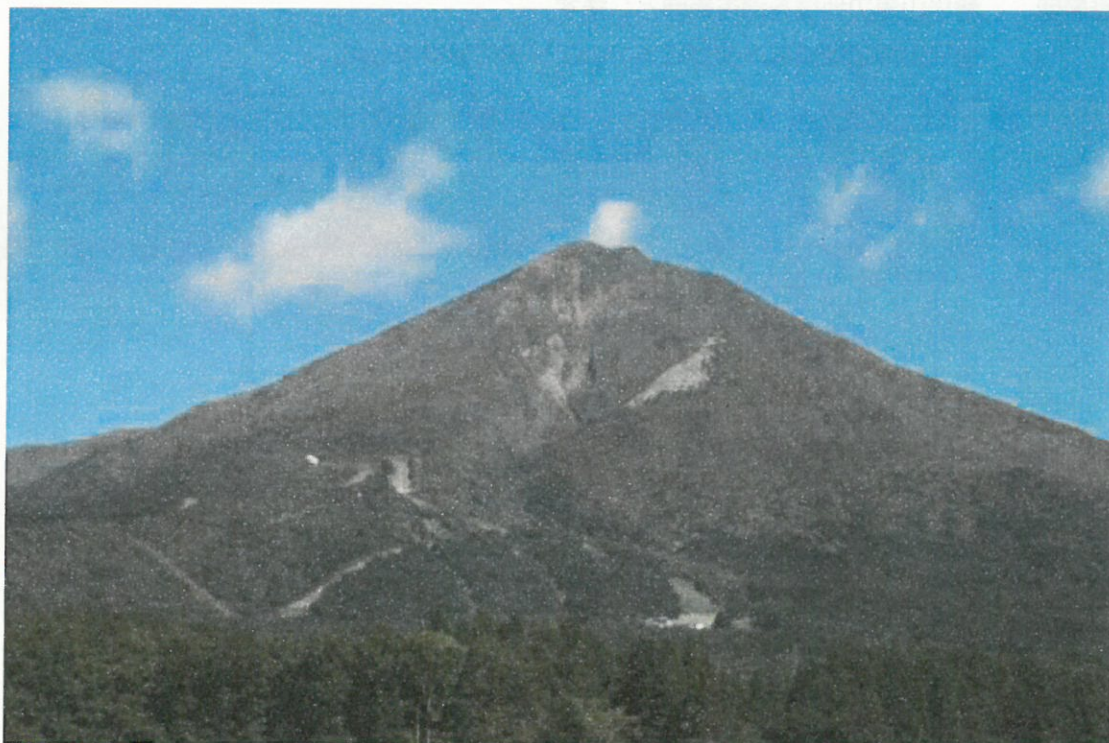


福島県における地熱資源開発に関する情報連絡会（第6回）

磐梯山周辺地域広域資源調査について

-2次調査中間報告と今後の対応-



2015年3月10日

福島地熱プロジェクトチーム

1. 目的

地表面調査の1次調査である「温泉モニタリング提案のための地表面調査」と、2次調査である「地下構造推定のための地表面調査（1年目）」の調査結果について報告します。

あわせて、地表面調査の2次調査（2年目）と、3次調査（掘削調査）を行う場合の準備について説明します。

【福島地熱プロジェクトチーム参画会社】

出光興産（株）	★	石油資源開発（株）	★
国際石油開発帝石（株）		三井石油開発（株）	
三菱マテリアル（株）	★	三菱商事（株）	
住友商事（株）		三菱ガス化学（株）	
地熱技術開発（株）		日本重化学工業（株）	

