

令和３年度資源リサイクル等の協力・連携可能性調査実施報告書

資源リサイクル等の協力・連携可能性調査は、本財団の公益目的事業の一つとして継続実施しているものである。

今年度は、東日本大震災以降、再生可能エネルギー固定価格買取制度や自然公園内での規制緩和、資源量調査等の支援制度の整備により、湯沢市内で積極的に進められている地熱開発の取組みについて調査した。

１ 日 時

令和３年１０月１８日（月） 午後１時３０分～４時

２ 場 所

湯沢市「秋ノ宮山荘」及び「湯沢地熱株式会社 山葵沢地熱発電所」

３ 日 程

（１）講演及び概要説明

① 講 演

- ・ 演 題 「県南地域の地熱開発について」
- ・ 講 師 地熱開発株式会社 調査役 岩 田 峻 氏
（湯沢市地熱開発アドバイザー、
元秋田地熱エネルギー株式会社 代表取締役社長）

② 概要説明

「山葵沢地熱発電所について」
湯沢地熱株式会社 取締役社長 大 樂 良 二 氏

（２）山葵沢地熱発電所視察

４ 参加者

２０名（別紙参加者名簿のとおり）

5 概 要

仲理事長のあいさつ後、岩田氏から「県南地域の地熱開発について」の御講演を大樂社長から「山葵沢地熱発電所について」御説明をいただいた。



仲理事長あいさつ

（１）県南地域の地熱開発について

別添資料により、湯沢市における地熱資源の活用、上の岱地熱発電所の建設から運転開始まで、国による調査、地熱ポテンシャル、地熱発電の課題等について説明があった。その概要は次のとおり。

I．湯沢市における地熱資源の活用

○日本三大霊地の川原毛地獄（他は青森県の恐山、富山県の立山）、小安大噴湯（岩盤の割れ目から 98℃の熱水と蒸気が激しく噴出）、院内銀山等の観光資源や泥湯、小安等の温泉、上の岱及び山葵地熱発電所がある。

○地熱は、ゆざわジオパークにおける大きな目玉となっている。

○DOWAと湯沢市の関わりは、地熱開発の他、前身の藤田組が、明治 39 年から昭和 22 頃まで稼働していた、松岡鉱山（銀等を採掘）がある。

※川原毛地獄

川原毛鉱山の硫黄採掘跡地で、無数の噴気孔や高温強酸性泉が湧

出し、硫黄鉱が露出している火山地帯である。また、沢底からは、温泉が湧出し、下流には高さ 20m の温泉の滝（大湯滝）があり、多くの観光客が露天風呂として利用している。栗駒国定公園内に位置し、湯沢市の主要な観光資源となっている。

Ⅱ．上の岱地熱発電所建設まで

- 1971 年（昭和 46 年）に秋田市飯島にある秋田製錬（亜鉛製錬所）への電力供給を目指して調査を開始した。
- 1972 年から小安温泉地域を中心に小口径（坑底〔一番深い所〕で $\phi 100\text{mm}$ 程度）の調査井を掘削し基礎調査を開始した。さらに、上の岱地域も並行して調査を進めた。
- 1980 年には、上の岱地域で国の補助を受け大口径（坑底で $\phi 220\text{mm}$ 程度）の調査井を掘削し、噴気に成功した。
- 1981 年から同和鉱業株式会社（現 DOWA ホールディングス（株））と東北電力（株）との共同調査を開始した。
- 1994 年（平成 6 年）営業運転を開始。DOWA は、1986 年に設立した秋田地熱エネルギー（株）が、蒸気を生産し東北電力に供給。
※当時は、電力会社に電力を供給する発電事業者になることができなかったため、蒸気生産から発電までの一貫開発ができなかった。
※現在、蒸気は、事業継承により 2008 年 1 月から東北水力地熱（株）（現東北自然エネルギー（株））が供給。

Ⅲ．国による調査

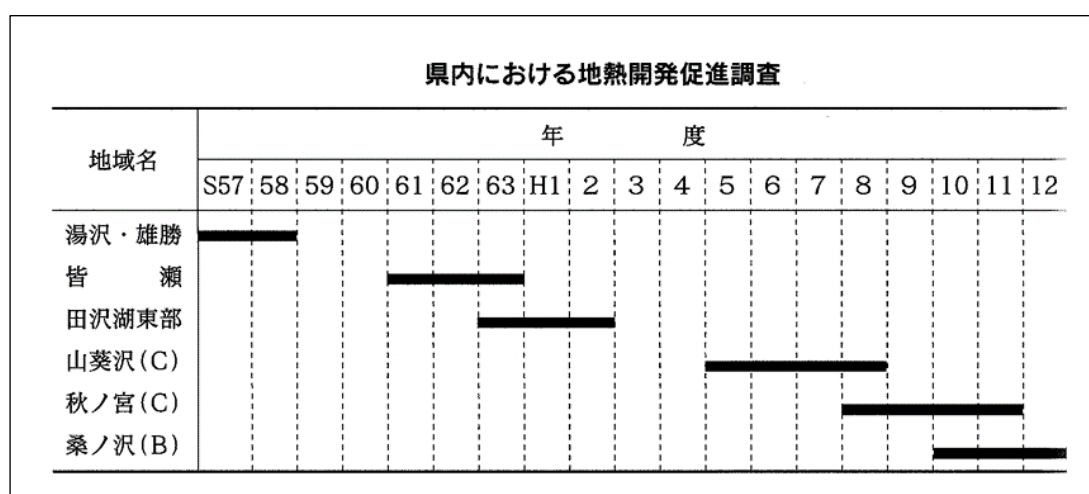
1973 年（昭和 48 年）から栗駒北部地域で、地熱基礎調査、地熱開発精密調査等を国で行い、本調査で確認された地熱有望地域として、山葵沢地域、秋の宮地域、桑の沢地域を抽出し、地熱開発促進調査が実施された。

