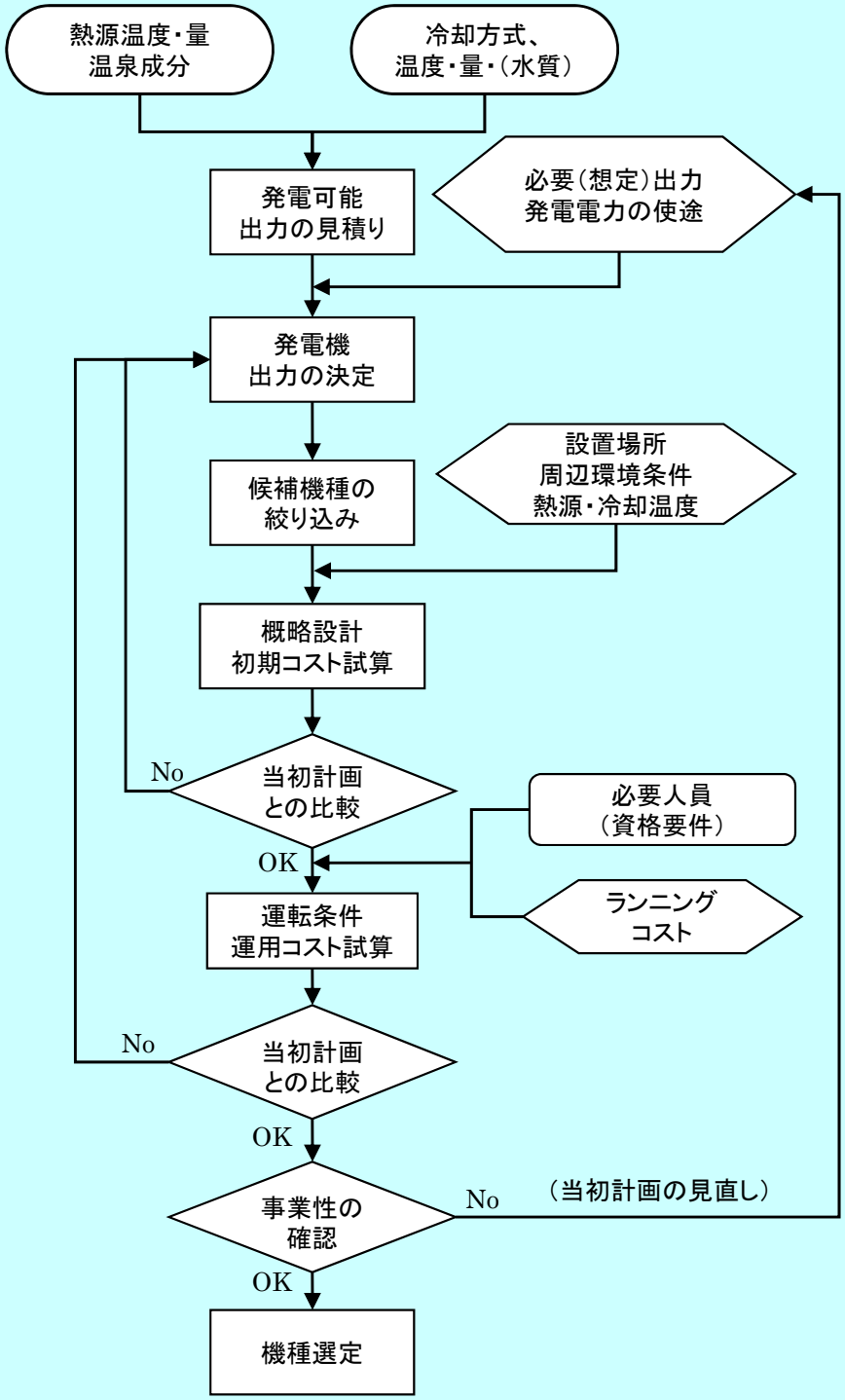
★　売電可能電力＝発電端出力×（1－所内動力率）　・・・・・・　所内動力率に関しては、10%～40%と設置環境等に大きく影響されます。

★★　年間概算売電額（税抜）＝売電可能電力(kW)×40(円/kWh、税抜)×8,760h（年間暦日時間）×85%（年間稼働率）

★★★　ご計画の際には、必ずメーカーまで事前にお問い合わせをお願いいたします。

★★★★　温水・冷却水条件は、p.参考-2の幅を有しています。

4. 温泉発電の導入・運転費用の参考例



発電規模100kW級バイナリー発電収支試算例(FIT適用時)

