



## 地熱発電開発と温泉事業との 共生のための方策を提案



八丁原地熱発電所 (出典:資源エネルギー庁)



温泉

地熱発電開発と温泉事業との共生

地下の熱水や蒸気を利用する地熱発電は、再生可能エネルギーの中では設備利用率が格段に高く、地球温暖化対策やエネルギー自給率向上に役立つ電源として国内外で期待が高まっています。国内では近年、地熱発電開発に対する国の規制緩和や経済的支援が進み、新規開発に向けた調査・計画が増えています。しかし、温泉資源への影響を懸念する温泉事業者等の同意を得ることが難しい地域があることから、合意形成が重要な課題となっています。

電力中央研究所では、地熱開発事業者、温泉事業者、自治体、地熱や温泉の専門家等へのヒアリング調査やアンケート調査、並びに文献調査を行い、地熱発電開発における温泉資源へのリスク管理(リスクマネジメント)の現状と課題を明らかにし、相互理解と地域共生に向けた今後の改善方策を提案しています。

## わが国における地熱発電開発の状況

### 地熱発電開発のこれまでの状況

地熱発電は天候によらず出力が安定しており、設備利用率が約70%と他の再生可能エネルギー（太陽光：約12%、風力：約20%）に比べて格段に優れています。2012年12月現在、国内の地熱発電所は、電気事業用13ヶ所（認可出力50万2千600kW）、自家用4ヶ所（同1万2千490kW）の計17ヶ所です（表-1）。1966年に松川地熱発電所が初の地熱発電所として運転を開始しましたが、1999年の八丈島地熱発電所の運転開始以降、新規開発がない状態でした。

新規開発が暫く進まなかった理由として、以下の課題が指摘されています。①経済性：地熱資源の調査から設備の建設、運用段階にわたり複数の井戸を掘る費用や、送電線・道路建設費等の初期投資コストが多額であること。②法規制：豊富な地熱資源の約8割が国立・国定公園の特別地域内にあり、自然保護の観点から開発が制限されていること。③社会的受容性：開発による温泉資源への影響（図-1）を懸念する温泉事業者等の同意が得られない場合があること。

表-1 国内の既存地熱発電所の概要（2012年12月現在）

発電所名	事業者名		立地地域	認可出力 (kW)	発電方式	運転開始年月
	蒸気供給部門	発電部門				
森	北海道電力(株)		北海道 森町	25,000	DF	1982年11月
澄川	三菱マテリアル(株)	東北電力(株)	秋田県 鹿角市	50,000	SF	1995年3月
上の岱	東北水力地熱(株)		湯沢市	28,800		1994年3月
葛根田	東北水力地熱(株)		雫石町	50,000 30,000		1978年5月 1996年3月
松川	東北水力地熱(株)		岩手県 八幡平市	23,500	DS	1966年10月
鬼首	電源開発(株)		宮城県 鳴子市	15,000	SF	1975年3月
柳津西山	奥会津地熱(株)	東北電力(株)	福島県 柳津町	65,000		1995年5月
八丈島	東京電力(株)		東京都 八丈町	3,300		1999年3月
滝上	出光大分地熱(株)		大分県 九重町	27,500	DF	1996年11月
八丁原	九州電力(株)	九州電力(株)		55,000		1977年6月
大岳				2,000		2006年4月
山川				12,500		1967年8月
大霧	日鉄鹿児島地熱(株)	鹿児島県 霧島市	30,000	SF	1995年3月	
大沼	三菱マテリアル(株)	秋田県 鹿角市	9,500	SF	1974年6月	
杉乃井	(株)杉乃井ホテル	別府市	1,900		2006年4月	
九重観光ホテル	(合)九重観光ホテル	九重町	990		1998年4月	
霧島国際ホテル	大和紡観光(株)	霧島市	100		2010年11月	
合計				515,090		

※発電方式 DF：ダブルフラッシュ SF：シングルフラッシュ  
DS：ドライスチーム B：バイナリー  
出典：独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構のWebサイト  
(<http://geothermal.jogmec.go.jp/geothermal/japan.html>)の表を改変

### 地熱発電開発促進に向けた国の支援と新規開発計画の状況

しかし最近、地熱発電開発に対する国の支援が充実してきました。左記①に対しては、再生可能エネルギーで発電された電気を電力会社が固定価格で買い取る制度（FIT）が設けられました。また、設備の建設に必要な資金を民間金融機関から融資で調達する場合の債務保証制度等ができました。②に対しては、特別保護地区、第1～3種特別地域のうち、第2、3種特別地域では発電所の設置や地熱貯留層への垂直掘削が条件付きで認められることになりました。

このように、左記①と②に対する国の支援が拡大してきたことから、新規開発計画が急増しています。2013年10月の資源エネルギー庁発表によると、主な調査・開発計画（検討中を含む）は29件に上り、例えば電源開発(株)他による（仮称）山葵沢地熱発電所（秋田県湯沢市）は、環境アセスメントの段階に入っています。今後、これらの新規開発を推進する上で、③の社会的受容性の改善が相対的に重要な課題となってきました。