★：オペレータ会社

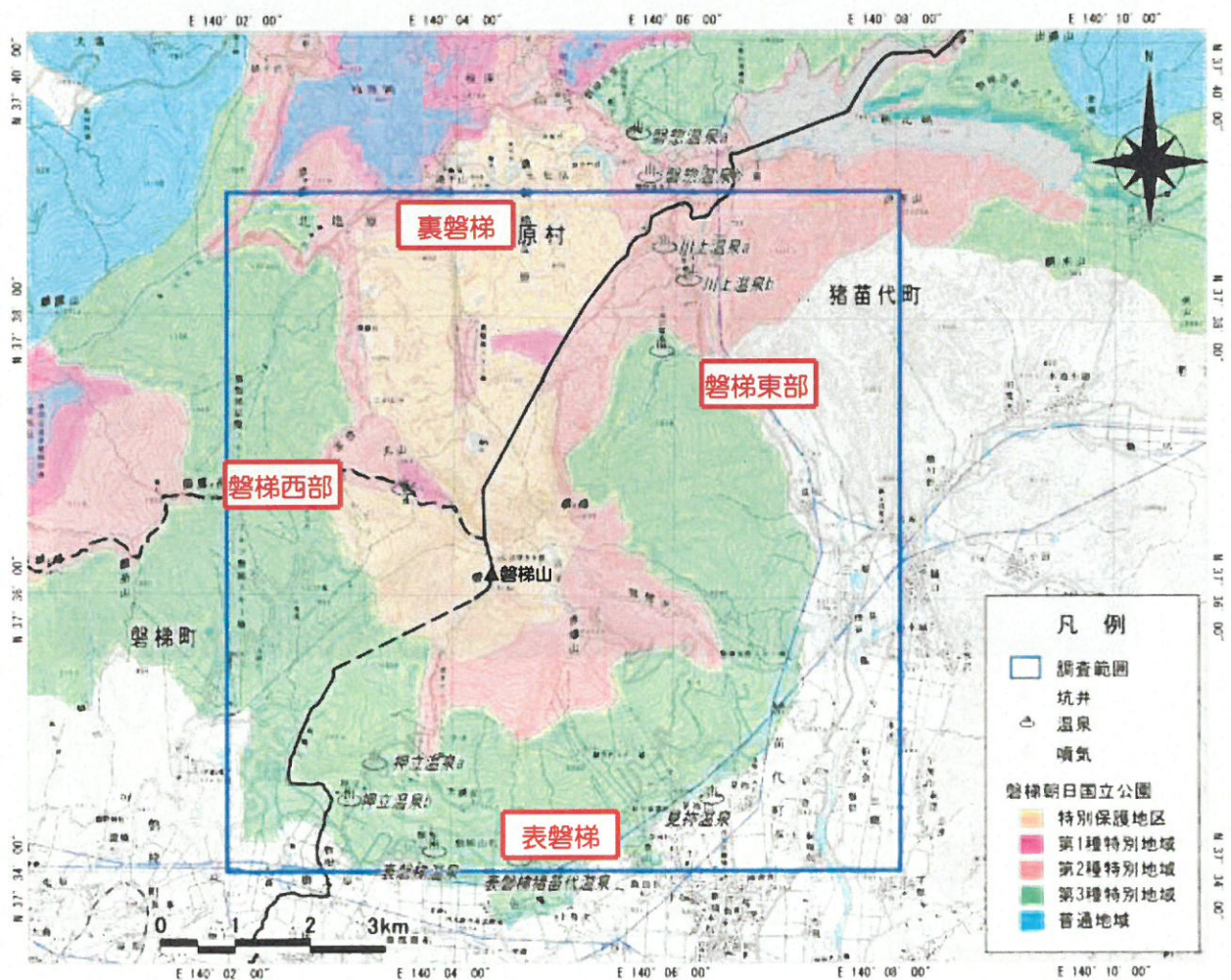
2. 大前提

地域の合意（地域の皆様のご理解が必要）を前提とします。

3. 調査範囲

調査範囲 磐梯山周辺地域を調査範囲とします。

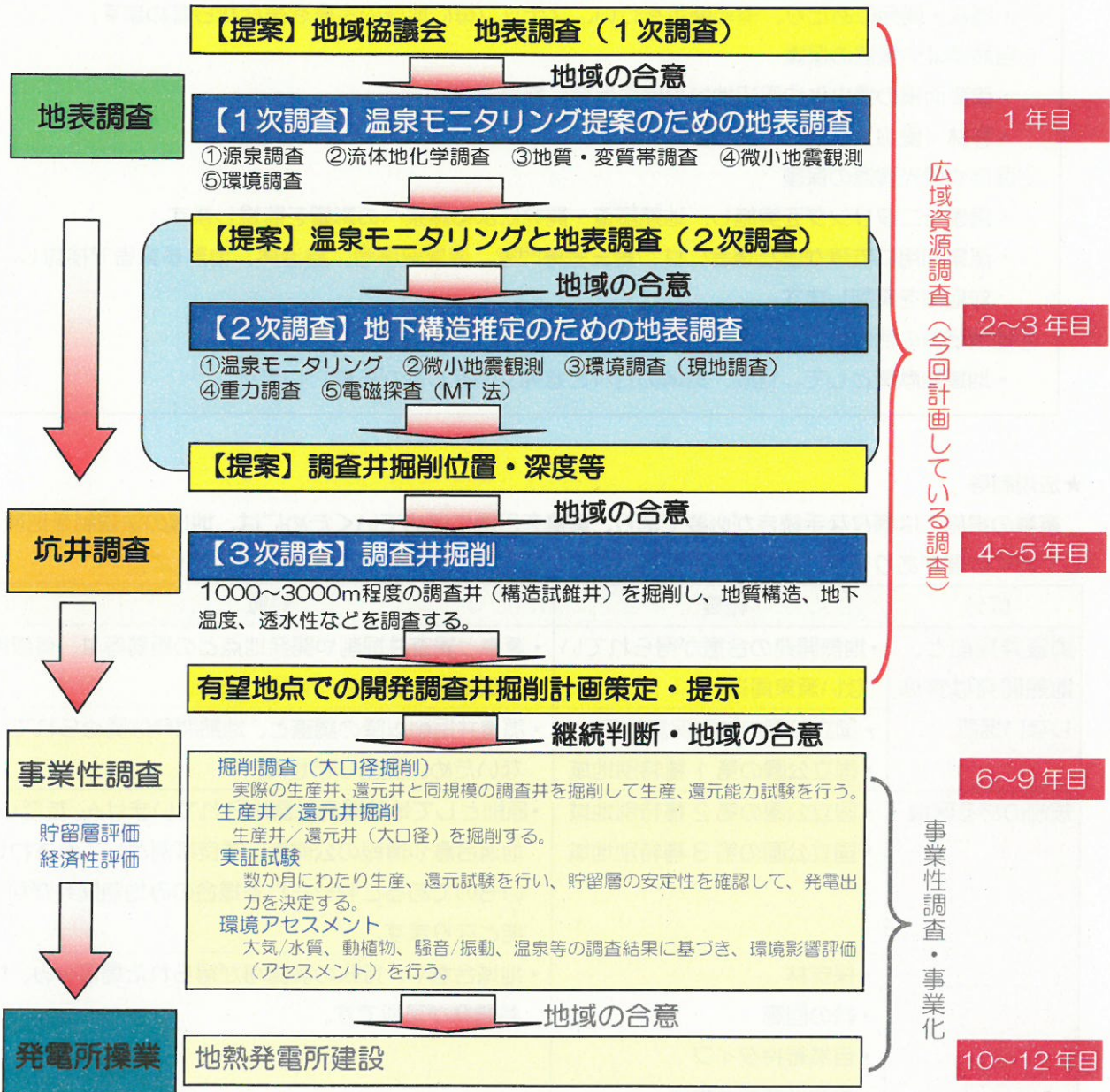
磐梯山周辺地域を大まかに4つのエリアに分けました。



4. 調査の流れ

調査を次の段階に分け、地域協議会等で地域の合意を得て次の調査に進みます。

広域資源調査の進め方（一例）



※ 調査の進め方の一例として示しますが、調査結果や地域協議会の状況等によって変更・中止となる可能性があります。



5. 地熱調査・開発を実施するにあたり

地熱資源は、温泉の保護を図りつつ適正に利用していかなくてはなりません。地熱事業者は、温泉関係者をはじめとする地域の方々が、地熱開発により不利益を被ることなく、長期に亘って、共存共栄の関係となる事業を作り上げることを目標とします。

①地域の合意

- ・調査・開発にあたり、情報開示を行い、ステップ毎に地域の合意を得ながら進めます。

②自然環境や景観の保護

- ・改変面積の最小化や周辺地域の環境保全に努めます。
- ・森林（里山）景観との調和に努めます。

③温泉や観光資源の保護

- ・温泉モニタリングを実施し、地熱調査・開発による温泉への影響を監視します。
- ・温泉利用に支障が出た場合には、第三者専門家、温泉関係者、自治体、地熱事業者で検討し、対応策を実施します。

④地域経済の活性化

- ・地域貢献策として、行政、地域の方々と意見交換をしながら検討します。

★法規制等

事業の実施には様々な手続きが必要であり、事業を円滑に進めていくためには、地域の法規制を把握しておく必要があります。開発行為が規制されている場所での現状と対応を検討しました。

区分	概要	対応
調査井掘削と、地熱開発は実施しない場所	・地熱開発の合意が得られていない源泉周辺	・源泉と調査井掘削や開発地点との距離等は、有望地点提案後、協議会で協議します。
	・国立公園の特別保護地区 ・国立公園の第1種特別地域	・調査井掘削以降の調査と、地熱開発は認められていないため、実施しません。
規制のある区域	・国立公園の第2種特別地域 ・国立公園の第3種特別地域	・原則として地熱開発は認められていません。ただし、地域合意や情報の公開等、優良事例としてふさわしいものであると判断される場合のみ地熱開発が可能となります。
	・保安林 ・緑の回廊 ・自然維持タイプ ・景観形成重点地域 ・鳥獣保護区（特別保護地区）	・地域合意や、行政の許認可が得られた場合のみ、地熱開発が可能です。

有望地点とは？

地熱資源、自然環境、社会環境の面で有望な地点があり、かつ、地域合意を得られる見通しがある場合、その場所を「有望地点」として選定します。

★日本温泉協会は、地熱発電問題で声明文「無秩序な開発反対」を発表
 声明文の中に、無秩序な地熱開発を回避するための5項目を提案されています。

日本温泉協会 5項目の提案

1. 地元（行政や温泉事業者）の合意
2. 客観性が担保された相互の情報公開と第三者機関の創設
3. 過剰採取防止の規制
4. 断続的かつ広範囲にわたる環境モニタリングの徹底
5. 被害を受けた温泉と温泉地の回復作業の明文化

★客観性が担保された相互の情報公開と第三者機関の創設

次の会を設置して、情報公開を行っています。

- ・福島県主催 福島県における地熱資源開発に関する情報連絡会
 - ・磐梯3町村(磐梯町、猪苗代町、北塩原村)主催 磐梯山周辺地熱発電事業検討連絡協議会
- 信頼性の向上のため行政の許認可に加え、第三者機関（福島県における地熱資源開発に関する情報連絡会専門家部会）に対して、事前に調査情報と事業計画を報告し、検証を行うこととします。

★協定書について

3次調査（掘削調査）に入るまでに、協定書を締結することとしています。

項目	内容
締結当事者	・土地の所有権を確認し所有者及び関係者の間で締結します。
掘削範囲	・調査井掘削を見据えた範囲を選定します。 ・早期に測量を実施し、範囲を決めます。
補償・損害賠償項目	・下記文言に準拠します。

【参考】「5. 被害を受けた温泉と温泉地の回復作業の明文化について」

福島県主催 第4回 福島県における地熱資源開発に関する情報連絡会（2013.10.28開催）において、福島地熱プロジェクトチームより次のように回答しました。

①民法の規定

万が一、本地域での地熱調査が原因で、温泉に影響が出た場合、被害を受けた温泉の補償については、まず民法上の損害賠償である、債務不履行に基づく損害賠償（415条以下）と不法行為に基づく損害賠償（709条以下）にかかる規定を遵守し、誠意をもって対応いたします。

②モニタリングによる対応

本地熱調査においては、モニタリングの結果、地熱調査の原因により、温泉の変化（温度、圧力、成分、湯量等）や、その他の項目に変化があった場合は、原状を回復する努力を行い、それが不可能な場合には、調査計画の見直しや、損失補填も含めた代替措置を講じます。

③開発に移行した場合の対応

福島地熱プロジェクトチームでは、地熱資源調査までを対象としていますが、調査段階以降、地熱開発段階に進展した場合の、具体的な対応については、温泉や温泉地毎に異なった事情を考慮する必要がありますため、調査段階や事業性調査の結果等を踏まえ、地域の合意形成の過程において補償等も含め議論させていただきます。

★温泉モニタリングについて

2015年度より環境省の「温泉保護に関するガイドライン」に準拠した「温泉モニタリング」を実施することが2016年度に3次調査（掘削調査）に入るための条件になります。

この温泉モニタリングは、調査範囲全域の15箇所、2015年度より開始する予定です。

項目・頻度	温泉水位（地上部から温泉水面までの距離）、湧出量、孔口圧力（源泉孔口の圧力）、温度（pH、電気伝導度）のうち、測定可能な項目のモニタリングを月1回実施します。
対象	調査範囲とその周辺の源泉で実施します。
条件等	<ul style="list-style-type: none"> ・源泉所有者、温泉事業者、管理者等と合意の上実施します。 ・地域で実績のある温泉コンサルタント事業者に依頼して実施します。 ・データの提出先として、源泉所有者（管理者）と、行政関係、第三者機関とします。

【参考】温泉資源の保護に関するガイドライン（環境省自然環境局）

II 現地観測（観測員による観測）

1. 観測機器

現地観測における観測機器の具体例は、次のとおりである。これは別紙5の「I 影響調査 3.測定に使用する機器 3-2 観測員による定時測定」に記した機器と基本的に同一であり、機器の指示値の読み取りであっても構わない。

測定項目	主な機種等	測定
温泉水位	触針式（ロープ式）等	1cm 単位以下で読み取り
湧出量	容積法、ノッチ法等	L/分単位で有効数字三桁程度
孔口圧力	ブルドン管式等（測定精度±1.6% FS 程度）	機器の指示値
温度	デジタル温度計等（分解能0.1℃）と標準温度計の併用	0.1℃単位で現地測定
記録方式	—	現地測定・記録

※ 湧出量と温度を測定するために、源泉井戸近くに採取した温泉の全湧出量を吐き出すことができるバイパス管を設置する必要がある。

※ 湧出量の実測が困難な場合は、現地の状況に応じて工夫する（例：タンクからの流出を止め、タンク内の水位上昇速度を測定して量に換算する等）

測定記録の間隔は、目的とする観測内容によって異なる。現地観測では自動観測よりも頻繁な測定はできないが、1日1回～週1回程度の測定を標準としたい。これが困難な場合であっても、月1回の測定頻度は確保すべきである。なお、測定は定時観測（毎回、ほぼ同一時刻で測定すること）、同一条件下（例えば、ポンプを自動運転している場合等では、ポンプの運転中か休止中かのいずれかに統一する）での測定を基本とする。また、高温の温泉や有害ガスを含む温泉では、専門機関に相談し、安全を確認した上で測定を行い、事故がないよう注意されたい。

6. 調査結果

(1) 調査実績と3次調査（掘削調査）可能性のある場所の選定

①調査実績

2013年度（1次調査）

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
体源 調地泉 査化・ 学流	源泉調査								■				
	流体地化学調査								■				
	取りまとめ報告書作成										■	■	
地質 帯調 査変 質	現地調査								■				
	分析								■	■	■		
	解析・報告書作成										■	■	
微小 観地 測震	観測点選定・観測装置の設置							■					
	観測データ回収								■	■			
	データ整理・報告書作成										■	■	
環 境 調 査	社会環境調査	聞き取り調査						■					
		文献調査							■				
	自然環境調査	文献調査							■				
		現地調査（動植物）							■				
		眺望地点からの写真撮影							■				
	報告書作成										■	■	

2014年度（2次調査 1年目）

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
物 理 探 査	電磁探査 (MT法)	調査準備	■	■	■	■							
		現地調査						■	■	■			
		解析・報告書作成								■	■	■	
	重力探査	調査準備	■	■	■	■							
		現地調査						■	■	■			
		解析・報告書作成								■	■	■	
モ 二 環 境 タ リ ン グ	温泉モニタリング						■		■	■	■		
	環境調査 (動植物調査)	現地調査（動植物）						■	■	■			
		データ整理									■	■	
	微小地震観測	■	■	■	■	■	■	■	■	■			