No.	項目		金額	単位	備考
1	建設費	蒸気発生設備・機器本体・冷却塔・系統連系設備・機器組立調整・敷地造成	110.00	百万円	(不活性ガス使用) (1)
2	資本費	償却費	7.34	百万円/年	(2)' (1)×6.67% (15年定額、償却残存無し)
3	資本費	金利	0.88	〃	(1)×0.8% (金利1.5%、15年定額)
4	資本費	固定資産税	0.72	〃	(1)×0.65% (期末簿価×1.4%)
5	資本費	計	8.94	〃	(2)
6	直接費	人件費	0.60	〃	電気主任技術者 60万円/年 (オーガニックランキンサイクルの場合)
7	直接費	修理費	3.07	〃	(1)×2.79% (15年平均)
8	直接費	諸経費	0.51	〃	(1)×0.46% (廃棄物処理費、保険料等)
9	直接費	計	4.18	〃	(3)
10	燃料費		0.00	〃	(4) 今回は考慮しない
11	冷却水費		2.10	〃	(5) 冷却塔の水は水道水を利用することで試算 冷却水循環ポンプ電気代は所内消費動力に含む
12	労働基準監督署検査費		0.30	〃	(6) 第一種圧力容器に義務付けられている性能検査 30万円/年程度
13	間接費	一般管理費	1.05	〃	(3)×25%
14	間接費	事業税	0.20	〃	(9)×0.9%
15	間接費	計	1.25	〃	(7)
16	発電直接経費		16.77	〃	(8)=(2)+(3)+(4)+(5)+(6)+(7)
17	発電コスト	発電原価	30.49	円/kWh	(年間稼働率85%、所内電力25%として) 送電端発生電力量 =100kW×8,760hr/年×85% = 0.74×10^6kWh/年 所内動力 =100kW×25% = 25kW 所内消費電力量 =25kW×8,760 hr ×85% = 0.19×10^6kWh/年 売電可能電力量 =(送電端発生電力量)−(所内消費電力量) =0.55×10^6kWh/年 発電原価=(8)÷(売電可能電力量)=30.49円/kWh
18	収支	売上高	22.00	百万円/年	(9)=(売電価格)×(売電可能電力量) =40円/kWh×550,000 kWh/年
19	収支	発電直接経費	16.77	〃	(10)=(8)
20	収支	税引前利益	5.23	〃	(11)=(9)−(10)
21	収支	法人税	1.83	〃	(12)=(11)×35% (実効税率35%と想定)
22	収支	税引後利益	3.40	〃	(13)=(11)−(12)
23	概算投資回収(目安)		10年3ヶ月		=(1)÷((2)'+(13)) 年

注) JOGMECホームページで、本シートの電子ファイルを公開していますので、ご利用ください。

5. 温泉発電事業導入に関する電気事業法規制緩和状況

資格要件 等（緩和状況）

≪規制緩和≫

【H24年3月30日付け】※1 主任技術者制度の解釈及び運用（内規）の改正）

・所定の条件を満たす場合、主任技術者の資格を有していない者を許可（許可選任）。
・新たな区分（出力200kW未満、圧力1,000kPa未満かつ当該ボイラーの最大蒸発量が4t毎時未満（発電用の蒸気タービンに蒸気を供給するボイラーを用いる場合に限る。））に関する許可選任。
・改正前の内規では、最も規模が小さい設備区分（出力5,000kW未満かつ圧力1,470kPa未満）に関する許可選任。

【H24年4月17日施行】（経済産業省告示第100号による電気事業法施行規則の改正）

一定の条件を満たす小型のバイナリー発電設備に係るボイラー・タービン主任技術者の選任、工事計画書届出等の不要化。ただし、以下の全ての条件を満たす場合。
・熱源（一次系）が専ら輻射熱又は大気圧相当の熱水・蒸気
・媒体が不活性ガス
・一般公衆が窒息（酸欠）しないための構造
・出力300kW未満等→→→媒体の温度・圧力、離隔距離等の小型汽力発電設備と同等の要件（具体的には以下のとおり）。
(a) 発電出力が300kW未満
(b) 最高使用圧力が2MPa未満
(c) 最高使用温度が250℃未満
(d) タービン等の駆動部が発電機と一体のものとして一の筐体に収められているものその他の一体のものとして設置されるもの
(e) ﾀｰﾋﾞﾝ等の駆動部の破損事故が発生した場合においても、破片が当該設備の外部に飛散しないように設置されるもの

【H24年7月26日施行】（経済産業省告示第171号による電気事業法施行規則の改正）

・不活性ガスの範囲を「冷凍保安規則」から「一般高圧ガス保安規則」の引用に改正。

【H25年9月27日施行】※2（20130920 商局第1 号による主任技術者制度の解釈及び運用（内規）の改正）

温泉法の適用を受ける小型汽力発電設備に関するボイラー・タービン主任技術者の選任要件で、出力100kW以下を対象に1年間の運転実務経験のある技術者を不要にし、2日間の技能講習修了と1日間の講習又は試験に合格した者を選任可能。