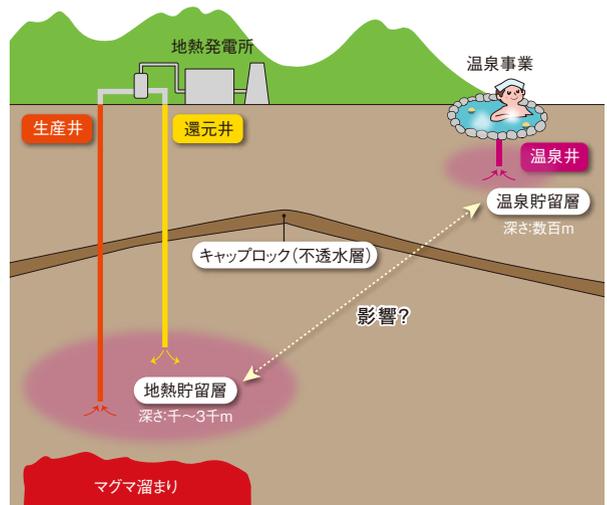


図-1 地熱発電と温泉事業の共生イメージ



## 地熱発電開発における温泉資源へのリスク管理の現状と課題

### リスク管理の現状

こうした背景のもと、温泉資源へのリスク管理の現状を把握すると共に、温泉事業との共生を図る上での課題を明らかにするため、当研究所では2010年度より関係者へのヒアリング調査（地熱開発事業者14社、温泉事業者9社、自然保護関係機関1団体、10自治体、地熱や温泉の専門機関7社）、アンケート調査（温泉事業者10社、88自治体）、並びに文献調査を行い、以下のことがわかりました。

温泉資源へのリスク管理の実施例を図-2に示します。まず発電所建設前の調査で、地熱井と近隣の温泉井における温泉の温度、水位、成分、湧水量等の指標を定期的にモニタリングし、自然変動範囲を把握します。この実測値に基づいてモデルによるシミュレーションを行い、温泉資源への影響を予測・評価します。もしも影響が示唆された場合は、生産井や還元井の配置・深度の変更、開発規模の縮小等の回避策がとられ、温泉資源への影響がない場合のみ建設許可が下ります。発電所の建設・運用後も、定期的にモニタリングを行って影響の有無を確認し、自治体や温泉事業者と情報を共有しています。万一、上記の温泉指標に有意な変化が検出された場合は、降雨など地熱発電以外に影響を与える因子（交絡因子）の関与の有無を検討し、地熱発電が原因と判定されれば、何らかの対応を図ることになります。

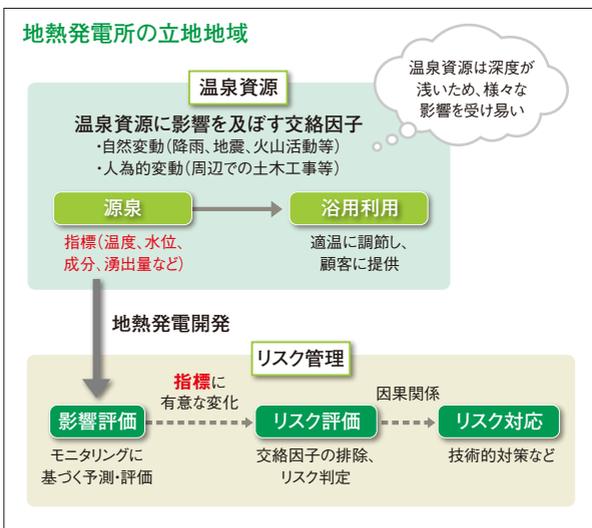


図-2 地熱発電開発における温泉資源へのリスク管理の実施例

### 温泉事業との共生を図る上での課題

調査の結果、温泉事業者は地熱発電開発に対して、次のような懸念や心配を抱いていることがわかりました。

1) 地下構造は場所により異なるため、統一的なリスク評価手法や管理ルールが一般に備わっておらず、万一、温泉資源に悪影響が起きた場合の技術的対策はケースバイケースとなります。このため、一部の温泉事業者は、十分な対策が行われるのか、元の状態に戻らないことがあるのではないかと心配しています。

2) 全国的に温泉資源の過剰利用等による枯渇問題も存在しますが、温泉資源は周辺環境の影響を受け易いため、一部の温泉事業者は、立地地域での温泉枯渇事例は地熱発電が原因と考える傾向にあります。温泉利用に比べて発電では大量の蒸気や熱水を利用するため、地下で地熱井が温泉貯留層に影響を及ぼす可能性への懸念や(図-1)、将来的には温泉枯渇に至るのではないかと不安を抱えています。