②調査結果のまとめと3次調査（掘削調査）可能性のある場所の選定

これまでの地表調査の解析結果より現時点での3次調査（掘削調査）の可能性について検討しました。

地熱資源が存在するためには、**地熱の3要素**と言われる

- ①熱源（マグマだまり）
- ②水
- ③貯留層（熱水や蒸気が貯まっているところ）・断裂（岩石の隙間）

の存在が必要です。やかんでお湯を沸かすことと比較すると、**熱源**はコンロ、**水**はやかんの水、**貯留層・断裂**はやかんに相当します。



熱源（マグマだまり）は、磐梯山の地下深部に存在すると考えられます。

このような熱源が地下深部に存在する地域では、地表水起源の地下水が地下数千mまで浸透すると、その地下水が熱せられて**貯留層**を形成することがあります。**貯留層**の形成には、**断裂**が必要です。

3次調査を実施するかどうかは、来年度の地表調査結果を見て判断し、地域合意を得てから実施することになりますが、現段階での可能性については次のようになります。

調査名	磐梯東部	磐梯西部	表磐梯	裏磐梯
源泉・流体地化学調査	温泉が自然湧出していることから 水 の存在が示唆されます。貯留層温度の推定値は 190~210℃ です。	温泉が湧出していますが、貯留層温度の推定値は 170~180℃ です。	温泉が湧出していますが、貯留層温度の推定値は 170~180℃ です。	温泉が湧出していますが、貯留層温度の推定値は 70~120℃ です。
地質変質帯調査	カルテラ、貫入岩に沿って 貯留層・断裂 の存在が示唆されます。	噴気活動が確認されるため 貯留層・断裂 の存在が示唆されます。	地熱資源の兆候は発見できませんでした。	地熱資源の兆候は発見できませんでした。
重力探査	低重力異常と高重力異常の境界と、重力構造線が集中しているため、 貯留層・断裂 の存在が示唆されます。	高重力異常や、重力構造線は見られますが、地熱活動との関係は不明です。	重力構造線は見られますが、地熱活動との関係は不明です。	裏磐梯スキー場東側に低重力異常が存在し、 貯留層・断裂 の存在が示唆されます。
電磁探査（MT法）	磐梯東部低比抵抗域が分布し、 貯留層・断裂 の存在が示唆されます。	裏磐梯低比抵抗域の西側に低比抵抗域が分布しますが、地熱活動との関係は不明です。	表磐梯低比抵抗域が分布し、 貯留層・断裂 の存在が示唆されます。	裏磐梯低比抵抗域が分布しますが、地熱活動との関係は不明です。
社会環境調査	温泉跡地周辺は周囲から見えにくく、土地活用が考えられます。国道459号線沿は景観保護地域に指定されています。	磐梯山頂周辺は国立公園の特別保護地区に指定されています。また、スキー場、ゴルフ場など 土地の利用が進んでいます 。	スキー場、温泉、別荘地など土地の利用が進んでいます。観光地からの重点眺望箇所となっており、 掘削調査は制限されます 。	大部分が国立公園の特別保護地区と、第一種特別地域に該当するため、 掘削調査は認められません 。
3次調査可能性	○			

ただし、これはこれまでの調査結果から得られた推定です。地熱資源とは関係のない、単なる地下構造を表している場合もあります。このため、来年度精査を行って同様の結果が得られた場合、**磐梯東部**で、3次調査（掘削調査）を実施する事により確実になります。

また、3次調査を実施するかどうかは来年度の地表調査結果を見て判断し、地域合意を得てから実施することになります。

(2) 源泉・流体地化学調査 (2013 年度調査結果)

源泉調査では、現地のご協力をいただき調査を実施しました。調査は、源泉の位置、湧出状況および利用状況の現地調査・聞き取りを行いました。

流体地化学調査では、調査地域の温泉水・噴気の性状を知り、その起源や流動形態等について解析するために、温泉水と湧水・河川水などの地表水の採取・分析を実施しました。

分析結果をもとに、溶存化学成分による温泉水の分類、温泉水・溶存化学成分の起源、地化学温度、温泉の生成機構等について考察を行いました。また、滞留時間はトリチウム濃度により推定しました。磐梯山周辺地域を4つのエリアと、源泉の成分により6つのタイプに分けて概要をまとめました。また、ちりゅうそう貯留層温度は、温泉成分から計算した地化学温度により推定しました。

表 源泉流体地化学調査結果

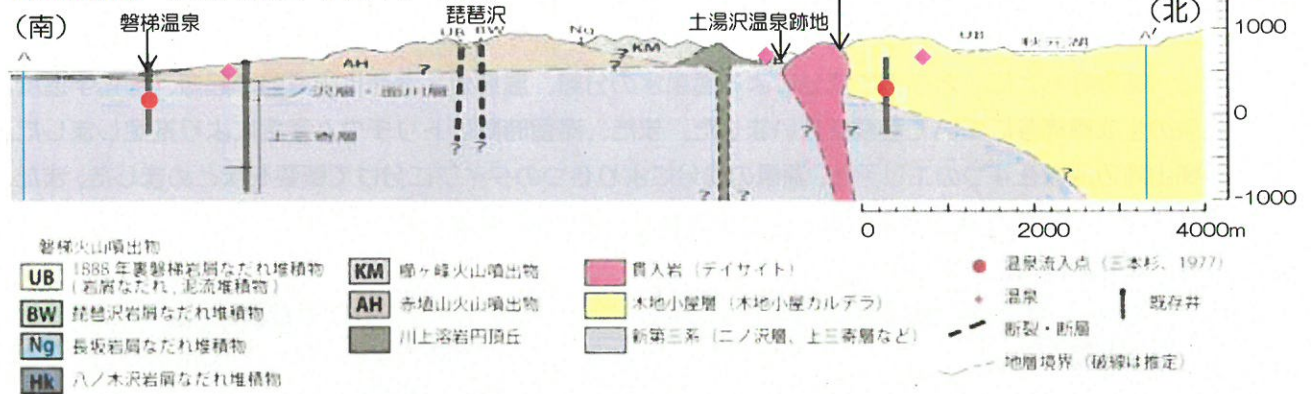
エリア	項目	結果	起源と成因の推定	
(1) 磐梯東部	泉温	25.1~35.0 °C	<p>概要；標高およそ 690~770m の斜面から自然湧出する温泉です。</p> <p>温泉水；無色・透明無臭で遊離ガスは伴いません。</p> <p>成因；天水（降水）起源の浅部地下水を主とし、そこに貯留層から断裂などを通して浅部まで上昇した熱水が混合して生成しています。</p>	
	pH	5.9~7.4 中性泉		
	湧出状況	自然湧出・掘削自噴		
	滞留時間	短い		
	貯留層温度(推定値)	190~210°C		
(2) 磐梯西部	泉温	33.7~74.0 °C	<p>概要；標高およそ 1300m の噴気を伴う変質帯から数カ所で自然湧出しています。</p> <p>温泉水；灰白色の濁り、強い硫化水素臭があり、湯だまり下からガスが湧出しています。</p> <p>成因；地表水または浅部地下水に火山ガスが吹き込み生成しています。</p> <p>成因；天水起源の地下水が、地下深部において熱伝導によって加熱され生成しています。</p>	
	pH	2.2~2.8 酸性泉		
	I	湧出状況		自然湧出
		滞留時間推定		短い
		貯留層温度(推定値)		-
	II	湧出状況		掘削動力揚湯
		滞留時間		長い
貯留層温度(推定値)		170~180°C		
(3) 表磐梯	泉温	38.0~57.8 °C	<p>概要；標高およそ 550~700m に位置し、掘削井から湧出しています。</p> <p>温泉水；無色透明で弱い硫化水素臭又は金気臭を持つ所、淡褐色で金気臭がある所がありました。</p> <p>成因；天水起源の地下水が地下深部で熱伝導によって加熱され生成された熱水が伝導冷却しながら上昇し、その間に滞留時間の長い地下水と混合して生成しています。</p> <p>成因；表磐梯 I と同様、天水起源の地下水が地下深部で熱伝導によって加熱され生成された熱水が伝導冷却しながら上昇し、その間に滞留時間の長い地下水と混合しながら生成しています。表磐梯 I に比べ地下水の影響が大きいことが特徴です。</p>	
	pH	6.1~7.6 大半が中性泉		
	I	湧出状況		掘削動力揚湯
		滞留時間		長い
		貯留層温度(推定値)		170~180°C
	II	湧出状況		自然湧出・掘削自噴・掘削動力揚湯
		滞留時間推定		長い
貯留層温度(推定値)		180°C程度		
(4) 裏磐梯	泉温	48.0~68.6 °C	<p>概要；標高およそ 770~830m に位置する掘削井から湧出する温泉です。</p> <p>温泉水；湧出直後はいずれも無色透明で弱い金気臭や硫化水素臭があります。</p> <p>成因；滞留時間の長い天水起源の地下水が地下深部での熱伝導によって加熱され生成しています。</p>	
	pH	8.2~9.0 弱アルカリ性~アルカリ性泉		
	湧出状況	掘削動力揚湯		
	滞留時間	長い		
	貯留層温度(推定値)	70~120°C		

(3) 地質・変質帯調査 (2013 年度調査結果)

地熱流体の貯留や流動などを規制すると考えられる地質層序・地質構造・断裂系及び変質帯(熱水により岩石が劣化したもの)を明らかにして地熱構造を把握しました。

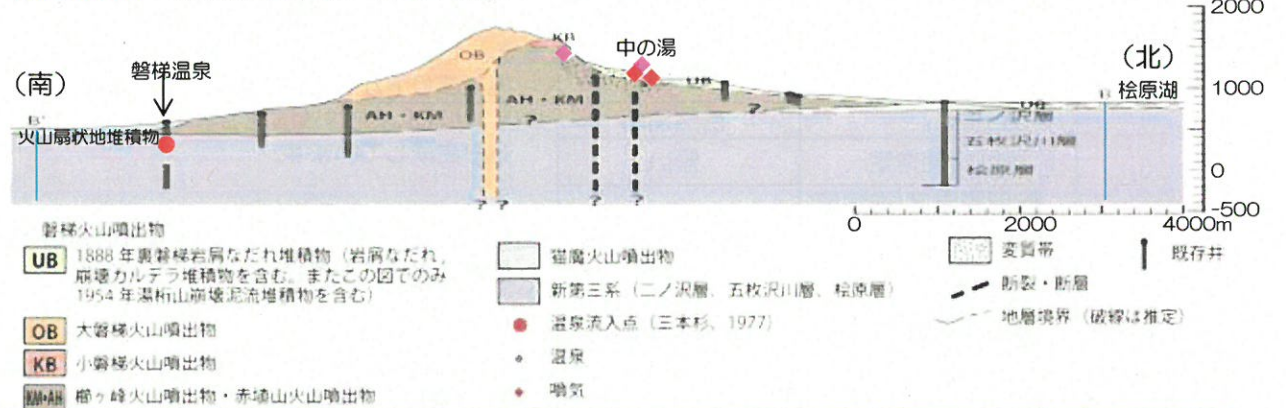
地質断面

★磐梯東部 地質断面図 (A-A') : 南北



地下において木地小屋カルデラ(火山活動でできた凹地)、貫入岩にそって断裂が比較的多く分布し、地下深部より地熱流体の上昇経路となっている可能性があるため、地下には地熱資源が存在する可能性があります。