※地熱開発促進調査（秋田県鉱山誌〔平成 17 年 3 月発刊〕より抜粋）

1980 年（昭和 55 年）に創設された制度で、国が新エネルギー総合開発機構（現国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO））に補助し、全国の地熱有望地域について、地熱資源量調査、環境調査を含む総合調査を行い、民間開発を誘導する事業。1992 年（平成 4 年）からは、次の 3 つのレベル設定し調査が実施された。

調査 A（広域調査）→調査 B（概査）→調査 C（精査）→ 企業開発、
発電所建設へ

調 査	内 容	面 積	期 間
調査 A (広域調査)	地熱資源賦存の可能性を検討	100～300km ²	3 年
調査 B (概査)	貯留層確認、地熱系モデル作成	50～70km ²	3 年
調査 C (精査)	大口径調査井による資源量の把握、精査地域の抽出	5～10km ²	4 年



1) これまでの調査結果と地熱ポテンシャル開発事業等

湯沢市東部で国及び民間会社により、150本のボーリング等の調査が行われた。この結果、高松岳及び小安岳を中心に高温帯の広がりが確認され、本地域の地熱ポテンシャルは、全国有数であることが明らかになった。

2) 湯沢市における地熱発電・調査状況

上の岱（認可出力 28,800kW）及び山葵沢（認可出力 46,199kW）の2つの地熱発電所（栗駒国定公園外）が稼働している他、木地山・下の岱地域では、木地山地熱発電所（仮称、出力 14,900kW）の新設が発表（2020年11月）され、小安地域では、かたつむり山地熱発電所（仮称、出力 15,000kW級）の建設着工（2021年）を予定している。また、矢地ノ沢地域は、発電所建設（2,000kW）を目指し地熱開発調査を行っている。※3地域は栗駒国定公園内

3) 主要自治体別地熱ランキング

地熱発電所の設備容量は、湯沢市は市町村別で全国3番目、秋田県は都道府県別で2番目となっている。

4) 湯沢の地熱発電今後の課題

- 貯留層の割れ目や坑井内にシリカスケールが付着し、蒸気量や熱水が減衰するため、スケール除去や補充井の掘削が必要となり、維持・管理に多大なコストがかかる。
- 地熱発電所を建設するまでには、調査から開発まで長い時間と多額の投資費用がかかり、効率的な調査、試験等の技術開発が必要である。
- 地熱資源は、多くが自然公園内に賦存し、周辺は温泉地となっている場合もあり、地熱開発に当たっては、自然環境や地元温泉事業者との共存を図っていく必要があるなどの課題がある。