3) 一部の温泉事業者は、万一、温泉資源に悪影響があった場合の十分な補償や、国としての保険制度の不備を懸念しています。

また、これらの懸念度合いや賛否の人数比は地域によって大きく異なり、複数の反対理由が複雑に絡んでいる場合もあるため、予め地域状況や地元の声を十分に把握する必要があることが示唆されました。

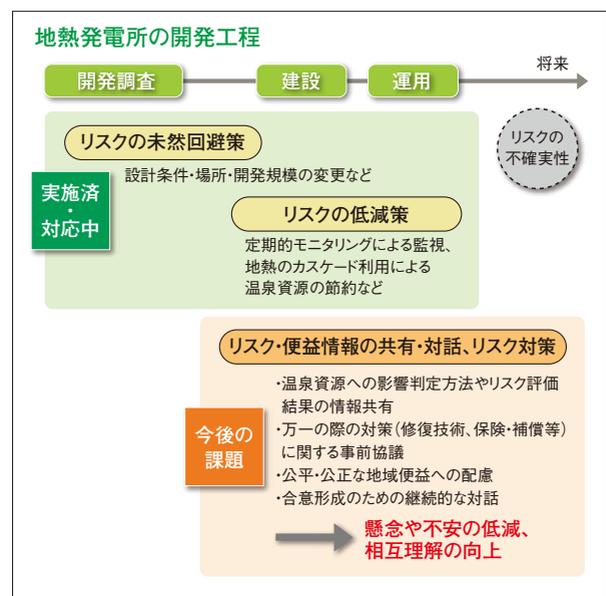


図-3 温泉資源へのリスク対応策



# 3

## 相互理解と地域共生に向けて今後の改善方策を提案

### 情報共有とリスク対策の協議

地熱発電開発における温泉資源へのリスク対応策は、温泉モニタリングによって予測・評価されたリスクを未然に回避したり、低減する予防的対策に重点が置かれています。今後、温泉事業者の懸念に対応するには、開発計画の早い段階から、影響の有無の判定方法やリスク評価結果などの科学的情報を共有すること、また、万一、悪影響があった場合の具体的な対策（修復技術、保険・補償制度等）を予め協議し、運用中も継続的な意見交換によって信頼関係を向上していくことが重要です。

表-2 地熱発電開発による地元便益と留意点の例

地元便益	立地条件に依存する要因	公平・公正を確保するための留意点
地熱開発事業者による温泉モニタリング	・温泉事業者が多い場合、モニタリング地点が限定	・モニタリング地点の選定方法と理由の透明化
温泉事業者への技術支援	・温泉事業者が多い場合やニーズにより、支援内容や地域が限定	・特定の温泉事業者への過度な支援の防止 ・開発事業者の費用負担に関するルールの策定
地熱熱水供給	・温泉販売業者との競合	・既存業者を妨害しないような販売価格や条件等の設定
作業員の宿泊	・高級旅館や離れた旅館に便益なし ・近隣で競合する場合あり	・宿泊場所や時期、対応の協議

### 地元便益への配慮と対話の実践

地熱発電開発は温泉事業者を含む立地地域にいくつかの便益をもたらします。しかし、全ての温泉事業者が同等の便益を得られるとは限らないため、公平・公正に留意することが重要です（表-2）。例えば、温泉モニタリング地点の選定方法と選定理由の透明化を図り、情報提供することや、熱水供給を行なう場合は既存の温泉販売業者の事業経営を妨害しないような販売価格・条件等を設定するなど、予め地元と地域便益のあり方を十分に協議しておくことが重要です。

最後に、地熱発電開発に必要な地熱井の掘削許可権限は、温泉法により都道府県知事に規定されており、自治体の理解と協力が不可欠です。2012年3月に制定された環境省の「温泉資源の保護に関するガイドライン（地熱発電関係）」では、地熱開発事業者と温泉事業者など関係者間の合意形成を図るため、対話の場（地元協議会等）の設置を推奨しています。自治体にとって、掘削許可を審議する現行の公式プロセスの場（環境審議会等）の他に新たな協議会等を設置するとなれば、自治事務の負担が増えます。このため、継続性・公正性の高い体制を整え、地熱開発事業者と温泉事業者も協力して対話活動を実践していくことが重要です。

以上の改善方策を盛り込んだ温泉資源へのリスク対応策を図-3に示します。

## ひとこと

環境科学研究所 環境化学領域 主任研究員 窪田 ひろみ

地熱発電所の立地・運用においては、目視できない地下深部の状況や将来的なリスク予測など不確実な部分も含め、メリット・デメリット等の技術的情報や、リスク評価など科学的情報の分かり易い提供、共有が必要です。更に、地元関係者の要望、懸念や不安等を十分聴いた上で、的確なリスク対応策を協議しながら信頼関係を向上していくことが重要となります。今後は、具体的な地域共生や話し合いプロセスに役立つ実用的な手法を研究して行きたいと考えています。



| 関連する研究報告書 | V11033「地熱発電開発と温泉事業者との相互理解と地域共生に向けた方策」

報告書は当所ホームページよりダウンロードできます