★磐梯西部 地質断面図 (B-B') : 南北

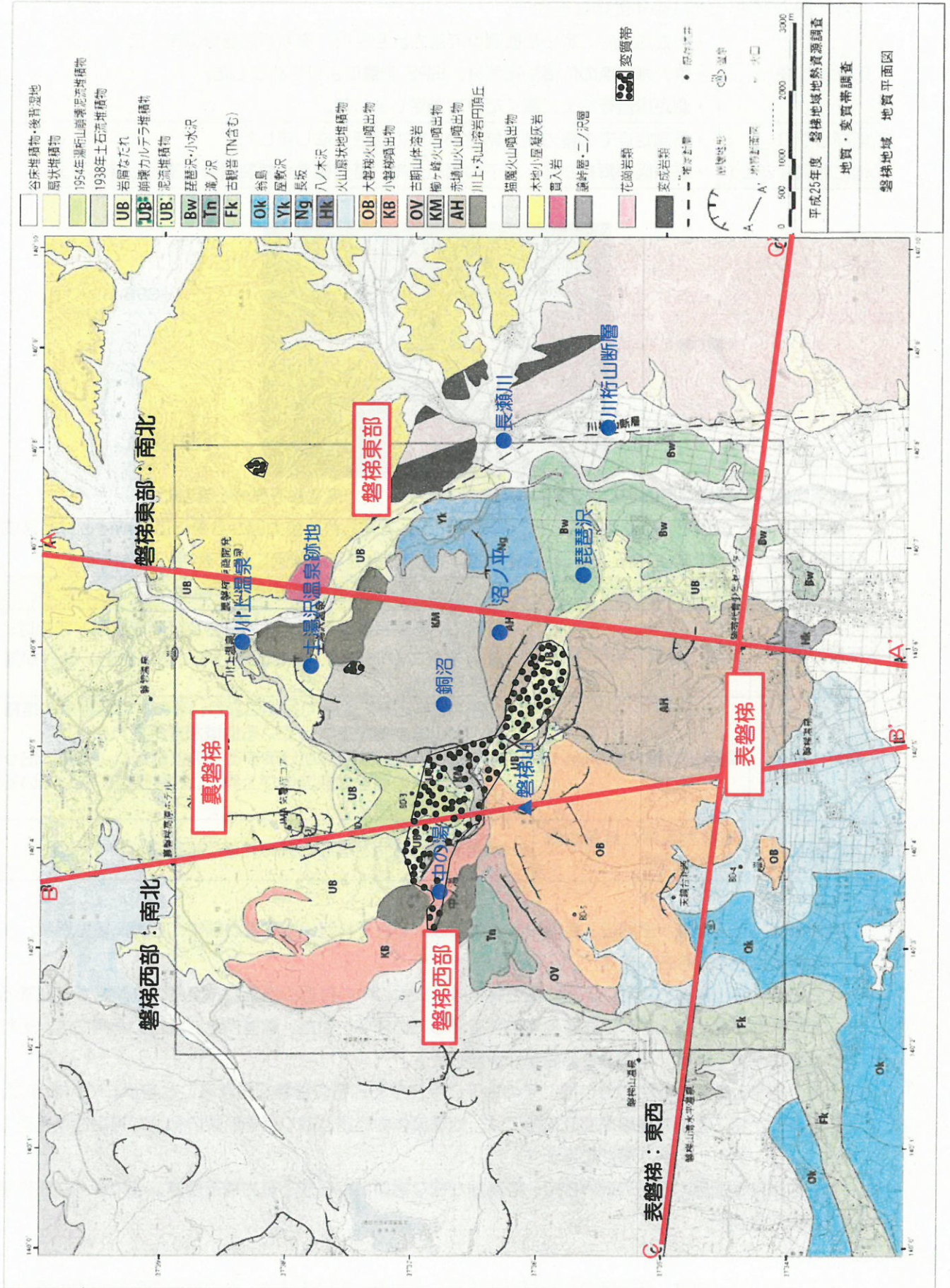


磐梯山に分布する断裂付近で噴気活動が確認されます。これらの断裂を伝って火山ガスが上昇するために地下の浅部まで高温になっていると考えられます。このため、中ノ湯の北西側には、地熱資源が存在する可能性があります。

★表磐梯 地質断面図 (C-C') : 東西



表磐梯・裏磐梯では、今回の地質・変質帯調査からは、地熱資源の兆候は発見できませんでした。



(4) 重力探査 (2014 年度調査結果)

何をしたか	<ul style="list-style-type: none"> 調査地域内に定めた観測点で重力計を用い、重力測定を行いました。 重力測定点の位置や高度は、GPS 測量により求めました。 測定機器を地上に置くだけで測定しました。
何がわかり	<ul style="list-style-type: none"> 各測定点での重力測定結果から重力図を作成しました。
何に利用するか	<ul style="list-style-type: none"> 重力図の解析から、地下の岩石分布、基盤構造や断裂構造を推定しました。



調査範囲内で許認可を取得し、79 測点で測定を行い、重力構造図を作成しました。

重力構造図で示した残差重力異常とは、各種補正をして得られた重力図から更に広域成分とノイズ成分を除去し、深度約 2,000m より浅い範囲の重力異常のみを等高線図にして表現したものです。

重力構造	性質	存在を示唆するもの
高重力異常	周囲より重力値が高い	<ul style="list-style-type: none"> 地下にある高密度の基盤岩（花崗岩及び変成岩類）または、貫入岩（マグマが地下で固結してできた岩石）などが推定されます。
低重力異常	周囲より重力値が低い	<ul style="list-style-type: none"> 地層の落ち込みによって盆地になり、その上に低密度の堆積物、火山噴出物がたまっている地域が推定されます。 盆地の周辺部には断裂が分布するものと思われ、断裂に沿って地下からの高温地熱流体が上昇し、貯留層を形成している可能性があります。
重力構造線	高重力異常と低重力異常の境界部	<ul style="list-style-type: none"> 地熱流体の経路となる断裂の発達推定されます。

磐梯山周辺と、猫魔ヶ岳周辺、長瀬川の東側には、それぞれ磐梯山高重力異常、猫魔高重力異常、長瀬川東高重力異常が存在します。

このうち磐梯山高重力異常、猫魔高重力異常は、火山の中心付近の地下に高密度の基盤岩が存在するか、または高密度の貫入岩が存在する可能性を示しています。また、裏磐梯と、渋谷の南側には、それぞれ裏磐梯低重力異常、渋谷低重力異常が存在します。

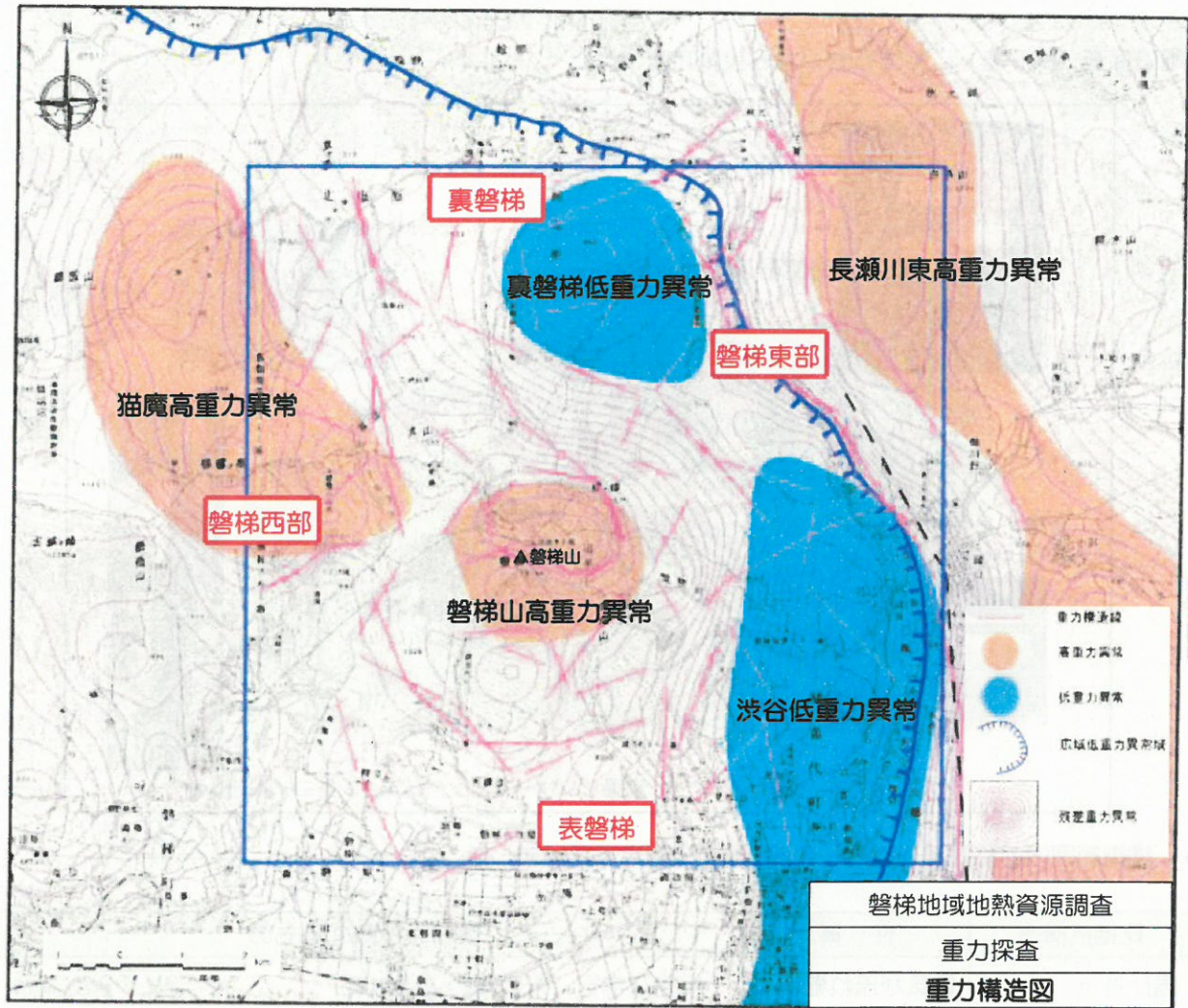
高重力異常と低重力異常の分布は、その地下に存在する岩石の種類が異なることを示していますが、その境界部、特に重力等高線が密な場所には、地熱流体の経路となり得る断裂の発達推定され、重力構造線（—）として表す事ができます。