岩田氏による講演



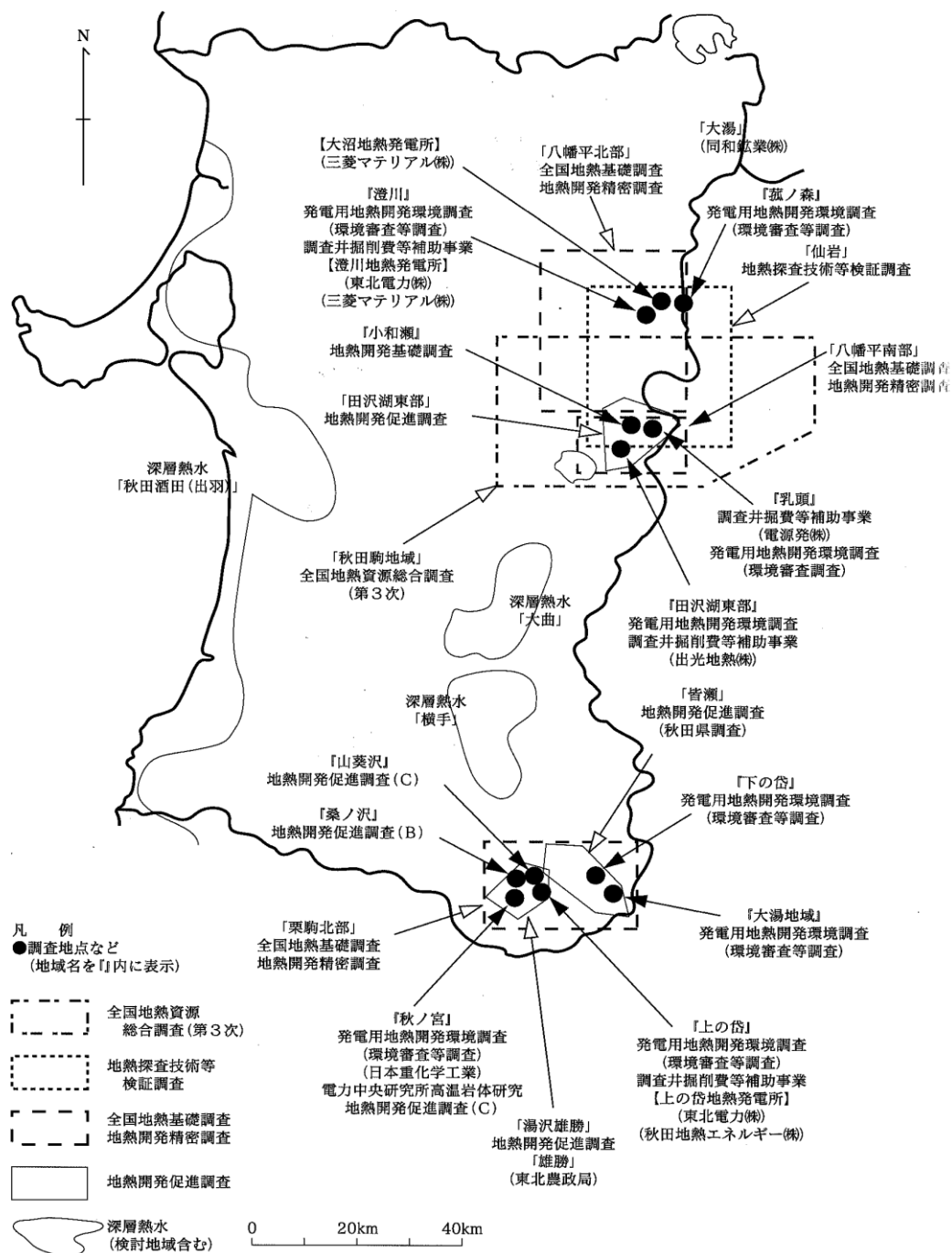
< 岩田氏の略歴 >

1987 年（昭和 53 年）に同和鉱業（株）（現 D O W A ホールディングス（株））探査部地熱開発室に配属されて以来、同室小安地熱開発所、秋田地熱エネルギー（株）に 30 年間勤務し、上の岱をはじめ、県南地域（湯沢市、雄勝町、皆瀬村：現湯沢市）での地熱開地熱開発事業に従事し、現在も地熱技術開発（株）の顧問、湯沢市地熱開発アドバイザーとして、事業者や市民からの地熱開発等に係る問合せに対し、中立的な立場で透明性をもって助言を行うなど活躍されている。

< 参考 >

県内における国レベルの地熱資源調査及び民間における主要施設

(「東北地熱資源開発促進連絡協議会、1991」を修正)



秋田県鉱山誌（平成 17 年 3 月発刊）より

（２）山葵沢地熱発電所について

大樂社長からパンフレット等の資料により説明を受けた後、発電所を視察。その概要は、次のとおり。

- ・ 山葵沢地熱発電所は、定格出力 46,199kW で国内 4 番目の規模で 2019 年 5 月に運転開始した。国内で 1 万 kW を越える大規模地熱発電所の稼働は 23 年ぶり。（1996 年に大分県九重町の九州電力滝上地熱発電所、認可出力 27,500kW 以来）
- ・ 発電量は、一般家庭約 9 万世帯分の消費電力に相当する全国有数の発電所。

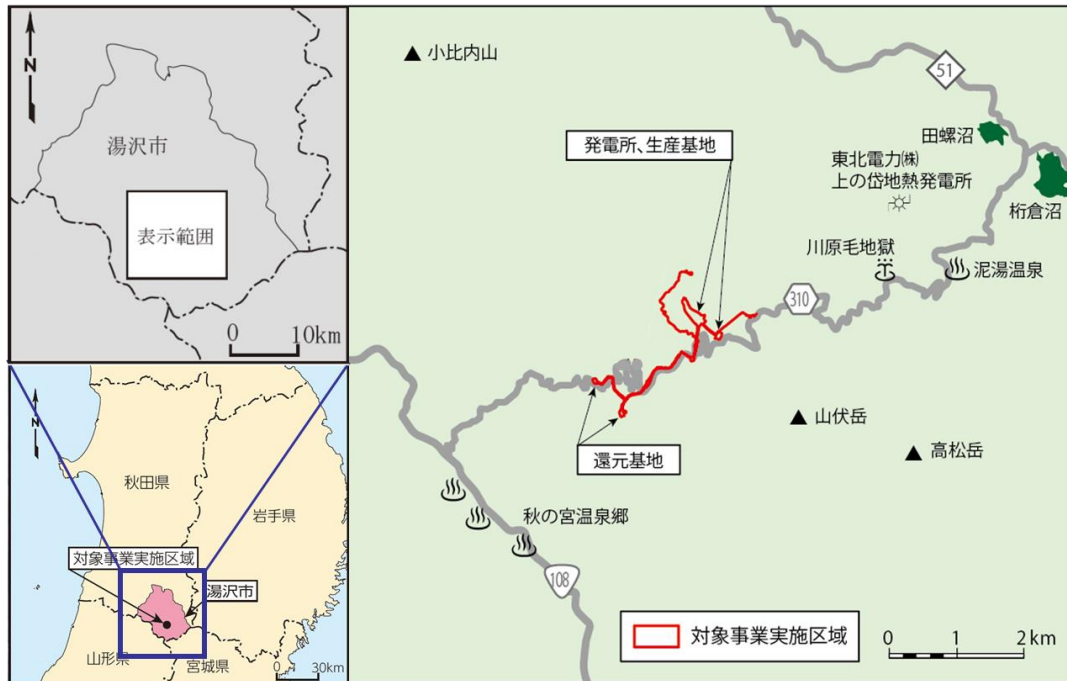
① 発電所の概要

- ・ 所在地 湯沢市高松字高松沢及び秋ノ宮字役内国有林内
- ・ 敷地面積 約 150,000 m²
- ・ 認可出力 46,199 kW
- ・ 発電方式 ダブルフラッシュ方式
- ・ 運転開始 2019 年 5 月（令和元年 5 月）
- ・ 生産基地 3 箇所、生産井 9 坑（掘削長 1,500～2,000m）
 - ◇ 蒸気量約 260 t / h、熱水量約 600 t / h
 - ◇ 坑口温度約 250℃
- ・ 還元基地 2 箇所、還元井 7 坑（掘削長 1,500～2,000m）
- ・ 送電線 横堀変電所まで約 18 km、鉄塔 70 基
- ・ 発電事業者 湯沢地熱株式会社
（出資者 電源開発(株)、三菱マテリアル(株)、三菱ガス化学(株)）
- ・ 従業員数 11 名