【H26年5月20日施行】（経済産業省告示第111号による電気事業法施行規則の改正）

バイナリー発電設備の要件から、熱媒体に係る加熱用熱源の温度制限の記載を削除。

規制緩和

届出項目	小型バイナリー発電設備			小型汽力発電設備	
	熱源（一次系）の条件	不活性ガス	炭化水素（ペンタン等）アンモニア水　等	汽力の条件	蒸　気
保安規定	液化ガス用気化器により気化した熱媒体に係る加熱用熱源が輻射熱を用いたものであること又は水若しくは蒸気を用いたものであること。	要	要	蒸気の汽力を直接その原動力とするもの	要
電気主任技術者		要	要		要
ボイラー・タービン主任技術者		不要	要（許可選任※1） 所定の条件を満たす200kW未満，5000kW未満ー資格要件緩和あり		要（許可選任※2） 温泉法規定適用温泉利用100kW以下ー資格要件緩和追加
工事計画		不要	要		要
使用前自主検査		不要　ただし、自主検査は要	要		要
定期事業者点検		不要	要		要
溶接事業者検査		要	要		要
対応する発電設備の例		マイクロバイナリー（神戸製鋼所）	カリーナサイクル（地熱技術開発）		湯けむり発電（二相タービン）（ターボブレード）

6. コンサルタント会社一覧（例-1）

関東

企業・団体名（五十音順）	種別			分野		本社等所在地	地熱調査・コンサルティングに関する業務実績（判明分）		
	調査	掘削	検層	地熱	温泉		地熱	温泉	委託調査
エスケイエンジニアリング㈱		◎		◎	△	東京都	有	－	－
応用地質㈱	◎	◎	◎	◎	○	東京都	有	有	有
川崎地質㈱	◎	○	○	○	○	東京都	有	－	有
基礎地盤コンサルタンツ㈱	○		△	△		東京都	有	－	－
シン・エナジー㈱	○	監		◎	○	東京都	有	有	－
㈱コスモテック	○			○	◎	東京都	有	有	有
サンコーコンサルタント㈱	◎		◎	△	○	東京都	－	－	－
JX日鉱日石探開㈱	◎	◎	△	◎	○	東京都	有	有	－
シュルンベルジェ㈱			◎	◎		神奈川県	有	－	－
住鉱資源開発㈱	◎	◎	◎	◎	◎	東京都	有	有	有
㈱ダイヤコンサルタント	○	○	◎	○	○	東京都	有	有	－
㈱地球科学総合研究所	◎	◎	◎	◎	○	東京都	有	有	有
地熱技術開発㈱	◎	監	◎	◎	◎	東京都	有	有	有
中央開発㈱	○	◎	◎	◎	○	東京都	有	有	有
帝石削井工業㈱		◎		◎	△	東京都	有	－	－
日本工営㈱	◎					東京都	－	－	－
㈱日本地下探査	○	○	○		◎	千葉県		有	－
㈱ニュージェック	◎			◎	○	東京都	有	有	－
㈱物理計測コンサルタント			◎	◎	◎	東京都	有	有	－
三井金属資源開発㈱	◎	◎	◎	◎	○	東京都	有	有	有
三菱マテリアルテクノ㈱	◎	◎	◎	◎	◎	東京都	有	有	有
（一財）エンジニアリング協会（賛助会員企業含む）	◎	監	◎	◎	○	東京都	有	有	有

注）監･･･現場の管理･監督が対応可能

（問い合わせ先）一般財団法人　エンジニアリング協会

6. コンサルタント会社一覧（例-2）

関東以外

企業・団体名（北海道から順）	種別			分野		本社等所在地	地熱調査・コンサルティングに関する業務実績（判明分）		
	調査	掘削	検層	地熱	温泉		地熱	温泉	委託調査
アーストラストエンジニアリング㈱	○	◎	監	○	◎	北海道札幌市	有	有	－
㈱明間ボーリング		◎	○	◎	◎	秋田県大館市	有	有	－
地熱エンジニアリング㈱	◎	◎	◎	◎	◎	岩手県滝沢市	有	有	有
日本地下水開発㈱	○	○		○	◎	山形県山形市	有	有	－
小櫛探鉱鑿泉㈱	○	○	○		◎	静岡県富士市	－	有	－
㈱エネオックス	○	○	○		◎	石川県金沢市	－	有	－
協和地建コンサルタント㈱	○	○	○	○	○	島根県松江市	有	有	有
西日本技術開発㈱	◎	監	◎	◎	◎	福岡県福岡市	有	有	有
西日本環境エネルギー㈱	◎			◎	◎	福岡県福岡市	有	有	－
㈱エディット	◎	監	監	◎	◎	福岡県福岡市	有	有	有
㈱WELMA	△	◎	△	◎	◎	福岡県福岡市	有	有	－
㈱ワイビーエム		◎		◎		佐賀県唐津市	有	ー	ー
日鉄鉱コンサルタント㈱	◎	◎	◎	◎	◎	鹿児島県霧島市	有	有	有

注） 監･･･現場の管理･監督が対応可能

（問い合わせ先） 一般財団法人 エンジニアリング協会

問い合わせ先

本プラント設計ガイドラインと温泉発電導入促進手引書が小規模地熱発電の開発促進の一助となれば幸甚です。

一般財団法人　エンジニアリング協会

東京都港区虎ノ門3-18-19（UD神谷町ビル10階）
TEL：03-5405-7203　　FAX：03-5405-8201
URL　http://www.enaa.or.jp/

実際に、温泉発電事業に取り組まれる場合は、ガイドライン本編をご覧ください。

【改訂履歴】　初　版　2015年2月
第二版　2018年7月
第三版　2020年7月