低重力異常と高重力異常の境界部で、等高線が密な場所に存在する重力構造線は、その多くが磐梯東部に存在します。

渋谷低重力異常では、低密度の岩石が存在することを示していますが、その岩石が磐梯火山の噴火に

伴って堆積したものであるか、その前の時代（数千万年～百万年前）に形成されたものであるかについては、分かっていません。

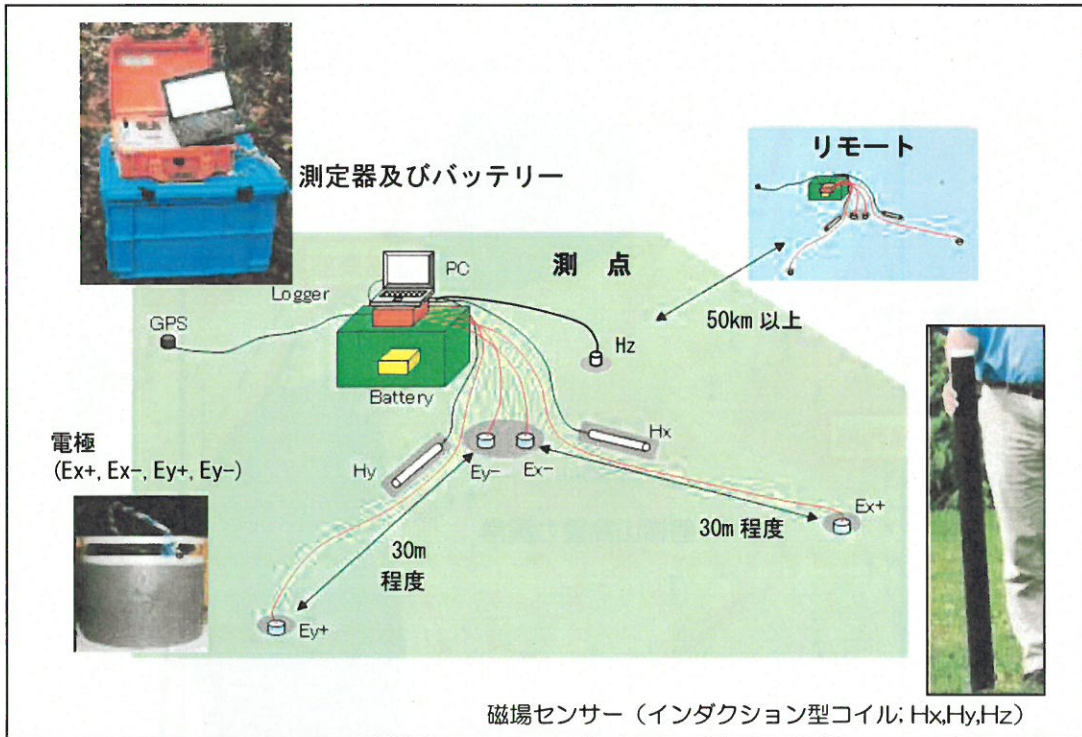
また、^{しほやに}渋谷低重力異常、^{かわけたやま}裏磐梯低重力異常と、^{ながの}長瀬川東高重力異常の境界部には、川桁山断層・^{ながの}棚倉構造線があり、今回の結果と良く合っています。青い線で示した広域低重力異常域は、猪苗代盆地から会津盆地まで広がる大きな構造であり、この地域の構造的特徴をよく表しています。



(5) 電磁探査 (MT 法) (2014 年度調査結果)

何をしたか	<ul style="list-style-type: none"> 調査地域内に定めた観測点（地表）で、自然に存在する磁場と電場を測定することによって地下の構造を推定しました。 電極と磁場センサーを地中に埋め、測定器につなげて測定しました。
何がわかり 何に利用するか	<ul style="list-style-type: none"> 各測定点での比抵抗から、地域全体の地下比抵抗構造を求め、地下の岩石・変質帯分布、基盤構造や貯留構造を推定しました。

電磁探査 (MT 法) におけるセンサー設置方法



調査範囲内で許認可を取得し、69 測点で測定を行いました。

比抵抗構造	性質	存在を示唆するもの
高比抵抗	電気が流れ難い	緻密な岩石、未変質の火山岩層
低比抵抗	電気が流れ易い	熱源、貯留層 地熱活動とは関係のない粘土、シルト、頁岩
比抵抗不連続線	比抵抗の境界部	地熱資源に関係のある断裂の存在が推定されます。 地質の変質部と非変質部が推定されます。

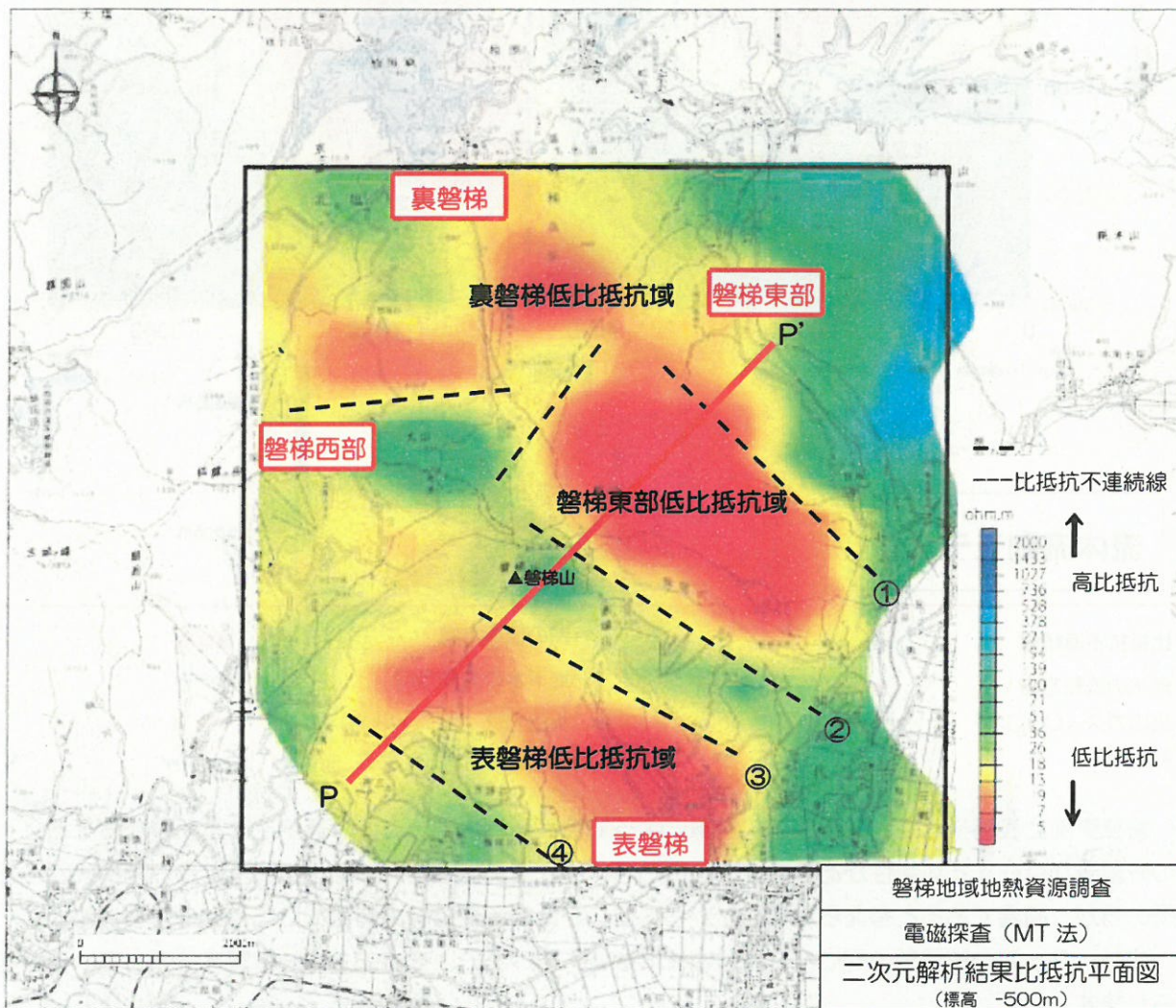
二次元解析結果比抵抗平面図は、地下標高 -500m での比抵抗値分布（電気の流れやすさ）を表しています。

磐梯山の北側、北東側と南西側には、それぞれ裏磐梯低比抵抗域、磐梯東部低比抵抗域、表磐梯低比抵抗域が分布しています。

比抵抗の高・低域の境界部には、^{ひていこうふれんそくせん}比抵抗不連続線を抽出することができます。比抵抗域の境界部に、比抵抗不連続線（①～④）を想定しました。これらは、地質構造の境界部としての断裂の発達部、または地質の変質部と非変質部の境を示していると考えられます。

裏磐梯低比抵抗域は、裏磐梯低重力域とほぼ一致していることから、そこに分布する岩石（低密度・低比抵抗）の性状に関係しているものと考えられます。

一方、磐梯東部低比抵抗域、表磐梯低比抵抗域は、重力の高重力域と低重力域に境界部に位置することから、重力構造線に関連した断裂を通路として地下から熱水が上昇して、断裂周辺の岩石を変質させていることを示している可能性があります。