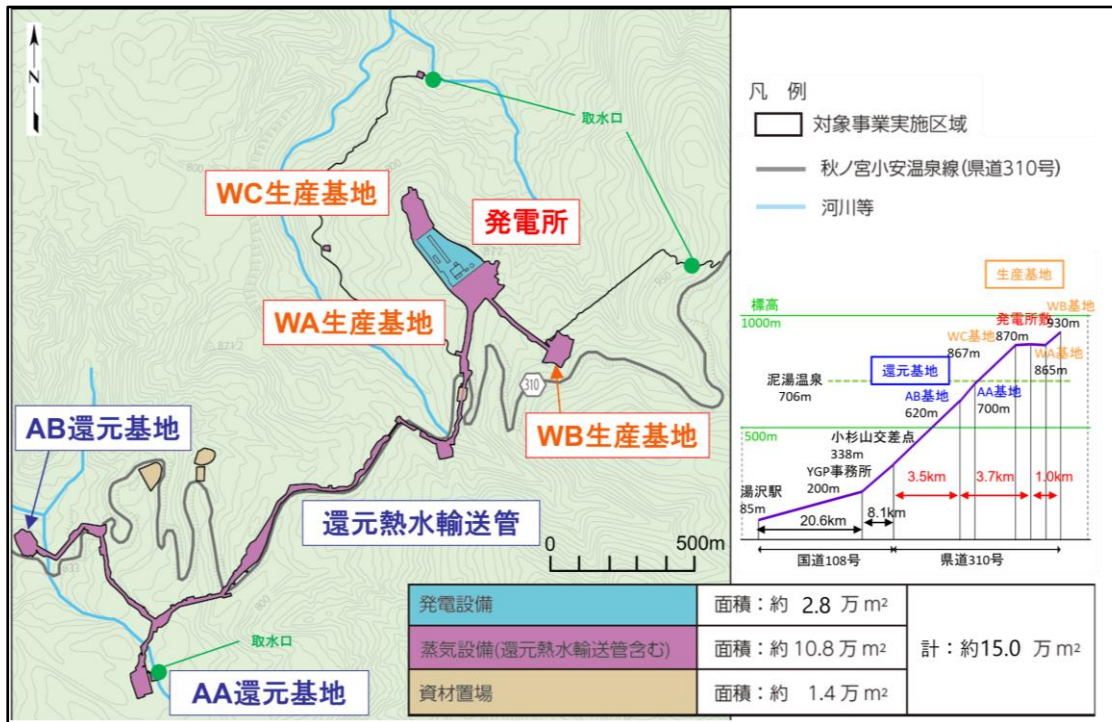
大樂社長による概要説明

山葵沢地熱発電所位置図



提供：湯沢地熱(株)

山葵沢地熱発電所全体図



提供：湯沢地熱(株)