【参考】電磁探査 (MT 法) 測定写真



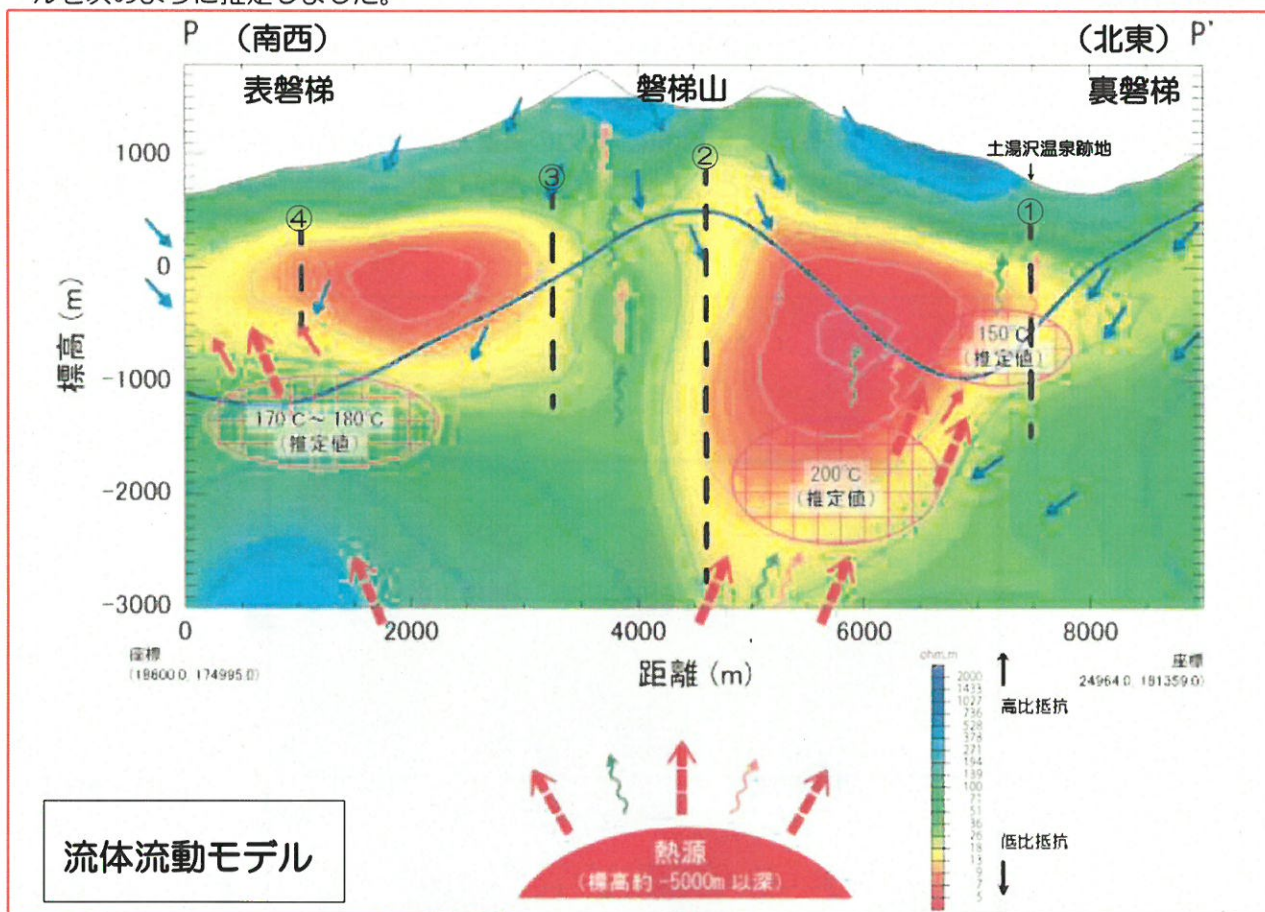
測定状況



装置撤収状況

(6) 総合解析 (2014 年度調査結果)

これまでの調査結果と既存調査を参考にすることにより、磐梯山を東側から見た場合の流体流動モデルを次のように推定しました。



- | | | | |
|-------------------------|-----|--|---|
| 比抵抗不連続線 | --- | 熱の伝導方向 | → |
| 熱水の流動方向 | → | 地下水の流動方向 | → |
| 火山ガス (CO ₂) | → | 火山ガス (SO ₂ ・H ₂ S) | → |
| 貯留層 | ⊞ | 重力基盤 | — |

磐梯東部と表磐梯には、地下深部の熱源によって熱せられた地熱流体の通路となる断層からなる2ヶ所の貯留層が存在する可能性があります。このうち、昨年度実施した流体地化学調査により磐梯東部の貯留層の方が、高温であると考えられることから、ここが地熱資源探査の有望域になると考えられます。

また、2ヶ所の貯留層の間には、基盤岩または貫入岩があり、その二つの貯留層を分断していると考えられます。

ただし、これらはこれまでの調査結果から得られた推定であり、今後精査を行って同様の結論が得られた場合、3次調査（掘削調査）を実施することにより確実になります。

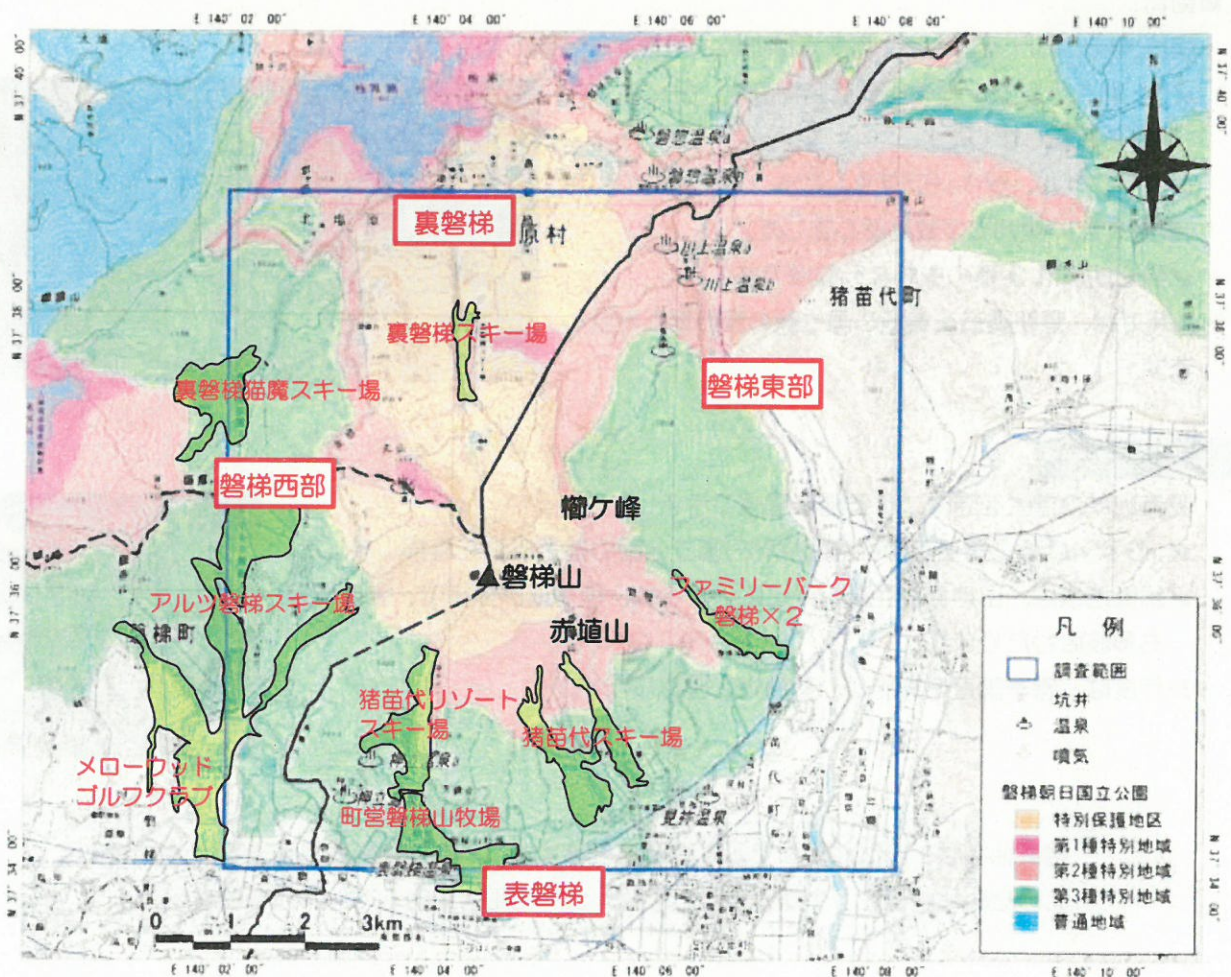


(7) 環境モニタリング

環境に影響の殆どない地表調査段階から、定常時の状況や変動幅を把握しておくことを目的として次の環境モニタリングを実施しました。調査の項目と内容は次の通りです。

区分	項目	内容
①社会環境調査	土地の利用状況	・調査範囲周辺において、土地の利用状況を調査しました。
	法規制等	・国立公園・国有林・公有林・私有林等の区分図や、保安林・文化財位置図・鳥獣保護区位置図を作成しました。
②自然環境調査	動植物の概況	・現地で補足調査を行い、現況を把握します。 ・夏季、秋季、冬季の環境モニタリングを実施しました。
	景観の概況	・主要な観光施設、景観資源、主要眺望地点を把握しました。 ・景観資源の視認状況を把握しました。
③温泉モニタリング	—	・今年度は代表的な源泉の成分分析を4回/年実施しました。 ・来年度は周辺の源泉で、1回/月実施の予定です。
④微小地震観測	—	・観測機器を設置して観測を行いました。 ・来年度は気象庁データを解析予定です。

①社会環境調査 調査範囲の土地の利用状況（2013年度調査結果）



②自然環境調査（2014 年度調査結果）

★環境モニタリング調査

調査方法の概要 今年度は、夏期と秋期に実施しました。

項目	調査方法の概要
希少猛禽類	眺望の利く地点に調査地点を配置し、双眼鏡や望遠鏡を使用して、互いにトランシーバーで連絡を取り合いながら猛禽類を観察しました。
動物	調査範囲を任意に踏査し、目視、鳴き声、捕獲により動物を確認しました。
植物	調査範囲を任意に踏査し、目視により植物を確認しました。

★結果のまとめ

■希少猛禽類

- ・調査地域周辺に生息する猛禽類はおおよそ把握できました。
- ✓2目3科8種の希少猛禽類を確認しました。
- ✓調査地域内に生息するクマタカ2ペアの生息を特定しました。
- ✓1ペアの営巣地を特定。もう1ペアの営巣地の可能性がある巣を発見しました。
- ・来年度は、春期調査を実施し調査地域で繁殖する種、ペアの生息実態を把握します。



■動物

- ・調査地域における動物の生息概況はおおよそ把握できました。
- ✓11目17科21種の重要な動物の他、多くの動物を確認しました。
- ✓ニホンザル、ツキノワグマ、ニホンカモシカの生活痕跡を広い範囲で多数確認しました。
- ✓調査地域は3種の主要な行動域です。
- ・来年度は、春期調査を実施し両生類の産卵場を確認します。



■植物

- ・調査地域の植生を特徴づける種を確認できました。
- ✓15科40種の重要な植物や磐梯朝日国立公園の指定植物を確認しました。
- ✓調査地域は、山地帯と亜高山帯とにわけられ、種構成は多様で、生育環境も多岐にわたります。
- ・来年度は、春季調査を実施し、春植物を確認します。

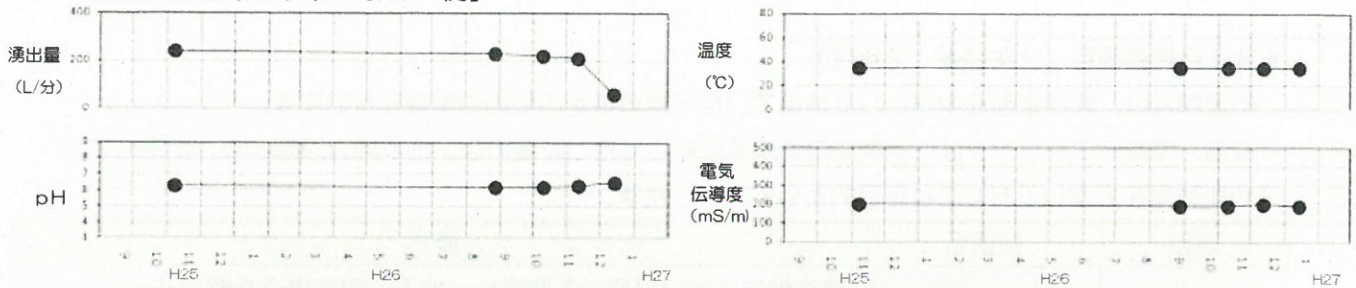


調査地域は、自然性豊かで多様な環境を有する、山間地の生態系を呈する地域です。このため、動植物、生態系、自然景観、公園利用等に対しては十分な配慮をします。

③温泉モニタリング（2013～2014 年度調査結果）

代表的な源泉の湧出量や成分分析を昨年度 1 回、今年度 4 回実施しました。
来年度は、調査地域全域の源泉で、月 1 回実施する予定です。

【温泉モニタリングデータの一例】



この源泉では、昨年 12 月（降雪時）には湧出量の減少が見られています。



④微小地震観測（2013～2014 年度調査結果）

・調査概要

微小地震発生状況を連続的に把握することにより地熱開発による影響を調べるために、調査地域内に微小地震観測点を設け、高性能地震計を用いて微小地震のモニタリングを行いました。

選定した 2 箇所の観測点に、地震計とデータ収録装置を設置し、2013 年 10 月 30 日よりデータ収録を開始しました。地震計及びデータ収録装置の保護と周辺の雑音を低減するため、コンクリート柵を埋設し、その内部に機器を設置しました。



・結果

データ収録を開始した 2013 年 10 月 30 日から、2014 年 11 月 4 日までの期間について、取得データの解析を行いました。観測期間の全データについてイベント検出と目視のチェックを行ない、検出されたイベントの中から、P 波及び S 波の到達時刻を基準として、当該地域近傍で発生したと考えられる微小地震を抽出した結果、観測期間中に発生した微小地震の回数は、5,608 回でした。

7. 調査工程表（案）

【2次調査 2年目】地下構造推定のための地表調査 概要とスケジュール案

地表調査の最終年度（2次調査 2年目）の調査項目と、工程表を示します。

★3年目精査項目（2次調査 2年目）

物理探査は、磐梯東部を中心とした地域で、地下構造推定のための精査を行います。

なお、環境モニタリングは、温泉や自然環境に対して殆ど影響のない地表調査段階より、定常時の状況や変動幅を把握しておくことを目的として実施します。

項目	調査名	概要
物理探査	重力探査（精査）	精査地域において重力を測定し、地下の密度構造を解析することにより詳細な地下構造を把握します。
	電磁探査(MT法) （精査）	精査地域において電場・磁場を測定し、地下の比抵抗構造を解析することにより地下構造を詳細に把握します。
環境モニタリング	温泉モニタリング	調査範囲周辺の温泉について、源泉所有者等の了解をいただき、温泉保護のためのガイドラインに準拠した温泉モニタリングを実施します。
	環境調査	環境モニタリングを継続します。
	微小地震観測	気象庁データを用いたモニタリングを実施します。
3次調査準備		3次調査の実施の可否判断を行い、実施する場合は掘削ターゲットの設定、土地の所有権の確定や測量などを行います。

調査項目	作業内容	月数（参考）											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(1) 物理探査	調査準備・許認可申請	■	■										
①電磁探査(MT法) （精査）	現地調査			■	■								
	解析・報告書作成				■	■	■						
②重力探査 （精査）	現地調査			■	■								
	解析・報告書作成				■	■	■						
(2) 環境モニタリング	調査準備	■	■										
①温泉モニタリング	モニタリング調査	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
②環境調査 （動植物調査）	調査計画・準備	■	■										
	現地調査（動植物）		■	■									
	データ整理			■	■								
③微小振動観測	観測	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	データ整理											■	■
(3) 3次調査準備	3次調査計画策定	■	■										
	現地測量・協議会体制等	■	■	■	■	■	■	■					
	掘削判断、ポイント決定						■	■	■	■	■		
	許認可申請										■	■	■

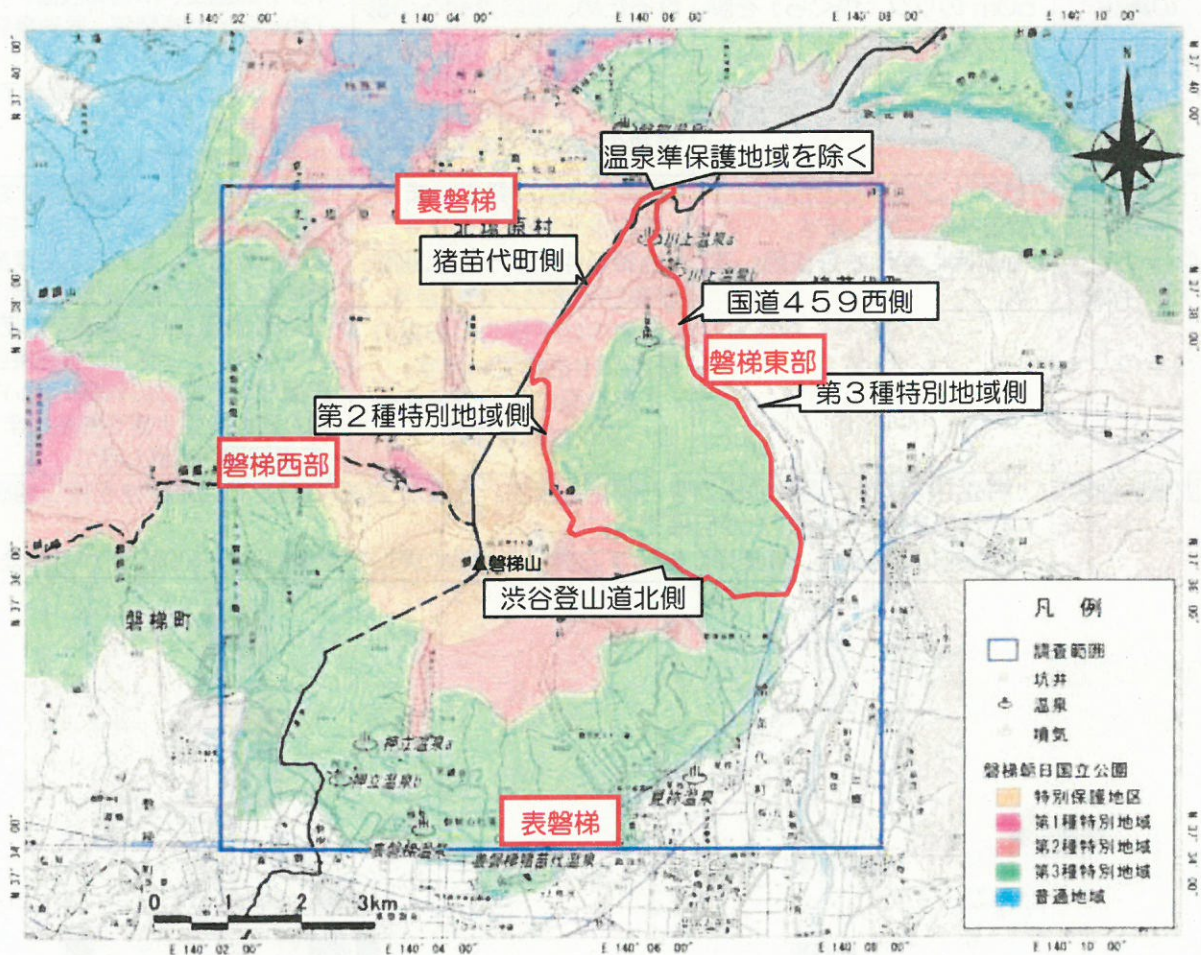
8. 3次調査（掘削調査）について（2016年度以降に実施する可能性があります）

①3次調査（掘削調査）候補地について

次の場所を3次調査の候補地とします。掘削基地や、掘削ターゲットはこの範囲内で選定します。ただし、この候補地以外の場所も、青枠の調査範囲では、地表調査を継続します。

なお、候補地は開発を決めた場所ではありません。開発を進めるためには、今後、3次調査（掘削調査）と十分な経済性評価を実施してから事業計画を作成し、地域合意を得ることとします。

今後の調査結果次第で、変更または中止になる可能性もあります。



これまでの調査結果から、2016年度に3次調査（掘削調査）を実施する可能性があるため、2015年度には、地表調査（2次調査の2年目）の他に、このための準備を行います。ただし、来年度は、土地の改変を伴う工事や準備は行いません。