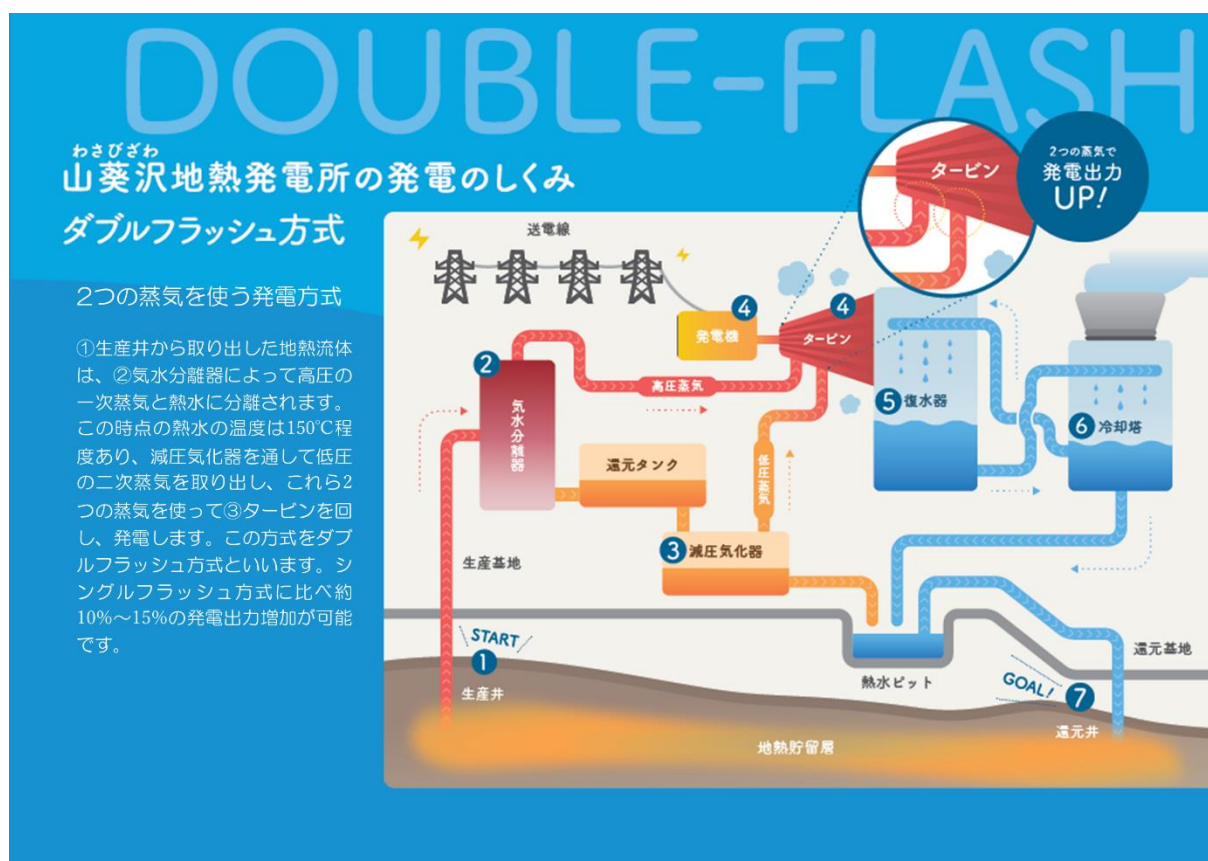
② 基地の配置と設備

- ・ 湯沢市高松及び秋ノ宮地域の標高 930m から 680m の地点に発電設備のほか、三つの生産基地と二つの還元基地を有している。
- ・ 発電施設との間には、県道 310 号線に沿うように約 2.4km にも及ぶ還元熱水輸送管が敷設されている。
- ・ 周囲の景観に配慮し、発電所建屋の色はベージュ系及びブラウン系、輸送管の色はベージュ系で塗装している。
- ・ 光ファイバーなどの先端機器を使用して熱水の漏洩や温度変化を遠隔で探知できるようにして、環境や安全に配慮している。

発電所の敷地内設備（提供：湯沢地熱株式会社）



③ 地熱発電の仕組み（提供：湯沢地熱㈱）



敷地内の設備をくわしく紹介！

1 生産井

地中深くに存在する地熱の流体（熱水や蒸気、その混合物）を取り出すための井戸です。

2 気水分離器

生産井で取り出した高温の蒸気は気水分離器で高压の蒸気と熱水に分離され、高压蒸気はタービンに、熱水は減圧気化器に送

3 減圧気化器

気水分離器で分離された熱水は、その時点でまだ約150℃ほどの温度があることから、減圧気化器で再び低压蒸気を発生させ、タービンに送られます。

4 蒸気タービン・発電機

気水分離器と減圧気化器で分離された蒸気をタービンに当て発電機を回して電気を作ります。蒸気タービンの特徴としては国内地熱発電所では初めて蒸気タービン最終翼で約1mを採用し、高出力化を図っています。

5 復水器

タービンを通過したあとの蒸気を冷却して凝縮水に戻す装置です。復水器の特徴として夏場と冬場で循環水を適切に注水することで小型化と効率化を図っています。

6 冷却塔

復水器から送られてくる温水を冷たい空気と接触させて温度を下げ冷却水へと変えます。この冷却水は復水器に送られ、蒸気

7 還元井

発電に使用した熱水を地中深くへもどすための井戸です。

発電所の設備は、それぞれどんな目的でどんな役割があるのか？
地熱資源を活用し発電を生み出す設備を、詳しく紹介します。

地熱資源を有効利用！

タービンや発電機の塗装については、湯沢市の花や木の色である「さくら」と「けやき」をイメージしたピンクやグリーンで塗装されています



山葵沢地熱発電所蒸気タービン及び発電機



タービン翼
低圧 4 段

タービン翼
高圧 5 段

予備の蒸気タービン



冷 却 塔



W A 生産基地



気水分離器を背景に撮影

(3) 所 管

① 地熱資源開発

- ・ 本鉱業会会員企業である、三菱金属鉱業(株)(現三菱マテリアル(株))が亜鉛製錬所の安価な電源確保のため、地下資源開発の技術を応用し 1965 年(昭和 40 年)に鹿角市八幡平地域で、1971 年(昭和 46 年)には同和鉱業(株)(現 D O W A ホールディングス(株))が、旧皆瀬村小安地域での地熱調査着手が端緒となり、県内での地熱開発が進んでいることには、非常に感慨深いものがある。

② 地域と共生した開発

- ・ 湯沢市では、上の岱及び山葵沢地熱発電所が稼働している他、3 地域で地熱発電所の建設に向けた調査が進められている。
- ・ 建設が計画されている地域は、温泉地で栗駒国定公園内であることから、地元住民や温泉関係者の理解を得ることが必要不可欠であるが、計画は順調に進んでいると思われた。

- ・ また、稼働している二つの地熱発電所も温泉関係者等とのコミュニケーションが図られ、良好な関係が維持されていると感じられた。
- ・ これまで開発に携わってきた事業者が、地元温泉業者等が抱く地熱発電所の建設、運転による温泉への影響等の懸念に対し、科学的な調査と適正な評価を行い、理解を得られるように情報提供などに努め、良好な関係を構築してきた結果だと考える。

③ 課題等

- ・ 山葵沢地域では、本格的な調査（促進調査、調査C）が1993年（平成5年）開始してから地熱発電所の運転開始まで26年間要し、長い時間と多大な開発費用がかかっている。
- ・ また、一般的に坑井掘削後には、坑井内や周辺岩盤の割れ目にシリカ等のスケールが付着し、年々噴出量、還元量が減少し、定期的な除去や補充井（代替井）の掘削が必要となり、維持管理費用が大きい。
- ・ 今後、地熱開発がさらに促進されることにより、技術開発が進み、調査開発等の初期投資や維持管理費用の低減が期待される。