具体的には、掘削用地の確保と合意、許認可の取得等の準備を行うとともに、地域協定書の締結、温泉モニタリングなどを行います。また、計画の妥当性に関しては、信頼性の向上を図るため、行政による許認可に加え、第三者機関による検証を行うこととします。

②3次調査（掘削調査）概要について

工事の概要、考えられるリスク、対策について次のように考えています。

項目	工事の概要	考えられるリスク	対策
敷地の造成 道路の建設 (2~3ヶ月 程度)	<ul style="list-style-type: none"> 掘削基地として1箇所あたり一辺50m程度の敷地を造成します。 周辺道路までのアクセス道路を建設します。 	<ul style="list-style-type: none"> 樹林の伐採や地形の改変を伴う造成が行われるため、風致景観や生物多様性への影響、公園利用に対する支障が発生する場合があります。 	<ul style="list-style-type: none"> 温泉跡地を活用し、土地の改変を最小限に抑えます。 事前に環境調査や、景観シミュレーションを行い、景観の保全や、周辺環境に十分に配慮した対策を講じます。
リグ(やぐら) の建設	<ul style="list-style-type: none"> 掘削敷地内に、高さ30~50mのリグ(やぐら)を設置します。 	<ul style="list-style-type: none"> リグ(やぐら)が設置されるため、風致景観への影響があります。 土木、建設工事に伴う事故や、工事車両による交通事故のリスクがあります。 	<ul style="list-style-type: none"> 掘削基地や道路の法面には植生マットの施工、木柵の設置、リグ(やぐら)の塗装等、風致景観に配慮します。 リグ(やぐら)は、掘削終了後撤去します。 工事監理を徹底します。
掘削作業 (4~6ヶ月 程度)	<ul style="list-style-type: none"> 地下1,000~3,000mの調査井を掘削します。 掘削時に河川水を使用します。 	<ul style="list-style-type: none"> 騒音・振動が発生します。 掘削排水が発生します。 地質条件によっては期間が伸びる場合があります。 温泉や地下水への影響の懸念が出されています。 工事車両による交通事故のリスクがあります。 	<ul style="list-style-type: none"> 騒音、振動の対策を講じます。 河川水の使用に当たっては、適切な届出を行い、掘削排水は産業廃棄物として適切な処理をします。 温泉を湧出させる調査ではありませんが、モニタリングを実施し影響が出た場合の対応について取り決めた協定書を締結します。 工事監理を徹底します。
調査井評価	<ul style="list-style-type: none"> 調査井掘削後、温度や圧力等を測定します。温度が200℃以上で、透水性を持つ地層や割れ目を見つけることが目標です。 調査井は、評価後、事業用に転用する場合と、埋め戻して原状復旧する場合とがあります。 		



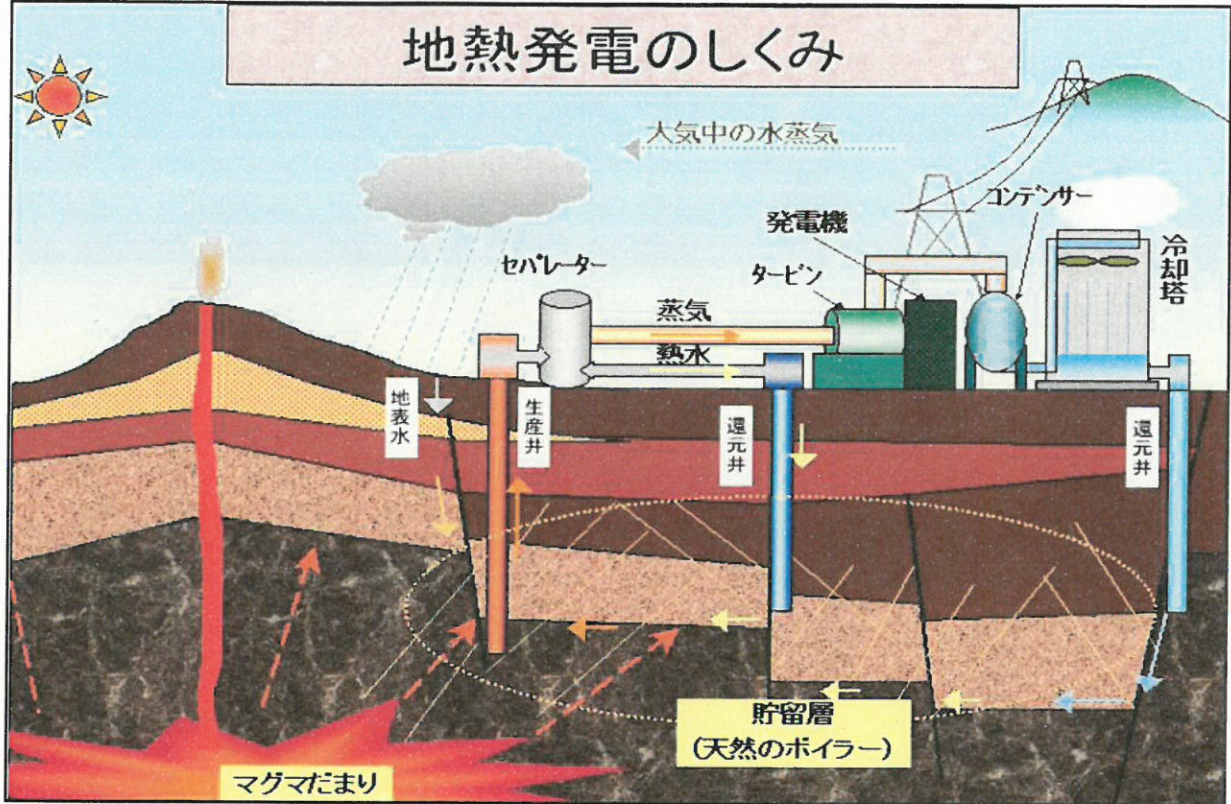
掘削基地イメージ



掘削工事模式図

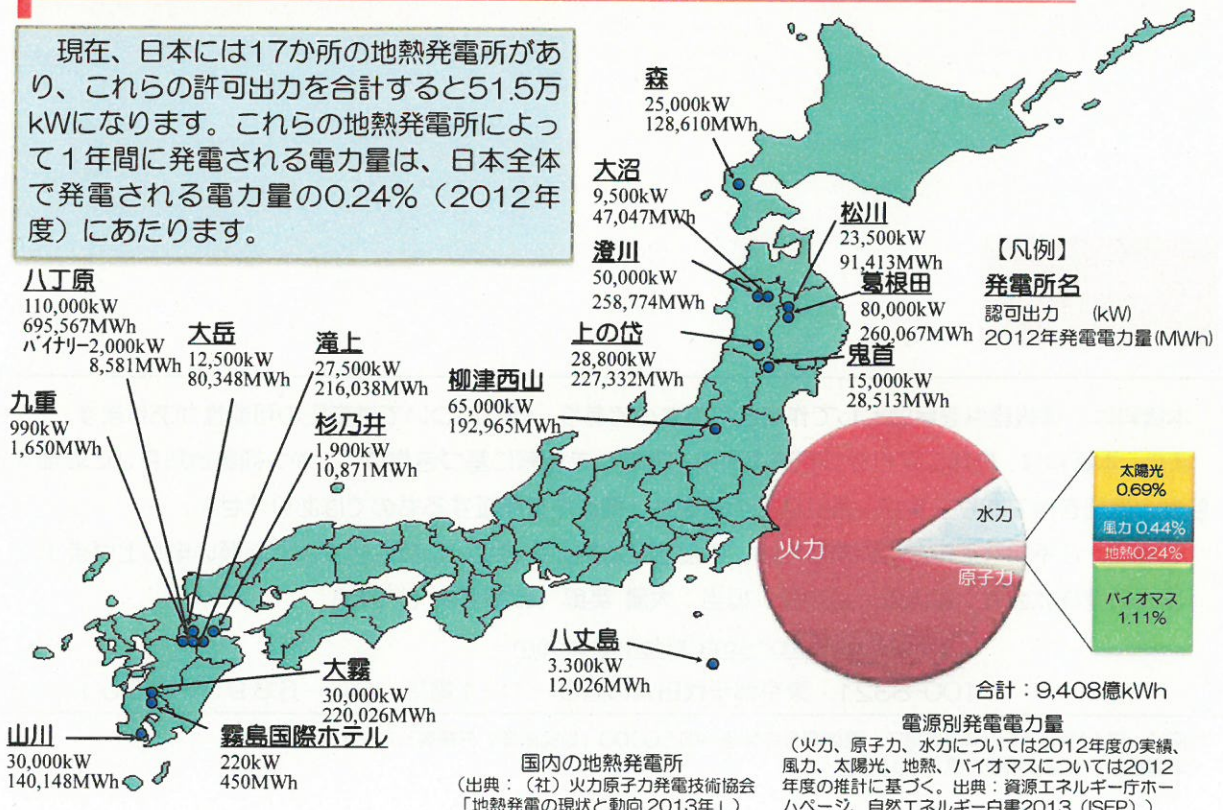
【参考資料】地熱発電概要

地下から取り出した蒸気と熱水をセパレーターで分離し、蒸気を直接タービンに送って発電します。熱水と蒸気凝縮水は、還元井から地下に戻します。



国内の地熱発電所

現在、日本には17か所の地熱発電所があり、これらの許可出力を合計すると51.5万kWになります。これらの地熱発電所によって1年間に発電される電力量は、日本全体で発電される電力量の0.24%（2012年度）にあたります。



本資料は、情報提供を目的として作成されたものであり、内容については変更の可能性があります。
また、本資料は、信頼に足りかつ正確であると判断した情報に基づき作成し、かつ福島地熱PJに参加する各社の確認を得ておりますが、各社はその正確性、確実性を保証するものではありません。
ご質問、ご不明な点等ございましたら、下記までお問い合わせいただけますようお願い申し上げます。
出光興産株式会社 資源部 地熱課 担当：大濱 英郎（おおはま ひでお）
e-mail: hideo.ohama@idemitsu.com
〒100-8321 東京都千代田丸の内3-1-1 電話 03-6895-4051

地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図 50000（地図画像）を複製したものである。
（承認番号 平 26 情複、第 740 号）