令和3年度 一般財団法人秋田県鉱業会調査・視察参加者名簿

参 加 者 氏 名 等			
一般財団法人秋田県鉱業会			
1	理 事 長	仲 雅 之	小坂製錬(株) 代表取締役社長
2	副理事長	善 英 喜	三菱マテリアル(株) 秋田製錬所長
3	理 事	富 樫 林太郎	秋田製錬(株) 代表取締役社長
4	監 事	齋 藤 涉	DOWAホールディングス(株) 秋田事業所所長
5	評 議 員	鈴 木 一 成	秋田ジンクソリューションズ(株)代表取締役社長
6	評 議 員	船 木 澄 子	マテリアルエコリファイン(株) 秋田工場長
7		吉 田 尚 弘	秋田製錬(株) 常務取締役
8		武 田 和 明	秋田製錬(株) 技術部
9		今 井 実	DOWAホールディングス(株) 秋田事業所顧問
10		岩 本 賢 治	日本新金属(株) 秋田工場長
11		片 桐 学	日本新金属(株) 秋田工場 設備技術グループ グループリーダー
12		佐 藤 重 樹	(株)日本ピージーエム 代表取締役常務
13		田 中 雅 博	八幡平グリーンエナジー(株) 取締役社長
14		川 上 伸 作	一般財団法人秋田県鉱業会 事務局長
15	講 師	岩 田 峻	地熱技術開発(株) 調査役 (湯沢市地熱開発アドバイザー)
16	秋 田 県	岸 勉	産業労働部エネルギー・資源振興課 エコタウン班 主幹兼班長
17		篠 木 優 志	産業労働部エネルギー・資源振興課 エコタウン班 主 事
18		佐 藤 直 彦	産業労働部エネルギー・資源振興課 新エネルギー活用班 主 査
19		三 上 涼 星	産業労働部エネルギー・資源振興課 新エネルギー活用班 主 事
20	湯 沢 市	白 土 大 地	総務部企画課 企画政策班 主 事

令和3年度 資源リサイクル等の協力・連携可能性等調査

「県南の地熱開発について」

令和3年10月18日

地熱技術開発株式会社 調査役

岩田 峻

I. 湯沢市における地熱資源と活用

- 温泉（泥湯温泉、秋の宮温泉、小安温泉、湯の沢温泉、大湯温泉、川原毛、大湯滝）
- 熱利用（暖房、温室、乳製品加工、乾燥食品）
- 観光名所（川原毛霊山、小安大噴湯、大湯滝ほか）
- 旧鉱山（川原毛硫黄山、院内鉱山、松岡鉱山ほか）
- 教材（院内異人館、院内銀山跡、川原毛、上の岱発電所PR館、山葵沢地熱発電所*、高松地区センター展示コーナー、ジオサイトほか）
- 地熱発電（上の岱地熱発電所、調査・建設中の各地点）

*は建設中

*地熱は湯沢ジオパークにおける大きな目玉

湯沢市 川原毛の酸性変質帯 県天然記念物指定へ

秋田県新聞

川原毛
北部地
湯温泉
いに位

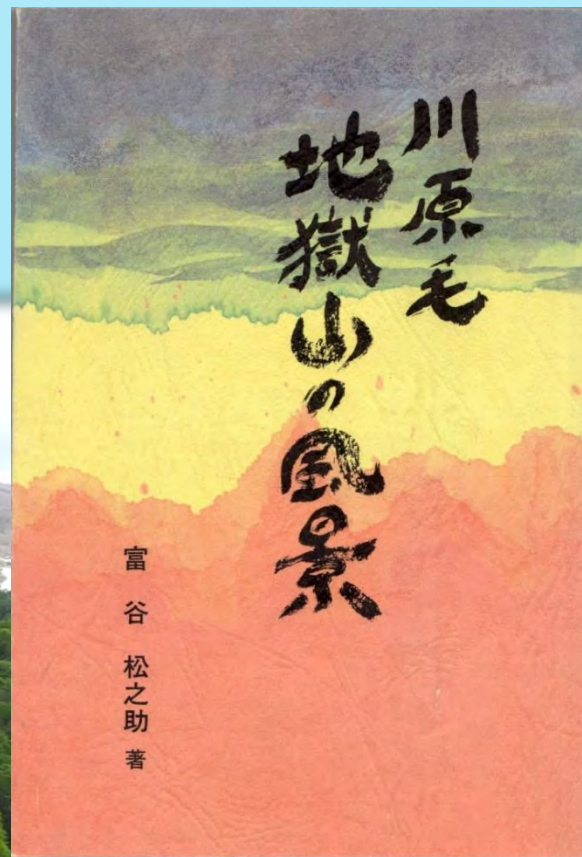
県文化財保護審議会

は19日、湯沢市高松の国有林内にある

川原毛地蔵菩薩例大祭



令和元年7月28日



観光・教材



DOWAと湯沢市との関わり

同和鉱業（株）西田 堯 第9代社長



- ・ 松岡 鉦山
- ・ 菅 礼之助 先生
(第4代会長)



Ⅱ. 上の岱地熱発電所建設まで

- 1971年 同和鉱業（株）予察調査（秋田製錬への電力供給をめざす）
- 1972年～ 小安地熱開発所、基礎調査（含：地表調査、小口径調査井掘削、環境調査）
- 1980年～ 開発可能性調査（含：大口径調査井掘削、噴出試験、地熱ポテンシャル総合解析）
- 1981年～ 東北電力（株）と発電可能性共同調査
- 1986年 秋田地熱エネルギー（株）設立
- 1988年 一斉噴出試験、貯留層シミュレーション、適正規模判断
- 1989年 東北電力（株）と上の岱地熱発電所共同開発に関する基本協定締結（発電規模：27,500kW）
- 1989年～ 環境影響調査、保安林解除など諸手続き
- 1991年 電源開発調整審議会（電調審）の承認
- 1994年 発電所運転開始（蒸気生産開始）



一斉噴出試験

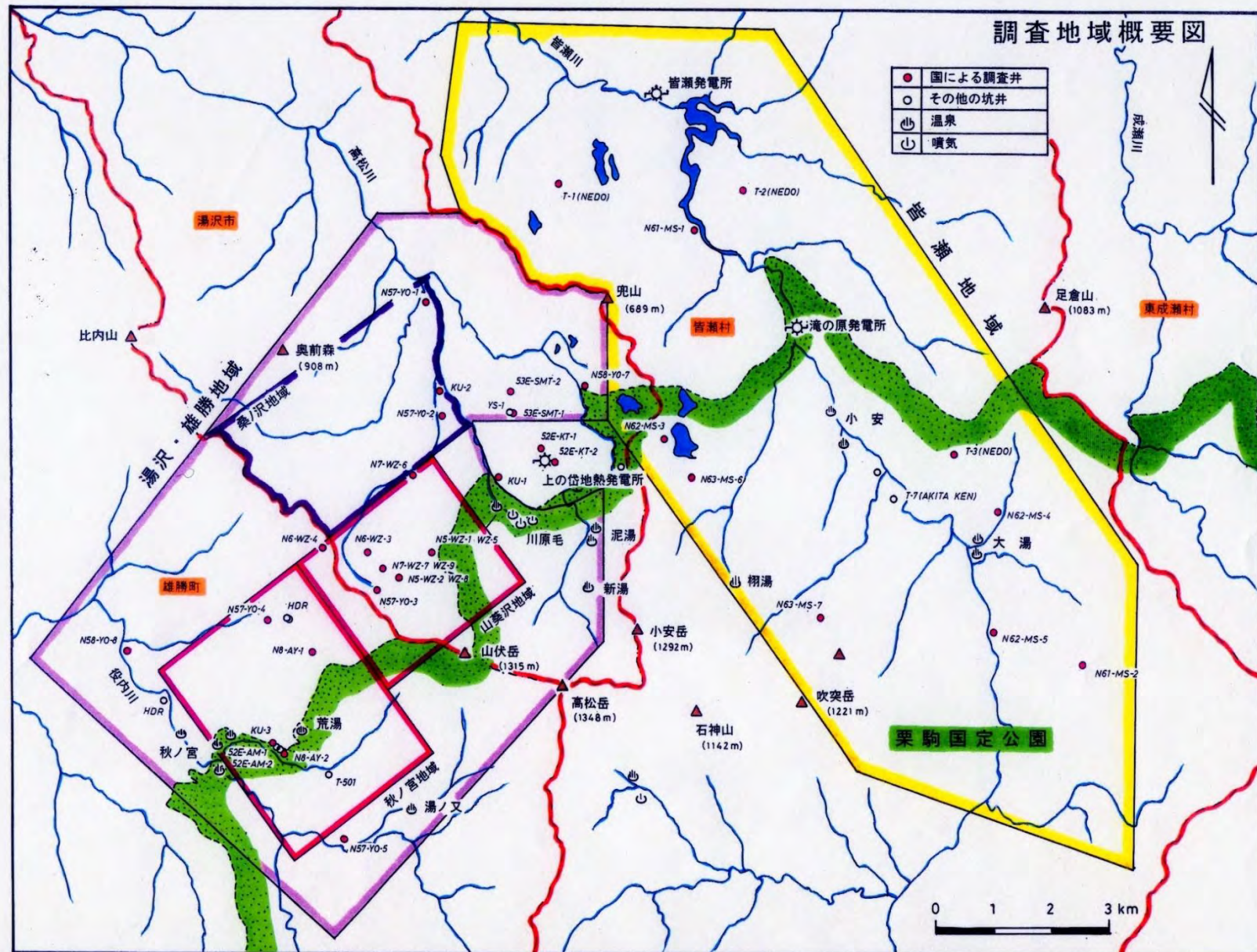
Ⅲ. 国による調査

- ➡ 全国地熱基礎調査「栗駒北部」
- ➡ 地熱開発精密調査「栗駒北部」
- ➡ 発電用地熱開発環境調査「上の岱」「下の岱」
- ➡ 地熱開発促進調査「湯沢雄勝地域」「皆瀬地域」

補足：上の岱運転開始後

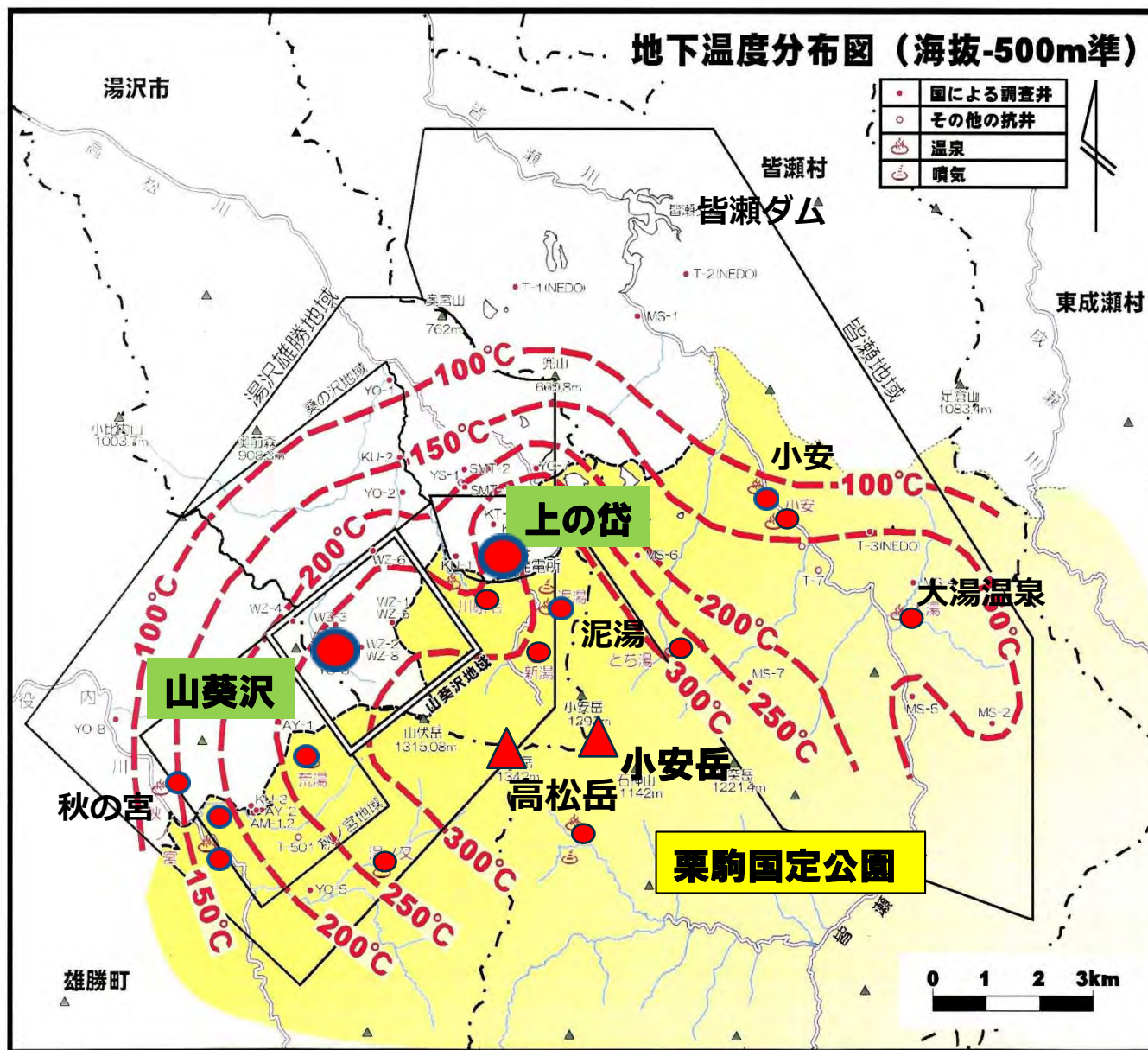
地熱開発促進調査「山葵沢地域」「秋ノ宮地域」「桑の沢地域」ほか

国による調査



1) これまでの調査結果と地熱ポテンシャル

- ・ これまで国および民間会社により湯沢市南東部では、合計約150本の大小ボーリングが行われた。
- ・ 大半の掘削長は1,000メートルを超す（500－2000＋メートル）
- ・ このように精力的な調査が行われた地域は他にない。
- ・ 調査によって極めて精度の高い地下情報が得られている（地質、地下温度、地熱流体の動きなど）



- ・ 高松岳・小安岳を中心に高温度帯が拡がる
- ・ これらの山々の火山活動時期は今から約二十〜三十万年前
- ・ 温泉・地熱発電所はこれらの山々を囲むように分布
- ・ 高温度帯の多くは栗駒国定公園内
- ・ 現在、公園内でも発電所建設に向けた調査を実施中

- 2つの地熱発電所
- 3つの開発調査地域



湯沢市における地熱発電・調査状況

地域名	事業者名	資本ほか	現 況
上の岱地熱発電所	東北電力（株）	蒸気供給は東北自然エネルギー	設備容量 28,800 kW （平成6年運転開始）
山葵沢地熱発電所	湯沢地熱（株）	電源開発 三菱マテリアル 三菱ガス化学	平成31年5月運転開始（46,199 kW）
木地山・下の岱地域	東北自然エネルギー（株）	東北電力	木地山地熱発電所（仮称）を建設予定
小安地域	小安地熱（株） （平成30年9月設立）	出光興産 国際石油開発帝石 三井石油開発	かたつむり山地熱発電所（仮称）を建設予定
矢地ノ沢地域	（有）いなずみ オリックス（株）	同左	調査中

主要自治体別 地熱発電認可出力ランキング

	自治体名	認可出力 (kW)	地熱発電所名（建設中を含む）
1	大分県九重町	157,990	滝上、九重、大岳、八丁原、 滝上バイナリ-
2	岩手県雫石町	80,000	葛根田
3	秋田県湯沢市	74,999 (計画中計：約 30,000)	上の岱、山葵沢 (計画中：かたつむり山、 木地山、矢地ノ沢)
4	福島県柳津町	60,000	柳津西山
5	秋田県鹿角市	59,500	澄川、大沼

出典：日本地熱協会ほか

湯沢の地熱発電 今後の課題

- ・ 永続性
- ・ 技術革新・開発コスト削減
- ・ 温泉と発電事業の共存
- ・ 地域社会との共存、貢献
- ・ 観光業との効果的な連携
- ・ ローカルエネルギーとして
- ・ ジオパーク事業との連携



地熱のまち ゆざわの 熱き挑戦

地域の宝を産業振興に生かす

秋田県湯沢市は、「地熱のまち」として、再生可能エネルギーである地熱の多様な活用を推進している。発電にとどまらない地熱の持つ高いポテンシャルを生かすその取り組みは、地域の産業振興のモデルケースとして多くの示唆に富んでいる。

制作／東洋経済企画広告制作チーム

Business
ASPECT

独立行政法人
石油天然ガス・金属鉱物資源機構
(JOGMEC)

週間 東洋経済

2021年1月30日号掲載

2019年
湯沢市はJOGMECより
「地熱モデル地区」に認定